

**ВЛИЯНИЕ СОРТОСМЕШАННЫХ ПОСЕВОВ ПШЕНИЦЫ
НА СНИЖЕНИЕ ПОРАЖЕННОСТИ СТЕБЛЕВОЙ РЖАВЧИНОЙ
(ВОЗБУДИТЕЛЬ *Puccinia graminis* PERS. F.SP. *TRITICI* ERIKS. ET HENN.)***

Г.В. Волкова, доктор биологических наук,
Е.В. Гладкова, кандидат сельскохозяйственных наук,
О.О. Мирошниченко, аспирант

Федеральный научный центр биологической защиты растений,
350039, Краснодар, п/о 39
E-mail: galvol.bpp@yandex.ru

Стеблевая ржавчина, вызываемая Puccinia graminis f. sp. tritici, – вредное заболевание пшеницы. Потери урожая в условиях сильной эпифитотии могут достигать от 50 до 100 %. Исследования проводили с целью изучения влияния двухкомпонентной смеси сортов озимой пшеницы с разной устойчивостью к P. graminis Батко (устойчивый, R) и Сварог (восприимчивый, S) в соотношениях 1R:1S и 4R:1S на снижение развития патогена. Контролем служили чистые посевы этих же сортов. Опыты выполняли в г. Краснодар в 2018–2020 гг. Условия вегетационных сезонов в годы исследований были в целом благоприятными для развития стеблевой ржавчины пшеницы. Во все годы исследований, несмотря на высокий инфекционный фон развития болезни на восприимчивом сорте (от 75,5 % до 85,0 %), на сорте Батко величина этого показателя не превышала 10 %. При соотношении сортов 1R:1S развитие болезни уменьшилось, по сравнению с восприимчивым контролем, в 1,4...3,3 раза и варьировало от 25,5 % до 55,5 %. В варианте 4R:1S наблюдали дальнейшее снижение развития болезни в 12,4...16,0 раз до 5,0...6,1 %. Биологическая эффективность изучаемого технологического приема при соотношении сортов 1R:1S составляла от 30,6 % до 70,0 %, 4R:1S – от 91,9 % до 93,7 %. Прибавка урожая зерна к восприимчивому контролю (сорт Сварог) при соотношении 1R:1S варьировала от 3,3 ц/га (5,6 %) до 7,0 ц/га (11,4 %), 4R:1S – от 11,9 ц/га (19,4 %) до 17,8 ц/га (28,9 %). Посев смесью устойчивых и восприимчивых сортов Батко и Сварог в соотношении 1R:1S и 4R:1S рекомендован для снижения развития стеблевой ржавчины пшеницы.

**INFLUENCE OF MULTI-SPECIES CROPS OF WHEAT
ON THE REDUCTION OF STEM RUST INFESTATION
(*Puccinia graminis* PERS.F.SP. *TRITICI* ERIKS. ET HENN.)**

Volkova G.V., Gladkova E.V., Miroshnichenko O.O.

All-Russian Research Institute of Biological Plant Protection,
350039, Krasnodar, p/o 39
E-mail: galvol.bpp@yandex.ru

Stem rust caused by Puccinia graminis f. sp. tritici, a harmful wheat disease. Yield losses under conditions of strong epiphytotic range from 50 to 100 %. The aim of the research was to study the effect of a two-component mixture of winter wheat varieties Batko - resistant (R) and Svarog - susceptible (S) to P. graminis in various ratios 1R:1S and 4R:1S on reducing the development of the pathogen. The experiments were carried out in the city of Krasnodar on the basis of the Federal State Budgetary Scientific Institution of the Federal Research Center for the Development of Water Resources in 2018–2020. The growing seasons during the study years were generally favorable for the development of wheat stem rust. Served as control clean crops of the same varieties of winter wheat. All the years of research, despite the high infectious background of the development of the disease on the susceptible variety (from 75.5 % to 85.0 %), the Batko variety continued to restrain the development of the disease, which remained at a level of no more than 10 %. With the ratio of varieties 1R: 1S, the development of the disease decreased by 1.4-3.3 times and varied in the years of research from 25.5 % to 55.5 %. With the ratio of varieties 4R: 1S, a decrease in the development of the disease was observed by 12.4-16.0 times, which ranged from 5.0 % to 6.1 %. Biological efficiency with the ratio of varieties 1R: 1S ranged from 30.6 % to 70.0 %, 4R:1S - 91.9 % - 93.7 %. The increase in grain yield, in comparison with the control, with the ratio of varieties 1R: 1S, varied from year to year and ranged from 3.3 c/ha (5.6 %) to 7.0 c/ha (11.4 %). With the ratio of varieties 4R:1S, the increase was significantly higher (from 11.9 c/ha (19.4 %) to 17.8 c/ha (28.9 %)). A mixture of resistant and susceptible varieties (such as Batko and Svarog) in a ratio of 1R:1S and 4R:1S is recommended for agricultural production to reduce the development of wheat stem rust.

Ключевые слова: стеблевая ржавчина, *Puccinia graminis*, пшеница озимая, сортосмешанные посевы, биологическая и хозяйственная эффективность

Key words: stem rust, *Puccinia graminis*, winter wheat, mixed varieties, biological and economic efficiency

В разных странах на всех континентах, где выращивают пшеницу, самым эпифитотийноопасным заболеванием считают стеблевую ржавчину, вызываемую возбудителем *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* [1]. Споры стеблевой ржавчины могут переноситься на большие расстояния. Согласно Саари и Прескотту, эта болезнь представляет собой давнюю проблему на всём африканском континенте, Среднем Востоке, в Азии, Ав-

стралии, Новой Зеландии, Европе и Америке (Северной и Южной), за исключением Центральной Азии [2].

Появившаяся в Уганде раса Ug99 оказалась высоко-вирулентной, она поражает большую часть коммерческих сортов пшеницы. В сравнении с другими видами ржавчин (желтой и бурой), наносящими меньший урон, стеблевая ржавчина может привести к полной потере урожая восприимчивых сортов [3, 4]. На сегодняшний

*Исследования выполнены согласно Государственному заданию Министерства науки и высшего образования РФ в рамках НИР по теме 0686-2019-0008.

день во всем мире под угрозой эпифитотии ржавчины находится 65 млн га сельскохозяйственных земель. По данным исследователей, раса Ug99 может привести к потере двух третей урожая пшеницы в США и 80 % – в странах Азии и Африки [5, 6]. В связи с расширением ее ареала возникает угроза продовольственной безопасности населения всей планеты [7, 8].

Обработка фунгицидами – эффективный метод контроля болезней, но в связи с тенденцией к экологизации сельского хозяйства в последние годы особое внимание уделяют биобезопасным методам контроля фитопатогенов [9, 10, 11]. Доказано, что основное и наиболее эффективное средство защиты посевов зерновых от фитопатогенов – селекция и использование устойчивых сортов. Однако в популяциях патогенов часто возникают новые типы вирулентности, что делает уязвимыми даже устойчивые сорта.

По мнению А.А. Жученко, для успешного контроля взаимоотношений «хозяин-патоген» в агроэкосистемах, необходимо поддерживать разнообразие по признаку устойчивости во времени и пространстве [12].

Возделывание сортосмешанных посевов обеспечивает не только экологическую безопасность, но и экономическую эффективность контроля над болезнями. При выращивании пшеницы это помогает справляться не только с биотическими, но и с абиотическими стрессами [13, 14, 15]. Принцип метода заключается в смешивании семян сортов, различающихся по устойчивости, но сходных по биометрическим показателям и срокам созревания. Такой подход увеличивает генетическое разнообразие посевов монокультуры и снижает вредоносность заболевания. Происходит это благодаря пространственной изоляции восприимчивых растений, а также барьерному эффекту, обеспечиваемому устойчивыми растениями, заполняющими промежутки между восприимчивыми [16, 17, 18]. Тем не менее, для предотвращения отбора сложной расы патогена и поддержания потенциальной урожайности, рекомендуется регулярно менять состав смеси с использованием новых устойчивых и высокоурожайных сортов [19].

Первые исследования с сортосмесями в Краснодарском крае были проведены в 1989–1990 гг. [20]. Для опыта выбрали сорт Леда, высокоустойчивый к бурой ржавчине, слабо поражаемый желтой ржавчиной и мучнистой росой. Второй компонент смеси сорт Скифянка относился к высокоурожайным генотипам интенсивного типа, был не устойчив к бурой ржавчине, септориозу, мучнистой росе. Пораженность ржавчиной его посевов в чистом виде в среднем за три года составляла 36 %, септориозом – 16 %, у сорта Леда величины этих показателей были равны соответственно 3 % и 3 %. При соотношении сортов 1:1 развитие ржавчины не превышало 10...12 %, септориоза – 4...6 %, урожайность сортосмеси составила 65,9 ц/га.

При изучении в 2012–2015 гг. сортосмешанных посевов сортов Иришка (устойчивый, R) и Краснодарская 99 (восприимчивый, S) в соотношении 1R:1S отмечено снижение развития бурой ржавчины в 2,3...2,6 раза, биологическая эффективность варьировала от 55,5 % до 72,3 %. При соотношении 4R:1S пораженность уменьшилась в 4,2...7,9 раза, биологическая эффективность составляла от 76,3 до 87,3 % [21]. В 2017–2019 гг. смесь формировали из сортов озимой пшеницы Лауреат (устойчивый, R) и Краснодарская 99 (восприимчивый, S). Биологическая эффективность во всех вариантах сортосмесей составляла от 56,8 до 94,0 %. Прибавка урожая, по сравнению с восприимчивым контролем, в варианте 1R:1S менялась по годам

от 2,2 до 18,0 %, 4R:1S – от 22,9 до 30,8 % [22]. В опыте Ставропольского ГАУ высокая биологическая и хозяйственная эффективность была отмечена в сортосмешанных посевах Дон 95 и Донская Юбилейная, Дон 95 и Скифянка [23].

Цель исследований – изучение влияния двухкомпонентной смеси сортов озимой пшеницы Батько (устойчивый, R) и Сварог (восприимчивый, S) на развитие стеблевой ржавчины.

Методика. Работу проводили в 2018–2020 гг. на опытном поле ФГБНУ ФНЦБЗР. Сорт Батько – короткостебельный, 87...98 см, скороспелый. Масса 1000 зерен – 34...46 г. Средняя урожайность в регионе – 50,5 ц/га. Рекомендуется для возделывания в центральной зоне Краснодарского края, Республике Адыгея, Ставропольском крае, приазовской и южной зонах Ростовской области. Сорт Сварог – среднерослый, 87...108 см, среднеспелый. Масса 1000 зерен – 37...46 г. Средняя урожайность в регионе – 55,4 ц/га. Рекомендован для возделывания в северной и южно-предгорной зонах Краснодарского края, приазовской и южной зонах Ростовской области [24]. Для посева использовали элитные семена, соответствующие по сортовым и посевным качествам ГОСТ Р 52325–2005.

Площадь делянок составлял 6 м², повторность трехкратная. Норма высева семян – 20 г/м². Сорта высевали в чистом виде, а также в смеси с соотношением 1R:1S, 4R:1S. Контролем по восприимчивости служил сорт Сварог.

Почва опытного участка типичная для центральной зоны Северо-Кавказского региона – чернозем выщелоченный. Глубина гумусового горизонта – 80...150 см. Содержание гумуса в пахотном 0...20 см слое почвы (по ГОСТ 2613–94) составляло 3,39 %, подвижного фосфора (по ГОСТ 26204–91) – 18,2 мг/100 г почвы, подвижных калия (по ГОСТ 26205–91) – 30,6 мг/100 г, реакция почвы слабощелочная – 5,5...6,5 ед. рН. Обменная кислотность отсутствует, гидролитическая кислотность варьирует от 2 до 4 мг-экв./100 г почвы. Степень насыщения почвы основаниями 85...95 %.

Инокуляцию растений смесью урениниоспор гриба с тальком проводили в мае в фазе колошения при температуре воздуха не менее 16 °С вечером после выпадения росы, нагрузка – 5 мг/м² (в соотношении 1:100) [25]. После обнаружения признаков заражения в динамике (через каждые 7...10 суток) учитывали интенсивность поражения и тип реакции сорта, просматривая по 20 растений в трёх точках делянки. Степень поражения определяли по шкале Петерсона и др. [26], тип реакции растений в баллах – по шкале Стэкмана и др. [27]. Достоверность различий между вариантами оценивали методом дисперсионного анализа [28].

При проведении исследований использовали материально-техническую базу УНУ «Фитотрон для выделения, идентификации, изучения и поддержания рас, штаммов, фенотипов патогенов» (https://ckp-rf.ru/usu/671925/?sphrase_id=3644277) и объекты БРК «Государственная коллекция энтомоакарифагов и микроорганизмов» ФГБНУ ФНЦБЗР.

В 2018 г. осень выдалась тёплой и продолжительной, засушливой в первой половине и с осадками во второй половине октября. Влагообеспеченность до середины октября была недостаточной для прорастания зерна и формирования всходов. Озимые культуры вегетировали большую часть ноября. После кратковременного прекращения в конце этого месяца вегетация продолжалась и в декабре.

В 2019 г. метеоусловия сложились благоприятно

Табл. 1. Динамика развития стеблевой ржавчины пшеницы (опытное поле ФГБНУ ФНЦБЗР, фаза молочно-восковой спелости зерна, 2018–2020 гг.), %

Вариант	2018 г.			2019 г.			2020 г.		
	01.06	08.06	15.06	31.05	07.06	14.06	02.06	09.06	16.06
Сварог (S контроль восприимчивости)	10,0	25,0	75,5	15,5	35,0	85,0	9,5	20,5	80,0
Батько (R)	0,1	2,0	10,0	0,5	1,5	8,0	0,1	2,5	5,0
Смесь 1R:1S	2,5	10,0	30,0	1,5	10,0	25,5	3,5	15,0	55,5
Смесь 4R:1S	0,5	2,5	6,1	0,1	1,0	5,5	0,1	2,0	5,0

для развития фитопатогенов на пшенице, с начала февраля до конца мая влажность воздуха была высокой (в пределах 65...90 %), а температуры продолжительный период держались в пределах оптимума для возбудителя болезней. К концу мая, с повышением температуры и снижением влажности отмечали сильное развитие стеблевой ржавчины.

Метеоусловия 2020 г. складывались неблагоприятно для развития патогена на озимой пшенице: наблюдался значительный недобор влаги в зимний и весенний период, возвратные заморозки весной, атмосферная и почвенная засуха.

Результаты и обсуждение. С учетом благоприятных погодных условий к концу вегетации культуры развитие болезни на восприимчивом сорте Сварог в 2018 г. достигало 75,5 %, в 2019 г. – 85,0 %, в 2020 г. – 80,0 %. Развитие стеблевой ржавчины в сортосмешанном посеве 1R:1S было ниже, чем на восприимчивом сорте Сварог, соответственно в 2,5, 3,3 и 1,4 раза, составляя 30,0 %, 25,5 %, 55,5 %. В смеси 4R:1S развитие болезни находилось на уровне 6,1 %, 5,5 % и 5,0 %, что в 12,4, 15,5 и 16,0 раз ниже, чем на восприимчивом сорте. На устойчивом сорте Батько развитие *P. graminis* за три года исследований не превышало 10,0 % (табл. 1).

Биологическая эффективность изучаемого технологического приема при соотношении сортов 1R:1S составляла от 30,6 % (в 2020 г.) до 70,0 % (2019 г.), 4R:1S – от 91,9 % (2018 г.) до 93,7 % (2020 г.). В результате за три года изучения наибольшая прибавка урожая зерна к уровню восприимчивого контроля зафиксирована при соотношении сортов 4R:1S (от 8,4 % до 28,9 %), а самой высокой она была в 2020 г. (табл. 2).

Наибольшую прибавку урожая зерна смеси сортов в соотношениях 1R:1S к восприимчивому контролю отмечали в 2019 и 2020 гг. (11,4 % и 10,4 % соответственно), в 2018 г. она составила 5,7 %. Максимальную в опыте урожайность во все годы исследований форми-

ровали посеы устойчивого сорта. Так, в 2018 и 2019 гг. сбор зерна в этом варианте был выше, чем в контроле, на 14,6 % и 37,5 %, что на 8,9 % и 26,1 % больше, по сравнению со смесью сортов в равных частях, и на 6,2 % и 18,1 %, с вариантом 4R:1S.

Таким образом, возделывание смеси сортов, различающихся по устойчивости к *P. graminis* Батько и Сварог в соотношении 4R:1S позволяет снизить развитие болезни в 12,4...16,0 раз и обеспечивает наибольшую биологическую эффективность против стеблевой ржавчины (на уровне 91,9...93,7 %), что дает возможность сформировать прибавку урожая зерна на уровне 8,4...28,9 %. Выращивание смеси устойчивых и восприимчивых сортов (типа Батько и Сварог) можно рекомендовать для сельскохозяйственного производства с целью уменьшения степени развития *P. graminis* в посевах пшеницы озимой.

Литература.

1. Синяк Е.В., Волкова Г.В., Митрофанова О.П. Источники устойчивости пшеницы и эгилопса к стеблевой ржавчине (возбудитель *Puccinia graminis* Pers. f. sp. tritici Erikss. Et Henn.) // Научный журнал КубГАУ. 2011. №67 (03). С. 2.
2. Источники устойчивости к северокавказской популяции возбудителя стеблевой ржавчины из образцов мягкой пшеницы коллекции ВИР / Г.В. Волкова, О.О. Мирошниченко, Е.В. Гладкова и др. // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2020. № 4. С. 50–53. doi: 10.30850/vrsn/2020/4/50-53.
3. Detection of virulence to resistance gene Sr36 within the TTKS race lineage of *Puccinia graminis* f. sp. tritici / Y. Jin, L.J. Szabo, et al. // Plant Dis. 2009. № 93. P. 367–370.
4. Seedling resistance of selected Ethiopian bread and durum wheat lines against dominant stem rust races / A. Mekonnen, S. Fitsum, B. Netsanet, et al. // Journal of Plant Pathology. № 101 (5). 2018. P. 115–120. doi:10.1007/s42161-018-0157-0.
5. Detection of virulence to Sr24 within race TTKS of *Puccinia graminis* f. sp. tritici / Y. Jin, J. Szabo, Z. A. Pretorius, et al. // Plant Dis. 2008a. Vol. 92. P. 923–926.
6. Источники устойчивости яровой мягкой пшеницы к видам ржавчины и септориоза в северном Казахстане / М. Койшыбаев, Б.К. Канафин, Е.Н. Федоренко, et al. // Международный научно-исследовательский журнал. 2017. №12 (66). С. 117–122. doi: 10.23670/IRJ.2017.66.098.
7. Emmaculate A.O., Miriam K.Ch., Peter N.N. Evaluation of Stem Rust (*Puccinia graminis* f.sp tritici) Seedling Resistance in Kenyan Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.) Mutant Lines // World Journal of Agricultural Research. 2017. Vol. 5, № 5. PP. 279–283. doi: 10.12691/wjar-5-5-5.

Табл. 2. Хозяйственная эффективность применения сортосмешанных посевов против возбудителя стеблевой ржавчины (опытное поле ФГБНУ ФНЦБЗР, 2018–2020 гг.)

Вариант	Урожайность, ц/га		
	2018 г.	2019 г.	2020 г.
Сварог (S) контроль	58,2	61,4	61,5
Батько (R)	66,7	84,4	86,4
Смесь 1R:1S	61,5	68,4	67,9
Смесь 4R:1S	63,1	73,3	79,3
НСР ₀₅	1,3	2,1	3,9

8. Tesfaye L. Seedling Resistance to Stem Rust (*Puccinia graminis f.sp.tritici*) and Molecular Marker Analysis of Resistance Genes in Some Wheat Cultivars // *Plant*. 2018. № 1. Vol. 6. P. 16–23. doi: 10.11648/j.plant.20180601.13.
9. Волкова Г.В., Кудинова О.А., Ваганова О.Ф. Скрининг Lr-генов пшеницы на устойчивость к *Puccinia triticina* в условиях Северо-Кавказского региона // *Вестник российской сельскохозяйственной науки*. 2019. № 5. С. 54–56. doi: 10.30850/vrsn/2019/5/54-56.
10. Гришечкина Л.Д., Волкова Г.В., Долженко В.И. Исследование эффективности фунгицидов для защиты зерновых культур от фузариоза колоса // *Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук*. 2012. № 4. С. 13–16.
11. Кремнева О.Ю., Асатурова А.М., Волкова Г.В. Отбор штаммов бактерий, проявляющих антагонизм в отношении возбудителя желтой пятнистости листьев пшеницы // *Биотехнология*. 2013. Т. 29. № 5. С. 54–59.
12. Zhuchenko A.A. Adaptive plant selection system (ecology-genetic basis): monograph. M.: «Agrorus», 2001. Vol. 2. 785 p.
13. Kiær L.P., Skovgaard I.M., Ostergard H. Effects of intervarietal diversity, biotic stresses and environmental productivity on grain yield of spring barley variety mixtures // *Euphytica*. 2012. Vol. 185. P. 123–138. doi: 10.1007/s10681-012-0640-1.
14. Does a mixture of old and modern winter wheat cultivars increase yield and water use efficiency in water-limited environments / Y. Fang, B. Xu, L. Liu, et al. // *Field Crop Res.* 2014. Vol. 156. P. 12–21. doi: 10.1016/j.fcr.2013.10.013.
15. Adu-Gyamfi P., Mahmood T., Trethowan R. Can wheat varietal mixtures buffer the impacts of water deficit // *Crop Pasture Sci.* 2015. Vol. 66. P. 757–769. doi: 10.1071/CP14177.
16. Wolfe M. S. The current status and prospects of multiline cultivars and variety mixtures for disease resistance // *Annu. Rev. Phytopathol.* 1985. Vol. 23. P. 251–73. doi: org/10.1146/annurev.py.23.090185.001343. 6.
17. Mundt C.C., Brophy L.S., Kolars C. Effect of genotype unit number and spatial arrangement on severity of yellow rust in wheat cultivar mixtures // *Plant Pathol.* 1996. Vol. 45. № 2. P. 215–222. doi: 10.1046/j.1365-3059.1996.d01-127.x.
18. Finckh M.R. Integration of breeding and technology into diversification strategies for disease control in modern agriculture // *European Journal of Plant Pathology*. 2008. Vol. 121. № 3. P. 399–409. doi: 10.1007/978-1-4020-8780-6_19.
19. Роль смешанных посевов в снижении поражения болезнями озимой мягкой пшеницы / М. И. Зазимко, Ф.А. Колесников, А.К. Лоза и др. // *Защита и карантин растений*. 1996. № 1. С. 11–14.
20. Волкова Г.В., Добрянская М.В., Колачева Н.Я. Развитие бурой ржавчины в сортосмешанных посевах // *Защита и карантин растений*. 2001. № 10. С. 31–33.
21. Волкова Г.В., Ваганова О.Ф., Кудинова О.А. Эффективность сортосмешанных посевов озимой пшеницы против возбудителя бурой ржавчины // *Достижения науки и техники АПК*. 2018. Т. 32. № 7. С. 14–16. doi: 10.24411/0235-2451-2018-10703.
22. Волкова Г.В., Кудинова О.А., Ваганова О.Ф. Использование сортосмешанных посевов в защите озимой пшеницы от бурой ржавчины // *Земледелие*. 2020. № 5. С. 38–40. doi: 10.24411/0044-3913-2020-10510.
23. Осипова А.Г. Влияние сортосмешанных посевов озимой пшеницы на урожайность и качество зерна // *Научное обеспечение агропромышленного комплекса: сб. ст. по материалам IX Всероссийской конф. молодых учёных*. Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет, 2016. С. 225–226.
24. Сорты пшеницы и тритикале Краснодарского НИИ-ИСХ им. П.П. Лукьяненко / Л.А. Беспалова, Ю.М. Пучков, Ф.А. Колесникова и др. Краснодар: ЭДВИ, 2004. 80 с.
25. Анпилогова Л. К., Волкова Г.В. Методы создания искусственных инфекционных фонов и оценки сортообразцов пшеницы на устойчивость к вредным болезням (фузариозу колоса, ржавчинам, мучнистой росе) // Краснодар: РАСХН ВНИИБЗР, 2000. 28 с.
26. Peterson R.F., Campbell A.B., Hannah A. Diagrammatic scale for estimating rust intensity of leaves and stem of cereals // *Canad. J. Rev.* 1948. № 26. P. 495–500.
27. Stakman E.C., Stewart D.M., Loegering W.Q. Identification of physiologic races of *Puccinia graminis* var. *tritici* // *U.S. Agric. Res. Serv.* 1962. P. 1–53.
28. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Книга по Требованию. 2012. 352 с.

Поступила в редакцию 09.04.2021
 После доработки 11.05.2021
 Принята к публикации 28.06.2021