

ДЕЙСТВИЕ АГРОТЕХНИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ НА РАСПРОСТРАНЕННОСТЬ РЖАВЧИННЫХ БОЛЕЗНЕЙ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР

А.Н. ВОРОНИН, А.М. ТРУФАНОВ, С.В. ЩУКИН

(ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА)

Потенциал продуктивности полевых культур в настоящее время реализуется не более чем на 25%. Одной из главных причин этого является ухудшение фитосанитарной обстановки вследствие низкой агротехники, выращивания неустойчивых сортов, несоблюдения норм пространственной изоляции и ряда других причин. Ржавчинные болезни занимают ведущее место при снижении урожая большинства культур, особенно зерновых. В стационарном полевом стационарном трехфакторном опыте кафедры агрономии ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА изучено влияние ресурсосберегающих систем обработки и удобрений на распространенность ржавчинных болезней и продуктивность полевых культур. За годы исследований (2016–2019 гг.) в посевах были обнаружены стеблевая ржавчина овса, желтая и бурая ржавчины пшеницы, линейная ржавчина тимофеевки. В 2018 г. теплая и влажная погода благоприятствовала усиленному развитию стеблевой ржавчины овса в посевах однолетних трав. В среднем по факторам применение изучаемых систем обработки почвы не вызвало каких-либо значимых изменений в распространенности ржавчинных болезней на злаковых культурах при минимальных значениях на системе поверхностно-отвальной обработки почвы. Применение полной нормы минеральных удобрений вызвало статистически значимую распространенность бурой ржавчины в 2017 г. на 4,58%. В 2018 г. использование соломы способствовало существенному увеличению распространенности стеблевой ржавчины овса на 18,34%. В среднем по изучаемым системам обработки почвы в 2019 г. использование полной нормы минеральных удобрений как отдельно, так и совместно с соломой, обусловило статистически значимое снижение вышеуказанного показателя при минимальных значениях по фону «Солома+НРК» – 6,39%. Использование системы поверхностной обработки за все годы исследований обусловило некоторое снижение продуктивности полевых культур по сравнению с поверхностно-отвальной обработкой. В среднем по системам обработки почвы использование всех видов удобрений способствовало увеличению продуктивности полевых культур при максимальных достоверных значениях по фону «Солома+НРК».

Ключевые слова: *глееватая почва, распространенность, ржавчинные болезни, продуктивность полевых культур.*

Введение

Обеспечение населения России качественным и конкурентоспособным продовольствием за счет собственного производства продукции имеет стратегическое значение. Однако 2/3 произведенного зерна идет на фуражные цели. Фитосанитарный потенциал производства зерна в настоящее время реализуется лишь на 25%. Потери зерна только от недостаточного применения средств защиты могут составлять 26% ожидаемого урожая [1].

Высокий уровень насыщения севооборотов зерновыми культурами, отсутствие устойчивых сортов, нарушение технологий их возделывания способствуют росту пораженности различными заболеваниями, что проявляется качественным

и количественным снижением урожая [2]. Благоприятствуют этому переход на минимизацию обработки почвы, использование некондиционных семян, сокращение объемов применения пестицидов и удобрений, а также увеличение площадей неиспользуемых земель и тенденция потепления климата [3–5].

Ржавчинные болезни представляют собой во всем мире наиболее экономически значимые грибные заболевания пшеницы и других зерновых культур. Обладая способностью образовывать новые штаммы грибка, ржавчина может поражать даже ранее устойчивые сорта. Ржавчинные болезни обладают способностью распространяться на большие расстояния за счет переносимых ветром спор и могут быстро развиваться при оптимальных погодных условиях [6].

Ухудшение фитосанитарного состояния посевов полевых культур при минимизации обработки почвы общеизвестно [7–10], хотя ряд исследователей считает по-другому [11, 12].

Минеральные удобрения, особенно азотные, фосфорно-калийные (NPK), широко используются в интенсивном земледелии, но в настоящее время органические удобрения не распространены. Большой интерес представляет изучение влияния соломы и способов ее заделки на свойства почвы и продуктивность полевых культур. Удобрения также оказывают влияние на пораженность болезнями. Так, согласно мнению ряда авторов применение азотных удобрений способствует увеличению распространенности ржавчинных болезней на зерновых культурах [13, 14].

Уничтожение сорной растительности при обработке почвы вызывает повышение коэффициента продуктивного использования питательных веществ, что способствует более экономичному использованию удобрений или повышению урожаев без использования дополнительного количества удобрений [15].

Потенциал повышения производства сельскохозяйственной продукции заложен в освоении адаптивно-ландшафтных систем земледелия и интенсификации хозяйствования [16]. Основными аспектами ландшафтного земледелия в центральном районе Нечерноземной зоны являются оптимизация обработки почвы и фитосанитарной ситуации в посевах сельскохозяйственных культур и улучшение питания растений за счет применения удобрений. В результате будет наблюдаться улучшение плодородия почвы и повышение урожайности полевых культур.

В научном земледелии до сих пор не сложилось единое мнение о влиянии систем обработки почвы и фонов удобрений на пораженность ржавчинными болезнями, что обусловлено различными почвенными условиями. Этот вопрос в основном изучался на почвах нормального увлажнения. На глееватых почвах, формирующихся в условиях временного избыточного увлажнения, которые в Нечерноземной зоне составляют значительную долю от общей площади пашни, исследования не проводились. В этой связи целью нашей работы было изучение влияния разных по интенсивности систем обработки и удобрений на распространенность и продуктивность полевых культур на дерново-подзолистых глееватых почвах.

Методика исследований

Экспериментальная работа проводилась в 2016–2019 гг., то есть на 21–24-е годы действия факторов, в полевом стационарном многолетнем трехфакторном опыте, заложенном на опытном поле ЯГСХА методом расщепленных делянок с рандомизированным размещением вариантов в повторениях. Повторность опыта – четырехкратная.

Почва опытного участка – дерново-среднеподзолистая глееватая среднесуглинистая на карбонатной морене. В годы исследований почва пахотного горизонта в среднем содержала: гумуса – 2,6%; легкодоступного фосфора – 224,7 мг/кг почвы; обменного калия – 76,5 мг/кг почвы.

Схема опыта (4 × 6 × 2) приведена ранее [17].

Исследования проводились по вариантам обработки О₁, О₃ и О₄; по фонам питания У₁, У₃, У₅ и У₆. Обследование опытного поля под сельскохозяйственной культурой, отборы проб почвы проведены маршрутным методом в 3-кратной повторности в два этапа: в фазу кущения и в фазу восковой спелости овса и яровой пшеницы. Данная почва характеризуется временным избыточным увлажнением. Влажность почвы в среднем за вегетационный период составляет 20–22%.

В 2016 г. температурные условия характеризовались повышенными на 16,3% значениями в сравнении со среднемноголетними данными, количество осадков сильно варьировало по месяцам: в июне и в августе оно было на 95,6 и 57,1% соответственно выше среднемноголетних показателей, тогда как в июле снизилось на 28,2%. В 2017 г. температура воздуха в период с апреля по июль характеризовалась более низкими значениями по сравнению со среднемноголетними данными. Снижение составило 3, 2,9 и 0,4 °С соответственно. Июнь, и особенно июль, были весьма дождливыми: 96 и 99 мм в сравнении с 68 и 60 мм по среднемноголетним данным, в то время как в августе выпало всего 18 мм осадков.

Погодные условия 2018 г. характеризовались более высокими температурами при максимальных значениях в июне и июле (18,0 и 18,5 °С). Количество осадков за вегетационный период было меньше нормы за исключением июля – превышение в этом месяце составило 128% нормы. В 2019 г. в начале вегетации отмечалось некоторое превышение над среднегодовыми значениями температуры при максимальных значениях в июне – 18,0 °С. Во второй половине наблюдалось снижение показателей. Количество осадков за вегетацию было практически всегда ниже нормы за исключением июля – в этом месяце показатель превысил среднемноголетние данные на 177%.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что в 2018 г. климатические условия могли благоприятствовать бурному развитию ржавчинных болезней, так как было тепло и влажно.

Распространенность ржавчинных заболеваний определялась методом маршрутных обследований. Урожайность всех полевых культур учитывали сплошным поделочным методом с пересчетом на абсолютную чистую продукцию и стандартную влажность зерна 14%, сена однолетних трав – 16%.

Результаты и их обсуждение

В среднем по факторам применение изучаемых систем обработки почвы не вызвало каких-либо значимых изменений в распространенности ржавчинных болезней на злаковых культурах (рис. 1).

В 2016 г. использование системы поверхностно-отвальной обработки обусловило некоторое снижение распространенности стеблевой ржавчины овса – на 2,5%. При использовании ежегодной поверхностной обработки отмечалось увеличение на то же значение в сравнении с отвальной обработкой. В 2017 г. в посевах яровой пшеницы были выявлены растения, пораженные бурой и желтой ржавчиной. Распространенность этих заболеваний практически не изменялась в зависимости от изучаемых систем основной обработки почвы при некотором превышении на варианте с отвальной обработкой по бурой ржавчине. Увеличение составило 1,56% в сравнении с другими фонами. В 2018 г. ввиду благоприятных для развития ржавчинных

заболеваний наблюдалось значительное увеличение распространенности стеблевой ржавчины овса. Использование системы поверхностной обработки почвы вызвало увеличение вышеназванного показателя на 8,75%. В 2019 г. в посевах многолетних трав была обнаружена линейная ржавчина на тимофеевке. Применение системы ежегодной поверхностной обработки способствовало некоторому повышению распространенности заболевания – на 2,09%.

В 2016 г. использование удобрений вызвало снижение распространенности стеблевой ржавчины овса при минимальных значениях на фоне «Солома+NPK» – 8,75% (рис. 2).

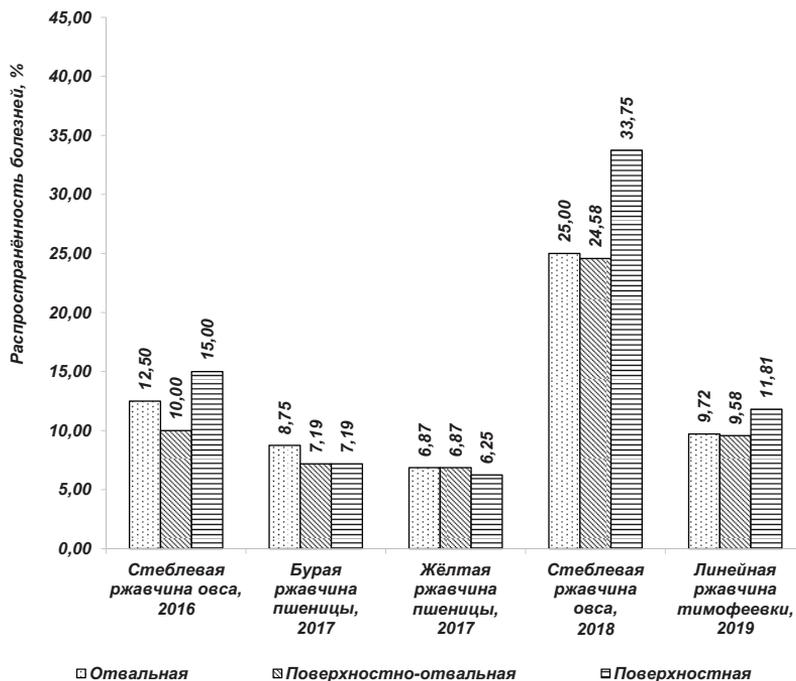


Рис. 1. Распространённость ржавчинных болезней в зависимости от систем основной обработки почвы при усреднении по факторам, % ($HCp_{05} = F_{\phi} < F_{05}$)

В среднем по факторам применение полной нормы минеральных удобрений вызвало статистически значимую распространенность бурой ржавчины в 2017 г. – на 4,58%. Внесение соломы обусловило некоторое увеличение распространенности желтой ржавчины – на пшенице на 2,5%. В 2018 г. использование соломы способствовало существенному увеличению распространенности стеблевой ржавчины овса – на 18,34%. На фоне «Солома+NPK» уже отмечалась противоположная тенденция – снижение на 6,66%. В среднем по изучаемым системам обработки почвы в 2019 г. применение соломы вело к достоверному увеличению распространенности линейной ржавчины – на 1,67%, а использование полной нормы минеральных удобрений как отдельно, так и совместно с соломой, обусловило статистически значимое снижение вышеназванного показателя при минимальных значениях по фону «Солома+NPK» – 6,39%.

Продуктивность полевых культур выступает показателем эффективности применяемых агротехнологий. В 2016 г. этот показатель практически не различался в зависимости от изучаемых систем обработки почвы и находился на уровне 61,48–62,94 ц/га к. ед. (рис. 3).

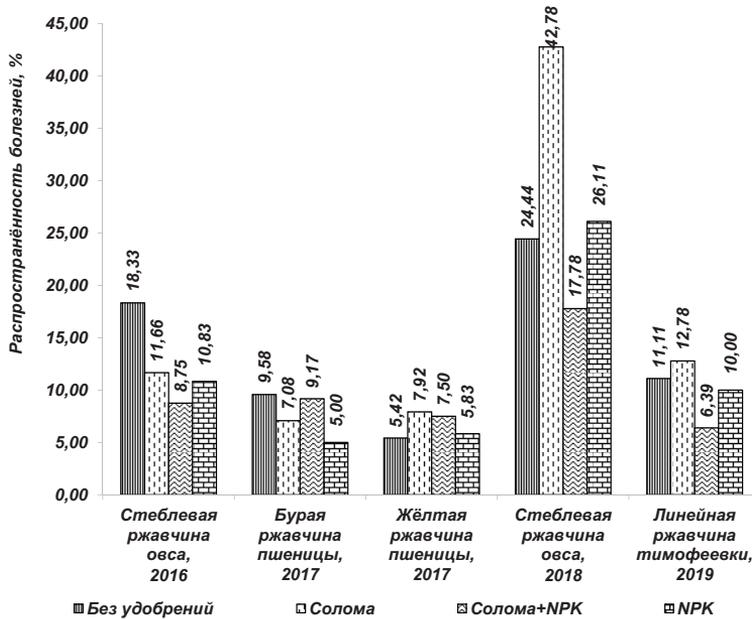


Рис. 2. Распространённость ржавчинных болезней в зависимости от систем удобрений при усреднении по факторам, %:

HCP_{05} буряя ржавчина пшеницы 2017 = 2,76;
 HCP_{05} желтая ржавчина пшеницы 2017 = $F_{\phi} < F_{05}$;
 HCP_{05} желтая ржавчина овса 2018 = 5,64;
 HCP_{05} линейная ржавчина тимopheевки 2019 = 0,48

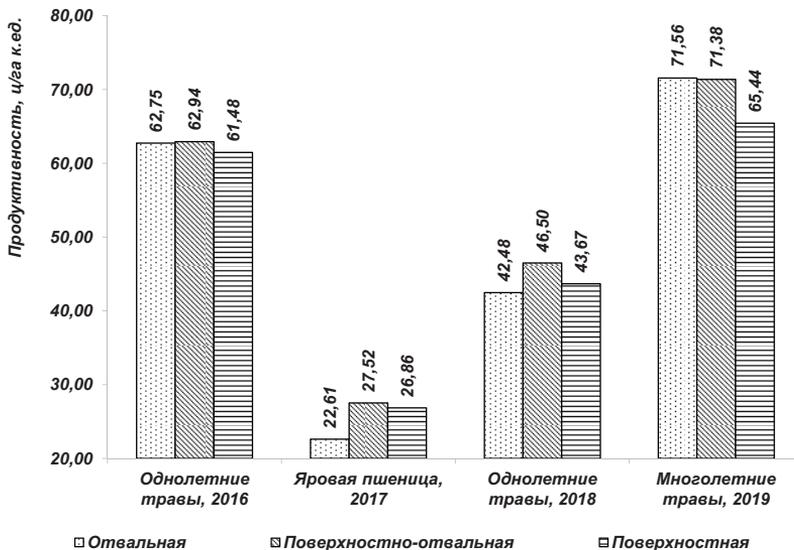


Рис. 3. Продуктивность полевых культур в зависимости от систем обработки почвы ($HCP_{05} = F_{\phi} < F_{05}$)

В 2017 г. использование поверхностных обработок почвы способствовало некоторому повышению продуктивности яровой пшеницы в сравнении с ежегодной отвальной обработкой. В среднем по системам удобрений в 2018 г. применение системы поверхностно-отвальной обработки вызвало увеличение продуктивности

однолетних трав на 4,02 ц/га к. ед. В 2019 г. использование системы поверхностной обработки обусловило снижение продуктивности многолетних трав с 71,56 ц/га на контрольной отвальной обработке до 65,44 ц/га к. ед.

В среднем по системам обработки почвы в 2016 г. использование всех видов удобрений способствовало увеличению продуктивности однолетних трав при максимальных достоверных значениях по фону «Солома+NPK» – 66,27 ц/га к. ед. (рис. 4).

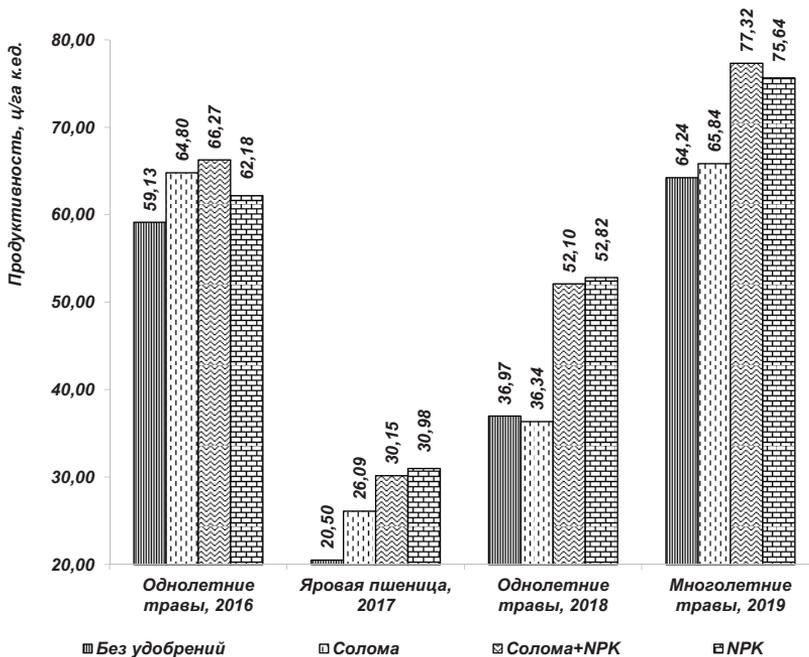


Рис. 4. Продуктивность полевых культур в зависимости от систем удобрений: НСР₀₅ однолетние травы, 2016 = 5,22; НСР₀₅ яровая пшеница, 2017 = 3,37; НСР₀₅ однолетние травы, 2018 = 3,59; НСР₀₅ многолетние травы, 2019 = 6,02

В 2017 г. применение всех изучаемых удобрений вызвало статистически значимое увеличение продуктивности яровой пшеницы. В среднем по факторам в 2018 г. наблюдалось существенное увеличение продуктивности однолетних трав при использовании полной нормы минеральных удобрений как отдельно, так и совместно с соломой. Похожая тенденция прослеживалась в 2019 г. в посевах многолетних трав.

Выводы

На дерново-среднеподзолистой глееватой почве наибольший положительный эффект в отношении ржавчинных болезней оказывают применение системы поверхностно-отвальной обработки и совместное использование соломы с полными минеральными удобрениями. В этом случае наблюдаются снижение распространенности ржавчинных болезней и повышение продуктивности полевых культур.

Библиографический список

1. Захаренко В.А. Оценка потенциала фитосанитарии в зерновом производстве России (методика оценки и показатели) // Защита и карантин растений. – 2013. – № 10. – С. 3–7.

2. *Сабитов М.М.* Влияние комплексного применения средств химизации на основе заболевания и засоренности яровой пшеницы / М.М. Сабитов, Р.В. Науметов, Р.Б. Шарипов // Пермский аграрный вестник. – 2015. – № 3. – С. 25–32.
3. *Синецков В.Е., Васильева Н.В.* Фитосанитарная ситуация в зерновых агроценозах при минимизации обработки почвы: Монография / В.Е. Синецков, Н.В. Васильева. – Новосибирск: ФГБНУ «СибНИИЗиХ», 2015.
4. *Железова С.В.* Влияние разных технологий возделывания озимой пшеницы на урожайность и фитосанитарное состояние посевов (на примере полевого опыта Центра точного земледелия РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева) / С.В. Железова, Т.А. Акимова, О.О. Белошапкина, Е.В. Березовский // Агрохимия. – 2017. – № 4. – С. 65–75.
5. *Hysek J., Vach M., Zabka M., Javurek M.* Biological Protection against Fungal Diseases of Winter Wheat under Different Soil Tillage Technologies / J. Hysek, M. Vach, M. Zabka, M. Javurek // Journal of agricultural Science and Technology. – 2011. – № 5 (4 (35)). – P. 385–392.
6. *Stakman E.S.* The effect of fertilizers on the development of stem rust of wheat / E.S. Stakman, O.S. Aamodt // Journal of agricultural research. – 1924. – Vol. XXVII. – № 6. – P. 341–345.
7. *Немченко В.В.* Целесообразность применения фунгицидов на яровой пшенице / В.В. Немченко, Н.Ю. Заргарян, М.Ю. Фомина // Защита и карантин растений. – 2012. – № 10. – С. 47–49.
8. *Семынина Т.В.* Качество семян не позволяет экономить на протравливании // Защита и карантин растений. – 2013. – № 8. – С. 19–21.
9. *Рзаева В.В.* Основная обработка почвы при возделывании яровой пшеницы в Северном Зауралье / В.В. Рзаев, Н.В. Фисунов // Актуальные проблемы земледелия и защиты почв от эрозии: Сборник докладов Международной научно-практической конференции и школы молодых ученых, посвященной году экологии и 50-летию выхода Постановления о борьбе с эрозией почвы. – Курск: Изд-во ООО «ТОП+», 2017. – С. 238–241.
10. *Кирюшин В.И.* Задачи научно-инновационного обеспечения земледелия России // Земледелие. – 2018. – № 3. – С. 3–8.
11. *Романенко А.А.* Кто поставит точку в войне с землей? / А.А. Романенко, П.П. Васюков // Земледелие. – 2006. – № 6. – С. 23–25.
12. *Цветков М.Л.* Ресурсосбережение в земледелии юга Западной Сибири: Монография. – Saarbrücken LAP, 2014.
13. *May W.E.* Response of oat grain yield and quality to nitrogen fertilizer and fungicides / W.E. May, S. Brandt, K. Hutt-Taylor // Agronomy Journal. – Vol. 112. – Issue 2. – 2020. – P. 1021–1034.
14. *Alemu W.* Effect of nitrogen fertilizer and fungicide application on disease severity, yield and yield related traits of emmer wheat (*Triticum diccocom L.*) in highlands of Bale, Southeastern Ethiopia / W. Alemu, T. Bayisa // Plant. – 2016. – Vol. 4. – Issue 2. – P. 8–13.
15. *Ладонин В.Ф.* Комплексное использование средств химизации в интенсивных технологиях возделывания зерновых // Борьба с сорняками при возделывании сельскохозяйственных культур / Под ред. Г.С. Груздева. – М., 1988. – С. 8–15.
16. *Черкасов Г.Н. и др.* Научно-практические основы адаптивно-ландшафтной системы земледелия Курской области. – Курск: ФГБНУ ВНИИЗиЗПЭ ФАНО России, 2017.
17. *Щукин С.В.* Изменение структурного состояния почвы под действием различных по интенсивности систем обработки, удобрений и гербицидов / С.В. Щукин, А.Н. Воронин, А.М. Труфанов, Б.А. Смирнов // Известия ТСХА. – 2007. – Вып. 2. – С. 12–18.

EFFECT OF AGROTECHNICAL TECHNIQUES ON DISTRIBUTION OF RUST DISEASES AND PRODUCTIVITY OF FIELD CROPS

A.N. VORONIN, A.M. TRUFANOV, S.V. SHCHUKIN

(Yaroslavl State Agricultural Academy)

The productivity potential of field crops is currently realized by no more than 25%. One of the main reasons is the deterioration of the phytosanitary situation due to low agricultural technology, the cultivation of unstable varieties, non-compliance with spatial isolation norms, and others. Rust diseases take the top place in the decline in the yield of most crops, especially cereals. In a stationary field three-factor experiment of the Department of Agronomy of Yaroslavl State Agricultural Academy, the authors studied the influence of resource-saving processing systems and fertilizers on the prevalence of rust diseases and the productivity of field crops. Over the years of research (2016–2019), stem rust of oats, yellow and brown rust of wheat, linear rust of timothy were found in the crops. In 2018, warm and humid weather favored increased development of oat stem rust in annual grasses. On average, in terms of factors, the use of the studied soil cultivation systems did not cause any significant changes in the prevalence of rust diseases on cereals with minimal values on the surface-moldboard soil cultivation system. The full rate of mineral fertilizers caused a statistically significant majority of leaf rust in 2017 by 4.58%. In 2018, the use of straw contributed to a significant increase in the prevalence of oat stem rust by 18.34%. On average, for the studied soil cultivation systems in 2019, the use of the full norm of mineral fertilizers, both separately and together with straw, led to a statistically significant decrease in the above indicator with the minimum values for the background “Straw+NPK” by 6.39%. The use of a surface treatment system for all the years of research has led to a slight decrease in the productivity of field crops in comparison with surface-moldboard treatment. On average, for soil cultivation systems, the use of all types of fertilizers increased the productivity of field crops with the maximum reliable values for the background “Straw+NPK.”

Key words: *gley soil, prevalence, rust diseases, productivity of field crops.*

References

1. *Zakharenko V.A.* Otsenka potentsiala fitosanitarii v zernovom proizvodstve Rossii (metodika otsenki i pokazateli) [Assessment of phytosanitary potential in grain production in Russia (assessment methodology and indicators)]. *Zashchita i karantin rasteniy.* 2013; 10: 3–7. (in Rus.)
2. *Sabitov M.M., Naumetov R.V., Sharipova R.B.* Vliyaniye kompleksnogo primeneniya sredstv khimizatsii na osnove zabolevaniya i zasoronnosti yarovoy pshenitsy [Effect of complex application of chemicals on the basis of disease and weediness in spring wheat]. *Permskiy agrarniy vestnik.* 2015; 3: 25–32. (in Rus.)
3. *Sineshchekov V.E., Vasil'eva N.V.* Fitosanitarnaya situatsiya v zernovykh agrotsenozakh pri minimizatsii obrabotki pochvy: monografiya [Phytosanitary situation in cereal agrocenoses under minimised tillage: monograph]. Novosibirsk: FGBNU “SibNII ZiKH”. 2015. (in Rus.)
4. *Zhelezova S.V., Akimov T.A., Beloshapkina O.O., Berezovskiy E.V.* Vliyaniye raznykh tekhnologiy vozdeleyvaniya ozimoy pshenitsy na urozhaynost' i fitosanitarnoe sostoyaniye posevov (na primere polevogo opyta Tsentra tochnogo zemledeliya RGAU-MSKHA im. K.A. Timiryazeva) [Influence of different winter wheat cultivation technologies on yield and phytosanitary condition of crops (based on the field experience of the Precision Farming Centre of Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy)]. *Agrokhiimiya.* 2017; 4: 65–75. (in Rus.)

5. Hysek J., Vach M., Zabka M., Javurek M. Biological Protection against Fungal Diseases of Winter Wheat under Different Soil Tillage Technologies. *Journal of agricultural Science and Technology*. 2011; 5 (4 (35)): 385–392.
6. Stakman E.S., Aamodt O.S. The effect of fertilizers on the development of stem rust of wheat. *Journal of agricultural research*. 1924; XXVII (6): 341–345.
7. Nemchenko V.V., Zargaryan N.Yu., Fomina M.Yu. Tselesoobraznost' primeneniya fungitsidov na yarovoy pshenitse [Feasibility of fungicide application on spring wheat]. *Zashchita i karantin rasteniy*. 2012; 10: 47–49. (In Rus.)
8. Semynina T.V. Kachestvo semyan ne pozvolyaet ekonomit' na protravlivanii [Seed quality does not allow you to save money on dressing]. *Zashchita i karantin rasteniy*. 2013; 8: 19–21. (In Rus.)
9. Rzaeva V.V., Fisunov N.V. Osnovnaya obrabotka pochvy pri vozdeleyvanii yarovoy pshenitsy v Severnom Zaural'e [Basic tillage of spring wheat in the Northern Trans-Urals]. Aktual'nye problemy zemledeliya i zashchity pochv ot erozii: sb. dokl. Mezhdunar. nauch.-prak. konf. i shkoly molodykh uchenykh, posvyashch. godu ekologii i 50-letiyu vykhoda Postanovleniya o bor'be s eroziyey pochvy. Kursk: izd-vo OOO "TOP+", 2017: 238–241. (In Rus.)
10. Kiryushin V.I. Zadachi nauchno-innovatsionnogo obespecheniya zemledeliya Rossii [Challenges for scientific and innovation support for farming in Russia]. *Zemledelie*. 2018; 3: 3–8. (In Rus.)
11. Romanenko A.A., Vasyukov P.P. Kto postavit tochku v voyne s zemley? [Who will put a stop to the land war?]. *Zemledelie*. 2006; 6: 23–25. (In Rus.)
12. Tsvetkov M.L. Resursoberezhenie v zemledelii yuga Zapadnoy Sibiri: monografiya [Conservation agriculture in the south of Western Siberia: Monograph]. Saarbrücken LAP. 2014. (In Rus.)
13. May W.E., Brandt S., Hutt-Taylor K. Response of oat grain yield and quality to nitrogen fertilizer and fungicides. *Agronomy Journal*. 2020; 112 (2): 1021–1034.
14. Alemu W., Bayisa T. Effect of nitrogen fertilizer and fungicide application on disease severity, yield and yield related traits of emmer wheat (*Triticum diccocom* L.) in highlands of Bale, Southeastern Ethiopia. *Plant*. 2016; 4 (2): 8–13.
15. Ladonin V.F. Kompleksnoe ispol'zovanie sredstv khimizatsii v intensivnykh tekhnologiyakh vozdeleyvaniya zernovykh [Integrated use of chemical inputs in intensive cereal cultivation technologies]. Bor'ba s sornyakami pri vozdeleyvanii sel'skokhozyaystvennykh kul'tur. Ed. by G.S. Gruzdeva. Moscow. 1988: 8–15. (In Rus.)
16. Cherkasov G.N. et al. Nauchno-prakticheskie osnovy adaptivno-landshaftnoy sistemy zemledeliya Kurskoy oblasti [Scientific and practical foundations of an adaptive-landscape farming system in the Kursk region]. Kursk: FGBNU VNIIZiZPE FANO Rossii. 2017. (In Rus.)
17. Shchukin S.V., Voronin A.N., Trufanov A.M., Smirnov B.A. Izmenenie strukturnogo sostoyaniya pochvy pod deystviem razlichnykh po intensivnosti sistem obrabotki, udobreniy i gerbitsidov [Changes in soil structural condition under the influence of different tillage systems, fertilisers and herbicides in terms of intensity]. *Izvestiya TSKHA*. 2007; 2: 12–18. (In Rus.)

Воронин Александр Николаевич, доцент кафедры «Агрономия», канд. с.-х. наук, доцент; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ярославская государственная сельскохозяйственная академия» (150042, Российская Федерация, г. Ярославль, Тутаевское шоссе, 58; e-mail: voronin@yarscx.ru; тел.: (485) 257–89–58).

Труфанов Александр Михайлович, профессор кафедры «Агрономия», канд. с.-х. наук, доцент. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ярославская государственная сельскохозяйственная академия» (150042, Российская Федерация, г. Ярославль, Тутаевское шоссе, 58; e-mail: a.trufanov@yarcx.ru; тел.: (485) 257–89–58).

Щукин Сергей Владимирович, заведующий кафедрой «Агрономия», канд. с.-х. наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ярославская государственная сельскохозяйственная академия» (150042, Российская Федерация, г. Ярославль, Тутаевское шоссе, 58; e-mail: s.shhukin@yarcx.ru; тел.: (485) 257–89–58).

Alexandr N. Voronin, Associate Professor, the Department of Agronomy, PhD (Ag), Associate Professor. Yaroslavl State Agricultural Academy (58 Tutaevskoe shosse, Yaroslavl (150042, Russian Federation; phone: (485) 257–89–58; E-mail: voronin@yarcx.ru).

Aleksandr M. Trufanov, Professor, the Department of Agronomy, PhD (Ag), Associate Professor, Yaroslavl State Agricultural Academy (58 Tutaevskoe shosse, Yaroslavl (150042, Russian Federation; phone: (485) 257–89–58; E-mail: a.trufanov@yarcx.ru).

Sergey V. Shchukin, Head of the Department of Agronomy, PhD (Ag), Associate Professor, Yaroslavl State Agricultural Academy (58 Tutaevskoe shosse, Yaroslavl (150042, Russian Federation; phone: (485) 257–89–58; E-mail: s.shhukin@yarcx.ru).