

УДК 632.4: 633.11: 632.938

Г.В. Волкова, доктор биологических наук;
О.Ю. Кремнева, кандидат биологических наук;
Ю.В. Шумилов, кандидат сельскохозяйственных наук;
Е.В. Синяк, кандидат сельскохозяйственных наук;
О.Ф. Ваганова, научный сотрудник;
Е.С. Сегеда, младший научный сотрудник.

*ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт биологической
защиты растений,
(350039, г. Краснодар-39, ВНИИБЗР)*

Д.М. Марченко, кандидат сельскохозяйственных наук;
Н.Е. Самофалова, кандидат сельскохозяйственных наук;
О.В. Скрипка, кандидат сельскохозяйственных наук;
Т.Г. Дерова, ведущий научный сотрудник,

*ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт зерновых культур
имени И.Г. Калининко
(347740, Ростовская обл., г. Зерноград, Научный городок, 3)*

ХАРАКТЕРИСТИКА СОРТОВ И ЛИНИЙ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ СЕЛЕКЦИИ ВНИИЗК ИМ. И.Г. КАЛИНЕНКО ПО УСТОЙЧИВОСТИ К КОМПЛЕКСУ ВОЗБУДИТЕЛЕЙ ЭКОНОМИЧЕСКИ ЗНАЧИМЫХ БОЛЕЗНЕЙ

Представлены результаты многолетних иммунологических исследований сортов и селекционных линий озимой пшеницы селекции ВНИИЗК им. И.Г. Калининко к северокавказским популяциям возбудителей бурой, желтой, стеблевой ржавчины, желтой пятнистости, септориоза, полученные на искусственных инфекционных фонах ВНИИБЗР. За период 2007-2015 гг. изучены типы устойчивости сортов и линий озимой пшеницы к возбудителям эпифитотийноопасных болезней: 29 – к септориозу листьев, 57 – к стеблевой ржавчине, 59 – к бурой ржавчине и желтой пятнистости листьев, 64 – к желтой ржавчине. Методом фитопатологического тестирования у 43 сортов селекции ВНИИЗК им. И.Г. Калининко постулирован в фазу проростков 21 ген *Lr*: 1, 2с, 3, 3ка, 3bg, 10, 11, 14а, 14в, 16, 17, 21, 23, 28, 30, 32, 33, 34, 40, В, *Exch* и 8 генов и их комбинаций *Yr*: 2+6, 7, 7+22+23, 8+19, 9, 10, 21, 39+*Alp*. Установлено, что выявленные гены устойчивости в большинстве своем являются неэффективными в защите от природных популяций возбудителей бурой и желтой ржавчины ввиду высокого содержания изолятов грибов с комплементарными генами вирулентности. Однако у 3 сортов (Аксинья, Изюминка и Капитан) отобранных в качестве источников устойчивости, был идентифицирован эффективный ген *Lr17*, а у сорта Лилит – эффективный ген *Yr8+19*. Дана характеристика сортов и селекционных линий озимой пшеницы по типам и генам устойчивости, что

позволяет рационально использовать их в селекционной практике и в сельскохозяйственном производстве.

Ключевые слова: пшеница, сорт, сортообразец, патогены, типы устойчивости, групповая устойчивость, эффективные гены, бурая ржавчина, желтая ржавчина, стеблевая ржавчина.

G.V. Volkova, Doctor of Biological Sciences;
O.Yu. Kremneva, Candidate of Biological Sciences;
Yu.V. Shumilov, Candidate of Agricultural Sciences;
E.V. Sinyak, Candidate of Agricultural Sciences;
O.F. Vaganova, research officer;
E.S. Segeda, junior research officer,
FSBSI All-Russian Research Institute of biological protection of plants
(350039, Krasnodar-39, ARRIBPP)
D.M. Marchenko, Candidate of Agricultural Sciences;
N.E. Samofalova, Candidate of Agricultural Sciences;
O.V. Skripka, Candidate of Agricultural Sciences;
T.G. Deroва, leading research officer,
FSBSI All-Russian Research Institute of Grain Crops after I.G. Kalinenko
(347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3)

CHARACTERISTICS OF THE VARIETIES AND LINES OF WINTER WHEAT OBTAINED IN ARRIGC NAMED AFTER I.G. KALINENKO ON RESISTANCE TO A COMPLEX OF PATHOGENS OF ECONOMICALLY VALUABLE DISEASES

The article considers the varieties and selection lines of winter wheat developed in ARRIGC named after I.G. Kalinenko and the results of long-term study of their immunology to the North-Caucasus populations of the pathogens of leaf, yellow, stem (black) rusts, yellow leaf blotch, septoriosiis, obtained on artificially infected plots of ARRIGP. During the years of 2007-2015 we studied the types of winter wheat resistance to the pathogens of epiphytotic dangerous diseases, i.e. 29 – to leaf septoriosiis, 57 – to stem (black) rust, 59 – to leaf rust and yellow leaf blotch and 64 – to yellow rust. Using the method of phyto pathologic testing we found out, that 43 varieties developed in ARRIGC named after I.G. Kalinenko possessed 21 Lr genes (1, 2c, 3, 3ka, 3bg, 10, 11, 14a, 14b, 16, 17, 21, 23, 28, 30, 32, 33, 34, 40, B, Exch) during sprouting and 8 Yr genes and their combinations (2+6, 7, 7+22+23, 8+19, 9, 10, 21, 39+Alp). It has been established that the genes of resistance are inefficient in protection from original populations of the pathogens of leaf and yellow rust because of the high content of fungus isolates with complementary genes of virulence. But during the study of the varieties, selected as the sources of resistance we identified the efficient gene Lr17 in ‘Aksiniya’, ‘Izuminka’, ‘Kapitan’ and the efficient gene Yr8+19 in ‘Lilit’. The characteristics of the varieties and breeding lines of winter wheat according to their

types and genes of resistance have been given in the paper. It allows using them in the breeding practice and in agricultural production more efficient.

Keywords: *wheat, variety, variety sample, pathogens, types of stability, group stability, efficient genes, leaf rust, yellow rust, stem (black) rust.*

Введение. Ведущая зерновая культура в Северо-Кавказском регионе – озимая пшеница, где валовой сбор зерна составляет до 48 % от общего сбора этой культуры в России [1]. Однако высокая концентрация посевов колосовых культур и благоприятные погодные условия региона предрасполагают к частым и вредоносным вспышкам болезней. Наиболее распространёнными и вредоносными являются возбудители бурой (*Puccinia triticina* Rob.ex Desm. f.sp. *tritici* Erikss. et Henn.), желтой (*Puccinia striiformis* West. f.sp. *tritici* Erikss. et Henn.), стеблевой ржавчины (*Puccinia graminis* Pers. f.sp. *tritici* Erikss. et Henn.), желтой пятнистости листьев (*Pyrenophora tritici-repentis* (Died.) Drechsler) и септориоза листьев (*Septoria tritici* Rob. et Desm.). По данным ряда исследователей, потери урожая в условиях сильной эпифитотии могут достигать 50-70 % [2-4].

Интенсификация растениеводства в современных условиях предусматривает создание генотипов сельскохозяйственных культур, характеризующихся не только высокой продуктивностью, но и устойчивостью к биотическим и абиотическим факторам окружающей среды. Однако в России в настоящее время насыщенность посевных площадей устойчивыми к болезням генотипами составляет от 7 до 11 %, что примерно в 10 раз ниже мирового уровня [5]. Для оздоровления и стабилизации фитосанитарного состояния агробиоценозов необходима селекция и использование устойчивых сортов, способных дать максимальный экономический эффект. При этом, внедряемые в производство сорта должны обладать разными типами и генами устойчивости, способными снижать скорость роста численности вредного организма. При этом, надо исходить из того обстоятельства, что на практике на посевах пшеницы встречается несколько возбудителей болезней, которые в комплексе могут вызвать значительные потери и при средних уровнях развития.

Все типы устойчивости могут вводиться в сорта по отдельности или в сочетании на основании строгих теоретических обоснований. В зонах наибольшего генетического разнообразия паразита, куда относится и Северный Кавказ, рекомендуется внедрять сорта, обладающие расонеспецифической устойчивостью. Расонеспецифическая устойчивость может быть успешно использована в районах с однородной популяцией фитопатогена. Выносливые сорта лучше всего высевать в зонах, где болезнь появляется спорадически.

Успех селекции новых сортов к заболеваниям зависит от целого ряда факторов, и в первую очередь, от генетического разнообразия растения-хозяина с учетом внутривидовой дифференциации патогенов.

Целью наших исследований явилось изучение генетического разнообразия среди сортов и селекционных линий озимой пшеницы селекции ВНИИЗК им. И. Г. Калининко к северокавказским популяциям возбудителей экономически значимых болезней.

Для решения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

-провести иммунологическую оценку образцов озимой пшеницы на искусственных инфекционных фонах к комплексу экономически значимых болезней (бурая, желтая, стеблевая ржавчина, желтая пятнистость, септориоз);

-выделить образцы озимой пшеницы, различающиеся по типам устойчивости;

-выявить эффективные гены растения-хозяина против ржавчинных патогенов;

-идентифицировать гены устойчивости в изучаемых сортах пшеницы с использованием фитопатологического тестирования и ПЦР-анализа.

Материалы и методы. Исследования проводили в полевых условиях на опытных участках ФГБНУ «Всероссийский НИИ биологической защиты растений» (г. Краснодар). Полевые инфекционные питомники организованы по каждому патогену отдельно с соблюдением необходимой пространственной изоляции между ними, чтобы избежать возможные взаимовлияния фитопатогенов. Методы создания искусственных фонов и обоснования генетического состава инфекционного материала, а также методы посева сортообразцов растения-хозяина подробно изложены в работах [6,7].

В полевых условиях основными критериями оценки устойчивости сортов к видам ржавчины и пятнистостей служили: тип реакции (балл), конечная степень поражения растений (%), площадь под кривой развития болезни (ПКРБ, условные единицы), снижение массы 1000 зерен (%) [8]. Зная значения площади под кривой развития болезни анализируемого сорта и контрольного по восприимчивости сорта, находили относительные значения индекса устойчивости к болезни [9]. Затем сорта классифицировали по методу А. А. Макарова с соавторами [10].

Для изучения эффективности известных генов устойчивости *Yr*, *Sr*, *Lr* к возбудителям ржавчины в полевых условиях линии (сорта) высевали по три погонных метра в 3-кратной повторности. В качестве инфекционного материала использовали северокавказские популяции *Puccinia spp.*, содержащие все выявленные нами гены вирулентности. Инфицирование растений ржавчинами осуществляли в фазу трубкования смесью урединиоспор с тальком в соотношении 1:100, нагрузка инокулюма 10 мг спор/м² [6]. В период максимального развития заболеваний проводили учёт пораженности. В

качестве критериев оценки служили тип реакции и степень поражения растений по шкале, рекомендуемой СИММИТ [11].

Для идентификации генов устойчивости в изучаемых образцах озимой пшеницы использовали метод фитопатологического теста [12] и молекулярного маркирования [13].

Результаты. За период 2007-2015 гг. были изучены типы устойчивости сортов и перспективных селекционных линий озимой пшеницы селекции ВНИИЗК им. И.Г. Калиненко к возбудителям эпифитотийноопасных болезней.

Так, из 59 изученных сортов и линий озимой пшеницы к северокавказской популяции *P. triticina* 45 (76,3 % от числа изученных) сочетают расоспецифическую устойчивость с устойчивостью взрослых растений, 14 (23,7 %) – с различной степенью неспецифической устойчивости, в том числе 9 образцов – с высокой неспецифической устойчивостью (таблица 1).

1. Сорта и линии озимой пшеницы селекции ВНИИЗК им. И.Г. Калиненко с высоким уровнем неспецифической устойчивости (ВНИИБЗР, искусственные инфекционные фоны, 2007-2015 гг.)

Патоген	Выделено образцов с неспецифической устойчивостью, шт.	Из них образцы с высоким уровнем неспецифической устойчивости
Бурая ржавчина	14	Находка, Капитан, Лидия, Аксинья, 2820/08, Лилит, Спартак, Ростовчанка 3, Гарант
Желтая ржавчина	44	Бонус, Находка, Кипчак, Находка, Капитан, Лидия, Лилит, Кипчак, Регата, Аскет, Изюминка, Спартак, Зерноградка 11, Танаис, Памяти Калиненко, Дон 105, Девиз, Зарница, Зерноградка 10, Донской маяк, Ермак, Станичная, 1147/09, 1155/09, Кристелла, Диона, Эйрена, Кремона, Терра
Стеблевая ржавчина	34	Спартак, Ростовчанка 5, Дон 105, Девиз, Гордеиформе 6
Желтая пятнистость	52	Изюминка, Спартак, Зарница, Континент, Лазурит, Тейя
Септориоз	26	Изюминка, Агат донской, Амазонка, Гордеиформе 6, Аксинит

К возбудителю желтой ржавчины из 64 изученных сортов и селекционных линий озимой пшеницы 20 (31,3 %) отнесены в группу с расоспецифической устойчивостью + устойчивостью взрослых растений, 44 (68,7 %) – с различной степенью неспецифической устойчивости, в том числе 30 образцов – с высокой неспецифической устойчивостью.

Из 57 изученных образцов озимой пшеницы к северокавказской популяции возбудителя стеблевой ржавчины 5 (8,8 %) сочетают расоспецифическую устойчивость с устойчивостью взрослых растений, 34 (59,6 %) обладают различной степенью

неспецифической устойчивости (в том числе 5 – с высокой неспецифической устойчивостью) и 18 сортообразцов (31,6 %) обладают высокой восприимчивостью.

В результате полевой оценки на устойчивость к возбудителю желтой пятнистости листьев 59 сортов и линий озимой пшеницы определено, что 7 (11,9 %) обладали высокой, 40 (67,8 %) – умеренной, 5 (8,5 %) – слабой расонеспецифической устойчивостью, 3 толерантных (5,0 %) и 4 восприимчивых сортообразца (6,8 %).

К возбудителю септориоза листьев из 29 изученных выделено 5 образцов (17,2 %) с высокой, 9 (31,0 %) – умеренной, 12 (41,4 %) – слабой расонеспецифической устойчивостью, 2 (6,9 %) проявили восприимчивую реакцию и 1 (3,5 %) был отнесен к сортам, обладающим расоспецифической устойчивостью.

Проведенная в динамике оценка сортов и селекционных линий озимой пшеницы позволила на искусственных инфекционных фонах обосновать принципы оптимального территориального их размещения и ротации. Иммунологическая характеристика и выявленные типы устойчивости у конкретных сортов и линий озимой пшеницы дают возможность рационального использования их в селекционной практике и сельскохозяйственном производстве. Для производственных целей рекомендуются сорта с разными типами устойчивости к опасным фитопатогенам. При возделывании сортов пшеницы с возрастной устойчивостью в сочетании с расоспецифической необходимо учитывать разнообразие сортов по генотипам («мозаика» сортов), исключая общие гены устойчивости, а также ограничение их использования во времени и пространстве (т.е. своевременная сортосмена) для минимизации фактора давления на хозяина со стороны патогена. Сорта с расонеспецифической (частичной) устойчивостью сокращают период накопления вирулентности в популяции гриба, снижают селективное давление на патоген, уменьшают риск эпифитотий. Они представляют большую ценность как при районировании в производстве, так и при создании новых сортов в качестве исходного материала на устойчивость к возбудителям болезней.

Большую практическую ценность представляют сорта с групповой высокой неспецифической устойчивостью (таблица 2).

2. Сорта озимой пшеницы селекции ВНИИЗК им. И.Г. Калиненко с групповой высокой неспецифической устойчивостью

Сорт	Бурая ржавчина	Стеблевая ржавчина	Желтая ржавчина	Желтая пятнистость	Септориоз
Изюминка			+	+	+
Находка	+		+		
Капитан	+		+		
Лидия	+		+		
Лилит	+		+		

Спартак			+	+	+
Девиз		+	+		
Зарница			+	+	
Дон 105		+	+		
Лазурит			+	+	
Гордеи- форме 6		+			+
2820/08	+			+	

Но, как известно, каким бы типом устойчивости не был защищен сорт, важным является его генетика устойчивости.

Методом фитопатологического тестирования у 43 сортов селекции ВНИИЗК им. И.Г. Калининко постулирован в фазу проростков 21 ген *Lr*: 1, 2с, 3, 3ка, 3bg, 10, 11, 14а, 14в, 16, 17, 21, 23, 28, 30, 32, 33, 34, 40, В, *Exch* и 8 генов и их комбинаций *Yr*: 2+6, 7, 7+22+23, 8+19, 9, 10, 21, 39+*Alp*. Выявленные гены устойчивости в большинстве своем являются неэффективными в защите от природных популяций возбудителей бурой и желтой ржавчины, ввиду высокого содержания изолятов грибов с комплементарными генами вирулентности. Однако у 3 сортов (Аксинья, Изюминка, Капитан) отобранных в качестве источников устойчивости, был идентифицирован эффективный ген *Lr17*, а у сорта Лилит – эффективный ген *Yr8+19*.

Выявленные в результате многолетних исследований высокоэффективные и эффективные гены *Lr*, *Yr*, *Sr* рекомендованы селекционерам для создания новых сортов озимой пшеницы, устойчивых к возбудителям бурой, желтой и стеблевой ржавчины.

Выводы. В результате проведенной иммунологической оценки на искусственных инфекционных фонах перспективных сортов и селекционных линий озимой пшеницы селекции ВНИИЗК им. И.Г. Калининко установлено их генетическое разнообразие по типам устойчивости. Для южного региона РФ, где активно протекают формообразовательные процессы и популяции фитопатогенных грибов высоко гетерогенны, большую практическую значимость имеют выделенные образцы с высокой неспецифической устойчивостью, в том числе и групповой. Для селекции ржавчиноустойчивых сортов пшеницы рекомендованы выявленные высокоэффективные и эффективные гены устойчивости.

Для оздоровления фитосанитарного состояния ценозов пшеницы необходимо стремиться к созданию полиморфной по генам устойчивости к болезням растительной популяции, что возможно только на базе широкого генетического разнообразия исходного материала с учетом внутривидовой дифференциации возбудителей и тенденций происходящих изменений. Совместная работа селекционеров, иммунологов ВНИИЗК им. И.Г. Калининко и иммунологов-фитопатологов ВНИИБЗР направлена на усиление

селекции на устойчивость, научно обоснованного размещения сортов во времени и пространстве для поднятия уровня генетической защиты пшеницы от болезней.

Литература

1. Санин, С. С. Фитосанитарная обстановка на посевах пшеницы в Российской Федерации (1991-2008 гг.) Аналитический обзор / С.С. Санин, Л. Н. Назарова, Ю. А. Стрижекозин Ю. А. // Защита и карантин растений. – 2010. – №2. – С. 71 (3) – 87 (19).
2. Волкова, Г. В. Стеблевая ржавчина пшеницы / Г.В. Волкова, Е. В. Синяк // Защита и карантин растений. – 2011. – № 11.– С. 14-16.
3. Волкова, Г.В. Желтая пятнистость листьев пшеницы (возбудитель *Pyrenophora tritici-repentis* (Died.) Drechsler) / Г. В. Волкова, О. Ю. Кремнева, А. Е. Андропова, В. Д. Надыкта. Монография. – М.: ООО"АМА-ПРЕСС", 2012. – 108 с.
4. Койшибаев, М. Защита зерновых культур от особо опасных болезней / М. Койшибаев, А. О. Сагитов // Рекомендации. – Алматы. 2012. – 33 с.
5. Вилкова, Н.А. Научное обоснование параметров иммунологической системы растений для создания генотипов с групповой и комплексной устойчивостью / Н.А. Вилкова // Иммунологические методы повышения сопротивляемости агроценозов к стрессовым воздействиям биогенного характера. Научно-обоснованные параметры конструирования сортов с.-х. культур. – М. – С.-Петербург: РАСХН, 2005. – С.8-17.
6. Анпилогова, Л.К. Методы создания искусственных инфекционных фонов и оценки сортообразцов пшеницы на устойчивость к вредоносным болезням (фузариозу колоса, ржавчинам, мучнистой росе) / Л. К. Анпилогова, Г. В. Волкова. – РАСХН ВНИИБЗР. – Краснодар, 2000. – 28 с.
7. Волкова, Г. В. Методические указания по изучению устойчивости сортов пшеницы к комплексу патогенов / Г. В. Волкова, О. Ю. Кремнева, Л. К. Анпилогова и др. Краснодар: ВНИИБЗР, 2013. – 44с.
8. Бабаянц, Л.Т. Методы селекции и оценки устойчивости пшеницы и ячменя к болезням в странах - членах СЭВ / Л. Т. Бабаянц, А. Мештерхази, В. Вехтер и др.– Прага, 1988. – 321 с.
9. Макаров, А.А. Методы полевой и лабораторной оценки неспецифической устойчивости растений к болезням / А. А. Макаров, Е. Д. Коваленко, Д. А. Соломатин, Н. М. Маторина // Типы устойчивости растений к болезням: Материалы научного семинара: РАСХН, ВИЗР, Инновационный центр защиты растений. – Санкт-Петербург, 2003. – С.17-24.
10. Макаров, А.А. Лабораторный метод выявления частичной (расонеспецифической) устойчивости пшеницы к бурой ржавчине / А. А. Макаров, Д. А.

Соломатин, Ю. А. Стрижекозин // Сб. методических рекомендаций по защите растений. РАСХН, ВИЗР. – Санкт-Петербург, 1998. – С.148-152.

11. *Roelfs, A.P.* Rust Diseases of Wheat Concepts and methods of management / A.P.Roelfs, R.P. Singh Mexico: CIMMIT, 1992. – 81p.

12. *Одинцова, И.Г.* Идентификация генов устойчивости пшеницы к ржавчинным заболеваниям / И. Г. Одинцова, Л. А. Смирнова, Л. А. Михайлова, Л. К. Анпилогова, Е. В. Кузнецова. Л.: ВНИИР им. Н.И. Вавилова, 1986. – 30 с.

13. *Дорохов, Д.Б.* Быстрая и экономичная технология RAPD анализа растительных геномов / Д.Б. Дорохов, Э. Клоке // Генетика. – 1997. – Т. 33. – №4. – С. 443–450.

Literature

1. *Sanin, S.S.* Phyto sanitary situation in wheat fields in the Russian Federation (1991-2008). Analytical review / S.S. Sanin, L.N. Nazarova, Yu.A. Strizhekozin // Protection and quarantine of the plants. – 2010. – №2. – PP. 71 (3) – 87 (19).

2. *Volkova, G.V.* Stem rust of wheat / G.V. Volkova, E.V. Sinyak // Protection and quarantine of the plants. – 2011. – № 11.– PP. 14-16.

3. *Volkova, G.V.* Yellow leaf rust of wheat (pathogen *Pyrenophora tritici-repentis* (Died.) Drechsler) / G.V. Volkova, O.Yu. Kremneva, A.E. Andronova, V.D. Nadykta. Monograph // – M.: ООО “AMA-PRESS”, 2012. – 108 p.

4. *Koyshibaev, M.* Protection of grain crops from dangerous diseases / M. Koyshibaev, A.O. Sagitov // Recommendations. – Almaty. 2012. – 33 p.

5. *Vilkova, N.A.* Scientific substantiation of parameters of immune system of the plants for development of genotypes with group and complex stability / N.A. Vilkova // Immune methods of resistance increase of agrocenosis to stress effects of biogene character. Scientifically substantiated parameters of constructing of crop varieties. – M.-St. Petersburg: RAA, 2005. – PP. 8-17.

6. *Anpilogova, L.K.* Methods of development of artificial backgrounds and assessment of varietal samples of wheat on resistance to harmful diseases (head fuzariosis, rusts, powdery mildew) / L.K. Anpilogova, G.V. Volkova. – RIA ARRIBGC. – Krasnodar. – 2000. – 28 p.

7. *Volkova, G.V.* Methodical regulations on the study of wheat stability to a complex of pathogenes / G.V. Volkova, O.Yu. Kremneva, L.K. Anpilogova and others. – Krasnodar: ARRIBGC, – 2013.– 44p.

8. *Babayants, L.T.* Methods of breeding and assessment of wheat and barley resistance to diseases in the countries-members of SEV/ L.T. Babayants, A. Meshterkhazi, V. Vekhter and others. – Praga. – 1988. – 321 p.

9. *Makarov, A.A.* Methods of field and laboratory assessment of non-specific resistance of plants to diseases / A.A. Makarov, E.D. Kovalenko, D.A. Solomatin, N.M. Matorina // Types of plant resistance to diseases: Materials of scientific seminar. RAA, Innovative Center of plant protection.– St. Petersburg, 2003. – PP. 17-24.
10. *Makarov, A.A.* Laboratory method of revealing of partial (not specific for the species) tolerance to leaf rust / A.A. Makarov, D.A. Solomatin, Yu.A. Strizhegozin // Collection of methodical recommendations on plant protection. RAA, ARIGP. – St. Petersburg, 1998. – PP. 148-152.
11. *Roelfs, A.P.* Rust Diseases of Wheat / Concepts and methods of management / A.P. Roelfs, R.P. Singh Mexico: CIMMIT, 1992. - 81p.
12. *Odintsova, I.G.* Identification of genes of wheat resistance to rust diseases / I.G. Odintsova, L.A. Smirnova, L.A. Mikhaylova, L.K. Anpilogova, E.V. Kuznetsova. – L.: ARIR named after N.I. Vavilov, 1986. – 30 p.
13. *Dorokhov, D.B.* Fast and economic technologies RAPD of the analysis of plant genomes / D.B.Dorokhov, E. Kloke // Genetics.– 1997. – T. 33. – №4. – PP. 443–450.