

4.1.2. Селекция, семеноводство и биотехнология растений (сельскохозяйственные науки)

doi:10.18286/1816-4501-2024-4-33-40

УДК 631.52:633.111

Направления селекции озимой мягкой пшеницы в ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ и её результаты

Н. Н. Захарова[✉], доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры «Земледелие, растениеводство и селекция»

Н. Г. Захаров, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Почвоведение, химия, биология и технологии переработки продукции растениеводства»

М. Н. Гаранин, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий опытным полем

Д. Э. Аюпов, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Земледелие, растениеводство и селекция»

ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

432017 г. Ульяновск, бульвар Новый Венец, 1

[✉]nadejdazah@yandex.ru

Резюме. Исследования проводили с целью выведения системы высокопродуктивных сортов озимой мягкой пшеницы, различающихся по адаптивно-значимым показателям с комплементарной устойчивостью к стрессовым факторам внешней среды, характерным для лесостепи Среднего Поволжья. Почва опытного поля – чернозем выщелоченный, предшественник – чистый пар, норма высева – 5,5 млн всхожих семян на 1 га. Объекты исследования – сорта и образцы озимой мягкой пшеницы из коллекции ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений (ФИЦ ВИР) им. Н. И. Вавилова», сорта озимой мягкой пшеницы, включённые в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию по Средневолжскому региону РФ, сорта и селекционные линии озимой мягкой пшеницы, созданные в ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ. Выведенные в ходе селекционной работы сорта Студенческая нива, Октябрьская, Волжский рубин, Метелица волжская, Дивия, Аккорд и Признание, а также перспективные селекционные линии 6, 7, 25 и 83 характеризуются высоким продукционным потенциалом, повышенным и высоким уровнем зимостойкости, засухоустойчивости, различаются по адаптивно-значимым показателям: высоте растений, группе спелости, а также типу интенсивности, что может способствовать росту урожайности, валового сбора зерна озимой мягкой пшеницы и в целом повышению адаптивности культуры в регионе.

Ключевые слова: озимая мягкая пшеница, сорт, селекция, урожайность, зимостойкость, высота растений, группа спелости, качество зерна.

Для цитирования: Захарова Н. Н., Захаров Н. Г., Гаранин М. Н., Аюпов Д. Э. Направления селекции озимой мягкой пшеницы в ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ и её результаты // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2024. № 4 (68). С. 33-40. doi:10.18286/1816-4501-2024-4-33-40

Работа выполнена при поддержке Минсельхоза РФ в рамках Государственного задания Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ульяновский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина» (тема № 2023-5).

Directions of winter soft wheat breeding in Ulyanovsk state agrarian university and its results

N. N. Zakharova[✉], **N. G. Zakharov**, **M. N. Garanin**, **D. E. Ayupov**

FSBEI HE Ulyanovsk State Agrarian University

432017, Ulyanovsk, Novyi Venets Boulevard, 1

[✉]nadejdazah@yandex.ru

Abstract. The studies were conducted with the aim of developing a system of highly productive varieties of winter soft wheat differing in adaptively significant parameters with complementary resistance to stress factors of the external environment conditions of the forest-steppe of the Middle Volga region. The soil of the experimental field is leached black soil, the forecrop is bare fallow, the seeding amount is 5.5 million viable seeds per 1 ha. The objects of the study are varieties and samples of winter soft wheat from the collection of the Federal Research Center All-Russian Institute of

Plant Genetic Resources named after N. I. Vavilov, varieties of winter soft wheat included in the State Register of Breeding Achievements Approved for Use in the Middle Volga Region of the Russian Federation, varieties and breeding lines of winter soft wheat created in Ulyanovsk State Agrarian University. The varieties Studencheskaya Niva, Oktyabrskaya, Volzhskiy Rubin, Metelitsa Volzhskaya, Divia, Akkord and Priznanie, developed during the selection work, as well as promising selection lines 6, 7, 25 and 83 are characterized by high production potential, increased and high level of winter hardiness, drought resistance, differ in adaptively significant parameters - plant height, maturity group, as well as the type of intensity, which can contribute to an increase in yield, gross grain harvest of winter soft wheat, and in general, an increase in the adaptability of the crop in the region.

Keywords: winter soft wheat, variety, selection, yield, winter hardiness, plant height, maturity group, grain quality

For citation: Zakharova N. N., Zakharov N. G., Garanin M. N., Ayupov D. E. Directions of winter soft wheat breeding in Ulyanovsk state agrarian university and its results // Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy. 2024;4(68): 33-40 doi:10.18286/1816-4501-2024-4-33-40

Введение

В условиях глобальных и локальных климатических изменений, а также при современных тенденциях повышения цены энергозатрат на произведенную в сельском хозяйстве продукцию и остро стоящей проблемы загрязнения окружающей среды селекции растений отводится исключительно важная роль [1].

Озимая мягкая пшеница является ведущей, экономически значимой культурой в растениеводстве Ульяновской области, площадь посева которой в последние годы составляет более 250 тыс. га (¼ всей посевной площади региона), и имеется тенденция её увеличения [2]. Также отмечается рост урожайности этой культуры. Так, в среднем за 2011-2015 гг. урожайность озимой мягкой пшеницы составила 1,95 т/га, в 2016-2020 гг. – 3,03 т/га, в 2024 г. – 3,15 т/га [3].

Частые засушливые явления разной интенсивности в период вегетации озимой мягкой пшеницы, а также в предпосевной и посевной этапы, полегание посевов в последний период её онтогенеза вследствие дождей ливневого характера или сильных ветров, а также неблагоприятно складывающиеся в отдельные годы условия зимнего периода – всё это приводит к резким колебаниям по годам урожайности и качества зерна и свидетельствует о недостаточной экологической устойчивости культуры в целом и, в частности, возделываемого в настоящее время сортимента озимых пшениц.

Уровень урожайности возделываемой сельскохозяйственной культуры определяется многими факторами, в том числе и правильным выбором сорта. Вклад сорта в урожайность культуры в настоящее время по оценкам разных ученых составляет 25...80 %, а в экстремально складывающихся погодных условиях сорту зачастую принадлежит основная роль в величине урожайности. Поэтому одним из основных требований, предъявляемых к сорту любой сельскохозяйственной культуры на современном этапе, является приспособленность к экологическим факторам среды, часто лимитирующим формирование потенциально возможной урожайности [1, 4, 5].

Многими учеными различных научных учреждений в разных регионах решение проблемы роста урожайности озимой мягкой пшеницы и стабилизации её уровня видится в том числе за счет

селекционного улучшения культуры, создания системы сортов, увеличения числа разнородных сортов, взаимодополняющих друг друга по отдельным и комплексу хозяйственно-биологических признаков и свойств [6, 7, 8]. В этом случае риск потери урожая, связанный с ежегодными изменениями лимитов среды, проявлением стрессов абиотического и биотического характера на разных этапах онтогенеза будет минимальным.

Целью проводимых исследований является выведение системы высокопродуктивных сортов озимой мягкой пшеницы, различающихся по адаптивно-значимым показателям с комплементарной устойчивостью к стрессовым факторам внешней среды, характерным для лесостепи Среднего Поволжья.

Материалы и методы

В качестве объектов исследования выступили около 200 сортов и образцов озимой мягкой пшеницы различного эколого-географического происхождения (более 15 стран мира) из коллекции ФГБНУ «ФИЦ ВИР им. Н.И. Вавилова» (2011-2016 гг.), 15 сортов озимой мягкой пшеницы, включённых в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию по Средневолжскому региону РФ различных зон выведения России и Украины (2011-2016 гг.), сорта озимой мягкой пшеницы, выведенные в ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ, гибридные популяции различных комбинаций скрещивания, селекционные линии культуры, гибридный селекционный материал (2011-2024 гг.), сорта озимой мягкой пшеницы селекции ФГБНУ «Национальный центр зерна (НЦЗ) им. П.П. Лукьяненко» (2024 г.).

Почва опытного поля – чернозем выщелоченный среднесуглинистый. Содержание гумуса 4,7 %, pH солевой вытяжки пахотного горизонта 6,3...6,7. Предшественник – чистый пар, норма высева – 5,5 млн всхожих семян на 1 га. Стандарты – сорта озимой мягкой пшеницы Волжская К (2011-2017 гг.) и Фотинья (2018-2024 гг.). Метеорологические условия за весь период постановки полевых опытов по сортоиспытанию включали разнообразный спектр лимитирующих факторов среды. Так, весенне-летние периоды вегетации в 2011, 2017, 2020 и 2022 гг. исследований были прохладными (Σ эфф. t выше 5°C < 1750 °C), в 2014, 2015,

2018, 2019, 2023 и 2024 гг. – умеренно-тёплыми (Σ эфф. t выше $5^{\circ}\text{C} = 1751...1850^{\circ}\text{C}$), в 2012, 2013, 2016 и 2021 гг. – тёплыми (Σ эфф. t выше $5^{\circ}\text{C} > 1851^{\circ}\text{C}$). Избыточное увлажнение ($\text{ГТК} > 1,3$) в рассматриваемый этап вегетации наблюдали в 2011, 2016, 2017 и 2022 гг., достаточное увлажнение ($\text{ГТК} = 1,0...1,3$) – в 2015 г., недостаточное увлажнение ($\text{ГТК} = 0,7...1,0$) – в 2012, 2013, 2018, 2020 и 2024 гг., средnezасушливые условия ($\text{ГТК} = 0,5...0,7$) – в 2014, 2019, 2021 и 2023 гг. [9].

Фенологические наблюдения, учёт, оценки проводили согласно методикам, рекомендованным для сортоиспытаний (*Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Выпуск второй. Зерновые, крупяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры. М., 1989. 194 с.; Пополнение, сохранение в живом виде и изучение мировой коллекции пшеницы, эгилопса и тритикале: методические указания / Сост. А. Ф. Мережко и др. СПб., 1999. 81 с.*). Количество и качество сырой клейковины определено по ГОСТ Р 54478-2011 (*ГОСТ Р 54478-2011. Зерно. Методы определения количества и качества клейковины в пшенице. М.: Стандартинформ, 2012. 24 с.*)

Результаты исследований обработаны методами математической статистики в изложении Б. А. Доспехова (*Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.*), а также с использованием селекционно-ориентированного пакета программ «AGROS» (*Мартынов С. Статистический и биометрико-генетический анализ в растениеводстве и селекции. Пакет программ AGROS, версия 2.09: Руководство пользователя. Тверь, 1999. 90 с.*). Коэффициенты адаптивности рассчитаны по методике Л. А. Животкова с соавт. (1994) (*Животков Л. А., Морозова З. А., Секутаева Л. И. Методика выявления потенциальной продуктивности и адаптивности сортов и селекционных форм озимой пшеницы по показателю «урожайность» // Селекция и семеноводство. 1994. № 2. С. 3-6.*)

Результаты

На основе сортов озимой мягкой пшеницы, допущенных к использованию по Средневолжскому региону РФ, проходивших изучение в сеялочном посеве, в 2011 г. была проведена гибридизация по нескольким комбинациям, преимущественно с использованием эколого-географического принципа подбора пар: Волжская К / Марафон, Волжская 16 / Марафон, Волжская 100 / Марафон, Безенчукская 380 / Марафон, Санта / Марафон, Светоч / Марафон, Московская 39 / Марафон. В качестве отцовского сорта во всех комбинациях скрещиваний выступил сорт озимой мягкой пшеницы Марафон, который представлял интерес как источник низкостебельности, скороспелости и высокой урожайности

(реализованная им урожайность на Чердаклинском ГСУ Ульяновской области в 2009 г. составила 7,68 т/га).

Сорт Марафон проявил хорошие донорские свойства скороспелости, что важно в часто складывающихся засушливых условиях среды Среднего Поволжья. Выведенные сорта Студенческая нива (Санта / Марафон), Волжский рубин (Московская 39 / Марафон) в зоне проведения исследований относятся к раннеспелой, а сорт Аккорд (Светоч / Марафон) – к среднеранней группе пшениц.

Наивысшей урожайностью по результатам шестилетнего периода изучения (2011-2016 гг.) характеризовались сорта Светоч (3,57 т/га), Волжская К (3,40 т/га), Волжская 100 (3,43 т/га) и Санта (3,34 т/га). Сорта озимой мягкой пшеницы Волжская К и Санта определены как лучшие и по ряду параметров экологической адаптивности.

Стрессовые факторы внешней среды, характерные для лесостепи Среднего Поволжья, не позволили большинству озимых пшениц западноевропейской селекции и некоторых других зарубежных стран реализовать их продукционные возможности. Выведенные в условиях мягких зим и влажного климата, их адаптивный потенциал оказался недостаточным для зоны исследований. По результатам изучения коллекционного питомника (ручной посев) выделились по урожайности пшеницы отечественной селекции: Поэма, Виктория 95, Кулундинка, Бийская озимая, на основе которых в последующие годы были получены гибридные популяции. Материнская форма во всех комбинациях скрещивания 2013 г. – сорт Волжская К, характеризующийся хорошими адаптивными свойствами, продукционными возможностями и стабильностью в формировании зерна высокого качества. Наиболее ценной оказалась гибридная популяция, созданная на основе комбинации скрещивания Волжская К / Поэма, позволившая выделить родоначальные растения сортов Октябрьская, Признание, а также перспективных селекционных линий 6, 7 и 25.

Сорт Дивия, относящийся к среднепоздней группе спелости, выделен из гибридной популяции, полученной от скрещивания сортов Волжская К / Виктория 95. Данный сорт имеет длинный колос – средняя длина колоса 11,2 см, максимальная – 17 см (рис. 1). Он представляет интерес как источник длинноколосости для селекции исследуемой культуры на урожайность.

Сорт Метелица волжская (Волжская К / Кулундинка) также относится к среднепоздней группе спелости. В условиях максимально полной вегетации культуры урожайный потенциал сорта велик – реализованная им урожайность 8,68 т/га (2022 г.).

Гибридное потомство от скрещивания 2016 г. Волжская К / Дар Зернограда представляет интерес при создании высококачественных пшениц. По данным оригинатора (ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской») сорт озимой мягкой пшеницы Дар

Зернограда содержит субъединицы глютеина 1A1, 1B7+9, 1D5+10, что косвенно свидетельствует о высоком качестве зерна данного генотипа. На основе вышеуказанной комбинации скрещивания выделена высококачественная селекционная линия номер 83 с повышенным уровнем зимостойкости (4,7 балла), засухоустойчивости. Масса 1000 зерен 40,5...60,7 г. Средняя урожайность 6,53 т/га, максимальная – 9,04 т/га.

Комбинация скрещивания Волжская К / к. ВИР 65069 (*compositum milturum*, ветвистоколосая

разновидность вида *T. aestivum* L.) привела к появлению в гибридных популяциях разных поколений красноколосых и белоколосых пшениц с ветвистым и неветвящимся колосом. Ветвистоколосым формам пшеницы мягкой (рис. 2) свойственна более высокая озернённость соцветия (до 110 зерновок в одном колосе) в сравнении с озернёностью колоса возделываемых в настоящее время в производстве сортов (30 зёрен) [2].



Рис. 1. Сорт озимой мягкой пшеницы Дивия



Рис. 2. Ветвистоколосые формы вида *T. aestivum* L.

Для зоны проведения исследований установлена прямая тесная корреляционная связь, значимая на 0,1 % уровне, между продуктивностью колоса и его озернёностью – $r = 0,84 + 0,15$ [2]. Однако, было установлено, что ветвистость колоса пшеницы является фенотипически нестабильным признаком, в значительной степени модифицирующимся под влиянием условий среды, что соответствует сообщениям и других исследователей [10].

Пшеницы вида *T. aestivum* L. с красным неветвящимся колосом представляют интерес для производственных условий с точки зрения

идентификации при проведении сортового контроля. Выделенные красноколосые селекционные линии 12 (разновидность *milturum*) и 66 (разновидность *ferrugineum*) проявили в ходе исследований высокий уровень зимостойкости, но недостаточную засухоустойчивость. В селекции пшеницы важным критерием хорошей засухоустойчивости генотипа в засушливый год является показатель массы 1000 зерен [11]. В 2024 г. недостаточное увлажнение наблюдалось в июльский период налива зерна озимой мягкой пшеницы – ГТК = 0,72 [9]. Селекционные линии 12 и 66 формировали мелкое зерно – масса

1000 зёрен 34,8 и 33,3 г соответственно, уступив среднекрупнозёрному стандарту Фотинья (масса 1000 зёрен 38,6 г). Недостаточная засухоустойчивость красноколосых пшениц и, как следствие, невысокие продукционные возможности – всё это объясняет их значительно меньшее распространение в производстве в сравнении с белоколосыми.

Минимальный уровень зимостойкости в лесостепи Среднего Поволжья, при котором отдельные сорта озимой мягкой пшеницы способны формировать высокую урожайность в случае благоприятных

условий в весенне-летний период вегетации культуры – 3,0 балла [2]. Озимые зерновые вследствие не только осеннего, но и весеннего кущения способны частично восстанавливать потерянный в ходе неблагоприятной перезимовки стеблевой, что положительно сказывается на реализации их продукционных возможностей.

Селекция озимой мягкой пшеницы в ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ к настоящему времени пока ещё не привела к созданию сортов низкостебельного типа (табл. 1).

Таблица 1. Комплексная хозяйственно-биологическая характеристика сортов и перспективных селекционных линий озимой мягкой пшеницы, 2022-2024 гг.

Сорт, селекционная линия	Урожайность/средняя/максимальная, т/га	Зимостойкость, балл	Высота растений, см	Группа спелости	Коэффициент регрессии, b_i / тип интенсивности	Коэффициенты адаптивности
Дивия	5,92 / 8,58	3,8	119	среднепоздняя	1,27 / интенсивный	0,83-1,07
Признание	6,77 / 9,03	4,5	111	среднеранняя	1,19 / интенсивный	1,06-1,13
Волжский рубин	6,41 / 8,48	4,7	109	раннеспелая	1,05 / полуинтенсивный	0,98-1,06
Студенческая нива	6,25 / 7,84	4,3	108	раннеспелая	0,84 / экстенсивный	0,98-1,08
Аккорд	6,23 / 7,94	4,4	108	среднеранняя	0,92 / полуинтенсивный	0,99-1,04
83	6,53 / 9,04	4,7	103	среднеранняя	1,28 / интенсивный	0,99-1,13
6	6,47 / 8,71	4,0	101	среднеспелая	1,14 / интенсивный	0,99-1,09
Октябрьская	6,08 / 7,81	4,1	100	среднеспелая	0,94 / полуинтенсивный	0,98-1,00
25	6,69 / 8,83	4,5	98	среднеранняя	1,19 / интенсивный	1,02-1,10
7	6,40 / 8,05	4,4	95	среднеспелая	0,84 / экстенсивный	0,99-1,13
Метелица волжская	6,26 / 8,68	4,4	90	среднепоздняя	1,31 / интенсивный	0,89-1,09

Пшеницы низкостебельного типа в ходе селекционного процесса оказывались малоурожайными вследствие недостаточной их зимостойкости и засухоустойчивости. Вместе с тем интерес к их выведению сохраняется. Без полегания реализация высокого урожайного потенциала во влажные годы возможна только низкостебельными генотипами.

Наличие полегания пшеницы – это всегда риск возможной потери не только всего урожая, но и его качества.

Изучение зимостойкости сортифта озимых пшениц позволило наблюдать общую тенденцию её снижения при уменьшении высоты растений (табл. 2).

Таблица 2. Высота растений сортов озимой мягкой пшеницы и их зимостойкость (сеялочный посев, среднее за 2011-2013, 2015 гг.).

Сорт	Высота, см	Зимостойкость, балл	Сорт	Высота, см	Зимостойкость, балл
Мироновская 808	88	4,4	Базальт	72	3,9
Безенчукская 380	87	4,3	Санта	68	4,2
Волжская К	82	4,5	Светоч	68	4,3
Волжская 16	82	4,5	Харьковская 92	68	3,8
Казанская 285	79	4,5	Ресурс	67	3,8
Волжская 100	76	4,4	Бирюза	60	3,7
Волжская СЗ	72	4,4	Марафон	51	3,8
Московская 39	72	4,3			

Корреляционная связь между рассматриваемыми показателями в сеялочном посеве положительная, сильной степени – $r = 0,76 \pm 0,18$, что достоверно на 1 % уровне значимости. Статистически достоверные связи между рассматриваемыми показателями установлены также и в ручном посеве во все годы со стрессовыми факторами зимы. Zakharova N. N. при изучении исходного материала для селекции озимой пшеницы в лесостепи Среднего Поволжья отмечает, что среди низкостебельных форм культуры достаточно редко встречаются высокозимостойкие генотипы [12]. Тупицын Н.В. сообщает, что при резком уменьшении высоты растений пшеницы происходит общее снижение жизнеспособности, в том числе и зимостойкости, и засухоустойчивости [13]. Вместе с тем следует учитывать, что корреляция отражает лишь общий характер связи и не учитывает частные случаи. По-видимому, сочетать в одном генотипе озимой мягкой пшеницы низкостебельность и повышенный уровень зимостойкости, засухоустойчивости является трудной задачей, но выполнимой.

В направлении селекции на низкостебельность в настоящее время на опытном поле аграрного университета проходят изучение в качестве исходного материала низкорослые, с высоким продукционным потенциалом сорта озимой мягкой пшеницы селекции ФГБНУ «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко».

Адаптивный потенциал сорта любой сельскохозяйственной культуры определяет возможность реализации присущих ему признаков и свойств и урожайности как результирующего показателя в тех или иных агроэкологических условиях [1, 14, 15]. В качестве основного показателя при оценке адаптивных свойств изучаемых генотипов пшеницы часто используется урожайность зерна пшеницы как обобщающая характеристика их хозяйственной ценности.

Для оценки экологической адаптивности в сортоиспытании обычно рекомендуется использование комплекса критериев, так как реакция генотипов на факторы внешней среды является многомерной [16, 17, 18]. Среди большого числа использованных критериев адаптивности, по мнению авторов данной статьи достаточно полно характеризуют адаптивные возможности генотипов коэффициенты адаптивности. Коэффициент адаптивности определяется путём деления его урожайности в году исследований к среднему значению показателя в сортоиспытании. Выведенные сорта озимой мягкой пшеницы Октябрьская, Аккорд, Студенческая нива, Волжский рубин, Признание, а также селекционные линии номер 6, 7, 25 и 83 (см. таблицу 1) характеризовались высокими коэффициентами адаптивности ($0,98 \dots 1,13$), что свидетельствует об их хорошей приспособленности к агроэкологическим условиям зоны проведения исследований.

Для оценки пластичности сортов и селекционных линий в сортоиспытаниях использована методика S. A. Eberhart и W. A. Russell (1966) в изложении С. П. Мартынова (1999) с расчётом коэффициента регрессии (bi), который характеризует среднюю реакцию генотипа на условия среды и даёт возможность прогнозировать изменение исследуемого признака [17]. Высокая отзывчивость на изменение условий выращивания в исследованиях установлена у сортов озимой мягкой пшеницы Признание, Метелица волжская и Дивия ($bi = 1,19 \dots 1,31$), а также селекционных линий 6, 25 и 83 ($bi = 1,13 \dots 1,28$), что позволяет отнести их к генотипам интенсивного типа (см. таблицу 1). В полуинтенсивных условиях хорошие результаты можно ожидать при выращивании сортов озимой мягкой пшеницы Волжский рубин, Аккорд, Октябрьская ($bi = 0,95 \dots 1,05$). Сорт Студенческая нива, а также селекционная линия 7 вошли в группу экстенсивных пшениц ($bi = 0,43 \dots 0,87$). Возделывание пшеницы экстенсивного типа предпочтительно при отсутствии возможности использования в производстве средств интенсификации, при возделывании культуры на бедных по плодородию почвах.

Обсуждение

Наибольшую ценность в качестве исходного материала для селекции озимой мягкой пшеницы в умеренно-континентальном климате лесостепи Среднего Поволжья представляют сорта и образцы отечественной селекции, а не зарубежных стран. Изучение сортимента озимых пшениц (2011–2016 гг.), возделываемого в Средневолжском регионе свидетельствует о хорошем в целом уровне зимостойкости культуры. Вместе с тем, свойство зимостойкости озимой мягкой пшеницы сопряжено с высотой растений. Выявлена общая для культуры тенденция снижения зимостойкости при уменьшении высоты растений, корреляционная связь положительная, сильной степени, достоверная на 1 % уровне значимости – $r = 0,76 \pm 0,18$. Это может служить некоторым препятствием в зоне исследований при выделении генотипов, сочетающих повышенный и высокий уровень зимостойкости, урожайности и низкостебельности [19].

Определён минимальный уровень зимостойкости генотипа озимой мягкой пшеницы в лесостепи Среднем Поволжье, при котором возможно получение высокой урожайности в случае благоприятных условий в весенне-летний период вегетации культуры – 3,0 балла. Такие результаты дают основание полагать, что в настоящее время в зоне проведения исследований урожайность культуры лимитирована в несколько большей степени засушливыми явлениями в весенне-летний период вегетации культуры, чем стрессовыми факторами зимнего периода. Слабая засухоустойчивость в исследованиях установлена у полученных селекционных линий озимой мягкой пшеницы 12 и 66 с красной окраской колоса, формирующих, как следствие, мелкое зерно и

низкую урожайность. Полученные результаты по красноколосым пшеницам соотносятся с сообщениями других исследователей [20, 21].

При оценке адаптивных свойств исследуемых генотипов озимой мягкой пшеницы среди комплекса параметров следует выделить коэффициенты адаптивности, достаточно полно дающие представление о способности сортов и селекционных линий реализовывать урожайность в разных условиях среды и коэффициенты регрессии, позволяющие установить пластичность генотипа и прогнозировать его поведение в тех или иных условиях выращивания.

Заключение

Селекционное улучшение озимой мягкой пшеницы путем создания сортового разнообразия

(системы сортов) следует рассматривать одним из важных резервов увеличения урожайности культуры в том или ином регионе страны. Выведенные в ходе многолетней селекционной работы сорта Студенческая нива, Октябрьская, Волжский рубин, Метелица волжская, Дивия, Аккорд и Признание, а также перспективные селекционные линии 6, 7, 25 и 83 характеризуются высоким продукционным потенциалом, повышенным и высоким уровнем зимостойкости, засухоустойчивости, различаются по адаптивно-значимым показателям – высоте растений, группе спелости, а также типу интенсивности, что может способствовать росту урожайности, валового сбора зерна озимой мягкой пшеницы и в целом повышению адаптивности культуры в регионе.

Литература

1. Жученко А. А. Роль мобилизации генетических ресурсов цветковых растений, их идентификации и систематизации в формировании адаптивно-интегрированной системы защиты агроценозов, агроэкосистем и агроландшафтов. Саратов, ГНУ НИИ сельского хозяйства Юго-Востока, 2012. 527 с.
2. Захарова Н. Н., Исайчев В. А., Захаров Н. Г. Основы адаптивной селекции озимой мягкой пшеницы в лесостепи Среднего Поволжья: монография. Ульяновск: Издательство Ульяновского ГАУ, 2022. 216 с. ISBN 978-5-6046667-9-1.
3. Минсельхоз Ульяновской области. URL: <https://ok.ru/mapk73> (дата обращения 3.11.2024).
4. Мальчиков П. Н., Мясникова М. Г., Чахеева Т. В. Базовые генотипы в селекции на улучшение стабильности и отзывчивости продукционного процесса твердой пшеницы // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2020. № 3. С. 17-24.
5. Оценка адаптивного потенциала сортов пшеницы мягкой озимой по признаку «масса 1000 зерен» в условиях лесостепи Западной Сибири / К. К. Мусинов, А. С. Сурначев, Н. Н. Ермошкина и др. // Достижения науки и техники АПК. 2023. Т. 37. № 4. С. 4-9. doi:10.53859/02352451_2023_37_4_4
6. Новая сортовая политика и сортовая агротехника озимой пшеницы: монография / А. А. Романенко, Л. А. Беспалова, И. Н. Кудряшов и др. Краснодар: Издательство "ЭДВИ", 2005. 224 с.
7. Модель сорта озимой мягкой пшеницы для условий степной зоны / М. А. Фоменко, А. И. Грабовец, Т. А. Олейникова и др. // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2023. № 3. С. 7-12.
8. Беспалова Л. А. Генетика, селекция, семеноводство и сортовая агротехника пшеницы и тритикале: избранные труды: авторский сборник; Национальный центр зерна им. П.П. Лукьяненко. Краснодар: Издательство "ЭДВИ", 2022. 578 с.
9. Климатический монитор. Ульяновск. URL: <https://www.pogodaiklimat.ru/monitor.php?id=27785&ysclid=m35utwwdc2225631822> (дата обращения 3.11.2024).
10. Добровольская О. Б. Многоколосковые формы пшеницы – модели для изучения генетической регуляции развития соцветия // Генетика. 2020. Т. 56. № 11. С. 1250-1261.
11. Сухоруков А. Ф., Сухоруков А. А. Исследование сортообразцов озимой пшеницы коллекции ВИР на засухоустойчивость в условиях Среднего Поволжья // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2020. № 4. С. 17-23.
12. Zakharova N. N., Zakharov N. G. Source material for breeding soft winter wheat in the forest-steppe of the Middle Volga region // BIO Web of Conferences, 2021. 37. P. 00189.
13. Тупицын Н. В. Агробиологические особенности низкорослых сортов пшеницы // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2019. № 1. С. 26-28.
14. Маслова Г. Я., Лавренникова О. А. Продуктивность и качество зерна сортов озимой пшеницы в условиях лесостепи Среднего Поволжья // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2016. № 4. С. 25-28.
15. Галушко Н. А., Соколенко Н. И. Адаптивность сортов озимой пшеницы, возделываемых в условиях Северо-Кавказского региона, // Достижения науки и техники АПК. 2022. Т. 36, № 5. С. 50-54. doi:10.53859/02352451_2022_36_5_50. – EDN AIGVTR.
16. Zakharova N. N., Zakharov N. G. Evaluation of yield and parameters of ecological adaptability of breeding lines of winter soft wheat in the forest-steppe of the Middle Volga region // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : II International scientific and practical conference "Ensuring sustainable development in the context of agriculture, green energy, ecology and earth science", 2022. P. 012046.
17. Манукян И. Р. Экологическая пластичность сортов озимой пшеницы к условиям предгорной зоны Центрального Кавказа // Нива Поволжья. 2024. № 1(69). doi: 10.36461/NP.2024.69.1.007

18. Манукян И. Р., Козырев А. Х. Оценка исходного материала для селекции озимой мягкой пшеницы в условиях Центрального Кавказа // Нива Поволжья. 2024. № 1(69). doi: 10.36461/NP.2024.69.1.009. EDN GPNZUA.
19. Захарова Н. Н. Исходный материал для селекции озимой мягкой пшеницы на урожайность и низкостебельность в условиях лесостепи Среднего Поволжья // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2023. Т. 18. № 1(69). С. 17-22.
20. Что такое модель сорта: монография / С. Ф. Коваль, В. С. Коваль, В. М. Чернаков и др. Омск: Изд-во ФГОУ ВО ОмГАУ, 2005. 277 с.
21. Хлесткина Е. К. Гены, детерминирующие окраску различных органов пшеницы // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2012. Т. 16. № 1. С. 202-216.

References

1. Zhuchenko A. A. The role of mobilization of genetic resources of flowering plants, their identification and systematization in formation of an adaptive-integrated system for protection of agrocenoses, agroecosystems and agrolandscapes. Saratov, State Scientific Institution Research Institute of Agriculture of the South-East, 2012. 527 p.
2. Zakharova N. N., Isaichev V. A., Zakharov N. G. Fundamentals of adaptive selection of winter soft wheat in the forest-steppe of the Middle Volga region: monograph. Ulyanovsk: Publishing House of Ulyanovsk State Agrarian University, 2022. 216 p. ISBN 978-5-6046667-9-1
3. Ministry of Agriculture of the Ulyanovsk Region. URL: <https://ok.ru/mapk73> (date of access 3.11.2024)
4. Malchikov P. N., Myasnikova M. G., Chakheeva T. V. Basic genotypes in breeding to improve the stability and responsiveness of the production process of durum wheat // Vestnik of Samara State Agricultural Academy. 2020. No. 3. P. 17-24.
5. Assessment of the adaptive potential of soft winter wheat varieties based on the "weight of 1000 grains" trait in the forest-steppe conditions of Western Siberia / K. K. Musinov, A. S. Surnachev, N. N. Ermoshkina et al. // Achievements of science and technology of the agro-industrial complex. 2023. Vol. 37. No. 4. P. 4-9. doi:10.53859/02352451_2023_37_4_4
6. New varietal policy and varietal agricultural technology of winter wheat: monograph / A. A. Romanenko, L. A. Bespalova, I. N. Kudryashov, et al. Krasnodar: EDVI Publishing House, 2005. 224 p.
7. Model of a winter soft wheat variety for steppe zone conditions / M. A. Fomenko, A. I. Grabovets, T. A. Oleynikova, et al. // Vestnik of Russian agricultural science. 2023. No. 3. P. 7-12.
8. Bespalova L. A. Genetics, breeding, seed production and varietal agricultural technology of wheat and triticale: selected works: author's collection; National Grain Center named after P.P. Lukyanenko. Krasnodar: EDVI Publishing House, 2022. 578 p.
9. Climate monitor. Ulyanovsk. URL: <https://www.pogodaiklimat.ru/monitor.php?id=27785&ysclid=m35utwwdc2225631822> (access date: 3.11.2024).
10. Dobrovolskaya O. B. Multi-spikelet forms of wheat - models for studying genetic regulation of inflorescence development // Genetics. 2020. Vol. 56. No. 11. P. 1250-1261.
11. Sukhorukov A. F., Sukhorukov A. A. Study of winter wheat varieties from the VIR collection for drought resistance in the Middle Volga region // Vestnik of Samara State Agricultural Academy. 2020. No. 4. P. 17-23.
12. Zakharova N. N., Zakharov N. G. Source material for breeding soft winter wheat in the forest-steppe of the Middle Volga region // BIO Web of Conferences, 2021. 37. P. 00189.
13. Tupitsyn N. V. Agrobiological features of low-growing wheat varieties // Vestnik of the Russian Agricultural Science. 2019. No. 1. P. 26-28.
14. Maslova G. Ya., Lavrennikova O. A. Productivity and grain quality of winter wheat varieties in the forest-steppe conditions of the Middle Volga region // Vestnik of Samara State Agricultural Academy. 2016. No. 4. P. 25-28.
15. Galushko N. A., Sokolenko N. I. Adaptability of winter wheat varieties cultivated in the North Caucasus region // Achievements of science and technology of the agro-industrial complex. 2022. Vol. 36, No. 5. P. 50-54. doi:10.53859/02352451_2022_36_5_50. – EDN AIGVTR.
16. Zakharova N. N., Zakharov N. G. Evaluation of yield and parameters of ecological adaptability of breeding lines of winter soft wheat in the forest-steppe of the Middle Volga region // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : II International scientific and practical conference "Ensuring sustainable development in the context of agriculture, green energy, ecology and earth science", 2022. P. 012046.
17. Manukyan I. R. Ecological plasticity of winter wheat varieties to the conditions of the foothill zone of the Central Caucasus // Niva of the Volga region. 2024. No. 1 (69). doi: 10.36461 / NP.2024.69.1.007
18. Manukyan I. R., Kozhyrev A. Kh. Evaluation of source material for breeding winter soft wheat in the conditions of the Central Caucasus // Niva of the Volga region. 2024. No. 1(69). doi: 10.36461/NP.2024.69.1.009. EDN GPNZUA.
19. Zakharova N. N. Initial material for breeding winter soft wheat for yield and low stem size in the forest-steppe conditions of the Middle Volga region // Vestnik of Kazan State Agrarian University. 2023. Vol. 18. No. 1(69). P. 17-22.
20. What is a variety model: monograph / S. F. Koval, V. S. Koval, V. M. Chernakov et al. Omsk: Publishing house of the Federal State Educational Institution of Higher Education Omsk State Agrarian University, 2005. 277 p.
21. Khlestkina E. K. Genes determining the color of various organs of wheat // Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2012. Vol. 16. No. 1. P. 202-216.