

DOI:10.30901/2227-8834-2018-4-141-148

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

УДК 631.635.21

**Н. М. Зотева<sup>1</sup>,  
О. С. Косарева<sup>1</sup>,  
З. З. Евдокимова<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова, 190000 Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Б. Морская, д. 42, 44  
e-mail: zoteyeva@rambler.ru

<sup>2</sup>ФГБНУ Ленинградский НИИСХ «Белогорка», Ленинградская область, пос. Сиверский, ул. Институтская, 1,  
~

**Ключевые слова:**

картофель, сорта, селекционные клоны, устойчивость, ризоктониоз, парша обыкновенная

**Поступление:**

11.09.2018

**Принято:**

10.12.2018

## **ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ СОРТОВ И СЕЛЕКЦИОННЫХ КЛОНОВ КАРТОФЕЛЯ К *RIZOCTONIA SOLANI* И *STREPTOMYCES SCABIES***

**Актуальность.** Ризоктониоз – одна из болезней, наносящих большой ущерб урожаю, он распространен почти во всех районах возделывания картофеля. В 50-х годах прошлого столетия патоген не рассматривался в ряду значимых для культуры. В настоящее время многие сорта чувствительны к этой болезни. Обыкновенную паршу картофеля вызывает актиномицет *Streptomyces scabies* (Thaxter) Waksman et Hengici. Патоген не наносит столь же ощутимого урона урожаю, как ризоктониоз, однако сильно снижает товарное качество клубней. Современный рынок предъявляет высокие требования к товарному качеству клубней в связи с появлением в супермаркетах новых видов продуктов, таких как вымытые и упакованные клубни, продаваемые в сыром виде. В отдельные годы перерабатывающая промышленность несет убытки из-за поражения паршами клубней промышленно выращиваемого картофеля, а производители несут затраты, связанные с применением химических препаратов. В связи с этим выявление сортов со слабой чувствительностью к этим болезням весьма актуально. **Материал и методы.** По восприимчивости к ризоктониозу изучили 219 сортов отечественной и зарубежной селекции из коллекции картофеля Федерального исследовательского центра Всероссийского института генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова (ВИР) и 17 клонов селекции Ленинградского НИИСХ «Белогорка» (ЛенНИИСХ), а также 217 ранних сортов из коллекции ВИР по чувствительности к парше обыкновенной. Полевые наблюдения проводили в период уборки клубней на экспериментальном поле научно-производственной базы «Пушкинские и Павловские лаборатории ВИР» по шкале от 0 = (отсутствие симптомов болезни) до 4 = (поражение 90–100% поверхности клубня). **Результаты и выводы.** Полученные данные показали, что значительная доля сортов, полученных из стран с развитой селекцией картофеля (Германия, Нидерланды, Польша и др.), чувствительны к патогенам. Степень поражения клубней ризоктониозом и паршой обыкновенной сильно зависела от условий сезона. В результате изучения выделены сорта и селекционные клоны с отсутствием либо со слабым проявлением симптомов болезней, которые могут быть использованы в селекционных программах.

N. M. Zoteyeva<sup>1</sup>,  
O. S. Kosareva<sup>1</sup>,  
Z. Z. Evdokimova<sup>2</sup>

<sup>1</sup>N. I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources,  
42, 44, Bolshaya Morskaya St.,  
St. Petersburg, 190000, Russia,  
e-mail: zoteyeva@rambler.ru

<sup>2</sup>Leningrad Research Institute of Agriculture "Belogorka",  
1, Institutskaya St., Siversky Settlement,  
Leningrad Province, Russia

**Key words:**

potato, cultivars, breeding clones,  
resistance, *Streptomyces scabies*,  
*Rizoctonia solani*.

**Received:**

11.09.2018

**Accepted:**

10.12.2018

## ASSESSMENT OF POTATO CULTIVARS AND BREEDING CLONES FOR SUSCEPTIBILITY TO *RIZOCTONIA SOLANI* AND *STREPTOMYCES SCABIES*

**Background.** Black scurf (agent *Rizoctonia solani* J.G. Kuhn) is common in almost all areas of potato cultivation and causes crop yield damage. At present, many cultivars are susceptible to this disease. Common scab is caused by *Streptomyces scabies* (Thaxter) Waksman et Henrici. This pathogen does not reduce harvest with the same force as black scurf, but produces a considerable negative effect on the commercial quality of tubers. The modern market has a high demand for high commercial tuber quality due to the appearance of new types of potato-based products, including washed and packaged potatoes sold raw. In some years, processing industry suffers losses due to the destruction of industrially grown potatoes by scabs, while producers are forced to pay extra for chemicals, so a search for cultivars with low susceptibility to these diseases is very important. **Material and Methods.** Susceptibility to black scurf was studied in 219 cultivars of domestic and foreign origin from the VIR potato collection and 17 breeding clones from the collection maintained at the Research Institute of Agriculture "Belogorka"; besides, 217 early cultivars from the VIR collection were analyzed for susceptibility to common scab. Field observations were made during harvesting in VIR's experimental field (Pushkin). Susceptibility to both pathogens was assessed using a 4-grade scale, where grade 0 means no symptoms and grade 4 denominates 90–100% damage of the tuber surface. **Results and conclusions.** According to the data obtained, susceptibility to both pathogens was variably present in a number of cultivars introduced from countries with advanced potato breeding, such as Germany, the Netherlands, Poland, etc. As a result of the study, cultivars and breeding clones without disease symptoms or their weak manifestation were identified. Severity of the symptoms of both pathogens depended much on a season. Plant material with low susceptibility to the diseases can be of interest for potato breeders.

Ризоктониоз – одна из болезней, вызываемая базидиальным грибом *Rhizoctonia solani* J.G. Kuhn, которая наносит большой ущерб урожаю и распространена почти во всех районах возделывания картофеля (Leach et al., 1970, Bains et al., 2002, Daami-Remadi et al., 2008). Возбудитель ризоктониоза описан Kühn еще в 1858 г. (Rolfs, 1902). *Rhizoctonia solani* вызывает «черную паршу» на клубнях картофеля, а также поражает стебли и столоны растений (Simons, Galligan, 1997; Atkinson et al., 2011). Пораженные клубни являются источниками инфекции для здоровых растений картофеля (Ahrenniemi et al., 2005) и способствуют аккумуляции инфекции в почве (Boguska, 1993; Tsrer, Peretz, 2005). Одним из симптомов болезни на растении являются наличие склероциев в виде черной парши на клубнях. В 50-х годах прошлого столетия патоген не рассматривался в ряду значимых для культуры многими селекционерами США (Stevenson, 1956). Поражение патогеном снижает товарные качества клубней, что ведет к большим финансовым потерям, и это особенно важно для сортов столового картофеля (Atkinson et al., 2010, Keiser et al., 2012, Woodhall et al., 2007). По данным Keiser (2008), потери урожая в отдельные годы достигают до 50%. В последние годы поражение ризоктониозом посадок картофеля значительно возросло в районах Китая, где картофель интенсивно возделывается (Qu et al., 2008).

Обыкновенную паршу картофеля вызывает актиномицет *Streptomyces scabies* (Thaxter) Waksman et Henrici. При поражении паршой обыкновенной на поверхности клубня образуются небольшие язвы неправильной формы, которые со временем увеличиваются и пробковеют. Язвы сливаются и часто образуют сплошную корку. Wanner (2009) внес большой вклад в понимание генетической изменчивости *Streptomyces* spp. При оценке изолятов возбудителя парши обыкновенной отмечена их высокая вариабельность по агрессивности, при этом одни и те же сорта были устойчивы ко всем изолятам патогена (Bior, Roer, 1980).

Задачей данного исследования было выявление сортов и селекционных клонов картофеля из коллекций ВИР и Ленинградского НИИХ «Белогорка» (ЛенНИИСХ) слабо поражающихся болезнями, вызываемыми *Rhizoctonia solani* и *Streptomyces scabies*. В работе особое внимание уделяли образцам ранних сроков созревания.

## Материал и методы

По чувствительности к ризоктониозу изучили 219 сортов из коллекции ВИР и 17 перспективных селекционных клонов из коллекции ЛенНИИСХ «Белогорка». По чувствительности к парше обыкновенной изучили 217 ранних сортов из коллекции ВИР, включая сезон 2018 года с сильным распространением инфекции. Полевые обследования проводили в период уборки клубней на экспериментальном поле научно-производственной базы «Пушкинские и Павловские лаборатории ВИР» в соответствии с Методическими указаниями под ред. А. С. Воловика (Methodical instructions..., 1980). Для оценки поражения клубней обоими патогенами использовали одну и ту же шкалу, по которой балл 0 означает отсутствие симптомов, балл 4 – поражение 90–100% поверхности клубней. Послеуборочную оценку материала из ЛенНИИСХ по чувствительности к ризоктониозу проводили, учитывая число склероциев и степень развития некрозов на каждом из 20-ти клубней. При оценке симптомов поражения использовали шкалу 1 до 9 баллов, где балл 9 означает устойчивость (отсутствие симптомов болезни), а балл 1 – целиком пораженный клубень (Polozhenets, 2011).

## Результаты и обсуждение

### *Чувствительность к парше обыкновенной*

Среди изученных 217 сортов отсутствие и слабые симптомы болезни (до 0,5 баллов) найдены у 22. Симптомы болезни отсутствовали на клубнях сортов 'Marko' из Югославии; 'Ulster Monarch' из Великобритании; 'Antares', 'Frigga', 'Sieglinde' из Германии; 'Rosva' из Дании и 'Mila' из Польши. Слабые симптомы болезни (от 0,1 до 0,4 баллов) отмечены на клубнях сортов 'Agoga' и 'Judic'a из Германии; 'Алый Парус', 'Ильинский', 'Каменский' и 'Кузнечанка' из России; у сортов 'Божедар', 'Жеран', 'Золушка', 'Гарт' из Украины; 'Early Rose' и 'Red Norland' из США, а также 'Emnige' из Норвегии. Средний балл поражения от 0,5 до 0,9 имели 10 российских сортов 'Алена', 'Антонина', 'Антошка', 'Балтийский', 'Барон', 'Белоснежка', 'Виза', 'Вятка', 'Зауральский' и 'Красная Роза'; 8 сортов из Германии – 'Ada', 'Arkula', 'Carola', 'Dorado', 'Feldeslohn', 'Isna', 'Karat' и 'Isabell'; 4 сорта из Нидерландов – 'Constante', 'Origo', 'Primura', 'Romano'); и по 3 сорта из Польши ('Elipsa', 'Mars', 'Narcyzy'), Украины ('Базис', 'Веста', 'Дубравка') и Казахстана ('Астана', 'ВИД-1', 'Бакша'). Поражение до 1,0 балла было отмечено у 24 сортов, из них 5 сортов из Германии, 4 сорта из Польши, по 2 – из России, Великобритании и Чехии, а также по одному сорту из Австрии, Беларуси, Дании, Казахстана и Украины. Умеренная степень поражения клубней (от 1,2 до 1,5 баллов) отмечена у 42-х сортов: 10-ти из Нидерландов, 7-ми из России, 5-ти из Германии, 4-х из Польши, 3-х из Казахстана, по два сорта из Беларуси, Украины и Великобритании, и у единичных сортов из Австрии, Испании, Франции, Чехии, Швеции, Югославии и США. Более ощутимо (от 1,6 до 2 баллов) поражались клубни 33-х сортов, из них большую часть составили сорта из Германии, Нидерландов и России. Сильное поражение клубней (от 2,5 до 4 баллов) отмечено у 75-ти сортов, преимущественно селекции России (15), Германии (11), Польши (10) и Нидерландов (10). В выборках сортов селекции разных стран соотношение сортов со слабым и умеренным проявлением болезни к числу изученных составило: 2 : 2 у сортов из Венгрии; 8 : 16 у сортов из Украины; 18 : 37 – из Германии; 3 : 10 – из Великобритании; 4 : 12 – из Казахстана; 8 : 25 – из Польши; 8 : 31 – из Нидерландов и 14 : 41 у сортов отечественной селекции.

### *Чувствительность к ризоктониозу*

Всего оценено 217 сортов, из них 126 сортов отечественной и 91 – зарубежной селекции.

Среди материала отечественной селекции и стран СНГ слабое поражение клубней (баллы от 0,1 до 0,3) наблюдали у сортов 'Золушка', 'Зубренок', 'Ильинский', 'Миловица', 'Накра', 'Петербургский', 'Победа', 'Покра', 'Приекульский Ранний', 'Резерв', 'Ромашка', 'Русалка', 'Славутич', 'Снов', 'Солнышко', 'Утенок' и 'Черниговский'. Баллами от 0,4 до 0,6 оценивали поражение клубней 17-ти сортов: 'Бронницкий', 'Вятка', 'Зарина', 'Зарендинский', 'Зорька', 'Катунский', 'Львовянка', 'Марс', 'Нецвит', 'Нива', 'Приамурец', 'Раменский', 'Ранняя Роза', 'Ресурс', 'Светлячок', 'Синюха' и 'Ибис'. Умеренную устойчивость (баллы от 0,8 до 1,0) проявили 18 сортов: 'Брянская Новинка', 'Варсна', 'Горизонт', 'Детскосельский', 'Зарево', 'Лента', 'Лебедь', 'Лошицкий', 'Орбита', 'Пролисок', 'Весна Белая', 'Вигри', 'Гарт', 'Красная Роза', 'Ласунок', 'Малахит', 'Олимп', 'Поленица', 'Почковидный', 'Тамбовский'.

Умеренной чувствительностью (от 1,2 до 1,6 баллов) характеризовались 26 сортов. Баллами от 1,8 до 2,2 оценивали симптомы болезни у 20 сортов. Поражаемыми (балл оценки выше 2,5) оказались 28 сортов. Симптомы болезни в

виде трещин отмечены на клубнях неустойчивых сортов ‘Алмаз’, ‘Елизавета’, ‘Владикавказский’, ‘Евгирия’, ‘Чародей’ и ‘Явар’.

Среди сортов зарубежной селекции симптомы поражения отсутствовали у ‘Constante’ из Германии и ‘Norland’ из Великобритании. Единичные симптомы болезни (0,1 – 0,3 балла) отмечены на клубнях семи сортов ‘Arkula’, ‘Lora’ и ‘Carla’ из Германии; ‘Fambo’, ‘Kondor’ из Нидерландов, ‘Ulster Sceptre’ из Великобритании и ‘Superior’ из Канады. Баллами до 0,5 оценивали поражение клубней 18-ти сортов, среди них ‘Antares’, ‘Frigga’, ‘Isabell’, ‘Karat’, ‘Karina’, ‘Selma’, ‘Viki’ из Германии; ‘Maris Ancher’, ‘Stormont Enterprise’, ‘Stroma’ из Великобритании; ‘Frisia’, ‘Grasia’, ‘Nascor’, ‘ZPC 78-M-91’ из Нидерландов; ‘Electra’ из Бельгии; ‘Апока’ из США и ‘Lotos’ из Польши. Близкий к этим значениям показатель устойчивости имел польский сорт ‘Wszesne’ (0,7 балла).

Умеренная чувствительность клубней (балл 1,0) отмечена у 16-ти сортов: шести немецких (‘Carola’, ‘Fina’, ‘Gamma’, ‘Holde’, ‘Isna’, ‘Prinzes’); четырех голландских (‘Bartina’, ‘Catarina’, ‘Empire’, ‘Monitor’), двух польских (‘Darga’ и клон ‘40579’), а также единичных сортов из Дании, Великобритании, Канады и Чехии. Несколько сильнее поражались ‘Achat’ из Германии, ‘Sasanka’ из Польши (балл 1,2) и сорта ‘Redale Red’ (1,3) из США и ‘Ulster Prince’ (1,4) из Великобритании. Поражение клубней, оцениваемое баллом 1,5 отмечено у 15-ти сортов: ‘Fausta’, ‘Grata’, ‘Jessica’ из Германии; ‘Primura’, ‘Resy’, ‘Sirco’ из Нидерландов; ‘Ario’, ‘Heringa’ из Франции, а также сортов ‘Penn-71’ из США, ‘Pentland Marble’ из Великобритании и ‘Sapunar’ из Румынии.

Баллами от 2,0 до 4,0 оценивали симптомы болезни на клубнях 33-х сортов. Сильное поражение, сопровождаемое трещинами, характерно для сортов ‘Diseta’, ‘Estima’ и ‘Gaerla’ из Нидерландов.

Раннеспелые клоны селекции ЛенНИИСХ проходили послеуборочную оценку в хранилище путем подсчета числа склероций и балльной оценки некрозов на 20 клубнях каждого образца. Данные оценки симптомов поражения перспективных селекционных клонов приведены в таблице.

У клонов 304/25 и 3602/1 свободными от симптомов болезней были 15 клубней. У клона 304/25 склероции отсутствовали на всех обследованных клубнях (см. таблицу). Отсутствие некрозов на 16-ти клубнях отмечено у клона 1509/1. У этого клона некрозы найдены только на 4-х клубнях. Единичные склероции отмечены у клона 2804/3. Некрозы отсутствовали у 15 клубней этого образца. У 3602/28 отмечено несколько меньшее число клубней без склероций. Два остальных клона уступали по устойчивости перечисленным выше.

**Таблица. Чувствительность клубней селекционных клонов картофеля к ризоктониозу (Ленинградская область, «Белогорка», 2016–2017 гг.)**  
**Table. Tuber susceptibility to black scurf in potato breeding clones**  
**(“Belogorka”, Leningrad Province, 2016–2017)**

Селекционный номер	Наличие склероций, балл					Наличие некрозов, балл				
	9	8	7	6	от 5 до 1	9	8	7	6	от 5 до 1
3602/28	11	1	2	0	0	11	1	2	2	1
1604/4	8	4	3	1	0	8	0	1	2	1
2103/3	8	1	2	3	0	8	0	3	2	1
2804/3	15	1	0	0	0	15	1	1	2	0
304/25	15	0	0	0	0	15	1	2	2	0
3602/1	15	1	0	1	1	15	0	1	1	0
1509/1	16	2	1	1	0	16	0	0	0	0

Клоны 1509/1 и 1604/4 оценивали в 2017 и 2018 гг. в период уборки. В 2017 г. клон 1604/4 поражен в средней степени (балл 5,0). В 2018 г. он проявил умеренную устойчивость (балл 6,0). Такую же степень поражения клубней в 2018 г. наблюдали у клона 1509/1. В период уборки в 2017 и 2018 гг. изучили 10 других перспективных селекционных клонов. Как в 2017, так и в 2018 г. наименее поражаемым был клон 1414/1 (8,0 баллов). На клубнях клонов 1011/2, 113/6 и 414/2 в оба сезона отмечены незначительные симптомы болезни. Степень поражения клубней разных клонов различалась по годам. Более сильное поражение клубней ризоктониозом отмечено в 2017 г., условия которого в большей мере способствовали развитию инфекции. Так, в 2017 г. клубни клонов 511/1, 911/1 и 711/2 были сильно поражены (баллы 2,0, 4,0 и 1,0 соответственно). В 2018 г. поражение этих клонов было слабым – 8,0 баллов (511/1), 7,0 баллов (911/1) и 6,0 баллов (711/2). Симптомы болезни на клубнях клона 511/1 также были слабее в 2017 г. (балл 5,0) против 7,0 в 2018 г. В условиях 2017 г. выделены следующие клоны со слабым поражением клубней: 211/9, 113/6, 114/1 (7,0 баллов); 414/2 и 414/1 (8 баллов), а также клон 1011/2 (6,0 баллов).

Контроль за болезнями, в том числе паршами, в промышленных посадках осуществляется в основном с привлечением химических обработок. V. Sedlakova с соавторами (2013) исследовали устойчивость к обеим паршам у около полусотни сортов картофеля и пришли к выводу, что промышленные посадки, где применяют фунгициды, выигрывают в сравнении с органическими. По мнению других авторов, применение фунгицидов не является лучшим путем решения проблемы, т. к. помимо нанесения вреда экологии, оно дает небольшой эффект в борьбе с этими болезнями (Bautista et al., 2007, Grosch et al., 2005, Lahlali, Hijri, 2010). Ротация культур также может служить способом снижения иноулюма в почве, однако ее проведение затруднительно в большинстве районов с промышленными посадками картофеля (Bakali, Martín, 2006). Наиболее эффективным методом контроля является возделывание устойчивых сортов (Naz et al., 2008). С этой целью необходимо проведение широкомасштабного скрининга. Коллекция картофеля ВИР содержит большое число сортов разнообразного происхождения и является богатым источником материала для селекции. В результате проведенной работы выделены сорта и клоны селекции ЛенНИИСХ, слабо поражаемые патогенами.

Многие авторы отмечают, что среди разнообразия сортов только немногие характеризуются устойчивостью к паршам (Bains et al., 2002; Djéballi, Belhassen, 2010; Khandaker et al., 2011; Leach, Webb, 1993; Naz et al., 2008; Olanya et al., 2009; Scholte, 1989; Yanar et al., 2005; Zhang et al., 2014). В наших опытах доля поражаемых и слабо поражаемых сортов также составила сравнительно небольшую часть от числа изученных.

### Заключение

По результатам работы выделены сорта и селекционные клоны из коллекций ВИР и ЛенНИИСХ со слабой чувствительностью к исследуемым патогенам. Среди 217 сортов отечественной и зарубежной селекции по устойчивости к парше обыкновенной выделено 22. Слабые симптомы ризоктониоза отмечены на клубнях 34 из 126 изученных сортов отечественной селекции. Среди оцененных 93 сортов, интродуцированных из-за рубежа, по устойчивости выделено 25. Слабое поражение клубней ризоктониозом выявлено у селекционных клонов 113/6, 304/25, 414/2, 1011/2, 1414/1, 1509/1, 2804/3 и 3602/1, созданных в ЛенНИИСХ «Белогорка».

*Благодарности: Работа выполнена в рамках государственного задания согласно тематическому плану ВИР по теме № 0662-2018-0019 «Скрининг генофонда основных сельскохозяйственных культур по устойчивости к болезням и вредителям с использованием современных лабораторных методов, изучение эффективности источников устойчивости к вредным организмам», номер государственной регистрации ЕГИСУ НИОКР АААА-А16-116040710361-8.*

*Работа выполнена в рамках Гос. задания ЛенНИИСХ по теме № 0672-2018-0002 номер государственной регистрации ЕГИСУ НИОКР АААА-А-18-118012900112-2.*

## References/Литература

- Ahrenniemi P. M., Lehtonen M. J., Wilson P. S., Valkonen J. P. T. Influence of farming system and black scurf infestation level of seed tubers on stem canker and bleach scurf (*Rhizoctonia solani*) of potato // Abstract book of 16th Triennial Conference EAPR, Bilbao, 2005, 17–22.07, pp. 335–338.
- Atkinson D., Thornton M. K., Mille J. S. Development of *Rhizoctonia solani* on stems, stolons and tubers of potato II. Efficacy of Chemical Applications // Am. J. Pot Res., 2011, vol. 88, p. 96. <https://doi.org/10.1007/s12230-010-9172-1>.
- Bains P. S., Bennypaul H. S., Lynch D. R., Kawchuk L. M., Schaupmeyer C. A. *Rhizoctonia* disease of potatoes (*Rhizoctonia solani*): fungicidal efficacy and cultivar susceptibility // Am. J. Pot. Res., 2002, vol. 79, pp. 99–106.
- Bakali A. M. E., Martín M. P. Black scurf of potato // Mycologist, vol. 20, pp. 130–132.
- Bautista G., Mendoza H., Uribe D. Biocontrol of *Rhizoctonia solani* in native potato (*Solanum phureja*) plants using native *Pseudomonas fluorescens* // Acta Biologica Colombiana, 2007, vol. 12, pp. 19–32.
- Bior T., Roer L. Testing resistance of potato varieties to common scab // Potato Research, 1980, vol. 23, no 1, pp. 33–47. DOI: 10.1007/BF02364024.
- Bogucka H. Rizoktonioza ziemniaka // Ziemiak Polski, 1993, vol. 2, pp. 18–20.
- Buskila Y., Tsrer L., Sharon M., Teper-Bamnlker P., Holczer-Erich O., Warshavsky S., Ginzberg I., Burdman S., Eshel D. Postharvest dark skin spots in potato tubers are an over suberization response to *Rhizoctonia solani* infection // Phytopathology, 2011, vol. 101, no. 4, pp. 436–444. DOI: 10.1094/PHYTO-09-10-0251.
- Daami-Remadi M., Zammouri S., El Mahjoub M. Relative susceptibility of nine potato (*Solanum tuberosum* L.) cultivars to artificial and natural infection by *Rhizoctonia solani* as measured by stem canker severity, black scurf and plant growth // The African Journal of Plant Science and Biotechnology, 2008, vol. 2, no. 2, pp. 57–66.
- Djébali N., Belhassen T. Field study of the relative susceptibility of eleven potato (*Solanum tuberosum* L.) varieties and the efficacy of two fungicides against *Rhizoctonia solani* attack // Crop Protection, 2010, vol. 29, pp. 998–1002.
- Grosch R., Faltin F., Lottmann J., Kofoet A., Berg G. Effectiveness of 3 antagonistic bacterial isolates to control *Rhizoctonia solani* Kühn on lettuce and potato // Can. J. Microbiol., 2005, vol. 51, pp. 345–353.
- Gudmestad N. C., Zink R. T., Huguelet J. E. The effect of harvest date and tuber-borne sclerotia on the severity of *Rhizoctonia* disease of potato // Am Potato J, 1979, vol. 56, pp. 35–41.
- Keiser A. *Rhizoctonia solani* – a fungal disease with multiple symptoms: means of preventive and curative control // In: Potato Research for a Production of Quality. Information Day, 2008, Changins.
- Keiser A., Häberli M., Stamp P. Quality deficiencies on potato (*Solanum tuberosum* L.) tubers caused by *Rhizoctonia solani*, wireworms (*Agriotes* ssp.) and slugs (*Deroceras reticulatum*, *Arion hortensis*) in different farming systems // Field Crops Research, 2012, vol. 128, pp. 147–155.
- Khandaker M. M., Khair A., Bhuiyan M. K. A. Disease reaction of potato germplasms and true potato seeds against *Rhizoctonia solani* Kuhn. // Bangladesh J. Bot., 2011, vol. 40, pp. 193–196.
- Lahlali R., Hijri M. Screening, identification and evaluation of potential biocontrol fungal endophytes against *Rhizoctonia solani* AG3 on potato plants // FEMS Microbiol. Lett., 2010, vol. 311, pp. 152–159 [PubMed].
- Leach L. D., Garber R. H. Control of *Rhizoctonia* // In : *Rhizoctonia solani*, biology and pathology / Ed. by J. R. Parmeter, Jr. Univ of Calif Press. Berkeley, Calif, 1970, pp. 189–198.
- Leach S. S., Webb R. E. Evaluation of potato cultivars, clones and a true seed population for resistance to *Rhizoctonia solani* // Am. Potato J., 1993, vol. 70, pp. 317–328.
- Methodical instructions for the assessment of the potato breeding materials for resistance to late blight, black scurf, bacterial diseases and physical damage / Ed. A. S. Volovik, 1980, 52 p. [In Russian] (Методические указания по оценке селекционного материала картофеля на устойчивость к

- фитофторозу, ризоктониозу, бактериальным болезням и механическим повреждениям / Под ред. А. С. Воловика. М., 1980, 52 с.
- Naz F., Rauf C. A., Abbasi N. A., Irfan-Ul-Haque, Ahmad I. Influence of inoculum levels of *Rhizoctonia solani* and susceptibility on new potato germplasm // Pak. J. Bot., 2008, vol. 40, pp. 2199–2209.
- Olanya O. M., Lambert D. H., Reeves A. F., Porter G. A. Evaluation of potato clones for resistance to stem canker and tuber black scurf in field studies following artificial inoculation with *Rhizoctonia solani* AG-3 // Archives of Phytopathology and Plant Protection, 2009, vol. 42, pp. 409–418.
- Polozhenets V. M. Methodology of the assessment of potato cultivars and hybrids for resistance to complex of diseases // Proceeding of the Conference “Actual trends and perspectives of potato breeding and seed science development”. 80<sup>th</sup> Anniversary of VNIИKH. 2011, 11–13 July, Korenjovo, pp. 240–247 [in Russian] (Положенец В. М. Методология испытания сортов и гибридов картофеля на устойчивость к комплексу болезней // Материалы конференции «Современные тенденции и перспективы развития селекции и семеноводства картофеля», посвященной 80-летию ВНИИКХ. 2011, 11–13 июля, ВНИИКХ, Коренево, С. 240–247).
- Qu D.Y., Jin L.P., Xie K.Y. The industry of potato in the past 10 years in China, 106 Beijing // China Agricultural Science and Technology Press, 2008.
- Rolfs F. M. Potato failures. A preliminary report // Colo Agri Expt Sta Bull., 1902, vol. 70, no. 1, p. 12.
- Sedláková V., Dejmálová J., Doleža L. P., Hausvater E., Sedlák P., Baštová P. Characterization of forty-four potato varieties for resistance to common scab, black scurf and silver scurf // Crop Protection, 2013, vol. 48, pp. 82–87.
- Scholte K. Effects of soil-borne *Rhizoctonia solani* Kühn on yield and quality of ten potato cultivars // Potato Research, 1989, vol. 32, pp. 367–376.
- Simons A. S., Galligan C. A. Relationships between stem canker, stolon canker, black scurf (*Rhizoctonia solanii*) and yield of potato (*Solanum tuberosum*) under different agronomic conditions // Plant Pathology, 1997, vol. 46, pp. 650–658.
- Stevenson F. J. Breeding varieties of potato resistant to disease and insect injuries // Am Potato J, 1956, vol. 33, pp. 37–46.
- Tsrer L., Peretz I. The influence of the inoculum source of *Rhizoctonia solani* on development of black scurf on potato // Journal of Phytopathology, 2005, pp. 240–244.
- Wanner L. A., K.G. Haynes. Aggressiveness of *Streptomyces* on four potato cultivars and common scab resistance breeding // Amer. J. Pot. Res. 2009, vol. 86, pp. 335–346.
- Woodhall J. W., Lees A. K., Edwards S. G., Jenkinson P. Characterization of *Rhizoctonia solani* from potato in Great Britain // Plant Pathol., 2007, vol. 56, pp. 286–295.
- Yanar Y., Yllmaz G., Cesmeli I., Coskun S. Characterization of *Rhizoctonia solani* isolates from potatoes in Turkey and screening potato cultivars for resistance to AG-3 isolates // Phytoparasitica, 2005, vol. 33, pp. 370–376.
- Zhang XY, Yu XX, Yu Z, Xue YF, Qi LP. A simple method based on laboratory inoculum and field inoculum for evaluating potato resistance to black scurf caused by *Rhizoctonia solani* // Breed Sci., 2014, vol. 64, no. 2, pp. 156–163. DOI: [10.1270/jsbbs.64.156]