

АГРОНОМИЯ

DOI: 10.31677/2072-6724-2023-69-4-5-13

УДК 579.26+632.937

ПАТОГЕННЫЕ СВОЙСТВА ВОЗБУДИТЕЛЕЙ И ПОРАЖЕНИЕ СОРТОВ
ЗЕМЛЯНИКИ МИКОЗАМИ КОРНЕВОЙ СИСТЕМЫ

А.А. Беляев, доктор сельскохозяйственных наук, доцент

Р.Р. Колоколов, аспирант

О.А. Казакова, кандидат биологических наук

В.И. Лутов, кандидат сельскохозяйственных наук

Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск, Россия

E-mail: belyaev.an.ar@gmail.com

Ключевые слова: земляника, сорта, фитопатогены, патогенность, показатели роста, развитие болезни, вертициллёз, фузариоз.

Реферат. У изолятов грибов, выделенных из растений земляники садовой, *Fusarium semitectum* Berk. et Ravenel и *Verticillium albo-atrum* Reinke et Berth, доказано наличие патогенных свойств. В полевых условиях искусственная инокуляция этими изолятами повышала развитие вертициллёза до 24,0–57,0 %, фузариоза – до 26,0–31,0%, что существенно превышало развитие корневых гнилей в контроле (на уровне 2,0–2,2%). Ингибирование длины надземной системы у зараженных растений достигало 6,5–30,5% относительно контроля. В лабораторном опыте доказано наличие патогенных свойств у изолята гриба *Fusarium solani* (Mart.) Sacc., также выделенного из растений земляники. Искусственная инокуляция вызывала уменьшение длины надземной системы на 33,2%, количества новых листьев – на 53,8, длины корней – на 43,9% и увеличивала некроз корневища в 3,2 раза относительно контроля. Общее состояние растений земляники в контроле было удовлетворительным – 3,2 балла. Негативное влияние фитопатогена в вариантах с инокуляцией проявлялось в снижении состояния растений до уровня 1,3–1,4 балла. Относительную устойчивость к фузариозу земляники по результатам трехлетнего наблюдения проявляли сорта Александрина, Фестивальная ромашка, Солнечная полянка (развитие болезни в среднем за три года составило от 2,8 до 5,7% при 11,3% у стандартного сорта Юния Смайде). Относительную устойчивость к вертициллёзу земляники имели сорта Фея, Гибрид 5-90-21, Александрина, Фестивальная ромашка, Солнечная полянка, Фестивальная, Анастасия (развитие болезни в среднем за три года составило от 0 до 1,8% при 8,9% у стандарта).

PATHOGENIC PROPERTIES OF PATHOGENS AND THE DAMAGE OF
STRAWBERRY VARIETIES BY MYCOSES OF THE ROOT SYSTEM

A.A. Belyaev, Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor

R.R. Kolokolov, PhD student

O.A. Kazakova, PhD in Biological Sciences

IN AND. Lutov, PhD in Agricultural Sciences

Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia

E-mail: belyaev.an.ar@gmail.com

Keywords: strawberries, varieties, phytopathogens, pathogenicity, growth rates, disease development, verticillium, fusarium.

Abstract. Fungal isolates isolated from garden strawberry plants *Fusarium semitectum* Berk. Et Ravenel and *Verticillium albo-atrum* Reinke et Berth proved to be pathogenic. Under field conditions, artificial inoculation with these isolates increased the development of verticillium disease to 24.0-57.0% and the development of fusarium disease to 26.0-31.0%, which significantly exceeded the growth of root rot in control at the level of 2.0-2.2%. Inhibition of the above-ground system length in infected plants reached 6.5-30.5% relative to the control. In a laboratory experiment, the presence of pathogenic properties in an isolate of the fungus *Fusarium solani* (Mart.)

Sacc., also isolated from strawberry plants, was proved. Artificial inoculation caused a decrease in the length of the above-ground system by 33.2%, the number of new leaves by 53.8%, a reduction in the size of the roots by 43.9%, and increased rhizome necrosis by 3.2 times relative to the control. The general condition of strawberry plants in the control was satisfactory by 3.2 points. The negative effect of the phytopathogen in variants with inoculation was manifested in a decrease in the state of plants to a level of 1.3-1.4 points. According to the results of a 3-year observation, the varieties Alexandrina, Festivalnaya Romashka, and Solnechnaya Polyanka showed relative resistance to fusarium disease of strawberries (the development of the disease on average over three years ranged from 2.8 to 5.7%, with 11.3% in the standard variety Yunia Smajds). Varieties Feya, hybrid Lutova, Aleksandrina, Festivalnaya Romashka, Solnechnaya Polyanka, Festivalnaya, and Anastasia had relative resistance to verticillium disease (the development of the disease on average over three years ranged from 0 to 1.8%, with 8.9% for the standard).

Садовая земляника (*Fragaria ×ananassa* (Duchesne ex Weston) Duchesne ex Rozier) – наиболее популярная ягодная культура, выращиваемая на различных континентах и ценящаяся населением за отличное качество плодов, высокую урожайность, скороплодность. Используется для употребления плодов в свежем виде, для детского, диетического питания, для различных видов переработки, в лекарственных целях, а также как декоративное растение. Это вечнозеленое многолетнее травянистое растение выращивается как в закрытом, так и в открытом грунте. По-видимому, наиболее суровой природной зоной, где распространено выращивание земляники в открытом грунте, являются регионы Сибири и Дальнего Востока Российской Федерации. В Западной Сибири в течение XX–XXI вв. создан сибирский сортимент земляники, в настоящее время включающий 37 сортов, включенных в Госреестр селекционных достижений, из которых 10 сортов выведены в Сибири и являются адаптированными к сибирским условиям [1]. Остальные сорта, созданные в других регионах, прошли тщательное изучение в процессе интродукции.

Для сибирских условий разработаны технологические рекомендации по выращиванию земляники в открытом грунте, включающие выбор участка и организацию территории, севооборот и предпосадочную подготовку почвы (в том числе сидеральные пары), методы выращивания посадочного материала, способы ухода за посадками, защитные мероприятия от болезней и вредителей. Стрессовыми факторами для садовой земляники в условиях Сибири являются низкие температуры в период зимовки, особенно при отсутствии снегового покрова (поздней осенью или ранней весной), длительные периоды сильных морозов при температуре

-30...-35°C и ниже, вызывающие вымерзание растений, а также высокий снеговой покров на незамерзшей почве, приводящий к переувлажнению, дефициту кислорода в почве и последующему выпреванию растений земляники [2–5]. В весенний период стрессовое влияние на землянику оказывают засушливые периоды с суховейными ветрами, приводящие к весеннему ожогу перезимовавших листьев [6, 7]. Указанные стрессы ослабляют растения, снижают их устойчивость к инфекционным заболеваниям, прежде всего, передающимся через почву. В качестве возбудителей вертициллеза земляники отмечены *Verticillium dahlia* Klebahn, *V. albo-atrum* Reinke et Berth., *V. lateritium* Berk. [8, 9], в качестве возбудителей фузариоза – *Fusarium oxysporum* Schlecht., *Fusarium sporotrichiella* Sherb. [10–12].

Цель исследования – определение патогенных свойств возбудителей микозов корневой системы садовой земляники в условиях лесостепи Приобья и оценка поражаемости сортов земляники фузариозом и вертициллезом.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследование проведено в 2017–2023 гг. в посадках земляники сельскохозяйственной артели «Сады Сибири» Новосибирской области и в лабораторных условиях кафедры защиты растений Новосибирского государственного аграрного университета. Хозяйство расположено в подзоне дренированной лесостепи Приобья, почва серая лесная, предшественник – черный пар. Объекты исследования: растения земляники 10 сортов из коллекции СХА «Сады Сибири» с площадью под каждым сортом 60–150 м²; культуры фитопатогенных грибов – возбудителей фузариоза и вертициллеза земляники.

Период вегетации в 2020 г. отличался жаркими условиями – сумма эффективных температур (СЭТ) выше +5°C за вегетацию составила 1725,3 °C и был достаточно увлажненным (гидротермический коэффициент по Г.Т. Селянинову 1,3). Вегетационный период 2018 г. оказался достаточно холодным с суммой эффективных температур выше +5°C 1434,4°C и по значению ГТК, равному 1,3, достаточно увлажненным. Остальные годы исследований (2017, 2019, 2021–2023-й) были достаточно тёплыми с СЭТ 1554,8–1660,6°C, ГТК 1,0–1,4, однако 2022 г. оказался наиболее засушливым (ГТК 0,6).

Выкопанные в полевых условиях больные растения земляники в лаборатории тщательно промывали в воде, удаляя почву, затем в стерильной воде. Стерильным лезвием продольно разрезали корневище. Отрезки корневища длиной 2–3 мм стерилизовали 70%-м спиртом, размещали в чашки Петри на агар Чапека и культивировали в термостате при температуре 26°C. Идентификацию выделенных культур грибов проводили путем анализа их культурально-морфологических характеристик с использованием известных методик [11, 13].

Искусственное заражение земляники культурами грибов проводили в лабораторных и полевых условиях. Саженцы земляники в фазе 2–3 настоящих листьев отмывали от почвы на корнях. Инокуляцию растений проводили трехнедельными культурами грибов путем прикладывания их агаровых блоков диаметром 10 мм к поверхности корневища саженца, которое предварительно повреждали уколом лабораторной иглой на глубину 0,2–0,3 мм, прикрепляемых к корневищу стерильной ватой, смоченной в стерильной воде. Инокулированные растения высаживали в пластиковые контейнеры (в лаборатории) или в почвенную гряду (на полевом участке). В контрольном варианте саженцы промывали в воде, наносили поранения на корневище и высаживали. Повторность – пятикратная в лабораторном опыте и десятикратная в опыте в полевых условиях (5–10 растений в каждом варианте). Схема посадки в полевых условиях однострочная: расстояние между растениями 20 см в ряду и 90 см в междурядьях. После посадки через 7 дней учитывали приживаемость, а через 4 недели – признаки роста и пораженности болезнями.

Оценку поражения болезнями растений проводили по общепринятым в сортоизучении методикам по 5-балльным шкалам для вертициллеза земляники [14] и фузариоза [7].

В статистической обработке данных использованы методы оценки достоверности различий между средними величинами с использованием критерия Стьюдента (t-тест), дисперсионного анализа [15] и пакета прикладных компьютерных программ SNEDECOR для Windows [16].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В период исследования нами были выделены из растений земляники изоляты грибов *Fusarium solani* (Mart.) App. et Wr., *F. semitectum* Berk. et Ravenel и *Verticillium albo-atrum* Reinke et Berth. В условиях искусственного заражения в лабораторных и полевых условиях было проведено доказательство наличия у них патогенных свойств.

Симптомы вертициллеза проявлялись в хронической форме в виде задержки роста, измельчения листьев, отмирания части периферийных листьев, некрозе и загнивании корневища. При поражении фузариозом нижние листья увядшие и отмирающие, молодые листья мелкие, хлоротичные, с покрасневшими черешками, наблюдалась сухая гниль корневища.

В лабораторных условиях проведена инокуляция растений грибом *Fusarium solani* и оценены симптомы и показатели роста растений. Растения высаживали в пластиковые контейнеры 22 октября 2020 г. и проводили 4 учета их состояния через 4; 5,5; 6 и 7,5 недели после посадки растений (табл. 1, 2).

Достоверное снижение длины старых листьев наблюдалось лишь при третьем учете (через 6 недель после высадки растений), в варианте с инокуляцией длина надземной части составила 3,4 см, что на 1,8 см (34,1%) меньше, чем в контроле.

По длине новых листьев достоверные различия с контролем были получены также во время третьего учета. Разность между контролем и инокуляцией составила 2,4 см, что было достоверно меньше (на 33,2%) длины новых листьев в контроле, составившей 7,3 см.

Показатели роста растений земляники при заражении грибом *Fusarium solani*
Growth indicators of strawberry plants infected with the fungus
Fusarium solani

Срок учета	Вариант	Длина надземной части, см (живые старые листья)	Количество старых листьев, на растение	Длина надземной части, см (живые новые листья)	Количество новых листьев на растение	Общее состояние, баллов
1-й, 17 ноября 2020 г.	Контроль	4,5 ± 0,4	7,2 ± 0,7	6,8 ± 0,7	5,4 ± 1,5	3,2 ± 0,3
	Инокуляция	5,5 ± 0,8	6,6 ± 0,6	4,8 ± 1,3	3,8 ± 0,7	2,2* ± 0,3
2-й, 27 ноября 2020 г.	Контроль	5,1 ± 0,2	6,6 ± 0,6	7,5 ± 0,6	6,6 ± 1,5	2,7 ± 0,5
	Инокуляция	4,1 ± 1,1	4,8* ± 1,2	5,5 ± 1,9	4,2* ± 0,6	1,4* ± 0,5
3-й, 1 декабря 2020 г.	Контроль	5,2 ± 0,1	6,6 ± 0,6	7,3 ± 0,8	7,8 ± 1,0	2,7 ± 0,3
	Инокуляция	3,4* ± 1,4	4,2* ± 1,8	4,9* ± 2,1	3,6* ± 0,6	1,3* ± 0,6

Примечание. Здесь и далее: * P<0,05 в сравнении с контролем.
Note. Here and below: * P <0.05 compared with control

Количество живых старых листьев на одном растении земляники при первом учете (через 4 недели после высадки растений) в контроле составило 7,2, в варианте с инокуляцией – 6,6. Достоверные различия получены только во второй и третий сроки, количество листьев на растение в контроле составило 6,6, в варианте с инокуляцией – 4,8 и 4,2 соответственно (снижение на 27,3 и 36,%).

Снижение количества новых листьев также было достоверно подтверждено только при втором и третьем учетах. В контроле количество листьев на растение составило 6,6–7,8, в варианте с инокуляцией – 4,2–3,6, что на 36,4 и 53,8% меньше, чем в контроле.

Общее состояние растений земляники в контроле было удовлетворительным – 3,2 балла, в варианте с инокуляцией – 2,2 балла, т.е. на 1 балл меньше, чем в контроле. При последующих учетах негативное влияние патогена на состояние растений в вариантах с инокуляцией увеличилось до двукратного ослабления – на уровне 1,3–1,4 балла. Достоверные различия с контролем были получены во все сроки учета в варианте с инокуляцией.

Распространенность некроза корневища на продольном разрезе органа в контроле составила 20,0%, в варианте с инокуляцией – 60,0%, т.е. в 3 раза больше, чем в контроле (табл. 2).

Степень поражения некрозом корневища в контроле была на уровне 25%, а в варианте с инокуляцией изолятом *F. solani* достигала 80%, статистически достоверная разность (P<0,05) – 55% (увеличение в 3,2 раза). Некроз листьев при инокуляции достигал развития 80,0%, что достоверно выше некроза у контрольных растений (20,0%).

Статистически достоверно также доказано снижение длины корней в варианте с инокуляцией, где она составила 6,4 см при 11,4 см в контроле (разность 5 см, снижение в варианте с инокуляцией на 43,9%).

В полевых условиях оценивали патологическое воздействие на растения грибов *Verticillium albo-atrum* и *Fusarium semitectum* в наблюдениях 2017–2020 гг. В год посадки растений в опыте контрольные растения поражались корневыми инфекциями, вызванными естественным запасом инокулюма возбудителей, накопившимся в почве, на уровне 2,0% (очень слабое поражение), и в последующие годы наблюдения данный уровень поражения в контроле сохранился (табл. 3). В вариантах с инокуляцией *V. albo-atrum* и *F. semitectum* в 2017 г. наблюдалась статистически достоверное (P<0,05) увеличение степени поражения до 24,0–26,0%. В 2018 г. уровень поражения в вариантах с искусственной инокуляцией достоверно (P<0,05) вырос

до уровня 32,0% (инокуляция *V. albo-atrum*) и 28,0% (инокуляция *F. semitectum*), в 2019 г. – до уровня 57,0 и 31,0%. По завершении опыта в 2020 г. у выкопанных опытных растений была измерена площадь некроза на продольном сече-

нии корневища, которая в контроле составила 18,0%, в варианте с инокуляцией *V. albo-atrum* – 64,0, с инокуляцией *F. semitectum* – 51,1%, что статистически достоверно превышало уровень контроля в 3,6 и 2,8 раза.

Таблица 2

Патологические показатели и длина корней растений земляники при заражении грибом *Fusarium solani* через 7,5 недели после посадки растений
Pathological indicators and length of roots of strawberry plants when infected with the fungus *Fusarium solani* 7.5 weeks after planting

Срок учета	Вариант	Некроз корневища на продольном разрезе, %		Некроз листьев, %	Длина корней, см
		распространенность	степень поражения		
4-й, 10 декабря 2020 г.	Контроль	20,0 ± 20,0	25,0 ± 15,8	20,0 ± 20,0	11,4 ± 0,9
	Инокуляция	60,0* ± 20,0	80,0* ± 20,0	80,0* ± 20,0	6,4* ± 1,3

Таблица 3

Влияние искусственной инокуляции грибами *Verticillium albo-atrum* и *Fusarium semitectum* на развитие поражения растений земляники корневыми инфекциями (сорт Юния Смайде, средние за 2017–2020 гг.)
The influence of artificial inoculation with fungi *Verticillium albo-atrum* and *Fusarium semi-tectum* on the development of damage to strawberry plants by root infections (variety Junia Smids, average for 2017–2020)

Год	Естественный фон (контроль)	Инокуляция <i>Verticillium albo-atrum</i>	Инокуляция <i>Fusarium semitectum</i>
<i>Степень поражения, баллов, при учете в конце вегетации</i>			
2017	2,0	24,0*	26,0*
2018	2,0	32,0*	28,0*
2019	2,2	57,0*	31,0*
НСР ₀₅ по фонам и годам = 0,23			
<i>Некротизация корневища на продольном сечении, %, при учете 2 августа</i>			
2020	18,0	64,0*	51,1*
НСР ₀₅ по фонам = 9,6			

Измерение длины надземной части в год посадки растений (2017-й) показало достоверное (P<0,05) снижение в варианте с инокуляцией *V. albo-atrum* на 2,1 см, *F. semitectum* – на 0,7 см при 25,4 см в контроле (табл. 4). В последующие два года наблюдений (2018-й и 2019-й) доказано более сильное ингибирование роста в варианте с инокуляцией *V. albo-atrum*

– на 5,8–6,7 см (26,4–30,5%) и с инокуляцией *F. semitectum* – на 1,4–6,0 см (6,5–27,8%) при 22,0 и 21,6 см у контрольных растений.

Таким образом, полученные опытные данные подтверждают наличие патогенных свойств у изолятов *F. semitectum*, *F. solani*. и *V. albo-atrum*.

Таблица 4

Влияние искусственной инокуляции грибами *Verticillium albo-atrum* и *Fusarium semitectum* на длину надземной части растений земляники (сорт Юния Смайде, 2017–2019 гг., СХА «Сады Сибири», учеты в конце вегетации), см

The effect of artificial inoculation with the fungi *Verticillium albo-atrum* and *Fusarium semi tectum* on the length of the aerial parts of strawberry plants (variety Junia Smids, 2017–2019, Agricultural Academy “Gardens of Siberia”, surveys at the end of the growing season), cm

Год	Естественный фон (контроль)	Инокуляция <i>Verticillium albo-atrum</i>	Инокуляция <i>Fusarium semitectum</i>
2017	25,4	23,3*	24,7*
2018	22,0	15,3*	16,2*
2019	21,6	15,6*	20,2*
НСР ₀₅ по фонам и годам = 0,6 см			

Поражение сортов корневыми инфекциями. Для учета поражения растений земляники нами было взято 10 сортов из коллекции садовой земляники СХА «Сады Сибири»: Фея, Барабинская, Юния Смайде, Гибрид 5-90-21, Александрина, Фестивальная ромашка, Солнечная полянка, Фестивальная, Первоклассница

и Анастасия (табл. 5), в качестве эталонного варианта был выбран распространенный в Сибири сорт Юния Смайде. Сорта Барабинская, Гибрид 5-90-21, Александрина, Солнечная полянка, Первоклассница и Анастасия выведены в условиях Западной Сибири.

Таблица 5

Оценка поражения фузариозом на растениях земляники посадки 2020–2022 гг. в коллекции СХА «Сады Сибири» (развитие болезни, %, учет в первой декаде июня 2021–2023 гг.)

Assessment of *Fusarium* damage on strawberry plants planted in 2020–2022. in the collection of the Agricultural Academy “Gardens of Siberia” (disease development, %, registration in the first ten days of June 2021–2023)

Сорт	Учет 2021 г. (посадка 2020 г.)	Учет 2022 г. (посадка 2021 г.)	Учет 2023 г. (посадка 2022 г.)
Фея	13,6**	10,4**	2,4*
Барабинская	10,8	18,4**	2,8*
Юния Смайде (стандарт)	9,6	4,8	19,6
Гибрид 5-90-21	3,6*	21,6**	0,0*
Александрина	8,4	0,0*	0,0*
Фестивальная ромашка	7,2	0,0*	0,0*
Солнечная полянка	12,0	0,0*	5,2*
Фестивальная	14,8**	2,4	5,6*
Первоклассница	25,2**	17,6**	2,8*
Анастасия	10,0	6,0	13,0
НСР ₀₅	3,2	3,2	11,4

* Статистически достоверно ($P < 0,05$) ниже стандарта.

** Статистически достоверно выше стандарта.

* Statistically significant ($P < 0.05$) below the standard.

** Statistically significantly higher than standard.

Развитие фузариоза на опытном участке после перезимовки земляники, посаженной в 2020 г., в 2021 г. наблюдалось на всех сортах. В варианте с сортом Юния Смайде оно составило

9,6%. Наименьшие показатели развития болезни наблюдались у сорта Гибрид 5-90-21 – 3,6%, что достоверно ($P < 0,05$) ниже, чем у стандартного сорта. Наибольшее развитие болезни отмече-

но у сорта Первокласница – 25,2%, на 15,6% выше сорта Юния Смайде, а также у сортов Фея (13,6%) и Фестивальная (14,8%), статистически достоверно выше стандарта.

В насаждениях 2021 г. после перезимовки в третьей декаде мая 2022 г. развитие болезни у сорта Юния Смайде составило 4,8%. У сорта Гибрид 5-90-21 наблюдалось наивысшее развитие болезни – до уровня 21,6%, что на 16,8% больше относительно сорта Юния Смайде, также достоверно выше стандарта поразились сорта Фея (10,4%), Барабинская (18,4%), Первокласница (17,7%). В вариантах с сортами Александрина, Фестивальная ромашка, Солнечная полянка признаки болезни отсутствовали. У сортов Фестивальная и Анастасия развитие фузариоза было на уровне стандартного сорта – 2,4–6,0%.

В насаждениях земляники 2022 г. учет поражения фузариозом проведен в первой декаде июня 2023 г. Стандартный сорт Юния Смайде имел развитие фузариоза на уровне 19,6%. На уровне стандарта поразились также сорт Анастасия (13,0%). Статистически достоверно ($P < 0,05$) ниже стандарта было развитие болезни у сортов Фея (2,4%), Барабинская (2,8%), Гибрид 5-90-21 (0,0%), Александрина (0,0%), Фестивальная ромашка (0,0%), Солнечная полянка (5,2%), Фестивальная (5,6%), Первокласница (2,8%).

Таким образом, по данным наблюдений за посадками земляники 2020–2022 гг. относительную устойчивость к фузариозу земляники (минимальное поражение фузариозом на уровне стандарта или достоверно ниже стандарта) имели сорта Александрина, Фестивальная ромашка, Солнечная полянка (развитие болезни в среднем за 3 года составило от 2,8 до 5,7% при 11,3% у стандартного сорта Юния Смайде). Максимальные уровни поражения на одинаковом уровне со стандартом или достоверно выше, доказаны у сортов Фея, Фестивальная, Первокласница.

Оценка поражения вертициллезом растений, посаженных в 2020 г., показала отсутствие симптомов заболевания после их перезимовки в первой декаде июня 2021 г.

В учете уровня поражения вертициллезом растений, посаженных в 2021 г., отмечено после перезимовки растений в начале июня 2022 г. развитие болезни у стандартного сорта Юния Смайде на уровне 10,7% (табл. 6). Статистически достоверно ($P < 0,05$) на одинаковом уровне со стандартом поразились сорта Барабинская (9,3%) и Первокласница (8,0%). Остальные сорта либо не поразились вертициллезом, либо поразились статистически достоверно ниже стандарта – сорт Фея (5,3%).

Таблица 6

Оценка поражения вертициллезом на растениях земляники посадки 2020–2022 гг. в коллекции СХА «Сады Сибири» (развитие болезни, %, учет в первой декаде июня 2021–2023 гг.)
Assessment of verticillium damage on strawberry plants planted in 2020–2022. in the collection of the Agricultural Academy “Gardens of Siberia” (disease development, %, registration in the first ten days of June 2021–2023)

Сорт	Учет 2021 г. (посадка 2020 г.)	Учет 2022 г. (посадка 2021 г.)	Учет 2023 г. (посадка 2022 г.)
Фея	0,0	5,3*	0,0*
Барабинская	0,0	9,3	0,0*
Юния Смайде (стандарт)	0,0	10,7	16,0
Гибрид 5-90-21	0,0	0,0*	1,6*
Александрина	0,0	0,0*	3,2*
Фестивальная ромашка	0,0	0,0*	0,0*
Солнечная полянка	0,0	0,0*	0,0*
Фестивальная	0,0	0,0*	3,2*
Первокласница	0,0	8,0	0,0*
Анастасия	0,0	0,0*	4,0*
НСР ₀₅	-	3,9	3,9

В 2022 г. развитие болезни в варианте со стандартным сортом Юния Смайдс составило 16,0%, на 5,3% больше, чем в прошлом году. Достоверные эффекты ($P < 0,05$) снижения пораженности болезнью наблюдались у всех остальных сортов, у которых заболевание либо отсутствовало – сорта Фея, Барабинская, Фестивальная ромашка, Солнечная полянка, Первоклассница, либо было ниже стандарта – сорта Гибрид 5-90-21 (1,6%), Александрина (3,2%), Фестивальная (3,2%), Анастасия (4,0%). Таким образом, можно констатировать наличие относительной устойчивости к вертициллезу у сортов Фея, Гибрид 5-90-21, Александрина, Фестивальная ромашка, Солнечная полянка, Фестивальная, Анастасия (развитие болезни в среднем за три года составило от 0 до 1,8% при 8,9% у стандартного сорта Юния Смайдс).

ВЫВОДЫ

1. Доказано наличие патогенных свойств у изолятов грибов, выделенных из растений земляники, *Fusarium semitectum* Berk. et Ravenel и *Verticillium albo-atrum* Reinke et Berth. В полевых условиях искусственная инокуляция изолятами повышала уровень развития вертициллеза

до 24,0–57,0 %, фузариоза – до 26,0–31,0% что существенно превышало уровень контроля (2,0–2,2%). Ингибирование длины надземной системы у зараженных растений достигало 6,5–30,5% относительно контроля.

2. В лабораторном опыте доказано наличие патогенных свойств у изолята гриба *Fusarium solani* (Mart.) Sacc., выделенного из растений земляники. Искусственная инокуляция вызывала уменьшение длины надземной системы на 33,2%, количества новых листьев – на 53,8, длины корней – на 43,9% и увеличивала некроз корневища в 3,2 раза относительно контроля.

3. Относительную устойчивость к фузариозу земляники по результатам трехлетнего наблюдения проявляли сорта Александрина, Фестивальная ромашка, Солнечная полянка (развитие болезни в среднем за 3 года составило от 2,8 до 5,7% при 11,3% у стандартного сорта Юния Смайдс). Относительную устойчивость к вертициллезу земляники имели сорта Фея, Гибрид 5-90-21, Александрина, Фестивальная ромашка, Солнечная полянка, Фестивальная, Анастасия (развитие болезни в среднем за три года составило от 0 до 1,8% при 8,9% у стандарта).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т.1: Сорта растений (официальное издание). – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2023. – 631 с.
2. Стольников Н.П., Лутов В.И. Промышленная культура земляники в Сибири: монография / НГАУ. НИИСС им. М.А. Лисавенко. – Новосибирск, 2009. – 207 с.
3. Стольников Н.П., Колесникова А.В. Хозяйственно-биологическая оценка сортов земляники рода *Fragaria* L. на юге Западной Сибири. – Барнаул, 2022. – 204 с.
4. Зубкова М.И., Ожерельева З.Е. Некоторые аспекты зимостойкости земляники садовой // Современное садоводство. – 2019. – № 1. – С. 60–74.
5. Стольников Н.П. Культура земляники в Западной Сибири. – Барнаул: ИП Колмогоров И.А., – 2014. – 182 с.
6. Реакция плодовых и ягодных растений на воздействие стрессоров 2010 г. / С.А. Брюхина, Е.М. Цуканова, А.А. Скрылев [и др.] // Вестник ТГУ. – 2011. – Т. 16, вып. 2. – С. 630–632.
7. Козаева М.И. Оценка устойчивости различных сортов и форм земляники к фузариозному увяданию: методика. – Вена: Premier Publishing s.r.o. Vienna, 2017. – 28 с.
8. Говорова Г.Ф., Говоров Д.Н., Буланов А.Е. Комплексная устойчивость сортов земляники к болезням и вредителям // Защита и карантин растений. – 2012. – № 9. – С. 23–24.
9. Шаманская Л.Д. Вредители и болезни садов Сибири / ФГБНУ Федеральный Алтайский научный центр агробиотехнологий. – Барнаул: Новый формат, 2018. – 218 с.
10. Андреева Н.Ф. Фузариозное увядание земляники // Микология и фитопатология. – 1971. – Т. 5, № 5. – С. 467–469.
11. Пидопличко Н.М. Грибы-паразиты культурных растений: определитель. – Киев: Наукова думка, 1977. – Т.1. – 296 с.; Т.2. – 300 с.; Т.3. – 232 с.

12. Видовой состав микофлоры насаждений земляники и малины / О.В. Скрипка, И.Н. Александров, И.П. Дудченко [и др.] // Защита и карантин растений. – 2010. – № 3. – С. 55–57.
13. Билай В.И. Фузариоз. – Киев: Наукова думка, 1977. – 442 с.
14. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. – Орел: Изд-во ВНИИСПК, 1999. – 606 с.
15. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта: с основами статистической обработки результатов исследований. – М., 2013. – 349 с.
16. Сорокин О.Д. Прикладная статистика на компьютере. – 2-е изд. – Краснообск: ГУП РПО СО РАСХН, 2009. – 222 с.

REFERENCES

1. Gosudarstvennyi reestr selektsionnykh dostizhenii, dopushchennykh k ispol'zovaniyu. T.1. «Sorta rastenii» (ofitsial'noe izdanie) (State register of selection achievements approved for use. T.1. "Varieties of Plants" (official edition), Moscow: FGBNU «Rosinformagrotekh», 2023, 631 p. (In Russ.))
2. Stol'nikova N.P., Lutov V.I., *Promyshlennaya kul'tura zemlyaniki v Sibiri* (Industrial culture of strawberries in Siberia), NGAU, NIISS im. M.A. Lisavenko, Novosibirsk, 2009, 207 p.
3. Stol'nikova N.P., Kolesnikova A.V., *Khozyaistvenno-biologicheskaya otsenka sortov zemlyaniki roda Fragaria L. na yuge Zapadnoi Sibiri* (Economic and biological assessment of strawberry varieties of the genus *Fragaria L.* in the south of Western Siberia), Barnaul, 2022, 204 p.
4. Zubkova M.I., Ozherel'eva Z.E., *Sovremennoe sadovodstvo*, 2019, No. 1, pp. 60–74. (In Russ.)
5. Stol'nikova N.P., *Kul'tura zemlyaniki v Zapadnoj Sibiri* (Strawberry culture in Western Siberia), Barnaul: IP Kolmogorov I.A, 2014, 182 p.
6. Brjuhina S.A., Cukanova E.M., Skrylev A.A., et al., *Vestnik TGU*, 2011, Vol. 16, No. 2, pp. 630–632. (In Russ.)
7. Kozaeva M.I., *Otsenka ustoichivosti razlichnykh sortov i form zemlyaniki k fuzarioznomu uvyadaniyu* (Assessment of the resistance of various varieties and forms of strawberries to *Fusarium wilt*), Vena: Premier Publishing s.r.o. Vienna, 2017, 28 p. (In Russ.)
8. Govorova G.F., Govorov D.N., Bulanov A.E., *Zashhita i karantin rastenij*, 2012, No. 9, pp. 23–24. (In Russ.)
9. Shamanskaya L.D., *Vrediteli i bolezni sadov Sibiri* (Pests and diseases of Siberian gardens), Barnaul: Novyi format, 2018, 218 p.
10. Andreeva N.F., *Mikologiya i fitopatologiya*, 1971, Vol. 5, No. 5, pp. 467–469. (In Russ.)
11. Pidoplichko N.M., *Griby-parazity kul'turnykh rastenii* (Parasitic fungi of cultivated plants), Kiev: Naukova dumka, 1977, T. 1, 296 p.; T.2, 300 p.; T.3, 232 p. (In Russ.)
12. Skripka O.V., Aleksandrov I.N., Dudchenko I.P., et al., *Zashhita i karantin rastenij*, 2010, No. 3, pp. 55–57. (In Russ.)
13. Bilai V.I., *Fuzarii* (*Fusarium*), Kiev: Naukova dumka, 1977, 442 p.
14. *Programma i metodika sortoizucheniya plodovykh, yagodnykh i orekhoplodnykh kul'tur* (Program and methodology for variety study of fruit, berry and nut crops), Orel, Izd-vo VNIISPК, 1999, 606 p. (In Russ.)
15. Dospikhov B.A., *Metodika polevogo opyta: s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniia* (Field experience methodology: with the basics of statistical processing of research results), Moscow, 2013, 349 p.
16. Sorokin O.D. *Prikladnaya statistika na komp'yutere* (Applied statistics on the computer), Krasnoobsk: GUP RPO SO RASKhN, 2009, 222 p.