

ВЛИЯНИЕ СОРТОСМЕШАННЫХ ПОСЕВОВ НА РАЗВИТИЕ ЖЕЛТОЙ ПЯТНИСТОСТИ ЛИСТЬЕВ ПШЕНИЦЫ

Кремнева Оксана Юрьевна, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории иммунитета зерновых культур к грибным болезням

Астапчук Ирина Леонидовна, младший научный сотрудник лаборатории иммунитета зерновых культур к грибным болезням

Волкова Галина Владимировна, доктор биологических наук, заведующая лабораторией иммунитета зерновых культур к грибным болезням

ФГБНУ ВНИИБЗР

350039, Россия, Краснодарский край, г. Краснодар, п/о 39; тел.: 89181168887;

E-mail: galvol@bk.ru, kremenoks@mail.ru

Ключевые слова: пшеница, *Pyrenophora tritici-repentis*, сортосмешанные посевы, биологическая эффективность.

В настоящее время одним из доминирующих патогенов пшеницы в Северо-Кавказском регионе является желтая пятнистость листьев пшеницы (*Pyrenophora tritici-repentis* (Died.) Drechsler). Возбудитель встречается повсеместно и степень развития на производственных посевах пшеницы Краснодарского, Ставропольского краев, Ростовской области при благоприятных условиях может достигать 60-80 %. Потери урожая при сильном развитии заболевания могут достигать 50-60 %. В последнее время применение сортосмешанных посевов в борьбе с возбудителями болезней пшеницы, а также других культур имеет положительный результат. В связи с тем, что такие эксперименты в отношении *P. tritici-repentis* в России не проводились, нами проведено изучение влияния сортосмешанных посевов на снижение развития возбудителя пиренофороза. В исследованиях были испытаны два широко используемых в производстве на Северном Кавказе сорта озимой пшеницы - Батько и Калым, схожих по биометрическим показателям и срокам созревания, но различающихся по иммунологическим характеристикам. Сорта высевали в соотношении 1R:1S и 4R:1S, а также чистые сорта. Контролем по восприимчивости к болезни служил сорт Батько. Степень развития болезни учитывали на естественном фоне в фазу максимального развития болезни – молочно-восковой спелости зерна (Z 61). Оценивали биологическую и хозяйственную эффективность. Использование смеси сортов, отличающихся генетически по устойчивости к патогену, в соотношении 4:1 позволило снизить степень развития болезни в 2,3 раза, и дать прибавку урожая 12,7 %; в соотношении 1:1 развитие болезни снизилось в 1,7 раза, прибавка урожая составила 8,2 %. Таким образом, смесь восприимчивых и устойчивых сортов (типа Калым – Батько в соотношении 4:1 и 1:1) можно рекомендовать для производственной практики с целью снижения инфекционного потенциала возбудителя желтой пятнистости листьев на пшенице.

Введение

В настоящее время желтая пятнистость листьев (возбудитель - *Pyrenophora tritici-repentis* [(Died.) Drechsler; несовершенная стадия *Drechslera tritici-repentis* (Died.) Shoemaker]) является широко распространенным заболеванием пшеницы во всех зерносеющих регионах мира. В Северо-Кавказском регионе патоген встречается ежегодно с 1985 г. [1] и в последние годы его распространение на производственных полях Краснодарского, Ставропольского краев, Ростовской области достигает 80-100 %, а развитие на восприимчивых сортах - до 60-80 % [2, 3]. Возбудитель болезни имеет экономически важное значение не только на территории России, но и во многих регионах мира, где возделывается пшеница. Потери урожая при сильном развитии *P. tritici-repentis* могут достигать 50-60 % [4].

Гриб в основном поражает листья, резе влагалища, стебли и зерновки пшеницы, вызывая некрозы и хлорозы тканей. Первичные

симптомы заболевания проявляются на посевах пшеницы в фазу кущения – начало выхода в трубку (ф. 29-31 по Zadoks) в виде мелких (1,0 x 1,2 мм), желтых или светло-коричневых пятен, которые увеличиваются по мере развития, принимая линзообразную форму, как правило, окруженных желтым ореолом. Форма пятен может быть различной, но наиболее характерна в виде ромба или зерна чечевицы (рис. 1). В длину пятна достигают 12 - 20 мм. По мере развития поражения пятна срастаются, листья желтеют и отмирают.

К настоящему времени доказано, что основным и наиболее эффективным средством защиты посевов зерновых от фитопатогенов является селекция и использование устойчивых сортов [5]. По мнению А.А. Жученко (2001), чтобы успешно контролировать взаимоотношения «хозяин-патоген» в агроэкосистемах, необходимо поддерживать разнообразие по признаку устойчивости во времени и пространстве с уче-

том внутривидовых структур патогена [5]. В связи с тем, что патоген относительно «новый» для России и мало изучен, селекция сортов на устойчивость к нему практически не ведется.

В период с 2007 по 2014 гг. нами было установлено, что «при проведении многолетних иммунологических исследований на искусственных инфекционных фонах в ФГБНУ ВНИИБЗР сортов озимой пшеницы, включенных в Государственный реестр РФ и проходящих Государственное испытание, не выявлено абсолютно устойчивых сортов к возбудителю желтой пятнистости листьев» [6, 7]. Сорта, которые районированы на юге России (в Краснодарском и Ставропольском краях, Ростовской области) на больших площадях: такие, как Батько, Таня, Юбилейная 100 и др., относятся к восприимчивым и высоко восприимчивым к *P. tritici-repentis*. Степень развития болезни на них достигает 50 % и более процентов [6, 7].

В сложившейся ситуации способ посева смеси сортов озимой пшеницы, имеющих разную генетическую характеристику по устойчивости к возбудителю желтой пятнистости листьев, может стать одним из методов снижения поражаемости культуры болезнью. Данный прием является сложным как в организационном плане, так и в самом подборе сортов. Для составления эффективной сортосмеси необходимо подобрать районированные в данном регионе сорта, которые должны быть выровнены по биометрическим показателям и срокам созревания, но различаться генетической природой устойчивости к патогену [8].

В настоящее время сортовые смеси используют при выращивании пшеницы, риса, хлопчатника и других самоопыляющихся культур. Но следует отметить, что дальнейшее использование семенного материала возможно только для товарных целей.

Имеется ряд положительных примеров использования сортосмешанных посевов пшеницы в борьбе с возбудителями ржавчинных болезней, мучнистой росы, септориоза, корневых гнилей и фузариоза колоса [8, 9]. Авторами было показано, что использование такого метода позволяло снизить развитие болезней в 2-4 раза и получить прибавку урожая до 21 %.

Целью данных исследований являлось изучение влияния сортосмешанных посевов на снижение развития возбудителя желтой пятнистости листьев пшеницы.



Рис. 1 - Симптомы поражения растений пшеницы возбудителем *P. tritici-repentis*

Объекты и методы исследований

Исследования проводили на базе ФГБНУ ВНИИБЗР в лаборатории иммунитета зерновых культур к грибным болезням на стационарном полевом участке (рис. 2).



Рис. 2 – Стационарный участок полевых испытаний ФГБНУ ВНИИБЗР, 2017 г.

Для данного эксперимента были отобраны два сорта озимой пшеницы - Батько и Калым, которые широко используются в производстве на Северном Кавказе. Они имеют схожую характеристику по срокам созревания и биометрическим показателям, но различаются по иммунологической оценке. По данным ФГБНУ «Национальный центр зерна им. П.П.Лукияненко» площадь районирования данных сортов в Краснодарском крае в 2016 году составила 606 га и 14780 га соответственно.

Сорт Калым – полукарликовый, высокоустойчив к полеганию, с несколько усовершенствованной фотоэффективной архитектурой ценоза. Сорт относится к группе среднеспелых сортов, колосится и созревает на 4-5 дней позже скороспелого сорта ПалПич. Кустистость и плотность колосостоя очень высокая, продуктивность колоса средняя, масса 1000 зерен - 36-38 г. Сорт среднеустойчив к *P. tritici-repentis* – развитие болезни достигает 20 % [10].

Сорт Батько – короткостебельный, устой-

чив к полеганию, скороспелый, созревает на 1 сутки позже стандарта. Формирует агрофитоценозы со средней плотностью колосостоя, продуктивность колоса высокая, масса 1000 зерен - 36-38 г. Сорт является восприимчивым к возбудителю желтой пятнистости листьев – степень развития достигает 60 % [4].

Высевали чистые сорта, а также в соотношении 1R (устойчивый):1S (восприимчивый) и 4R (устойчивый):1S (восприимчивый). Контролем по восприимчивости к болезни служил сорт Батько. Каждый вариант высевали на делянке площадью 6 м² в трехкратной повторности. Степень развития болезни учитывали на естественном фоне по шкале Saari и Prescott в фазу максимального развития болезни (Z 61) [11]. Биологическую и хозяйственную эффективность рассчитывали согласно «Методическим указаниям по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве» [12]. Достоверность различий между вариантами оценивали по показателю НСР (наименьшая существенная разница) [13].

Результаты исследований

Важными факторами, влияющими на развитие желтой пятнистости листьев, являются влага и температура воздуха. Погодные условия вегетационного сезона 2017 года сложились достаточно благоприятно для заражения и развития болезни (рис. 3). В мае осадков выпало в

Таблица 1

Влияние смесей сортов пшеницы на развитие возбудителя желтой пятнистости листьев (ВНИИБЗР, фаза молочно-восковой спелости, 2017 г.)

Вариант	Степень развития болезни, %				Биологическая эффективность, %
	03.05	17.05	01.06	14.06	
Батько (S*) – контроль	3,8	10,8	25,5	67,0	-
Калым (R**)	0,5	2,5	4,6	20,0	70,1
Соотношение сортов:					
1R:1S	1,8	5,5	10,1	38,9	41,9
4R:1S	1,5	3,0	5,5	28,5	57,5

S* - восприимчивость к болезни; R** - устойчивость
 *** Биологическая эффективность рассчитана на 14 июня

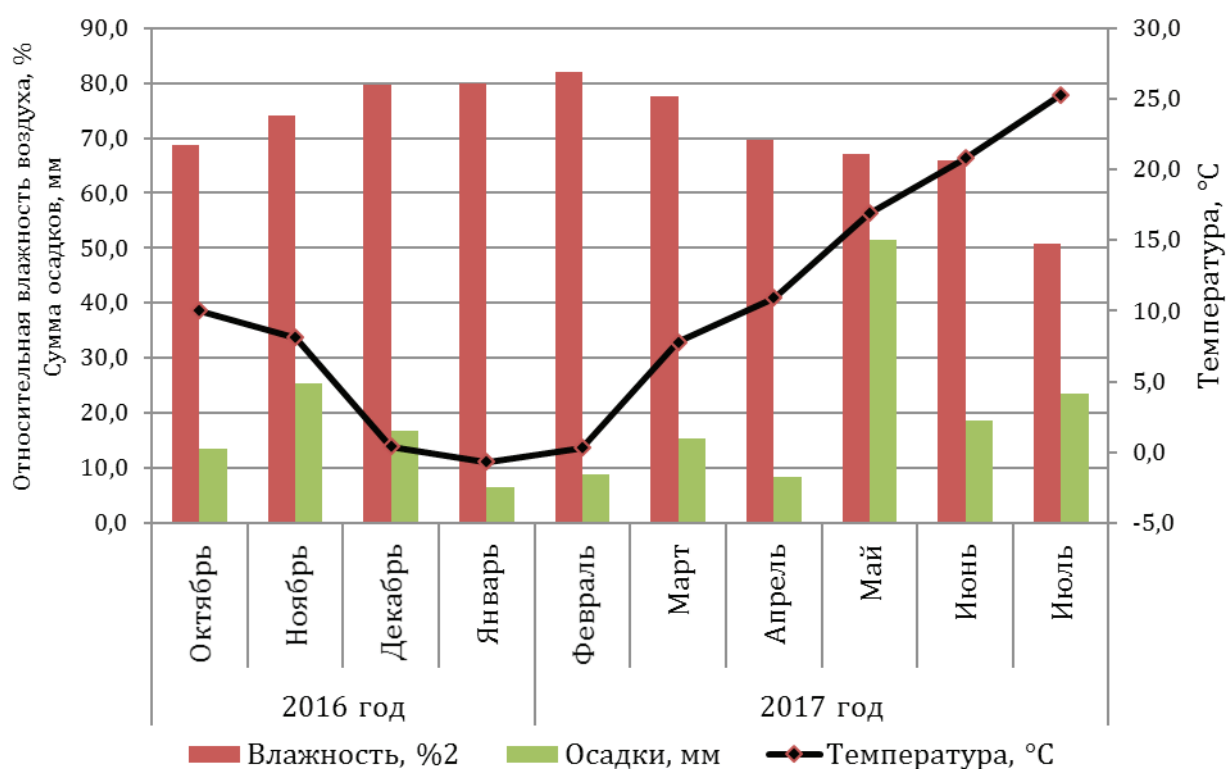


Рис. 3 – Климатограмма вегетационного сезона 2016- 2017 гг. (по данным метеопоста «Круглик»)

2,6 раза больше нормы (51мм), относительная влажность воздуха составляла 68 %, средняя температура воздуха -18 °C. В июне осадков выпало на уровне среднемесячной нормы 19 мм, температура воздуха составляла 21 °C.

С учетом благоприятных условий для развития инфекции в тканях растений пшеницы к концу вегетации развитие болезни на восприимчивом сорте Батько составило 67 %. Среднеустойчивый сорт Калым поразила *P.tritici-repentis* на 20 %.

Результаты влияния сортосмешанных посевов на развитие желтой пятнистости листьев представлены в табл. 1, хозяйственная эффек-

тивность - в табл. 2.

Анализ полученных данных показал, что при соотношении 1R:1S степень поражения растений озимой пшеницы *P.tritici-repentis* в 1,7 раза ниже пораженности восприимчивого сорта Батько (S). Биологическая эффективность составила 41,9 %, а прибавка урожая - 8,2 %. В соотношении 4R:1S степень поражения патогеном снизилась в 2,3 раза по сравнению с восприимчивым сортом Батько, биологическая эффективность составила 57,5 %, а прибавка урожая - 12,7 %.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что применение сортосмешанных посе-

Таблица 2

Хозяйственная эффективность применения сортосмешанных посевов против *P.tritici-repentis* (ВНИИБЗР, 2017 г.)

Вариант опыта	Масса 1000 зерен			Масса зерна с 1 м ²		
	г	Прибавка к контролю		г	Прибавка к контролю	
		г	%		г	%
Батько (S*) – контроль	39,4	-	-	490,5	-	-
Калым (R**)	43,8	4,4	11,1	531,0	40,5	10,3
Соотношение сортов:						
1R:1S	43,5	3,3	8,3	522,4	31,9	8,2
4R:1S	44,5	5,1	12,9	540,2	49,7	12,7
HCP ₀₅	0,7			16,4		

вов для снижения степени возбудителя желтой пятнистости листьев на пшенице является достаточно эффективным способом. Использование смеси сортов, отличающихся генетически по устойчивости к патогену, в соотношении 4 : 1, позволило снизить степень развития болезни в 2,3 раза и дать прибавку урожая 12,7 %; в соотношении 1 : 1 развитие болезни снизилось в 1,7 раза, прибавка урожая составила 8,2 %.

Показанные выше результаты соответствуют данным российских и зарубежных исследователей, которые описывали механизм действия сортосмешанных посевов «за счет снижения пространственной плотности восприимчивых растений, барьерного эффекта устойчивых растений, индукции устойчивости» [14].

Выводы

Таким образом, смесь восприимчивых и устойчивых сортов (типа Калым – Батько в соотношении 4:1 и 1:1) можно рекомендовать для производственной практики с целью снижения степени развития *P. tritici-repentis* на пшенице.

Библиографический список

1. Пиренофороз озимой пшеницы на Северном Кавказе / Е.Ф.Гранин, Э.И. Монастырская, Г.А.Краева, К.Ю. Кочубей // Защита растений. - 1989. -№ 12. - С. 21.
2. Развитие жёлтой пятнистости листьев (*Pyrenophora tritici-repentis*) в агроклиматических зонах Северного Кавказа в 2016 г./ Г.В.Волкова, И.Л.Астапчук, О.Ю.Кремнева, А.А. Свистула // Защита зерновых культур от болезней, вредителей, сорняков: достижения и проблемы: сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции (Москввская обл., Большие Вяземы, ноябрь 2016). - ФГБНУ ВНИИФ, 2016. - С. 28-31.
3. Защепкин, Е.Е. Желтая пятнистость как составная часть патогенного комплекса озимой пшеницы в центральном Предкавказье / Е.Е. Защепкин, А.П.Шутко, Л.В. Тутуржанс // Современные проблемы науки и образования. -2015. -№ 2-2. - С. 828.
4. Shabeer, A. Tan spot effects on yield and yield components relative to growth stage in winter wheat / A.Shabeer, W.W. Bockus // Plant Disease.- 1988. -V. 72. - P. 599-602.
5. Жученко, А.А. Адаптивная система селекции растений (эколого-генетические основы): монография. Том 2. / А.А. Жученко. -Москва: «Агрорус», 2001. – 785 с.
6. Кремнева Оксана Юрьевна. Структура популяции возбудителя желтой пятнистости листьев пшеницы на Северном Кавказе по вирулентности и элементы биологизированной защиты от патогена: дисс. ... канд. биол. наук: 06.01.07 / О.Ю. Кремнева. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет, 2007. – 164 с.
7. Кремнева, О.Ю. Желтая пятнистость листьев пшеницы и влияние предшественника на ее развитие / О.Ю.Кремнева, Г.В.Волкова, И.Б. Попов // Труды Кубанского государственного аграрного университета.- Краснодар, 2014. - № 47. - С. 79-84.
8. Шумилов Юрий Валерьевич. Агробиологическое обоснование приемов снижения инфекционного потенциала возбудителя желтой ржавчины пшеницы на Северном Кавказе: дисс. ... канд. с.-х. наук: 06.01.07 / Ю.В. Шумилов.- Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет, 2013. – 183 с.
9. Глазунова, Н.И. Влияние сортов и сортомесяй на комплекс патогенных микромицетов в агроценозе озимой пшеницы / Н.И. Глазунова // Агротехнический метод защиты растений от вредных микроорганизмов: сборник научных трудов по материалам 4 Международной научно-практической конференции. - Краснодар, 2007. - С. 346-350.
10. Оценка сортов и линий озимой пшеницы по устойчивости к популяции и к 8 расе *Pyrenophora tritici-repentis* / О.Ю. Кремнева, И.Л. Астапчук, Г.В. Волкова, Е.А. Есауленко // Биологическая защита растений - основа стабилизации агроэкосистем: сборник научных трудов по материалам Междунар. научно-практической конференции (г. Краснодар., сентябрь 2016). - Краснодар: ФГБНУ ВНИБЗР, 2016. - С. 426 - 428.
11. Бабаянц, Л.Т. Пути изучения типов устойчивости пшеницы к ржавчинам/ Л.Т. Бабаянц, А.Н. Слюсаренко // Сельскохозяйственная биология. -1983. - № 3. -С. 116-119.
12. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве. - Санкт-Петербург, 2009. - 377 с.
13. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. - 5-е изд., доп. и перераб. - Москва: «Агропромиздат», 1985. – 335 с.
14. Шпаар, Д. Устойчивость растений / Д. Шпаар // Защита растений. -1994. - № 6. - С. 10-11.

INFLUENCE OF MIXED VARIETY CROPS ON DEVELOPMENT OF YELLOW SPOT OF WHEAT LEAVES

Kremneva O.Yu., Astapchuk I.L., Volkova G.V.

All-Russian research Institute of biological protection of plants, 350039, Russia, Krasnodar Territory, Krasnodar, p / o 39; tel .: 89181168887, E-mail: galvol@bk.ru, kremenoks@mail.ru

Key words: wheat, *Pyrenophora tritici-repentis*, variety mixed crops, biological effectiveness.

Currently, one of the major wheat pathogens in the North Caucasus region is the yellow spot of wheat leaves (*Pyrenophora tritici-repentis* (Died.) Drechsler). The causative agent is widely spread and its occurrence in wheat crops of Krasnodar, Stavropol Territories and Rostov Region can reach 60-80% under favorable conditions. Loss of crops can reach 50-60% in the worst cases. Recently, the use of variety mixed crops in the fight against pathogens of wheat diseases, as well as other crops, has a positive result. Due to the fact that such experiments with *P. tritici-repentis* in Russia had not been previously conducted, we carried out a study of the influence of variety mixed crops on decrease of pyrenophorosis causative agent. Two varieties of winter wheat, widely used in the North Caucasus, Batko and Kalym, were tested in our studies; they are similar in biometric parameters and maturation periods, but different in immunological characteristics. Varieties were sown in the ratio of 1R: 1S and 4R: 1S, as well as pure varieties. Control of susceptibility to the disease was Batko variety. The disease intensity was observed on a natural ground in the phase of maximum development of the disease - milk-wax ripeness of grain (Z 61). Biological and economic efficiency was evaluated. Using a mixture of varieties that differ genetically in resistance to the pathogen in a 4: 1 ratio allowed to reduce the disease development by 2.3 times, and lead to a yield increase of 12.7%; in the ratio 1: 1, of the disease development decreased by 1.7 times, the increase in yield was 8.2%. Thus, a mixture of susceptible and resistant varieties (such as Kalym-Batko in the ratio 4: 1 and 1: 1) can be recommended for industrial practice in order to reduce the infectious potential of the causative agent of yellow leaf spot of wheat.

Bibliography

1. Pirenophorosis of winter wheat in the North Caucasus / E.F. Granin, E.I. Monastyrnaya, G.A. Kraeva, K.Yu. Kochubei // Protection of plants. - 1989.-№ 12. - P. 21.
2. Occurrence of leaf yellow spot (*Pyrenophora tritici-repentis*) in the agroclimatic zones of the North Caucasus in 2016 / G.V. Volkova, I.L. Astapchuk, O.Yu. Kremneva, A.A. Svistula // Protection of cereals from diseases, pests, weeds: achievements and problems: a collection of scientific papers on the basis of the International scientific and practical conference (Moscow region, Bolshie Vyazemy, November 2016). - Federal State Budget Scientific Institution «All-Russian Scientific Research Institute of Phytopathology», 2016. - P. 28-31.
3. Zashchepkin, E.E. Leaf yellow spot as an integral part of the pathogenic complex of winter wheat in Central Fore-Caucasus / E.E. Zashchepkin, A.P. Shutko, L.V. Tuturzhans // Current problems of science and education. -2015. - № 2-2. - P. 828.
4. Shabeer, A. Tan spot effects on the yield and yield components of the relative to the growth stage in winter wheat / A.Shabeer, W.W. Bockus // Plant Disease. - 1988. -V. 72.-P. 599-602.
5. Zhuchenko, A.A. Adaptive plant selection system (ecology-genetic basis): monograph. Volume 2. / A.A. Zhuchenko. -Moscow: «Agrorus», 2001. - 785 p.
6. Oksana Yurievna Kremneva. Population structure of leaf yellow spot causative agent of wheat leaves in the North Caucasus by virulence and elements of biological protection against the pathogen: dissertation of Candidate of Biology: 06.01.07 / O.Yu. Kremneva. - Krasnodar: Kuban State Agrarian University, 2007. - 164 p.
7. Kremneva, O.Yu. Yellow spot of wheat leaves and influence of forecrop on its development / O.Yu. Kremneva, G.V. Volkova, I.B. Popov // Scientific works of Kuban State Agrarian University. - Krasnodar, 2014. - No. 47. - P. 79-84.
8. Shumilov Yuriy Valerievich. Agrobiological substantiation of methods of reducing infectious potential of the causative agent of wheat yellow rust in the North Caucasus: dissertation of Candidate of Biology: 06.01.07 / Yu.V. Shumilov. - Krasnodar: Kuban State Agrarian University, 2013. - 183 p.
9. Glazunova, N.I. Influence of varieties and variety mixes on the complex of pathogenic micromycetes in winter wheat agroecosis / N.I. Glazunova // Agrotechnical method of plant protection from harmful microorganisms: a collection of scientific papers on the materials of the 4th International scientific and practical conference. - Krasnodar, 2007. - P. 346-350.
10. Assessment of resistance of varieties and lines of winter wheat to population and 8th race of *Pyrenophora tritici-repentis* / O.Yu. Kremneva, I.L. Astapchuk, G.V. Volkova, E.A. Esaulenko // Biological protection of plants - the basis of stabilization of agroecosystems: a collection of scientific works on the materials of International scientific and practical conference (Krasnodar, September 2016). - Krasnodar: FSBSI All-Russian Scientific Research Institute of Biological Plant Protection, 2016. - P. 426 - 428.
11. Babayants, L.T. Ways of studying the types of wheat resistance to rust / L.T. Babayants, A.N. Slyusarenko // Agricultural biology. -1983. - No. 3.-P. 116-119.
12. Methodical instructions on registration tests of fungicides in agriculture. - St. Petersburg, 2009. - 377 p.
13. Dospekhov, B.A. Method of field trial (with the basics of statistical processing of research results) / B.A. Dospekhov. - 5 th ed., Ext. and revised. - Moscow: Agropromizdat, 1985. - 335 p.
14. Shpaar, D. Resistance of plants / D. Shpaar // Protection of plants. -1994. -No 6. - P. 10-11.