

2. Результаты проведенных исследований свидетельствуют, что наименьшая урожайность зеленой массы кукурузы получена на варианте без проведения основной осенней обработки почвы.

Внесение аммиачной селитры увеличило урожайность зеленой массы кукурузы на всех вариантах полевого опыта по сравнению с неудобренным фоном. На варианте с отвальной вспашкой продуктивность кукурузы при внесении аммиачной селитры возросла на 61,5 %, с плоскорезным рыхлением – на 41,0 %, с минимальной обработкой – на 35,3 %. На варианте же без проведения основной обработки почвы рост урожайности зеленой массы кукурузы составил 60,4 % по сравнению с неудобренным фоном.

3. Сравнительная оценка результатов исследований показала, что отказ от основной обработки почвы (как отвальной, так и безотвальной плоскорезной) является неэффективным с точки зрения возделывания кукурузы в зернопаропропашном севообороте на черноземах выщелоченных Красноярской лесостепи. В условиях вегетационных периодов 2016 и 2017 гг. наибольшая урожайность зеленой массы кукурузы получена на удобренном фоне при проведении отвальной вспашки на 20–22 см и плоскорезной обработки почвы на 20–22 см.

Литература

1. *Кашеваров Н.И.* Кукуруза в Сибири. – Новосибирск, 2004. – 400 с.

2. Система земледелия Красноярского края на ландшафтной основе: науч.-практ. рекоменд. / под ред. *С.В. Брылева*. – Красноярск, 2015. – 224 с.
3. *Бекетов А.Д., Ивченко В.К., Бекетова Т.А.* Земледелие Восточной Сибири. – Красноярск, 2010. – С. 388.
4. *Цветков М.Л.* Ресурсосбережение в земледелии юга Западной Сибири. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2014. – 299 с.
5. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

Literatura

1. *Kashevarov N.I.* Kukuruz v Sibiri. – Novosibirsk, 2004. – 400 s.
2. Sistema zemledelija Krasnojarskogo kraja na landshaftnoj osnove: nauch.-prakt. rekomend. / pod red. *S.V. Bryleva*. – Krasnojarsk, 2015. – 224 s.
3. *Beketov A.D., Ivchenko V.K., Beketova T.A.* Zemledelie Vostochnoj Sibiri. – Krasnojarsk, 2010. – S. 388.
4. *Cvetkov M.L.* Resursosberezhenie v zemledelii juga Zapadnoj Sibiri. – Barnaul: Izd-vo AGAU, 2014. – 299 s.
5. *Dosphehov B.A.* Metodika polevogo opyta. – M.: Agropromizdat, 1985. – 351 s.

УДК 632.911.2

*В.П. Шаманин, Е.И. Гультяева,
Е.Л. Шайдаюк, И.В. Потоцкая, В.Е. Пожерукова*

ДИНАМИКА ВИРУЛЕНТНОСТИ ОМСКОЙ ПОПУЛЯЦИИ *PUCCINIA TRITICINA**

*V.P. Shamanin, E.I. Gulyaeva,
E.L. Shaydayuk, I.V. Pototskaya, V. E. Pozherukova*

THE DYNAMICS OF VIRULENCE OF OMSK POPULATION OF *PUCCINIA TRITICINA*

Шаманин В.П. – д-р с.-х. наук, проф. каф. агрономии, селекции и семеноводства Омского государственного аграрного университета им. П.А. Столыпина, г. Омск. E-mail: vp.shamani@omgau.org

Гультяева Е.И. – канд. биол. наук, доц., вед. науч. сотр. лаб. микологии и фитопатологии Всероссийского НИИ защиты растений, Санкт-Петербург, г. Пушкин. E-mail: eigulyaeva@gmail.com

Шайдаюк Е.Л. – мл. науч. сотр. лаб. микологии и фитопатологии Всероссийского НИИ защиты растений, Санкт-Петербург, г. Пушкин. E-mail: eshaydayuk@bk.ru

Shamanin V.P. – Dr. Agr. Sci., Prof., Chair of Agronomy, Selection and Seed Farming, Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, Omsk. E-mail: vp.shamani@omgau.org

Gulyaeva E.I. – Cand. Biol. Sci., Assoc. Prof., Leading Staff Scientist, Lab. of Mycology and Phytopathology, All-Russia Research Institute of Plants Protection, St. Petersburg, Pushkin. E-mail: eigulyaeva@gmail.com

Shaydayuk E.L. – Junior Staff Scientist, Lab. of Mycology and Phytopathology, All-Russia Research Institute of Plants Protection, St. Petersburg, Pushkin. E-mail: eshaydayuk@bk.ru

*Работа выполнена в рамках Государственного задания ФАНО России (проект № 0665-2018-0002).

Потоцкая И.В. – канд. с.-х. наук, доц. каф. агрономии, селекции и семеноводства Омского государственного аграрного университета им. П.А. Столыпина, г. Омск. E-mail: iv.pototskaya@omgau.org

Пожерукова В.Е. – канд. биол. наук, науч. сотр. лаб. селекции и семеноводства полевых культур им. С.И. Леонтьева, Омского государственного аграрного университета им. П.А. Столыпина, г. Омск. E-mail: ve.pozherukova@omgau.org

Pototskaya I.V. – Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Chair of Agronomy, Selection and Seed Farming, Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, Omsk. E-mail: iv.pototskaya@omgau.org

Pozherukova V.E. – Cand. Biol. Sci., Staff Scientist, Lab. of Selection and Field Cultures Seed Farming named after S.I. Leontyev, Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, Omsk. E-mail: ve.pozherukova@omgau.org

Проведен анализ вирулентности образцов популяций *Puccinia triticina*, собранных в Омской области в 2017 г. Высокой эффективностью характеризовались гены Lr19, Lr24, Lr28, Lr29, Lr41, Lr42, Lr45, Lr47, Lr51, Lr53 и Lr65. Варьирование в частотах вирулентности отмечено на линиях TcLr2a, TcLr9, TcLr11, TcLr15, TcLr16, TcLr20 и TcLr26. В основном существенные изменения в омской популяции в 2013–2017 гг. затрагивали частоту встречаемости клонов, вирулентных к линиям пшеницы с генами устойчивости Lr9 (10–33 %), Lr20 (37–100 %) и Lr26 (0–69 %). Шестьдесят один изученный монокустульный изолят был представлен двенадцатью фенотипами (расами). Среди них три: THTR (авирулентность/вирулентность: TcLr9, 19, 24/1, 2a, 2b, 2c, 3a, 3bg, 3ka, 11, 14a, 14b, 15, 16, 17, 18, 20, 26, 30), TGTR (TcLr9, 19, 24, 26/1, 2a, 2b, 2c, 3a, 3bg, 3ka, 11, 14a, 14b, 15, 16, 17, 18, 20, 30) и TQTR (TcLr19, 24, 26/1, 2a, 2b, 2c, 3a, 3bg, 3ka, 9, 11, 14a, 14b, 15, 16, 17, 18, 20, 30), – были наиболее представлены в омской популяции в 2013–2017 гг. Сходство между образцами омской популяции в 2015 и 2016 гг. было выше, чем в 2013 и 2014 гг. Фенотипы TGTR и TQTR отмечены во все годы исследования. Не выявлено изменений в фенотипическом составе патогена на сорте Павлоградка. Незначительные изменения отмечены на сортах Памяти Азиева, Дует и Чернява 13 и более существенные – на сорте ОмГАУ 90.

Ключевые слова: бурая ржавчина, вирулентность, мягкая пшеница, Lr-гены, *Puccinia triticina*.

The analysis of the virulence of *Puccinia triticina* entries collected in Omsk Region in 2017 was performed. The genes Lr19, Lr24, Lr28, Lr29, Lr41, Lr42, Lr45, Lr47, Lr51, Lr53 and Lr65 are characterized by high efficiency. The variation in the frequencies of virulence was observed on the lines TcLr2a, TcLr9, TcLr11, TcLr15, TcLr16, TcLr20 and TcLr26. In general, there were significant changes in Omsk population in 2013–2017. Basically, significant changes in Omsk population in 2013–2017 affected the frequency of occurrence of clones virulent to wheat lines with resistance genes Lr9 (10–33 %), Lr20 (37–100 %) and Lr26 (0–69 %). 61 studied monopustuline isolates were represented by 12

phenotypes (races). Among them, three THTR (avirulence / virulence: TcLr9, 19, 24 / 1, 2a, 2b, 2c, 3a, 3bg, 3ka, 11, 14a, 14b, 15, 16, 17, 18, 20, 26, 30), TGTR (TcLr9, 19, 24, 26 / 1, 2a, 2b, 2c, 3a, 3bg, 3ka, 11, 14a, 14b, 15, 16, 17, 18, 20, 30) and TQTR (TcLr19, 24, 26 / 1, 2a, 2b, 2c, 3a, 3bg, 3ka, 9, 11, 14a, 14b, 15, 16, 17, 18, 20, 30) had the largest representation in Omsk population in 2013–2017. The resemblance between the samples of Omsk population in 2015 and 2016 was higher than in 2013 and 2014. Phenotypes TGTR and TQTR were common throughout the years of research. There were no changes in phenotypic composition of the pathogen in the variety of Pavlogradka. Insignificant changes in the varieties Pamyati Azieva, Duet and Chernyava 13 and more significant on OmSAU 90 were observed.

Key words: leaf rust, virulence, bread wheat, virulence, Lr-genes, *Puccinia triticina*.

Введение. Бурая ржавчина – широко распространенное заболевание яровой пшеницы (возбудитель *Puccinia triticina*) в Омской области. В последнее десятилетие оно проявляется в умеренной степени, не вызывая эпифитотий [12]. Это обусловлено тем, что развитие бурой ржавчины лимитирует одновременное появление в посевах стеблевой ржавчины, которая характеризуется более высокой вредоносностью [7]. Тем не менее, высокий эволюционный потенциал возбудителя бурой ржавчины предопределяет необходимость постоянного мониторинга данного патогена.

В последние годы в Западной Сибири в районировании возрастает число генетически устойчивых к бурой ржавчине сортов. Широкое их возделывание может привести к резкому изменению состава популяций и появлению рас с новой вирулентностью, как это произошло с сортами, защищенными геном Lr9 на Урале и в Западной Сибири в 2010 г. [6]. Мониторинг вирулентности патогена на перспективных сортах и линиях мягкой пшеницы, изучаемых в селекционных учреждениях и на Государственных сортоучастках (ГСУ), позволяет прогнозировать данные изменения и своевременно скорректировать селекционные программы.

Мониторинг вирулентности *P. triticina* в Омской области проводится нами с 2013 г. [3, 8]. Для анализа используется разнообразный инфекционный материал, который собирается с районированных и перспективных сортов и линий пшеницы, изучаемых в ОмГАУ. Для оценки многолетней динамики фенотипического состава и вирулентности омской популяции в качестве источников инфекции используется сходный набор восприимчивых сортов пшеницы, что позволяет оценить многолетнюю динамику патогена и снизить влияние селективного отбора растения-хозяина на результаты анализа вирулентности.

Цель исследования: мониторинг вирулентности *P. triticina* в Омской области в 2017 г.

Задачи исследования: провести сбор инфекционного материала *P. triticina* с районированных и перспективных сортов пшеницы и оценить многолетнюю динамику вирулентности патогена в условиях Омской области.

Материал и методы исследования. Листья с урединиопустулами были собраны на опытном поле ОмГАУ с сортов яровой пшеницы Памяти Азиева, ОмГАУ 90, Чернява 13, Павлоградка, Дуэт, для которых анализ вирулентности патогена проводится ежегодно, и с 25 образцов пшеницы, изучаемых в рамках программы Казахстанско-Сибирской сети, а также на Черлакском (Катюша, Алтайская 70, Омская 36) и Павлоградском ГСУ (Памяти Азиева, Омская 36, Павлоградка, ОмГАУ 90, ОмГАУ 100).

Погодные условия 2017 г. были умеренно благоприятными для развития бурой ржавчины в Омской области. Пораженность изученных сортов-источников инфекционного материала составляла 30–100 %. Сборная популяция патогена, включающая урединиоспоры со всех изученных образцов пшеницы, была использована для инокуляции 37 линий Thatcher (TcLr) с генами *Lr1*, *Lr2a*, *Lr2b*, *Lr2c*, *Lr3a*, *Lr3bg*, *Lr3ka*, *Lr9*, *Lr10*, *Lr11*, *Lr14a*, *Lr14b*, *Lr15*, *Lr16*, *Lr17*, *Lr18*, *Lr19*, *Lr20*, *Lr21*, *Lr24*, *Lr26*, *Lr28*, *Lr29*, *Lr30*, *Lr41*, *Lr42*, *Lr44*, *Lr45*, *Lr47*, *Lr48*, *Lr49*, *Lr51*, *Lr53*, *Lr57*, *Lr64*, *Lr65*, *Lr67* и оценки эффективности *Lr*-генов в фазе проростков. Для анализа вирулентности с сортов Памяти Азиева, Сибяковская юбилейная, Дуэт, ОмГАУ 90, Павлоградка, Чернява 13, Терция было получено по 3–5 монопустульных изолятов *P. triticina*, а с материала КАСИБ – по 1–2. Для получения монопустульных изолятов и их раз-

множения использовали метод лабораторного культивирования гриба на отрезках листьев пшеницы [2].

При этом анализ вирулентности в 2017 г., в отличие от других лет исследований, проводили на интактных растениях, а не на отрезках листьев. Учет проводили на 10–12-й день после заражения по шкале E.V. Mains и H.S. Jackson [11]. Растения с типом реакции 0, 1, 2 относили к устойчивым, с типом 3, 4, X – к восприимчивым.

Для обозначения фенотипов использовали буквенную североамериканскую номенклатуру [10], основанную на определении вирулентности к группам TcLr-линий. В настоящем анализе использована следующая последовательность TcLr-линий: 1 – *Lr1*, *Lr2a*, *Lr2c*, *Lr3a*; 2 – *Lr9*, *Lr16*, *Lr24*, *Lr26*; 3 – *Lr3ka*, *Lr11*, *Lr17*, *Lr30*; 4 – *Lr2b*, *Lr3bg*, *Lr14a*, *Lr14b*; 5 – *Lr15*, *Lr18*, *Lr19*, *Lr20*.

Для определения буквенного кода фенотипов, частот вирулентности и индексов внутривидового разнообразия использовали пакет программ Virulence Analysis Tool (VAT) [9]. Индексы межпопуляционных генетических расстояний Fst и Neя (Nei D, Nei genetic distance) определяли в пакете программ GenAlEx. Многомерная диаграмма родства между образцами омской популяции в 2013–2017 гг. построена по индексу Нея (PCoA params).

Результаты исследования. При инокуляции 37 тестерных *Lr*-линий сборной омской популяцией *P. triticina* высокой эффективностью характеризовались гены *Lr19*, *Lr24*, *Lr28*, *Lr29*, *Lr41*, *Lr42*, *Lr45*, *Lr47*, *Lr51*, *Lr53*, *Lr57* и *Lr65* (тип реакции 0 и 0;). На линиях Thatcher (Tc) с генами *Lr44*, *Lr57* наблюдали умеренно устойчивый тип реакции 2 – 2⁺⁺; а на линиях TcLr11 и TcLr16 – умеренно восприимчивый 2⁺⁺–3 (X). В популяционных исследованиях в 2017 г. использован 61 монопустульный изолят. При анализе вирулентности на 20 линиях-дифференциаторах все изученные изоляты характеризовались авирулентностью к генам *Lr19* и *Lr24*. Варьирование в частотах вирулентности отмечено на линиях TcLr2a, TcLr9, TcLr11, TcLr15, TcLr16, TcLr20 и TcLr26 (табл. 1).

Изоляты, вирулентные к линии TcLr9, обнаружены на сорте Дуэт, имеющем этот ген, и в единичном количестве на нескольких сортах без данного гена, и все они характеризовались авирулентностью к *Lr26*.

Частоты изолятов, вирулентных к линиям Thatcher в омской популяции *Puccinia triticina* в 2017 г., %

Линия Thatcher с геном <i>Lr</i>	Частоты вирулентности*
19, 24	0
2a	90,2 ± 0,04
2b	90,2 ± 0,04
2c	90,2 ± 0,04
9	14,8 ± 0,04
11	70,5 ± 0,06
15	90,2 ± 0,04
16	75,4 ± 0,05
20	91,8 ± 0,03
26	68,9 ± 0,06
1,3a,3bg, 3ка, 14a, 14b, 17,18	100

*Ошибка средней арифметической.

Это указывает на то, что данное сочетание генов может быть эффективным в защите от бурой ржавчины в Западно-Сибирском регионе. Вирулентность к гену *Lr26* выявлена как на образцах пшеницы с этим геном (Элемент 22, Тюменочка, ГВК 2127, Лютесценс 22-17, Лютесценс 37-17, Лютесценс KS 14/09-2, Лютесценс KS 140/08-3, Лютесценс KS 963), так и без этого гена. Наличие генов *Lr9* и *Lr26* у данных образцов пшеницы подтверждено нами с использованием ПЦР-маркеров в исследованиях, выполняемых по программе КАСИБ [1]. Изоляты с сорта ОмГАУ 90 характеризовались авирулентностью к генам *Lr2a*, *Lr2b*, *Lr2c* и *Lr15*; с сортов Черныява 13, Дуэт, Катюша, Алтайская 70, Новосибирская 16, Степная 273, Омская 35, Саратовская 29 и линий Лютесценс 857, Лютесценс 2102, Лютесценс KS 963 – к гену *Lr16*; с сортов Катюша, Алтайская 70, Дуэт – к гену *Lr20*. Авирулентность к гену *Lr16* на сортах Саратовская 29, Омская 35 наблюдалась и в 2016 г. [3].

Образцы омской популяции *P. triticina*, как и в предыдущие годы, характеризовались высоким числом аллелей вирулентности (14–17(p)), за исключением изолятов с сорта ОмГАУ 90 ($p = 12$).

В основном изменения в омской популяции в 2013–2017 гг. затрагивали частоту встречаемости клонов, вирулентных к линиям пшеницы с генами устойчивости *Lr9* (10–33 %), *Lr20* (37–100 %) и *Lr26* (0–69 %) (рис. 1). Частоты вирулентности к *Lr1*, *Lr2a*, *Lr2b*, *Lr2c*, *Lr3a*, *Lr3bg*, *Lr3ka*, *Lr14a*, *Lr15*, *Lr17*, *Lr18* и *Lr30* оставались стабильно высокими в течение всего периода исследования (88–100 %) [3]. Динамика снижения частот вирулентности к гену *Lr16* отмечается с 2016 г. (95–75 %). Различия в частотах вирулентности к линии TcLr11 в 2013–2016 гг. (100 %) и в 2017 г. (70 %), вероятно, обусловлены нестабильным типом реакции этой линии при использовании метода отрезков листьев и живых растений.

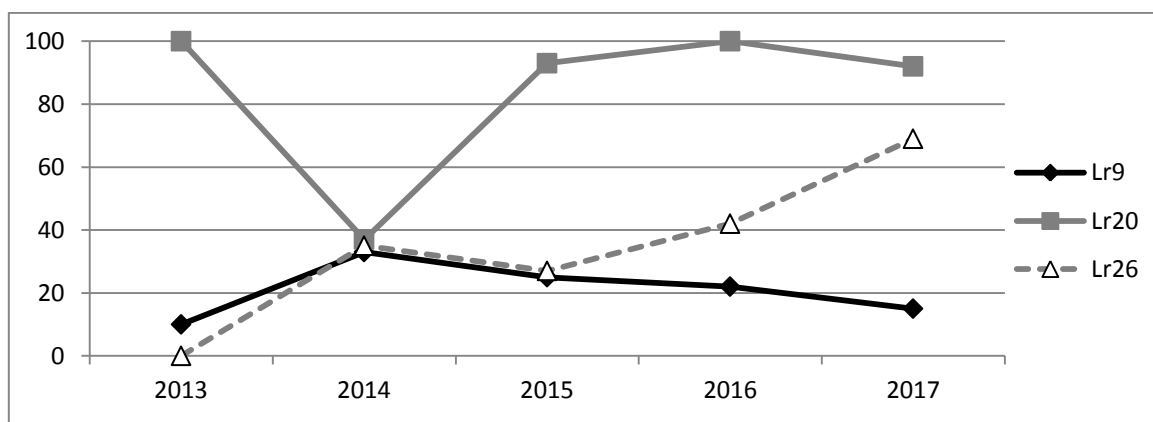


Рис. 1. Частота встречаемости клонов, вирулентных к линиям Thatcher с генами *Lr9*, *Lr20* и *Lr26* в омской популяции *Puccinia triticina* в 2013–2017 гг.

Индекс Нея (N), оценивающий межпопуляционные различия по частотам вирулентности, не выявил радикальных изменений в омской популяции в изучен-

ный период времени (N = 0,012 (2017 и 2016 гг.); N = 0,02 (2017 и 2015 гг.); N = 0,036 (2017 и 2014 гг.); N = 0,035 (2017 и 2013 гг.) (рис. 2).

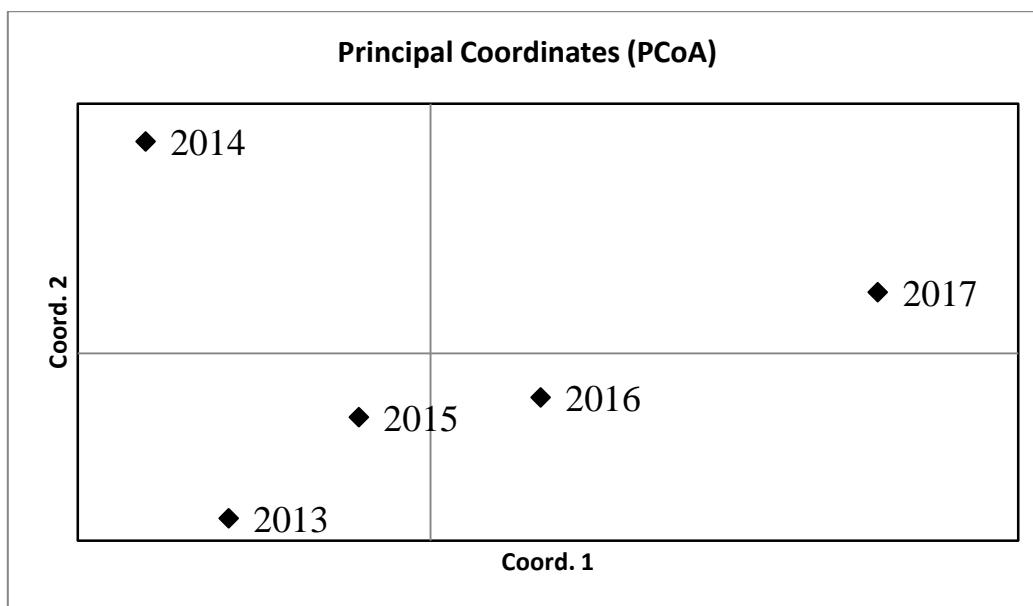


Рис. 2. Многомерная диаграмма генетических расстояний между омскими популяциями в 2013–2017 гг. (по индексу Нея N)

С использованием 20 линий-дифференциаторов в омской популяции в 2017 г. выявлено 12 фенотипов (рас): ТНТТР (32,8 %), ТНРТР (18 %), ТСТТР (8,2 %), ТГТТР (6,6 %), ТВТТР (6,6 %), ТQTTR (6,6 %), ТLPTQ (4,9 %), МНРКН (4,9 %), МGТКН (4,9 %), ТСТТQ (3,3 %), ТRПТР (1,6 %), ТLТТР (1,6 %). Фенотипы ТQTTR (авирулентность/вирулентность ТcLr19, 24, 26/ 1, 2a, 2b, 2c, 3a, 3bg, 3ка, 9, 11, 14a, 14b, 15, 16, 17, 18, 20, 30) и ТGТТР (ТcLr9, 19, 24, 26/1, 2a, 2b, 2c, 3a, 3bg, 3ка, 11, 14a, 14b, 15, 16, 17, 18, 20, 30) ежегодно встречались в анализе патогена в 2013–2017 гг. (ТQTTR: 10 %; 1,7 %; 19,5 %; 11,3 %; 6,6 % и ТGТТР: 90 %; 10,8 %; 47,6 %; 25,8 %; 6,6 %). Частота фенотипа ТQTTR в 2013 г. составила 10 %, в 2014 г. – 2 %, в 2015 г. – 19 % , в 2016 г. – 11 %, а фенотипа ТGТТР – 90 %; 11; 48 и 26 % соответственно. Фенотип ТНТТР (ТcLr9,19,24 / 1, 2a, 2b, 2c, 3a, 3bg, 3ка, 11, 14a, 14b, 15, 16, 17, 18, 20, 26, 30) отмечается в омской популяции с 2014 г. с частотой 30 % (2014 г.), 46 % (2015 г.) и 31 % (2016 г.). Идентифицированные фенотипы относятся к группе широко представленных и в других азиатских регионах [6].

Индекс Роджерса (R), оценивающий различия между популяциями по фенотипическому составу,

для пары популяций 2017 и 2016 гг. составил 0,45; 2017 и 2016 гг. – 0,65; 2017 и 2014 гг. – 0,67; 2017 и 2013 гг. – 0,87. Как и индекс Нея, он указывал на более высокое сходство состава омской популяции *P. triticina* в 2015–2016 гг.

Анализ популяций *P. triticina* с использованием одинаковых сортов пшеницы – источников инфекции позволяет более достоверно оценить изменения в структуре популяций патогенов и исключить селективное влияние хозяина на результаты анализа вирулентности патогена. Районированные сорта Памяти Азиева, Дуэт, ОмГАУ 90, Павлоградка, Чернява 13, имеющие разный генетический контроль устойчивости к бурой ржавчине, используются нами в качестве инфекционного источника практически ежегодно. Фенотипический состав изолятов, выявленный на этих сортах в 2013–2017 гг., представлен в таблице 2.

Не выявлено изменений в фенотипическом составе гриба на сорте Павлоградка. Незначительные изменения по вирулентности патогена отмечены на сортах Памяти Азиева, Дуэт и Чернява 13. Определенные изменения в фенотипическом составе отмечены на сорте ОмГАУ 90.

Динамика фенотипического состава *P. triticina* в Омской области

Сорт пшеницы	Фенотипы				
	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
Павлоградка	TGTRR	TQTTQ TGTTQ TGTRR TQTRR	TGTRR	TGTRR	TGTRR
Памяти Азиева	TGTRR	THTRR	THTRR	TGTRR	THPTR THTRR
ОмГАУ 90	TGTRR	TGTTQ	–	THTRR	MGTKH MHPKH
Чернява 13	TGTRR	TGTTQ THTTQ	–	TGTRR	TBTRR
Дуэт	–	–	TQTRR	PQTHH	TLPTQ TQTRR

Сорта Павлоградка и ОмГАУ 90 в 2015–2016 гг. характеризовались высокой степенью восприимчивости к бурой ржавчине (50–100S), а в 2017 г. – умеренной (30–45MS).

В целом в результате многолетнего мониторинга не выявлено существенных изменений по вирулентности и фенотипическому составу омской популяции возбудителя бурой ржавчины. Сравнительный анализ структуры популяций в западноазиатских регионах России и Северном Казахстане выявил высокое генетическое сходство омской популяции с челябинской и североказахстанской популяциями [4].

Выводы. Проведен мониторинг вирулентности образцов *P. triticina*, собранных в Омской области с образцов пшеницы в 2017 г. Не выявлено существенных изменений по вирулентности и фенотипическому составу омской популяции в 2017–2015 гг. по сравнению с 2013–2014 гг.

Высокоэффективные гены *Lr24*, *Lr28*, *Lr29*, *Lr41*, *Lr42*, *Lr45*, *Lr47*, *Lr51*, *Lr53* и *Lr65* могут представлять потенциал для селекции на устойчивость к бурой ржавчине в Западной Сибири. Ген *Lr19*, частично утративший эффективность в ряде регионах РФ, может быть рекомендован для пирамидирования с данными эффективными *Lr*-генами и с геном *Lr9*, утратившими эффективность в Западно-Сибирском регионе.

Литература

1. Белан И.А. и др. Иммунологическая оценка материала «КАСИБ» в условиях южной лесостепи Западной Сибири // Вестн. Алтайского гос. аграр. ун-та. – 2012. – № 10 (96). – С. 39–43.
2. Гультяева Е.И., Солодухина О.В. Ржавчинные болезни зерновых культур // Изучение генетических ресурсов зерновых культур по устойчивости к вредным организмам. – М.: Изд-во РАСХН, 2008. – С. 5–11.
3. Гультяева Е.И. и др. Фенотипический состав *Puccinia triticina* на образцах мягкой пшеницы в

- Омской области в 2016 г. // Вестн. Новосиб. гос. аграр. ун-та. – 2017. – № 2 (43). – С. 16–23.
4. Гультяева Е.И. и др. Структура популяций листовых патогенов яровой пшеницы в западноазиатских регионах России и Северном Казахстане в 2017 г. // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2018. – № 22 (3). – С. 363–369.
5. Рекомендации по возделыванию сортов сельскохозяйственных культур и результаты сортоиспытания в Омской области за 2016 г. – Омск: Технология, 2016. – С. 6–7.
6. Тюнин В.А. и др. Характеристика вирулентности популяций *Puccinia triticina* и перспективы использования генов *Lr24*, *Lr25*, *LrSp* в селекции яровой мягкой пшеницы на Южном Урале // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2017. – № 21(5). – С. 523–529.
7. Чумаков А.Е., Захарова Т.И. Вредоносность болезней сельскохозяйственных культур. – М.: Агропромиздат, 1990. – 128 с.
8. Шаманин В.П. и др. Мониторинг вирулентности популяций гриба *Puccinia triticina* на опытном поле ОмГАУ // Вестн. Алтайского ГАУ. – 2015. – № 5 (127). – С. 70–75.
9. Kosman E. et al. Virulence Analysis Tool (VAT): User Manual, 2008.
10. Long D.L., Kolmer J.A. North American system of nomenclature for *Puccinia recondita* f.sp. *tritici* // Phytopathology. – 1989. – Vol. 79. – pp. 525–529.
11. Mains E.B., Jackson H.S. Physiologic specialization in the leaf rust of wheat; *Puccinia triticina* Erikss. // Phytopathology. – 1926. – Vol. 16. – pp. 89–120.
12. Shamanin V. et al. Genetic diversity of spring wheat from Kazakhstan and Russia for resistance to stem rust Ug99 // Euphytica. – 2016. – Vol. 12. – pp. 287–296.

Literatura

1. *Belan I.A.* i dr. Immunologicheskaja ocenka materiala «KASIB» v usloviyah juzhnoj lesostepi Zapadnoj Sibiri // Vestn. Altajskogo gos. agrar. un-ta. – 2012. – № 10 (96). – S. 39–43.
2. *Gul'tjaeva E.I., Soloduhina O.V.* Rzhavchinnye bolezni zemnykh kul'tur // Izuchenie geneticheskikh resursov zemnykh kul'tur po ustojchivosti k vrednym organizmam. – M.: Izd-vo RASHN, 2008. – S. 5–11.
3. *Gul'tjaeva E.I.* i dr. Fenotipicheskij sostav Puccinia triticina na obrazcah m'jagkoj pshenicy v Omskoj oblasti v 2016 g. // Vestn. Novosib. gos. agrar. un-ta. – 2017. – № 2 (43). – S. 16–23.
4. *Gul'tjaeva E.I.* i dr. Struktura populjacij listovyh patogenov jarovoj pshenicy v zapadnoaziatskikh regionah Rossii i Cevernom Kazahstane v 2017 g. // Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii. – 2018. – № 22 (3). – S. 363–369.
5. Rekomendacii po vozdel'nyvaniju sortov sel'skhozajstvennykh kul'tur i rezul'taty sortoispytaniya v Omskoj oblasti za 2016 g. – Omsk: Tehnologija, 2016. – S. 6–7.
6. *Tjunin V.A.* i dr. Harakteristika virulentnosti populjacij Ruccinia triticina i perspektivy ispol'zovanija genov Lr24, Lr25, LrSp v selekcii jarovoj m'jagkoj pshenicy na Juzhnom Urale // Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii. – 2017. – № 21(5). – S. 523–529.
7. *Chumakov A.E., Zaharova T.I.* Vredonosnost' boleznej sel'skhozajstvennykh kul'tur. – M.: Agropromizdat, 1990. – 128 s.
8. *Shamanin V.P.* i dr. Monitoring virulentnosti populjacij griba Puccinia triticina na opytном pole OmGAU // Vestn. Altajskogo GAU. – 2015. – № 5 (127). – S. 70–75.
9. *Kosman E.* et al. Virulence Analysis Tool (VAT): User Manual, 2008.
10. *Long D.L., Kolmer J.A.* North American system of nomenclature for Puccinia recondita f.sp. tritici // Phytopathology. – 1989. – Vol. 79. – rr. 525–529.
11. *Mains E.B., Jackson H.S.* Physiologic specialization in the leaf rust of wheat; Puccinia triticina Erikss. // Phytopathology. – 1926. – Vol. 16. – rr. 89–120.
12. *Shamanin V.* et al. Genetic diversity of spring wheat from Kazakhstan and Russia for resistance to stem rust Ug99 // Euphytica. – 2016. – Vol. 12. – rr. 287–296.



УДК 631.51

*Е.Я. Чебочаков, Г.М. Шапошников,
Н.В. Идимешев, В.Н. Муртаев*

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ СОВРЕМЕННОГО ОСВОЕНИЯ ЗАЛЕЖНЫХ ЗЕМЕЛЬ
В ПОЛУЗАСУШЛИВОМ СТЕПНОМ АГРОЛАНДШАФТНОМ РАЙОНЕ РЕСПУБЛИКИ ХАКАСИЯ**

*E.Ya. Chebochakov, G.M. Shaposhnikov,
N.V. Idimeshev, V.N. Murtaev*

**THE EFFICIENCY OF MODERN DEVELOPMENT OF LAYLANDS
IN SEMI-DROUGHT STEPPE AGROLANDSCAPE AREA OF THE REPUBLIC OF KHAKASSIA**

Чебочаков Е.Я. – канд. с.-х. наук, ст. науч. сотр. группы агропочвоведения и землепользования НИИ аграрных проблем Хакасии, Республика Хакасия, Усть-Абаканский р-н, с. Зеленое. E-mail: echebochakov@mail.ru

Шапошников Г.М. – канд. экон. наук, ст. науч. сотр. отдела экономики Хакасского НИИ языка, литературы и истории, г. Абакан. E-mail: nadezhda.dankina@yandex.ru

Идимешев Н.В. – асп. каф. агрономии Хакасского государственного университета им. Н.Ф. Катанова, г. Абакан. E-mail: idimeshev.nik@mail.ru

Муртаев В.Н. – инженер-исследователь, асп. группы агропочвоведения и землепользования НИИ аграрных проблем Хакасии, Республика Хакасия, Усть-Абаканский р-н, с. Зеленое. E-mail: valera.murtaev@mail.ru

Chebochakov E.Ya. – Cand. Agr. Sci., Senior Staff Scientist, Group of Agrology and Land Use, Research and Development Institute of Agrarian Problems of Khakassia, Republic of Khakassia, Ust-Abakan Area, V. Zelyonoe. E-mail: echebochakov@mail.ru

Shaposhnikov G.M. – Cand. Econ. Sci., Senior Staff Scientist, Department of Economy, Khakass Research Institute of Language, Literature and History, Abakan. E-mail: nadezhda.dankina@yandex.ru

Idimeshev N.V. – Post-Graduate Student, Chair of Agronomy, N.F. Katanov Khakass State University, Abakan. E-mail: idimeshev.nik@mail.ru

Murtaev V.N. – Engineer-Researcher, Post-Graduate Student, Group of Agrology and Land Use, Research and Development Institute of Agrarian Problems of Khakassia, Republic of Khakassia, Ust-Abakan Area, V. Zelyonoe. E-mail: valera.murtaev@mail.ru