

УДК 633.14:631.526.32(470.34)

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МОДЕЛИ СОРТА ОЗИМОЙ РЖИ ДЛЯ УСЛОВИЙ ВОЛГО-ВЯТСКОГО РЕГИОНА

Уткина Е.И., Кедрова Л.И., Парфенова Е.С., Набатова Н.А.

ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока», Киров, e-mail: utkina.e.i@mail.ru

Для успешной селекционной работы необходимо разработать и обосновать модель сорта озимой ржи для условий Волго-Вятского региона. Полевые и лабораторные исследования проведены в 2004–2017 гг. в ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока. По комплексу показателей изучены сорта Вятка 2, Фаленская 4, Рушник, Флора и Графиня. Наибольшая средняя урожайность по опыту (7,29 т/га) отмечена в 2011 г., минимальная (3,57 т/га) в 2016 г. Сорта характеризуются высокой регенерационной способностью после поражения снежной плесенью (75–100%). Сорт Флора интенсивно наращивает зеленую массу и рекомендуется в качестве ранневесенней зеленой подкормки. Современные сорта являются более короткостебельными в сравнении с сортом Вятка 2. Среди них наибольшей устойчивостью к полеганию характеризуется сорт Графиня (8,4 балла). Для создания устойчивых к полеганию сортов особое внимание должно быть уделено прочности соломины. Важным направлением селекции является создание скороспелых и устойчивых к болезням сортов. Для условий Волго-Вятского региона разработаны параметры модельного сорта озимой ржи: зимостойкий, устойчивый к полеганию (8–9 баллов), болезням (8,0–8,5 баллов), скороспелый, с высоким качеством зерна. Повысить урожайность культуры можно путем увеличения количества продуктивных стеблей до 400 шт./м², количества зерен в колосе – 55–70 шт., массы 1000 зерен – 34–38 г. Величина признаков и их соотношение могут меняться в зависимости от погодных условий. Важным свойством пластичных сортов является способность компенсации одних элементов продуктивности другими, обеспечивая в результате стабильную урожайность.

Ключевые слова: озимая рожь, урожайность, зимостойкость, адаптивность, устойчивость к полеганию, болезни, модель сорта

IMPROVEMENT OF THE VARIETIES OF WINTER RYE FOR THE CONDITIONS OF THE VOLGA-VYATKA REGION

Utkina E.I., Kedrova L.I., Parfenova E.S., Nabatova N.A.

North-East Federal Agrarian Scientific Center, Kirov, e-mail: utkina.e.i@mail.ru

For successful breeding work it is necessary to develop and justify a winter rye variety model for the conditions of the Volga-Vyatka region. Field and laboratory studies were conducted in 2004–2017 in North-East Federal Agrarian Scientific Center. For a set of indicators, the varieties Vyatka 2, Falenskaya 4, Rushnik, Flora and Grafinya were studied. The highest average yield by experience (7.29 t / ha) was noted in 2011, the minimum (3.57 t / ha) in 2016. The varieties are characterized by a high regeneration ability after crushing a snow mold (75–100%). Variety Flora intensively increases the green mass and is recommended as an early spring green feeding. Modern varieties are shorter in comparison with the Vyatka 2. Among them, the Grafinya variety is the most resistant to lodging (8.4 points). In order to create varieties resistant to lodging, special attention must be paid to the strength of a straw. Important areas of breeding are the creation of early-ripening and disease-resistant varieties. For the conditions of the Volga-Vyatka region, the parameters of a model winter rye variety have been developed: winter-hardy, resistant to lodging (8–9 points), diseases (8.0–8.5 points), soon ripe, with high quality grain. It is possible to increase the crop yield by increasing the number of productive stems up to 400 pcs/m², the number of grains per ear – 55–70 pcs., the mass of 1000 grains – 34–38 g. The size of signs and their ratio can vary depending on weather. An important property of plastic varieties is the ability to compensate for some elements of productivity by others, resulting in a stable yield.

Keywords: winter rye, yield, winter hardiness, adaptability, lodging resistance, diseases, variety model

Озимая рожь в России – одна из основных зерновых продовольственных культур. В зерновом клине Волго-Вятского региона она занимает особое место благодаря высокой адаптивности, зимостойкости, способности обеспечивать стабильные урожаи на кислых почвах с низким естественным плодородием [1]. Несмотря на биологические преимущества озимой ржи, наблюдается резкое снижение ее площадей. По научно обоснованным нормам доля озимой ржи в структуре зерновых должна составлять 15–18% [2]. Одним из путей сохранения культуры является селекционное улучшение возделываемых сортов [3].

Сорт – основной фактор, определяющий урожайность, самое доступное и дешевое средство ее повышения. Особенно это касается России, где основная зона земледелия находится в неблагоприятных почвенных и гидротермических условиях. При этом доля сорта в формировании величины и качества урожая возрастает до 70% [4]. Многолетняя селекционная работа с озимой рожью, как в России, так и за рубежом, достигла огромных успехов. Современные сорта, занесенные в Госреестр селекционных достижений, соответствуют требованиям производства по многим параметрам и качественным характеристикам. Однако

генетические возможности культуры позволяют совершенствовать сорта по разным направлениям.

Успех селекционной работы во многом обусловлен правильным обоснованием модели сорта, охватывающей широкий круг признаков. Отработке модельных параметров создаваемых сортов посвящено много научных работ. В целом ученые приходят к единому мнению – сортовые признаки должны контролироваться в зависимости от условий региона (принцип зональности) [5]. Адаптивные сорта слабо реагируют на действие стрессовых факторов и эффективно используют благоприятные факторы внешней среды [6], они обладают высокой потенциальной продуктивностью, устойчивостью к полеганию, эдафическому стрессу, болезням и вредителям. Н.И. Вавилов к озимым культурам предъявлял особые требования: высокая зимостойкость, морозоустойчивость, устойчивость к выпреванию и вымоканию [7]. Ввиду того, что создание сорта требует много сил и времени, селекционная работа должна решать не текущие проблемы, а обеспечивать прогресс на отдаленную перспективу.

Цель исследования: усовершенствовать модель сорта озимой ржи для Волго-Вятского региона по комплексу адаптивных и продуктивных параметров в современных условиях изменяющегося климата.

Материалы и методы исследования

Полевые и лабораторные исследования проведены в 2004–2017 гг. В изучение включены сорта селекции ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока, внесенные в Государственный реестр селекционных достижений РФ. Учеты и наблюдения выполнены по методике государственного сортоиспытания [8]. Учетная площадь делянок в опыте – 10 м², повторность шестикратная, размещение – рендомизированное. Статистическая обработка опытных данных проведена методами дисперсионного и корреляционного анализов с использованием Пакета программ статистического и биометрико-генетического анализа в растениеводстве и селекции AGROS (версия 2.07.), 1998, Microsoft Office Excel, а также по Б.А. Доспехову [9].

Для характеристики метеорологических условий использованы данные Кировского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Агрометеорологические условия за годы проведения исследований значительно различались как в осенний, так и в весенне-летний периоды вегетации. Условия перезимовки варьировали от относительно благоприятных до экстремально неблагоприятных. Период

осенней вегетации в основном характеризовался теплой погодой, но по количеству выпавших осадков отмечена сильная дифференциация: недостаточная влагообеспеченность – 99–166 мм (2005, 2010, 2011, 2014); в пределах нормы – 186–208 мм (2007, 2009, 2005, 2016); избыточная влагообеспеченность – 210–277 мм (2004, 2006, 2008, 2012, 2013).

Условия зимнего периода (ноябрь – март) характеризовались несоответствием средним многолетним значениям по температурному режиму и влагообеспеченности. Температура зимнего периода вегетации ржи только в 2009/2010 и 2010/2011 гг. приближалась к среднемноголетнему значению (–10,3...–10,8°C). Количество выпавших осадков во все годы значительно превышало средний многолетний уровень (на 23–96%). Создавались благоприятные условия для развития фузариозных грибов.

В период летней вегетации (апрель – июль) сумма осадков варьировала от 175 мм (76% от нормы) в 2014 г. до 316 мм (138% нормы) в 2007 г. Если рассматривать условия летнего периода по накоплению эффективных температур, то можно выделить следующие группы: умеренно теплое лето ($\Sigma \text{эф. } t = 900\text{--}1100^\circ\text{C}$) – 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2014, 2015 гг.; теплое ($\Sigma \text{эф. } > 1100^\circ\text{C}$) – 2010, 2011, 2012, 2013, 2016, 2017 гг. Из-за неоднородности и неповторяемости лет по гидротермическому режиму в период вегетации озимых культур можно утверждать, что самым точным критерием оценки условий года является уровень урожайности и качество продукции.

Результаты исследования и их обсуждение

Основным показателем сорта озимой ржи является его способность формировать высокую и стабильную урожайность. Анализ урожайных данных за период изучения показал, что достаточно отселектированные районированные сорта относительно стабильно реагировали на условия года (табл. 1), коэффициент вариации по всему сортименту составил 20,0–23,9%. Максимальная средняя урожайность отмечена в 2011 г. (7,29 т/га), когда сложились благоприятные условия для регенерации в период весеннего отрастания. Наименьшая урожайность выявлена в 2016 г. (3,57 т/га). Весенняя засуха (в мае осадков выпало 24% от нормы) негативно сказалась на развитии растений. Сорта местной селекции можно отнести к группе стабильных, так как среди сортов озимой ржи инорайонной селекции, менее адаптированных к условиям региона, в 2016 г. наблюдалась полная гибель.

Таблица 1

Характеристика сортов по урожайности

Сорт	Урожайность, т/га		Коэффициент вариации CV, %
	средняя за 2004–2017 гг.	пределы варьирования (min – max)	
Вятка 2	4,45	3,17–6,19	20,0
Фаленская 4	5,01	3,77–7,87	21,6
Рушник	4,89	3,82–7,66	23,2
Флора	5,22	3,58–7,74	20,6
Графиня	5,05	3,38–7,32	23,9

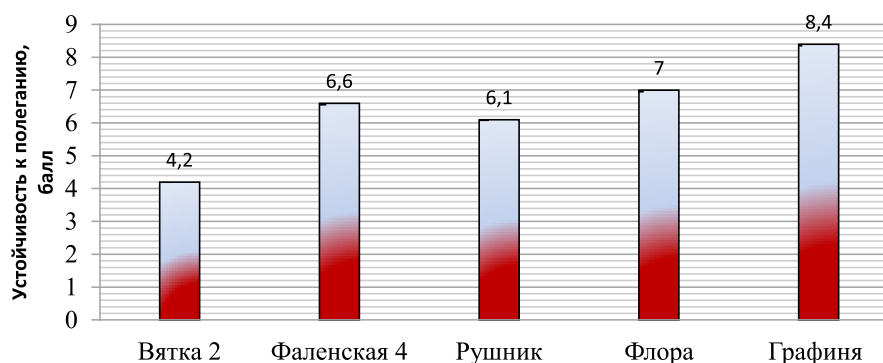
Урожайность – результат взаимодействия зимостойкости, устойчивости к полеганию, болезням и многим другим неблагоприятным факторам, следовательно, селекционная работа на этот признак должна охватывать многие направления селекции. Важнейшим из них в условиях Волго-Вятского региона является селекция на зимостойкость. Неблагоприятные условия зимнего периода (высокий снеговой покров и повышенная температура на глубине залегания узла кущения) являются благоприятной средой для развития грибной инфекции, что приводит к выпреванию и гибели озимых культур. Ежегодное поражение посевов снежной плесенью (*M. nivale*) до 100% усиливает значение метода отбора и дает возможность проводить оценку селекционного материала на естественном жестком провокационном фоне. Сорта озимой ржи Вятка 2, Фаленская 4, Рушник, Флора и Графиня, созданные в местных условиях, характеризуются высокой регенерационной способностью после поражения снежной плесенью (75–100%) и не имеют себе равных по зимостойкости в условиях Волго-Вятского региона. При этом каждый сорт имеет особенности, отличительные от других сортов. Так сорт Флора, внесенный в Государственный реестр селекционных достижений с 2012 г., получен методом отбора из сорта Фаленская 4 по признаку высокой интенсивности нарастания зеленой массы в весенний период и кроме продовольственного использования рекомендуется в качестве ранневесенней зеленой подкормки для сельскохозяйственных животных и птицы.

По-прежнему до конца нерешенной остается проблема устойчивости к полеганию. Высокозимостойкий адаптивный сорт Вятка 2 с рецессивно-полигенным типом короткостебельности имеет высокую соломину (до 185 см) и слабую устойчивость к полеганию (в среднем 4,2 балла по 9-балльной шкале). Сорта нового поко-

ления – Фаленская 4, Рушник, Флора и Графиня с доминантно-моногенным типом короткостебельности имеют более короткую и прочную соломину и характеризуются большей устойчивостью к полеганию. Сравнительная оценка сортов по устойчивости к полеганию приведена на рисунке.

Среди сортов Северо-Восточного селекцентра сорт Графиня обладает большей средней устойчивостью за годы исследования. Сорт создан методом свободно-ограниченного переопыления устойчивых к снежной плесени биотипов, многократно отобранных на искусственных инфекционных фонах из сортов Альфа, Валдай, Популяция 27/01 и гибридов с ними, с последующим отбором на естественных инфекционных фонах снежной плесени. Несмотря на достигнутые результаты, популяционных сортов с абсолютной устойчивостью к неблагоприятным природным явлениям (ливневые дожди с резким порывистым ветром в период цветения, формирования и налива зерна) и устойчивостью к полеганию в производстве нет.

Признак устойчивости зависит от многих факторов: высоты растения, прочности соломины, мощности корневой системы, массы зерна с колоса. Определенные трудности возникают при работе с данным показателем потому, что генетически обусловленный признак находится в сильной зависимости от условий года. Так, высота стебля сорта Фаленская 4 с доминантным типом короткостебельности по годам варьировала от 110 до 143 см. Тесной взаимосвязи между устойчивостью к полеганию и высотой стебля не установлено. У высокостебельного сорта Вятка 2 отношение зерна к соломе составляет 1:2. У новых короткостебельных сортов при оптимальной агротехнике данное соотношение приближается к 1:1. Для создания устойчивых к полеганию сортов необходимо использовать не просто короткостебельные формы, а особое внимание должно быть уделено прочности соломины.



Оценка сортов ржи по устойчивости к полеганию, балл (2003–2017 гг.)

В условиях северного земледелия не менее важным направлением селекции является создание скороспелых сортов. Анализ температурного и водного режимов летнего периода за последние 40 лет свидетельствует о том, что в период налива и созревания зерна (июль) наблюдается небольшой рост температуры на $0,03^{\circ}\text{C}$ в год, за весь период прибавка составила $1,2^{\circ}\text{C}$. Отмечено уменьшение суммы осадков (на $51,6\text{ мм}$ – за весь период изучения). Однако август характеризуется не только увеличением температуры на $2,88^{\circ}\text{C}$, но и повышением влажности на $11,0\text{ мм}$, что затягивает созревание зерна и уборку озимой ржи, приводит к полеганию растений, ухудшению посевных и технологических качеств зерна. В связи с этим, создание скороспелых сортов позволит сохранить величину урожая и его качество.

Одним из способов повышения и стабилизации урожайности озимой ржи и реализации экологически безопасного метода защиты растений от болезней является создание сортов с генетической защитой от биотических факторов. Наиболее вредоносными заболеваниями озимой ржи в Северо-Восточном регионе НЗ РФ являются снежная плесень, склеротиния, мучнистая роса, бурая и стеблевая ржавчины, корневые гнили, фузариоз колоса [10]. Результаты многолетней оценки свидетельствуют о том, что сорта Вятка 2, Фаленская 4, Рушник, Флора и Графиня относятся к группе среднеустойчивых к листовостеблевым болезням. В годы с сильным развитием патогена поражение мучнистой росой данных сортов составило 14–17%, бурой ржавчиной – 50–65%, фузариозом колоса – до 19%.

Максимального эффекта в селекции на иммунитет к ржавчинным заболеваниям возможно достичь путем использования генетически изученных доноров устойчивости [11], а также путем использования искусственных инфекционных фонов [12].

Особое внимание необходимо уделить поражению спорыньей, которая в последние годы широко распространена во всех регионах возделывания культуры. По результатам иммунологической оценки сорт Флора в меньшей степени поражается спорыньей, так как активное весеннее развитие растений приводит к сокращению периода цветения, тем самым увеличивая устойчивость к данному заболеванию. Показательными были 2005 и 2017 гг., когда отмечалось сильнейшее поражение посевов ржи спорыньей в естественных условиях. При этом поражение восприимчивого сорта Кировская 89 составило 16%, сорта Флора – 1%.

Продуктивность зерновых культур складывается из множества элементов. Вести селекцию по большому количеству признаков трудно, целесообразно выделить основные из них. Для озимой ржи основными элементами продуктивности растения являются продуктивная кустистость и продуктивность колоса.

Способность сохранять оптимальную густоту продуктивного стеблестоя – важная особенность сорта. Полевые исследования показали, что к периоду уборки количество продуктивных стеблей на 1 м^2 составляет 250–370 шт., в зависимости от сорта и условий года. Исходя из того, что оптимальная норма высева семян 6 млн всхожих семян на 1 га, до уборки доживает менее половины растений, взошедших с осени. Для условий северного земледелия необходимо создавать сорта, характеризующиеся не только высокой зимостойкостью, но и способностью формировать высокую продуктивную кустистость при изреженности посева, восполняя при этом плотность фитоценоза. К таким сортам относится сорт озимой ржи Фаленская 4, способный при увеличении площади питания в производственных условиях образовывать до 36 продуктивных стеблей.

Таблица 2

Параметры модельного сорта озимой ржи

Хозяйственно ценные признаки	Показатели стандарта Фаленская 4	Показатели модельного сорта
Урожайность, т/га	3,9–7,9	7,0–8,0
Количество колосков в колосе, шт.	30–36	30–36
Плотность колоса, колосков на 10 см длины стержня	32–34	32–35
Количество зерен в колосе, шт.	45–60	55–70
Масса зерна с колоса, г	1,1–1,8	1,8–2,2
Масса 1000 зерен, г	24–34	34–38
Продуктивных стеблей на 1 м ² к уборке	240–360	350–400
Длина вегетационного периода, дни	340–350	330–340
Зимостойкость, %	80–90	90–100
Экологическая пластичность	высокая	высокая
Устойчивость к полеганию*, балл	5,4–9,0	8,0–9,0
Регенерационная способность после поражения снежной плесенью, %	89–100	90–100
Устойчивость к листовым болезням*, балл	6,3–8,0	8,0–8,5

Примечание. * – оценка по 9-балльной шкале.

Одним из основных признаков продуктивности сорта является масса зерна с колоса, которая определяется количеством зерен в колосе и их крупностью. В конкурсном сортоиспытании сорт Фаленская 4 в благоприятных условиях 2011 г. сформировал максимальную урожайность – 7,87 т/га. При этом сочетание количества зерна с колоса – 60 зерен и крупности зерна – 30,2 г обусловили высокую массу зерна с главного колоса – 1,80 г. Величина данных признаков и их соотношение могут меняться в зависимости от погодных условий. Важным свойством пластичных сортов является способность компенсации одних элементов продуктивности за счет других, обеспечивая в результате стабильную урожайность. Отбор по крупнозерности необходимо проводить в сочетании с отбором по оптимальному числу зерен в колосе.

Таким образом, создать идеальный сорт с определенными параметрами достаточно сложно, так как велико действие внешних факторов. Опираясь на многолетние опытные данные, разработаны параметры модельного сорта озимой ржи для Волго-Вятского региона (табл. 2).

Важно отметить, что, создавая новый сорт, необходимо определять качественные характеристики в зависимости от потребности товарного рынка. Качество зерна находится в зависимости от погодных условий в период формирования, налива и созревания зерна, но в основном определяется сортовыми особенностями. Среди сортов озимой ржи селекции ФАНЦ

Северо-Востока по качеству зерна выделяется сорт Рушник, созданный методом многократного направленного отбора на улучшение хлебопекарных свойств из сорта Фаленская 4. Находясь по адаптивным и урожайным характеристикам на уровне стандарта, сорт Рушник ежегодно обеспечивает производство зерна с высокими хлебопекарными свойствами на уровне 1 класса качества (число падения 210–260 с).

Заключение

Таким образом, районированные сорта селекции ФАНЦ Северо-Востока, используемые в современном производстве, характеризуются высокой адаптивностью, зимостойкостью и стабильностью в формировании урожая. Каждый сорт имеет преимущества перед другими по определенным показателям, по которым велся направленный отбор. Создать новый сорт с определенными параметрами продуктивности, адаптивности, морфологическим показателям довольно сложно, так как велико действие внешних факторов. Основываясь на многолетних опытных данных, учитывая условия Волго-Вятского региона и особенности культуры, разработаны параметры модельного сорта озимой ржи. В условиях северного земледелия особое внимание необходимо уделять адаптивному потенциалу создаваемых сортов (зимостойкости – 90–100%), регенерационной способности (80–100%), устойчивости к полеганию (8–9 баллов), биотическим стрессам (8,0–8,5 баллов), скороспелости, а также качественным по-

казателям (не ниже 2 класса качества). Повысить урожайность культуры можно путем увеличения количества продуктивных стеблей к моменту проведения уборочных работ (до 400 шт/м²), а также повысив продуктивные показатели колоса (количество зерен в колосе – 55–70 шт., масса 1000 зерен – 34–38 г). Параметры модельного сорта включены в программу селекции, с описанием отдельных этапов работы для моделирования конкретного идиотипа, который необходимо создать и внедрить в производство.

Список литературы

1. Кедрова Л.И., Уткина Е.И., Шляхтина Е.А., Конова-лова С.В. Адаптивный потенциал сортов озимой ржи в условиях почвенного стресса на Северо-Востоке Нечерноземной зоны России // Достижение науки и техники АПК. 2012. № 6. С. 26–28.
2. Гончаренко А.А. Состояние производства и селекции озимой ржи в Российской Федерации // Озимая рожь: селекция, семеноводство, технологии переработки: мат. Всероссийской научно-практич. конф. Екатеринбург: Уральское изд-во, 2012. С. 5–11.
3. Тимина М.А., Плеханова Л.В. Результаты изучения перспективного сортономера озимой ржи Красноярская универсальная // Достижение науки и техники АПК. 2016. Т. 30. № 6. С. 29–31.
4. Корзун О.С., Бруйло А.С. Адаптивные особенности селекции и семеноводства сельскохозяйственных растений: пособие. Гродно: ГТАУ, 2011. 140 с.
5. Моргунов А.И., Наумов А.А. Селекция зерновых культур на стабилизацию урожайности. М., 1987. 61 с.
6. Сухоруков А.Ф., Сухоруков А.А. Совершенствование модели сорта озимой мягкой пшеницы для условий Среднего Поволжья // Известия Самарского научного центра Российской академии наук, 2015. Т. 17. № 4 (3). С. 473–478.
7. Вавилов Н.И. Избранные сочинения. М.: Колос, 1966. С. 430–440.
8. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М., 1983. Вып. 1. 230 с.
9. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Колос, 1979. 336 с.
10. Шешегова Т.К. Методы селекции зерновых культур на устойчивость к болезням в Северо-Восточном селекцентре // Методы и технологии в селекции растений: матер. Всерос. науч.-практич. конф. с междунар. участием. Киров: НИИСХ Северо-Востока, 2014. С. 34–41.
11. Солодихина О.В., Кобылянский В.Д. Генетический анализ устойчивости ржи к стеблевой ржавчине у доноров признака // Современные проблемы иммунитета растений к вредным организмам: тезисы докладов IV Междунар. конф. (Санкт-Петербург, 11–13 октября 2016 г.). СПб.: ФГБНУ ВИЗР, 2016. С. 41.
12. Шешегова Т.К., Щеклеина Л.М. Иммунологическое состояние перспективных популяций озимой ржи селекции НИИСХ Северо-Востока // Достижение науки и техники АПК. 2012. № 6. С. 23–26.