

КОРНЕВАЯ ГНИЛЬ НА СОРТАХ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В СЕВЕРНОЙ ЛЕСОСТЕПИ ПРИОБЬЯ

ROOT ROT ON SPRING WHEAT VARIETIES IN THE OB REGION NORTHERN FOREST-STEPPE

Торопова Е.Ю.^{1,2}, Пискарев В.В.³, Сухомлинов В.Ю.²

¹ Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии
143050 Московская обл., Одинцовский р-н, р.п. Большие Вяземы,

ул. Институтская, влад. 5, Россия;

² ФГБОУ ВО Новосибирский государственный аграрный университет
630039 Новосибирск, ул. Добролюбова, 160, Россия;

E-mail: 89139148962@yandex.ru

³ Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики

Сибирского отделения Российской академии наук
630090 Новосибирск, проспект Академика Коптюга, 10

Toropova E. Yu.^{1,2}, Piskarev V.V.³, Sухомлинов V. Yu.²

¹ Russian Federal Research Institute of Phytopathology

² Novosibirsk State Agrarian University (NSAU)

E-mail: 89139148962@yandex.ru

³ The Federal Research Center Institute of Cytology and Genetics the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences

Breeding of spring wheat varieties resistant to soil phytopathogens is a complex and urgent task of breeding. The research aim was to assess the spring wheat varieties on the root rot damage and the impact on the soil pathogens population. During the research the following tasks were performed: the root rot development analysis on underground organs of 12 spring wheat varieties, the varietal disease etiology was clarified, the *B. sorokiniana* conidia number in the varieties rhizosphere soil was determined. The studies were conducted at the Institute of Cytology and genetics breeding site the in the Ob region Northern forest-steppe. Studies have not revealed the immune and highly resistant to *Fusarium-Helminthosporium* root rot forms among the studied varieties. All varieties were affected above the biological harmfulness threshold, but the differences in the disease development reached 1.7 times. The *Fusarium* fungi dominance in the root rot pathocomplex was revealed in most varieties. The variety Siberian 17 was identified, which showed a lower complex susceptibility to *Fusarium-Helminthosporium* root rot, it had uninfected by pathogens roots and moderately infected the stem bases. It was The resistance to common and *Fusarium* root rot differential expression was revealed: *Fusarium* root rot relative resistance variety *Manu* showed, and to *Helminthosporium* one — *Remus*. The number of *B. sorokiniana* conidia in the rhizosphere soil was determined by varieties. The most intensive phytopathogen propagation was identified under the variety *Novosibirskaya 15*, the conidia number had reached 34 harmfulness thresholds there. Significantly, to 3.6 times less phytopathogen propagation was marked on the *Tone* and *Manu* varieties. The varieties influenced the *B. sorokiniana* conidia viability: the correlation coefficient between the conidia total number in the varieties rhizosphere soil and the degraded ones proportion was $r = 0.864 \pm 169$ ($P < 0.01$).

Key words: spring wheat, variety, resistance, root rot, conidia, etiology.

For citation: Toropova E.Yu., Piskarev V.V., Сухомлинов V.Yu. ROOT ROT ON SPRING WHEAT VARIETIES IN THE OB REGION NORTHERN FOREST-STEPPE. Agrarian science. 2019; (1): 162-165. (In Russ.)

https://doi.org/10.32634/0869-8155-2019-326-1-162-165

Выведение устойчивых к почвенным фитопатогенам сортов яровой пшеницы является сложной и актуальной задачей селекции. Цель исследований состояла в оценке сортов яровой пшеницы по пораженности корневыми гнилями и по влиянию на почвенную популяцию возбудителей. В ходе исследований были выполнены следующие задачи: проведен анализ развития корневых гнилей на подземных органах 12 сортов яровой пшеницы, уточнена сортовая этиология болезни, определена численность конидий *B. sorokiniana* в ризосферной почве сортов. Исследования проводили на селекционном участке Института цитологии и генетики в северной лесостепи Новосибирского Приобья. Исследования не позволили выявить среди исследованных сортов иммунных и высоко устойчивых к фузариозно-гельминтоспориозным корневым гнилям форм. Все сорта поразились выше биологического порога вредоносности, однако различия в развитии болезни достигали 1,7 раз. Выявлено доминирование грибов рода *Fusarium* в патокомплексе корневых гнилей на большинстве сортов. Был выявлен сорт *Сибирская 17*, показавший комплексную пониженную поражаемость фузариозно-гельминтоспориозными гнилями, имевший незараженные фитопатогенами корни и умеренно инфицированные основания стеблей. Было выявлено дифференцированное проявление устойчивости к гельминтоспориозной и фузариозной гнили: к фузариозной гнили относительную устойчивость показал сорт *Manu*, а к гельминтоспориозной — *Remus*. Сорта определяли численность конидий *B. sorokiniana* в ризосферной почве, наиболее интенсивное размножение фитопатогена выявлено под сортом *Новосибирская 15*, численность конидий под которым достигла 34 ЭПВ. Значительно, в 3,6 раза, менее активное размножение фитопатогена отмечено на сортах *Руслада* и *Manu*. Сорта влияли на жизнеспособность конидий *B. sorokiniana*: коэффициент корреляции между общей численностью конидий в ризосферной почве сортов и доли деградированных составил $r = 0,864 \pm 169$ ($P < 0,01$).

Ключевые слова: яровая пшеница, сорт, устойчивость, корневая гниль, конидия, этиология.

Для цитирования: Торопова Е.Ю., Пискарев В.В., Сухомлинов В.Ю. КОРНЕВАЯ ГНИЛЬ НА СОРТАХ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В СЕВЕРНОЙ ЛЕСОСТЕПИ ПРИОБЬЯ. Аграрная наука. 2019; (1): 162-165.

https://doi.org/10.32634/0869-8155-2019-326-1-162-165

На современном этапе развития сельскохозяйственного производства одной из наиболее распространенных и вредоносных групп болезней являются корневые гнили, ежегодно снижающие урожайность зерновых культур на 25% и более (Зональные..., 2014; Корневые гнили..., 2017; Кекало, Немченко, 2017; Soil Infections..., 2015). Под действием корневых гнилей происходит из-

реживание, угнетение роста, нарушение динамики органогенеза растений, ухудшается формирование всех системообразующих элементов структуры урожая, значительно снижается качество продукции, возможно ее загрязнение токсинами фитопатогенов (Левитин, 2002; Грибы рода *Fusarium*..., 2019; Bacon & Yates, 2006; *Fusarium* infestation..., 2010; Bailey & Lazarovits, 2013).

Этиология корневых гнилей в Сибири была установлена в 70–80 годы 20 века и представляла собой комплекс видов, при доминировании наиболее патогенных грибов — *Helminthosporium sativum* (syn. *Bipolaris sorokiniana*) и видов рода *Fusarium* (*F. avenaceum*, *F. oxysporum*, *F. graminearum*, *F. sambucinum* и др.) (Чулкина, 1991). В течение длительного времени исследования показывали абсолютное доминирование *Bipolaris sorokiniana* над остальными компонентами патоконплекса корневых гнилей злаковых культур в большинстве регионов Сибири и в Зауралье (Корневые гнили..., 2017; Soil Infections..., 2015).

Мониторинговые исследования свидетельствуют, что идет постепенное изменение численности популяции и смена преобладающих видов в сообществе возбудителей корневых гнилей зерновых и зернообовых культур в сторону грибов рода *Fusarium*. Причины популяционных сдвигов в патоконплексах корневых гнилей разнообразны и связаны с изменением технологий возделывания сельскохозяйственных культур, выведением новых высоко продуктивных, но неустойчивых сортов, климатическими вариациями (Левитин, 2016; Торопова и др., 2018; Schroeder & Paulitz, 2006; Glyphosate associations..., 2009; Johal & Huber, 2009; *Fusarium* infestation..., 2010; Development of Soil-Borne Infections..., 2018).

В условиях высокой насыщенности севооборотов восприимчивыми культурами и пониженной супрессивностью агроэкосистемных почв, численность возбудителей корневых инфекций на подавляющей доле посевных площадей Сибири значительно превышает пороговые значения (Торопова и др., 2016). Заселенность почвы агроэкосистем в несколько раз выше, чем в естественных экосистемах, на целинных и залежных участках, где произрастают дикие злаки (Глинушкин и др., 2016). В этой связи, для контроля корневых гнилей требуется, прежде всего, оздоровление почв путем повышения биологического разнообразия севооборотов и обогащения их активными фитосанитарными предшественниками. Для индуцирования супрессивности почвы необходимо пополнение ее органической составляющей за счет систематического поступления разнообразных по составу растительных остатков и органических удобрений (Торопова и др., 2018; Органическое удобрение..., 2018).

Важной задачей является также повышение устойчивости и выносливости растений (генетической, физиологической) к фитопатогенам, особенно в критические периоды формирования элементов структуры урожая (Глинушкин и др., 2016).

При оценке устойчивости селекционного материала к корневой гнили, помимо интенсивности симптомов болезни на всех инфицированных подземных органах, целесообразно определять сортовую этиологию корневых инфекций, а также фитосанитарное состояние почвы в ризосфере оцениваемых растений за вегетационный период (Торопова, Соколов, 2018).

Цель исследований состояла в оценке сортов яровой пшеницы по пораженности корневыми гнилями и по влиянию на почвенную популяцию возбудителей.

Задачи исследований

1. Провести анализ развития корневых гнилей на подземных органах сортов яровой пшеницы;
2. Уточнить сортовую этиологию болезни;
3. Определить численность конидий *B. sorokiniana* в ризосферной почве сортов.

Исследования проводили на селекционном участке ФИЦ Институт цитологии и генетики СО РАН в северной лесостепи Новосибирского Приобья на коллекции сортов, предоставленной ВИР (за исключением Новосибирской 15, Обской 2, Сибирской 17 и Зауралочки), изучаемой в рамках выполнения бюджетного проекта ИЦиГ СО РАН № 0324–2019-0039. Площадь под каждым сортом составляла 2 м² в двукратной повторности. Предшественником был пар. Почва — выщелоченный чернозем. Оценка пораженности сортов корневыми гнилями проводили дифференцированно по органам (первичные корни, вторичные корни, эпикотиль, основание стебля), микологический анализ органов проводили на агаре Чапека (ЧА), заселенность ризосферной почвы конидиями *B. sorokiniana* определяли методом флотации в конце вегетации (Фитосанитарная..., 2017).

Результаты и обсуждение

Результаты оценки пораженности растений яровой пшеницы корневыми гнилями представлены в таблице 1.

Данные таблицы свидетельствуют, что в конце вегетации подземные органы всех сортов были поражены корневыми гнилями выше биологического порога вредности (ПВ = 15%) в среднем в 2,3 раза. Наиболее сильная пораженность на уровне 2,9 и 2,7 ПВ была выявлена на сортообразце K65839 и сорте Новосибирская 15 соответственно. Самое низкое развитие корневых гнилей на уровне 1,7 ПВ было отмечено на сорте Сибир-

Таблица 1.

Развитие и этиология корневой гнили по сортам яровой пшеницы, %

Сорт	Индекс развития болезни, %	Корневая система		Основание стебля	
		<i>Fusarium</i> spp.	<i>Bipolaris sorokiniana</i>	<i>Fusarium</i> spp.	<i>Bipolaris sorokiniana</i>
Новосибирская 15	40,6	77	10	30	25
Зауралочка	33,1	67	15	45	25
Quagna	32,0	40	0	50	55
Руслада	35,6	45	25	60	35
ЛТЗ	37,2	35	5	60	20
Обская 2	34,4	10	35	47	63
Сибирская 17	25,5	0	0	7	20
Remus	36,7	5	75	27	73
Тобольская	34,7	55	35	45	20
K65839	43,1	35	5	65	15
Мапи	29,4	25	0	50	0
Тулайковская Надежда	33,6	45	15	50	60
Среднее по сортам	34,7	35,6	18,3	50,9	34,3
НСР05	3,2	4,7	2,6	6,1	4,5

ская 17, близкий показатель продемонстрировал сорт Мапу (2 ПВ). Таким образом, исследования не позволили выявить сортов с высокой устойчивостью, развитие болезни на которых не достигло ПВ к концу вегетации. Все исследованные сорта требуют принятия дополнительных защитных мер для снижения пораженности корневыми гнилями.

Для принятия обоснованных решений по защите сортов от корневых инфекций требуется уточнение этиологии болезни, поскольку системы защитных мероприятий следует дифференцировать по видам фитопатогенов. Исследованные сорта показали существенные отличия по этиологии корневых гнилей, а также по органотропной специализации возбудителей болезни. Так, в среднем все сорта были заражены грибами рода *Fusarium* в большей степени, чем микромицетом *B.sorokiniana*, причем на корнях разница составила почти 2 раза, а на основаниях стеблей — 1,5 раза, что согласуется с ранее проведенными исследованиями об относительной приуроченности грибов рода *Fusarium* к корневой системе, а *B.sorokiniana* — к соломистым околоземным органам (Торопова и др., 2018). Исключение составил сорт Remus, корневая система которого была заражена преимущественно, в 15 раз чаще, грибом *B.sorokiniana*, а основание стебля заражалось этим фитопатогеном в 2,7 раза сильнее, чем грибами рода *Fusarium*. Наиболее высокая зараженность корневой системы фузариевыми грибами была отмечена сортах Новосибирская 15 и Зауралочка, а оснований стеблей — у K65839, а также ЛТЗ и Зауралочка. Меньше всего были заражены фузариями корни сортов Сибирская 17, Remus и Обская 2. В отношении *B.sorokiniana* наиболее устойчивыми были корни сортов Quarna, ЛТЗ, Сибирская 17 и Мапу.

Что касается оснований стеблей, то по устойчивости следует выделить только сорт Мапу, зараженность остальных сортов колебалась от умеренной (K65839, Тобольская, ЛТЗ, Сибирская 17) до очень значительной (Remus). В целом, следует выделить сорт Сибирская 17, показавший пониженную поражаемость фузариозно-гельминтоспориозными гнилями, имевший незараженные фитопатогенами корни и умеренно инфицированные основания стеблей. Сорт Мапу имел пониженную пораженность корневыми гнилями за счет устойчивости к *B.sorokiniana*, тогда как грибы рода *Fusarium* заражали его на среднем для исследованных сортов уровне. Сорт Remus заражался преимущественно *B.sorokiniana*, показывая относительную устойчивость, особенно корневой системы, к грибами рода *Fusarium*.

Для стабилизации фитосанитарного состояния агроценозов важно оценивать возделываемые сорта по интенсивности размножения на них фитопатогенов, а также по способности сортоспецифической ризосферной микрофлоры и (или) корневых выделений подавлять выживание покоящихся структур возбудителей болезней. Данные по заселенности ризосферной почвы под сортами яровой пшеницы конидиями *B.sorokiniana* представлены в таблице 2.

Данные таблицы свидетельствуют, что заселенность почвы конидиями возбудителя гельминтоспориозной

Таблица 2.

Показатели липидного обмена в состоянии относительного покоя

Сорт	Число конидий, шт./1 г возд.-сух почвы	Доля деградированных, %	Коэффициент размножения
Новосибирская 15	850	21,8	4,3
Зауралочка	495	28,9	2,5
Quarna	370	35,8	1,9
Руслада	245	51,5	1,2
ЛТЗ	270	45,9	1,4
Обская 2	470	32,1	2,4
Сибирская 17	365	48,6	1,8
Remus	370	43,8	1,9
Тобольская	320	46,1	1,6
K65839	345	47,9	1,7
Мапу	265	46,8	1,3
Тулайковская Надежда	295	55,6	1,5

корневой гнили в конце вегетационного периода превышала зональный ЭПВ для выщелоченного чернозема (20–30 шт./г почвы) в 10–34 раза. Исходная, перед началом вегетации, заселенность почвы составляла 180–200 конидий/г почвы, то есть была также значительной. Сорта имели существенные различия по коэффициенту размножения *B.sorokiniana*. Самый значительный коэффициент показал сорт Новосибирская 15, который обеспечил благоприятные условия для размножения *B.sorokiniana* на прикорневых листьях. Значительно, в 3,6 раза, менее активное размножение фитопатогена отмечено на сортах Руслада и Мапу. Следует отметить, что пораженность подземных органов сортов и активность размножения возбудителя на прикорневых листьях не имели достоверной связи. Коэффициент корреляции между развитием корневой гнили и коэффициентом размножения был низким и статистически не достоверным. Интересно, что сорта с высокими коэффициентами размножения *B.sorokiniana* имели более низкую долю деградированных конидий в своей ризосфере. Коэффициент корреляции между общей численностью конидий и долей деградированных составил $r = 0,864 \pm 169$ ($P < 0,01$), что свидетельствует о тесной связи этих показателей и существенном влиянии (коэффициент детерминации 74%) сортовых особенностей на размножение и выживание фитопатогена. То есть сорта с высоким коэффициентом размножения *B.sorokiniana* будут оставлять после себя в почве значительный запас жизнеспособных структур фитопатогена, осложняя фитосанитарную ситуацию в последующие годы, поскольку длительность выживания конидий составляет 5 и более лет.

Закключение

Исследования не позволили выявить среди исследованных сортов иммунных и высоко устойчивых к фузариозно-гельминтоспориозным корневым гнилям форм. Все сорта поражались выше биологического порога вредоносности, однако различия в развитии болезни достигали 1,7 раз. Выявлено доминирование грибов рода *Fusarium* в патоккомплексе корневых гнилей на большинстве сортов. В результате исследований был выявлен сорт Сибирская 17, показавший комплексную пониженную поражаемость фузариозно-гельминто-

спориозными гнилями, имевший незараженные фитопатогенами корни и умеренно инфицированные основания стеблей. Было выявлено дифференцированное проявление устойчивости к гельмитоспориозной и фузариозной гнили: к фузариозной гнили относительно высокую устойчивость показал сорт Ману, а к гельмитоспориозной — Remus.

Сорта по-разному воздействовали на численность конидий *B.sorokiniana* в ризосферной почве, коэффициент размножения микромицета за вегетацию коле-

бался от 1,2 до 4,3. Наиболее интенсивное размножение фитопатогена выявлено под сортом Новосибирская 15, численность конидий под которым достигла 34 ЭПВ. Значительно, в 3,6 раза, менее активное размножение фитопатогена отмечено на сортах Руслуда и Ману. Сорта в значительной степени определяли не только численность, но и жизнеспособность конидий *B.sorokiniana*: коэффициент корреляции между общей численностью конидий и долей деградированных составил $r = 0,864 \pm 169$ ($P < 0,01$).

ЛИТЕРАТУРА

1. Глинушкин А.П., Соколов М.С., Торопова Е.Ю. Фитосанитарные и гигиенические требования к здоровой почве. Под ред. М.С. Соколова. М.: «Издательство Агрорус». 2016. 288 с.
2. Грибы рода *Fusarium* на зерне пшеницы в Западной Сибири / Торопова Е.Ю., Воробьева И.Г., Мустафина М.А., Селюк М.П. / Защита и карантин растений. 2019. №1. С.21-23.
3. Зональные системы защиты яровой пшеницы от сорняков, болезней и вредителей / Долженко В.И., Власенко Н.Г., Власенко А.Н. [и др.]. Новосибирск. 2014. 124 с.
4. Кекало А.Ю., Немченко В.В. Технологии защиты яровой пшеницы от фитопатогенов // Аграрный вестник Урала. 2017. № 4 (158). С. 26-30.
5. Корневые гнили яровой пшеницы в Зауралье и меры борьбы с ними / Порсев И.Н., Торопова Е.Ю., Исаенко В.А., Малинников А.А., Субботин И.А. / АПК России. 2017. том 24. №1. С.212-219.
6. Левитин М.М. Фузариоз колоса зерновых культур // Защита и карантин растений. 2002. № 1. С. 16.
7. Левитин М.М. Распространение болезней растений в условиях глобального изменения климата // Сельскохозяйственные науки и агропромышленный комплекс на рубеже веков. 2016. № 13. С. 97-101.
8. Органическое удобрение — эффективный фактор оздоровления почвы и индуктор ее супрессивности / Соколов М.С., Спиридонов Ю.Я., Глинушкин А.П., Торопова Е.Ю. / Достижения науки и техники АПК. 2018. Том 32. № 1. С. 4-12.
9. Торопова Е.Ю., Соколов М.С., Глинушкин А.П. Индукция супрессивности почвы — важнейший фактор лимитирования вредоносности корневых инфекций. Агрехимия. 2016. № 8. С. 46-55.
10. Торопова Е. Ю., Соколов М. С. Роль сорта в контроле обыкновенной корневой гнили яровой пшеницы // Агрехимия. 2018. № 11. С. 48-59.
11. Торопова Е.Ю., Селюк М.П., Казакова О.А. Факторы доминирования грибов рода *Fusarium* в патоккомплексе корневых гнилей зерновых культур // Агрехимия. 2018. № 5. С. 73-82.
12. Фитосанитарная диагностика агроэкосистем / В.А. Чулкина, Е.Ю. Торопова, Г.Я. Стецов [и др.] / Учебно-практическое пособие. Барнаул. 2017. 210 с.
13. Чулкина В.А. Биологические основы эпифитотологии // М: Агропромиздат. 1991. 287с.
14. Bacon C.W., Yates I.E. Endophytic Root Colonization by *Fusarium* species: History, Plant Interactions, and Toxicity // Microbial Root Endophytes: Soil Biology. 2006. Vol. 9. P. 133-152.
15. Bailey K.L., Lazarovits G. Suppressing soil-borne diseases with residue management and organic amendments // Soil & Tillage Research. 2003. T. 72. N. 2. P. 169-180.
16. Development of Soil-Borne Infections in Spring Wheat and Barley as Influenced by Hydrothermal Stress in the Forest-Steppe Conditions of Western Siberia and the Urals / Toropova E. Yu., Glinushkin A. P., Selyuk M. P., Kazakova O. A., Ovsyankina A. V. // Russian Agricultural Sciences. 2018. № 44(3). P.241-244.
17. *Fusarium* infestation and mycotoxin contamination in organic than in conventional cereals / Bernhoft P., Clasen E., Kristoffersen A. [et al.] / Food Additives & Contaminants: Part A. 2010. Vol. 27. N. 6. P. 842-852.
18. Johal G.S., Huber D.M. Glyphosate effects on diseases of plants // European Journal of Agronomy. 2009. Vol. 31. N. 3. P. 144-152.
19. Schroeder K.L., Paulitz T.C. Root Diseases of Wheat and Barley During the Transition from Conventional Tillage to Direct Seeding // Plant Disease. 2006. P. 1247-1253.
20. Soil Infections of Grain Crops with the Use of The Resource-saving Technologies in Western Siberia / Toropova E.Yu., Kirichenko A.A., Stetsov G.Ya., Suhomlinov V.Y. / Biosciences Biotechnology Research Asia. 2015. 2: 1081-1093.

ОБ АВТОРАХ:

Торопова Е.Ю., доктор биологических наук, профессор
Пискарев В.В., кандидат сельскохозяйственных наук
Сухомлинов В.Ю., аспирант

REFERENCES

1. Glinushkin A.P., Sokolov M.S., Toropova E.Yu. Phytosanitary and hygienic requirements for healthy soil. Ed. M.S. Sokolov. M.: "Publishing Agrorus." 2016. 288 p. (In Russian)
2. Mushroomrooms of the genus *Fusarium* on wheat grain in Western Siberia / Toropova E.Yu., Vorobeve I.G., Mustafina M.A., Selyuk M.P. Plant protection and quarantine. 2019. №1. P.21-23. (In Russian)
3. Zonal systems of spring wheat protection from weeds, diseases and pests / Doizhenko V.I., Vlasenko N.G., Vlasenko A.N. [and etc.]. Novosibirsk 2014. 124 p. (In Russian)
4. Kekalo A.Yu., Nemchenko V.V. Technologies of spring wheat protection from phytopathogens // Agrarian Bulletin of the Urals. 2017. No. 4 (158). Pp. 26-30. (In Russian)
5. Root rot of spring wheat in the Urals and measures to combat them / Porsev I.N., Toropova E.Yu., Isaenko V.A., Malinnikov A.A., Subbotin I.A. / AIC of Russia. 2017. Volume 24. №1. P.212-219. (In Russian)
6. Levitin M.M. *Fusarium* spike grain crops / Protection and quarantine of plants. 2002. № 1. P. 16. (In Russian)
7. Levitin M.M. The spread of plant diseases in the context of global climate change // Agricultural Sciences and the agro-industrial complex at the turn of the century. 2016. No. 13. P. 97-101. (In Russian)
8. Organic fertilizer is an effective factor for the improvement of the soil and an inductor of its suppressiveness / Sokolov M.S., Spiridonov Yu.Y., Glinushkin A.P., Toropova E.Yu. / Achievements of science and technology of agriculture. 2018. Volume 32. No. 1. P. 4-12. (In Russian)
9. Toropova E.Yu., Sokolov M.S., Glinushkin A.P. Induction of soil suppressiveness is the most important factor in limiting the harmfulness of root infections. *Agrochemistry*. 2016. No. 8. P. 46-55. (In Russian)
10. Toropova E. Yu., Sokolov M. S. The role of the variety in the control of common root rot of spring wheat // *Agrochemistry*. 2018. № 11. S. 48-59. (In Russian)
11. Toropova E.Yu., Selyuk M.P., Kazakova O.A. Dominance factors of fungi of the genus *Fusarium* in the pathocomplex of root rot of cereals // *Agrochemistry*. 2018. No. 5. P. 73-82. (In Russian)
12. Phytosanitary diagnostics of agroecosystems / Chulкина V.A., Toropova E.Yu., Stetsov G.Ya. [et al.] / Educational-practical guide. Barnaul. 2017. 210 p. (In Russian)
13. Chulкина V.A. Biological bases of epiphytology // M: Агропромиздат. 1991. 287с. (In Russian)
14. Bacon C.W., Yates I.E. Endophytic Root Colonization by *Fusarium* species: History, Plant Interactions, and Toxicity // Microbial Root Endophytes: Soil Biology. 2006. Vol. 9. P. 133-152.
15. Bailey K.L., Lazarovits G. Suppressing soil-borne diseases with residue management and organic amendments // Soil & Tillage Research. 2003. T. 72. N. 2. P. 169-180.
16. Development of Soil-Borne Infections in Spring Wheat and Barley as Influenced by Hydrothermal Stress in the Forest-Steppe Conditions of Western Siberia and the Urals / Toropova E. Yu., Glinushkin A. P., Selyuk M. P., Kazakova O. A., Ovsyankina A. V. // Russian Agricultural Sciences. 2018. № 44(3). P.241-244.
17. *Fusarium* infestation and mycotoxin contamination in organic than in conventional cereals / Bernhoft P., Clasen E., Kristoffersen A. [et al.] / Food Additives & Contaminants: Part A. 2010. Vol. 27. N. 6. P. 842-852.
18. Johal G.S., Huber D.M. Glyphosate effects on diseases of plants // European Journal of Agronomy. 2009. Vol. 31. N. 3. P. 144-152.
19. Schroeder K.L., Paulitz T.C. Root Diseases of Wheat and Barley During the Transition from Conventional Tillage to Direct Seeding // Plant Disease. 2006. P. 1247-1253.
20. Soil Infections of Grain Crops with the Use of The Resource-saving Technologies in Western Siberia / Toropova E.Yu., Kirichenko A.A., Stetsov G.Ya., Suhomlinov V.Y. / Biosciences Biotechnology Research Asia. 2015. 2: 1081-1093.

ABOUT THE AUTHORS:

Toropova E.Yu., doctor of biological Sciences, Professor
Piskarev V.V., candidate of agricultural Sciences
Сухомлинов V.Yu., postgraduate student