

РИЗОКТОНИОЗ КАРТОФЕЛЯ В УСЛОВИЯХ ПРОИЗВОДСТВА В ЛЕСОСТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Ю.В. Пилипова, доктор сельскохозяйственных наук, доцент

Е.М. Шалдыева, доктор биологических наук, профессор

Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск, Россия

E-mail: pyuv260565@mail.ru

Ключевые слова: картофелеводство, ризоктониоз, почвенная популяция, склеротии, многолетняя динамика, развитие болезни, протравливание, фитосанитарный предшественник.

Реферат. Научное исследование выполнено в период с 1990 по 2022 г. на 20 сортах картофеля с целью изучения патогенеза ризоктониоза в условиях производства культуры и обоснования приёмов системы защиты от заболевания. Гриб *R. solani* ежегодно сохраняется в почве и на семенных клубнях в форме мицелия и склеротиев. Было установлено, что более 60% почв агроэкосистем картофеля имеют содержание возбудителя ризоктониоза, многократно превышающее установленный ЭПВ. Мониторинг фитосанитарного состояния семенного материала картофеля показал, что в среднем около 60% клубней заселены возбудителем ризоктониоза, в том числе склеротической формой около 30%, что в 6 раз превышает фитосанитарный регламент. Таким образом, в условиях региона ежегодно обеспечивается двойной механизм передачи фитопатогена. Возбудитель ризоктониоза поражает ростки картофеля, вызывая впоследствии их полную гибель (в среднем 12%), выпадения всходов, снижая густоту продуктивных растений в посадках культуры. На последующих этапах роста и развития картофеля отмечено значительное развитие заболевания на стеблях (в среднем 31,4%), повреждаются и погибают столоны (соответственно 9,3 и 5,5%), что нарушает процессы столоно- и клубнеобразования. В условиях региона ризоктониоз протекает в форме эпифитотии с распространённостью 88% и более. Стратегия защиты картофеля от ризоктониоза должна базироваться на приёмах, которые снижают исходную плотность популяции гриба *R. solani* в почвах агроэкосистем и на семенных клубнях. Важными элементами технологии возделывания картофеля являются севооборот с насыщением не более 30% (биологическая эффективность – 43,2–79,5%), фитосанитарный предшественник, в том числе сидеральные пары (биологическая эффективность – 49,0–75,9 %), обязательное протравливание препаратами химической (биологическая эффективность – 54,9–98,8%) или биологической природы. Перспективным направлением в снижении ризоктониоза можно считать использование энтомопатогенных грибов *Metarhizium robertsii* и *Baeuveria bassiana*. Протравливание семенных клубней конидиями энтомопатогенных грибов подавляло развитие заболевания в посадках картофеля на 1,8–3,7%, обеспечивая прибавку урожая на 12,1–19,2%. Изучение влияния *Metarhizium robertsii* и *Baeuveria bassiana* на патогенез ризоктониоза будет продолжено.

RHIZOCTONIA DISEASE OF POTATO IN PRODUCTION CONDITIONS IN THE FOREST-STEPPE OF WESTERN SIBERIA

U.V. Pilipova, Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor

E. M. Shaldyeva, Doctor of Biological Sciences, Professor,

Novosibirsk state agrarian University, Novosibirsk, Russia

E-mail: pyuv260565@mail.ru

Keywords: potato growing, black scurf of potato, soil population, sclerotia, long-term dynamics, disease development, seed disinfectant, phytosanitary crop

Abstract. The authors carried out a scientific study from 1990 to 2022 on 20 varieties of potatoes to study the pathogenesis of Rhizoctonia in crop production conditions and substantiate the methods of the system of protection against the disease. The fungus *R. Solani* persists annually in the soil and on seed tubers in the form of mycelium and sclerotia. It was found that more than 60% of the grounds of potato agroecosystems have the content of the causative agent of Rhizoctonia is many times higher than the established ETH (Economic threshold of harmfulness). Furthermore, monitoring of the phytosanitary state of potato seed material showed that, on average, about 60% of the tubers are inhabited by the causative agent of Rhizoctonia, including about 30% of the sclerotial form, which is six times higher than the phytosanitary regulations. Thus, in the region's conditions, a double mechanism of phytopathogen transmission is provided annually. The causative agent of Rhizoctonia infects

potato sprouts, subsequently causing their complete death (on average 12%) and shootouts, reducing the density of productive plants in crop plantings. At subsequent stages of growth and development of potatoes, significant expansion of the disease on the stems was noted (on average 31.4%), and stolons were damaged and died (9.3 and 5.5%, respectively), which disrupted the processes of stolon and tuberization. In the region's conditions, Rhizoctonia occurs in the form of epiphytotic with a prevalence of 88% or more. Therefore, the potato protection strategy against Rhizoctonia should be based on methods that reduce the initial population density of the *R. Solani* fungus in the soils of agroecosystems and on seed tubers. Essential elements of potato cultivation technology are cropping rotation with a saturation of no more than 30% (biological efficiency - 43.2–79.5%); phytosanitary precursor, including green manure pairs (biological efficiency - 49.0–75.9%); mandatory etching with chemical preparations (biological efficiency - 54.9–98.8%) or natural origin. Using entomopathogenic fungi *Metarhizium robertsii* and *Baeuveria bassiana* can be a promising direction in reducing Rhizoctonia. Dressing seed tubers with conidia of entomopathogenic fungi suppressed the development of the disease in potato plantings by 1.8–3.7%, providing an increase in yield by 12.1–19.2%. The study of the influence of *Metarhizium robertsii* and *Baeuveria bassiana* on the pathogenesis of Rhizoctonia will be continued.

Ризоктониоз картофеля – одно из наиболее распространённых заболеваний во всех картофелеводческих хозяйствах, в том числе в агроэкосистемах картофеля лесостепи Западной Сибири.

В онтогенезе картофеля выделяют три критических периода, во время которых формируются основные элементы структуры урожая культуры: густота продуктивных растений, число столонов и клубней, масса одного клубня. Формирование оптимальных параметров элементов структуры урожая в значительной степени определяется фитосанитарным состоянием семенного материала и посадок картофеля. Вредоносность ризоктониоза обусловлена гибелью ростков картофеля, повреждением и гибелью подземных стеблей и столонов, что в конечном итоге вызывает снижение урожая и его качества. Кроме того, развитие заболевания приводит к формированию популяции фитопатогена на клубнях нового урожая: склероциальная форма значительно снижает семенные качества, а распространение углублённой пятнистости – товарность клубней [1].

Возбудитель заболевания – несовершенный гриб *Rhizoctonia solani* – характеризуется К-стратегией жизненного цикла, что определяется его биоэкологическими особенностями. Возбудитель отличается широкой филогенетической специализацией (способен развиваться на 230 видах растений из 66 семейств) и имеет генетически неоднородную популяцию, состоящую из анастомозных групп (Ag), что позволяет фитопатогену длительное время выживать в почве под покровом различных культур севооборотов. Большинство изолятов *R. solani*, выделенных из растений картофеля и из ризосферы картофельных полей, принадлежат к Ag3. Кроме того, с картофелем ассоциированы и другие анастомозные группы – Ag1, Ag2, Ag4, Ag5, Ag8, Ag9 [2–6].

Ризоктониоз картофеля – заболевание, характеризующееся стабильной многолетней динамикой, что характерно для организмов с К-стратегией жизненного цикла. Гриб *R. solani* слабо зависит от влияния абиотических факторов, но отмечается более сильное развитие заболевания в зонах с холодной затяжной весной, где низкие температуры почвы сочетаются с избыточной влажностью, что является стресс-фактором для растений картофеля. При этом численность популяции *R. solani* подавляется в почвах с высокой супрессивностью, особенно за счёт активности микрофлоры, в том числе антагонистов ризосферы [6, 7].

Цель исследования заключается в изучении патогенеза ризоктониоза в условиях производства картофеля в лесостепи Западной Сибири и обосновании приёмов системы защиты от заболевания.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектами исследования были ризоктониоз картофеля, технология возделывания культуры. Исследования проводили с 1990 г. по настоящее время в условиях производственных посадок картофеля в хозяйствах региона (Новосибирской, Кемеровской областей и Алтайского края) более чем на 20 сотках. Методы исследования – маршрутные обследования, учёт развития ризоктониоза по шкале Франка (1976), клубневые анализы (ГОСТ Р 59551-2021), определение численности гриба *R. solani* в почве осуществляли методом множественных почвенных таблеток (Henis, 1978) с использованием селективной среды Ко и Хора (1971).

Статистическую обработку результатов проводили с использованием пакета Microsoft

Excel для проведения анализа многомерных данных.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Популяции с признаками К-стратегов формируются в условиях стабильной окружающей среды и интенсивной конкуренции за ресурсы. В такой насыщенной среде, как почва, естественный отбор способствует максимальному вкладу веществ и энергии в преодоление конкуренции и повышение выживаемости видов и популяций. Для возбудителя ризоктониоза, который характеризуется преимущественно К-стратегией жизненного цикла, основными факторами выживания являются почва агроэкосистем картофеля и семенные клубни [7].

В почве формируются propagules гриба *R. solani* в виде покоящегося мицелия и склероциев, которые обнаруживаются на глубине до 10–15 см и способны выживать в течение

3–5 лет (Saksena, 1980). В условиях Западной Сибири прослежена тесная связь развития болезни как с исходной ($r = 0,72$), так и с развивающейся ($r = 0,82–0,87$) почвенной популяцией возбудителя в посадках картофеля. Нами установлено, что популяция возбудителя в почве выше порога вредоносности (ЭПВ для выщелоченного чернозёма – 0,2 propagules на 100 г почвы) являлась доминирующим фактором в динамике ризоктониоза картофеля, а её доля влияния составляла от 35 до 57,5% [6].

В ходе многолетних исследований было обследовано более 5 тыс. га полей овощных, полевых и кормовых севооборотов пригородных хозяйств, в которых возделывался картофель. Результаты оценки заселённости почв в весенний период представлены на рис. 1. Так, по нашим данным, только около 1/3 почв, отведённых под картофель в регионе, были свободны от возбудителя ризоктониоза, тогда как более 2/3 имели численность propagules гриба *R. solani*, многократно превышающую установленный ЭПВ.

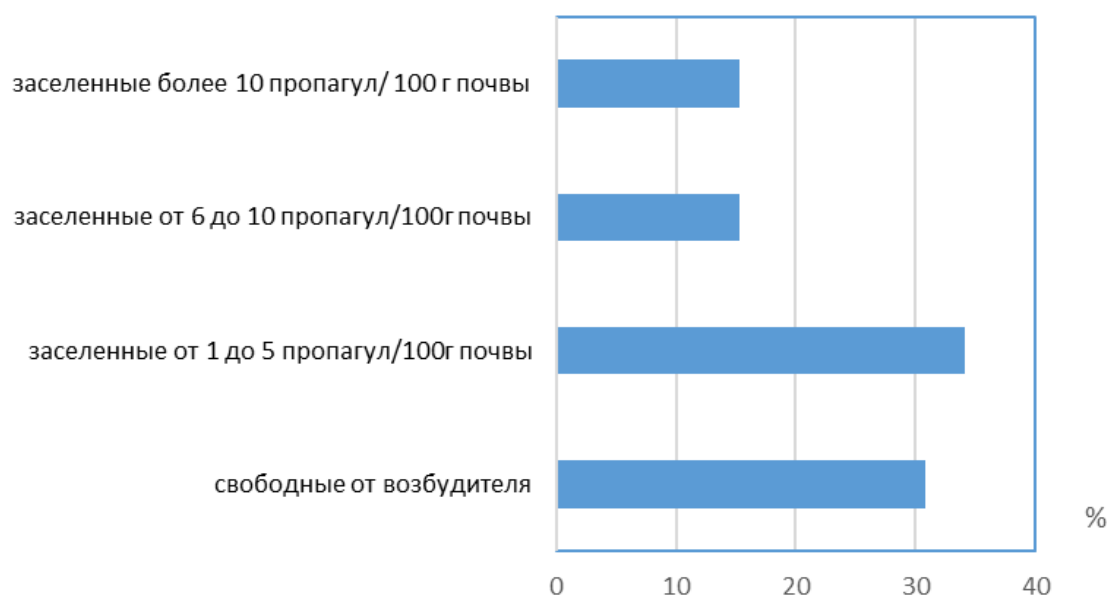


Рис. 1. Исходный уровень заселенности почв агроэкосистем картофеля грибом *R. solani* (в среднем за период исследований)

Fig. 1. Initial level of soil colonization of potato agroecosystems by the fungus *R. solani* (average for research)

В период с 2019 по 2021 г. в условиях пригородных хозяйств, специализирующихся на производстве овощей и картофеля, было установлено, что наименее заселёнными были дерново-подзолистые почвы (в наших исследованиях – ЗАО «Приобское»), где численность гриба в весенних образцах находилась

на уровне трех propagules на 100 г почвы, тогда как в ризосфере выщелоченных чернозёмов (ЗАО «Морские Нивы») она составляла 29,9 propagules на 100 г почвы. Таким образом, основной фактор передачи возбудителя ризоктониоза через почву в условиях региона реализуется практически ежегодно.

По мере формирования клубней нового урожая гриб *R. solani* начинает активно заселять клубни склероциями («чёрная парша») в период естественного отмирания ботвы или в результате её десикации [6, 8, 9]. Эта форма ризоктониоза на клубнях, по заключению как отечественных, так и зарубежных исследователей, является наиболее вредоносной, так как склероциальный потенциал возбудителя на семенных клубнях в дальнейшем определяет характер заболевания, особенно на начальных фазах роста и развития картофеля [4, 10, 11]. По нашим данным, доля влияния склероциальной формы на клубнях на развитие ризоктониоза составляет 8,5–19%. Было установлено, что около 97% изолятов *R. solani*, выделенных из клубней картофеля, в условиях региона относятся к Ag3, специализирующейся на картофеле [6].

Другой формой проявления заболевания на клубнях является углублённая пятнистость. В картофелеводческих хозяйствах региона её распространённость составляет от 8 до 30 % [10, 12].

На протяжении всего периода исследований по изучению патогенеза ризоктониоза в условиях производства проводили постоянный мониторинг качества семенного материала на заселённость его различными формами заболевания. Данные представлены на рис. 2.

Как видно из результатов многолетних исследований, в условиях реального производства картофеля клубни практически всегда бывают в значительной степени заселены склероциями патогена. В среднем распространённость данной формы заболевания за годы исследования составила $31,3 \pm 10,9$ %, что многократно превышает существующий регламент стандарта.

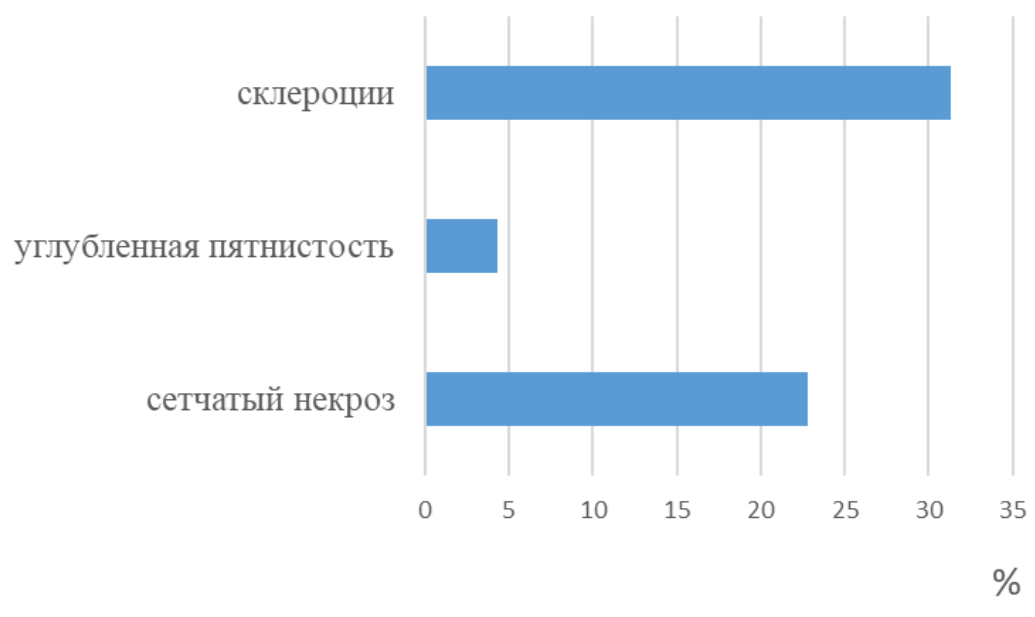


Рис. 2. Распространённость форм ризоктониоза на клубнях в условиях производства (в среднем за 1990–2022 гг.). Регламент стандарта по склероциальной форме (ГОСТ Р 59551-2021): ОС – 1%; ЭС – 3%; РС – 5%

Fig. 2. The prevalence of Rhizoctonia forms on tubers under production conditions (average for 1990–2022). The regulation of the standard for the sclerotia form (State Standard R 59551-2021): OS (Original Seed) - 1%; ES (Elite Seed) - 3%; RS (Reproductive Seed) - 5%.

Распространённость углублённой пятнистости зависит от типа почвы, сорта, поражённости посадочного материала. На дерново-подзолистых почвах распространённость её не превышает 4,5 % при использовании для посадки заселённых ризоктониозом клубней, встречаемость углублённой пятнистости возрастала в 1,5–2,5 раза на выщелоченном

чернозёме [6, 10]. Исследования, проведённые на разных сортах картофеля, свидетельствовали об увеличении распространённости углублённой пятнистости на фоне повреждения клубней проволоочником. Данная форма ризоктониоза ухудшает семенные качества клубней, однако в большей степени она приводит к ухудшению их товарных свойств,

снижая конкурентоспособность продукта. За 1990–2022 гг. распространённость углублённой пятнистости в хозяйствах региона составляет в среднем $4,3 \pm 2,7$ %.

Менее вредоносная форма проявления заболевания на клубнях – сетчатый некроз. В среднем распространённость данной формы в хозяйствах составляет $22,8 \pm 11,1$ %.

Таким образом, запас клубневой инфекции в хозяйствах региона по совокупности всех форм проявления ризоктониоза на клуб-

нях очень высок и составляет около 60%, в том числе наиболее вредоносной склероциальной формы около 30%, что обеспечивает возбудителю ризоктониоза ежегодно двойной (через почву и семенной материал) механизм передачи инфекции.

Используемые методы мониторинга ризоктониоза позволяют проводить оценку развития заболевания по органам растений картофеля: росткам, подземным стеблям и столонам (рис. 3).

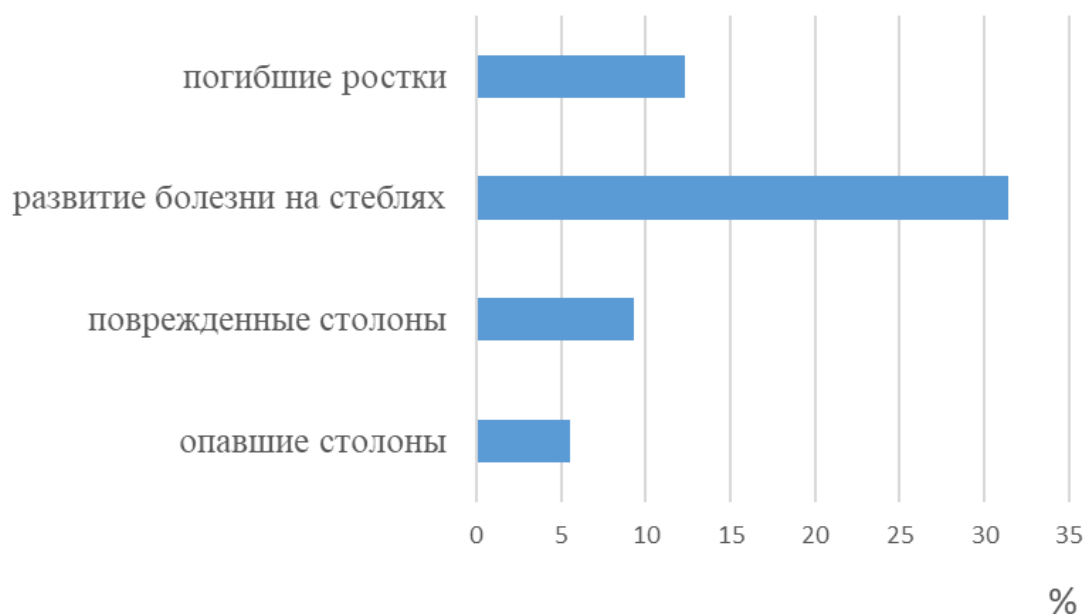


Рис. 3. Развитие ризоктониоза в условиях производства (в среднем за 1997–2021 гг.)

Fig. 3. Development of Rhizoctonia in production conditions (Average 1997–2021)

Ризоктониоз оказывает негативное влияние на формирование всех элементов структуры урожая культуры. Уже на начальных этапах развития растений фитопатоген поражает ростки картофеля (это может происходить ещё в хранилище), вызывая впоследствии их полную гибель, выпадения всходов, снижая густоту продуктивных растений в посадках культуры. По нашим многолетним данным, число погибших от ризоктониоза ростков картофеля на производственных посадках в среднем составило $12,3 \pm 5,6$ %.

Развитие заболевания на стеблях картофеля существенно нарушает режим питания растений и процесс формирования клубней. В среднем развитие ризоктониоза на стеблях отмечается на уровне $31,4 \pm 4,4$ %, что в 2 раза превышает ЭПВ.

Вредоносность ризоктониоза связана и с развитием заболевания на столонах. Частичное поражение столонов приводит к

образованию большого количества мелких и уродливых клубней, при значительном развитии заболевания наблюдается их гибель («опавшие столоны»). За период исследований среднее значение по поврежденным столонам составило $9,3 \pm 3,2$, по опавшим – $5,5 \pm 2,4$ %.

Кроме того, на протяжении многолетних исследований отмечается, что в условиях производства картофеля на фоне постоянно присутствующей почвенной и клубневой инфекции развитие ризоктониоза картофеля протекает в форме эпифитотии: распространённость заболевания за исследуемый период в среднем составила $87,7 \pm 15,35$ %. Изучение многолетней динамики ризоктониоза в условиях производства картофеля также подтверждает эпифитотийный характер развития болезни в регионе с 2–3-кратным превышением ЭПВ (рис. 4).

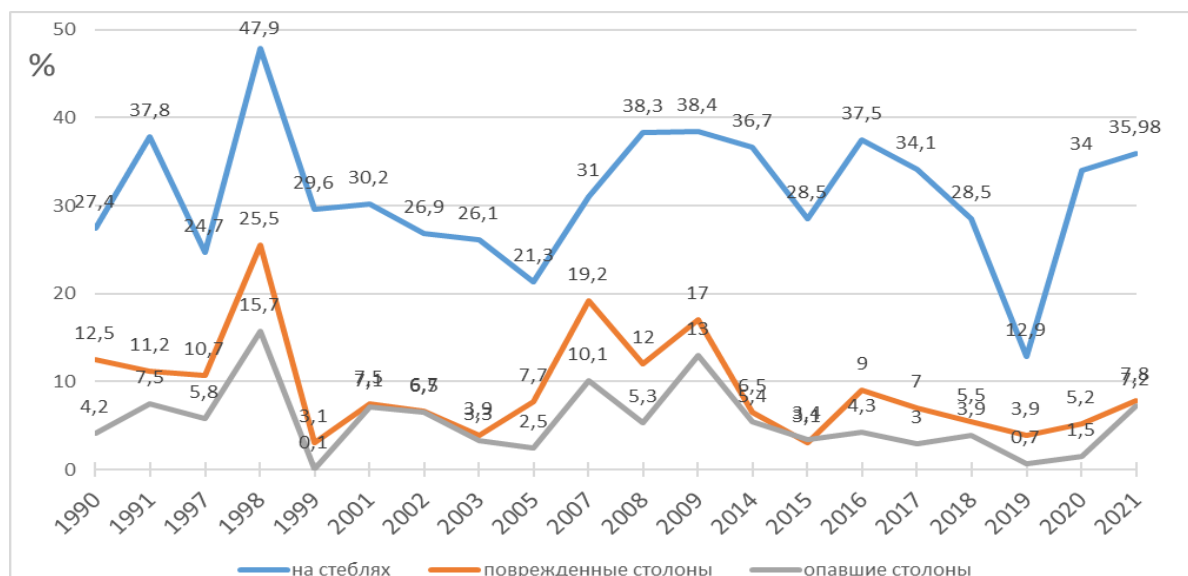


Рис. 4. Многолетняя динамика ризоктониоза в агроэcosystemах картофеля в лесостепи Западной Сибири (в среднем по годам)

Fig. 4. Long-term dynamics of Rhizoctonia in potato agroecosystems in the forest-steppe of Western Siberia (an average over the years)

Оценить фитосанитарную ситуацию в отношении развития и распространённости ризоктониоза в целом в хозяйствах региона позволяет показатель частоты реализации оптимальных параметров (табл. 1).

Полученные нами данные свидетельствуют, что частота реализации оптимальных фитосанитарных параметров в отношении ризоктониоза в агроэcosystemах картофеля ре-

гиона низкая. Так, из-за высокой заселённости склероциями *R. solani* посадочного материала (в 66 % случаев) и численности патогена в почве, превышающей порог вредоносности (76,5 % полей с превышением ЭПВ), только в 16,7 % случаях развитие ризоктониоза в посадках картофеля в условиях региона бывает ниже порогового значения.

Таблица 1

Фитосанитарные параметры агроэcosystemов картофеля в лесостепи Западной Сибири (в среднем за 1990–2022 гг.)
Phytosanitary parameters of potato agroecosystems in the forest-steppe of Western Siberia (average for 1990–2022)

Параметры	ЭПВ, ПВ, регламенты ГОСТ	Количество учётов	Частота оптимальных параметров, %
Почва	0,2 пропагулы/100 г почвы	185	23,5
Клубни (склероции)	3–5 % *	198	34,0
Развитие болезни	15 %	270	16,7

* ГОСТ Р 59551-2021.

На протяжении всего периода проведения исследований оценивали эффективность отдельных фундаментальных и оперативных

фитосанитарных элементов технологии возделывания картофеля в подавлении распространения и развития ризоктониоза (табл. 2).

**Роль некоторых элементов технологии возделывания картофеля в подавлении ризоктониоза
(собственные данные за период 1991-2021 гг.)**

**The role of some elements of potato cultivation technology in the suppression of Rhizoctonia
(own data for the period 1991-2021)**

Элементы технологии	Эффективность приёма
Сорта	Все изучаемые сорта поражаются выше ЭПВ в 1,4–3,7 раза. Установлена органотропная устойчивость для сортов по поражению ростков, стеблей, столонов и заселению клубней нового урожая склероциями патогена
Метод апикальных меристем [13]	Приём малоэффективен в отношении возбудителя ризоктониоза. Только первая ступень размножения (мини-клубни) имела слабое развитие заболевания на стеблях и столонах. Однако в силу эволюционно-экологических особенностей патогена – способности активно заселять клубни нового урожая – уже после первого года возделывания картофеля выращенный семенной материал супер-суперэлиты значительно (более 30%) заселяется склероциями <i>R. solani</i> . Начиная с супер-суперэлиты развитие ризоктониоза на стеблях было существенным – 23–37 %, повреждённые столоны составляют 8–14 %, опавшие столоны – 6–10 %
Севооборот	При перерыве в возделывании картофеля 2–3 года (насыщенность севооборотов 40–50 %) ризоктониоз развивается в форме эпифитотии. Возврат культуры на поле через 5–7 лет (насыщенность севооборотов 20–28 %) позволяет снизить развитие заболевания на ростках, стеблях и столонах в 1,8 и 4,9 раза. Биологическая эффективность пролонгации севооборота составила 43,2–79,5%
Фитосанитарный предшественник (зависит от специализации хозяйства)	Наиболее эффективно снижали развитие ризоктониоза люцерна, овёс, костреч, капуста, викоовсяная смесь: биологическая эффективность, рассчитанная по отношению к картофелю как предшественнику составила 49–75,9 %. Выращивание картофеля в севообороте с такими культурами, как огурцы, кукуруза, морковь, капуста, не позволяет снизить плотность популяции <i>R. solani</i> в почве ниже ЭПВ
Сидеральные пары [14]	Повышают супрессивность почв за счёт роста в 1,4–3,7 раза общей и антагонистической микрофлоры. При возделывании картофеля после сидерального пара отмечали снижение развитие ризоктониоза в 8,6–22,8 раза
Протравливание: химические пестициды [15]	Важнейший элемент фитосанитарных технологий возделывания картофеля. Современные протравители с инсектофунгицидным действием Респект и Престиж достоверно снижали развитие ризоктониоза картофеля на протяжении всей вегетации культуры, а также способствовали оздоровлению от возбудителя выращенного урожая: биологическая эффективность применения пестицидов составляла 54,9–98,8% в разные периоды онтогенеза картофеля
Протравливание: биологические пестициды [16]	Перспективным направлением подавления возбудителя ризоктониоза в почве можно считать использование биологических препаратов на основе почвообитающих энтомопатогенных грибов <i>Metarhizium robertsii</i> и <i>Baeuveria bassiana</i> , которые проявляют антагонистическую активность, угнетают рост поверхностного мицелия и препятствуют формированию склероциев <i>R. solani</i> . Так, предпосадочная обработка семенных клубней конидиями энтомопатогенных грибов снижала развитие ризоктониоза в период вегетации на 1,8–3,7%, обеспечивала прибавку урожая на 12,1–19,2% и улучшение его качества
Глубина заделки семенных клубней	Установлена корреляционная зависимость развития ризоктониоза от глубины посадки картофеля: $r = 0,85 \pm 0,36$. Оптимальная глубина заделки семенных клубней составляет 8–10 см

В целом стратегия защиты картофеля от ризоктониоза должна базироваться на приёмах, которые снижают исходную плотность популяции гриба *R. solani* в почвах агроэкосистем и на семенных клубнях. Для хозяйств с узкой специализацией набор возделываемых культур, как правило, ограничен, что ведёт к высокому насыщению севооборотов картофелем и, как следствие, значительному развитию заболевания. В таких условиях желательно вводить фитосанитарные предшественники в виде сидеральных паров на основе рапса, фацелии и других культур, которые освобож-

дают почвы агроэкосистем от фитопатогенной микрофлоры, в том числе возбудителя ризоктониоза.

Для оздоровления семенных клубней от склероциев ризоктониоза необходимо обязательное протравливание препаратами химической или биологической природы. Перспективным направлением в подавлении гриба *R. solani* можно считать использование энтомопатогенных грибов *Metarhizium robertsii* и *Baeuveria bassiana*, изучение эффективности которых будет продолжено.

ВЫВОДЫ

1. Для картофелеводческих хозяйств региона Западной Сибири отмечается наличие двойного механизма передачи возбудителя ризоктониоза через почву и семенные клубни. Почвы агроэкосистем картофеля заселены propagулами гриба *R. solani* преимущественно выше установленного ЭПВ. Семенные клубни заселены склероциями патогена в среднем на 30%, что в 6–10 раз выше регламента стандарта.

2. Многолетняя динамика ризоктониоза в условиях производства картофеля стабильно высокая: развитие болезни превышает ЭПВ в 2–3 раза, а распространённость ризоктонио-

за находится в среднем на уровне 87,7%, что характерно для эпифитотийного течения болезни.

3. Эффективными элементами системы защиты от ризоктониоза являются приёмы, способствующие снижению исходной плотности популяции гриба *R. solani* в почве и на семенных клубнях: севооборот с насыщением картофелем не более 30%, фитосанитарные предшественники, в том числе культура сидеральных паров, протравливание семенных клубней пестицидами химической или биологической природы.

Статья подготовлена в рамках проведения исследований по гранту РНФ № 19-14-00138.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Пилипова Ю.В., Шалдяева Е.М. Формирование элементов структуры урожая картофеля в лесостепи Западной Сибири // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2016. – № 6. – С. 32–39.
2. Нгачан С.В., Дьяков Ю.Т., Умралина А.Р. Анастомозные группы *Rhizoctonia solani* Kuhn в СССР и Индии // Биологические науки. – 1988. – № 5. – С. 71–76.
3. Carling D.E., Leiner R.H. Isolation and characterization of *Rhizoctonia solani* and binucleate *Rhizoctonia* – like fungi from aerial stems and subterranean organs of potato plant // Plant Dis. – 1990. – Vol. 74. – P. 901–903.
4. Carling D.E., Sumner D.R. *Rhizoctonia* / University of Alaska Fairbanks, Parmer, AK 99645 and University of Georgia, Tifton, GA 31793 (representatively). – 1990. – 10 p.
5. Умралина А.Р., Васильева К.В., Нгачан С.В. Определение анастомозных групп изолятов *Rhizoctonia solani* Kuhn, поражающих сахарную свеклу в Киргизской ССР // Микология и фитопатология. – 1987. – Т. 21, № 3. – С. 212–215.
6. Шалдяева Е.М., Пилипова Ю.В., Коняева Н.М. Мониторинг ризоктониоза в агроэкосистемах картофеля Западной Сибири: монография / Новосиб. гос. агр. ун-т. – Новосибирск, 2006. – 196 с.
7. Чулкина В.А. Биологические основы эпифитотиологии. – М.: Агропромиздат, 1991. – 287 с.
8. Gudmestad N.C., Zink R.T., Huguelet J.E. The affect of harvest date and tuber-borne sclerotia on the severity of *Rhizoctonia* disease of potato // Am. Potato J. – 1976. – Vol. 56. – P. 35–41.
9. Болезни картофеля / К.В. Попкова, Ю.И. Шнейдер, А.С. Воловик, В.А. Шмыгля. – М.: Колос, 1980. – 304 с.
10. Распространённость и вредоносность болезней картофеля в зоне БАМа / Н.М. Коняева, Н.Н. Канунникова, Е.М. Шалдяева, А.В. Петухов // Зональные системы защиты растений от вредителей и болезней в Сибири: сб. науч. тр. – 1981. – С. 37–57.
11. Шалдяева Е.М., Пилипова Ю.В., Чулкина В.А. Ризоктониоз картофеля в северной лесостепи Приобья. I. Патогенез ризоктониоза картофеля при разных факторах передачи возбудителя // Вестник защиты растений. – 2004. – № 2. – С. 62–67.
12. Шалдяева Е.М., Пилипова Ю.В., Чулкина В.А. Ризоктониоз картофеля в северной лесостепи Приобья. II. Углубленная пятнистость // Вестник защиты растений. – 2005. – № 3. – С. 91–94.
13. Пилипова Ю.В., Шалдяева Е.М. Эффективность биотехнологических методов оздоровления в технологиях выращивания картофеля // Дни науки 2014: сб. тр. V науч.-практ. конф. с междунар. участием, посвящ. Дню рос. науки, 25–27 февр. 2014 г. – Новосибирск, 2014. – С. 144–148.

14. Шалдяева Е.М., Пилипова Ю.В., Шатунова М.П. Использование ярового рапса в качестве сидерата на посадках картофеля // *Агро XXI век*. – 2004. – № 1–6. – С. 33.
15. Эффективность протравителей инсектофунгицидов в подавлении ризоктониоза картофеля / Ю.В. Пилипова, Е.М. Шалдяева, О.В. Решетникова, И.М. Горобей // *Вестник НГАУ*. – 2021. – № 4. – С. 53–61.
16. *Entomopathogenic fungi decrease Rhizoctonia disease in potato in field conditions* / O. Tomilova, E. Shaldyaeva, Yu. Pilipova [et al.] // *Peer J*. – 2021. – Vol. 8. – P. 1–26. – DOI 10.7717/peerj.9895.

REFERENCES

1. Pilipova Ju.V., Shaldjaeva E.M., *Sibirskij vestnik sel'skhozjajstvennoj nauki*, 2016, No. 6, pp. 32–39. (In Russ.)
2. Ngachan S.V., D'jakov Ju.T., Umralina A.R., *Biologicheskie nauki*, 1988, No. 5, pp. 71–76. (In Russ.)
3. Carling D.E., Leiner R.H., Isolation and characterization of *Rhizoctonia solani* and binucleate *Rhizoctonia* – like fungi from aerial stems and subterranean organs of potato plant, *Plant Dis*, 1990, Vol. 74, pp. 901–903.
4. Carling D.E., Sumner D.R., *Rhizoctonia*, University of Alaska Fairbanks, Parmer, AK 99645 and University of Georgia, Tifton, GA 31793 (representatively), 1990, 10 p.
5. Umralina A.R., Vasil'eva A.R., Ngachan S.V., *Mikologija i fitopatologija*, 1987, T. 21, No. 3, pp. 212–215. (In Russ.)
6. Shaldyaeva E.M., Pilipova Yu.V., Konyaeva N.M., *Monitoring rizoktonioza v agrojekosistemah kartofelja Zapadnoj Sibiri* (Monitoring of rhizoctoniosis in potato agroecosystems in Western Siberia), Novosibirsk, 2006, 196 p.
7. Chulkina V.A., *Biologicheskie osnovy jepifitologii* (Biological basis of epiphytology), Moscow: Agropromizdat, 1991, 287 p.
8. Gudmestad N.C., Zink R.T., Huguelet J.E., The affect of harvest date and tuber-borne sclerotia on the severity of *Rhizoctonia* disease of potato, *Am. Potato J.*, 1976, Vol. 56, pp. 35–41.
9. Popkova K.V., Shnejder Ju.I., Volovik A.S., Shmyglja V.A., *Bolezni kartofelja* (Bolezni kartofelya), Moscow: Kolos, 1980, 304 p.
10. Konjaeva N.M., Kanunnikova N.N., Shaldjaeva E.M., Petuhov A.V., *Zonal'nye sistemy zashhity rastenij ot vreditelej i boleznej v Sibiri*, Sbornik nauchnich tr. S 1981, pp. 37–57. (In Russ.)
11. Shaldjaeva E.M., Pilipova Ju. V., Chulkina V.A., *Vestnik zashhity rastenij*, 2004, No. 2, pp. 62–67. (In Russ.)
12. Shaldjaeva E.M., Pilipova Ju. V., Chulkina V.A., *Vestnik zashhity rastenij*, 2005, No. 3, pp. 91–94. (In Russ.)
13. Pilipova Ju.V., Shaldjaeva E.M., *Dni nauki 2014* (Days of Science 2014), Proceedings of the Conference Title, Novosibirsk, 2014, pp. 144–148. (In Russ.)
14. Shaldjaeva E.M., Pilipova Ju. V., Shatunova M.P., *Agro XXI vek*, 2004, No. 1-6, pp. 33. (In Russ.)
15. Pilipova Yu.V., Shaldjaeva E.M., Reshetnikova J.V., Gorobej I.M., *Vestnik NGAU*, 2021, No. 4, pp. 53–61. (in Russ.).
16. Tomilova O., Shaldyaeva E., Pilipova Yu. [et al.], Entomopathogenic fungi decrease *Rhizoctonia* disease in potato in field conditions, *Peer J*, 2021, Vol. 8, pp. 1–26, DOI: 10.7717/peerj.9895.