

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

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

УДК 631; 632; 632.9

DOI:10.30850/vrsn/2021/2/40-45

ВИРУЛЕНТНОСТЬ СЕВЕРОКАВКАЗСКОЙ ПОПУЛЯЦИИ *PUCCINIA GRAMINIS* PERS. F. SP. *TRITICI**

Цель исследования — мониторинг вирулентности *Puccinia graminis* Pers. f. sp. *tritici* на Северном Кавказе. Инфекционный материал *P. graminis* собирали с посевов озимой пшеницы, оценивали динамику вирулентности патогена в условиях региона за 2014–2019 годы. Проанализирована вирулентность популяции возбудителя стеблевой ржавчины пшеницы, собранной в Краснодарском, Ставропольском краях, Ростовской области. Высокой эффективностью характеризовались гены *Sr5*, *Sr31*, *Sr38*. На линиях с генами *Sr7b*, *Sr8b*, *Sr9f*, *Sr9g*, *Sr10*, *Sr11*, *Sr12*, *Sr13*, *Sr14*, *Sr21*, *Sr22*, *Sr23*, *Sr26*, *Sr29*, *Sr32*, *Sr33*, *S35*, *Sr37*, *SrDp2*, *SrWLD* наблюдалось варьирование в частотах вирулентности *P. graminis*. Значительные изменения в сторону увеличения встречаемости в северокавказской популяции 2014–2019 годов патогена отмечали в частоте клонов, вирулентных к линиям пшеницы с генами устойчивости *Sr11*, *Sr21*, *Sr22*, *Sr26*, *Sr32*, *Sr33*. Отмечено снижение частоты клонов, вирулентных к *Sr8b*, *Sr9g*, *Sr10*, *Sr12*, *Sr14*, *Sr35*. Примерно на одном уровне остается встречаемость клонов, вирулентных к генам *Sr6*, *Sr7a*, *Sr8a*, *Sr9a*, *Sr9b*, *Sr9d*, *Sr9e*, *Sr13*, *Sr15*, *Sr16*, *Sr17*, *Sr19*, *Sr20*, *Sr24*, *Sr25*, *Sr27*, *Sr30*, *Sr36*, *Sr39*, *Sr40*, *Sr44*, *SrGt*, *SrTmp*. Эффективные гены, показавшие свою устойчивость к *P. graminis* в фазе всходов, предлагаются для использования в селекции новых сортов пшеницы на юге России.

Ключевые слова: стеблевая ржавчина, устойчивость, *Puccinia graminis*, популяция, вирулентность, *Sr*-гены.

G.V. Volkova, Grand PhD in Biological sciences

E.V. Gladkova, PhD in Agricultural sciences

O.O. Miroshnichenko, PhD student

Federal scientific center for biological plant protection
RF, 350039, Krasnodarskij kraj, g. Krasnodar, p/o 39

E-mail: galvol.bpp@yandex.ru

VIRULENCE OF THE NORTH CAUCASIAN POPULATION OF *PUCCINIA GRAMINIS* PERS. F. SP. *TRITICI*

The aim of the study was to monitor the virulence of *Puccinia graminis* Pers. f. sp. *tritici* in the North Caucasus. The objectives of the study were to collect *P. graminis* infectious material from sown winter wheat varieties and evaluate the long-term dynamics of the pathogen virulence in the North Caucasus region in 2014–2019. As a result, an analysis of the virulence of the stem rust pathogen population of wheat collected in Krasnodar, Stavropol Territories, and Rostov Region was carried out. 81 mono-empty mushroom isolates were isolated and differentiated. The genes *Sr5*, *Sr31*, *Sr38* were characterized by high efficiency. On the lines with the genes *Sr7b*, *Sr8b*, *Sr9f*, *Sr9g*, *Sr10*, *Sr11*, *Sr12*, *Sr13*, *Sr14*, *Sr21*, *Sr22*, *Sr23*, *Sr26*, *Sr29*, *Sr32*, *Sr33*, *S35*, *Sr37*, *SrDp2*, *SrWLD*, a variation in the virulence frequencies of *P. graminis* was observed. Significant changes (in the direction of increasing occurrence) in the North Caucasian population 2014–2019 the pathogen was noted in the frequency of clones virulent to wheat lines with resistance genes *Sr11*, *Sr21*, *Sr22*, *Sr26*, *Sr32*, *Sr33*. A decrease in the frequency of clones virulent to *Sr8b*, *Sr9g*, *Sr10*, *Sr12*, *Sr14*, *Sr35*. At approximately the same level, the occurrence of clones virulent to the genes *Sr6*, *Sr7a*, *Sr8a*, *Sr9a*, *Sr9b*, *Sr9d*, *Sr9e*, *Sr13*, *Sr15*, *Sr16*, *Sr17*, *Sr19*, *Sr20*, *Sr24*, *Sr25*, *Sr27*, *Sr30*, *Sr36*, *Sr39*, *Sr40*, *Sr44*, *SrGt*, *SrTmp*. Effective genes that have shown their resistance to *P. graminis* in the seedling phase are proposed for use in breeding in southern Russia to create new varieties of wheat.

Key words: stem rust, resistance, *Puccinia graminis*, population, virulence, *Sr*-genes.

Стеблевая или линейная ржавчина (возбудитель — гриб *Puccinia graminis* Pers. f. sp. *tritici*) относится к вредоносным заболеваниям пшеницы. Возбудитель стеблевой ржавчины пшеницы наиболее опасен на Северном Кавказе [3], ЦЧЗ [2], Поволжье [9, 13], Зауралье [8], Западной Сибири [7, 15, 26], Северном Казахстане. [10]

С 50-х до середины 90-х годов прошлого века вредоносность стеблевой ржавчины была значительно снижена благодаря эффективной генети-

ческой защите. [6, 14, 16] Устойчивость большинства сортов была основана на гене *Sr31*, который взят от ржи *Secale cereale* Petkus. [18, 19] Массовое и многолетнее использование таких сортов привело к потере устойчивости *Sr31* и появлению новой агрессивной расы гриба в Уганде в 1999 году. [23] К настоящему времени раса Ug99 выявлена в Египте, Эфиопии [21], Иране, Кении, Мозамбике, Южной Африке, Судане, Танзании, Уганде, Йемене и Зимбабве [25], Египте [24, 25], Германии [22], Ита-

* Исследования выполнены согласно Государственного задания № 075-00376-19-00 Министерства науки и высшего образования РФ в рамках НИР по теме 0686-2019-0008/ The investigations were carried out according to the State Assignment № 075-00376-19-00 of the Ministry of Education and Science of Russia within the framework of research on the topic 0686-2019-0008.

лии. [17] Появление новой агрессивной расы создало тревожную ситуацию, поскольку ген *Sr31* защищал 80 % сортов и линий пшеницы развивающихся стран, покупающих семенной материал в CIMMYT.

В связи с широким распространением агрессивной расы Ug99 возбудителя стеблевой ржавчины пшеницы, необходим постоянный и повсеместный мониторинг вирулентности патогена. Ее изучение позволяет спрогнозировать внутривидовые изменения и своевременно скорректировать селекционные программы.

Мониторинг вирулентности *P. graminis* на Северном Кавказе мы проводим с 2007 года. [4] Для анализа используем разнообразный инфекционный материал, собранный с высеваемых в регионе сортов пшеницы.

Цель работы — мониторинг вирулентности *Puccinia graminis* Pers. f. sp. *tritici* на Северном Кавказе в 2014–2019 годах.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В работе использована материально-техническая база УНУ «Государственная коллекция энтомоакарифагов и микроорганизмов» (<http://ckp-rg.ru/> реестровый № 585858) и образцы БРК «Государственная коллекция энтомоакарифагов и микроорганизмов» ФГБНУ ВНИИБЗР.

Объектом исследований служил инфекционный материал *P. graminis*, собранный с сортов озимой пшеницы в различных агроклиматических зонах Северного Кавказа в 2014, 2018 и 2019 годах. Погодные условия были благоприятны для развития патогена.

Для изучения популяции стеблевой ржавчины по вирулентности в фазе проростков использовали международный набор из 46 изогенных линий и сортов, содержащих *Sr1*, *Sr5*, *Sr6*, *Sr7a*, *Sr7b*, *Sr8a*, *Sr8b*, *Sr9a*, *Sr9b*, *Sr9d*, *Sr9e*, *Sr9f*, *Sr9g*, *Sr10*, *Sr11*, *Sr12*, *Sr13*, *Sr14*, *Sr15*, *Sr16*, *Sr17*, *Sr19*, *Sr20*, *Sr21*, *Sr22*, *Sr23*, *Sr24*, *Sr25*, *Sr26*, *Sr27*, *Sr29*, *Sr30*, *Sr31*, *Sr32*, *Sr33*, *Sr35*, *Sr36*, *Sr37*, *Sr38*, *Sr39*, *Sr40*, *Sr44*, *SrDp₂*, *SrWLD*, *SrGt*, *SrTmp*. Был выделен и продиференцирован 81 монопустульный изолят гриба. Вирулентность популяции *P. graminis* изучали в теплице весной-осенью при благоприятных для развития патогена условиях — температуре 22...25°C, интенсивности освещения 12...16 тыс. лк (фотопериод 16 ч), относительной влажности воздуха 70 %. [1] Растения выращивали на гидропонике с применением питательного раствора Кнопа. [11] Поражение фиксировали на 12-й день после инокуляции по шкале Стэкмана и Левина. [27] Растения с типом реакции 0, 1, 2 относили к устойчивым, 3, 4, X — к восприимчивым.

Различия между популяциями гриба по частотам аллелей вирулентности оценивали с помощью генетического расстояния Нея [20]:

$$D = -\ln IN$$

$$IN = \sum \sum x_{ij} y_{ij} / \sum \sum x_{ij}^2 \sum \sum y_{ij}^2,$$

где x_{ij} и y_{ij} — частоты i -го аллеля, j -го года в сравниваемых популяциях.

Таблица 1.
Частота изолятов, вирулентных к сортам и линиям международного набора, в северокавказской популяции *Puccinia graminis*

Sr ген	Сорт, линия	Частота по годам, %		
		2014	2018	2019
1	Hope10 x Marquis	7,2	0,0	0,0
5	Thatcher / 10 x Marquis10	0,0	0,0	0,0
6	Kenya 58 x Marquis10	16,6	17,8	16,6
7a	Egyptian10 101 x Marquis	19,1	10,7	16,6
7b		19,1	10,0	50,0
8a	Cs5xRed. Egyptian	38,1	25,0	38,8
8b	C.I. 14196	40,4	17,8	11,1
9a	Mq6xRed Egyptian	2,3	3,6	3,6
9b	Kenya 117 A6 x Marquis	9,5	17,8	5,5
9d	Arnautka	33,3	46,4	44,4
9e	Vernal	7,1	7,1	10,7
9f	Chinese spring	28,5	42,8	50,0
9g	Acme	40,4	0,0	0,0
10	Line F	30,9	3,6	5,5
11	Lee10 x Marquis	2,3	25,0	38,8
12	CS(5) x Tc 3b	9,5	0,0	0,0
13	W 2691 — Khapstein	4,7	0,0	0,0
14	Khapstein10 x Marquis	21,4	0,0	0,0
15	Norka	16,6	10,7	7,1
16		40,4	28,5	33,3
17	Spica	38,1	53,5	61,1
19	Marquis — B	30,9	39,2	55,5
20	Marquis — C	64,2	39,2	55,5
21	Einkorn	14,2	32,1	44,4
22	Marquis4// Stewart 3/T. monococcum	14,2	42,8	61,1
23	Exchange	47,6	10,7	16,6
24	Agent	2,3	0,0	0,0
25	Agatha	4,7	7,1	5,5
26	Eagle	16,6	10,0	77,7
27	WRT 238.5	2,3	14,2	5,5
29	Prelude8 / Marquis// Etoile de Choisy	26,1	60,7	66,6
30	Webster	11,9	3,6	5,5
31	Kronjuwell	0,0	0,0	0,0
32	W 3531	0,0	0,0	88,8
33	RL 5405=Tetra Canthatch/Aegilops squarrosa	0,0	0,0	61,1
35	G 2919	40,4	0,0	0,0
36	Triticum timofeevii	30,9	64,2	66,6
37	W 3563	45,2	10,7	16,6
38		—*	0,0	0,0
39		—	42,8	61,1
40		—	17,8	17,8
44		—	82,1	77,7
Dp2	Arabian P.I. 145720	26,1	60,7	50,0
WLD	Waldron	54,7	21,4	21,4
Gt		—	53,5	61,1
Tmp		—	7,1	11,1
Число изолятов, шт.		35	28	18

* — изучение не проводили из-за отсутствия семян.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

При инокуляции в фазе проростков Sr-линий северокавказской популяцией *P. graminis* 2014, 2018 и 2019 годов высокой эффективностью характеризовались гены *Sr5*, *Sr31*, *Sr38* (тип реакции 0, табл. 1). На линиях с генами *Sr1*, *Sr9a*, *Sr12*, *Sr13*, *Sr24*, *Sr25*, *Sr30*, *SrTmp* наблюдали умеренно устойчивый тип реакции – 0; 1; 2 балла; с генами *Sr6*, *Sr7a*, *Sr9b*, *Sr9e*, *Sr14*, *Sr15*, *Sr27*, *Sr40* отмечали умеренно восприимчивый тип реакции – 3 балла. Линии *Sr7b*, *Sr8a*, *Sr8b*, *Sr9d*, *Sr9f*, *Sr9g*, *Sr10*, *Sr11*, *Sr16*, *Sr17*, *Sr19*, *Sr20*, *Sr21*, *Sr22*, *Sr23*, *Sr26*, *Sr29*, *Sr32*, *Sr33*, *Sr35*, *Sr36*, *Sr37*, *Sr39*, *Sr44*, *SrDp2*, *SrWLD*, *SrGt* показали восприимчивую реакцию с типом реакции 4 (X). Следует отметить, что *Sr5* и *Sr31* много лет абсолютно эффективные гены против *P. graminis* для Северокавказского региона. [12]

Изученные изоляты характеризовались авирулентностью к генам *Sr5*, *Sr31*, *Sr38*. Варьирование в частотах вирулентности изолятов *P. graminis* отмечено на линиях с генами *Sr7b*, *Sr8b*, *Sr9f*, *Sr9g*, *Sr10*, *Sr11*, *Sr12*, *Sr13*, *Sr14*, *Sr21*, *Sr22*, *Sr23*, *Sr26*, *Sr29*, *Sr32*, *Sr33*, *Sr35*, *Sr37*, *SrDp2*, *SrWLD*. На одном уровне оставалась частота клонов, вирулентных к *Sr6*, *Sr7a*, *Sr8a*, *Sr9a*, *Sr9b*, *Sr9d*, *Sr9e*, *Sr13*, *Sr15*, *Sr16*, *Sr17*, *Sr19*, *Sr20*, *Sr24*, *Sr25*, *Sr27*, *Sr30*, *Sr36*, *Sr39*, *Sr40*, *Sr44*, *SrGt*, *SrTmp*.

Высокая вариабельность по частоте в северокавказской популяции *P. graminis* в 2014–2019 годах установлена для клонов, вирулентных к линиям пшеницы с генами устойчивости *Sr11* (2,3...38,8 %), *Sr21* (14,2...44,4), *Sr22* (14,2...61,1), *Sr26* (16,6...77,7), *Sr29* (26,1...66,6), *Sr32* (0,0...88,8), *Sr33* (0,0...61,1 %) (рис. 1). [5]

Наблюдалась динамика снижения частоты вирулентности к линиям с генами *Sr8b* (40,4...11,1 %), *Sr9g* (40,4...0,0), *Sr10* (30,9...5,5), *Sr12* (9,5...0,0), *Sr14* (21,4...0,0), *Sr23* (47,6...16,6), *Sr35* (40,4...0,0), *Sr37* (45,2...16,6), *SrWLD* (54,7...21,4 %) с максимальным снижением вплоть до элиминации клонов патогена, вирулентных для *Sr9g*, *Sr12*, *Sr14* и *Sr35* (рис. 2).

Статистический анализ различий популяций патогена, основанный на сравнении частот изолятов *P. graminis*, вирулентных к сортам и линиям с генами *Sr* (по индексу Нея) показал, что минимальными из полученных были различия между популяциями возбудителя стеблевой ржавчины 2018 и 2019 годов ($N = 0,20$). Более значимые различия установлены между парами популяций 2014–2019 ($N = 0,45$) и 2014–2018 ($N = 0,32$) (табл. 2).

Данные статистического анализа подтверждают существенные изменения в генофонде вирулентности северокавказской популяции *P. graminis* в 2018–2019 годах по сравнению с популяцией 2014 года. Изменения в генофонде вирулентности популяции *P. graminis* f. sp. *tritici* вызваны экологическими факторами, структурой возделываемых сортов хозяина и происходящей соргосменой, защитными мероприятиями (обработка фунгицидами), заносом инфекции с сопредельных территорий.

Выводы. В результате мониторинга вирулентности популяции возбудителя стеблевой ржавчины пшеницы, собранной на Северном Кавказе, суще-

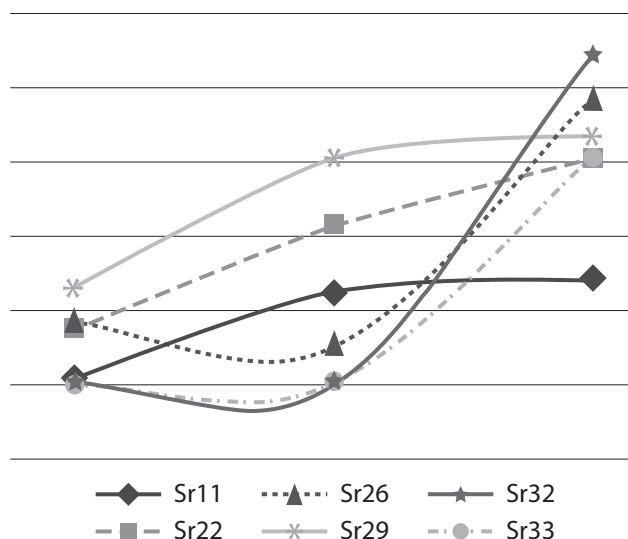


Рис. 1. Динамика частот клонов, вирулентных к линиям с генами *Sr11*, *Sr22*, *Sr26*, *Sr29*, *Sr32*, *Sr33* в северокавказской популяции *Puccinia graminis*.

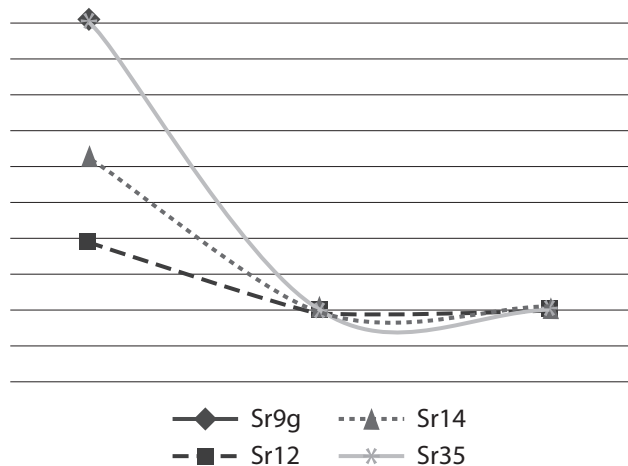


Рис. 2. Динамика частот клонов, вирулентных к линиям с генами *Sr9g*, *Sr12*, *Sr14*, *Sr35* в северокавказской популяции *Puccinia graminis*.

Таблица 2.
Уровень различий (индекс Нея) северокавказской популяции *P. graminis* по частоте аллелей вирулентности

Различия по частотам аллелей вирулентности в популяции <i>P. graminis</i> по годам	
пары популяций	индекс Нея
2014–2018	0,32
2014–2019	0,45
2018–2019	0,20

ственных различий в популяциях 2018 и 2019 годов не установлено. Сравнение со структурой популяции *P. graminis* за 2014 год выявило значительные изменения в частоте клонов, вирулентных к генам *Sr9g* (40,4...0,0 %), *Sr11* (2,3...38,8), *Sr12* (9,5...0,0), *Sr14* (21,4...0,0), *Sr22* (14,2...61,1), *Sr26* (16,6...77,8), *Sr32* (0,0...88,8), *Sr33* (0,0...61,1), *Sr35* (40,4...0,0 %). Статистический анализ по индексу Нея подтвердил существенные изменения по вирулентности, которые произошли в популяции возбудителя стеблевой

ржавчины пшеницы на юге России за последние пять лет.

Высокую эффективность в фазе всходов показали гены *Sr5*, *Sr31*, *Sr38*, которые представляют интерес для селекции на устойчивость к стеблевой ржавчине на юге России.

Авторы выражают благодарность кандидату биологических наук О.А. Кудиновой, старшему научному сотруднику лаборатории иммунитета зерновых культур к грибным болезням ФГБНУ ФНЦБЗР за помощь в проведении статистического анализа.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Анпилогова, Л.К. Методы создания искусственных инфекционных фонов и оценки сортообразцов пшеницы на устойчивость к вредоносным болезням (фузариозу колоса, ржавчинам, мучнистой росе): Методические рекомендации / Л.К. Анпилогова, Г.В. Волкова. — Краснодар: РАСХН. ВНИИБЗР, 2000. — С. 28.
2. Баранова, О.А. Идентификация генов *Sr* у новых источников устойчивости мягкой пшеницы к расе стеблевой ржавчины Ug99 с использованием молекулярных маркеров / О.А. Баранова, И.Ф. Лапочкина, А.В. Анисимова и др. // Вавиловский журнал генетики и селекции. — 2015. — Т. 19. — № 3. — С. 316–322. DOI 10.18699/VJ15.041.
3. Волкова, Г.В. Распространение стеблевой ржавчины на Северном Кавказе и иммунологическая характеристика ряда сортов озимой пшеницы к патогену / Г.В. Волкова, О.А. Кудинова, О.О. Мирошниченко // Достижения науки и техники АПК. — 2018. — Т. 32. — № 10. — С. 43–45. DOI: 11.24411/0235-2451-2018-11111.
4. Волкова, Г.В. Стеблевая ржавчина пшеницы на Северном Кавказе: распространённость, внутривидовая структура и изменчивость по вирулентности / Г.В. Волкова, Е.В. Синяк, И.М. Балапанов // Наука Кубани. — 2010. — № 2. — С. 38–41.
5. Волкова, Г.В. Ретроспективный анализ вирулентности северокавказской популяции возбудителя стеблевой ржавчины пшеницы / Г.В. Волкова, О.О. Мирошниченко, О.В. Таранчева // Труды КубГАУ. — 2019. — № 81. — С. 85–90.
6. Койшыбаев, М. Гермоплазма пшеницы с групповой устойчивостью к болезням с воздушно-капельной инфекцией / М. Койшыбаев, Л.А. Болтыбаева, Г.И. Копирова // Агромеридиан. — 2008. — Т. 3. — № 9. — С. 34–42.
7. Лапочкина, И.Ф. Создание исходного материала яровой мягкой пшеницы для селекции на устойчивость к стеблевой ржавчине (*Puccinia graminis* Pers. f. sp. *tritici*), в том числе и к расе Ug99, в России / И.Ф. Лапочкина, О.А. Баранова, В.П. Шаманин и др. // Вавиловский журнал генетики и селекции. — 2016. — Т. 20. — № 3. — С. 320–328. DOI: 10.18699/VJ16.167.
8. Мальцева, Л.Т. Роль исходного материала в селекции ржавчиноустойчивых сортов мягкой яровой пшеницы в условиях Зауралья / Л.Т. Мальцева, Е.А. Филиппова, Н.Ю. Банникова, В.А. Бердюгин // Зерновое хозяйство России. — 2018. — Т. 59. — № 5. — С. 67–72. DOI 10.31367/2079-8725-2018-59-5-67-72.
9. Маркелова, Т.С. Фитосанитарная ситуация в агроценозе злаковых культур Поволжья / Т.С. Маркелова // Защита и карантин растений. — 2015. — № 5. — С. 22–23.
10. Плахотник, В.В. Стеблевая ржавчина на Севере Казахстана и устойчивость к ней образцов коллекции яровой пшеницы / В.В. Плахотник. — Киев.: ВНИИЗХ. Тр. Всесоюз. совещ. по иммунитету растений, 1969. — № 3. — С. 72–75.
11. Рсалиев, А.С. Основные подходы и достижения в изучении расового состава стеблевой ржавчины пшеницы / А.С. Рсалиев, Ш.С. Рсалиев // Вавиловский журнал генетики и селекции. — 2018. — Т. 22. — № 8. — С. 967–977. DOI 10.18699/VJ18.439.
12. Синяк, Е.В. Характеристика популяции *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* по вирулентности в Северокавказском регионе России / Е.В. Синяк, Г.В. Волкова, В.Д. Надыкта // Доклады РАСХН. — 2013. — № 6. — С. 27–30.
13. Сибикеев, С.Н. Вероятная угроза распространения расы Ug99 *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* пшеницы на Юго-Востоке России / С.Н. Сибикеев, Т.С. Маркелова, Э.А. Баукенова и др. // Российская сельскохозяйственная наука. — 2016. — № 1. — С. 18–20.
14. Смирнова, Л.А. Усовершенствованный метод выращивания всходов зерновых культур для иммунологических исследований / Л.А. Смирнова, Т.П. Алексеева // Селекция и семеноводство. — 1988. — № 4. — С. 25–27.
15. Шаманин, В.П. Селекционно-генетическая оценка популяций яровой мягкой пшеницы Сибирского питомника челночной селекции СИММИТ / В.П. Шаманин, А.И. Моргунов, Я.И. Манес др. // Вавиловский журнал генетики и селекции. — 2012. — Т. 16. — № 1. — С. 21–32.
16. Bernardo, A.N. Validation of molecular markers for new stem rust resistance genes in U.S. Hard winter wheat / A.N. Bernardo, R.L. Bowden, M.N. Rouse et al. // Crop Sci. — 2013. — Т. 53. — P. 755–764. DOI:10.2135/cropsci2012.07.0446.
17. Bhattacharya, S. Deadly new wheat disease threatens Europe's crops / S. Bhattacharya // Nature. — 2017. — Т. 542. — P. 145–146. DOI 10.1038/nature.2017.21424.
18. McIntosh, R.A. Wheat rusts: An atlas of resistance genes / R.A. McIntosh, C.R. Wellings, R.F. Park // Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, Clayton, South Victoria, Australia. — 1995.
19. McIntosh, R.A. Catalogue of gene symbols for wheat / R.A. McIntosh, Y. Yamazaki, K.M. Devos et al. — 2007. — Supplement. KOMUGI Integrated Wheat Science Database. — Available online at <http://www.shigen.nig.ac.jp/wheat/komugi/genes/symbolClassList.jsp>.
20. Nei, Masatoshi Estimation of average heterozygosity and genetic distance from a small number of individuals / Masatoshi Nei // Genetics. — 1978. — Т. 89. — № 3. — P. 583–590.
21. Olivera, P. Phenotypic and genotypic characterization of race TKTF of *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* that caused a wheat stem rust epidemic in southern Ethiopia in 2013–14 / P. Olivera, M. Newcomb, L.J. Szabo et al. // Phytopathology. — 2015. — Т. 105. — P. 917–928. DOI 10.1094/PHYTO-11-14-0302-FI.
22. Olivera, P. Characterization of *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* isolates derived from an unusual wheat stem rust outbreak in Germany in 2013 / P. Olivera, M. Newcomb, K. Flath et al. // Plant Pathol. — 2017. — Т. 66. — P. 1258–1266. DOI 10.1111/ppa.12674.
23. Patpour, M. First report of the Ug99 race group of wheat stem rust, *Puccinia graminis* f. sp. *tritici*, in Egypt in 2014 / M. Patpour, M.S. Hovmöller, A.A. Shahin et al. // Plant Dis. — 2016. — Т. 100. — № 4. — P. 863. DOI 10.1094/PDIS-08-15-0938-PDN.

24. Pretorius, Z.A. Detection of virulence to wheat stem rust resistance gene *Sr31* in *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* in Uganda / Z.A. Pretorius, R.P. Singh, W.W. Wagoire, T.S. Payne // Plant Disease. — 2000. — Т. 84. — P. 203.
 25. Singh, R.P. Emergence and spread of new races of wheat stem rust fungus: Continued threat to food security and prospects of genetic control / R.P. Singh, D.P. Hodson, Y. Jin et al. // Phytopathology. — 2015. — Т. 10. — P. 872–884. DOI 10.1094/PHYTO-01-15-0030-FI.
 26. Skolotneva, E.S. The wheat stem rust pathogen in the central region of the Russian Federation / E.S. Skolotneva, S.N. Lekomtseva, E. Kosman // Plant Pathol. — 2013. — Т. 62. — P. 1003–1010. DOI 10.1111/ppa.12019.
 27. Stakman, E.C. Identification of physiologic races of *Puccinia graminis* var. *tritici* / E.C. Stakman, D.M. Stewart, W.Q. Loegering // U.S., Agric. Res. Serv., ARS. — 1962. — P. 1–53.
- LIST OF SOURCES**
1. Anpilogova, L.K. Metody sozdaniya iskusstvennykh infekcionnykh fonov i ocenki sortoobrazcov pshenicy na ustojchivost' k vredonosnym bolezniam (fuzariozu kolosa, rzhavchinam, muchnistoj rose): Metodicheskie rekomendacii / L.K. Anpilogova, G.V. Volkova. — Krasnodar: RASKHN. VNIIBZR, 2000. — S. 28.
 2. Baranova, O.A. Identifikaciya genov Sr u novyx istochnikov ustojchivosti myagkoj pshenicy k rase steblevoj rzhavchiny Ug99 s ispol'zovaniem molekulyarnykh markerov / O.A. Baranova, I.F. Lapochkina, A.V. Anisimova i dr. // Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii. — 2015. — Т. 19. — № 3. — S. 316–322. DOI 10.18699/VJ15.041.
 3. Volkova, G.V. Rasprostranenie steblevoj rzhavchiny na Severnom Kavkaze i immunologicheskaya harakteristika ryada sortov ozimoy pshenicy k patogenu / G.V. Volkova, O.A. Kudinova, O.O. Miroshnichenko // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. — 2018. — Т. 32. — № 10. — S. 43–45. DOI: 11.24411/0235-2451-2018-11111.
 4. Volkova, G.V. Steblevaya rzhavchina pshenicy na Severnom Kavkaze: rasprostranyonnost', vnutripopulyacionnaya struktura i izmenchivost' po virulentnosti / G.V. Volkova, E.V. Sinyak, I.M. Balapanov // Nauka Kubani. — 2010. — № 2. — S. 38–41.
 5. Volkova, G.V. Retrospektivnyj analiz virulentnosti severokavkazskoj populyacii vozbuditelya steblevoj rzhavchiny pshenicy / G.V. Volkova, O.O. Miroshnichenko, O.V. Tarancheva // Trudy KubGAU. — 2019. — № 81. — S. 85–90.
 6. Kojshybaev, M. Germoplazma pshenicy s gruppovoj ustojchivost'yu k bolezniam s vozdušno-kapel'noj infekciej / M. Kojshybaev, L.A. Boltybaeva, G.I. Kopyrova // Agromeridian. — 2008. — Т. 3. — № 9. — S. 34–42.
 7. Lapochkina, I.F. Sozdanie iskhodnogo materiala yarovoj myagkoj pshenicy dlya selekcii na ustojchivost' k steblevoj rzhavchine (*Puccinia graminis* Pers. f. sp. *tritici*), v tom chisle i k rase Ug99, v Rossii / I.F. Lapochkina, O.A. Baranova, V.P. Shamanin i dr. // Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii. — 2016. — Т. 20. — № 3. — S. 320–328. DOI: 10.18699/VJ16.167.
 8. Mal'ceva, L.T. Rol' iskhodnogo materiala v selekcii rzhavchinoustojchivykh sortov myagkoj yarovoj pshenicy v usloviyah Zaural'ya / L.T. Mal'ceva, E.A. Filippova, N.Yu. Bannikova, V.A. Berdyugin // Zernovoe hozyaistvo Rossii. — 2018. — Т. 59. — № 5. — S. 67–72. DOI 10.31367/2079-8725-2018-59-5-67-72.
 9. Markelova, T.S. Fitosanitarnaya situaciya v agrocenoze zlakovykh kul'tur Povolzh'ya / T.S. Markelova // Zashchita i karantin rastenij. — 2015. — № 5. — S. 22–23.
 10. Plahotnik, V.V. Steblevaya rzhavchina na Severe Kazhstana i ustojchivost' k nej obrazcov kollekicii yarovoj pshenicy / V.V. Plahotnik. — Kiev.: VNIIZKH.Tr. Vsesoyuz. soveshch. po immunitetu rastenij, 1969. — № 3. — S. 72–75.
 11. Rsaliev, A.S. Osnovnye podhody i dostizheniya v izuchenii rasovogo sostava steblevoj rzhavchiny pshenicy / A.S. Rsaliev, Sh.S. Rsaliev // Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii. — 2018. — Т. 22. — № 8. — S. 967–977. DOI 10.18699/VJ18.439.
 12. Sinyak, E.V. Harakteristika populyacii *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* po virulentnosti v Severo-Kavkazskom regione Rossii / E.V. Sinyak, G.V. Volkova, V.D. Nadykta // Doklady RASKHN. — 2013. — № 6. — S. 27–30.
 13. Sibikeev, S.N. Veroyatnaya ugroza rasprostraneniya rasy Ug99 *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* pshenicy na Yugo-Vostoke Rossii / S.N. Sibikeev, T.S. Markelova, E.A. Baukenova i dr. // Rossijskaya sel'skohozyajstvennaya nauka. — 2016. — № 1. — S. 18–20.
 14. Smirnova, L.A. Uovershenstvovannyj metod vyrashchivaniya vskhodov zernovykh kul'tur dlya immunologicheskikh issledovanij / L.A. Smirnova, T.P. Alekseeva // Selekcija i semenovodstvo. — 1988. — № 4. — S. 25–27.
 15. Shamanin, V.P. Selekcionno-geneticheskaya ocenka populyacij yarovoj myagkoj pshenicy Sibirskogo pitomnika chelnochnoj selekcii SIMMIT / V.P. Shamanin, A.I. Morgunov, Ya.I. Manes dr. // Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii. — 2012. — Т. 16. — № 1. — S. 21–32.
 16. Bernardo, A.N. Validation of molecular markers for new stem rust resistance genes in U.S. Hard winter wheat / A.N. Bernardo, R.L. Bowden, M.N. Rouse et al. // Crop Sci. — 2013. — Т. 53. — P. 755–764. DOI:10.2135/cropsci2012.07.0446.
 17. Bhattacharya, S. Deadly new wheat disease threatens Europe's crops / S. Bhattacharya // Nature. — 2017. — Т. 542. — P. 145–146. DOI 10.1038/nature.2017.21424.
 18. McIntosh, R.A. Wheat rusts: An atlas of resistance genes / R.A. McIntosh, C.R. Wellings, R.F. Park // Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, Clayton, South Victoria, Australia. — 1995.
 19. McIntosh, R.A. Catalogue of gene symbols for wheat / R.A. McIntosh, Y. Yamazaki, K.M. Devos et al. — 2007. — Supplement. KOMUGI Integrated Wheat Science Database. — Available online at <http://www.shigen.nig.ac.jp/wheat/komugi/genes/symbolClassList.jsp>.
 20. Nei, Masatoshi Estimation of average heterozygosity and genetic distance from a small number of individuals / Masatoshi Nei // Genetics. — 1978. — Т. 89. — № 3. — P. 583–590.
 21. Olivera, P. Phenotypic and genotypic characterization of race TKTF of *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* that caused a wheat stem rust epidemic in southern Ethiopia in 2013–14 / P. Olivera, M. Newcomb, L.J. Szabo et al. // Phytopathology. — 2015. — Т. 105. — P. 917–928. DOI 10.1094/PHYTO-11-14-0302-FI.
 22. Olivera, P. Characterization of *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* isolates derived from an unusual wheat stem rust outbreak in Germany in 2013 / P. Olivera, M. Newcomb, K. Flath et al. // Plant Pathol. — 2017. — Т. 66. — P. 1258–1266. DOI 10.1111/ppa.12674.
 23. Patpour, M. First report of the Ug99 race group of wheat stem rust, *Puccinia graminis* f. sp. *tritici*, in Egypt in 2014 /

- M. Patpour, M.S. Hovmøller, A.A. Shahin et al. // Plant Dis. — 2016. — Т. 100. — № 4. — P. 863. DOI 10.1094/PDIS-08-15-0938-PDN.
24. Pretorius, Z.A. Detection of virulence to wheat stem rust resistance gene Sr31 in Puccinia graminis f. sp. tritici in Uganda / Z.A. Pretorius, R.P. Singh, W.W. Wagoire, T.S. Payne // Plant Disease. — 2000. — Т. 84. — P. 203.
25. Singh, R.P. Emergence and spread of new races of wheat stem rust fungus: Continued threat to food security and prospects of genetic control / R.P. Singh, D.P. Hodson, Y. Jin et al. // Phytopathology. — 2015. — Т. 10. — P. 872–884. DOI 10.1094/PHTO-01-15-0030-FI.
26. Skolotneva, E.S. The wheat stem rust pathogen in the central region of the Russian Federation / E.S. Skolotneva, S.N. Lekomtseva, E. Kosman // Plant Pathol. — 2013. — Т. 62. — P. 1003–1010. DOI 10.1111/ppa.12019.
27. Stakman, E.C. Identification of physiologic races of Puccinia graminis var. tritici / E.C. Stakman, D.M. Stewart, W.Q. Loegering // U.S., Agric. Res. Serv., ARS. — 1962. — P. 1–53.

ПОЗДРАВЛЯЕМ ЮБИЛЯРА!



Академик Российской академии наук **Валерий Иванович Кирюшин** 21 марта текущего года отметил свое 80-летие.

Будучи студентом Тимирязевской академии, которую окончил в 1964 году, В.И. Кирюшин начал заниматься научными исследованиями. Его становление ученым и первые крупные научные достижения пришлись на годы работы во Всесоюзном НИИ зернового хозяйства под руководством выдающегося ученого А.И. Бараева. В институте В.И. Кирюшин участвовал в разработке и продвижении по стране почвозащитной системы земледелия. Тогда же он разработал систему земледелия на солонцовых землях Казахстана на основе глубоких теоретических исследований генезиса и мелиорации этих почв.

В 80-х годах В.И. Кирюшин — директор Сибирского НИИ земледелия и химизации сельского хозяйства, возглавляет разработку зональных систем земледелия. В начале 90-х годов В.И. Кирюшин разработал концепцию адаптивно-ландшафтного земледелия, разработал классификацию и методологию формирования, основанную на моделировании систем земледелия.

В дальнейшем, в период руководства кафедрой почвоведения РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, Валерий Иванович предложил агроэкологическую типизацию земель, систему их агроэкологической оценки, методику почвенно-ландшафтного картографирования и методологию проектирования АЛСЗ. В 1996 году был представлен первый проект АЛСЗ для ОПХ «Михайловское» МСХА имени К.А. Тимирязева, а в 2002 году совместно с академиком А.Л. Ивановым — первый цифровой проект для ОПХ Владимирского НИИСХ.

Научно-исследовательская и инновационная деятельность В.И. Кирюшина тесно сопряжена с подготовкой специалистов различных уровней и разработкой образовательных программ. Особое внимание В.И. Кирюшин уделяет подготовке магистров, им разработаны программа «Агроэкологическая оценка земель и проектирование агротехнологий» (2008) и учебно-методические комплексы. Издан учебник «Агрономическое почвоведение» (2010) для дипломированных специалистов и магистров. Его монографии отличаются простотой повествования, великолепным русским языком, могут служить образцом высокой научной культуры.

Серия работ академика В.И. Кирюшина «Почвенно-экологическое обеспечение адаптивно-ландшафтного земледелия и природопользования», выдвинутая Почвенным институтом имени В.В. Докучаева на соискание Золотой медали имени В.В. Докучаева, включает 12 монографий и 35 статей в научных изданиях.

Юбилар активно развивает новые подходы к территориальному планированию на ландшафтно-экологической основе и проектированию сельскохозяйственных ландшафтов. Разработанные им классификация экологических и социально-экономических функций ландшафтов и методика структурно-функционального анализа ландшафтов представлены в монографии «Экологические основы проектирования сельскохозяйственных ландшафтов» (2018) и «Концепция развития земледелия в Нечерноземье» (2020).

В настоящее время Валерий Иванович работает в «Почвенном институте им. В.В. Докучаева» главным научным сотрудником Федерального исследовательского Центра.

Многогранная научная и педагогическая деятельность В.И. Кирюшина отмечена званием заслуженного деятеля науки РФ, орденом Трудового Красного Знамени и медалями, присуждением премии Правительства РФ в области образования за 2013 год, премии имени Д.Н. Прянишникова, премии имени В.Р. Вильямса. Постановлением Президиума РАН от 16.02.2021 г. В.И. Кирюшин удостоен Золотой медали имени В.В. Докучаева.

Отделение сельскохозяйственных наук РАН, коллектив Почвенного института имени В.В. Докучаева, редакционная коллегия нашего журнала сердечно поздравляют Валерия Ивановича с юбилеем и желают доброго здоровья, семейного благополучия, дальнейших творческих успехов!