

ISSN 1817-7204(Print)

ISSN 1817-7239(Online)

УДК 633.112.9"321":632.488(476)

<https://doi.org/10.29235/1817-7204-2021-59-1-51-61>

Поступила в редакцию 20.11.2020

Received 20.11.2020

В. А. Радивон, А. Г. Жуковский*Институт защиты растений, Национальная академия наук Беларуси, аг. Прилуки, Минский район, Беларусь*

РАЗВИТИЕ И ВИДОВОЙ СОСТАВ СЕПТОРИОЗА В ПОСЕВАХ СОРТОВ ЯРОВОГО ТРИТИКАЛЕ В УСЛОВИЯХ БЕЛАРУСИ

Аннотация: Септориоз листьев и колоса – наиболее экономически значимая болезнь зерновых культур в Беларуси, так как ежегодно отмечается в посевах и имеет высокую вредоносность. Яровое тритикале – перспективная культура в нашей стране, обладающая высоким потенциалом урожайности и качеством зерна, который, как известно, снижается за счет развития болезней. Сведений о поражаемости сортов болезнью, особенностях развития и видовом составе септориоза в посевах ярового тритикале имеется немного, что определило актуальность выбора темы наших исследований. В работе представлены результаты исследований 2015–2019 гг. по поражаемости сортов ярового тритикале Узор, Дублет, Садко септориозом листьев и колоса, выявлены особенности развития болезни в зависимости от погодных условий и определен видовой состав грибов-возбудителей септориоза листьев. Установлено, что степень поражения ярового тритикале септориозом листьев к периоду ранней – мягкой восковой спелости зерна достигала 36,6 %. На основании расчета площади развития болезни под кривой не выявлено значительных отличий по поражаемости септориозом листьев в зависимости от сорта. Развитие септориоза колоса к концу вегетации достигало 22,7 %. Установлены прямые зависимости развития септориоза листьев и колоса от суммы осадков, а также выявлена тесная связь развития септориоза колоса от степени поражения септориозом листьев. Видовой состав септориоза листьев представлен грибами *Parastagonospora nodorum*, *Parastagonospora avenae* f. sp. *triticae* и *Zymoseptoria tritici*. Доминирующим видом являлся грибок *P. nodorum*, частота встречаемости которого достигала 99,2 % в зависимости от сорта и стадии развития культуры, вторым по частоте встречаемости был грибок *P. avenae* f. sp. *triticae* (до 58,6 %). Углубленные исследования по изучению септориоза в посевах ярового тритикале проведены впервые в нашей стране, полученные результаты послужат основой для разработки системы защиты.

Ключевые слова: септориоз листьев, септориоз колоса, яровое тритикале, сорт, развитие болезни, площадь под кривой развития болезни (ПКРБ), сумма осадков, частота встречаемости, патоген, *Parastagonospora nodorum*, *Parastagonospora avenae* f. sp. *triticae*, *Zymoseptoria tritici*

Для цитирования: Радивон, В. А. Развитие и видовой состав септориоза в посевах сортов ярового тритикале в условиях Беларуси / В. А. Радивон, А. Г. Жуковский // Вест. Нац. акад. наук Беларуси. Сер. аграр. навук. – 2021. – Т. 59, № 1. – С. 51–61. <https://doi.org/10.29235/1817-7204-2021-59-1-51-61>

Veronika A. Radivon, Alexander G. Zhukovsky*Institute of Plant Protection, the National Academy of Sciences of Belarus, ag. Priluki, Minsk District, Belarus*

DEVELOPMENT AND SPECIES COMPOSITION OF SEPTARIOSIS IN CROPS OF SPRING TRITICALE VARIETIES IN BELARUS

Abstract: Septoria leaf and head blotch is the most economically significant disease of grain crops in Belarus, as it is annually observed in crops and is highly harmful. Spring triticale is a perspective crop in our country with a high yield potential and grain quality, which, as known, decreases due to diseases development. There is little information on the varieties disease susceptibility, development peculiarities and species composition of septoria blotch of spring triticale, which determined the relevance of our research subject. The paper presents the results of studies in 2015-2019 on susceptibility of spring triticale varieties Uzor, Doublet, Sadko to septoria leaf and head blotch, peculiarities of the disease development depending on weather conditions were revealed and the species composition of pathogens of septoria leaf blotch was determined. It has been determined that severity of septoria leaf blotch by the end of early – soft dough of grain stage reached 36.6 %. Based on calculation of area under the disease progress curve, no significant differences were found in severity of septoria leaf blotch depending on the variety. Severity of septoria head blotch reached 22.7 % by the end of growing season. Direct dependences of septoria leaf and head blotch development on the amount of precipitation have been established, and a close correlation between the severity of septoria head blotch and septoria leaf blotch has been revealed. The species composition of septoria leaf blotch is represented by the fungi *Parastagonospora nodorum*, *Parastagonospora avenae* f. sp. *triticae* and *Zymoseptoria tritici*. The dominant species was *P. nodorum*, its frequency reached 99.2 % depending on the variety and growth stage of spring triticale, the second most common fungus was *P. avenae* f. sp. *triticae* - up to 58.6 %. For the first time in our country,

in-depth research has been carried out to study septoria leaf and head blotch of spring triticale, the results obtained will serve as the basis for development of a protection system.

Keywords: septoria leaf blotch, septoria head blotch, spring triticale, variety, disease severity, area under the disease progress curve (AUDPC), precipitation amount, frequency of occurrence, pathogen, *Parastagonospora nodorum*, *Parastagonospora avenae* f. sp. *triticae*, *Zymoseptoria tritici triticae*, *Zymoseptoria tritici*

For citation: Radivon V. A., Zhukovsky A. G. Development and species composition of septariosis in crops of spring triticale varieties in Belarus. *Vestsi Natsyyanal'nay akademii navuk Belarusi. Seryya agrarnykh navuk* = *Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Agrarian series*, 2021, vol. 59, no 1, pp. 51-61 (in Russian). <https://doi.org/10.29235/1817-7204-2021-59-1-51-61>

Введение. Беларусь на протяжении последних двадцати лет всходит в число мировых лидеров по производству зерновой продукции тритикале¹. Основным преимуществом этой культуры перед другими злаками является высокий потенциал продуктивности, который может быть ограничен развитием ряда вредоносных болезней. Одним из таких заболеваний является септориоз, поражение которым может привести к потерям урожайности до 30 % [1]. Болезнь, поражая листовой аппарат и колос, приводит к уменьшению ассимиляционной поверхности, что снижает интенсивность фотосинтеза и дыхания растений, вследствие чего ухудшается налив зерна. Это приводит к формированию щуплого зерна и семян, характеризующихся низкой всхожестью и энергией прорастания [2–4]. Снижение массы 1000 зерен тритикале вследствие развития болезни составляет от 13,2 до 27,0 % [1, 5].

Развитие септориоза ежегодно отмечается как в регионах с достаточным увлажнением, так и в районах с дефицитом осадков [6, 7]. Широкая распространенность болезни связана с тем, что септориоз может быть вызван несколькими грибами, которые зачастую развиваются в комплексе на одном растении и имеют определенные особенности развития, что обеспечивает высокую экологическую пластичность заболевания. Среди возбудителей септориоза листьев тритикале отмечены грибы *Parastagonospora nodorum* (Berk.) Quaedvlieg, Verkley and Crous (син. *Septoria nodorum* Berk., *Stagonospora nodorum* Berk.), *Parastagonospora avenae* f. sp. *triticae* (A. B. Frank) Quaedvlieg, Verkley and Crous f. sp. *triticae* (J. Johnson) (синонимы *Septoria avenae* (A. B. Frank) f. sp. *triticae* (J. Johnson), *Stagonospora avenae* (A. B. Frank) f. sp. *triticae* (J. Johnson)), *Zymoseptoria tritici* (Desm.) Quaedv. & Crous (син. *Septoria tritici* Desm.) [5, 8–14]; *Septoria secalis* (Prill. & Delacr) и *Septoria falcispora* (Bubák) [9]. Чаще встречаемыми в посевах культуры как в Республике Беларусь, так и во всем мире, являются грибы *P. nodorum* и, с несколько меньшей частотой встречаемости, *P. avenae* f. sp. *triticae*. В некоторых регионах России гриб *P. avenae* f. sp. *triticae* является доминирующим в комплексе патогенов, вызывающих септориоз листьев тритикале [9].

Септориоз проявляется на листьях в виде овальных, овально-удлиненных, хлоротичных пятен. В ходе развития болезни они увеличиваются в размере, на них появляются некротические участки сероватого или соломенного цвета, на которых развиваются многочисленные пикниды коричневого, темно-коричневого или черного цвета, в зависимости от патогена. При слабом развитии болезни образуются единичные рассеянные пятна, а в условиях, благоприятных для развития септориоза, они разрастаются, сливаются и образуются обширные некрозы, что приводит к преждевременному отмиранию листьев². Отличить симптомы поражения грибом *P. avenae* f. sp. *triticae* от пятен, вызванных *P. nodorum*, в полевых условиях не всегда возможно, так как зачастую признаки поражения одним и тем же грибом отличаются в зависимости от сорта³. Точно идентифицировать возбудителя болезни можно только на основании анализа пикноспор под микроскопом.

Поражение колоса грибом *P. nodorum* проявляется в виде овальных бурых пятен с фиолетовым окаймлением на колосовых чешуях, которые со временем увеличиваются, светлеют, на них образуются пикниды коричневого или темно-коричневого цвета [15].

¹ Production of triticale: top 10 producers [Electronic resource] // FAOSTAT. Mode of access: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize>. Date of access: 15.11.2020.

² Болезни и вредители пшеницы: руководство для полевого определения / Е. Дувеиллер [и др.]. 2-е изд. Анкара : ФАО, 2018. 148 с. ; Пригге, Г. Грибные болезни зерновых культур : [пер. с нем.] / Г. Пригге, М. Герхард, И. Хабермайер ; под ред. Ю. М. Стройкова. Лимбургерхов : Ландвиртшафтсферлаг Мюнстер-Хилтруп и БАСФ АГ, 2004. 191 с.

³ Судникова, В. П. Возбудители септориоза пшеницы, изучение популяций по морфолого-физиологическим свойствам, устойчивость сортов к патогену : метод. рекомендации / В. П. Судникова, Ю. В. Зеленева, В. В. Плахотник. Тамбов : Изд. дом ТГУ им. Г. Р. Державина, 2011. 34 с.

Септориоз, вызваны грибом *P. nodorum*, в посевах тритикале был отмечен с начала возделывания культуры в 80-е годы XX века и получил широкое распространение во всем мире, что связывают с изменениями погодных условий, использованием восприимчивых сортов, распространением инфекции с семенами [16] и появлением новых, более агрессивных и приспособленных к условиям существования биотипов [17]. Прорастание пикноспор и заражение растений грибом *P. nodorum* возможно в широких пределах – от 4 до 35 °С, однако оптимальной температурой для инфицирования является 20–24 °С. Необходимым условием для прорастания пикноспор является наличие капельной влаги или высокая относительная влажность воздуха (выше 98 %). Для эффективного заражения растений грибом *P. nodorum* требуется не менее 4 ч непрерывного увлажнения при оптимальной температуре. Однако прорастание пикноспор возможно и при чередовании влажных и засушливых периодов, что обуславливает развитие септориоза в районах с недостаточным увлажнением. Латентный период септориоза листьев у гриба *P. nodorum* составляет от 6 до 14 сут в зависимости от погодных условий и сорта [15, 18, 19].

В отношении патогена *P. avenae* f. sp. *triticae* имеется небольшое количество сведений о его распространении и особенностях поражения. Ранее считалось, что гриб не наносит значительного ущерба урожаю, так как встречается в конце вегетационного периода [20, 21]. Однако исследования, проведенные А. А. Саниной и Е. В. Пахолковой [22], показывают, что по вредоносности гриба *P. avenae* f. sp. *triticae* незначительно уступает *P. nodorum*.

Исследования по изучению вредоносности и распространенности септориоза тритикале в нашей стране и в мире проводятся с момента внедрения тритикале в производство, но они в основном сосредоточены на озимой форме культуры. Фитопатологическая ситуация в посевах ярового тритикале остается малоизученной. Поражение культуры возбудителями септориоза может не только привести к значительным потерям урожайности, но и стать дополнительным источником инфекции для всех зерновых культур [23–27].

Цель исследования – анализ степени поражения сортов ярового тритикале септориозом, выявление особенностей развития болезни от погодных условий и определение видового состава.

Материалы и методы исследования. Работа выполнена в лаборатории фитопатологии Института защиты растений Национальной академии наук Беларуси в 2015–2019 гг. Исследования проводили в посевах 3 сортов ярового тритикале – среднераннего сорта Узор и среднеспелых сортов Дублет и Садко на опытном поле института.

Агротехника. Почва опытных участков дерново-подзолистая, легкосуглинистая, pH 5,6–6,1, содержание гумуса – 2,0–2,2 %. Агротехника в опытах общепринятая для возделывания ярового тритикале в центральной агроклиматической зоне Республики Беларусь. Под культивацию было внесено $N_{90}P_{90}K_{110}$ кг/га. Сев ярового тритикале проводили в предварительно подготовленную почву с нормой высева 5,0 млн зерен на гектар, способ сева – узкорядный, ширина междурядий – 15 см. Посев культуры был осуществлен в III декаде апреля – I декаде мая, уборка в зависимости от погодных условий года приходилась на III декаду июля – III декаду августа.

Погодные условия. Погодные условия в мае 2015 г. соответствовали среднестатистическим показателям. На протяжении трех декад июня был отмечен резкий дефицит влаги – сумма количества осадков за месяц составила 14,6 мм при норме 83 мм на фоне повышенной среднесуточной температуры (16,6 °С). Увлажненность посевов в последующий месяц находилась на уровне нормы (91,2 мм за три декады), а температура воздуха во II декаде была ниже многолетнего показателя – 15,4 °С при норме 17,8 °С.

Первая половина вегетации 2016 г. характеризовалась недостатком осадков от посева до конца мая – 41,8 мм при норме 76,7 мм на фоне повышенной температуры, которая в III декаде мая составила 17,4 °С, что превысило норму на 3,4 °С. В июне наблюдалось чередование влажных и засушливых периодов. Так, за I декаду июня выпало 0,2 мм осадков (при норме 25,0 мм), за II декаду – 43,4 мм (при норме 28,0 мм), за III декаду – 0,8 мм (при норме 30,0 мм). Достаточное увлажнение отмечено в июле, когда сумма осадков колебалась от 39,2 до 62,6 мм в зависимости от декады при нормах 29,0–32,0 мм. Средняя температура воздуха за июнь–июль в основном была на уровне нормы, за исключением III декады июня, когда показатель превысил норму на 5 °С.

В 2017 г. начало вегетации характеризовалось недостатком осадков, а средняя температура за три декады мая составила 15,6 °С, что было выше нормы. С июня по II декаду июля количество

выпавших осадков соответствовало среднемуголетнему показателю, а в III декаде июля превысило норму в три раза и достигло 103,0 мм за декаду. В целом температура воздуха за июнь-июль была ниже нормы, в особенности в I декаде июля (14,6 °C).

Вегетационный период 2018 г. характеризовался достаточным увлажнением на фоне повышенной температуры воздуха. На протяжении почти всего периода вегетации температура превышала многолетний показатель, в особенности в мае, когда средняя температура за три декады составила 17,0 °C при норме 13,3 °C. Острый дефицит осадков наблюдался в III декаде мая – I декаде июня (1,4 мм при норме 51,0 мм), а избыток в I–II декадах июля – 155,6 мм при норме 61,0 мм.

В 2019 г. наблюдалось чередование периодов с суммой осадков ниже нормы с периодами увлажнения на уровне среднемуголетнего показателя, при этом не наблюдалось декад без дождей. Наименьшее количество осадков выпало за III декаду мая – 3,8 мм, наибольшее в I декаде мая – 43,6 мм. В целом сезон характеризовался повышенной температурой воздуха. Показатель за период II декады мая – III декада июня составил 19,0 °C при норме 15,5 °C. В начале июля температура существенно снизилась и за I декаду составила 13,3 °C при норме 17,9 °C.

Учеты развития болезни. Развитие болезни (R , %) рассчитывали по следующей формуле⁴ (1):

$$R = \frac{\sum(n \times b)}{NK} \times 100 \%, \quad (1)$$

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

Площадь под кривой развития болезни (ПКРБ), выраженную в условных единицах, определяли по такой формуле (2) [28]:

$$\text{ПКРБ} = \frac{\sum_{j=2}^m d_j (Y_j + Y_{j-1})}{2}, \quad (2)$$

где m – количество учетов (не менее 3); d_j – разница в днях между двумя последовательными учетами; Y_j – степень поражения при первом и каждом последующем учете; Y_{j-1} – степень поражения при втором и каждом последующем учете.

Определение частоты встречаемости грибов – возбудителей септориоза листьев.

Для определения частоты встречаемости грибов – возбудителей септориоза были собраны пробы листьев (не менее 100 шт.) с признаками поражения болезнью. Собранный материал высушивали, складывали в бумажные пакеты, снабжали этикеткой с указанием места, даты сбора, стадии развития ярового тритикале, сорта и сохраняли в холодильнике для последующего анализа в лабораторных условиях. Анализировали каждое пятно на листьях в пробе. Для этого небольшой кусочек (5 × 5 мм) пораженной ткани листа с пикнидами помещали на предметное стекло в каплю воды, накрывали покровным стеклом и просматривали при малом увеличении микроскопа. По форме и размеру вышедших из пикнид пикноспор определяли вид возбудителя болезни⁵. Частоту встречаемости (%) каждого вида рассчитывали как отношение числа пятен, вызванных определенным видом, на общее число пятен во всей пробе.

Стадии развития ярового тритикале приведены согласно десятичному коду по шкале ВВСН⁶.

При статистической обработке данных использовали однофакторный дисперсионный анализ с вычислением наименьшей существенной разницы (НСР_{05}) при уровне значимости 95 % и регрессионный анализ в программе Microsoft Excel 2010.

⁴ Болезни зерновых культур / С. Д. Здрожевская [и др.] // Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений; под ред. С. Ф. Буга. Несвиж, 2007. С. 61–101.

⁵ Пидопличко, Н. М. Грибы-паразиты культурных растений: определитель: в 3 т. / Н. М. Пидопличко; Акад. наук Укр. ССР, Ин-т микробиологии и вирусологии им. Д. К. Заболотного. Киев: Наук. думка, 1978. Т. 3: Пикнидиальные грибы. 231 с.

⁶ Пригге Г., Герхард М., Хабермайер И. Грибные болезни зерновых культур / пер. с нем.; под ред. Ю. М. Стройкова. Лимбургерхов: Ландвиртшафтсферлаг Мюнстер-Хилтруп и БАСФ АГ, 2004. 191 с.

Результаты и их обсуждение. Начало развития септориоза листьев в зависимости от года наблюдалось в стадии лигулы – середина цветения, что приходилось на I декаду июня–июля. Наиболее неблагоприятные погодные условия, характеризующиеся недостатком осадков, сложились в 2015 и 2019 гг. В эти годы развитие болезни не превысило 5,6 % (рис. 1). В 2016 г. первые признаки септориоза листьев были отмечены в начале колошения, чему способствовало выпадение осадкой выше нормы во II декаде июня. Частые дожди на протяжении трех декад июля привели к развитию болезни к концу вегетации до 13,4–20,9 %. В 2017 г. поражение септориозом листьев было отмечено позже – в I декаде июля, что совпало со стадией середина цветения ярового тритикале, но сильные затяжные дожди в III декаде июля поспособствовали быстрому нарастанию болезни к периоду ранней – мягкой восковой спелости до 21,8–25,3 %. Наиболее раннее появление болезни отмечено в 2018 г. – стадии лигулы. Достаточная увлажненность на фоне повышенной температуры воздуха с момента появления первых признаков болезни привела к развитию болезни до 29,4–36,6 %. В этот период не было острого дефицита осадков, а в июле наблюдались частые дожди.

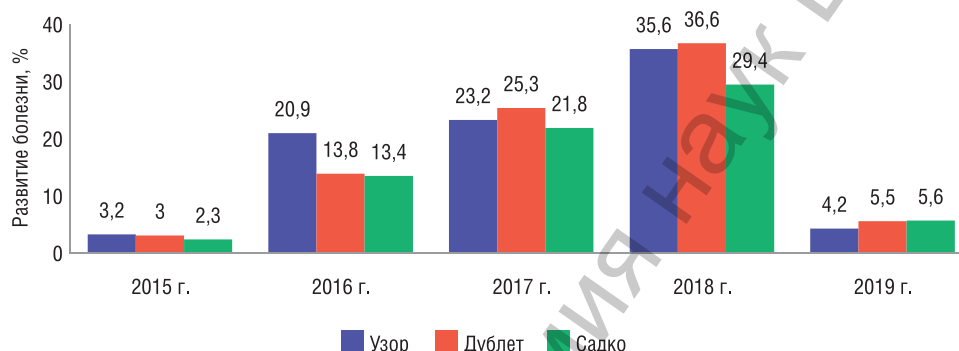


Рис. 1. Развитие септориоза листьев в посевах сортов ярового тритикале в период ранней – мягкой восковой спелости зерна. Институт защиты растений Национальной академии наук Беларуси, 2015–2019 гг.

Fig. 1. Severity of septoria leaf blotch of spring triticale varieties during early – soft middle dough stage of grain. Institute for plant protection of the National Academy of Sciences of Belarus, 2015–2019

Проанализировав погодные условия за период от появления первых признаков септориоза в посевах сортов до периода ранней – мягкой восковой спелости зерна была выявлена прямая линейная зависимость между степенью поражения септориозом листьев и суммой выпавших осадков ($R^2 = 0,81$) (рис. 2).

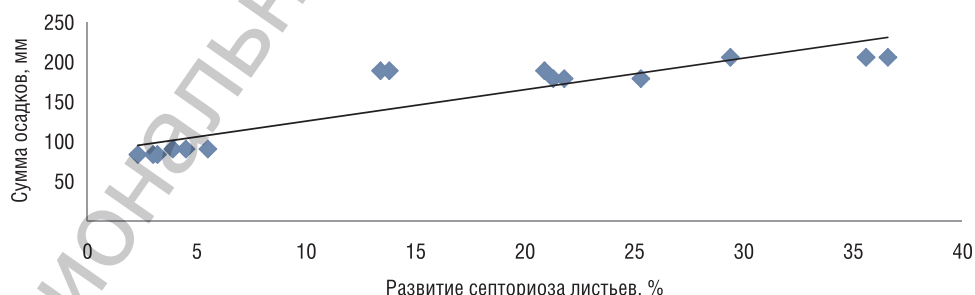


Рис. 2. Влияние суммы осадков на развитие септориоза листьев тритикале. Институт защиты растений Национальной академии наук Беларуси, 2015–2019 гг.

Fig. 2. Effect of total precipitation on severity of triticale septoria leaf blotch. Institute for plant protection of the National Academy of Sciences of Belarus, 2015–2019

На основании показателя ПКРБ, который наиболее полно отражает степень нарастания септориоза листьев в течение вегетации, выявлено, что в 2015–2017, 2019 гг. сорта незначительно отличались между собой по поражаемости. Однако в наиболее благоприятный для развития

Таблица 1. ПКРБ септориоза листьев в посевах сортов ярового тритикале. Институт защиты растений Национальной академии наук Беларуси, 2015–2019 гг., усл. ед.

Table 1. Area under the disease progress curve (AUDPC) value for septoria leaf blotch

Сорт ярового тритикале	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.
Узор	35,3	227,5	209,5	302,9	55,4
Дублет	25,9	172,1	215,7	273,8	55,7
Садко	26,4	171,4	231,6	213,5	54,0
НСР ₀₅	11,9	71,2	46,6	57,1	22,5

болезни 2018 г. ПКРБ на яровом тритикале сорта Садко была ниже, чем на сортах Узор и Дублет (табл. 1).

Максимальная степень поражения сортов ярового тритикале септориозом колоса на протяжении всех лет исследований к концу вегетации варьировала от 0,5 до 22,7 % в зависимости от года (рис. 3). В годы, характеризующиеся избытком осадков в июле (2017–2018 гг.), развитие болезни в посевах сортов достигло 13,0–22,7 %, а в другие не превысило 4,0 %.

Установлена прямая линейная зависимость между развитием септориоза колоса в посевах сортов ярового тритикале и количеством осадков за период от начала колошения до периода ранней – мягкой восковой спелости зерна ($R^2 = 0,59$) (рис. 4).

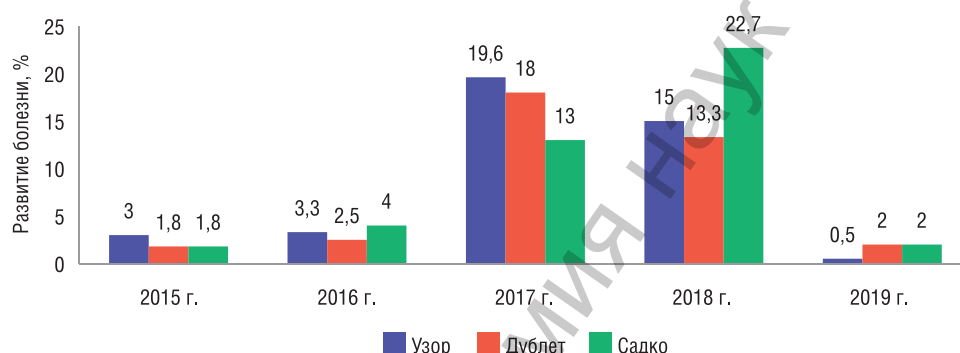


Рис. 3. Развитие септориоза колоса в посевах сортов ярового тритикале в период ранней – мягкой восковой спелости зерна. Институт защиты растений Национальной академии наук Беларуси, 2015–2019 гг.

Fig. 3. Severity of septoria head blotch of spring triticale varieties during early – soft middle dough stage of grain. Institute for plant protection of the National Academy of Sciences of Belarus, 2015–2019

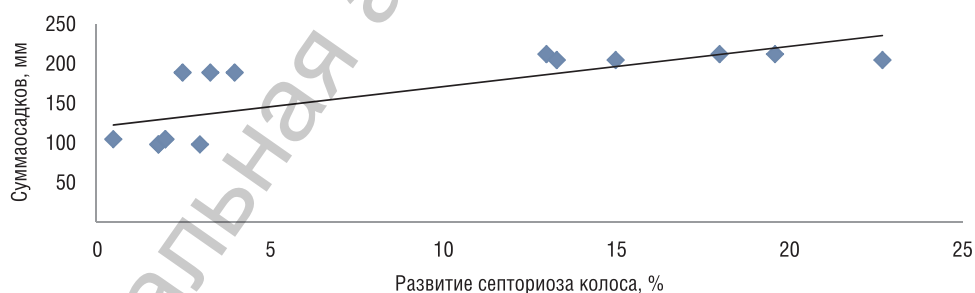


Рис. 4. Влияние суммы осадков на развитие септориоза колоса ярового тритикале. Институт защиты растений Национальной академии наук Беларуси, 2015–2019 гг.

Fig. 4. Effect of total precipitation on severity of triticale septoria head blotch. Institute for plant protection of the National Academy of Sciences of Belarus, 2015–2019

Установлена прямая линейная зависимость между развитием септориоза листьев и степенью поражения септориозом колоса. При этом наиболее тесная связь была на сортах Садко и Дублет, на что указывают коэффициенты детерминации $R^2 = 0,91$ и $0,70$ соответственно. Несколько меньшая зависимость установлена на сорте Узор – $R^2 = 0,50$.

Гриб *P. nodorum* является единственным возбудителем септориоза колоса в отличие от септориоза листьев, который может быть вызван несколькими грибами. В 2018–2019 гг. нами были проведены исследования по изучению видового состава септориоза листьев, вследствие чего были выявлены три вида – *P. nodorum*, *P. avenae* f. sp. *triticae* и *Z. tritici*, частота встречаемости

которых варьировала в зависимости от сорта, стадии развития растений и года исследований. Частота встречаемости гриба *P. nodorum* в посевах сортов ярового тритикале в период конец цветения – содержание зерна водянистое (ст. 69–71) достигала 99,2 %, в период ранней – мягкой восковой спелости (ст. 83–85) – до 88,9 %, а гриба *P. avenae* f. sp. *triticae* – до 58,6 и 57,1 % соответственно, что свидетельствует о доминировании первого на протяжении всего периода наблюдений (рис. 5). Гриб *Z. tritici* был отмечен лишь на сорте Узор в 2019 г. в ст. 83–85 (1,2 %).

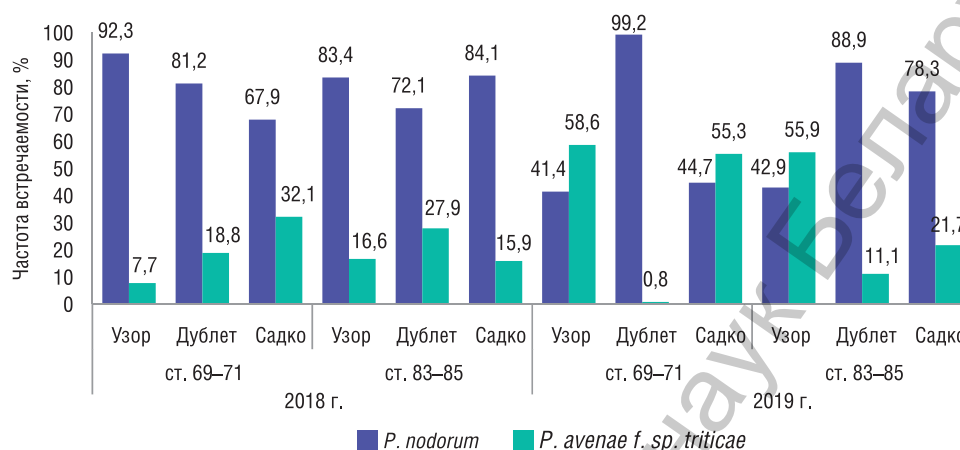


Рис. 5. Частота встречаемости грибов – возбудителей септориоза листьев на сортах ярового тритикале. Институт защиты растений Национальной академии наук Беларуси, 2018–2019 гг.

Fig. 5. Frequency of occurrence of pathogens of septoria leaf blotch on varieties of spring triticale. Institute for plant protection of the National Academy of Sciences of Belarus, 2018, 2019

На протяжении двух лет исследований на сорте Дублет к концу вегетации ярового тритикале (ст. 83–85) наблюдалось увеличение, а на сорте Садко – снижение частоты встречаемости гриба *P. avenae* f. sp. *triticae*. В 2019 г. в посевах сорта Узор доля гриба *P. avenae* f. sp. *triticae* в течение всего периода исследований была на уровне гриба *P. nodorum* – 55,9–58,6 и 42,9–44,7 % соответственно. Таким образом, к основным возбудителям септориоза листьев ярового тритикале относятся грибы *P. nodorum* и *P. avenae* f. sp. *triticae*, однако доминирующее положение в комплексе грибов, вызывающих болезнь, принадлежит первому.

Появление септориоза листьев в посевах сортов ярового тритикале во второй половине вегетации культуры связано с особенностями патологического процесса грибов-возбудителей *P. nodorum* и *P. avenae* f. sp. *triticae*, у которых, как считают многие авторы, имеется онтогенетическая приуроченность к стадии развития зерновой культуры. Заражение этими грибами происходит лучше в более поздние стадии из-за большей восприимчивости растений [24–26] и зависимости развития патогена от продолжительности светлого времени суток и более высокой солнечной активности в летний период на момент созревания растений [27, 28]. Последнее, по мнению авторов, связано с зависимостью спорулирующей активности грибов *P. nodorum* и *P. avenae* f. sp. *triticae* от ультрафиолетового излучения [27].

Способность патогенов прорасти и заражать растения в течение короткого периода увлажнения, за счет промежутка времени выпадения росы, приводит к появлению болезни даже при дефиците осадков [6], чем можно объяснить появление первых признаков болезни даже в периоды нечастых дождей. Однако распространение спор невозможно без наличия дождей. При попадании дождевых брызг пикноспоры переносятся выше – на другие яруса листьев и колос. Особенно интенсивно распространению спор способствуют дожди с сильным ветром [15]. Поэтому на развитие болезни значительное влияние оказывают осадки, что подтверждают полученные нами прямые линейные корреляции ($R^2 = 0,81$) развития септориоза листьев от суммы осадков за период от появления первых признаков до конца вегетации и развития септориоза колоса ($R^2 = 0,59$) от суммы осадков за период начала колошения – конец вегетации.

Тесные зависимости развития септориоза между колосом и листьями на сортах Дублет и Садко связаны с доминированием в патогенном комплексе гриба *P. nodorum*, пикноспоры которого

способны распространяться на высоту до полутора метра [29]. Отмечена несколько меньшая зависимость развития септориоза на колосе от развития на листьях, которая наблюдалась на сорте Узор, что по мнению некоторых ученых может быть связано с различной генетикой устойчивости, так как не всегда наблюдается поражение колоса при интенсивном развитии болезни на листьях [30]. Таким образом, при развитии септориоза листьев тритикале следует ожидать высокого развития заболевания колоса, что следует учесть при планировании фунгицидных обработок.

Выводы

1. Развитие септориоза листьев в посевах сортов ярового тритикале на листовом аппарате к концу вегетации составляло от 2,3–3,0 % (2015 г.) до 29,4–36,6 % (2018 г.). На основании расчета площади под кривой развития болезни не установлено значительного различия по поражаемости септориозом листьев между сортами, за исключением 2018 г., когда показатель на сорте Садко был ниже, чем на сортах Узор и Дублет. Степень поражения септориозом колоса к концу вегетации в 2015–2016 и 2019 гг. составила от 0,5 до 4,0 %, в 2017–2018 гг. – 13,0–22,7 %.

2. Первые признаки септориоза листьев ярового тритикале были отмечены в стадии лигулы – середине цветения. Основным фактором, влияющим на степень поражения сортов ярового тритикале болезнью к концу вегетации, являются осадки: от появления первых признаков – в отношении септориоза листьев ($R^2 = 0,81$) и с периода начала колошения в отношении септориоза колоса ($R^2 = 0,59$). На степень поражения колоса септориозом оказывает влияние его развития на листовом аппарате, на что указывает тесная регрессионная зависимость на сортах Узор ($R^2 = 0,50$), Дублет ($R^2 = 0,70$), Садко ($R^2 = 0,91$).

3. Установлено, что основными возбудителями септориоза листьев ярового тритикале являются грибы *P. nodorum* и *P. avenae* f. sp. *triticae*. Частота встречаемости гриба *P. nodorum* в период завершения цветения – содержание зерна водянистое в зависимости от сорта и года исследования варьировала от 41,4 до 99,2 %, гриба *P. avenae* f. sp. *triticae* – от 0,8 до 58,6 %. К периоду ранней – мягкой восковой спелости зерна доля первого составляла от 42,9–88,9, второго – 11,1–55,9 %. Поражение грибом *Z. tritici* было отмечено только на сорте Узор к концу вегетации культуры (ст. 83–85) – до 1,2 %.

Таким образом, полученные результаты исследований в полной мере отражают фитопатологическую обстановку в Республике Беларусь в посевах районированных сортов ярового тритикале в отношении септориоза, что послужит основанием для разработки системы защиты.

Список использованных источников

1. Батуро, С.А. Вредоносность и тенденции развития болезней озимого тритикале в условиях Беларуси / С.А. Батуро, С.И. Гриб, В.Н. Буштевич // Стратегия и тактика экономически целесообразной адаптивной интенсификации земледелия : материалы междунар. науч.-практ. конф., Жодино, 1–2 июля 2004 г. : в 2 т. / Ин-т земледелия и селекции НАН Беларуси ; редкол.: М.А. Кадыров [и др.]. – Минск, 2004. – Т. 2 : Селекция и защита растений. – С. 102–108.
2. Цветкова, Н.А. Вредоносность септориоза колоса озимой пшеницы в Нечерноземье / Н.А. Цветкова, А.М. Симон // Микология и фитопатология. – 1994. – Т. 28, вып. 4. – С. 70–74.
3. Пыжикова, Г.В. Септориозы зерновых культур : обзор. информ. / Г.В. Пыжикова. – М. : ВНИИТЭИСХ, 1984. – 64 с.
4. Жук, Е.И. Вредоносность септориоза колоса яровой пшеницы / Е.И. Жук // Земляробства і ахова раслін. – 2010. – № 6. – С. 45–49.
5. Oettler, G. Genotypic variation for resistance to *Septoria nodorum* in triticales / G. Oettler, T. Schmid // Plant Breeding. – 2000. – Vol. 199, N 6. – P. 487–490. <https://doi.org/10.1046/j.1439-0523.2000.00519.x>
6. Торопова, Е.Ю. Эпифитотимологические основы систем защиты растений / Е.Ю. Торопова, Г.Я. Стецов, В.А. Чулкина ; ред. В.А. Чулкина. – Новосибирск : [б. и.], 2002. – 579 с.
7. King, J.E. Review of Septoria disease of wheat and barley / J.E. King, R.J. Cook, S.C. Melville // Annals of Appl. Biology. – 1983. – Vol. 103, N 2. – P. 345–373. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.1983.tb02773.x>
8. Arseniuk, E. Triticales biotic stresses – known and novel foes / E. Arseniuk, T. Goral // Triticales / ed. F. Eudes. – Cham, 2015. – Chap. 5. – P. 83–108. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-22551-7>
9. Зеленева, Ю.В. Встречаемость видов септориоза на посевах зерновых колосовых культурах в Центрально-Черноземном регионе России / Ю.В. Зеленева, В.П. Судникова // Эпидемии болезней растений: мониторинг, прогноз, контроль : материалы междунар. конф., Большие Вяземы, Моск. обл., 13–17 нояб. 2017 г. / Всерос. науч.-исслед. ин-т фитопатологии. – Большие Вяземы, 2017. – С. 92–98.
10. Буштевич, В.Н. Видовой состав возбудителей септориоза тритикале в Республике Беларусь и характеристика свойств моноспорных изолятов *Septoria nodorum* Berk. / В.Н. Буштевич // Земледелие и растениеводство : сб. науч. тр. / Белорус. науч.-исслед. ин-т земледелия и кормов. – Минск, 2000. – Вып. 37. – С. 73–78.

11. Occurrence of *Septoria tritici* blotch (*Zymoseptoria tritici*) disease on durum wheat, triticale, and bread wheat in Northern Tunisia / R. B. H. Chedli [et al.] // Chilean J. of Agr. Research. – 2018. – Vol. 78, N 4. – P. 559–568. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-58392018000400559>
12. Фитопатологическая ситуация в посевах зерновых культур на территории Республики Беларусь / А. Г. Жуковский [и др.] // Земледелие и защита растений. – 2017. – № 2. – С. 9–12.
13. *Pojmaj, M. S.* Investigation on the resistance of winter triticale to *Stagonospora nodorum* (Berk.) under artificial and natural condition / M. S. Pojmaj, R. Pojmaj // Proceedings of the 4th International triticale symposium, July 26–31, 1998 / ed.: P. Juskiw, C. Dyson; Intern. Triticale Assoc. – Red Deer, 1998. – Vol. 2. – P. 227–230.
14. *Wos, H.* Cross pathogenicity of *Phacospaeria nodorum* to triticale and wheat / H. Wos, W. Mackowiak // Roczn. Nauk Rol. Ser. E, Ochrona Roslin. – 1994. – T. 23, z. 1/2. – S. 27–33.
15. Буга, С. Ф. Теоретические и практические основы химической защиты зерновых культур от болезней в Беларуси / С. Ф. Буга; Ин-т защиты растений Нац. акад. наук Беларуси. – Невиж: Несвиж. укрупн. тип. им. С. Будного, 2013. – 240 с.
16. *Kolomiets, S.* Populations of *Septoria* spp. affecting winter wheat in the forest-steppe zone of the Ukraine / S. Kolomiets // *Septoria and stagonospora diseases of cereals: a compilation of global research: proc. of the 5th Intern. Septoria Workshop, Mexico, Sept. 20–24, 1999 / Intern. Maize and Wheat Improvement Center (CIMMYT); ed.: M. van Ginkel, A. McNab, J. Krupinsky. – Mexico, 1999. – P. 32–33.*
17. Кобыльский, Г. И. Физиологические особенности мутантов гриба *Septoria nodorum* Berk. и их роль в адаптации патогена к условиям существования / Г. И. Кобыльский // С.-х. биология. Сер. Биология растений. – 2001. – № 5. – С. 95–100.
18. Пыжикова, Г. В. О некоторых особенностях развития основных возбудителей септориоза пшеницы / Г. В. Пыжикова // С.-х. биология. – 1985. – № 8. – С. 69–71.
19. The septoria diseases of wheat: concepts and methods of disease management / Z. Eyal [et al.] / Intern. Maize and Wheat Improvement Center. – Mexico: CIMMYT, 1987. – 52 p.
20. *Johnson, T.* A form of *Leptosphaeria avenaria* on wheat in Canada / T. Johnson // Canad. J. of Research. Sect. C. – 1947. – Vol. 25, N 6. – P. 259–270. <https://doi.org/10.1139/cjr47c-023>
21. *Shearer, B. L.* Relative prevalence of *Septoria avenaria* f. sp. *triticea*, *Septoria nodorum* and *Septoria tritici* on spring wheat in Minnesota / B. L. Shearer, L. Calpouzos // Plant Disease Reporter. – 1973. – Vol. 57, N 2. – P. 99–103.
22. Санина, А. А. Биологические особенности *Septoria avenae* Frank f. sp. *triticea* Johns. – возбудителя септориоза пшеницы / А. А. Санина, Е. В. Пахолкова // Первая Всероссийская конференция по иммунитету растений к болезням и вредителям: науч. материалы, посвящ. 300-летию Санкт-Петербурга, Павловск, Пушкин, 2–8 июля 2002 г. / Всерос. науч.-исслед. ин-т защиты растений; под ред. В. А. Павлюшина. – СПб., 2002. – С. 114–115.
23. Методы селекции и оценки устойчивости пшеницы и ячменя к болезням в странах-членах СЭВ / Л. Т. Бабаянц [и др.]; Науч.-исслед. ин-т растениеводства (Прага-Рузыне). – Прага: [б. и.], 1988. – 321 с.
24. *Wainshilbaum, S. J.* Effect of temperature and growth stage of wheat on development of leaf and glume blotch caused by *Septoria tritici* and *S. nodorum* / S. J. Wainshilbaum, P. E. Lipps // Plant Disease. – 1991. – Vol. 75, N 10. – P. 993–998. <https://doi.org/10.1094/PD-75-0993>
25. *Holmes, S. J. I.* Infection of wheat by *Septoria nodorum* and *Septoria tritici* in relation to plant age, air temperature and relative humidity / S. J. I. Holmes, J. Colhoun // Trans. of the Brit. Mycological Soc. – 1974. – Vol. 63, N 2. – P. 329–338. [https://doi.org/10.1016/S0007-1536\(74\)80178-6](https://doi.org/10.1016/S0007-1536(74)80178-6)
26. *Cooke, B. M.* The epidemiology of *Septoria tritici* and *S. nodorum*: II. Comparative studies of head infection by *Septoria tritici* and *S. nodorum* on spring wheat / B. M. Cooke, D. G. Jones // Trans. of the Brit. Mycological Soc. – 1970. – Vol. 54, N 3. – P. 395–404. [https://doi.org/10.1016/S0007-1536\(70\)80154-1](https://doi.org/10.1016/S0007-1536(70)80154-1)
27. Пахолкова, Е. В. Влияние биотических и абиотических факторов на формирование структуры популяций возбудителей септориоза пшеницы в различных районах РФ / Е. В. Пахолкова, Н. Н. Сальникова, Н. А. Куркова // Современные системы и методы фитосанитарной экспертизы и управления защитой растений: материалы Междунар. конф., Большие Вяземы, Моск. обл., 24–27 нояб. 2015 г. / Всерос. науч.-исслед. ин-т фитопатологии. – Большие Вяземы, 2015. – С. 266–271.
28. *Hogenson, R. O.* Sexual reproduction in *Leptosphaeria avenaria* f. sp. *triticea* induced by wave lengths of light greater than 560 mμ / R. O. Hogenson, R. M. Hosford // Mycologia. – 1971. – Vol. 63, N 5. – P. 958–963. <https://doi.org/10.1080/000275514.1971.12019190>
29. Дерова, Т. Г. Распространение септориозных пятнистостей в Ростовской области / Т. Г. Дерова, Н. В. Шишкин, В. Е. Жукова // Защита и карантин растений. – 2015. – № 4. – С. 29–30.
30. Торопова, Е. Ю. Эпифитотический процесс септориоза на сортах яровой пшеницы / Е. Ю. Торопова, О. А. Казакова, В. В. Пискарев // Вавил. журн. генетики и селекции. – 2020. – Т. 24, № 2. – P. 139–148. <https://doi.org/10.18699/VJ20.609>

References

1. Baturo S. A., Grib S. I., Bushtevich V. N. Harmfulness and development trends of winter triticale diseases in the conditions of Belarus. *Strategiya i taktika ekonomicheskoi tselesoobraznoi adaptivnoi intensifikatsii zemledeliya: materialy mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, Zhodino, 1-2 iyulya 2004 g.* [Strategy and tactics of economically expedient adaptive intensification of agriculture: proceedings of the international scientific-practical conference, Zhodino, July 1-2, 2004]. Minsk, 2004, vol. 2, pp. 102-108 (in Russian).
2. Tsvetkova N. A., Simon A. M. Harmfulness of *Stagonospora nodorum* blotch of winter wheat ears in the Non-Black Earth Region. *Mikologiya i fitopatologiya = Mycology and Phytopathology*, 1994, vol. 28, iss. 4, pp. 70-74 (in Russian).

3. Pyzhikova G. V. *Septoria diseases of grain crops*. Moscow, All-Union Scientific Research Institute of Information and Technical and Economic Research in Agriculture, 1984. 64 p. (in Russian).
4. Zhuk, E. I. Spring wheat Septoria ear spot disease harmfulness. *Zemlyarobstva i akhova raslin* [Agriculture and Plant Protection], 2010, no. 6, pp. 45-49 (in Russian).
5. Oettler G., Schmid T. Genotypic variation for resistance to Septoria nodorum in triticales. *Plant Breeding*, 2000, vol. 199, no. 6, pp. 487-490. <https://doi.org/10.1046/j.1439-0523.2000.00519.x>
6. Toropova E. Yu., Stetsov G. Ya., Chulкина V. A. *Epiphytological bases of plant protection systems*. Novosibirsk, 2002. 579 p. (in Russian).
7. King J. E., Cook R. J., Melville S. C. Review of Septoria disease of wheat and barley. *Annals of Applied Biology*, 1983, vol. 103, no. 2, pp. 345-373. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.1983.tb02773.x>
8. Arseniuk E., Goral T. Triticale biotic stresses - known and novel foes. *Triticale*, ed. F. Eudes. Cham, 2015, chap. 5, pp. 83-108. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-22551-7>
9. Zeleneva Yu. V., Sudnikova V. P. Occurrence of Septoria species on cereals in the Central Chernozem region of Russia. *Epidemii boleznei rastenii: monitoring, prognoz, kontrol': materialy Mezhdunarodnoi konferentsii, Bol'shie Vyazemy, Moskovskoi oblasti, 13-17 noyabrya 2017 g.* [Epidemics of plant diseases: monitoring, prognosis, control: proceedings of the International conference, Bolshie Vyazemy, Moscow Region, November 13–17, 2017]. Bolshie Vyazemy, 2017, pp. 92-98 (in Russian).
10. Bushtevich V. N. Species composition of pathogens of triticales Septoria in the Republic of Belarus and characteristics of the properties of monosporous isolates of Septoria nodorum Berk. *Zemledelie i rastenievodstvo: sbornik nauchnykh trudov* [Agriculture and plant growing: a collection of scientific papers]. Minsk, 2000, iss. 37, pp. 73-78 (in Russian).
11. Chedli R. B. H., M'Barek S. B., Yahyaoui A., Kehel Z., Rezgui S. Occurrence of Septoria tritici blotch (Zymoseptoria tritici) disease on durum wheat, triticales, and bread wheat in Northern Tunisia. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 2018, vol. 78, no. 4, pp. 559-568. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-58392018000400559>
12. Zhukovskii A. G., Buga S. F., Krupen'ko N. A., Zhuk E. I., Radyna A. A., Poplavskaya N. G. (et al.). Phytopathological situation in grain crops on the territory of the Republic of Belarus. *Zemledelie i zashchita rastenii = Agriculture and Plant Protection*, 2017, no. 2, pp. 9-12 (in Russian).
13. Pojmaj M. S., Pojmaj R. Investigation on the resistance of winter triticales to Stagonospora nodorum (Berk.) under artificial and natural condition. *Proceedings of the 4th International triticales symposium, July 26-31, 1998*. Red Deer, 1998, vol. 2, pp. 227-230.
14. Wos H., Mackowiak W. Cross pathogenicity of Phacospaeria nodorum to triticales and wheat. *Roczniki Nauk Rolniczych. Seria E - Ochrona Roslin = Annals of Agricultural Sciences. Serie E - Plant Protection*, 1994, vol. 23, no. 1/2, pp. 27-33.
15. Buga S. F. *Theoretical and practical bases of chemical protection of grain crops against diseases in Belarus*. Nevizh, Nesvizh enlarged printing house named after S. Budny, 2013. 240 p. (in Russian).
16. Kolomiets S. Populations of Septoria spp. affecting winter wheat in the forest-steppe zone of the Ukraine. *Septoria and stagonospora diseases of cereals: a compilation of global research: proceedings of the fifth International Septoria Workshop, Mexico, September 20-24, 1999*. Mexico, 1999, pp. 32-33.
17. Kobyl'skii G. I. Physiological features of mutants of the fungus Septoria nodorum Berk. and their role in the adaptation of the pathogen to the conditions of existence. *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya = Agricultural Biology*, 2001, no. 5, pp. 95-100 (in Russian).
18. Pyzhikova G. V. On some features of the development of the main causative agents of Septoria diseases of wheat. *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya = Agricultural Biology*, 1985, no. 8, pp. 69-71 (in Russian).
19. Eyal Z., Scharen A. L., Prescott J. M., Van Ginkel M. *The septoria diseases of wheat: concepts and methods of disease management*. Mexico, CIMMYT, 1987. 52 p.
20. Johnson T. A form of Leptosphaeria avenaria on wheat in Canada. *Canadian Journal of Research. Section C*, 1947, vol. 25, no. 6, pp. 259-270. <https://doi.org/10.1139/cjr47c-023>
21. Shearer B. L., Calpouzos L. Relative prevalence of Septoria avenaria f. sp. triticea, Septoria nodorum and Septoria tritici on spring wheat in Minnesota. *Plant Disease Reporter*, 1973, vol. 57, no. 2, pp. 99-103.
22. Sanina A. A., Pakholkova E. V. Biological features of Septoria avenae Frank f. sp. triticea Johns - a causative agent of wheat Septoria. *Pervaya Vserossiiskaya konferentsiya po immunitetu rastenii k boleznyam i vreditelyam* [First All-Russian conference on plant immunity to diseases and pests]. St. Petersburg, 2002, pp. 114-115 (in Russian).
23. Babayants L. T., Meshterkhazi A., Vekhter F. (et al.). *Methods for breeding and assessing the resistance of wheat and barley to diseases in the CMEA member countries*. Prague, 1988. 321 p.
24. Wainshilbaum S. J., Lipps P. E. Effect of temperature and growth stage of wheat on development of leaf and glume blotch caused by Septoria tritici and S. Nodorum. *Plant Disease*, 1991, vol. 75, no. 10, pp. 993-998. <https://doi.org/10.1094/PD-75-0993>
25. Holmes S. J. I., Colhoun J. Infection of wheat by Septoria nodorum and Septoria tritici in relation to plant age, air temperature and relative humidity. *Transactions of the British Mycological Society*, 1974, vol. 63, no. 2, pp. 329-338. [https://doi.org/10.1016/S0007-1536\(74\)80178-6](https://doi.org/10.1016/S0007-1536(74)80178-6)
26. Cooke B. M., Jones D. G. The epidemiology of Septoria tritici and S. nodorum: II. Comparative studies of head infection by Septoria tritici and S. nodorum on spring wheat. *Transactions of the British Mycological Society*, 1970, vol. 54, no. 3, pp. 395-404. [https://doi.org/10.1016/S0007-1536\(70\)80154-1](https://doi.org/10.1016/S0007-1536(70)80154-1)
27. Pakholkova E. V., Sal'nikova N. N., Kurkova N. A. Effect of biotic and abiotic factors on the formation of population structure of Septorioses agents of wheat in different regions of Russia. *Sovremennye sistemy i metody fitosanitarnoi ek-*

spertizy i upravleniya zashchitoi rastenii: materialy Mezhdunarodnoi konferentsii, Bol'shie Vyazemy, Moskovskaya oblast', 24-27 noyabrya 2015 g. [Phytosanitary expertise and plant protection management: modern systems and methods: proceedings of the international conference, Bolshiye Vyazemy, Moscow Region, November 24-27, 2015]. Bolshiye Vyazemy, 2015, pp. 266-271 (in Russian).

28. Hogenson R. O., Hosford R. M. Sexual reproduction in *Leptosphaeria avenaria* f. sp. *triticea* induced by wave lengths of light greater than 560 mμ. *Mycologia*, 1971, vol. 63, no. 5, pp. 958-963. <https://doi.org/10.1080/00275514.1971.12019190>

29. Derova T. G., Shishkin N. V., Zhukova V. E. Spread of rusty spottiness of winter wheat in Rostov region. *Zashchita i karantin rastenii* [Plant Protection and Quarantine], 2015, no. 4, pp. 29-30 (in Russian).

30. Toropova E. Yu., Kazakova O. A., Piskarev V. V. Septoria blotch epidemic process on spring wheat varieties. *Vavilovskii zhurnal genetiki i seleksii* = *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*, 2020, vol. 24, no. 2, pp. 139-148. <https://doi.org/10.18699/VJ20.609>

Информация об авторах

Радивон Вероника Алексеевна – научный сотрудник лаборатории фитопатологии, Институт защиты растений, Национальная академия наук Беларуси (ул. Мира, 2, 223011 аг. Прилуки, Минский район, Минская область, Беларусь). E-mail: v.radivon@mail.ru, orcid: 0000-0002-8164-8188

Жуковский Александр Геннадьевич – кандидат с.-х. наук, доцент, заместитель директора по науке, Институт защиты растений, Национальная академия наук Беларуси (ул. Мира, 2, 223011 аг. Прилуки, Минский район, Минская область, Беларусь). E-mail: zhukow_a@mail.ru

Information about the authors

Veronika A. Radivon - Institute of Plant Protection, the National Academy of Sciences of Belarus (2 Mira Str., Priluki agrotown, Minsk District, Minsk Region 223011, Republic of Belarus). E-mail: v.radivon@mail.ru, orcid: 0000-0002-8164-8188

Alexander G. Zhukovsky - Ph.D. (Agriculture), Associate Professor, Institute of Plant Protection, the National Academy of Sciences of Belarus (2 Mira Str., Priluki agrotown, Minsk District, Minsk Region 223011, Republic of Belarus). E-mail: zhukow_a@mail.ru, orcid: 0000-0002-4788-9308