

<https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.4.315-323>

УДК 633.14:631.559:632.4(470.342)



Влияние снежной плесени на урожайность озимой ржи в условиях Кировской области

© 2019. Е. И. Уткина[✉], Л. И. Кедрова, Е. С. Парфенова, М. Г. Шамова
ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока
имени Н.В. Рудницкого», г. Киров, Российская Федерация

В условиях Кировской области основным фактором, лимитирующим урожайность озимых культур, является поражение снежной плесенью (*Microdochium nivale* (Fr.) Samuels et. Hallet. – син. *Fusarium nivale* (Fr.) Ces.), ежегодное развитие которой составляет 80-100%. Поэтому основным направлением селекции является получение сортов озимой ржи с максимальной устойчивостью к данному заболеванию. В период с 2003 по 2017 г. проведена оценка районированных и перспективных сортов отечественной селекции различного эколого-географического происхождения в естественных провокационных условиях по поражению снежной плесенью. Погодные условия сильно различались по всем периодам развития ржи. Установлено, что на устойчивость растений к патогену *M. nivale* большое влияние оказывало состояние растений перед уходом в зиму, что регулируется сроком посева семян. Хорошо развитые растения сорта Фаленская 4 формировали оптимальную плотность агрофитоценоза, накапливали большее количество сахаров (более 7%), регенерировали в период весеннего отрастания более чем на 90% и давали стабильный высокий урожай (более 4,9 т/га). Для реализации биологического потенциала сорта возникла необходимость смещения ранее установленного срока посева на более поздний период – на 5-10 дней. Большое влияние на урожайность оказали условия апреля, а именно период полного освобождения посевов от снега, который занимал всего несколько дней (3-6). Теплая и сухая погода способствовала активному отрастанию ржи и препятствовала развитию болезни. Холодная и влажная погода провоцировала развитие гриба, который быстро поражал ослабленные после перезимовки растения. Выявлено, что сорта озимой ржи разных эколого-географических групп неодинаково реагировали на данное заболевание. Изменчивость урожайности каждого сорта по годам была высокой CV – 25,8...65,4%. Наибольшей стабильностью характеризовались сорта селекции ФАНЦ Северо-Востока. Основными методами селекции на устойчивость к снежной плесени являются гибридизация и отбор в условиях провокационного фона. Эффективность метода отбора подтверждена созданием из сорта Фаленская 4 высокозимостойкого сорта Флора с активной регенерацией после поражения снежной плесенью (100%) и стабильной урожайностью по годам – 4,62 т/га (прибавка к исходному сорту составила 0,27 т/га). Особенностью сорта Флора является активное формирование весной мощной зеленой массы, что важно для раннего использования на зеленый корм скоту и птице. С 2012 г. сорт внесен в Государственный реестр селекционных достижений по Волго-Вятскому и Северо-Западному регионам РФ.

Ключевые слова: *Secale cereale* L., зимостойкость, гидротермический режим, сорт, сроки посева, устойчивость, регенерационная способность

Благодарности: работа выполнена в рамках Государственного задания ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока (темы № 0767-2018-0001-С-01 и № 0767-2018-0003).

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Уткина Е. И., Кедрова Л. И., Парфенова Е. С., Шамова М. Г. Влияние снежной плесени на урожайность озимой ржи в условиях Кировской области. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2019;20(4):315-323. <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.4.315-323>

Поступила: 24.04.2019

Принята к публикации: 09.08.2019

Опубликована онлайн: 30.08.2019

Influence of snow mold on winter rye productivity in the Kirov region

© 2019. Elena I. Utkina[✉], Lidiya I. Kedrova, Elena S. Parfyonova,
Marina G. Shamova

Federal Agricultural Research Center of the North-East named N.V. Rudnitsky, Kirov,
Russian Federation

In the conditions of the Kirov region, the major factor reducing the productivity of winter crops is infestation with snow mold (*Microdochium nivale* (Fr.) Samuels et. Hallet. - synonym *Fusarium nivale* (Fr.) Ces.), which annually grows by 80-100%. Therefore, the main direction of breeding is receiving winter rye varieties having maximum resistance to this disease. During the period of 2003-2017 there was carried out the assessment of zoned and perspective cultivars of domestic breeding of various ecological-and-geographical origin for snow mold infestation in natural provocative conditions. Weather conditions differed greatly in all periods of rye development. It has been established that plant resistance to *M. nivale* pathogen is influenced greatly by the condition of plants before wintering regulated by the sowing time. Well-developed plants of Falenskaya 4 variety formed the optimum density of an agro-phytocenosis, accumulated bigger amount of sugars (more than

7%), regenerated during spring re-growth by more than 90%, and produced stable high yield (more than 4.9 t/ha). In order to realize the biological potential of the variety, there was a need to shift the previously established sowing time to 5-10 days later period. The productivity was influenced greatly by April conditions, namely, by the period of total clearing of sowings from snow, which took only several days (3-6). Warm and dry weather favored an active re-growth of rye and prevented disease development. Cold and damp weather provoked fungus development, which affected quickly the plants weakened after re-wintering. It was revealed that winter rye varieties of different ecological-and-geographical groups responded to this disease differently. The variability in productivity of each cultivar by years was high ($CV = 25.8...65.4\%$). The greatest stability was characteristic for varieties bred in FARC North-East. The main methods of breeding for the resistance to snow mold are crossing and selection in the conditions of a provocative background. The efficiency of a selection method is confirmed with creation from Falenskaya 4 a highly winter-hardy variety Flora with active regeneration after snow mold infestation (100%) and stable productivity by years – 4.62 t/ha (addition yield to an initial cultivar was 0.27 t/ha). The distinctive feature of Flora variety is active formation of powerful green mass in spring that is important for the early use for green forage for cattle and poultry. Since 2012 the variety is included in the State Register of breeding achievements in Volga-Vyatka and North-West regions of the Russian Federation.

Key words: *Secale cereale* L., winter hardiness, hydrothermal mode, variety, sowing time, resistance, regeneration ability

Acknowledgement: scientific work was performed in the framework of the Federal Agricultural Research Center of the North-East named N.V. Rudnitsky (theme 0767-2018-0001-C-01 and № 0767-2018-0003).

Conflict of interest: the authors stated that there was no conflict of interest.

For citation: Utkina E. I., Kedrova L. I., Parfyonova E. S., Shamova M. G. Influence of snow mold on winter rye productivity in the Kirov region. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2019;20(4):315-323. (In Russ.). <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.4.315-323>

Received: 24.04.2019

Accepted for publication: 09.08.2019

Published: 30.08.2019

Озимая рожь в Кировской области считается традиционно ведущей зерновой культурой. Она имеет длительную историю возделывания, не случайно начало селекции озимой ржи было положено в 1895 г. на Вятской сельскохозяйственной опытной станции. Современное производство ржи в России находится в глубоком кризисе, а площади посева по стране достигли своего исторического минимума (менее 1 млн га). Повсеместное сокращение площадей ржи вызвано многими причинами: гибелью при перезимовке, низким плодородием почв, сложностью с уборкой вследствие полегания, нестабильностью урожайности по годам, относительно низкими закупочными ценами на зерно и т. д. Зимостойкость является ключевым показателем адаптивности возделываемых сортов. Среди озимых зерновых культур рожь занимает первое место по зимостойкости [1], однако проблема гарантированной перезимовки посевов по-прежнему остается нерешенной. В каждой эколого-географической зоне наблюдаются различные факторы, определяющие условия зимнего периода [2, 3], формируются те патогенные комплексы, которые наиболее приспособлены к условиям региона [4]. В условиях Кировской области основным фактором, лимитирующим урожайность и определяющим зимостойкость озимых культур, является поражение снежной плесенью (*Microdochium nivale* (Fr.) Samuels et. Hallet. – син. *Fusarium nivale* (Fr.) Ces.), ежегодное развитие которой составляет 80-100%. Основным источником ин-

фекции данного заболевания патогенный гриб *M. nivale* характеризуется повышенной вредоносностью по сравнению с другими возбудителями [5]. Экономический порог вредоносности данного заболевания устанавливается при изреживании посевов на 15-18%, при этом фиксируется понижение урожайности на 1,5 ц/га.

Особую агрессивность снежная плесень проявляет в регионах с высоким снежным покровом и повышенной температурой на глубине залегания узла кущения. По данным А. А. Гончаренко, установлена тесная положительная зависимость развития снежной плесени от высоты снежного покрова и отрицательная от глубины промерзания почвы [6]. В Кировской области высота снежного покрова составляет 40-70 см при продолжительности залегания 150-180 дней и температуре на глубине узла кущения от 0 до -6°C [7]. Такие условия являются идеальными для развития заболевания.

Литературные данные свидетельствуют о наличии тесной корреляции между способностью весенней регенерации после поражения снежной плесенью и зимостойкостью [5, 8]. В связи с этим приоритетным направлением селекции в Северо-Восточном селекцентре является создание сортов, толерантных к данному заболеванию [9].

В мировой коллекции Всероссийского института генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова отсутствуют сорта, абсолютно устойчивые к снежной плесени. Однако в популяции некоторых из них встречаются устойчивые к данному патогену растения. Выявлены

сорта (Вятка 2, Фаленская, Лисицына, Калужская 45, Камалинская 13, Lassaer, Kefermarkter, Edelhofer и др.) с полевой устойчивостью, которые незначительно страдают при сильном поражении, т. е. болезнь сильнее поражает листья растений и в меньшей степени – узел кущения [10].

Учитывая низкую частоту генов, определяющих устойчивость к снежной плесени, важным направлением следует считать целенаправленную селекцию на создание высокотолерантных сортов и гибридов, способных формировать стабильный урожай в условиях сильной эпифитотии болезни [11].

Цель исследований – установить влияние снежной плесени на формирование урожайности озимой ржи в условиях Кировской области.

В задачу исследований входило: изучить реакцию озимой ржи разных сроков посева на поражение снежной плесенью; провести мониторинг динамики гидротермического режима в период осеннего цикла развития растений ржи; выявить стабильные по урожайности сорта отечественной селекции в условиях естественного провокационного фона снежной плесени.

Материал и методы. Полевые исследования выполнены в селекционном севообороте Федерального аграрного научного центра (ФАНЦ) Северо-Востока (г. Киров) по предшественнику чистый пар. Исходным материалом для исследований послужили районированные и перспективные сорта отечественной селекции различного эколого-географического происхождения. Технологический опыт по изучению влияния снежной плесени на урожайность озимой ржи различных сроков посева заложен с использованием высокозимостойкого адаптивного сорта Фаленская 4. Посев проведен в 4 срока с интервалом в 5 дней (20, 25, 30 августа и 5 сентября). За контроль принят ранее установленный оптимальный срок посева озимой ржи для центральной зоны Кировской области – 20 августа.

За годы изучения (2003-2017 гг.) гидротермические условия различались во все периоды вегетации растений. Осенняя вегетация (август-октябрь) проходила в условиях теплой погоды (средняя температура воздуха – +9,0...+11,3°C при среднемноголетнем значении

+8,6°C). По количеству осадков выделены следующие группы: годы с недостаточной влагообеспеченностью – 99-166 мм (2005, 2010, 2011, 2014); в пределах нормы – 186-208 мм (2003, 2007, 2009, 2015-2017); с избыточной влагообеспеченностью – 210-277 мм (2004, 2006, 2008, 2012, 2013).

Температура зимнего периода в 2009-2010 гг. и 2010-2011 гг. приближалась к среднемноголетнему значению (-10,3...-10,8°C). Остальные годы характеризовались повышенной температурой. Количество выпавших осадков во все годы превышало средний многолетний уровень на 23-96%.

В период весенне-летней вегетации фактические показатели суммы осадков варьировали от 175 мм (77% от нормы) в 2014 г. до 378 мм (166% нормы) в 2017 г. Температура воздуха превышала среднемноголетнее значение во все годы изучения.

Динамика гидротермического режима проведена на основании данных Кировского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды за 1977-2018 гг.; оценка селекционного материала в соответствии с методическими указаниями¹; определение содержания сахаров в узле кущения – по методу Бертрона; статистическая обработка результатов исследований – методами дисперсионного и корреляционного анализов² с использованием пакета программ статистического и биометрико-генетического анализа в растениеводстве и селекции AGROS (версия 2.07.), Microsoft Office Excel.

Результаты и их обсуждение. В Кировской области в агроценозе озимой ржи гриб *M. nivale* обнаруживается повсеместно. Учитывая, что озимая рожь предъявляет определенные требования к условиям осеннего периода (сумма среднесуточных температур выше +5°C должна быть не менее 300°, оптимальная плотность посева для нормального развития растений и т. д.), значительную часть проблем можно решить оптимизацией элементов технологии возделывания озимой ржи [12].

Оценка влияния степени развития растений в осенний период на перезимовку и способность ржи к регенерации после поражения снежной плесенью проведена в технологическом опыте (табл. 1).

¹Методические указания по селекции и семеноводству озимой ржи. М., 1980. 96 с.

²Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М: Колос, 1979. 336 с.

Таблица 1 – Влияние срока посева озимой ржи сорта Фаленская 4 на устойчивость к снежной плесени и урожайность (2012-2015 гг.) /

Table 1 – Influence of sowing date on resistance to snow mold and productivity of winter rye Falenskaya 4 (2012-2015)

<i>Срок посева / Sowing date</i>	<i>Интенсивность кущения, стеблей / Number of tillers, stalks</i>	<i>Высота растений перед уходом в зиму, см / Plant height be- fore wintering, cm</i>	<i>Накоплено сахаров в узле кущения, % / Sugar accumulation in tillering node, %</i>	<i>Поражение снежной плесенью, % / Infestation with snow mold, %</i>	<i>Отрастание после поражения снежной плесенью, % / Regrowth after snow mold infestation, %</i>	<i>Урожайность, т/га / Productivity, t/ha</i>
20 августа (контроль) / August, 20 (control)	5-6	21	6,9	100	77,5	4,08
25 августа / August, 25	4-5	16	7,2	100	91,5	4,98
30 августа / August, 30	4-5	14	7,0	100	92,2	4,95
5 сентября / September, 5	3	9	4,9	67	63,3	3,74
HCP ₀₅ / LSD ₀₅	-	-	-	-	8,2	0,48

Исследования показали, что растения в контрольном варианте были хорошо развиты, накопление запасных веществ находилось на уровне растений двух последующих вариантов. Однако при одинаковом поражении растений трех первых сроков посева снежной плесенью наблюдалось достоверное снижение регенерационной способности и урожайности в контроле. Это объясняется тем, что озимая рожь раннего срока посева имеет мощную вегетативную массу вследствие большей высоты растений и кустистости (5-6 стеблей), под высоким снежным покровом (60-70 см) происходит значительный расход сахаров, т. е. наступает углеводное истощение и голодание. Такие растения являются благоприятной питательной средой для фитопатогена *M. nivale*, который быстро поражает отмирающие листья и ослабленные растения, ускоряя их гибель.

Поздний срок посева (5 сентября) также привел к значительному недобору урожайности (на 0,34-1,24 т/га) по ряду причин: недостаточное развитие растений с осени, менее интенсивное отрастание и отставание в развитии в весенне-летний период, которое прослеживалось во все фазы вегетации. Слабораскутившиеся растения накопили недостаточное количество сахаров – 4-5%, что укладывается в рамки критических значений [13].

Учитывая, что биологический потенциал сорта закладывается с осени, а прохождение основных фаз развития осеннего цикла озимой ржи в условиях Кировской области при-

ходится на сентябрь, возникла необходимость проследить динамику гидротермического режима данного периода (1977-2018 гг.). Сумма эффективных температур в сентябре (рис. 1) варьировала от 42°C (1993 г.) до 333°C (2004 г.). Коэффициент вариации (CV) данного признака составил 39,7%.

Направление линии тренда на графике указывает на изменение величины суммы эффективных температур в сторону увеличения. Так, за месяц прибавка составила 1,96°C, за годы изучения – 82,3°C. Величина коэффициента детерминации $R^2 = 0,16$ характеризуется как слабая. Учитывая сильную дисперсию признака, строить прогнозы на дальнейшее развитие довольно сложно. Для сглаживания и прогнозирования временных рядов на рисунке представлена простая скользящая средняя (SMA – Simple Moving Average), которая сглаживает динамический ряд значений и позволяет точнее проследить тенденцию изменений накопления эффективных температур.

Анализ погодных условий октября свидетельствует о нестабильности количества выпавших осадков. Средняя температура воздуха за месяц увеличилась на 0,06°C и на 2,34°C за весь период изучения, что привело к смещению срока прекращения осенней вегетации на более поздний период – на 5-10 дней.

Полученные данные подтверждают необходимость специфического подхода к выбору срока высева семян озимой ржи в каждом

регионе возделывания для получения оптимальной плотности агрофитоценоза и степени развития растений, способных противостоять

выпреванию, поражению снежной плесенью, активно отрастать весной и формировать стабильную урожайность.



Рис. 1. Характеристика температурного режима в сентябре (1977-2018 гг.) /
Fig. 1. Characteristic of temperature mode in September (1977-2018)

Симптомы снежной плесени сильнее проявляются весной, в период таяния снега, хотя заражение происходит осенью через почву и семена. Теплая и сухая погода сдерживает развитие патогена, холодная и влажная – вызывает массовое поражение растений ржи, приводит к изреживанию, иногда – к полной гибели. Если ход осеннего развития озимых культур можно скорректировать правильно подобранными технологическими приемами, то предсказать условия весеннего снеготаяния довольно сложно. Изучение погодных условий апреля, когда посевы полностью освобождаются от снега, показало, что за период с 1977 по 2018 год средняя температура воздуха варьировала от -2,2 (1998 г.) до +8,5°C (1983 г.), CV = 43,3%. По сумме осадков также наблюдался разброс – от 8 (2002 г.) до 77 мм (1982 г.), CV = 50,6%. Тесной зависимости между погодными условиями апреля и урожайностью озимой ржи не выявлено. С одной стороны получается, что условия апреля определяют степень развития и агрессивности снежной плесени, с другой – наблюдается отсутствие корреляции гидротермического режима с урожайностью. Причина такого противоречия в том, что речь идет о коротком периоде полного освобождения посевов от снега, который занимает всего несколько дней.

Учитывая особенности возбудителя снежной плесени, актуальным является правильный выбор сорта [14]. Сорта, устойчивые

к снежной плесени, характеризуются быстрым ростом в весенний период, активно наращивают зеленую массу и опережают развитие фузариозной инфекции. Изучение сортов отечественной селекции разного эколого-географического происхождения в естественных провокационных условиях центральной зоны Кировской области позволило дифференцировать их по устойчивости к снежной плесени.

За период изучения ежегодное поражение посевов снежной плесенью составило 100%. Исключением является 2009 г., когда осенью сложились оптимальные условия для накопления сахаров в узле кущения (12-13%), период зимней вегетации проходил в благоприятных условиях (высота снежного покрова – 40-50 см, температура на глубине залегания узла кущения -4...-7°C), ранний и быстрый сход снега весной и сухая теплая погода в дальнейшем. В таких условиях растения озимой ржи активно вегетировали и препятствовали развитию грибной инфекции. Поражение растений снежной плесенью в питомнике не превышало 10%, что позволило выявить потенциал продуктивности сортов.

Максимальная дисперсия урожайности сортов наблюдалась в 2005 и 2014 гг. (коэффициент вариации 71,3 и 81,7% соответственно). Наиболее стабильной урожайностью характеризуются 2009 и 2015 гг. (CV – 9,3 и 11,4% соответственно). Варьирование урожайности сортов по годам представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Урожайность сортов озимой ржи в условиях естественного провокационного фона снежной плесени (2003-2017 гг.) /

Table 2 – Productivity of winter rye varieties under conditions of natural provocative background of snow mold (2003-2017)

<i>Сорт / Variety</i>	<i>Средняя урожайность, т/га / Average productivity, t/ha</i>	<i>Пределы варьирования урожайности, т/га / Limits of productivity variation, t/ha</i>	<i>Коэффициент вариации (CV), % / Coefficient of variation (CV), %</i>
Фаленская 4 - стандарт / Falenskaya 4 - standard	4,60	2,54...7,25	27,1
Вятка 2 / Vyatka 2	3,63	0,74...5,77	38,8
Крона / Kropa	3,39	0,43...6,25	52,2
Кировская 89 / Kirovskaya 89	3,78	2,06...6,18	32,4
Снежана / Snezhana	4,01	2,25...6,92	35,9
Флора / Flora	4,59	2,61...7,19	25,8
Альфа / Alfa	2,86	0,10...5,13	65,4
Татьяна / Tatiana	3,96	0,42...8,07	58,2
Чулпан 7 / Chulpan 7	3,72	0,04...7,07	49,3
Эстафета Татарстана / Estafeta Tatarstana	3,48	0,28...6,44	49,5
Радонь / Radon'	3,47	0,60...5,45	51,3
Саратовская 7 / Saratovskaya 7	2,80	0,18...5,56	63,1
Волхова / Volkhova	4,31	2,03...8,02	42,4
Безенчукская 87 / Bezenchukskaya 87	2,98	0,13...6,19	62,8
Антарес / Antares	3,11	0,30...6,31	52,8

Высокая изменчивость урожайности в рамках отдельно взятого сорта обусловлена низкой адаптивностью изучаемого материала к местным условиям. Наибольшей стабильностью характеризуются сорта селекции ФАНЦ Северо-Востока (Фаленская 4, Вятка 2, Кировская 89, Снежана, Флора). Следует отметить, что сорта инорайонной селекции способны реализовывать урожайный потенциал только в благоприятно сложившихся для них условиях и сильно пострадать или полностью погибнуть при перезимовке в период сильной эпифитотии *M. nivale*. Снижение урожайности происходит в основном из-за изреженности посевов, при этом увеличение площади питания оставшихся растений, повышение продуктивной кустиности и некоторая экспрессия элементов структуры не способны восстановить плотность агрофитоценоза и значительно повысить урожайность сорта.

В целом не выявлено сортов, существенно превышающих по урожайности адаптивный стандарт Фаленская 4. Однако в отдельные

годы некоторые из них достигали по урожайности уровня стандарта: Волхова (Ленинградский НИИСХ); Эстафета Татарстана (Татарский НИИСХ); Чулпан 7 (Башкирский НИИСХ). Выявлена тесная корреляция урожайности с регенерационной способностью ($r = 0,52-0,91$).

Основными методами селекции на устойчивость к снежной плесени являются гибридизация и отбор. Селекционная работа в этом направлении возможна только при условии наличия естественного или искусственного инфекционного фона. Используя метод многократного индивидуально-семейного и биотипического отборов на естественном инфекционном фоне снежной плесени, был создан сорт Флора. Урожайные данные сорта Флора в сравнении с исходным сортом Фаленская 4 приведены в таблице 3.

Сорт Флора по некоторым биологическим характеристикам повторяет сорт Фаленская 4. Однако растения сорта Флора имеют более короткую соломину, что положительно сказалось на устойчивости к полеганию. Направленный отбор привел к увеличению

продуктивности колоса (длина 10,3-11,8 см; количество колосков 31,1-35,1; зерен – 49,6-54,0 шт.). Особенностью сорта Флора является активное формирование весной мощной зеленой массы, что важно для раннего использова-

ния на зеленый корм сельскохозяйственным животным и птице. С 2012 г. сорт внесен в Государственный реестр селекционных достижений по Волго-Вятскому и Северо-Западному регионам РФ.

**Таблица 3 – Урожайность озимой ржи сорта Флора в конкурсном сортоиспытании (2003-2005 гг.) /
Table 3 – Productivity of winter rye variety Flora in competitive tests (2003-2005)**

Сорт / Variety	Урожайность, т/га / Productivity, t/ha		Поражение снежной плесенью, % / Infestation with snow mold, %	Отрастание после поражения снеж- ной плесенью, % / Regrowth after snow mold infestation, %	Густота продук- тивного стебле- стоя, шт. / Density of productive plant stand, pcs.
	средняя / average	отношение к стандарту, т/га / relation to stand- ard, t/ha			
Флора / Flora	4,62	+0,27	100	100	417
Фаленская 4 / Falenskaya 4	4,35	-	100	91	398
НСР ₀₅ / LSD ₀₅	0,25	-	-	-	-

Выводы. Таким образом, гидротермические условия Кировской области способствуют ежегодному интенсивному поражению посевов озимой ржи снежной плесенью *M. nivale*. Основным методом борьбы с заболеванием, лимитирующим урожайность ржи в условиях Кировской области ($r = 0,52-0,91$), является внедрение в производство сортов с активной регенерацией в весенний период. Генетическая устойчивость сорта к патогену максимально реализуется при соответствующей технологии производства. Правильный выбор срока посева является самым малозатратным приемом адаптации сортовой технологии к условиям региона и может обеспечить высокую стрессоустойчивость сорта в период зимней вегетации за счет повышенного накопления запасных

веществ в узле кущения и оптимальной плотности посева перед уходом в зиму.

Изучение сортов отечественной селекции разного эколого-географического происхождения в естественных провокационных условиях центральной зоны Кировской области показало сильную изменчивость урожайности по годам ($CV = 25,8-65,4\%$). Наибольшей стабильностью характеризовались сорта селекции ФАНЦ Северо-Востока (Фаленская 4, Вятка 2, Кировская 89, Снежана, Флора).

Методом отбора на естественном провокационном фоне снежной плесени создан высокозимостойкий сорт Флора с активной регенерацией после поражения (100%) и стабильной урожайностью по годам (среднее значение – 4,62 т/га).

Список литературы

1. Кобылянский В. Д., Шешегова Т. К. Перспективы селекции озимой ржи на устойчивость к выпреванию в Северо-Восточном регионе Нечерноземной зоны России. Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 1997;151:10-21.
2. Кузьменко С. А. Устойчивость озимой ржи к биотическим и абиотическим факторам: матер. Межд. науч.-практ. Интернет-конф.: Аграрная наука: развитие и перспективы. Николаев, 2015. С. 59-60.
3. Чайкин В. В., Тороп А. А., Рыльков А. И. Зимо- и засухоустойчивость озимой ржи в условиях Центрально-Черноземного региона. Земледелие. 2017;(2):32-36. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/v/zimo-i-zasuhoustoychivost-ozimoy-rzhi-v-usloviyah-tsentralno-chnozhomnogo-regiona>
4. Овсянкина А. В. Фузариозные возбудители снежной плесени и корневой гнили озимой ржи. Озимая рожь: селекция, семеноводство, технологии и переработка: матер. Межд. науч.-практ. конф. Киров: НИИСХ Северо-Востока, 2003. С.101-103.
5. Овсянкина А. В. Исходный материал в селекции озимой ржи к снежной плесени. Плодоводство и ягодоводство России. 2012;34(2):78-81.
6. Гончаренко А. А., Шадура С.И. Иммунологическая и селекционная оценка озимой ржи на провокационных и инфекционных фонах. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института растениеводства им. Н. И. Вавилова. 1990;(201):24-26.
7. Кедрова Л. И. Озимая рожь в Северо-Восточном регионе России. Киров: НИИСХ Северо-Востока, 2000. 158 с.

8. Sheshegova T. K., Kedrova L. I., Shshekleina L. M., Utkina E. I. Winter rye breeding for diseases resistance at North-East breeding center of Russia Federation. International Symposium on Rye Breeding and Genetics Minsk, Belarus, 29 June – 2 July 2010, Minsk, 2012. P. 95-96.

9. Кедрова Л. И., Шешегова Т. К., Шшеклеина Л. М., Уткина Е. И., Шамова М. Г. Создание нового сорта озимой ржи Графиня. Современные проблемы иммунитета растений к вредным организмам. Тез. докладов IV Международной конференции. Санкт-Петербург, 11-13 октября 2016 г. СПб.: ФГБНУ ВИЗР, 2016. С. 67.

10. Сергеев В. И., Бирюкович Е. В., Михновец Т. В. Провокационно-инфекционный фон в селекции ржи на устойчивость к снежной плесени. Наука – производству: Тезисы науч.-практ. конф., посвященной 45-летию Гродненского ГСХИ, Гродно, 28-29 июля 1996 г. Гродно, 1996. С. 69.

11. Гончаренко А. А. Актуальные вопросы селекции озимой ржи. М., 2014. 372 с.

12. Пономарева М. Л., Пономарев С. Н., Маннапова Г. С. Оптимизация элементов технологии возделывания озимой ржи. Энергосберегающие технологии производства продукции растениеводства: матер. Всерос. научно-практ. конф. Уфа, 2013. С. 142-145.

13. Кружилин А. С., Шведская З. М. Устойчивость озимых растений к выпреванию. М.: Наука, 1986. 88 с.

14. Пономарев С. Н. Обоснование потенциальной урожайности озимой ржи по обеспеченности Республики Татарстан климатическими ресурсами. Современные проблемы науки и образования. 2013;(6):970. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21163406>

References

1. Kobylanskiy V. D., Sheshegova T. K. *Perspektivy seleksii ozimoy rzhi na ustoychivost' k vyprevaniyu v Severo-Vostochnom regione Nechernozemnoy zony Rossii*. [The prospects of breeding of winter rye on resistance to a take-all in the North-East region of the Non-Chernozem zone of Russia]. *Trudy po prikladnoy botanike, genetike i seleksii* = Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding. 1997;151:10-21. (In Russ.).

2. Kuz'menko S. A. *Ustoychivost' ozimoy rzhi k bioticheskim i abioticheskim faktoram*. [Resistance of a winter rye to biotic and abiotic factors]. *Mater. Mezhdunar. nauchno-prakt. Internet-konf.: Agrarnaya nauka: razvitie i perspektivy*. [Materials of Internat. Scientific-practical internet-conference: Agrarian science: development and prospects]. Nikolaev, 2015. pp. 59-60.

3. Chaykin V. V., Torop A. A., Ryl'kov A. I. *Zimo- i zasukhoustoychi-vost' ozimoy rzhi v usloviyakh Tsentral'no-Chernozemnogo regiona*. [Winter- and drought-resistance of winter rye in the conditions of the Central Chernozem region]. *Zemledelie*. 2017;(2):32-36. (In Russ.). URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/zimo-i-zasukhoustoychivost-ozimoy-rzhi-v-usloviyah-tsentralno-chernozemnogo-regiona>

4. Ovsyankina A. V. *Fuzarioznye vozbuditeli snezhnoy pleseni i kornevoy gnili ozimoy rzhi*. [Fusarium activators of snow mold and root decay of winter rye]. *Ozimaya rozh': selektsiya, semenovodstvo, tekhnologii i pererabotka: Materialy Mezhd. nauchno-prakticheskoy konf.* [Winter rye: breeding, seed farming, technologies and processing: Proceedings of the International scientific and practical Conference]. Kirov: NIISKh Severo-Vostoka, 2003. pp. 101-103.

5. Ovsyankina A. V. *Iskhodnyy material v seleksii ozimoy rzhi k snezhnoy pleseni*. [Initial material in breeding of winter rye to snow mold]. *Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii*. 2012;34(2):78-81. (In Russ.).

6. Goncharenko A. A., Shaduro S. I. *Immunologicheskaya i selektsionnaya otsenka ozimoy rzhi na provokatsionnykh i infektsionnykh fonakh*. [Immunological and breeding assessment of winter rye against provocative and infectious backgrounds]. *Nauchno-tekhnicheskii byulleten' Vserossiyskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta rasteniyevodstva im. N.I. Vavilova*. 1990;(201):24-26.

7. Kedrova L. I. *Ozimaya rozh' v Severo-Vostochnom regione Rossii*. [Winter rye in the North-East region of Russia]. Kirov: NIISKh Severo-Vostoka, 2000. 158 p.

8. Sheshegova T. K., Kedrova L. I., Shshekleina L. M., Utkina E. I. Winter rye breeding for diseases resistance at North-East breeding center of Russia Federation. International Symposium on Rye Breeding and Genetics Minsk, Belarus, 29 June – 2 July 2010, Minsk, 2012. pp. 95-96.

9. Кедрова Л. И., Шешегова Т. К., Шшеклеина Л. М., Уткина Е. И., Шамова М. Г. *Sozdanie novogo sorta ozimoy rzhi Grafinya*. [Creation of a new winter rye cultivar Grafinya]. *Sovremennye problemy immuniteta rasteniy k vrednym organizmam. Tез. Dokladov IV Mezhdunarodnoy konferentsii. Sankt-Peterburg, 11-13 oktyabrya 2016 g.* [Modern problems of immunity of plants to harmful organisms. Theses of Reports of the IV International conference. St. Petersburg, October 11-13, 2016]. Sankt-Peterburg: FGBNU VIZR, 2016. pp. 67.

10. Sergeenko V. I., Biryukovich E. V., Mikhnovets T. V. *Provokatsionno-infektsionnyy fon v seleksii rzhi na ustoychivost' k snezhnoy pleseni*. [A provocative and infectious background in breeding of a rye for resistance to a snow mold]. *Nauka – proizvodstvu: Tезisy nauch.-prakt. konf., posvyashchennoy 45-letiyu Grodenskogo GSKhI, Grodno, 28-29 iyulya 1996 g.* [Science - for industry: Theses of scientific and pract. conf., devoted to the 45th anniversary of the Grodno GSHI, Grodno, July 28-29, 1996]. Grodno, 1996. pp. 69.

11. Goncharenko A. A. *Aktual'nye voprosy seleksii ozimoy rzhi*. [Topical issues of winter rye breeding]. Moscow, 2014. 372 p.

12. Ponomareva M. L., Ponomarev S. N., Mannapova G. S. *Optimizatsiya elementov tekhnologii vozdeleyvaniya ozimoy rzhi*. [Optimization of elements of winter rye cultivation technology]. *Energoberegayushchie tekhnologii proizvodstva produktsii rastenievodstva: materialy Vseros. nauchno-prakt. konferentsii*. [Energy-Saving Technologies of Production of Plant Industry Products: materials of All-Russian scientific and pract. conference]. Ufa, 2013. pp. 142-145.

13. Kruzhilin A. S., Shvedskaya Z. M. *Ustoychivost' ozimyykh rasteniy k vyprevaniyu*. [Resistance of winter plants to take-all]. Moscow: *Nauka*, 1986. 88 p.

14. Ponomarev S. N. *Obosnovanie potentsial'noy urozhaynosti ozi-moy rzhi po obespechennosti Respubliki Tatarstan klimaticheskimi resursami*. [Justification of potential productivity of winter rye according to security of the Republic of Tatarstan with climatic resources]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* = Modern problems of science and education. 2013;(6). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21163406>

Сведения об авторах:

✉ **Уткина Елена Игоревна**, доктор с.-х. наук, ведущий научный сотрудник, заведующая отделом озимой ржи ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого», д. 166а, ул. Ленина, г. Киров, Российская Федерация, 610007, e-mail: priemnaya@fanc-sv.ru, **ORCID**: <https://orcid.org/0000-0001-5650-6906>, e-mail: utkina.e.i@mail.ru,

Кедрова Лидия Ивановна, доктор с.-х. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и первичного семеноводства озимой ржи ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого», д. 166а, ул. Ленина, г. Киров, Российская Федерация, 610007, e-mail: priemnaya@fanc-sv.ru, **ORCID**: <https://orcid.org/0000-0001-9840-860X>,

Парфенова Елена Сергеевна, кандидат с.-х. наук, научный сотрудник, заведующая лабораторией селекции и первичного семеноводства озимой ржи ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого», д. 166а, ул. Ленина, г. Киров, Российская Федерация, 610007, e-mail: priemnaya@fanc-sv.ru, **ORCID**: <https://orcid.org/0000-0001-8919-4056>,

Шамова Марина Геннадьевна, кандидат с.-х. наук, научный сотрудник лаборатории селекции и первичного семеноводства озимой ржи ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока им. Н.В. Рудницкого», д. 166а, ул. Ленина, г. Киров, Российская Федерация, 610007, e-mail: priemnaya@fanc-sv.ru, **ORCID**: <https://orcid.org/0000-0003-4991-1510>

Information about the authors:

✉ **Elena I. Utkina**, DSc in Agriculture, leading researcher, Head of the Department of winter rye, Federal Agricultural Research Center of the North-East named N.V. Rudnitsky, Lenina str., 166a, Kirov, Russian Federation, 610007, e-mail: priemnaya@fanc-sv.ru, **ORCID**: <https://orcid.org/0000-0001-5650-6906>, e-mail: utkina.e.i@mail.ru,

Lidiya I. Kedrova, DSc in Agriculture, leading researcher at the Laboratory of selection and primary seed production of winter rye, Federal Agricultural Research Center of the North-East named N.V. Rudnitsky, Lenina str., 166a, Kirov, Russian Federation, 610007, e-mail: priemnaya@fanc-sv.ru, **ORCID**: <https://orcid.org/0000-0001-9840-860X>,

Elena S. Parfyonova, PhD in Agriculture, researcher, Head of the Laboratory of selection and primary seed production of winter rye, Federal Agricultural Research Center of the North-East named N.V. Rudnitsky, Lenina str., 166a, Kirov, Russian Federation, 610007, e-mail: priemnaya@fanc-sv.ru, **ORCID**: <https://orcid.org/0000-0001-8919-4056>,

Marina G. Shamova, PhD in Agriculture, researcher at the Laboratory of selection and primary seed production of winter rye, Federal Agricultural Research Center of the North-East named N.V. Rudnitsky, Lenina str., 166a, Kirov, Russian Federation, 610007, e-mail: priemnaya@fanc-sv.ru, **ORCID**: <https://orcid.org/0000-0003-4991-1510>

✉ - Для контактов / Corresponding author