

УДК 631.82:663.421

А. М. Ямалиева**Марийский государственный университет, Йошкар-Ола****СТЕПЕНЬ ПОРАЖЕНИЯ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР КОРНЕВОЙ ГНИЛЬЮ
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРЕДШЕСТВУЮЩЕЙ КУЛЬТУРЫ**

В последние десятилетия широкое распространение получила концепция экологизированной защиты зерновых культур. В результате исследований установлено, что из грибов рода *Bipolaris* spp., выделенных из пораженных корневыми гнилями растений озимой пшеницы, преобладающим является *B.sorokiniana*. Типичными для данного звена севооборота можно считать *F. culmorum*, *F.avenaceum*, *F.sporotrichiella*, *F.nivale* и *F.gibbosum*, поскольку частота их встречаемости составила свыше 30 %. Наибольшую (67,8 %) частоту встречаемости имел *F. gibbosum*. На величину инфекционного потенциала возбудителей корневой гнили – *B.sorokiniana* и грибов рода *Fusarium* spp. в ризосфере озимой пшеницы значительное влияние оказывает фунгистазис почвы, который в свою очередь зависит от предшествующей культуры. При посеве озимой пшеницы по зерновым предшественникам фунгистазис почвы проявлялся слабо. Так, после озимой пшеницы количество непроросших конидий *B.sorokiniana* составило 35,1 %, *F.gibbosum* – 30,5 %, а после яровой пшеницы – 15,4 и 25,2 % соответственно. Между антагонистической активностью почвы и ее фунгистазисом, антагонистической активностью и жизнеспособностью конидий *F.gibbosum* установлена прямая связь, то есть увеличение антагонистической активности приводит к усилению фунгистазиса почвы и уменьшению жизнеспособных конидий.

Ключевые слова: озимая пшеница, корневая гниль, фунгистазис, предшественник, патогенность, конидии, антагонистическая активность.

В условиях интенсификации зернопроизводства, роста удельного веса зерновых культур в севооборотах создаются специфические условия, вызывающие нарушение биологического равновесия между сапрофитной и патогенной микрофлорой в сторону накопления последней, поэтому наряду с ростом урожайности зерновых культур отмечается увеличение пораженности и вредоносности корневых гнилей [1].

Традиционная защита зерновых культур с предпочтительным использованием химического метода часто оказывается экологически небезопасной, а нередко и недостаточно эффективной. Реальная угроза пестицидов для окружающей среды заключается в том, что со второй половины прошлого столетия они превратились в постоянно действующий фактор, имеющий как положительные, так и отрицательные последствия [2; 3]. Данные лабораторных исследований по изучению влияния применяемых препаратов на размножение и их токсическое действие на почвенную микрофлору показывают, что в контролируемых условиях (температура, влажность, аэрация) на искусственных питательных средах многие микроорганизмы малочувствительны к высоким

концентрациям препаратов, и поэтому не следует эти результаты переносить на почвенные природные условия. В естественных условиях в почве взаимодействие вносимых препаратов и микроорганизмов значительно сложнее, так как они определяются не только действием препарата, но и сложными взаимоотношениями микроорганизмов в микробоценозе и химическими свойствами почвы. При определенных экологических и физико-химических условиях развития состава микрофлоры почвы средства химизации могут вызывать побочные негативные действия на популяции микроорганизмов в агроценозах, выражающиеся в снижении общей численности микроорганизмов, уменьшении их группового и видового разнообразия, ингибировании общей, ферментативной и метаболической активности, нарушении питательных циклов, распаде экологических ассоциаций и т. д. [4; 5].

Некоторые исследователи [6; 7; 8] считают, что одним из наиболее эффективных способов контроля за развитием корневой гнили является предшественник-фитосанитар. Это обусловлено прежде всего селективирующим воздействием предшественников на качественный и количественный

состав почвенных грибов, находящихся в патогенном комплексе, за счет действия корневых выделений. Именно корневые выделения являются звеном, связывающим высшие растения и микрофлору почвы. Они используются микроорганизмами как питательная среда для существования, а также являются ингибиторами или стимуляторами вегетативного роста грибов. Значимость влияния корневых выделений культур на патогенные организмы неоднократно отмечалась в работах многих ученых [7; 10].

Методика исследований. Исследования проводили в лабораторных условиях. Для изучения патогенности выделенных грибов в растительни, заполненные дерново-подзолистой почвой, высевали по 25 семян. Патогенность определяли у *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) и 4-х видов грибов рода *Fusarium* spp. на озимой пшенице сорта Безенчукская 380 и озимой ржи сорта Татьяна. Инокулом готовили из чистой культуры данных видов грибов путем разведения в дистиллированной воде из расчета 8 тыс живых начал/1 г почвы. Токсичность культуральных фильтратов испытуемых грибов устанавливали по степени угнетения проростков зерновых культур.

Фунгистазис почвы определяли по методу А. С. Доценко (1972). Образцы исследуемой почвы помещали в стерильные чашки Петри и увлажняли до 80 % от ПВ. На поверхность почвы накладывали кружок фильтровальной бумаги, после чего чашки Петри выдерживали в лаборатории в течение 48 часов. Затем на поверхность образцов раскладывали диски из целлофана диаметром 10 мм с суспензией конидий изучаемого тест-гриба (по 5 на чашку Петри) и оставляли в условиях влажной камеры в течение 24 часов. Затем диски снимали и микроскопировали. Показатель фунгистазиса почвы – процент непроросших конидий гриба.

Антагонистическую активность почвы к возбудителям корневых гнилей определяли следующим образом. Чашки Петри с питательным агаром равномерно засеивали суспензией гриба и помещали на сутки в термостат. Затем на поверхность выросшего тест-гриба раскладывали комочки почвы, приготовленные путем увлажнения 1 г почвы стерильной водой (25 комочков на чашку Петри). После этого чашки Петри ставили в термостат при температуре 28 °С и через 4–5 суток делали первый подсчет образовавшихся зон лизиса тест-гриба вокруг комочков. Следующий подсчет делали на 10 сутки.

Количество конидий патогенов в почве учитывали методом флотации. Навеску почвы 2 г

высыпали в колбу, добавляли 10 мл дистиллированной воды и 1 мл минерального масла. Затем суспензию встряхивали на качалке и отстаивали в течение 5 минут. После этого стерильной пипеткой брали каплю, наносили на предметное стекло и микроскопировали. Конидии с нарушением структуры были отнесены к числу нежизнеспособных.

Результаты и их обсуждение. В результате исследований установлено, что из грибов рода *Bipolaris* spp., выделенных из пораженных корневыми гнилями растений озимой пшеницы, преобладающим является *B. sorokiniana*. Грибы рода *Fusarium* spp. представлены более разнообразным видовым составом: *Fusarium culmorum* (W. G. Sm.) Sacc., *Fusarium avenaceum* (Fr.) Sacc., *Fusarium sporotrichiella* var. *poae* (Peck.) Bilai, *Fusarium nivale* (Fr.) Ces., *Fusarium oxysporum* (Schlecht.) Snyd. et Hans., *Fusarium gibbosum* App. et Wr. emend. Bilai, *Fusarium graminearum* Schwabe (табл. 1).

Таблица 1

Частота встречаемости возбудителей корневых гнилей озимой пшеницы в звене севооборота

Возбудитель	Частота встречаемости, %
<i>Bipolaris sorokiniana</i> (Sacc.)	26,4
<i>Fusarium culmorum</i> (W. G. Sm.) Sacc.	47,3
<i>Fusarium avenaceum</i> (Fr.) Sacc.	35,9
<i>Fusarium sporotrichiella</i> var. <i>poae</i> (Peck.) Bilai	39,7
<i>Fusarium nivale</i> (Fr.) Ces.	66,1
<i>Fusarium oxysporum</i> (Schlecht.) Snyd. et Hans.	29,8
<i>Fusarium gibbosum</i> App. et Wr. emend. Bilai	67,8
<i>Fusarium graminearum</i> Schwabe	4,2

Типичными для данного звена севооборота можно считать *F. culmorum*, *F. avenaceum*, *F. sporotrichiella*, *F. nivale* и *F. gibbosum*, поскольку частота их встречаемости составила свыше 30 %. Наибольшую (67,8 %) частоту встречаемости имел *F. gibbosum*.

На величину инфекционного потенциала возбудителей корневой гнили – *B. sorokiniana* и грибов рода *Fusarium* spp. в ризосфере озимой пшеницы значительное влияние оказывает фунгистазис почвы, который в свою очередь зависит

от предшествующей культуры. При посеве озимой пшеницы по зерновым предшественникам фунгистазис почвы проявлялся слабо. Так, после озимой пшеницы количество непроросших конидий *B.sorokiniana* составило 35,1 %, *F.gibbosum* – 30,5 %, а после яровой пшеницы – 15,4 и 25,2 % соответственно. При посеве озимой пшеницы по чистому пару количество непроросших конидий *B.sorokiniana* составило 45,3 %, а *F.gibbosum* – 41,0 %. Сильное проявление фунгистазиса наблюдалось после картофеля. Процент непроросших конидий был в 2,5 раза ниже по сравнению с озимой пшеницей (табл. 2).

Таблица 2

Влияние предшествующей культуры на фунгистазис ризосферной почвы озимой пшеницы

Предшественник	Фунгистазис	
	<i>Bipolaris sorokiniana</i> (Sacc.)	<i>Fusarium gibbosum</i> App. et Wr. emend. Bilai
Чистый пар	45,3	41,0
Озимая пшеница	35,1	30,5
Яровая пшеница	15,4	25,2
Картофель	86,3	72,0

Таким образом, влияние предшественников на величину инфекционного потенциала возбудителей корневой гнили озимой пшеницы заключается в регулировании фунгистазиса почвы. Этим можно объяснить их селективирующее влияние на пораженность озимой пшеницы корневой гнилью. При посеве озимой пшеницы по зерновым предшественникам наблюдалось увеличение пораженности растений корневой гнилью и ослабление фунгистазиса почвы. Так, после озимой пшеницы количество пораженных растений составило 52,4 %, а после яровой – 57,6 %. Усиление фунгистазиса при посеве культуры по чистому пару уменьшало пораженность растений корневой гнилью до 31,7 %. Наилучшие результаты были получены при посеве озимой пшеницы по картофелю. Значительное усиление фунгистазиса почвы снизило количество растений, пораженных *B.sorokiniana* до 28,2 % (табл. 3).

Таблица 3

Влияние предшественников на фунгистазис и пораженность озимой пшеницы *B.Sorokiniana*

Предшественник	Фунгистазис	Пораженность, %
Чистый пар	45,3	31,7
Озимая пшеница	35,1	52,3
Яровая пшеница	15,4	57,6
Картофель	86,3	28,2

В опытах с *F.gibbosum* при посеве озимой пшеницы по чистому пару фунгистазис проявлялся слабо. Пораженность растений в данном случае составила 38,6 %, а количество непроросших конидий – 41,0 % (табл. 4).

Таблица 4

Влияние предшественников на фунгистазис и пораженность озимой пшеницы *F.Gibbosum*

Предшественник	Фунгистазис	Пораженность, %
Чистый пар	41,0	38,6
Озимая пшеница	30,5	72,1
Яровая пшеница	25,2	76,2
Картофель	72,0	36,2

После зерновых предшественников также наблюдалось ослабление почвенного фунгистазиса, что способствовало росту пораженности растений патогеном. При посеве по картофелю отмечалось некоторое ослабление фунгистазиса к *F.gibbosum* по сравнению с *B.sorokiniana*.

Культуры, используемые в качестве предшественников озимой пшеницы, оказывали различное влияние на количество жизнеспособных конидий *F.gibbosum* в почве. На жизнеспособность конидий значительное влияние оказывал фунгистазис, а также антагонистическая активность почвы (табл. 5).

Таблица 5

Влияние различных культур на жизнеспособность конидий *F.gibbosum*

Культура	Фунгистазис	Антагонистическая активность почвы, %	% жизнеспособных конидий
Чистый пар	41,0	26,3	49,0
Озимая пшеница	30,5	19,4	63,3
Яровая пшеница	25,2	12,3	69,4
Картофель	72,0	38,3	35,3

Наибольшее количество жизнеспособных конидий накапливалось в ризосфере растений: озимой пшеницы – 63,3 %, яровой пшеницы – 69,4 %. Усиление фунгистазиса и антагонистической активности почвы после картофеля снижало число жизнеспособных конидий до 35,3 %.

Между антагонистической активностью почвы и ее фунгистазисом, антагонистической активностью и жизнеспособностью конидий *F.gibbosum* установлена прямая связь, то есть увеличение антагонистической активности приводит к усилению фунгистазиса почвы и уменьшению жизнеспособных конидий. Коэффициент корреляции в первом случае $r = 0,973$, $t_r = 35,53$, $t_{теор} = 18,51$. Коэффициент детерминации $d = 0,947$ показывает, что доля зависимости фунгистазиса почвы от ее антагонистической активности составляет 95 %. Коэффициент корреляции во втором случае $r = 0,990$, $t_r = 104,67$, $t_{теор} = 18,51$. Коэффициент детерминации $d = 0,981$ показывает, что доля зависимости жизнеспособных конидий патогена в почве от антагонистической активности составляет 98 %. Также нами установлено, что жизнеспособность конидий зависит от фунгистазиса. Коэффициент корреляции в данном случае $r = 0,963$, $t_r = 25,63$, $t_{теор} = 18,51$. Коэффициент детерминации $d = 0,928$ показывает, что доля зависимости жизнеспособных конидий *F.gibbosum* от фунгистазиса почвы составляет 93 %.

Выводы:

1. Зерновые культуры способствуют увеличению инфекционного потенциала почвы, оказывая стимулирующее действие на прорастание конидий патогенов. При посеве озимой пшеницы по одноименному предшественнику пораженность растений *B.sorokiniana* и грибами рода *Fusarium* spp. была в 2 раза больше по сравнению с картофелем.

2. Влияние предшественников на величину инфекционного потенциала возбудителей корневой гнили зерновых культур заключается в регулировании фунгистазиса почвы. Усиление фунгистазиса происходило при посеве после картофеля, что способствовало снижению пораженности растений корневой гнилью, а также уменьшению

процента жизнеспособных конидий *F.gibbosum* по сравнению с зерновыми культурами.

3. Между антагонистической активностью почвы и ее фунгистазисом, антагонистической активностью и жизнеспособностью конидий *F.gibbosum* выявлена прямая связь ($r = 0,973$ и $r = 0,990$).



1. Bonanomi Giuliano, Capodilupo Manuela, Incerti Guido et al. Fungal diversity increases soil fungistasis and resistance to microbial invasion by a non resident species // *Biological control*. May, 2014. V. 72. Pp. 38–45.

2. Dutta B., Ramarao P., Isaac I. Evidence on the biological origin of soil fungistasis // *Zeitschrift fur pflanzenkrankheiten und pflanzenschutz-journal of plant diseases and protection*. 1982. V. 89. Pp. 427–434.

3. Epstein L., Lockwood J. L. Exudation and the fungistasis of *cochliobolus-victoriae* conidia in soil // *Phytopathology*. 1982. V. 72. Pp. 949–949.

4. Garbeva Paolina, Gera W. H. et al. Fungistasis and general soil biostasis – a new synthesis // *Soil biology & biochemistry*. 2011. V. 43. Pp. 469–477.

5. Lisboa Bruno Brito, Bayer Cimelio, Pereira Passaglia, Luciane Maria et al. Soil fungistasis against *fusarium graminearum* under different crop management systems // *Revista brasileira de ciencia do solo*. January – February, 2015. V. 39. Pp. 69–77.

6. Nikonorova A. K., Voznyakovskaya Y. M. Biological factors of soil fungistasis and their effects on the development of root-rot disease in spring barley // *Book group author(s): agriculture Canada conference: 1st international workshop on common root rot of cereals location: univ saskatchewan, saskatoon, Canada*. 1991. Pp. 159–162.

7. Scala F., Bonanomi G., Capodilupo M. et al. Effect of microbial diversity on soil fungistasis, disease suppression and colonization by biological control agents // *Phytopathology*. June, 2011. V. 101. Pp. 160–160.

8. Verheggen, P., Gunnewiek Pjak et al. Microbial community composition affects soil fungistasis // *Applied and environmental microbiology*. February, 2003. V. 69. Pp. 835–844.

9. Zhang L. M. et al. Soil volatile fungistasis and volatile fungistatic compounds // *Soil biology & biochemistry*. December, 2004. V. 36. Pp. 1997–2004.

10. Zou Chang-Song; mo, Ming-he; Gu, Ying-qi; et al. Possible contributions of volatile-producing bacteria to soil fungistasis // *Soil biology & biochemistry*. September, 2007. V. 39. Pp. 2371–2379.

A. M. Yamaliyeva

Mari State University, Yoshkar-Ola

**GRAIN ROOT DECAY DEGREE
DEPENDING ON THE PREVIOUS CROP**

In recent decades, the concept of environmental protection of crops was widely adopted. The studies found that the fungi of the genus *Bipolaris* spp., isolated from infected root decay winter wheat, *B.sorokiniana* is predominant. Typical for this link of a crop rotation it is possible to consider *F.culmorum*, *F.avenaceum*, *F.sporotrichiella*, *F.nivale* and *F.gibbosum* as the frequency of their occurrence made over 30 %. The highest incidence rate (67,8 %) was at *F.gibbosum*. At a size of infectious potential of activators of root decay – *B.sorokiniana* and mushrooms of the sort *Fusarium* spp., fungistazis of soils has considerable impact in a rizosfer of winter wheat. In its turn, it depends on the previous culture. Fungistazis of soil is weak when sowing winter wheat on grain predecessors. So, after the winter wheat the number of non-germinated conidia of *B.sorokiniana* was 35,1 %, *F.gibbosum* – 30,5 %, and after spring wheat – 15,4 and 25,2 %, respectively. The study found a direct link between the antagonistic activity of the soil and its fungistazis, antagonistic activity and viability of conidia *F.gibbosum*. Increase in antagonistic activity leads to strengthening of a fungistazis of the soil and reduction of viable conidia.

Keywords: winter wheat, root decay, fungistazis, predecessor, pathogenicity, conidia, antagonistic activity.