

ISSN 1817–7204(print)
УДК 633.1:632.488(476)

Поступила в редакцию 10.11.2016
Received 10.11.2016

Н. А. Крупенько, Е. И. Жук, С. Ф. Буга, А. Г. Жуковский

Институт защиты растений, Национальная академия наук Беларуси, аг. Прилуки, Минский р-н, Беларусь

СЕПТОРИОЗЫ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР И ИХ ВРЕДНОСНОСТЬ

Аннотация: В настоящее время во многих странах мира, в том числе и в Республике Беларусь, в посевах озимой и яровой пшеницы, озимого тритикале получил широкое распространение септориоз. Септориоз зерновых культур вызывается несколькими видами возбудителей: на листьях в посевах изучаемых культур болезнь вызывается в основном гриб *Septoria tritici* Desm., а начиная с фазы колошения – *Stagonospora nodorum* (Berk.) E. Castell. & Germano. Развитие септориоза листьев зависит от гидротермических условий вегетационного сезона и сортовых особенностей. Анализ поражаемости зерновых культур септориозом за последние 20 лет свидетельствует о существенных изменениях в формировании фитопатологического состояния посевов. Например, в посевах озимой и яровой пшеницы развитие комплекса болезней листового аппарата, при доминировании септориоза, достигало максимума в вегетационные сезоны 2006–2010 гг. по сравнению с таковыми других пятилеток, когда средний индекс развития болезней достигал 34,3 % с отклонениями от 22,4 до 55,9 % и 40,9 % с колебаниями от 31,0 до 75,1 % соответственно. В последние годы (2011–2015 гг.) развитие болезни в посевах этих культур понизилось до 15,7 % (4,3–40,5 %) и 32,2 % (0,2–73,0 %). В посевах озимого тритикале более высокая степень поражения листьев комплексом болезней (38,8 %) отмечалась в условиях 2001–2005 гг. при колебании этого показателя в пределах 14,9–72,5 %, тогда как в 1996–2000 гг. (самое низкое развитие) в среднем 11,3 % с отклонениями от 1,6 до 20,0 %. В развитии септориоза колоса озимой пшеницы наблюдается тенденция снижения степени поражения с 36,7 % (2001–2005 гг.) до 19,7 % (2011–2015 гг.), озимого тритикале, наоборот, роста в эти периоды от 26,3 до 36,3 %. Колос яровой пшеницы интенсивнее поражался во все годы наблюдений септориозом: в 2001–2005 гг. – 34,8 %, 2006–2010 гг. – 62,3 %, 2011–2015 гг. – 44,7 %.

Ключевые слова: септориоз листьев, септориоз колоса, озимая пшеница, озимое тритикале, яровая пшеница, развитие болезни, вредность

Для цитирования: Септориозы зерновых культур и их вредность / Н. А. Крупенько, Е. И. Жук, С. Ф. Буга, А. Г. Жуковский // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2017. – №4. – С. 66–75.

N. A. Krupenko, E. I. Zhuk, S. F. Buga, A. G. Zhukovsky

The Institute of Plant Protection, the National Academy of Sciences of Belarus, ag. Priluki, Minsk District, Belarus

SEPTORIA ON CEREALS AND ITS HARMFUL EFFECT

Abstract: Nowadays septoria has become widespread in many countries of the world, including in the Republic of Belarus, in winter and spring wheat crops and winter triticale. Septoria of cereal crops is caused by several types of pathogens: on leaves in the crops of studied cultures this disease is caused mainly by fungus *Septoria tritici* Desm., and since panicle phase – *Stagonospora nodorum* (Berk.) E. Castell. & Germano. Development of leaves septoria depends on hydrothermal conditions of growing season and varietal characteristics. Analysis of cereal crops damage by septoria over the last 20 years indicates significant changes in phytopathological state of crops. For instance, in winter and spring wheat crops, the development of a complex of diseases of the leaf apparatus, with the dominance of septoria, reached its maximum in the vegetation seasons of 2006–2010 compared with those of other five-year periods, when the average index of disease development reached 34.3 % with deviations from 22.4 to 55.9 % and 40.9 % with fluctuations from 31.0 to 75.1 %, respectively. In recent years (2011–2015), the development of the disease in the crops of these crops has decreased to 15.7 % (4.3–40.5 %) and 32.2 % (0.2–73.0 %). There was a higher damage degree of leaves with a complex of diseases in winter triticale crop (38.8 %) was recorded in conditions of 2001–2005 at fluctuation of this indicator within the range of 14.9–72.5 %, whereas in 1996–2000 (the lowest development) on average 11.3 % with deviations from 1.6 to 20.0 %. There is a tendency to damage degree reduction in winter wheat septoria development from 36.7 % (2001–2005) to 19.7 % (2011–2015), in winter triticale on the contrary, growth in these periods from 26.3 to 36.3 %. Head of spring wheat was more intensively damaged by septoria during all the years of observations – 34.8 % in 2001–2005, 62.3 % in 2006–2010, and 44.7 % in 2011–2015.

Keywords: Septoria tritici blotch, Stagonospora nodorum blotch, winter wheat, winter triticale, spring wheat, disease severity, harmful effect

For citation: Krupenko N. A., Zhuk E. I., Buga S. F., Zhukovsky A. G. Septoria on cereals and its harmful effect // *Vesti Natsyonal'nay akademii navuk Belarusi. Seryya agrarnykh navuk = Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Agrarian series*, 2017, no 4, pp. 66–75 (in Russian).

Введение. Зерновые культуры в Республике Беларусь занимают основные площади сельскохозяйственных угодий. Ежегодно в период вегетации отмечается широкое распространение комплекса болезней, возбудители которых могут поражать корни, листья, колос. В настоящее время во многих странах мира и в нашей республике в посевах озимой и яровой пшеницы, озимого тритикале получил широкое распространение септориоз [1–5]. Способствуют развитию болезни особенности современных технологий возделывания культур: увеличение площадей под зерновыми, распространение короткостебельных сортов, отличающихся повышенной восприимчивостью к возбудителям болезней, минимальная обработка почвы, способствующая сохранению и накоплению инфекции, отсутствие устойчивых сортов, изменения погодных условий в сторону, благоприятную для развития патогенов, и др. На листьях озимой и яровой пшениц, озимого тритикале кроме септориоза встречаются мучнистая роса, бурая и желтая ржавчина, аскохитоз, на тритикале – дополнительно ринхоспориоз. На колосе зерновых отмечается септориоз и фузариоз.

Цель работы – изучение септориоза зерновых культур как доминирующей болезни листового аппарата и колоса.

Материалы и методы исследования. Изучение распространенности и развития болезней в посевах пшениц озимой и яровой, озимого тритикале осуществлялось путем маршрутных обследований в период их вегетации в полевых, производственных опытах и хозяйствах республики. Развитие болезней рассчитывали по общепринятым в фитопатологии формулам¹. Динамику лёта спор грибов – возбудителей болезней определяли с помощью спороловущек типа ПЛС-71, которые устанавливали в посевах зерновых культур на разной высоте с начала вегетации культур². Для определения основных источников и способов сохранения инфекции возбудителей септориоза проводили специальные лабораторно-полевые исследования. В конце восковой спелости отбирали пораженные болезнью листья, стебли, колосья, формировали образцы и закладывали на хранение согласно схеме опытов со II декады октября по I декаду апреля. Стадии развития растений приведены в соответствии с десятичным кодом ВВСН³. Количество накопленных градусо-дней для выявления гидротермических условий, благоприятных для развития септориоза, вычисляли по специальной формуле⁴.

Идентификацию видов проводили на основании микро- и макроморфологическим признакам, согласно определителям, составленным Н. М. Пидопличко, а также W. Gerlach и Н. Nirenberg⁵.

Результаты и их обсуждение. Септориоз зерновых культур вызывается несколькими видами возбудителей. На листьях в посевах изучаемых культур болезнь вызывает в основном гриб *Septoria tritici* Desm., а начиная с фазы колошения – *Stagonospora nodorum* (Berk.) E. Castell. & Germano. Согласно современному систематическому положению, гриб *S. tritici* (анаморфа) принадлежит к отдельному р. *Zymoseptoria* и называется *Zymoseptoria tritici* (Desm.) Quaedvling and Crous и относится к царству *Fungi*, отделу *Ascomycota*, р. *Zymoseptoria*. Гриб *St. nodorum* (анаморфа), доминирующий, прежде всего на колосе, затем поражающий листья и стебель, отнесен к р. *Parastagonospora*, сем. *Phaeosphaeriaceae*, порядку *Pleosporales*, подклассу *Pleosporomycetidae*, кл. *Dothideomycetes*⁶. В статье использована прежняя классификация возбудителей септориоза.

¹ 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 ; ред. С. Ф. Буга. – Несвиж, 2007. – С. 61–101.

² Методические указания по определению заспоренности воздуха и посевов спорами фитотрофы и ржавчины / М-во сел. хоз-ва СССР ; сост.: А. В. Иванченко [и др.]. – М. : Колос, 1977. – 30 с.

³ Пригге Г., Герхард М., Хабермайер И. Грибные болезни зерновых культур / под ред. Ю. М. Стройкова. – Лимбург-ерхов : Ландвиртшафтсферлаг, 2004. – 183 с.

⁴ Growing degree-day [Electronic resource] // Wikipedia. – Mode of access: http://en.wikipedia.org/wiki/Growing_degree-day. – Date of access: 02.12.2014.

⁵ Пидопличко Н. М. Грибы – паразиты культурных растений: определитель: в 3 т. – К.: Наук. думка, 1977. – Т. 2: Грибы несовершенные. – 300 с. ; Gerlach W., Nirenberg H. The genus *Fusarium* – a pictorial atlas / Berlin : Kommissionsverlag Parey, 1982. – Vol. 209. – 406 p.

⁶ *Parastagonospora nodorum* [Electronic resource] // MycoBank Database. – Mode of access: <http://www.mycobank.org/BioMICS.aspx?TableKey=1468261600000067&Rec=512017&Fields=All>. – Date of access: 05.11.2014.

Многолетними исследованиями установлено, что гриб *S. tritici* инфицирует растения, начиная со всходов, в течение всего вегетационного периода, поэтому обычно наблюдается рост степени поражения растений к концу сезона. Гриб *St. nodorum* поражает листья преимущественно начиная с колошения культур.

Первые признаки поражения грибом *S. tritici* обнаруживаются на нижних листьях всходов в виде мелких желтоватых пятен неправильной формы или бурых полос, которые затем могут увеличиваться. Со временем, при благоприятных погодных условиях, количество пятен возрастает, они сливаются между собой в продольном или поперечном направлениях, обуславливая засыхание листьев. На пораженных частях листа образуются пикниды как с верхней, так и нижней стороны. На стебле болезнь проявляется в виде беловатых расплывчатых пятен. В течение сезона гриб образует несколько генераций пикноспор. Формирование пикнид происходит при относительной влажности воздуха в пределах 35,0–100 %, однако их количество может существенно снижаться уже при влажности ниже 85,0 %. [6]. Выходу пикноспор из пикнид способствует чередование периодов повышенной и пониженной влажности и температура воздуха в пределах 16–25 °С. Заражение грибом *S. tritici* происходит в условиях продолжительного увлажнения листьев (48 ч и более). Оптимум температуры для этого составляет 18 °С, минимум – 5–15 °С. В искусственных условиях инокуляции пикноспора, попав в каплю дождя, начинает прорастать уже через 12–15 ч, а спустя 24 ч прорастает 85–90 % конидий. Ростковые трубки проникают через устьичную щель в ткань листа через 24–36 ч после искусственной инокуляции как при открытых, так и закрытых устьицах. Формирование пикнид происходит только в подустьичных пространствах листа через 10–12 сут после заражения [7]. Пикноспоры гриба *S. tritici* переносятся с нижних на верхние листья с помощью брызг дождя и при благоприятных условиях способны вызывать эпифитототии. Этот путь заражения наиболее характерен для периода удлинения стебля (трубкования) благодаря наиболее короткому расстоянию между нижними инфицированными листьями и новыми, развивающимися. В дальнейшем возможно горизонтальное распространение инфекции в верхних ярусах от растения к растению.

В жизненном цикле гриба *S. tritici* имеется сумчатая (телеоморфная) стадия *Mycosphaerella graminicola* (Fuckel) J. Schrot, которая в Беларуси была впервые обнаружена Н. А. Склименок (2015) в посевах озимой пшеницы [8]. Сумкоспоры могут образовываться в течение вегетации растений и служить источником распространения болезни. Они сохраняют жизнеспособность в течение 2 дней на свету или в течение 1–2 недель в тени после высвобождения из перитециев [9].

Начиная с колошения в посевах зерновых культур диагностируются признаки поражения листьев, вызываемые грибом *St. nodorum* (анаморфа). На листьях, листовых влагалищах, появляются мелкие, продолговатые коричневые пятна, вокруг которых образуется хлоротичное окаймление. На поверхности пятен формируются пикниды. Пораженные колосковые чешуи со временем окрашиваются в темно-бурый или шоколадный цвет со светлеющими пятнами, на которых появляются пикниды. Болезнь может переходить на зерновки, хотя они, как правило, не имеют внешних признаков поражения. Однако при их высеве болезнь может проявляться в образовании пораженного колеоптиле или основания первых листочков. Осадки и высокая относительная влажность способствуют выходу спор из пикнид в виде слизистых шнуров и заражению растений. Пикноспоры *St. nodorum* прорастают через 3–4 ч при наличии капельной влаги и температуре 20–24 °С. Они распространяются с каплями воды, вызывая заражение в течение всей вегетации. Развитие септориоза можно наблюдать даже в районах с выпадением недостаточного количества осадков, но с частыми обильными росами.

В конце сезона на пораженных листьях появляются псевдотеции сумчатой стадии гриба. Систематическое положение телеоморфы (сумчатой стадии) гриба – *Phaeosphaeria nodorum* (E. Muell.) Hedjar. (син. *Leptosphaeria nodorum* E. Muell.) следующее: семейство *Phaeosphaeriaceae*, порядок *Pleosporales*, подкласс *Pleosporomycetidae*, класс *Dothideomycetes*, отдел *Ascomycota*, царство *Fungi*⁷.

⁷ *Phaeosphaeria nodorum* [Electronic resource] // MycoBank Database. – Mode of access: <http://www.mycobank.org/MB/336201>. – Date of access: 05.11.2014.

Основная роль в передаче инфекции гриба *St. nodorum* принадлежит зараженным семенам, растительным остаткам и растениям, пораженным с осени. В период между вегетациями инфекция сохраняется в виде мицелия в пораженных растениях, пикнидах с пикноспорами и перитециях с сумками и сумкоспорами. Грибы *S. tritici* и *St. nodorum* в течение многих месяцев могут сохраняться на пожнивных остатках на поверхности почвы. Влияние глубины заделки зараженных семян и растительных остатков на сохранение грибов *S. tritici* и *St. nodorum* изучали Е.И. Жук и С.Ф. Буга в специальных опытах [10]. Пораженные семена, чешуя и остатки колоса, листья, стебли раскладывались на поверхности почвы и глубине 5, 10, 15 и 20 см. Микологический анализ, проведенный через 6 мес после извлечения пораженных растительных проб (закладка осуществлялась со II декады октября), показал, что пикноспоры грибов *S. tritici* и *St. nodorum* присутствовали на поверхности почвы и глубине 5 см на чешуе, остатках колоса, стеблях, семенах и листочках, которые образовались из проросших семян, находящихся в почве. Листья на поверхности почвы и в почве подверглись разложению и как источник инфекции не имели значения. Пикноспоры гриба *St. nodorum* встречались на глубине 10, 15 и 20 см на сохранившихся семенах, чешуе и остатках колоса. На пораженных стеблях, как показали исследования, гриб сохранялся на поверхности почвы и только на глубине 5 см. Следовательно, после перезимовки в пахотном слое почвы жизнеспособная инфекция гриба *St. nodorum* сохраняется лучше, чем гриба *S. tritici*, что согласуется с данными С.С. Санина [11] о том, что гриб *S. tritici* лучше сохраняется на живых растениях. С увеличением глубины заделки инфекции в почву жизнеспособность *St. nodorum* снижается с 82,3 % на поверхности почвы до 2,9 % на глубине 20 см. Таким образом, пораженные растительные остатки – чешуи, остатки колоса, стебли, находящиеся в осенне-зимний период на поверхности почвы и на глубине 5 см, являются источником инфекции гриба *St. nodorum*.

Вторичное заражение и распространение возбудителей болезней осуществляется с помощью аэрогенной инфекции, представленной в виде пикноспор (анаморф) и аскоспор (телеоморф). Распространение пропагул грибов осуществляется с помощью ветра, капель дождя, насекомых, человека. Скорость нарастания болезни зависит от исходного количества инфекции, устойчивости сорта и погодных условий, благоприятствующих развитию патологического процесса. Согласно исследованиям зарубежных ученых, количество спор на побег в период кущения 5×10^4 является пороговым и может обеспечить развитие эпифитотии при создании оптимальных для возбудителя условий [12]. В наших исследованиях в посевах яровой пшеницы максимальное количество пикноспор гриба *S. tritici* отмечалось на начальных этапах органогенеза культуры с постепенным их снижением к концу вегетации, тогда как в динамике численности гриба *St. nodorum*, наоборот, наблюдалась тенденция к постепенному росту с максимумом к концу вегетации [13].

В течение вегетации растений озимой пшеницы в динамике лета пикноспор отмечается 2 пика численности: в стадии образования 3–4 узлов (ст. 33–34) и середина – конец цветения (ст. 65–69). Пик лета сумкоспор отмечается в стадии середина – конец колошения [8].

Имеется прямая зависимость между численностью пикноспор в воздухе ($R^2 = 0,5978$), а также количеством дней с осадками свыше 1 мм ($R^2 = 0,5042$) и развитием септориоза. Динамика лета сумкоспор гриба *M. graminicola* зависит от количества дней с осадками свыше 1 мм с мая по июнь [8]. Это объясняется тем, что количество и интенсивность выпавших осадков обуславливают выход и распространение сумкоспор, а количество градусо-дней – скорость прохождения грибом стадий развития. Установлено, что первые симптомы поражения септориозом, обусловленные, как правило, инфицированием аскоспорами, отмечаются спустя 250 градусо-дней после появления всходов. А по истечении 330 градусо-дней распространенность болезни на первых листьях может достигать 100 %. Старые листья, как показали исследования, сильнее поражаются септориозом, следовательно, источник инфекции находится внизу растений и поэтому на нижнем ярусе растений наблюдается высокая численность пикноспор гриба *S. tritici* [14]. Исследования S. J. Wainshilbaum и P. E. Lipps [15], выявили, что на инфицирование растений озимой пшеницы грибом *S. tritici* большое влияние оказывают температура, тогда как грибом *St. nodorum* – стадия развития растения-хозяина.

Развитие септориоза листьев зависит от гидротермических условий вегетационного сезона и сортовых особенностей. Например, в посевах озимой пшеницы в условиях вегетационного сезона 2012 г. вследствие дефицита осадков в I и II декадах мая развитие септориоза листьев в этот период было низким. Однако затем количество выпавших осадков достигало 41,2 мм, что на фоне оптимальных для гриба-возбудителя болезни температур обусловило быстрое нарастание болезни. При этом к концу вегетации степень поражения септориозом достигала на сорте Сюита 16,1 %, тогда как на сорте Легенда – 5,2 %.

Динамика развития септориоза на этих же сортах в условиях вегетационного сезона 2013 г. выглядела иначе. На фоне благоприятных для нарастания болезни гидротермических условий более интенсивное ее развитие на протяжении учетов отмечено в посевах сорта Легенда.

В 2014 г. вплоть до I декады июня развитие септориоза было на депрессивном уровне. Обильное выпадение осадков в I декаде июня обусловило стремительное нарастание болезни. К концу вегетационного сезона степень поражения листового аппарата сорта Сюита составляла 47,8 %, сорта Легенда – 36,2 % (рис. 1).

Ретроспективный анализ, проведенный нами за последние 20 лет, свидетельствует о существенных изменениях в формировании фитопатологического состояния посевов. Например, в посевах озимой и яровой пшеницы развитие комплекса болезней листового аппарата, при доминировании септориоза, достигало максимума в вегетационные сезоны 2006–2010 гг. по сравнению с таковыми других пятилеток, когда средний индекс развития болезней достигал 34,3 % с отклонениями от 22,4 до 55,9 % и – 40,9 % с колебаниями от 31,0 до 75,1 % соответственно культурам. В последние годы (2011–2015 гг.) развитие болезни в посевах этих культур понизилось до 15,7 % (4,3–40,5 %) и 32,2 % (0,2–73,0 %). В посевах озимого тритикале более высокая степень поражения листьев комплексом болезней (38,8 %) отмечалась в условиях 2001–2005 гг. при колебании этого показателя в пределах 14,9–72,5 %, тогда как в 1996–2000 гг. – самая низкое развитие – в среднем 11,3 % с отклонениями от 1,6 до 20,0 % (рис. 2).

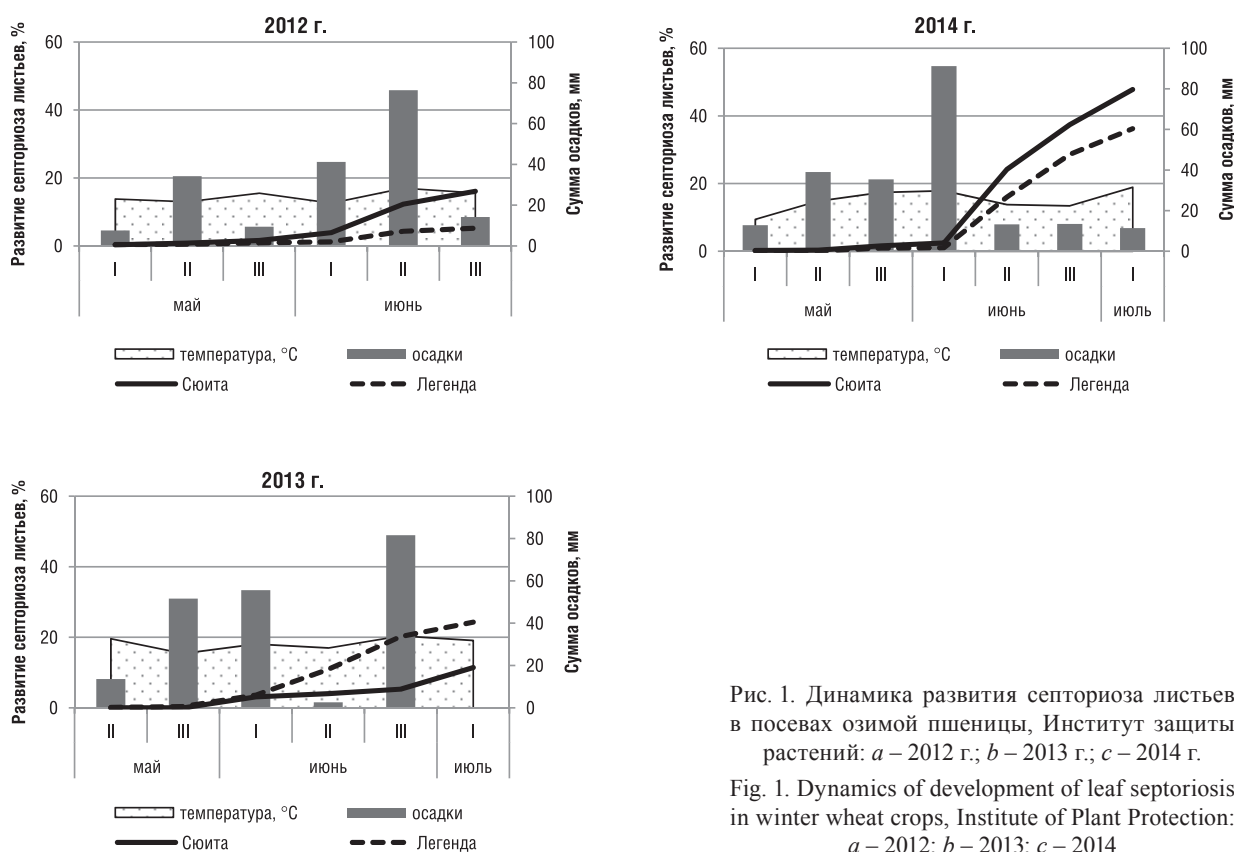


Рис. 1. Динамика развития септориоза листьев в посевах озимой пшеницы, Институт защиты растений: *a* – 2012 г.; *b* – 2013 г.; *c* – 2014 г.

Fig. 1. Dynamics of development of leaf septoriosis in winter wheat crops, Institute of Plant Protection: *a* – 2012; *b* – 2013; *c* – 2014

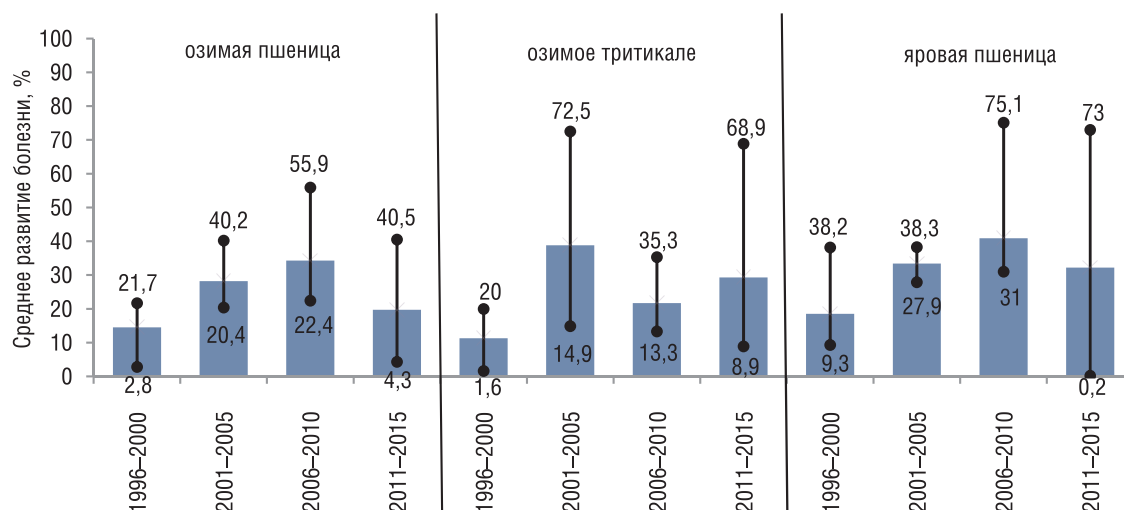


Рис. 2. Динамика развития комплекса болезней листового аппарата зерновых культур в Беларуси

Fig. 2. Dynamics of diseases development of the leaf apparatus of grain crops in Belarus

В развитии септориоза колоса озимой пшеницы наблюдается тенденция снижения степени поражения с 36,7 % (2001–2005 гг.) до 19,7 % (2011–2015 гг.), озимого тритикале, наоборот, роста в эти периоды от 26,3 до 36,3 %.

Колос яровой пшеницы интенсивнее поражался во все годы наблюдений септориозом – 34,8 % в 2001–2005 гг., 62,3 % в 2006–2010 гг., и 44,7 % – в 2011–2015 гг. (рис. 3).

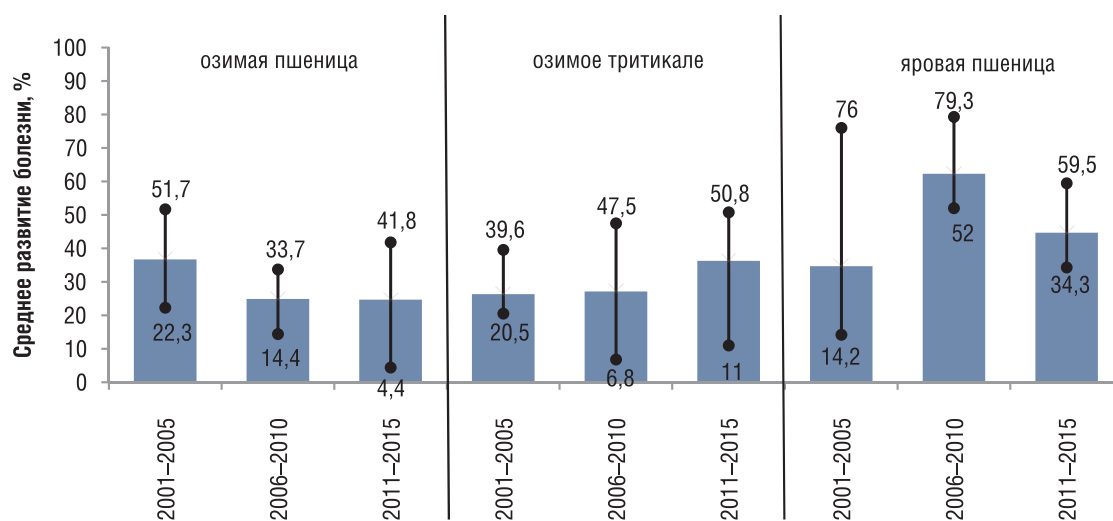


Рис. 3. Динамика развития болезней колоса зерновых культур в Беларуси

Fig. 3. Dynamics of diseases development of cereals head in Belarus

Такие колебания в развитии комплекса болезней листового аппарата и колоса обусловлены не только погодными условиями, благоприятствующими поражению посевов, но и поражаемостью районированных сортов. Например, сорт озимой пшеницы Капылянка, который районирован в республике с 1995 г. и занимал продолжительное время свыше 24,0 % посевных площадей⁸, значительно поражался болезнями: в условиях вегетационного сезона 2010 г. развитие комплекса болезней на листьях достигало 73,8 %, на колосе степень поражения только септориозом – 33,7 %. В посевах озимого тритикале в 2001–2005 гг. до 26,7 % посевных площадей культуры занимал сорт Михась, который районирован с 1998 г., в посевах которого листья были поражены

⁸ Результаты испытания сортов озимых, яровых, зернобобовых и крупяных культур на хозяйственную полезность в Республике Беларусь за 2009–2011 годы / М-во сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь, Гос. инспекция по испытанию и охране сортов растений ; сост.: П. В. Николаенко [и др.]. – Минск : [б. и.], 2012. – 209 с.

комплексом болезней до 43,0 %, колос – до 67,9 % только септориозом. С районированием новых сортов озимого тритикале наблюдается тенденция снижения развития на листьях септориоза и рост ринхоспориоза и мучнистой росы, а на колосе – фузариоза. В посевах яровой пшеницы в 2006–2010 гг. широко возделывался сорт Мунк, который отличался ежегодным поражением колоса септориозом в пределах 52,0–79,3 %. С сокращением посевных площадей этого сорта и районированием других, например сорта Рассвет, который к 2012 г. высевался уже на площади 29,6 %, степень поражения колоса септориозом снизилась и колебалась в пределах – 26,3–31,5 %, листового аппарата 26,4–64,1 %. Учеными установлено, что между устойчивостью колоса и листа к возбудителю септориоза нет зависимости, так как этот процесс контролируется разными генами [16, 17].

Поражая все надземные органы растений зерновых культур, болезнь характеризуется продолжительным периодом вредоносного влияния, вызывая сокращение фотосинтезирующей поверхности листа, что сказывается на таких показателях хозяйственной эффективности, как количество зерен в колосе, масса 1000 зерен, урожайность. По данным Z. Eyal и соавт. [18, 19], потери урожая вследствие поражения растений могут составлять 30,0–40,0 % [19, 20].

В наших исследованиях снижение массы 1000 зерен озимой пшеницы вследствие поражения листового аппарата может достигать 12,3 % [8]. При поражении колоса септориозом снижение массы зерен колоса может составлять от 9,6 до 23,4 % в зависимости от развития болезни, также возрастает фракция мелкого зерна – на 7,1–56,2 %, снижается энергия прорастания – на 37,3–42,5 % и лабораторная всхожесть – на 10,7–12,6 %. Инфицированность семян грибом *St. nodorum* составляла от 5,5 до 35,1 % [21]. В посевах озимого тритикале вероятные потери урожая при поражении листового аппарата в зависимости от года и сорта составляют от 1,8 до 21,2 %.

При поражении листового аппарата яровой пшеницы септориозом вероятные потери урожайности составляют 3,2–48,9 %, массы 1000 зерен – 2,5–34,7 %. Проведенные исследования показали, что масса зерен колоса при поражении септориозом колоса может снижаться на 24,8–35, %, масса 1000 зерен – на 14,5–30,2 % [13]. Такие колебания показателей объясняются сроками заражения колоса и динамикой нарастания степени поражения. Семена с пораженных колосьев, имеют пониженную на 8,0–9,0 % лабораторную всхожесть. Отмечена прямая корреляционная зависимость ($r = 0,82–0,85$) между пораженностью колоса и инфицированностью зерновок. В исследованиях инфицированность зерновок составляла 30,0–35,0 %.

Выводы

1. В посевах озимой и яровой пшеницы, озимого тритикале доминирующей болезнью в последние 20 лет является септориоз, несмотря на различные фитопатологические ситуации, которые формируются локально в зависимости от гидротермических условий вегетационного сезона и поражаемости сорта. Возбудители болезни – грибы *S. tritici*, поражающий листья, и *St. nodorum* – колос и листья. При этом наблюдается дифференциация культур по степени поражения листьев и колоса. Листовой аппарат озимой пшеницы интенсивнее поражается, чем яровой пшеницы, тогда как колос – наоборот. В посевах озимого тритикале колос сильнее поражается септориозом, тогда как на листьях в последние два года наметилась тенденция вытеснения *S. tritici* грибом *Rhynchosporium secalis* (Oudem.) Davis. возбудителем ринхоспориоза.

2. Первичным источником инфекции гриба *S. tritici* могут быть пораженные растительные остатки и больные растения, гриба *St. nodorum* – зараженные семена, растительные остатки и пораженные растения. Вторичным источником инфекции в период вегетации растений являются пикноспоры и сумкоспоры грибов, динамика лете которых обеспечивает их постоянное присутствие в стеблестое растений.

3. Вредоносность септориозов сказывается в прямых потерях урожая: при поражении листового аппарата до 21,2 % (12,3 %), колоса – до 35,0 % и зависит от культуры, сроков заражения и интенсивности нарастания болезни. Между степенью поражения колоса септориозом и поражённостью зерновок имеется прямая корреляционная зависимость. При поражении зерновок отмечается также увеличение фракции мелкого зерна от 7,1 до 56,2 %, снижение энергии прорастания до 42,5 % и лабораторной всхожести – на 10,7–12,6 %.

Список использованных источников

1. Bayles, R. A. Research note: varietal resistance as a factor contributing to the increased importance of *Septoria tritici* Rob. and Desm. in the UK wheat crops / R. A. Bayles // *Plant Varieties a. Seeds.* – 1991. – Vol. 4, N3. – P. 177–183.
2. Chungu, C. *Septoria tritici* blotch development as affected by temperature, duration of leaf wetness, inoculum concentration and host / C. Chungu, J. Gilbert, F. Townley-Smith // *Plant Disease.* – 2001. – Vol. 85, N4. – P. 430–435. doi: 10.1094/PDIS.2001.85.4.430.
3. Daamen, R. A. Surveys of cereal disease and pests in Netherlands. 5. Occurrence of *Septoria* spp. in winter wheat / R. A. Daamen, W. Stol // *Netherlands J. of Plant Pathology.* – 1992. – Vol. 98, N6. – P. 369–376. doi: 10.1007/BF01974464.
4. Garcia, B. M. Observations on the ascogenous stage of *Septoria tritici* in Texas / B. M. Garcia, D. Marshall // *Mycological Research.* – 1992. – Vol. 6, N1. – P. 65–70. doi: 10.1016/S0953-7562(09)80998-2.
5. Halama, P. The occurrence of *Mycosphaerella graminicola*, teleomorph of *Septoria tritici* in France / P. Halama // *Plant Pathology.* – 1996. – Vol. 45, N1. – P. 135–138. doi: 10.1046/j.1365-3059.1996.d01-103.x.
6. Pachinburavan, A. Pycnidiospore germination, penetration, and pycnidial formation of *Septoria tritici* rob. ex desm. : Ph. D. thesis / A. Pachinburavan ; Washington State Univ. – Washington, 1981. – 61 p.
7. Cohen, L. The histology of processes with the infection of resistant and susceptible wheat cultivars with *Septoria tritici* / L. Cohen, Z. Eyal // *Plant Pathology.* – 1993. – Vol. 42, N5. – P. 737–743. doi: 10.1111/j.1365-3059.1993.tb01560.x.
8. Склименок, Н. А. Комплекс грибов, паразитирующих на озимой пшенице, и меры по ограничению их вредоносности : дис. ... канд. биол. наук : 06.01.07 / Н. А. Склименок ; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т защиты растений. – Прилуки, Мин. р-н, 2015. – 170 л.
9. Brown, J. S. Distribution and dissemination of *Mycosphaerella graminicola* (Fuckel) Schroeter in relation to the epidemiology of speckled leaf blotch of wheat / J. S. Brown, A. W. Kellock, R. G. Paddick // *Austral. J. of Agr. Research.* – 1978. – Vol. 29, N6. – P. 1139–1145. doi: 10.1071/AR9781139.
10. Жук, Е. И. Роль почвы в сохранении грибов *Stagonospora nodorum* (Berk.) Castell. et Germano и *Septoria tritici* Roberge ex Desm. – возбудителей септориоза яровой пшеницы в условиях Республики Беларусь / Е. И. Жук, С. Ф. Буга // Биологическая защита растений – основа стабилизации агроэкосистем : сб. по материалам конф. / Всерос. науч.-исслед. ин-т биол. защиты растений РАСХН. – Краснодар, 2012. – Вып. 7. – С. 404–406.
11. Защита пшеницы от септориоза : прил. к журн. «Защита и карантин растений» №4, 2012 г. / С. С. Санин [и др.] ; Всерос. науч.-исслед. ин-т фитопатологии. – М. : [б. и.], 2012. – 24 с.
12. Royle, D. J. Patterns in development of *Septoria tritici* and *Septoria nodorum* in some winter wheat crops in Western Europe / D. J. Royle, M. W. Shaw, R. J. Cook // *Plant Pathology.* – 1986. – Vol. 35, N4. – P. 466–476. doi: 10.1111/j.1365-3059.1986.tb02044.x.
13. Жук, Е. И. Болезни пшеницы яровой и обоснование мероприятий по ограничению их вредоносности : дис. ... канд. биол. наук : 06.01.07 / Е. И. Жук ; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т защиты растений. – Прилуки, Мин. р-н, 2014. – 133 л.
14. Position of inoculum in the canopy affects the risk of *Septoria tritici* blotch epidemics in winter wheat / D. J. Lovell [et al.] // *Plant Pathology.* – 2004. – Vol. 53, N1. – P. 11–21. doi: 10.1046/j.1365-3059.2003.00939.x.
15. 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, N10. – P. 993–998. doi: 10.1094/PD-75-0993.
16. Feng, J. Genetic studies on resistance to blotch caused by *Stagonospora nodorum* in hexaploid / J. Feng, G. R. Hughes // *Canad. J. of Plant Pathology.* – 2002. – Vol. 24, N1. – P. 95. doi: 10.1080/07060660109506980.
17. QTL mapping of partial resistance in winter wheat to *Stagonospora nodorum* blotch / P. C. Czembot [et al.] // *Genome.* – 2003. – Vol. 46, N4. – P. 546–554. doi: 10.1139/g03-036.
18. Eyal, Z. The relationship between epidemics of *Septoria* leaf blotch and yield loss in spring wheat / Z. Eyal, O. Ziv // *Phytopathology.* – 1974. – Vol. 64, N11. – P. 1385–1389. doi: 10.1094/Phyto-64-1385.
19. Eyal, Z. The *Septoria tritici* and *Stagonospora nodorum* blotch diseases of wheat / Z. Eyal // *Europ. J. of Plant Pathology.* – 1999. – Vol. 105, N7. – P. 629–641. doi: 10.1023/A:1008716812259.
20. The *Septoria* diseases of wheat: concepts and methods of disease management / Z. Eyal [et al.]. – Mexico : CYMMIT, 1987. – 52 p.

21. Ильюк, А. Г. Биологическое обоснование защиты озимой пшеницы от септориоза и фузариоза колоса : дис. ... канд. биол. наук : 06.01.07 / А. Г. Ильюк ; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т защиты растений. – Прилуки, Мин. р-н, 2011. – 134 л.

References

1. Bayles R. A. Research note: varietal resistance as a factor contributing to the increased importance of *Septoria tritici* Rob. and Desm. in the UK wheat crops. *Plant Varieties and Seeds*. 1991, vol. 4, no. 3, pp. 177–183.
2. Chungu C., Gilbert J., Townley-Smith F. *Septoria tritici* blotch development as affected by temperature, duration of leaf wetness, inoculum concentration and host. *Plant Disease*, 2001, vol. 85, no. 4, pp. 430–435. doi: 10.1094/PDIS.2001.85.4.430.
3. Daamen R. A., Stol W. Surveys of cereal disease and pests in Netherlands. 5. Occurrence of *Septoria* spp. in winter wheat. *Netherlands Journal of Plant Pathology*, 1992, vol. 98, no. 6, pp. 369–376. doi: 10.1007/BF01974464.
4. Garcia B. M., Marshall D. Observations on the ascogenous stage of *Septoria tritici* in Texas. *Mycological Research*, 1992, vol. 6, no. 1, pp. 65–70. doi: 10.1016/S0953-7562(09)80998-2.
5. Halama P. The occurrence of *Mycosphaerella graminicola*, teleomorph of *Septoria tritici* in France. *Plant Pathology*, 1996, vol. 45, no. 1, pp. 135–138. doi: 10.1046/j.1365-3059.1996.d01-103.x.
6. Pachinburavan A. *Pycnidiospore germination, penetration, and pycnidial formation of Septoria tritici rob. ex desm.*, Ph.D. thesis. Washington, 1981. 61 p.
7. Cohen L., Eyal Z. The histology of processes with the infection of resistant and susceptible wheat cultivars with *Septoria tritici*. *Plant Pathology*, 1993, vol. 42, no. 5, pp. 737–743. doi: 10.1111/j.1365-3059.1993.tb01560.x.
8. Sklimenok N. A. *Kompleks gribov, parazitiruyushchikh na ozimoy pshenitse, i mery po ogranicheniyu ikh vredonosnosti*. Diss. kand. biol. nauk [Complex of fungi parasitizing on winter wheat and measures to limit their damage. Ph.D thesis in biol. science]. Priluki, 2015. 170 p. (In Russian).
9. Brown J. S., Kellock A. W., Paddick R. G. Distribution and dissemination of *Mycosphaerella graminicola* (Fuckel) Schroeter in relation to the epidemiology of speckled leaf blotch of wheat. *Australian Journal of Agricultural Research*, 1978, vol. 29, no. 6, pp. 1139–1145. doi: 10.1071/AR9781139.
10. Zhuk E. I., Buga S. F. *Rol' pochvy v sokhraneni gribov Stagonospora nodorum (Berk.) Castell. et Germano i Septoria tritici Roberge ex Desm. – vzbuditeley septorioza yarovoy pshenitsy v usloviyakh Respubliki Belarus'* [Role of soil in conservation of fungi *Stagonospora nodorum* (Berk.) Castell. et Germano and *Septoria tritici* Roberge ex Desm. – causative agents of septorioses of spring wheat in the Republic of Belarus]. *Biologicheskaya zashchita rasteniy – osnova stabilizatsii agroekosistem: sbornik po materialam konferentsii* [Biological plant protection as a basis for stabilizing agroecosystems: conference proceedings]. Krasnodar, 2012, no. 7, pp. 404–406. (In Russian).
11. Sanin S. S., Sanina A. A., Motovilin A. A., Pakholkova E. V. *Zashchita pshenitsy ot septorioza* [Protection of wheat from septorioses]. Moscow, 2012. 24 p. (In Russian).
12. Royle D. J., Shaw M. W., Cook R. J. Patterns in development of *Septoria tritici* and *Septoria nodorum* in some winter wheat crops in Western Europe. *Plant Pathology*, 1986, vol. 35, no. 4, pp. 466–476. doi: 10.1111/j.1365-3059.1986.tb02044.x.
13. Zhuk E. I. *Bolezni pshenitsy yarovoy i obosnovanie meropriyatiy po ogranicheniyu ikh vredonosnosti*. Diss. kand. biol. nauk [Diseases of spring wheat and the rationale for measures to limit their damage. Ph.D thesis in biol. science]. Priluki, 2014. 133 p. (In Russian).
14. Lovell D. J., Parker S. R., Hunter T., Welham S. J., Nichols A. R. Position of inoculum in the canopy affects the risk of *Septoria tritici* blotch epidemics in winter wheat. *Plant Pathology*, 2004, vol. 53, no. 1, pp. 11–21. doi: 10.1046/j.1365-3059.2003.00939.x.
15. 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. doi: 10.1094/PD-75-0993.
16. Feng J., Hughes G. R. Genetic studies on resistance to blotch caused by *Stagonospora nodorum* in hexaploid. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 2002, vol. 24, no. 1, pp. 95. doi: 10.1080/07060660109506980.
17. Czembot P. C., Arseniuk E., Czaplicki A., Song Q., Cregan P. B., Ueng P. P. QTL mapping of partial resistance in winter wheat to *Stagonospora nodorum* blotch. *Genome*, 2003, vol. 46, no. 4, pp. 546–554. doi: 10.1139/g03-036.
18. Eyal Z., Ziv O. The relationship between epidemics of *Septoria* leaf blotch and yield loss in spring wheat. *Phytopathology*, 1974, vol. 64, no. 11, pp. 1385–1389. doi: 10.1094/Phyto-64-1385.
19. Eyal Z. The *Septoria tritici* and *Stagonospora nodorum* blotch diseases of wheat. *European Journal of Plant Pathology*, 1999, vol. 105, no. 7, pp. 629–641. doi: 10.1023/A:1008716812259.
20. Eyal Z., Scharen A. L., Prescott J. M., Ginkel M. van. *The Septoria diseases of wheat: concepts and methods of disease management*. Mexico, CYMMIT, 1987. 52 p.
21. Il'yuk A. G. *Biologicheskoe obosnovanie zashchity ozimoy pshenitsy ot septorioza i fuzarioza kolosa*. Diss. kand. biol. nauk [Biological substantiation of winter wheat protection from spike septoria and fusariosis. Ph.D thesis in biol. science]. Priluki, 2011. 134 p. (In Russian).

Информация об авторах

Крупенько Наталья Александровна – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, Институт защиты растений, Национальная академия наук Беларуси (ул. Мира, 2, 223011 аг. Прилуки, Минский район, Минская область, Беларусь). E-mail: sklimentokn@gmail.com

Жук Елена Ивановна – кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник, Институт защиты растений, Национальная академия наук Беларуси (ул. Мира, 2, 223011 аг. Прилуки, Минский район, Минская область, Беларусь). E-mail: zhuk.lena@gmail.com

Буга Светлана Федоровна – доктор с.-х. наук, профессор, главный научный сотрудник, Институт защиты растений, Национальная академия наук Беларуси (ул. Мира, 2, 223011 аг. Прилуки, Минский район, Минская область, Беларусь). E-mail: bel.phit@gmail.com

Жуковский Александр Геннадьевич – кандидат с.-х. наук, заведующий лабораторией фитопатологии, 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 authors

Krupenka Natalya A. – Ph.D. (Biological). The 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: sklimentokn@gmail.com

Zhuk Elena I. – Ph.D. (Agricultural). The 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: zhuk.lena@gmail.com

Buga Svetlana F. – D.Sc. (Agricultural), Professor. The 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: bel.phit@gmail.com

Zhukovsky Alexander G. – Ph.D. (Agricultural). The 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