

**Т. Г. Пилат, Н. А. Крупенько**

*РУП «Институт защиты растений», аг. Прилуки, Минский р-н*

## **ВЛИЯНИЕ ГИДРОТЕРМИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА РАЗВИТИЕ ЦЕРКОСПОРЕЛЛЕЗНОЙ ПРИКОРНЕВОЙ ГНИЛИ В ПОСЕВАХ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ**

*Дата поступления статьи в редакцию: 22.07.2024*

*Рецензент: канд. с.-х. наук Васеха Е. В.*

**Аннотация.** В статье представлены результаты многолетних исследований (2014–2022 гг.) по изучению пораженности посевов озимой пшеницы церкоспореллезной прикорневой гнилью. Установлено, что наибольшее развитие болезнь получила в условиях 2014 и 2021 гг. Исследования показали, что на развитие болезни решающее влияние оказывают температура воздуха в осенний период и влагообеспеченность мая.

**Ключевые слова:** церкоспореллезная прикорневая гниль, развитие болезни, гидротермические условия, осадки, температура.

**Введение.** Одним из факторов, сдерживающих получение стабильно высоких урожаев зерновых культур, является их поражение болезнями.

К наиболее вредоносным заболеваниям озимой пшеницы относится церкоспореллезная прикорневая гниль. Болезнь поражает прикорневую часть стебля уже с периода всходов, образуя медово-коричневые, похожие на глаз пятна с размытой каймой [2, 4, 16]. Наиболее близко расположенные пятна постепенно сливаются и к колошению опоясывают основание пораженного стебля. При ранних сроках сева у пораженных растений на месте первоначально появившихся пятен образуется темная строма гриба, проникшего внутрь стебля. При разломе полость стебля в пределах двух, иногда трех нижних междоузлий оказывается заполненной дымчато-серым, а со временем коричневым мицелием гриба, а пораженная часть становится омертвевшей. В дождливые периоды пораженные стебли ломаются и беспорядочно полегают [2, 4, 5].

Впервые болезнь была обнаружена в 1907–1908 гг. во Франции при изучении причин полегания растений озимой ржи. Со второй половины XX века церкоспореллез регулярно отмечается во всех странах мира. Широкое распространение болезнь получила в Европе (Германия, Франция, Польша, Литва), Америке, Южной Африке, на юге Австралии и Новой Зеландии [10, 12, 16, 15]. Глазковая пятнистость поражает

озимые пшеницу, рожь, тритикале, ячмень, несколько меньше – яровые ячмень, пшеницу и совсем не поражает посевы овса [2]. В Республике Беларусь болезнь распространена повсеместно [9]. В отдельные годы ее развитие в посевах озимых пшеницы и тритикале достигает 47,5 и 58,3 % соответственно [7].

Согласно литературным данным, возбудителями церкоспореллеза являются грибы *Oculimacula yallundae* (Wallwork & Spooner) Crous & W. Gams) и *O. aciformis* (Boerema, R.Pieters & Hamers) Crous & W. Gams) [13, 14, 18].

Церкоспореллезная прикорневая гниль может приводить к гибели стеблей или всего растения. Вредоносность заболевания зависит от стадии заражения и степени поражения растений. Урожай снижается в связи с уменьшением количества зерен в колосе и их массы. Потери зерна от церкоспореллеза могут превышать 20–50 % [1]. На каждый процент пораженных стеблей пшеницы (в фазе восковой спелости) недобор урожая составляет в среднем 0,5–0,6 %. [8]. Возбудители болезни закупоривают проводящие сосуды растения, блокируя перемещение питательных веществ и воды. При сильном поражении церкоспореллезом разрушаются не только проводящие, но и механические ткани, пораженные стебли ломаются, падают и еще до созревания посевы полегают [3]. Чаще болезнь поражает растения на тяжелых влажных почвах [8].

На развитие возбудителей церкоспореллезной прикорневой гнили значительное влияние оказывают эколого-географические, особенно почвенные и гидротермические условия, что обуславливает достаточно четкую географическую локализацию данного заболевания. Чем выше гидротермическая обеспеченность года, тем выше уровень распространения церкоспореллеза. Заражение посевов озимых зерновых культур начинается в осенний период. Оптимальная температура для развития возбудителей болезни составляет +5...+10 °С при относительной влажности воздуха не менее 80 %. Высокая относительная влажность воздуха и температуры в пределах +4...+13 °С в течение 15 часов и более способствуют споруляции гриба и заражению растений. При повышении температуры выше +16 °С дальнейшего заражения растений практически не происходит, а при температуре ниже 0 °С и выше +25 °С наступает полное прекращение роста и развития патогена [2]. Основным источником инфекции является зараженная стерня предшествующей зерновой культуры [4]. С семенами инфекция не передается [2].

Целью данных исследований явился мониторинг поражения посевов озимой пшеницы церкоспореллезной прикорневой гнилью и влияние погодных условий на развитие болезни.

**Материалы и методы исследований.** Исследования проводили в 2014–2022 гг. на опытном поле РУП «Институт защиты растений»

на сорте Богатка. Почва опытных участков – дерново-подзолистая, среднесуглинистая, характеризующаяся следующими показателями: содержание гумуса – 1,89–2,0 %;  $P_2O_5$  – 293–334 мг/кг,  $K_2O$  – 268–375 мг/кг, бор – 0,51 мг/кг почвы; рН – 5,5–6,1. Агротехника выращивания озимой пшеницы общепринятая для возделывания культуры в Центральной агроклиматической зоне Республики Беларусь.

Развитие церкоспореллеза в посевах озимой пшеницы оценивалось, начиная с периода колошения, по шкале:

0 – признаки поражения отсутствуют;

1 – на основании стебля или первом междоузлии – отдельные белые или светло-коричневые пятна;

2 – темные желтовато-коричневые пятна с ярко выраженной каймой охватывают до половины стебля;

3 – пятна окольцовывают стебель, в середине пятна ткань частично разрушена, стебель переламывается;

4 – отсутствие продуктивных стеблей при наличии симптомов по баллу 3 [6].

Развитие болезни (%) вычисляли по формуле:

$$R = \frac{\sum(n \times b)}{N \times K} \times 100,$$

где  $R$  – развитие болезни;  $\sum(a \times b)$  – сумма произведений числа больных растений ( $n$ ) на соответствующий им балл поражения ( $b$ );  $N$  – общее количество обследованных растений в пробе, шт.;  $K$  – наивысший балл шкалы учета для перевода балльной оценки развития болезни в процентную категорию.

Гидротермический коэффициент ( $ГТК$ ) рассчитывали по формуле:

$$ГТК = \frac{R \times 10}{\sum t},$$

где  $R$  представляет собой сумму осадков в миллиметрах за период со среднесуточными температурами выше +10 °С;  $\sum t$  определяет сумму температур (°С) за то же время.

Выявление гидротермических факторов, оказывающих влияние на развитие церкоспореллезной прикорневой гнили в посевах озимой пшеницы, проводили на основании корреляционного и регрессионного анализа с использованием пакета программ MSExcel. Анализировали периоды, когда растения наиболее уязвимы для заражения болезнью: осенний период и период после перезимовки до начала колошения.

**Результаты исследований и их обсуждение.** При изучении пораженности посевов озимой пшеницы церкоспореллезной прикорневой гнилью отмечено, что наибольшее развитие болезнь получила в 2014

и 2021 гг. Погодные условия 2014 г. характеризовались повышенным температурным режимом на протяжении всего вегетационного сезона. Средняя температура за год составила +7,8 °С, что на 2 °С выше климатической нормы. За год выпало 567 мм осадков (86 % климатической нормы). Избыточное увлажнение наблюдалось в мае, в то время как остальные месяцы весенне-летнего сезона характеризовались дефицитом осадков.

В 2021 г. была достаточно прохладная весна и жаркое лето. Среднесуточная температура весной составила в среднем +9,4 °С. Температурный режим на протяжении сезона был неоднородным: средняя температура воздуха в марте превышала норму, а апрель и май были холодными. В целом год характеризовался достаточной влагообеспеченностью. Во все сезоны выпала норма осадков и более.

Согласно литературным данным, оптимальной температурой для развития возбудителей церкоспореллезной прикорневой гнили является температура +5...+10 °С, поэтому сложившиеся условия 2014 и 2021 гг. благоприятствовали развитию болезни. Так, в 2014 г. развитие церкоспореллеза к стадии молочно-восковой спелости достигло 50,4 %, в 2021 г. – 64,8 %. В остальные годы степень поражения растений болезнью находилась на депрессивном уровне.



**Рисунок 1. Развитие церкоспореллезной прикорневой гнили в посевах озимой пшеницы (РУП «Институт защиты растений», сорт Богатка, ст. 83–85)**

Погодные условия в годы исследований различались, что позволило объективно оценить их влияние на развитие церкоспореллезной прикорневой гнили в посевах озимой пшеницы. Поскольку согласно литературным данным заражение растений церкоспореллезной прикорневой гнилью может происходить осенью и весной, а развитие болезни более интенсивно происходит во время трубкования и колошения, то оценивали влияние погодных условий именно в эти периоды.

В результате корреляционно-регрессионного анализа полученных данных установлено, что решающее значение в нарастании развития церкоспореллеза играют температура воздуха в осенний период и осадки в мае (сумма осадков и количество дней с осадками) (таблица 1).

**Таблица 1 – Влияние гидротермических условий на развитие церкоспореллезной прикорневой гнили в посевах озимой пшеницы (РУП «Институт защиты растений», сорт Богатка, 2014–2022 гг.)**

Показатель	Коэффициент корреляции (r)
Осенний период от посева до начала минусовых температур	
средняя температура	0,77*
сумма осадков	0,50
влажность	0,40
количество дней с осадками	0,18
Весенний период после перехода через +5 °С до III декады мая	
средняя температура	-0,16
сумма осадков	0,31
влажность	0,47
количество дней с осадками	0,58
Весенний период после перехода через +10 °С до III декады мая	
средняя температура	0,30
сумма осадков	0,39
влажность	0,46
количество дней с осадками	0,36
Май	
средняя температура	0,07
сумма осадков	0,73*
влажность	0,62
количество дней с осадками	0,79*
ГТК	0,56
Май–июнь	
средняя температура	-0,36
сумма осадков	0,64
влажность	0,52
количество дней с осадками	0,60
ГТК	0,64

\* $p < 0,05$ .

Зависимость между развитием церкоспореллезной прикорневой гнили и среднесуточной температурой воздуха выявлена также в исследованиях других авторов [10, 17]. Так М. Vanova с соавторами (2005),

также отмечают, что на развитие болезни оказывает влияние среднесуточная температура воздуха в октябре и ранней весной (апрель). При этом оптимальной является температура +4...+10 °С [17]. Это может быть связано с особенностями жизненного цикла возбудителей церкоспореллеза. В осенний период происходит заражение растений возбудителями болезни, которые сохранились на растительных остатках. И чем теплее и продолжительнее этот период, тем выше вероятность того, что патоген внедрится в растительную ткань. На влияние влагообеспеченности года на развитие церкоспореллеза также указывают другие исследователи [1, 2]. Пик образования конидий возбудителями болезни приходится на период апрель–май [11]. В мае озимая пшеница проходит стадию трубкования и в этот период растения восприимчивы для заражения. Для успешного прохождения этого процесса необходима высокая влажность на уровне почвы, что обеспечивают частые и обильные осадки.

**Заключение.** Таким образом, в годы исследований наибольшая степень поражения озимой пшеницы церкоспореллезной прикорневой гнилью отмечена в условиях 2014 и 2021 гг. Развитие болезни достигло уровня эпифитотии. Определяющими факторами для развития возбудителей церкоспореллеза и характера течения болезни являются температура в осенний период, количество осадков и дней с осадками в мае.

#### Список литературы

1. Белова В. Н. Модельна система інфікування та оцінка рівня стійкості озимої пшениці (*Triticum aestivum* L.) проти збудника церкоспорельозу (*Pseudocercospora herpotrichoides* (Fron) Deighton) / В. Н. Белова, О. О. Панюта, Н. Ю. Таран // Карантин і захист рослин. – 2008. – № 7. – С.25–28.
2. Григорьев, М. Ф. Корневые гнили зерновых культур и закономерности их проявления на примере Центрального Нечерноземья России / М. Ф. Григорьев. – М.: ФГБНУ ВСТИСП, 2016. – 532 с.
3. Грицюк, Н. В. Влияние агротехнических приемов на вредоносность церкоспореллеза озимой пшеницы / Н. В. Грицюк, Т. Н. Тимошук, А. А. Дереча // Consolidarea capacităților regionale pentru aplicarea tehnologiilor ecologice în sistemele integrate de gestionare a dăunătorilor : conf., Chișinău, 10-12 decembrie, 2018 ulei / In-1 de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor. – Chișinău, Moldova, 2018. – P.105–108.
4. Джумабаев, П. Церкоспореллез хлебных злаков в СССР : автореф. дис. ... канд. биол. наук / П. Джумабаев; ВНИИЗР. – Боровск; Л., 1966. – 28 с.
5. Желтова, К. В. Корневые гнили озимой пшеницы и их вредоносность / К. В. Желтова, В. И. Долженко // Вестн. ОрелГАУ. – 2017. – № 1 (64). – С. 45–51.
6. Болезни зерновых культур / С. Д. Здрожевская [и др.] // Методические указания по регистрационному испытанию фунгицидов в сельском хозяйстве / Науч.-практ. Центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений ; под ред. С. Ф. Буги. – Несвиж, 2007. – С. 61–101.
7. Пилат, Т. Г. Распространенность и развитие прикорневой гнили в посевах озимых зерновых культур в Беларуси / Т. Г. Пилат // Молодежь в науке 2020. Аграр., биол., гуманитар., физ.-мат., физ.-техн., химия и науки о Земле : тез. докл. XVII Междунар. конф. молодых ученых (Минск 22-25 сент. 2020 г.) / Нац. акад. наук Беларуси, Совет молодых ученых ; редкол.: В. Г. Гусаков (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2020. – С. 62–63.

8. Тютюрев, С. Л. Краткая характеристика наиболее опасных болезней / С. Л. Тютюрев // Протравливание семян зерновых колосовых культур / Всерос. науч.-исслед. ин-т защиты растений. – М.: [б. и.], 2005. – С. 91(3)–99(11). – (Приложение к журналу «Защита и карантин растений»; № 3).

9. Фитопатологическая ситуация в посевах зерновых культур в Беларуси / Н. А. Крупенко [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. 86–94.

10. Bock, C. H. Development of *Oculimacula yallundae* and *O. aciformis* (eyespot) lesions on stems of winter wheat in relation to thermal time in the UK / C. H. Bock, A. M. Wan, B. D. Fitt // Plant Pathology. – 2009. – Vol. 58, № 1. – P. 12–22.

11. Burt, C. J. Identification of a QTL conferring seedling and adult plant resistance to eyespot on chromosome 5A of Cappelle Desprez / C. J. Burt, T. W. Hollins, P. Nicholson // Theoretical Applied Genetics. – 2010. – Vol. 122. – P. 119–128.

12. Crome, M. G. Factors associated with stem base and root diseases of New Zealand wheat and barley crops / M. G. Crome, R. A. Parkers, P. M. Fraser // Australasian Plant Pathology. – 2006. – № 35. – P. 391–400.

13. Redefining genera of cereal pathogens: *Oculimacula*, *Rhynchosporium* and *Spermospora* / P. W. Crous [et al.] // Fungal Systematics and Evolution. – 2021. – Vol. 7. – P. 67–98.

14. Isolation of R-type progeny of *Tapesia yallundae* from apothecia on wheat stubble in England / P. S. Dyer [et al.] // Plant Pathology. – Vol. 43. – P. 1039–1044.

15. Evaluation of eyespot incidence and structure of *Oculimacula* spp. Population in winter rye in Lithuania / J. Ramanauskiene [et al.] // Zemdirbyste-Agriculture. – 2014. – № 4. – P. 425–430.

16. Glazek, M. Occurrence of eyespot on winter wheat in the central-southern region of Poland / M. Glazek // J. of Plant Protection Research. – 2009. – № 49. – P. 426–433.

17. Prediction of eyespot infection risks / Vanova M. [et al.] // Acta Agrobotanica. – 2005. – № 58 (1). – P. 91–96.

18. Robbertse, B. Revision of *Pseudocercospora*-like species causing eyespot disease of wheat / B. Robbertse, C. F. Campbell, P. W. Crous // South African J. of Botany. – 1995. – Vol. 61. – P. 43–48.

**T. G. Pilat, N. A. Krupenko**

*RUE «Institute of Plant Protection», Priluki, Minsk region*

## **INFLUENCE OF HYDROTHERMAL CONDITIONS ON THE DEVELOPMENT OF EYESPOT ROOT ROT IN WINTER WHEAT CROPS**

**Annotation.** The article presents the results of long-term research (2014–2022) to study the infestation of winter wheat crops by eyespot root rot. It was established that the disease was most developed in the conditions of 2014 and 2021. Research has shown that the development of the disease is decisively influenced by air temperature in the autumn and moisture availability in May.

**Key words:** eyespot root rot, disease development, hydrothermal conditions, precipitation, temperature.