

5. Жуковский, А.Г. Эффективность протравителей в защите озимого тритикале от болезней // А.Г. Жуковский / Защита растений: сб. научн. трудов. – Несвиж, 2007. – Вып.31. – 147-155 с.
6. Методические указания по проведению регистрационных испытаний фунгицидов в посевах сельскохозяйственных культур в Республике Беларусь / РУП «Ин-т защиты растений»; под ред.С.Ф. Буга. Несвиж: МОУП «Несвиж: укруп.тип.им С.Будного», 2007. – 512 с.
УДК 631.11“324”:632.488.2:551.5(476)

ВЛИЯНИЕ ГИДРОТЕРМИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА РАЗВИТИЕ СЕПТОРИОЗА ЛИСТЬЕВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

Н.А. Склименок

РУП «Институт защиты растений»,
д. Прилуки, Минский р-н, Республика Беларусь

(Поступила в редакцию 24.06.2014 г.)

Аннотация. На основании результатов фундаментальных исследований особенностей развития септориоза листьев озимой пшеницы под влиянием погоды разработаны модели, позволяющие спрогнозировать степень поражения растений болезнью в зависимости от количества дней с осадками выше 1 мм и суммы аккумулированных градусо-дней.

Summary. On the basis of fundamental researches of Septoriatritici blotch peculiarities of winter wheat under the influence of weather conditions some models have been developed which allow to forecast disease damages depending on amount of days with rainfall over 1 mm and degree-day sum.

Введение. Озимая пшеница является одной из наиболее широко возделываемых зерновых культур в Республике Беларусь. В настоящее время отмечается тенденция роста посевных площадей культуры [7], что, наряду с высокой насыщенностью севооборотов зерновыми, создает предпосылки для ухудшения фитопатологической ситуации. Нередко это происходит вследствие сильного развития септориоза – доминирующей болезни листового аппарата в посевах озимой пшеницы.

Септориоз листьев является одной из наиболее экономически значимых болезней зерновых культур в Европе [8; 10; 14; 18; 25], Австралии [19], Канаде [9], США [13]. Вредоносность болезни проявляется в снижении фотосинтетической активности вследствие разрушения ткани листа, что способствует преждевременному его старению [12]. Наиболее заметно влияние поражения сказывается на таком элементе структуры урожая, как масса 1000 зерен, при этом потери урожая могут достигать 20-43% [4; 6; 21]. В 1998 г. только в Великобритании экономические потери урожая от септориоза составляли 35,5 млн. английских фунтов [15].

В настоящее время наиболее оперативным, эффективным и экономически обоснованным способом борьбы с септориозом листьев

является химический. Многолетние исследования сотрудников лаборатории фитопатологии РУП «Институт защиты растений» позволили биологически обосновать целесообразность применения средств защиты. Критическим периодом для применения фунгицидов в посевах зерновых культур является развитие одной или комплекса болезней в пределах 1,0-5,0% [2; 3].

Таким образом, выявление факторов, способствующих нарастанию болезни до порогового уровня, является важным этапом не только в понимании того, как развивается патологический процесс, но также в разработке прогноза.

Благодаря продолжительному изучению болезни во всем мире, в настоящее время накоплен большой материал о влиянии гидротермических факторов на развитие септориоза листьев. Так, установлено, что критическую роль в распространении болезни играют атмосферные осадки [5; 20; 22; 23; 24] и температура воздуха [12; 17; 26]. Тем не менее, модели, прогнозирующие развитие септориоза листьев, довольно немногочисленны. Кроме того, использование этих прогнозов в нашей стране затруднительно, т.к. они построены на основании изучения гидротермических условий, отличающихся от таковых в республике.

Цель работы – изучить влияние гидротермических факторов на развитие септориоза листьев и разработать прогноз развития болезни.

Материал и методика исследований. Исследования проводились в период 2009-2013 гг. на опытном поле РУП «Институт защиты растений». Развитие септориоза листового аппарата в посевах озимой пшеницы оценивалось на основании шкалы [1]. Выявление гидротермических факторов, оказывающих решающее влияние на развитие болезни, проводили на основании корреляционного и регрессионного анализа с использованием пакета программ MSExcel.

Результаты исследований и их обсуждение. Изучение влияния гидротермических условий на развитие септориоза листьев в вегетационных сезонах 2009-2013 гг. позволило нам выявить факторы, оказывающие решающее значение в нарастании болезни, – это количество дней с осадками свыше 1 мм и сумма аккумулированных градусо-дней ($^{\circ}\text{D}$) за период с середины апреля до наступления порогового уровня развития септориоза – 1,0-5,0% (таблица 1).

Таблица 1 – Влияние гидротермических факторов на развитие септориоза листьев озимой пшеницы (РУП «Институт защиты растений», 2009-2013 гг.)

Показатель	R^2	p-значение
Средняя относительная влажность воздуха	0,31	0,33

Количество дней с осадками свыше 1 мм	0,89	0,02
ГТК	0,24	0,40
Сумма аккумулярованных градусо-дней	0,76	0,05
Температура	0,28	0,36

Зависимость между количеством дней с осадками свыше 1 мм и степенью поражения озимой пшеницы септориозом имеет линейный вид и описывается уравнением (1):

$$y = 0,3279x - 2,7168 \quad (1),$$

где y – пороговое развитие септориоза листьев (%), x – количество дней с осадками за период с апреля до расчетного дня предполагаемого наступления биологического порога.

С практической точки зрения для обоснования сроков проведения защитных мероприятий наибольший интерес представляет прогнозирование наступления порогового уровня развития септориоза при известном числе дней с осадками более 1 мм. Путем математического преобразования уравнения (1) была разработана соответствующая прогностическая модель, описываемая равенством (2):

$$x = \frac{y + 2,7168}{0,3279} \quad (2).$$

Подставив в формулу вместо y значение развития септориоза листьев, равное, к примеру, 3%, можно рассчитать необходимое для нарастания болезни до этого уровня количество дней с осадками свыше 1 мм. В нашем случае оно составит 17.

Сильная зависимость между развитием болезни и количеством дней с осадками свыше 1 мм выявлена также в исследованиях других авторов [5; 22; 23]. Это связано, в первую очередь, с особенностями жизненного цикла возбудителя септориоза листьев – гриба *Septoria tritici*. Первичные симптомы поражения растений формируются на нижних листьях озимой пшеницы. Для дальнейшего распространения инокулюма на верхние ярусы листьев требуется наличие капельно-жидкой влаги. С помощью кинетической энергии брызг дождя происходит продвижение пикноспор гриба на верхние свободные от инфекции листья [16; 17].

Корреляционная зависимость между суммой аккумулярованных градусо-дней ($^{\circ}D$) и развитием септориоза описывается уравнением (3):

$$y = 0,0227x_1 - 7,8226 \quad (3),$$

где y – развитие болезни (%), x_1 – сумма аккумулярованных градусо-дней за период с апреля до наступления порога.

Преобразовав уравнение (3), получим равенство (4), позволяющее установить, при каком количестве °D развитие септориоза достигнет порогового уровня:

$$x = \frac{y + 7,8226}{0,0227} \quad (4).$$

Таким образом, развитие болезни достигнет уровня 3% при сумме аккумулированных градусо-дней 476,8.

Выявленная нами высокая степень корреляции развития септориоза от количества градусо-дней связана с тем, что для прохождения стадий развития фитопатогенным грибам требуется определенное количество тепла. Так, исследованиями М.Р. Thomas с соавторами [22] установлено, что инкубационный период развития патогена на трех верхних листьях составляет 396-496 °D. Следовательно, чем выше температуры воздуха и больше сумма аккумулированных градусо-дней от момента инфицирования растительной ткани, тем быстрее протекает патологический процесс, а пораженная ткань становится источником новых генераций спор гриба, вызывая – при благоприятных условиях – лавинообразное нарастание болезни.

На основании регрессионного анализа также было установлено, что развитие болезни обусловлено совместно ГТК и количеством дней с осадками более 1 мм ($R^2 = 0,99$); количеством дней с осадками свыше 1 мм и суммой °D ($R^2 = 0,98$). Полученные уравнения были проверены на данных 2007 и 2008 гг., в результате чего наиболее высокая оправдываемость модели отмечена во втором случае – в среднем 69,4%.

Таким образом, корреляция между развитием септориоза в пределах 1,0-5,0% и указанными факторами описывается уравнением (5) ($p < 0,05$; множественный $R = 0,98$):

$$y = 0,23x_2 + 0,01x_3 - 5,53 \quad (5),$$

где y – развитие септориоза листьев (%), x_2 – количество дней с осадками свыше 1 мм, x_3 – сумма градусо-дней за период с середины апреля до наступления порога.

Поскольку полученное уравнение содержит две неизвестных переменных, оно имеет бесконечное число решений, поэтому использование равенства (5) в прогностических целях затруднительно. Тем не менее, из данных, представленных в таблице 2, можно сделать вывод, что ведущую роль в динамике развития септориоза независимо от характеристики вегетационного сезона играет число дней с осадками свыше 1 мм.

Таблица 2 – Влияние сочетания гидротермических факторов на развитие септориоза листьев в посевах озимой пшеницы

Характеристика веге-	x_1 (кол-во дней)	x_2 (сумма акку-	Прогнозируемое
----------------------	---------------------	--------------------	----------------

тационного сезона	с осадками более 1 мм)	мулированных градусов-дней)	развитие септориоза листьев, %
Дождливый и теплый	25	517,3	5,4
Дождливый и холодный	25	296,8	3,2
Сухой и теплый	5	517,3	0,8
Сухой и холодный	5	296,8	<0,0

Закключение. Таким образом, установлено, что развитие септориоза листьев представляет собой патологический процесс, на развитие которого с одной стороны влияют осадки, с другой – сумма аккумулированного тепла (градусо-дней). На основании полученных корреляционных зависимостей разработаны прогностические модели, позволяющие рассчитать ожидаемое развитие болезни в пределах порогового уровня в зависимости от фактического количества дней с осадками свыше 1 мм и суммы аккумулированных градусо-дней, начиная с апреля до расчетного дня предполагаемого наступления биологического порога.

ЛИТЕРАТУРА

1. Болезни зерновых культур / С.Д. Здрожевская [и др.] // Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / Ин-т защиты растений; под ред. С.Ф. Буга. – Несвиж, 2007. – 61-69 с.
2. Буга, С.Ф. Интегрированная система защиты ячменя от болезней / С.Ф. Буга. – Мн.: Ураджай, 1990. – 152 с.
3. Буга, С.Ф. Особенности формирования эпифитотий наиболее вредоносных болезней ячменя и обоснование системы защиты в условиях лесостепи и Полесья Белорусской ССР: автореф. дис. доктора с.-х. наук: 06.01.11 / С.Ф. Буга; БелНИИЗР. – Киев, 1988. – 48 с.
4. Деревянкин, А.А. Септориоз пшеницы / А.А. Деревянкин // Защита растений. – 1970. – №10. – 17-18 с.
5. Кочоров, А.С. Динамика и прогноз развития септориоза пшеницы на востоке Казахстана / А.С. Кочоров, А.О. Сагитов, А.Т. Аубакирова // Защита и карантин растений. – 2013. – №9. – 44-45 с.
6. Пахолкова, Е.В. Развитие септориоза / Е.В. Пахолкова // Защита и карантин растений. – 1999. – №4. – 28-29 с.
7. Результаты испытания сортов озимых, яровых, зернобобовых и крупяных культур на хозяйственную полезность в Республике Беларусь за 2009-2011 годы / ГУ «Гос. инспекция по испытанию и охране сортов растений». – Минск, 2012. – 209 с.
8. Bayles, R.A. Research note: Varietal resistance as a factor contributing to the increased importance of *Septoria tritici* Rob. & Desm. in the UK wheat crops / R.A. Bayles // Plant Var. Seeds. – 1991. – Vol. 4. – 105-109 p.
9. 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 Dis. – 2001. – Vol. 85. – 430-435 p.
10. Daamen, Surveys of cereal disease and pests in Netherlands. 5. Occurrence of *Septoria* spp. in winter wheat / R.A. Daamen, W. Stol // Neth. J. Plant Pathol. – 1992. – Vol. 98. – 369-376 p.
11. Effect of temperature on latent period of septoria leaf blotch on winter wheat under outdoor conditions / D.J. Lovell [et al.] // Plant Pathol. – 2004. – Vol. 53. – 170-181 p.
12. Environmental influence of the infection of wheat by *Mycosphaerella graminicola* / A.M. Magboul [et al.] // Phytopathol. – 1992. – Vol. 82. – 1407-1413 p.

13. Garcia, B.M. Observations on the ascogenous stage of *Septoriatritici* in Texas / B.M. Garcia, D. Marshall // Mycol. Res. – 1992. – Vol. 96. – 65-70 p.
14. Halama, P. The occurrence of *Mycosphaerellagraminicola*, teleomorph of *Septoriatritici* in France / P. Halama // Plant Pathol. – 1996. – Vol. 45. – 135-138 p.
15. Hardwick, N.V. Factors affecting diseases in winter wheat in England and Wales, 1989-98 / N.V. Hardwick, D.R. Jones, J.E. Slough // Plant Pathol. – 2001. – Vol. 50. – 453-462 p.
16. Henze, M. *Septoriatritici* Epidemie- und Schaddynamik in Winterweizen. Analyse der Einflussfaktoren 1995 bis 2006 / M. Henze, H. Klink, J.-A. Verreet // Getreide Mag. – 2007. – 13. – 46-51 p.
17. Influence of crop growth and structure on the risk of epidemics by *Mycosphaerellagraminicola* (*Septoriatritici*) in winter wheat / D.J. Lovell [et al.] // Plant Pathol. – 1997. – Vol. 46. – 126-138 p.
18. Jørgensen, L.N. Control of fungal diseases in winter wheat, 1987 / L.N. Jørgensen, B.J. Nielsen // Fifth Danish Plant Protection Conference – Pest and Diseases. Denmark: Danish Institute of Plant and Soil Science. – 1988. – 153-171 p.
19. Loughman, R. Fungicide and cultivar control of *Septoria* diseases of wheat / R. Loughman, G.L. Thomas // Crop Prot. – 1992. – Vol. 11. – 349-354 p.
20. Shaw, M.W. Factors determining the severity of epidemics of *Mycosphaerellagraminicola* (*Septoriatritici*) on winter wheat in the UK / M.W. Shaw, D.J. Royle // Plant Pathol. – 1993. – Vol. 42. – 882-889 p.
21. The *Septoria* diseases of wheat: concepts and methods of disease management / Z. Eyal [et al.]. – Mexico, D.F.: CYMMIT, – 1987. – 46 p.
22. Thomas, M.R. Factors affecting development of *Septoriatritici* in winter wheat and its effect on yield / M.R. Thomas, R.J. Cook, J.E. King // Plant pathology. – 1989. – Vol. 38. – 246-257 p.
23. Thresholds for control of *Septoria* spp. in winter wheat based on precipitation and growth stage / J.G. Hansen [et al.] // Plant Pathol. – 1994. – Vol. 43. – 183-189 p.
24. Treikale, O. Harmfulness of *Septoria* spp. for wheat in Latvia / O. Treikale, I. Priekule // Защиты растений: сб. науч. тр. / РУП «Ин-т защиты растений»; ред. кол.: Л.И. Трешашко (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2006. – Вып. 30. – 324-330 с.
25. Vechet, L. Differences in aggressiveness and morphology of *Mycosphaerellagraminicola* isolates causal agent of *Septoriatritici* blotch on wheat / L. Vechet, E. Vydrova // J. Agric. Sci. and Technol. – 2011. – A 1. – 386-393 p.
26. Wainshilbaum, S.J. Temperature and growth stage on development of leaf and glume blotch caused by *Septoriatritici* and *S. nodorum* / S.J. Wainshilbaum, P.E. Lipps // Plant Dis. – 1991. – Vol. 75. – 993-998 p.

УДК 633.853.494:631.526.325(476)

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГИБРИДОВ ЯРОВОГО РАПСА

Н.И. Тарасенко

УО «Гродненский государственный аграрный университет»,
г. Гродно, Республика Беларусь

(Поступила в редакцию 09.07.2014 г.)

Аннотация. Одним из условий успешного развития аграрного сектора является создание и внедрение в производство новых высокоурожайных сортов и гибридов сельскохозяйственных культур. В результате проведения мо-