

## ВРЕДНОСНОСТЬ РИНХОСПОРИОЗА ОЗИМОЙ РЖИ В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

А. А. ЖУКОВСКАЯ

РУП «Институт защиты растений»,  
аг. Прилуки, Республика Беларусь, 223011, e-mail: nyuta.zhukovskaya.86@mail.ru

(Поступила в редакцию 26.04.2024)

*В статье приведены результаты мониторинга развития ринхоспориоза в условиях опытного поля РУП «Институт защиты растений». В годы исследований отмечено повышение степени поражения болезнью к стадии образования плодов. В вегетационный сезон 2019 г. степень поражения болезнью на протяжении учетного периода, в условиях искусственного фона, составляла 0,3–23,6 %, в 2020 г. – 2,6–30,0 %. В естественных условиях – 12,8 % и 16,1 % соответственно. Представлены данные по влиянию ринхоспориоза на показатели биологической урожайности: количество зерен в колосе, массу зерен с колоса, массу 1000 зерен озимой ржи. Болезнь приводит к снижению количества зерен в колосе от 1,4 до 2,3 %, массы зерен с колоса от 0,1 до 2,7 %, массы 1000 зерен от 0,3 до 6,0 %. Установлена тесная обратная корреляционная зависимость между степенью поражения растений ринхоспориозом и изучаемыми показателями структуры урожая  $r = -0,78$ ,  $r = -0,95$ ,  $r = -0,97$  соответственно. Рассчитан биологический порог вредоносности ринхоспориоза – развитие болезни, с которого в посевах культуры отмечается статистически достоверное снижение количества зерен с колоса, массы зерен с колоса, массы 1000 зерен и относительные коэффициенты вредоносности. Установлено, что наиболее чувствительным показателем структуры урожая, снижающимся при росте степени поражения культуры ринхоспориозом, является масса 1000 зерен. На основании этого в статье приведены расчеты показателей, характеризующих вредоносность болезни, применительно к массе 1000 зерен.*

**Ключевые слова:** озимая рожь, ринхоспориоз, вредоносность, порог вредоносности, относительный коэффициент вредоносности.

*The article presents the results of monitoring the development of rhynchosporiosis in the experimental field of the Republican Unitary Enterprise "Institute of Plant Protection". During the years of research, an increase in the degree of disease damage to the stage of fruit formation was noted. In the growing season of 2019, the degree of disease damage during the reference period, under artificial background conditions, was 0.3–23.6 %, in 2020 – 2.6–30.0 %. Under natural conditions – 12.8 % and 16.1 %, respectively. Data are presented on the effect of rhynchosporiosis on biological yield indicators: the number of grains in an ear, the weight of grains per ear, the weight of 1000 grains of winter rye. The disease leads to a decrease in the number of grains per ear from 1.4 to 2.3 %, the weight of grains per ear from 0.1 to 2.7 %, and the weight of 1000 grains from 0.3 to 6.0 %. A close inverse correlation was established between the degree of damage to plants by rhynchosporium and the studied indicators of the yield structure  $r = -0.78$ ,  $r = -0.95$ ,  $r = -0.97$ , respectively. The biological threshold for the harmfulness of rhynchosporiasis has been calculated – the development of the disease, from which a statistically significant decrease in the number of grains per ear, the weight of grains per ear, the weight of 1000 grains and relative coefficients of harmfulness are observed in crops. It has been established that the most sensitive indicator of the crop structure, which decreases with increasing degree of crop damage by rhynchosporium, is the weight of 1000 grains. Based on this, the article provides calculations of indicators characterizing the harmfulness of the disease in relation to the weight of 1000 grains.*

**Key words:** winter rye, rhynchosporiosis, harmfulness, threshold of harmfulness, relative coefficient of harmfulness.

### Введение

Среди озимых зерновых культур рожь занимает особое место. В ней сочетаются невысокое требование к условиям произрастания, засухоустойчивость и зимостойкость, которые способны обеспечить стабильное формирование урожайности. Однако насыщение севооборотов зерновыми культурами, изменение сортового состава в сочетании с погодными условиями обуславливают существенные колебания фитопатологической ситуации в посевах.

Так, в последнее время отмечается ежегодное поражение озимой ржи ринхоспориозом, который является доминирующей болезнью листьев культуры в республике [1, с. 91; 2, с. 81].

На листьях болезнь проявляется в виде овальных или удлинённых, грязно-водянистого цвета пятен, образующихся преимущественно с края листа на его вершине или у основания, реже – на влажной поверхности [3, с. 223]. Со временем пятна сливаются друг с другом, что приводит к преждевременному усыханию листьев (рис. 1).



Рис. 1. Пятна ринхоспориоза на озимой ржи (фото оригинальные Жуковской А. А.)

Возбудителем заболевания является гриб *Rhynchosporium secalis* (Oudem.) Davis. Первые симптомы поражения болезнью можно обнаружить уже с фазы 2–3 листьев или кущения. Массовое распространение отмечается в период колошения – цветения [3, с. 122; 4, с.52; 5, с. 52]. В посевах озимой ржи ринхоспориоз распространяется равномерно, в отличие от посевов ячменя, где он проявляется очагами [6, с. 3].

Ринхоспориоз характеризуется как полициклическое заболевание культуры с участием нескольких поколений возбудителя в течении вегетационного периода. Конидии гриба, образующиеся на растительных остатках, могут служить первичным источником инокулюма для осеннего заражения. Вторичное распространение ринхоспориоза осуществляется с помощью дождя.

Из литературных источников известно, что, развиваясь на растениях озимой ржи, возбудитель ринхоспориоза вызывает изменение физиолого-биохимических процессов, уменьшение ассимиляционной поверхности и преждевременное усыхание листьев. Снижение продуктивности растений происходит вследствие нарушения биохимической структуры растений. У них усиливается интенсивность транспирации и дыхания, возрастает активность окислительных ферментов, а также меняется уровень эндогенных регуляторов роста в различных органах растений, снижается содержание аскорбиновой кислоты [8, с. 98].

Вредоносность также зависит от времени появления болезни и наличия благоприятных погодных условий. При раннем поражении растений грибом уменьшается длина стебля и колоса, снижается число зерновок в колосе, масса зерен и продуктивная кустистость. Потери могут достигать 40 %, а в период эфифитотий – 62 % [9, с. 84; 10, с. 248]. При позднем заражении растений снижается масса 1000 зерен, при сильной степени поражении – озерненность [9, с. 52; 11, с. 20; 12].

Согласно результатам исследований С.Ф. Буга и Л.А. Ушкевич, полученным в 90-х гг., в зависимости от динамики развития ринхоспориоза масса 1000 зерен может снижаться на 7,0–13,0 %, урожайность на 0,5–17,0 %, а в отдельные годы потери могут достигать 47,3 % [13, с. 11; 14, с. 58; 15, с. 52].

В настоящее время в связи с ежегодным поражением культуры ринхоспориозом, прошедшей смесью возделываемых сортов (гибридов) культуры на фоне изменяющихся погодных условий, возникла необходимость получения современных данных по вредоносности болезни, что и определило цель исследований.

#### Основная часть

Для уточнения влияния степени поражения растений ринхоспориозом на показатели биологического урожая (массы 1000 зерен, массы зерен с колоса, количества зерен в одном колосе) озимой ржи в 2019 и 2020 гг. в условиях опытного поля РУП «Институт защиты растений» проводили специальные опыты.

Почва опытного поля – дерново-подзолистая с содержанием гумуса 1,73 %; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 322 мг/кг, K<sub>2</sub>O – 338 мг/кг, бор – 0,81 мг/кг; рН – 5,0. Агротехника в опытах – общепринятая для возделывания озимой ржи в центральной агроклиматической зоне Республики Беларусь.

Постановка полевых опытов осуществлялась согласно методике Б. А. Доспехова [16, с. 9–71]. Учеты развития болезни проводили согласно общепринятым в фитопатологии методикам [17]. В исследованиях использовали гибрид КВС Боно. Стадии развития растений приведены в соответствии с десятичным кодом ВВСН [4, с. 168–173].

Опыты проводили в условиях искусственной инокуляции растений грибом *R. secalis*. Заражение растений осуществляли в вечернее время. Перед внесением инокулюма делянки увлажняли, затем опрыскивали суспензией спор из расчета 50 мл/м<sup>2</sup>, титр спор составлял 2,1–3,0×10<sup>5</sup> спор/мл. Для формирования различной степени поражения на 3-и сутки после заражения все варианты опыта обрабатывали фунгицидом Альто Турбо, КЭ (0,5 л/га). В дальнейшем с помощью фунгицидных обработок развитие ринхоспориоза поддерживали на определенном уровне в соответствии со схемой опыта: 1) 0–1,9 %; 2) 2,0–5,9 %; 3) 6,0–10,9 %; 4) 11,0–20,9%; 5) 21,0–30,0 %.

Площадь учетной делянки составляла 1 м<sup>2</sup>, повторность опыта – 3-кратная.

В стадии полной спелости (ст. 89) отбирали по 100 колосьев с делянок с разной степенью поражения болезнью. В лабораторных условиях проводили оценку биологического урожая. Полученные данные подвергали математическому анализу путем статистической обработки данных (описательная статистика, регрессия и линейная корреляция).

Уровень вредоносности болезней сельскохозяйственных культур зависит от степени и интенсивности поражения растений, что в свою очередь определяется в основном метеорологическими условиями вегетационного периода и уровнем восприимчивости сорта (гибрида). Согласно литературным данным, оптимальная температура воздуха для заражения растений составляет 8–6 °С, относительная влажность воздуха – свыше 92 % [4, с. 82; 9, с. 84; 13, с. 11; 15, с. 51].

Погодные условия апреля – мая 2019 г. характеризовались повышенным температурным режимом, превышающим среднегодовую норму на 4,3 °С. За этот период в 2020 г. температура воздуха была ниже значений нормы на 0,6–2,7 °С. Количество выпавших осадков 2019 и 2020 гг. за апрель – май составило 118,6 и 117,2 % от нормы соответственно. Дальнейшее повышение среднесуточной температуры воздуха в июне – июле 2019 и 2020 гг. относительно нормы на 2,1 и 1,2 °С соответственно и относительная влажность воздуха на уровне 68,7–79,4 % и 79,1–80,0 % способствовали нарастанию степени поражения растений.

В естественных условиях развитие болезни в 2019 г. не превышало 12,8 %, в 2020 г. – 16,1 %. Поэтому для получения более высоких уровней развития ринхоспориоза в посевах озимой ржи и оценки его вредоносности нами проводилось искусственное инфицирование растений. В результате мониторинга динамики развития ринхоспориоза на опытных делянках, в годы исследований, отмечено повышение степени поражения болезнью к стадии образования плодов. Так, в вегетационный сезон 2019 г. степень поражения болезнью на протяжении учетного периода составляла 0,3–23,6 %. В 2020 г. развитие ринхоспориоза в ст. 32 достигало 2,6 %, к ст. 75–30,0 % (рис. 2).

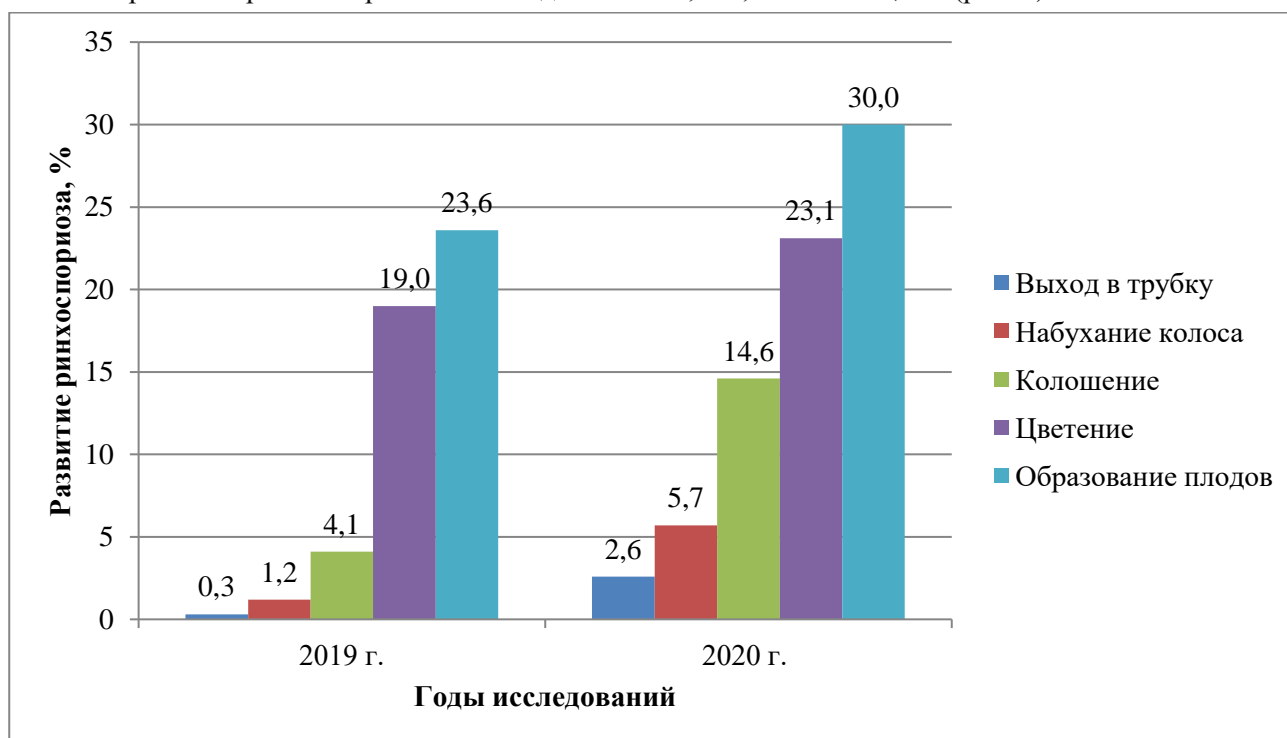


Рис. 2. Динамика развития ринхоспориоза озимой ржи в условиях искусственного инфекционного фона (РУП «Институт защиты растений», гибрид КВС Боно)

Установлено, что с увеличением степени поражения происходит соответствующее снижение оцениваемых показателей.

В целом при достижении максимального уровня развития болезни в пределах до 30 %, масса 1000 зерен снижались на 6,0 %, масса зерен с колоса на 2,7 %, количество зерен в колосе на 2,3 % соответственно (табл. 1).

Таблица 1. Влияние ринхоспориоза на показатели структуры урожая озимой ржи (гибрид КВС Боно, усредненные данные за 2019–2020 гг.)

Интенсивность поражения в период образования плодов, %	Количество зерен в колосе, шт.	Масса зерен с колоса, г	Масса 1000 зерен, г	Снижение, %		
				количества зерен в колосе	массы зерен с колоса	массы 1000 зерен
0–1,9	59,48	2,21	39,20	–	–	–
2,0–5,9	58,56	2,20	39,14	1,4	0,1	0,3
6,0–10,9	58,52	2,19	38,23	1,6	0,9	2,6
11,0–20,9	58,53	2,16	37,59	2,1	2,3	4,2
21,0–30,0	58,22	2,15	36,87	2,3	2,7	6,0
НСР <sub>05</sub>	0,59	0,03	0,51			

Статистическая обработка полученных данных позволила установить тесную обратную корреляционную зависимость между степенью поражения растений ринхоспориозом и изучаемыми показателями структуры урожая (табл. 2). Коэффициент корреляции (r) между развитием ринхоспориоза и количеством зерен в колосе составил -0,78, массой зерен с колоса – -0,95, массой 1 000 семян – -0,97.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что наиболее чувствительным показателем структуры урожая, снижающимся при росте степени поражения культуры ринхоспориозом, является масса 1000 зерен. На основании этого, дальнейшие расчеты показателей, характеризующих вредоносность болезни, осуществлены применительно к этому показателю.

Так, рассчитанный биологический порог вредоносности ринхоспориоза, с которого в посевах озимой ржи отмечалось статистически достоверное снижение массы 1000 зерен, составил  $3,9 \pm 0,26$  %. Величина доверительного интервала характеризует изменение показателя в зависимости от условий вегетационного сезона. Например, если они будут неблагоприятными для развития ринхоспориоза, то порог вредоносности будет увеличиваться до 4,16 %, при благоприятных – снижаться до 3,64 %. Относительный коэффициент вредоносности для массы 1000 зерен составил 0,21. Таким образом, при увеличении развития ринхоспориоза на каждый 1,0 % свыше порога вредоносности возможно снижение массы 1000 зерен на величину относительного коэффициента вредоносности.

Таблица 2. Вредоносность ринхоспориоза листового аппарата озимой ржи (РУП «Институт защиты растений, гибрид КВС Боно, 2019–2020 гг.)

Показатель	Количество зерен в колосе, шт.	Масса зерен с колоса, г	Масса 1000 зерен, г
Коэффициент детерминации, R <sup>2</sup>	0,60	0,93	0,95
Коэффициент корреляции, r	-0,78	-0,95	-0,97
Относительный коэффициент вредоносности, %	$0,1 \pm 0,47$	$0,12 \pm 0,48$	$0,21 \pm 0,10$
Порог вредоносности (% развития болезни)	$5,1 \pm 2,04$	$4,1 \pm 0,19$	$3,9 \pm 0,26$

В последующие вегетационные сезоны (2021–2023 гг.) проверка полученной модели показала ее высокое соответствие фактическому снижению массы 1000 зерен (табл. 3).

Таблица 3. Снижение массы 1000 зерен озимой ржи при поражении ринхоспориозом (РУП «Институт защиты растений, ранняя молочная спелость, 2021–2023 гг.)

Год	Развитие ринхоспориоза, %	Снижение массы 1000 зерен, %	
		прогнозируемое	фактическое
2021	10,5	2,2	2,9
2022	5,8	1,2	1,5
2023	12,7	2,7	3,0

## Закключение

Согласно результатам исследований, ринхоспориоз является вредоносной болезнью озимой ржи. Установлено, что при поражении культуры уменьшается количество зерен в колосе на 1,4–2,3 %, масса зерен с колоса снижается на 0,1–3,6 %, масса 1000 зерен – на 0,3–6,0 %. Рассчитаны биологические пороги вредоносности ринхоспориоза, с которых в посевах озимой ржи отмечалось статистически достоверное снижение количества зерен с колоса (5,1 %), массы зерен с колоса (4,1 %) и массы 1000 зерен (3,9 %).

## ЛИТЕРАТУРА

1. Фитопатологическая ситуация в посевах зерновых культур в Беларуси / А. А. Крупенько и др. // Защита растений: сб. науч. тр. / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений; редкол.: С. В. Сорока (гл.ред.) и др. – Минск, 2023. – Вып. 47. – С. 86–93.

2. Жуковская А. А. Распространенность и развитие ринхоспориоза в посевах озимой ржи в Беларуси // Защита растений: сб. науч. тр. / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений; редкол.: С. В. Сорока (гл.ред.) и др. – Минск, 2022. – Вып.46. – С.81–88.
3. Защита растений: учеб. пособие / Л. Г. Коготко и др. – Минск: РИПО, 2016. – 340 с.
4. Пригге Г., Герхард М., Хабермайер И. Грибные заболевания ржи // Грибные болезни зерновых культур; под ред. Ю. М. Стройкова. – Лимбургерхоф, 2004. – С. 117–135.
5. Ишкова Т. И. Вредоносность ринхоспориоза ячменя и ржи и влияние факторов породы на динамику болезни // Эколог. аспекты вредоносности болезней зерновых культур: сб. науч. тр. / Всесоюз. науч.-исслед. ин-т защиты растений; ред. К. В. Новожилов, А. Е. Чумаков. – Л. 1987. – С. 52–57.
6. Назарова Л. Н., Фоченкова Т. В., Корнева Л. Г. Болезни озимой ржи // Защита растений. – 1992. – № 5. – С. 52–53.
7. Жуковская А. А. Ринхоспориоз на зерновых культурах и его диагностика // Наше сел. хоз-во. Сер. Агрономия. – 2022. – № 23. – С. 2–5.
8. Histopathological study of barley cultivars resistant and susceptible to *Rhynchosporium secalis* / K. Xi Carisse [et al.]. – *Phytopathology*. – 2000. – Vol. 90. – №. 1. – P. 94–102.
9. Метод получения инокулюма *RHYNCHOSPORIUM SECALIS* (OUD.) DAVIS для создания искусственного инфекционного фона / Л. Н. Назарова и др. // Микология и фитопатология. – 1998. – Т. 32, вып. 6. – С. 83–88.
10. Коновалова, Г. С. Источники устойчивости ячменя из юго-восточной Азии к возбудителю ринхоспориоза (*RHYNCHOSPORIUM SECALIS*) / Г. С. Коновалова, О. Н. Соболева // Микология и фитопатология. – 2010. – Т. 44, вып. 3. – С. 248–253.
11. Назарова Л. Н., Полякова Т. М. Защита озимой ржи от ринхоспориоза // Защита и карантин растений. – 1996. – № 6. – С. 20–21.
12. Чумаков А. Е., Захарова Т. И. Вредоносность болезней сельскохозяйственных культур; ВАСХНИЛ, ВНИИ защиты растений. – М.: Агропромиздат, 1990. – 127 с.
13. Буга С. Ф., Ушкевич Л. А., Крачковский А. П. Прогнозирование развития ринхоспориоза озимой ржи на основе многофакторной линейной регрессионной модели // Ахова раслін. – 2001. – № 2. – С. 10–12.
14. Вредоносность ринхоспориоза озимой ржи / С. Ф. Буга и др. // Актуальные проблемы фитовирусологии и защиты растений: материалы науч. конф., посвящ. 85-летию А. Л. Амбросова, Прилуки, 16 июня 1997 г. / БелНИИ защиты растений. – Минск, 1997. – С. 57–58.
15. Буга С. Ф., Ушкевич Л. А. Ринхоспориоз озимой ржи и эколого-экономическое обоснование технологии химической защиты от болезней // Известия акад. аграр. наук Респ. Беларусь. – 1996. – № 2. – С. 51–54.
16. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (С основами статистической обработки результатов исследований): учебник. – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
17. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений; под ред. С. Ф. Буги. – Несвиж: Несвиж. укрупн. тип. им. С. Будного, 2007. – 512 с.