

Животноводство и кормопроизводство. 2021. Т. 104, № 4. С. 233-243.
Animal Husbandry and Fodder Production. 2021. Vol. 104, no 4. P. 233-243.

ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО

Научная статья
УДК 635.21:632.163(470.56)
doi:10.33284/2658-3135-104-4-233

Оценка заболеваемости сортов картофеля основными патогенами
в орошаемых условиях Оренбургской области

Александр Алексеевич Мушинский¹, Евгения Владимировна Аминова², Алиа Жоньсовна Саудабаева³
Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, Оренбург, Россия

¹san2127@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5274-8657>

²aminowa.eugenia2015@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6945-2214>

³aleka_87@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7805-6707>

Аннотация. В орошаемых условиях Оренбургской области в 2017-2021 гг. проведена комплексная фитопатологическая оценка сортов картофеля разных групп спелости с целью установления их поражённости основными патогенами при использовании фунгицидов Протект и Абига Пик на естественном инфекционном фоне. Площадь делянки – 140 м² (длина – 50 м, ширина – 2,8 м). Учётная площадь – 70 м² (длина – 50 м, ширина – 1,4 м). Расположение вариантов в повторении – систематическое. В исследовании изучались 17 сортов: среднеранние – Невский (стандарт), Спиридон (стандарт), Любава, Фреско, Ред Скарлетт, Сантэ, Импала, Шери, Розара, Агат, Ицил, Браслет; среднеспелые – Кузовок, Буррен, Тарасов, Захар, Кавалер. Наиболее восприимчивыми к парше обыкновенной (*Streptomyces scabies* Waks. & Henr.) были сорта: Любава – 13,8 %, Агат – 5,6 %, Ред Скарлетт – 5,2 %, Тарасов – 5,1 %, Фреско – 3 %, Буррен – 2,2 % и сорта-стандарты Невский – 12,8 % и Спиридон – 5,1 %. Выявлено наибольшее поражение клубней столонной гнилью (*Fusarium oxysporum* Schlecht.) у сортов: Агат – 4,9 %, Любава – 4,8 %, Фреско – 5,3 %, Буррен – 8,7 %, Невский – 4,9 %, Спиридон – 3,0 %. Исследуемые сорта Захар, Сантэ, Импала, Шери, Ицил, Кавалер и Браслет были устойчивы к *Fusarium oxysporum* Schlecht. и *Streptomyces scabies* Waks. & Henr. При использовании фунгицидов (Абига Пик, Протект) индекс развития болезни в фазу бутонизации был ниже контроля на 46,8 %, а перед выкопкой – на 52,8 %. Рекомендуем возделывать в орошаемых условиях Оренбургской области сорта картофеля Кавалер, Импала и Захар, которые сочетают высокую урожайность (свыше 40 т/га) и устойчивость к патогенам *Fusarium oxysporum* Schlecht. и *Streptomyces scabies* Waks. & Henr., и использовать данные сорта в селекционном процессе в качестве исходного селекционного материала.

Ключевые слова: клубни, урожайность, заболеваемость, патогены, *Streptomyces scabies* Waks. & Henr., *Fusarium oxysporum* Schlecht., *Solanum tuberosum* L., фузариозное увядание, Оренбургская область

Благодарности: работа выполнена в соответствии с планом НИР за 2021-2023 гг. ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (№ 0761-2019-0011).

Для цитирования: Мушинский А.А., Аминова Е.В., Саудабаева А.Ж. Оценка заболеваемости сортов картофеля основными патогенами в орошаемых условиях Оренбургской области // Животноводство и кормопроизводство. 2021. Т. 104, № 4. С. 233-243. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-104-4-233>

GEOPONICS AND CROP PRODUCTION

Original article

Evaluation of the incidence of potato varieties by the main pathogens in irrigated conditions of Orenburg region

Alexander A Mushinsky¹, Evgeniya V Aminova², Aliya Z Saudabayeva³

Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, Orenburg, Russia

¹san2127@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5274-8657>

²aminowa.eugenia2015@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6945-2214>

³aleka_87@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7805-6707>

Abstract. In the irrigated conditions of Orenburg region in 2017–2021 a comprehensive phytopathological assessment of potato varieties of different maturity groups was carried out. The main goal

was to establish their infestation with the main pathogens when using Protect and Abiga Peak fungicides against a natural infectious background. The plot area is 140 m² (length is 50 m, width is 2.8 m). The registration plot is 70 m² (length is 50 m, width is 1.4 m). The arrangement of variants in repetition is systematic. The work studied 17 varieties: mid-early – Nevsky (standard), Spiridon (standard), Lyubava, Fresco, Red Scarlett, Sante, Impala, Sheri, Rosara, Agat, Itzil, Braslet, mid-season – Kuzovok, Burren, Tarasov, Zakhar, Kavaler. The most susceptible to common scab (*Streptomyces scabies* Waks. & Henr.) were the following varieties: Lyubava – 13.8 %, Agate – 5.6 %, Red Scarlett – 5.2 %, Tarasov – 5.1 %, Fresco – 3 %, Burren – 2.2 % and standard varieties Nevsky – 12.8 % and Spiridon – 5.1 %. The greatest damage to tubers by stolon rot (*Fusarium oxysporum* Schlecht.) was revealed in the following varieties: Agate – 4.9 %, Lyubava – 4.8 %, Fresco – 5.3 %, Burren – 8.7 %, Nevsky – 4.9 %, Spiridon – 3.0 %. The studied varieties - Zakhar, Sante, Impala, Sheri, Itzil, Kavaler and Braslet were resistant to *Fusarium oxysporum* Schlecht. and *Streptomyces scabies* Waks. & Henr. When using fungicides (Abiga Peak, Protect), the disease development index in the budding stage was 46.8 % lower than the control, and by 52.8 % before digging. In conclusion, we recommend cultivating potato varieties Kavaler, Impala and Zakhar under irrigated conditions in Orenburg region. They combine high yield capacity (over 40 t / ha) and resistance to pathogens *Fusarium oxysporum* Schlecht. and *Streptomyces scabies* Waks. & Henr., so it is efficient to use these varieties in the breeding process as a source of breeding material.

Keywords: tubers, yield capacity, incidence, pathogens, *Streptomyces scabies* Waks. & Henr., *Fusarium oxysporum* Schlecht., *Solanum tuberosum* L., Fusarium blight, Orenburg Region

Acknowledgments: the work was performed in accordance to the plan of research works for 2021-2023 FSBRI FRC BST RAS (No. 0761-2019-0011).

For citation: Mushinsky AA, Aminova EV, Saudabayeva AZ. Evaluation of the incidence of potato varieties by the main pathogens in irrigated conditions of Orenburg region. *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2021;104(4):233-243. (In Russ.). <https://doi.org/10.33284/2658-3135-104-4-233>

Введение.

В настоящее время Россия входит в тройку лидеров по валовому производству картофеля и его потреблению (Wang H et al., 2020), уступая лишь Китаю и Индии. На сегодняшний день на долю нашей страны приходится 17 % посевных площадей картофеля и 11 % общемирового валового сбора (Алексашкина О.В., 2017). К основным направлениям современных научных исследований в картофелеводстве относятся: снижение пестицидной нагрузки, потерь от возбудителей болезней и повышение качества клубней. Картофель сильно поражается различными патогенами (вирусы, бактерии и грибы). Необходимо отметить и то, что агроклиматические условия оказывают комплексное влияние на все компоненты агроценозов (Приходько Е.С. и др., 2019). Последствия климатического потепления оказали влияние на рост и развитие патогенов картофеля (Suradinata YR et al., 2019; Sagar V et al., 2014; Garrett KA et al., 2013; Cellier G and Prior P, 2010). Из литературных источников известно, что эффект суточного колебания температур и относительной влажности воздуха влияют на темпы роста и развития возбудителей болезней растений (Castillo JA et al., 2016; Shaky SK et al., 2015).

Streptomyces scabies Waks. & Henr. (парша обыкновенная) – заболевание, вызываемое патогенными грибами вида *Streptomyces*, которые синтезируют фитотоксин таксомин (Arseneault T et al., 2014). *Streptomyces scabies* Waks. & Henr. формируется на поверхности клубня в виде язв, имеющих различные размеры и очертания (Braun S et al., 2017), проявляется практически во всех регионах возделывания картофеля. В результате данного заболевания снижаются товарная ценность клубней, содержание крахмала, лёжкость клубней при хранении (Мушинский А.А. и др., 2018). Ранение поверхностной оболочки, вызываемое патогеном, способствует доступу в клубни раневых патогенов, возбудителей сухих и мокрых гнилей (Пшеченков К.А. и др., 2017).

Fusarium oxysporum Schlecht. (фузариум остроспоровый) вызывается несовершенным грибом. Фитопатоген влияет на все части картофеля (листья, стебли, клубни) и может уничтожить целое поле за несколько дней. Развивается гриб и в подземной части растения, что приводит к гибели растения, образуется много клубней со столонной гнилью, что вызывает значительные потери урожайности. В годы с высокой температурой воздуха данный патоген наиболее опасен (Gutarra L et al., 2017; Wang L et al., 2017; Замалиева Ф.Ф. и др., 2015). Гниль охватывает только столонную часть поражённого клубня, где на месте тонкого среза ткани видны тёмные, расходящиеся лучисто линии отмерших клеток и сосудов (Moleleki LN et al., 2013).

Успешное возделывание картофеля требует постоянного мониторинга наличия соответствующих патогенов в отдельных местах возделывания и в семенном материале для всестороннего понимания текущей ситуации и оценки перспектив развития и распространения заболеваний

(Malko A et al., 2019), а также изучения сортов и оценки их устойчивости к наличию соответствующих патогенов в местах выращивания. При этом в хозяйствах необходимо возделывание разнообразных сортов, что позволит избежать эпифитотии, т. к. выровненный генетический фон одного сорта картофеля позволяет проявляться специфическим физиологическим расам фитопатогенов, которые очень опасны для таких сортов. В условиях засушливого климата Оренбургской области при сильном распространении вирусных, грибковых и бактериальных заболеваний многие высокопродуктивные сорта отечественной селекции на 3...4 год репродукции (зарубежной селекции – уже на 2...3 год) резко снижают урожайность, ухудшаются их качественные показатели.

Таким образом, исследования, направленные на изучение поражаемости картофеля патогенами, являются своевременными и обладают несомненной актуальностью.

Цель исследований.

Установить степень поражаемости возделываемых сортов *Solanum tuberosum* L. основными патогенами на естественном инфекционном фоне при использовании фунгицидов в орошаемых условиях Оренбуржья.

Материалы и методы исследования.

Объект исследования. 17 сортов картофеля российской и зарубежной селекции среднеранней и среднеспелой групп спелости.

Характеристика территорий, природно-климатические условия. Почвенный покров опытного участка ООО «Агрофирма Краснохолмская» Оренбургской области – чернозём южный, среднегумусный, среднемощный. Содержание гумуса в пахотном слое 4,2 %. Среднее содержание подвижного фосфора и калия – 2,59...3,89 мг/100 г и 33...45 мг/100 г почвы соответственно, общего азота – 6,88 мг/100 г почвы.

Погодные условия в годы проведения исследований складывались по-разному. Наиболее влажный вегетационный период наблюдали в 2017 г., когда выпало 143 мм осадков (из них в мае – 22,8 мм, в июне – 51,5 мм, в июле – 30,8 мм, в августе – 37,9 мм), что составляет 106 % от среднеемноголетних данных. В условиях 2018 г. осадки выпадали неравномерно: в мае – 21,8 мм, в июне – 10,7 мм (что на 72 % меньше по сравнению со среднеемноголетними показателями), а в период клубненакопления у среднеранних и среднеспелых сортов (июль и август) – 29 мм и 2,3 мм соответственно. Засушливые погодные условия во время вегетации сложились в последующие три года: в 2019 г. сумма осадков за период вегетации составила 54,4 мм, в 2020 г. – 79 мм, в 2021 г. – 22 мм, что составляет соответственно 40,3 %, 58,5 % и 16 % от среднеемноголетних данных. По сумме осадков (143 мм) и температурному режиму 2017 г. был наиболее благоприятным для роста и развития патогенов картофеля при орошении (табл. 1).

Таблица 1. Средняя температура воздуха, °С (день/ночь) в 2017-2021 гг.
Table 1. Average air temperature, °C (day/night) from 2017-2021

Период наблюдения/ Observation period	Май/May	Июнь/June			Июль/July			Август/August		
	декада/Decade									
	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
2017 г.	24,7	21,9	21,8	24,9	23,7	22,9	23,5	26,5	24,3	22,4
	14,1	15,9	15,0	16,2	15,1	12,5	16,4	16,9	15,2	15,3
2018 г.	20,8	19,6	23,3	22,9	25,4	29,2	29,7	34,3	35,2	32,1
	16,1	15,2	20,9	19,2	15,1	16,5	18,4	20,2	21,2	17,7
2019 г.	20,0	20,6	22,3	24,2	27,2	27,7	32,9	27,1	29,7	32,7
	12,9	12,5	17,6	17,7	19,6	18,6	24,1	22,4	18,7	21,6
2020 г.	20,0	22,1	23,9	29,5	29,1	31,7	29,7	31,5	27,7	26,5
	14,6	13,5	16,3	21,6	22,1	24,3	19,5	22,9	19,9	16,6
2021 г.	24,2	21,5	24,2	28,2	24,6	25,0	23,9	27,2	25,7	25,0
	17,0	16,2	16,8	20,5	22,4	24,0	23,6	22,7	21,1	20,3

Примечание: * – в числителе дроби указана средняя температура воздуха днём, °С;
в знаменателе – средняя температура воздуха ночью, °С.

Note: * – the fraction numerator indicates the average air temperature during the day, °С;
in the denominator - the average air temperature at night, °С

Средняя температура воздуха в 2018 г. превышала норму в мае на 1,2 °С, в июне – на 1,8 °С, в июле – на 3,4 °С, в августе – на 1 °С. Максимальная (дневная) температура с III декады мая по 31 августа была на уровне +31...+35 °С.

Схема эксперимента. Эксперимент проведён на опытном участке ООО «Агрофирма Краснохолмская» в 2017-2021 гг. Стандартом для среднеранней группы служил сорт Невский, для среднеспелой – Спиридон (табл. 2).

Таблица 2. Хозяйственная характеристика сортов картофеля
Table 2. Economic characteristics of potato varieties

Сорт/Variety	Происхождение/ Origin	Назначение/ Appointment	Срок созревания/ Ripening period
Невский (стандарт)/ <i>Nevsky (standard)</i>	Санкт-Петербург/ <i>St. Petersburg</i>	столовый/ table potato	Среднеранний/ middle-early
Спиридон (стандарт)/ <i>Spiridon (standard)</i>	Челябинск/ <i>Chelyabinsk</i>	столовый/ table potato	Среднеспелый/ mid-season
Любава/ <i>Lyubava</i>	Москва/ <i>Moscow</i>	столовый/ table potato	среднеранний/ middle-early
Кузовок/ <i>Kuzovok</i>	Челябинск/ <i>Chelyabinsk</i>	столовый/ table potato	среднеспелый/ mid-season
Фреско/ <i>Fresco</i>	Голландия/ <i>Holland</i>	на переработку/processing	среднеранний/ middle-early
Буррен/ <i>Burren</i>	Ирландия/ <i>Ireland</i>	столовый/ table potato	среднеспелый/ mid-season
Ред Скарлетт/ <i>Red Scarlett</i>	Голландия/ <i>Holland</i>	столовый/ table potato	среднеранний/ middle-early
Тарасов/ <i>Tarasov</i>	Челябинск/ <i>Chelyabinsk</i>	столовый/ table potato	среднеспелый/ mid-season
Сантэ/ <i>Sante</i>	Голландия/ <i>Holland</i>	столовый/ table potato	среднеранний/ middle-early
Импала/ <i>Impala</i>	Голландия/ <i>Holland</i>	столовый/ table potato	среднеранний/ middle-early
Шери/ <i>Sherea</i>	Франция/ <i>France</i>	столовый/ table potato	среднеранний/ middle-early
Розара/ <i>Rozara</i>	Германия/ <i>Germany</i>	столовый/ table potato	среднеранний/ middle-early
Захар/ <i>Zakhar</i>	Челябинск, Оренбург/ <i>Chelyabinsk, Orenburg</i>	столовый/ table potato	среднеспелый/ mid-season
Агат/ <i>Agate</i>	Челябинск/ <i>Chelyabinsk</i>	столовый/ table potato	среднеранний/ middle-early
Ицил/ <i>Itsil</i>	Челябинск/ <i>Chelyabinsk</i>	столовый/ table potato	среднеранний/ middle-early
Кавалер/ <i>Kavaler</i>	Челябинск/ <i>Chelyabinsk</i>	столовый/ table potato	среднеспелый/ mid-season
Браслет/ <i>Braclat</i>	Челябинск/ <i>Chelyabinsk</i>	столовый/ table potato	среднеранний/ middle-early

Посадку картофеля осуществляли четырёхрядной картофелесажалкой GRUSE FL-20KLZ с междурядьем 0,75 м и полугребневой заделкой клубней. Дата посадки в 2017 г. – 20 мая, в 2018 г. – 16 мая, в 2019 и 2021 гг. – 15 мая, в 2020 г. – 18 мая. Площадь делянки составила 140 м², учётная площадь – 70 м² (длина – 50 м, ширина – 1,4 м). Расположение вариантов в повторении – систематическое.

Гребни высотой 0,23...0,25 м формировали роторным культиватором Schmotzer KNM-4-75. При посадке осуществляли обработку клубней фунгицидом контактного действия Протект (Флудиоксонил 0,4 л/т). Во время вегетации растений с помощью опрыскивателя Басф-32М проводили две обработки фунгицидом Абига Пик (3,8 л/га) в баковой смеси с Протект (2 л/га): первую – в фазу бутонизации (2...7 июля), вторую – при смыкании рядков (16...23 июля). В контрольном варианте клубни и растения не обрабатывали.

В период вегетации проводили от 5 до 8 поливов с оросительной нормой от 2550 до 3400 м³/га дождевальными машинами ДМ-100 «Фрегат». Под картофель ежегодно вносили минеральные удобрения из расчёта 150 кг д. в. на 1 га азота, фосфора и калия. Уборку проводили вручную поделачно.

Распознавание основных патогенов проводили по клубневому анализу согласно ГОСТ 7194-81, 20290-74, 29267-91, Р 55329-2012 и ИФА-тестом.

Распространённость (Р) и индекс развития (ИР) *Fusarium oxysporum Schlecht.* определяли по формулам:

$$P=n \times 100/N; \quad \text{ИР}=\Sigma(aibi) \times 100/5N,$$

где n – число больных растений,

$\Sigma(aibi)$ – сумма произведений числа больных растений (ai) на соответствующий им балл поражения (bi) по шкале, согласно которой наименьший балл – 0 (отсутствие поражения), 1 – поражено 0,1...10 % растения, 2 – 11...30 %, 3 – 31...60 %, 4 – 61...89 %, 5 (наибольший) – поражено 90...100 % растения;

N – общее число больных и здоровых растений (Приходько и др., 2019).

Оборудование и технические средства. Картофелесажалка GRUSE FL-20KLZ (Германия), роторный культиватор Schmotzer KNM-4-75 (Австрия), дождевальная машина ДМ-100 «Фрегат» (Россия).

Статистическая обработка. Статистический анализ выполняли с помощью офисного программного комплекса «Microsoft Office» с применением программы «Excel» («Microsoft Office», США).

Результаты исследования.

За период наблюдений с 2017 по 2021 гг. климатические условия были разнообразными, что позволило многосторонне оценить заболеваемость сортов *Solanum tuberosum L.* наиболее распространёнными и опасными патогенами. По результатам исследований на экспериментальных посадках картофеля проявлялись заболевания *Fusarium oxysporum Schlecht.* и *Streptomyces scabies Waks. & Henr.*

Первые признаки *Fusarium oxysporum Schlecht.* (пожелтение листьев на растениях) в 2017 г. наблюдали в начале июля; их спровоцировали ливневые дожди в III декаде июня (51 мм). В августе в контрольном варианте наблюдали бурые стебли и увядание растений. Распространённость заболеваемости растений достигла максимума во всех вариантах перед выкопкой: на контроле – 33,7 %, а на делянках с применением баковой смеси Абига Пик+Протект – 15,5 %. Индекс развития болезни в фазу бутонизации при обработке фунгицидами был ниже контроля на 46,8 %, а перед выкопкой – на 52,8 % (табл. 3).

Таблица 3. Влияние обработки фунгицидами на распространённость и индекс развития *Fusarium oxysporum Schlecht.* на сортах картофеля, 2017 г.
 Table 3. Influence of fungicide treatment on the prevalence and development index of *Fusarium oxysporum Schlecht.* on potato varieties, 2017

Вариант/Option		Распространённость/ Prevalence, %	Индекс развития/ Development index %
Обработка клубней перед посадкой/ Processing tubers before planting	Обработка во время вегетации/ Processing during the growing season		
Фаза бутонизации/Budding phase			
Без обработки (контроль)/ No processing (monitoring)	Без обработки (контроль)/ No processing (monitoring)	25	6,4
Протект+Абига Пик/ Protect+Abiga Peak НСР ₀₅	Абига Пик/ Abiga Peak	10 3,2	3 -
Перед выкопкой/Before digging			
Без обработки (контроль)/ No processing (monitoring)	Без обработки (контроль)/ No processing (monitoring)	33,7	7
Протект+Абига Пик/ Protect+Abiga Peak НСР ₀₅	Абига Пик/ Abiga Peak	15,5 3,9	3,7 -

При использовании фунгицидов поражение растений было минимальным (рис. 1 а).



Рис. 1 – Растения картофеля сорта Невский, поражённые фузариозным увяданием, перед выкопкой за 3 недели, 2017 г.: а – при обработке фунгицидами Абига Пик+Протект; б – контрольные не обработанные растения (состояние угнетения); в – клубни, поражённые столонной гнилью
Figure 1 – Potato plants of the Nevsky variety affected by fusarium wilting before digging in 3 weeks, 2017: a – when treated with Abiga Peak+Protect fungicides; b – untreated control plants (inhibited state); c – tubers affected by stolon rot

В 2018 г. в I декаде июля выпало 21,8 мм осадков, после которых установилась сухая и жаркая погода, вследствие чего в фазе цветения на единичных растениях картофеля наблюдали развитие *Fusarium oxysporum* Schlecht. Аналогичная ситуация сложилась в 2020 г. в конце II декады июля, в результате чего поражение растений проявилось в фазу смыкания рядков.

В результате исследований нами установлено, что в 2017 г. повышенное поражение фузариозом ботвы способствовало развитию столонной гнили клубней у сортов Агат (9,4 %), Любава (4,8 %), Фреско (5,3 %), Буррен (8,7 %), Розара (1,2 %), Кузовок (5,7 %), Ред Скарлетт (9,1 %). На стандартных вариантах поражение составило: сорт Невский – 4,2 %, сорт Спиридон – 3 % (рис. 1 в, 2).

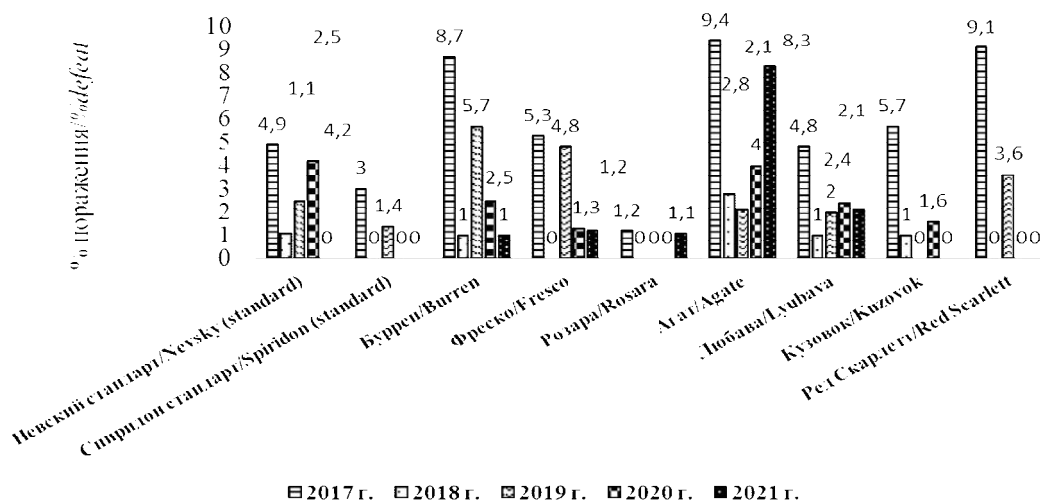


Рис. 2 – Поражаемость картофеля столонной гнилью (*Fusarium oxysporum* Schlecht.), 2017-2021 гг.
Figure 2 – Damage rate of potatoes by stolon rot (*Fusarium oxysporum* Schlecht.), 2017-2021

За пять лет исследований среди восприимчивых сортов наименьшая поражённость клубней столонной гнилью была в 2018 г. на сортах Любава (1,0 %), Буррен (1,0 %), Кузовок (1,0 %), Невский (1,1 %), кроме сорта Агат (2,8 %). В 2019 г. период засухи совпал с периодом клубнеобразования, что способствовало развитию столонной гнили, и уровень поражения у сортов составил:

Агат (2,1 %), Любава (2,0 %), Буррен (5,7 %), Невский (2,5 %), Спиридон (1,4 %), Фреско (4,8 %), Ред Скарлетт (3,6 %). По остальным изучаемым сортам поражение столонной гнилью отсутствовало.

По полученным данным за 2017-2021 гг., клубни картофеля также поражались *Streptomyces scabies* Waks. & Henr. Заболевание отмечали как на сортах-стандартах Невский (0,5...1,0 %) и Спиридон (2...6,0 %), так и на делянках сортов Любава (10,0...12,1 %), Агат (2,1... 10,6 %), Фреско (0,7...1,0 %), Буррен (1,8...2,3 %), Ред Скарлетт (0...6,4 %) (рис. 3).

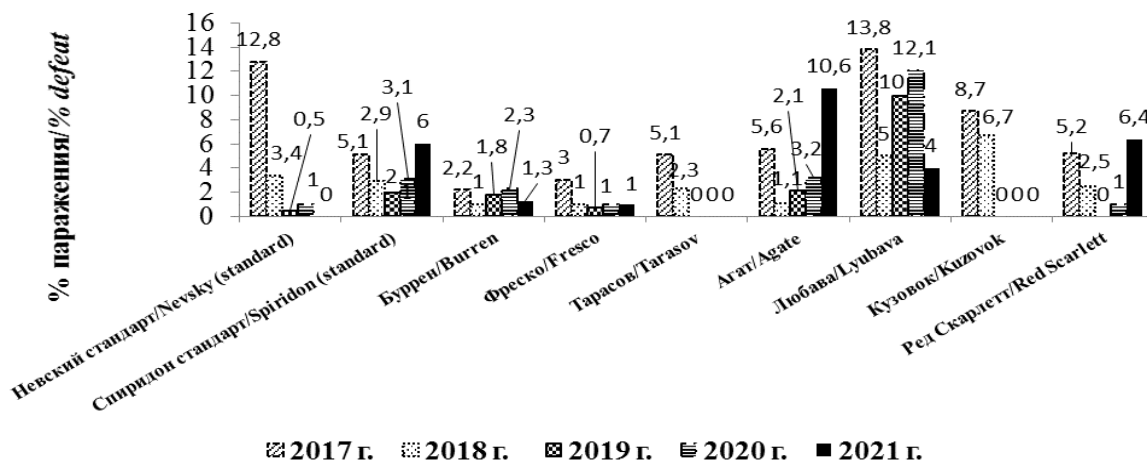


Рис. 3 – Поражаемость картофеля *Streptomyces scabies* Waks. & Henr., 2017-2021 гг.
 Figure 3 – Damage rate of potatoes by *Streptomyces scabies* Waks. & Henr., 2017-2021

В 2018 г. во время предуборочного учёта на клубнях выявлены язвы различной величины: поражены были оба сорта-стандарта (Невский – 3,4 %, Спиридон – 2,9 %), а также сорта Любава (5,0 %), Агат (1,1 %), Фреско (1,0 %), Буррен (1,0 %), Тарасов (2,3 %). Наибольшую поражённость этим патогеном наблюдали в 2017 г. на сортах Невский (12,8 %), Спиридон (5,1 %), Любава (13,8 %), Агат (5,6 %), Фреско (3,0 %), Буррен (2,2 %), Тарасов (5,1 %), Кузовок (8,7 %), Ред Скарлетт (5,2 %). Остальные изучаемые сорта были устойчивы к возбудителю парши обыкновенной.

Урожайность сортов также варьировала по годам. Наибольшая величина этого показателя была в 2017 г. – от 44,2 т/га у сорта Невский до 53,0 т/га у сорта Тарасов. В 2020 г. снижение урожайности по сравнению с 2017 г. составило 12 %...41 %, а в 2021 г. – 11...39 % (табл. 4).

Таблица 4. Урожайность исследуемых сортов картофеля, 2017-2021 гг.
 Table 4. Yield capacity of the studied potato varieties, 2017-2021

Сорт / Variety	Урожайность, т/га / Yield, t/ha					Количество поражённых клубней исследуемыми патогенами в кусте / The number of tubers affected by the investigated pathogens in the bush, %				
	2017г.	2018г.	2019г.	2020г.	2021г.	2017г.	2018г.	2019г.	2020г.	2021г.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Невский (стандарт) / Nevsky (standard)	44,2	41,8	38,7	26,3	37,2	48,0	30,1	18,4	48,0	-
Спиридон (стандарт) / Spiridon (standard)	45,8	43,5	39,2	37,4	24,2	23,1	24,0	32,3	30,0	26,0
Буррен / Burren	46,4	39,9	36,5	31,7	32,1	51,1	22,3	20,4	42,6	21,3
Фреско / Fresco	50,1	47,1	43,8	42,6	41,2	41,0	24,9	22,7	30,1	29,0

Продолжение 4 таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Агат / <i>Agate</i>	40,7	44,3	39,8	39,0	44,2	37,5	23,5	23,0	37,4	40,6
Любава/ <i>Lyubava</i>	50,9	46,9	44,6	42,8	43,1	44,0	34,0	29,1	40,0	24,0
Тарасов / <i>Tarasov</i>	53,0	49,1	46,7	44,8	57,5	16,4	17,1	–	–	–
Кузовок/ <i>Kuzovok</i>	44,8	46,1	41,4	40,1	46,9	15,9	16,2	–	–	–
Ред Скарлетт / <i>Red Scarlett</i>	50,5	48,2	45,6	42,7	19,7	21,0	16,9	–	16,0	26,4
Сантэ / <i>Sante</i>	38,3	43,8	41,5	39,9	39,0	–	–	–	–	–
Импала / <i>Impala</i>	46,6	45,3	41,9	41,0	41,2	–	–	–	–	–
Шери / <i>Sherea</i>	45,8	43,6	39,7	40,8	41,1	–	–	–	–	–
Розара / <i>Rosara</i>	43,3	42,5	40,9	36,3	38,3	–	–	–	–	–
Захар / <i>Zakhar</i>	53,1	50,2	43,5	49,2	38,5	–	–	–	–	–
Ицил / <i>Itsil</i>	31,2	35,9	33,2	33,4	32,9	–	–	–	–	–
Кавалер/ <i>Kavaler</i>	49,7	51,2	49,0	50,9	46,2	–	–	–	–	–
Браслет/ <i>Braclet</i>	45,8	43,8	40,9	38,7	47,7	–	–	–	–	–
НСР ₀₅	0,6	1,3	1,2	2,3	1,4	4,07	3,7	2,28	2,1	3,3

Результаты вегетационных и полевых исследований показали, что на величину урожайности процент поражённых клубней в кусте существенного влияния не оказал.

Обсуждение полученных результатов.

Изучение поражаемости сортов картофеля позволяет выбирать для возделывания наиболее устойчивые из них; многообразие различных патогенов заставляет выделять наиболее опасные из них в соответствии с частотой появления, вредоносностью, возможностями химической борьбы, способностью передаваться следующему поколению и экономической важностью (Malko A et al., 2019, Gutarra L et al., 2017, Замалиева Ф.Ф. и др., 2015). Malko A с соавторами (2019) в своих научных публикациях сообщали о распространённости бактериальных и вирусных инфекций (65-95 %) на некоторых территориях Астраханской области (юг России), в северо-восточных регионах Центральной России, Поволжье и Томской области (65-85 %). Zhang W с коллегами (2017) была получена информация о присутствии основных патогенов картофеля в большинстве картофелеводческих регионов страны для патогенов в Китае, Тунисе и Пакистане. В наших исследованиях сравнительный анализ поражения *Fusarium oxysporum* Schlecht. и *Streptomyces scabies* Waks. & Henr. показал, что изучаемые сорта имели разную степень поражённости.

По поводу применения фунгицида Абига Пик на посадках картофеля Долгова Т.М. и Новак А.П. (2008) сообщали, что четырёхкратное применение этого препарата обеспечивает прибавку урожая при биологической эффективности 85 %. Аналогичная ситуация при применении фунгицидов Абига Пик и Протект проглядывалась и в нашем исследовании: на посадках картофеля снижался индекс развития болезней, вызываемых изучаемыми патогенами.

Информация по применению фунгицидов Абига Пик и Протект на посадках картофеля достаточно скудна, то есть в России проводились единичные исследования, а в Оренбургской области – впервые, поэтому сравнить наши результаты с литературными источниками сложно.

Заключение.

В результате проведённых исследований выявлено, что для орошаемых условий Оренбургской области выделены сорта Захар, Импала и Кавалер, сочетающие высокую урожайность (свыше 40 т/га) и устойчивость к рассматриваемым патогенам картофеля. Данные сорта рекомендуем использовать, как исходный материал в селекционном процессе.

Список источников

1. Алексашкина О.В. Оценка рынка картофеля в мире и России // Вестник сельского развития и социальной политики. 2017. № 4(16). С. 29-30. [Aleksashkina OV. Evaluation of the potato market in Russia and the world. Vestnik selskogo razvitiya i sotsialnoi politiki. 2017;4(16):29-30. (In Russ)].
2. Влияние метеоусловий на развитие патоконплекса *Alternaria-Fusarium* в посадках картофеля / Е.С. Приходько, В.П. Хохлов, Т.С. Бибики и др. // Достижения науки и техники АПК. 2019. № 33(1). С. 14-22. [Prihodko ES, Khokhlov VP, Bibik TS et al. Influence of weather conditions on the development of pathocomplex *Alternaria-Fusarium* in potato crops. Achievements of Science and Technology of AICis. 2019;33(1):14-22. (In Russ)]. doi: 10.24411/0235-2451-2019-10104.
3. Долгова Т.М., Новак А.П. Абига-пик для защиты картофеля // Защита и карантин растений. 2008. № 3. С. 43-44. [Dolgova TM, Novak AP. Abiga-pik dlya zashchity kartofelya. Zashchita i karantin rastenii. 2008;3:43-44. (In Russ)].
4. Мушинский А.А., Аминова Е.В., Дергилева Т.Т. Устойчивость гибридов картофеля к патогенам в орошаемых условиях степной зоны Оренбургского Предуралья // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2018. № 4(52). С. 103-108. [Mushinskiy AA, Aminova EV, Dergileva TT. Sustainability of hybrids of potato to pathogens in irrigated conditions in the steppe zone of Orenburg Urals. Proceedings of Nizhnevolzhskiy agrouniversity complex: science and higher vocational education. 2018;4(52):103-108. (In Russ)]. doi: 10.32786/2071-9485-2018-04-13
5. Пшеченков К.А., Смирнов А.В., Мальцев С.В. Современное состояние и перспективы развития картофельного комплекса России // Защита картофеля. 2017. № 1. С. 22-29. [Pshechenkov KA, Smirnov AV, Maltsev SV. Current state and prospects of the Russian potato industry development. Zashchita kartofelya. 2017;1:22-29. (In Russ)].
6. Фузариозное увядание картофеля и рекомендации по защите / Ф.Ф. Замалиева, Т.В. Зайцева, Л.Ю. Рьжих и др. // Защита картофеля. 2015. № 2. С. 3-9. [Zamalieva FF, Zaizeva TW, Rygih LY et al. Fusarium wilt of potato and recommendations for a protection. Zashchita kartofelya. 2015;2:3-9. (In Russ)].
7. Arseneault T, Pieterse CMJ, Gérin-Ouellet M et al. Long-term induction of defense gene expression in potato by *Pseudomonas* sp. LBUM223 and *Streptomyces* scabies. *Phytopathology*. 2014;104(9):926-932. doi: 10.1094/PHYTO-11-13-0321-R
8. Braun S, Gevens A, Charkowski A et al. Potato common scab: a review of the causal pathogens, management practices, varietal resistance screening methods, and host resistance. *American Journal of Potato Research*. 2017;94:283-296. doi: 10.1007/s12230-017-9575-3
9. Castillo JA, Plata G. The expansion of brown rot disease throughout Bolivia: possible role of climate change. *Canadian Journal of Microbiology*. 2016;62(5):442-448. doi:10.1139/cjm-2015-0665.
10. Cellier G, Prior P. Deciphering phenotypic diversity of *Ralstonia solanacearum* strains pathogenic to potato. *Phytopathology*. 2010;100(11):1250-1261. doi: 10.1094/PHYTO-02-10-0059
11. Garrett KA, Dobson ADM, Kroschel J et al. The effects of climate variability and the color of weather time series on agricultural diseases and pests, and decision making for their management. *Agricultural and Forest Meteorology*. 2013;170:216-227. doi: 10.1016/j.agrformet.2012.04.018
12. Gutarra L, Herrera J, Fernandez E, Kreuze J and Lindqvist-Kreuzе H. Diversity, pathogenicity, and current occurrence of Bacterial Wilt bacterium *Ralstonia solanacearum* in Peru. *Front. Plant Sci*. 2017;8:1221. doi: 10.3389/fpls.2017.01221
13. Malko A, Frantsuzov P, Nikitin M et al. Potato pathogens in Russia's regions: an instrumental survey with the use of real-time PCR/RT-PCR in matrix format. *Pathogens*. 2019;8(1):18. doi: 10.3390/pathogens8010018
14. Moleleki LN, Onkendi EM, Mongae A et al. Characterisation of *Pectobacterium wasabiae* causing blackleg and soft rot diseases in South Africa. *European of Plant Pathology*. 2013;135(2):279-288. doi: 10.1007/s10685-012-00814

15. Sagar V, Jeevalatha A, Mian S et al. Potato bacterial wilt in India caused by strains of phylotype I, II and IV of *Ralstonia solanacearum*. *Eur Plant Pathol.* 2014;138:51-65. doi: 10.1007/s10658-013-0299-z
16. Shakya SK, Goss EM, Dufault NS et al. Potential effects of diurnal temperature oscillations on potato late blight with special reference to climate change. *Phytopathology.* 2015;105(2):230-238. doi: 10.1094/PHYTO-05-14-0132-R
17. Suradinata YR, Hamdani JS, Mubarak S. Response of potato cultivars 'Atlantic' and 'Medians' to the modified micro-climate at medium altitude. *Res Crops* 2019;20(3):542-548. doi: 10.31830/2348-7542.2019.078
18. Wang L, Wang B, Zhao G et al. Genetic and pathogenic diversity of *Ralstonia solanacearum* causing potato brown rot in China. *Am. Potato Res.* 2017;94:403-416. doi: 10.1007/s12230-017-9576-2
19. Wang H, Qin J, Liu Y, Hu X, Maurer A. Potential opportunities for potato industry's development in china based on selected companies. Final Report. March 2018. CIP International Potato Center a CGIAR Research Center. World Potato Congress, Inc. (WPS). CIP-China Center for Asia Pacific (CCCAP):36 p.
20. Zhang W, Zhang Z, Fan G, Gao Y, Wen J, Bai Y, Qui C, Zhang S, Shen Y, Meng X. Development and application of a universal and simplified multiplex RT-PCR assay to detect five potato viruses. *Gen Plant Pathology.* 2017;83:33-45. doi: 10.1007/s10327-016-0688-1

References

1. Aleksashkina OV. Evaluation of the potato market in Russia and the world. *Rural Development and Social Policy Bulletin.* 2017;4(16):29-30.
2. Prikhodko ES, Khokhlov VP, Bibik TS et al. Influence of weather conditions on the development of pathocomplex *Alternaria-Fusarium* in potato crops. *Achievements of Science and Technology of AICis.* 2019;33(1):14-22. (*In Russ*)]. doi: 10.24411/0235-2451-2019-10104
3. Dolgova TM, Novak AP. Abiga-peak for potato protection. *Plant Protection and Quarantine.* 2008;3:43-44.
4. Mushinskiy AA, Aminova EV, Dergileva TT. Sustainability of hybrids of potato to pathogens in irrigated conditions in the steppe zone of Orenburg Urals. *Proceedings of Nizhnevolzhskiy agrouniversity Complex: Science and Higher Vocational Education.* 2018;4(52):103-108. doi: 10.32786/2071-9485-2018-04-13
5. Pshechenkov KA, Smirnov AV, Maltsev SV. Current state and prospects of the Russian potato industry development. *Potato Protection.* 2017;1:22-29.
6. Zamalieva FF, Zaizeva TW, Rygih LY et al. *Fusarium* wilt of potato and recommendations for a protection. *Potato Protection.* 2015;2:3-9.
7. Arseneault T, Pieterse CMJ, Gérin-Ouellet M et al. Long-term induction of defense gene expression in potato by *Pseudomonas* sp. LBUM223 and *Streptomyces* scabies. *Phytopathology.* 2014;104(9):926-932. doi: 10.1094/PHYTO-11-13-0321-R
8. Braun S, Gevens A, Charkowski A et al. Potato common scab: a review of the causal pathogens, management practices, varietal resistance screening methods, and host resistance. *American Journal of Potato Research.* 2017;94:283-296. doi: 10.1007/s12230-017-9575-3
9. Castillo JA, Plata G. The expansion of brown rot disease throughout Bolivia: possible role of climate change. *Canadian Journal of Microbiology.* 2016;62(5):442-448. doi:10.1139/cjm-2015-0665.
10. Cellier G, Prior P. Deciphering phenotypic diversity of *Ralstonia solanacearum* strains pathogenic to potato. *Phytopathology.* 2010;100(11):1250-1261. doi: 10.1094/PHYTO-02-10-0059
11. Garrett KA, Dobson ADM, Kroschel J et al. The effects of climate variability and the color of weather time series on agricultural diseases and pests, and decision making for their management. *Agricultural and Forest Meteorology.* 2013;170:216-227. doi: 10.1016/j.agrformet.2012.04.018
12. Gutarra L, Herrera J, Fernandez E, Kreuze J and Lindqvist-Kreuz H. Diversity, pathogenicity, and current occurrence of Bacterial Wilt bacterium *Ralstonia solanacearum* in Peru. *Front. Plant Sci.* 2017;8:1221. doi: 10.3389/fpls.2017.01221

13. Malko A, Frantsuzov P, Nikitin M et al. Potato pathogens in Russia's regions: an instrumental survey with the use of real-time PCR/RT-PCR in matrix format. *Pathogens*. 2019;8(1):18. doi: 10.3390/pathogens8010018
14. Moleleki LN, Onkendi EM, Mongae A et al. Characterisation of *Pectobacterium wasabiae* causing blackleg and soft rot diseases in South Africa. *European of Plant Pathology*. 2013;135(2):279-288. doi: 10.1007/s10685-012-00814
15. Sagar V, Jeevalatha A, Mian S et al. Potato bacterial wilt in India caused by strains of phylotype I, II and IV of *Ralstonia solanacearum*. *Eur Plant Pathol*. 2014;138:51-65. doi: 10.1007/s10658-013-0299-z
16. Shakya SK, Goss EM, Dufault NS et al. Potential effects of diurnal temperature oscillations on potato late blight with special reference to climate change. *Phytopathology*. 2015;105(2):230-238. doi: 10.1094/PHYTO-05-14-0132-R
17. Suradinata YR, Hamdani JS, Mubarak S. Response of potato cultivars 'Atlantic' and 'Medians' to the modified micro-climate at medium altitude. *Res Crops* 2019;20(3):542-548. doi: 10.31830/2348-7542.2019.078
18. Wang L, Wang B, Zhao G et al. Genetic and pathogenic diversity of *Ralstonia solanacearum* causing potato brown rot in China. *Am. Potato Res*. 2017;94:403-416. doi: 10.1007/s12230-017-9576-2
19. Wang H, Qin J, Liu Y, Hu X, Maurer A. Potential opportunities for potato industry's development in China based on selected companies. Final Report. March 2018. CIP International Potato Center a CGIAR Research Center. World Potato Congress, Inc. (WPS). CIP-China Center for Asia Pacific (CCCAP):36 p.
20. Zhang W, Zhang Z, Fan G, Gao Y, Wen J, Bai Y, Qui C, Zhang S, Shen Y, Meng X. Development and application of a universal and simplified multiplex RT-PCR assay to detect five potato viruses. *Gen Plant Pathology*. 2017;83:33-45. doi: 10.1007/s10327-016-0688-1

Информация об авторах:

Александр Алексеевич Мушинский, доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела картофелеводства, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, 460051, г. Оренбург, пр. Гагарина, 27/1, тел.: 8-905-819-35-92.

Евгения Владимировна Аминова, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела картофелеводства, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, 460051, г. Оренбург, пр. Гагарина, 27/1, тел.: 8-912-841-19-31.

Алия Жонысовна Саудабаева, кандидат биологических наук, научный сотрудник отдела картофелеводства, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, 460051, г. Оренбург, пр. Гагарина, 27/1, тел.: 8-912-841-19-31.

Information about the authors:

Alexander A Mushinsky, Dr. Sci. (Agriculture), Leading Researcher of the Department of Potato Growing, Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, 27/1 Gagarin Ave, 460051, Orenburg, tel.:8-905-819-35-92.

Evgeniya V Aminova, Cand. Sci. (Agriculture), Leading Researcher of the Department of Potato Growing, Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, 27/1 Gagarin Ave, 460051, Orenburg, tel.: 8-912-841-19-31.

Aliya Z Saudabayeva, Cand. Sci. (Biology), Researcher of the Department of Potato Growing, Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, 27/1 Gagarin Ave, 460051, Orenburg, tel.: 8-912-841-19-31.

Статья поступила в редакцию 29.09.2021; одобрена после рецензирования 15.10.2021; принята к публикации 13.12.2021.

The article was submitted 29.09.2021; approved after reviewing 15.10.2021; accepted for publication 13.12.2021.