

**ОБОСНОВАНИЕ КОНЦЕПТУАЛЬНОЙ СХЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ
ФИТОСАНИТАРНЫМ СОСТОЯНИЕМ АГРОЭКОСИСТЕМ КАРТОФЕЛЯ**

Ю. В. Пилипова, доктор сельскохозяйственных наук
Е. М. Шалдяева, доктор биологических наук, профессор

Новосибирский государственный аграрный
университет, Новосибирск, Россия
E-mail: pyuv260565@mail.ru

Ключевые слова: агроэкосистемы картофеля, видовой состав, фитопатогены, фитофаги, фитосанитарные параметры, элементы структуры урожая, управление

Реферат. Исследования проводились в период с 1988 по 2016 г. в 10 картофелеводческих хозяйствах Новосибирской, Кемеровской областей и Алтайского края. Установлено, что видовой состав вредных организмов на картофеле в Западно-Сибирском регионе за последнее десятилетие претерпел некоторые изменения: коэффициент сходства Жаккара составил 0,6. Дополнительно экономическую значимость приобрели такие заболевания картофеля, как черная ножка, кольцевая, бурая бактериальная гнили, глободериоз, из фитофагов – колорадский жук. В статье впервые для Западно-Сибирского региона показана низкая и средняя частота реализации оптимальных параметров фитосанитарных и агробиологических факторов при возделывании картофеля в регионе. Неудовлетворительная фитосанитарная ситуация определяется значительным распространением и развитием выше ЭПВ ризоктониоза, фузариоза и фомоза, соответственно в 80,4; 73,6 и 36,5 % случаев; бактериозов – в 34,1 %; распространением сорных растений выше ЭПВ – в 46,3–59,0 % случаев. Из агробиологических параметров остаются слабо реализованными густота продуктивных растений (на 37,1–65,7 %), число столонов на куст (на 71,8 %), масса одного клубня (на 22,9–94,1 %). Обоснована концептуальная схема управления фитосанитарным состоянием агроэкосистем картофеля, которая базируется на технологическом, фитосанитарном и агробиологическом факторах.

**CONCEPTUAL GROUNDS OF MANAGEMENT OF POTATO AGROECOSYSTEMS'
PHYTOSANITARY CONDITION**

Iu.V. Pilipova, Dr. of Agricultural Sc.
E.M. Shaldiaeva, Dr. of Biological Sc., Professor

Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia

Key words: potato agroecosystems, species composition, phytopathogens, plant-feeder, phytosanitary parameters, elements of crop yield structure, management.

Abstract. The research was carried out from 1988 to 2016 in 10 potato farms of Novosibirsk region, Kemerovo region and the Altai Territory. The paper finds out that species composition of hazardous agents on potato in Western Siberia has significantly changed during 10 years: Jaccard similarity coefficient was 0.6. The authors highlight the potato diseases that influences on economy; they are black stem, bacterial ring rot of potatoes, Red bacterial rot, hloboderiosis and Colorado potato beetle. The paper shows low and average frequency of application of efficient parameters of phytosanitary and agrobiological factors when cultivating potato in the Western Siberian region. Bad phytosanitary situation is characterized by wide-spread Rhizoctonia rot (80.4 %), Fusarium blight (73.6 %) and Phoma rot (36.5%); bacteriosis – 34.1%; weeds – 46.3-59 %. Agrobiological parameters are characterized by weak density of crop plants (37.1–65.7 % less), the number of stolons on the bush (71.8 % less), tuber mass (22.9–94.1 % less). The authors ground the framework of phytosanitary situation of potato agroecosystem, which is based on technological, phytosanitary and agrobiological factors.

В лесостепи Западной Сибири экономически ощутимый вред в период вегетации и хранения картофеля причиняют следующие вредные организмы: ризоктониоз, парша обыкновенная, фитофтороз, сухая гниль клубней, фомозная гниль, черная ножка, кольцевая гниль клубней, бурая бактериальная гниль клубней, стеблевая нематода, проволочник, колорадский жук [1–6].

В современных условиях сельскохозяйственное производство в различных странах мира столкнулось с необходимостью решения сразу двух важнейших проблем – гарантированной защиты сельскохозяйственных культур от вредных организмов и одновременно – защиты окружающей среды от техногенного загрязнения, при этом стоит задача получения качественной экологически безопасной продукции растениеводства. С ростом урожайности неизменно растет и экономическая значимость фитосанитарного блока, который составляет 40–50 % в структуре затрат [7].

Немаловажная роль в решении этих задач принадлежит совершенствованию системы интегрированного управления фитосанитарным состоянием агроэкосистем (IPhM). Приоритет должен быть отдан подъему культуры земледелия, которая создает реальные предпосылки эффективного использования удобрений, мелиорации, высокопродуктивных сортов, прогрессивных технологий, возможностей адаптивного ландшафтного земледелия на основе всех известных методов, которая невозможна на засоренных, поражаемых болезнями и вредителями посевах [7, 8].

В отношении защиты картофеля от вредных организмов интеграцию следует рассматривать как объединение отдельных фитосанитарных приемов (элементов системы) в единую систему, базирующуюся на мониторинге вредных организмов, оздоровлении семенного материала, почвы и посадок.

Таким образом, интеграция достигается в системах защиты третьего уровня сложности, которая должна входить в общую технологию возделывания сельскохозяйственной культуры, воздействовать на сообщество вредных организмов этой культуры и способствовать получению оптимальных параметров элементов структуры урожая и качества продукции.

Цель исследования – уточнить видовой состав вредных организмов в агроэкосистемах картофеля в северной лесостепи Приобья, установить частоту реализации оптимальных фитосанитарных и агробиологических параметров

и обосновать концептуальную схему управления фитосанитарным состоянием в агроэкосистемах картофеля в регионе.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектами исследования были вредные организмы картофеля, элементы структуры урожая культуры, приемы защиты растений, технология возделывания картофеля.

Исследования проводили в период с 1989 по 2016 г. в 13 хозяйствах региона – Новосибирской, Кемеровской областей, Алтайского края. Результаты получены в ходе производственных экспериментов. Основными методами, используемыми в работе, были маршрутные обследования посадок картофеля, клубневой анализ.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Проведенные исследования позволили выявить ежегодно вредоносные и широко распространенные на картофеле вредные виды (табл. 1).

Видовой состав вредных организмов на картофеле за последнее десятилетие претерпел изменения. Одним из наиболее простых и понятных показателей сходства является коэффициент Жаккара, предложенный им в 1901 г. При выявлении уровня расхождения нами были определены коэффициенты сходства Жаккара по сообществу вредных организмов в регионе, который составил 0,6. В регионе остаются вредоносными и широко распространенными такие заболевания картофеля, как ризоктониоз, сухая гниль, фомоз, дитиленхоз, вирусные, из вредителей – проволочник.

Проведенный нами многолетний мониторинг показал, что в настоящее время дополнительную экономическую значимость приобрели такие заболевания картофеля, как черная ножка, кольцевая, бурая бактериальная гнили, глободериоз, из фитофагов – колорадский жук. Коэффициент Жаккара для ежегодно вредоносных и распространенных видов показал значительные отличия от ситуации 1995 г. и составил 0,43.

Механизмы оптимизации и саморегуляции агроэкосистем задействуются в системах защитных мероприятий третьего уровня сложности преимущественно в технологиях возделывания каждой культуры [9].

Таблица 1

Распространение болезней, вредителей и сорных растений в агроэкосистемах картофеля в Западной Сибири
The spread of diseases, blasts and weeds in potato agroecosystems of Western Siberia

Вредные организмы	Западно-Сибирский регион (Воловик и др., 1995)	Собственные данные, 1990–2016 гг.
Фитофтороз	0	0
Альтернариоз	0	0
Ризоктониоз	х	х
Парша обыкновенная	0	0
Парша серебристая	0	0
Сухая гниль	х	х
Фомоз	х	х
Фузариозное увядание	0	0
Черная ножка	0	х
Кольцевая гниль	0	х
Бурая бактериальная гниль	0	х
Стеблевая нематода	х	х
ЗКЦН	—	0
Вирусные болезни	х	х
Колорадский жук	—	х
Подгрызающие совки	0	0
Щелкуны (проволочники)	х	х
Многолетние сорняки		х
Малолетние сорняки		х

Примечание. х – ежегодно вредоносны и широко распространены; 0 – периодически вредоносны; (–) – мало вредоносны.

При переходе к экологически сбалансированному сельскохозяйственному производству управление фитосанитарным состоянием агроэкосистем должно занять фундаментальное место в интегрированной защите растений от вредных организмов. Для этого важно сначала спланировать, а затем последовательно управлять продукционным процессом сельскохозяйственных культур в агроэкосистемах с учетом по крайней мере трех групп факторов и их параметров: фитосанитарных, агробиологических и технологических [10].

Для оценки продукционного процесса с целью реализации потенциальной урожайности картофеля в условиях региона нами на протяжении 1989–2016 гг. оценивались технологические, фитосанитарные и агробиологические показатели в агроэкосистемах картофеля.

Технологические параметры составляют количественную и качественную оценку проведения минимума технологических операций, необходимых для реализации потенциальной продуктивности культуры. В картофелеводческих хозяйствах региона практикуется интенсивная технология возделывания картофеля. Назначение разных технологических операций – создание оптимальных условий для роста и развития расте-

ний картофеля. Однако некоторые из них имеют значение в оптимизации фитосанитарного состояния картофеля: например, нормой посадки картофеля можно регулировать засоренность, глубиной посадки – снижать развитие ризоктониоза на подземных частях картофеля, высокое окучивание в эпифитотийные годы развития фитофтороза позволяет защитить клубни от заражения возбудителем и т.д. Введение в базовую технологию специальных мероприятий осуществляется по результатам фитосанитарного мониторинга.

Фитосанитарные параметры позволяют оценить состояние отдельных агроэкосистем и продукции по видовому составу и уровню развития вредных организмов с учетом ПВ и ЭПВ.

Реализация фитосанитарных параметров в агроэкосистемах картофеля в условиях региона представлена в табл. 2.

Полученные нами данные показали, что частота реализации оптимальных фитосанитарных параметров различных факторов в агроэкосистемах картофеля низкая. Так, из-за высокой заселенности склероциями *R. solani* посадочного материала (в 59,8% случаев) и численности патогена в почве, превышающей порог вредоносности (76,1% полей с превышением ЭПВ), только в 19,6% случаев развитие ризоктониоза в посадках

Таблица 2

**Фитосанитарные параметры агроэкосистем картофеля в лесостепи Западной Сибири
(в среднем за 1996–2016 гг.)**
**Phytosanitary parameters of potato agroecosystems in the forest-steppe of Western Siberia
(on average from 1996 to 2016)**

Вредные организмы	ЭПВ, ПВ, регламенты ГОСТ	Количество учетов	Частота оптималь- ных параметров, %
Ризоктониоз			
почва	0,2 propagules/100 г почвы	81	23,9
клубни (склеротии)	3–10 %	111	40,2
развитие болезни	15 %	231	19,6
Фузариоз (клубни)	2–3 %	110	26,4
Фомоз (клубни)	2–3 %	104	63,5
Фитофтороз			
посадки	30–35 %*		
клубни	2–3 %	197	67,0
Черная ножка (посадки)	1–2 %	157	64,9
Кольцевая гниль (клубни)	0–0,5 %	113	28,3
Малолетние сорняки	4–8 шт/м ²	33	41,0
Многолетние сорняки	2–4 шт/м ²	33	53,7
Проволочник (щелкуны)	5 личинок/м ²	–	–
Колорадский жук (фаза полных всходов)	5 % заселенных кустов	–	–

* Прогнозируемые показатели порога вредоносности.

картофеля в условиях региона бывает ниже порогового значения. Отклонение от оптимальных показателей по развитию ризоктониоза составило от 2 до 4,5 раза.

При хранении картофеля высокое распространение имеют сухие грибные гнили, особенно неблагоприятной выглядит ситуация по развитию фузариозной гнили: в 73,6 % случаев наблюдается превышение регламента стандарта, причем развитие заболевания выше указанных регламентов в 4–10 раз и более; по распространению фомоза отклонение от нормы составило 36,5 %.

Неудовлетворительным является фитосанитарное состояние агроэкосистем картофеля в ре-

гионе в отношении бактериозов, особенно кольцевой гнили: частота встречаемости оптимальных параметров составила лишь 28,3 %. Кроме того, около 30–40 % полей остаются заселенными сорными растениями выше ЭПВ.

Агробиологические факторы отражают особенности растений-хозяев в агроэкосистемах: морфофизиологическое состояние растений, оптимальные параметры элементов структуры урожая, потенциальную продуктивность сорта, этапы онтогенеза и критические периоды в реализации потенциальной продуктивности растений.

Реализация агробиологических параметров картофеля в агроэкосистемах представлена в табл. 3.

Таблица 3

**Агробиологические параметры агроэкосистем картофеля лесостепи Западной Сибири
(в среднем за 1996–2016 гг.)**
**Agrobiological parameters of potato agroecosystems in the forest-steppe of Western Siberia
(on average from 1996 to 2016)**

Параметр	Оптимальное значение	Количество учетов	Частота оптималь- ных параметров, %
Густота продуктивных растений, тыс. га	38–50 – товарные, 42–60 – семенные посадки	109 35	65,7 37,1
Число столонов на куст, шт.	8–14	273	71,8
Число клубней на куст, шт.	5–8	62	92,5
Масса клубня, г	50–80 – семенные, 80–150 – товарные посадки	17 25	94,1 22,9
Потенциальная урожайность, т/га	16–48	36	69,4

Общая неудовлетворительная фитосанитарная ситуация в агроэкосистемах картофеля и нарушение технологических параметров (норма и глубина посадки) приводит к низкой реализации элементов структуры урожая и продуктивности сортов картофеля, возделываемых в регионе. Так, исходя из полученных данных, в оптимизации нуждается, прежде всего, первый элемент структуры урожая – густота продуктивных растений, который реализуется только на 37,1–65,7%.

Доля вклада густоты продуктивных растений в общую урожайность составляет в среднем 50%, тогда как влияние других элементов в 2 раза ниже [11]. Следовательно, управление фитосанитарным состоянием агроэкосистем картофеля нужно начинать с оптимизации густоты продуктивных растений, где особая роль должна отводиться мероприятиям по защите культуры на ранних этапах онтогенеза от ризоктониоза, грибных и бактериальных гнилей.

Неудовлетворительной остается реализация второго и третьего элементов структуры урожая, особенно массы клубней на товарных посадках, которая в среднем составляет около 50–70 г.

Технологический, фитосанитарный и агробиологический факторы связаны между собой. Так, посадка инфицированных ризоктониозом клубней или использование полей с высокой численностью патогена ведут к нарушению элементов структуры урожая. Первый элемент (густота продуктивных растений) снижается из-за

появления выпадов всходов, развития заболевания на ростках; второй (количество столонов на куст) – из-за повреждения (опадения) столонов; третий (масса клубней и их качество) – из-за появления мелких, уродливых клубней, распространения склероциальной формы и углубленной пятнистости на клубнях нового урожая. На развитие ризоктониоза, в свою очередь, оказывает влияние и технологический фактор в виде таких операций, как нарезка гребней, глубина посадки, дождевые обработки почвы, которые в первую очередь стимулируют ростовые процессы растений картофеля и повышают их физиологическую устойчивость, позволяя им «уходить» от возбудителя (действие на тактики трофических связей (Т) и размножения (Р) гриба). Применение протравливания семенных клубней, подбор фитосанитарных предшественников, использование сидеральных паров и др. оказывают влияние на тактику выживания (В) данного патогена. Следовательно, зная фитосанитарное состояние посадочного материала и почв, можно за счет элементов технологии оптимизировать формирование элементов структуры урожая: протравить семенные клубни, нарезать и прогреть гребни, высадить клубни на оптимальную глубину и т.д.

Нами была обоснована концептуальная схема управления фитосанитарным состоянием агроэкосистем картофеля, в которой показана взаимосвязь технологического, фитосанитарного и агробиологического параметров (рисунок).



Концептуальная схема управления фитосанитарным состоянием агроэкосистем картофеля и продукционным процессом

Framework of phytosanitary situation of potato agroecosystem and production process

Реализация высокой продуктивности возделываемых сортов может быть достигнута лишь при интеграции в едином технологическом процессе на каждом поле каждого хозяйства ком-

плекса оптимальных агробиологических, фитосанитарных и технологических параметров. При этом условии в регионе можно получать урожаи здоровых клубней на уровне 300–500 ц/га, имею-

щих удовлетворительные семенные и продовольственные показатели качества.

Полученные результаты свидетельствуют о необходимости планирования и достижения на практике оптимальных агробиологических, фитосанитарных и технологических параметров на каждом поле и контроля за их реализацией.

ВЫВОДЫ

1. Уточнено, что в регионе остаются вредоносными и широко распространенными такие заболевания картофеля, как ризоктониоз, сухая гниль, фомоз, дитилеоз, вирусные, из вредителей – проволочник. Многолетний мониторинг показал, что в настоящее время дополнительно

экономическую значимость приобрели черная ножка, кольцевая, бурая бактериальная гнили, глободерия, из фитофагов – колорадский жук.

2. Установлена общая неудовлетворительная фитосанитарная ситуация в агроэкосистемах картофеля в лесостепи Западной Сибири: частое развитие выше ЭПВ ризоктониоза, фузариоза и фомоза, бактериозов, распространение сорных растений.

3. Система защиты картофеля должна входить в общую технологию возделывания сельскохозяйственной культуры, воздействовать на сообщество вредных организмов этой культуры (фитосанитарный фактор) и способствовать получению оптимальных параметров элементов структуры урожая и качества продукции (агробиологический фактор).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Система защиты картофеля от болезней и вредителей Новосибирской области. Практическое руководство / А.А. Малюга, Н.М. Коняева, Н.Н. Енина [и др.]; РАСХН. Сиб. отд-ние. СибНИИ земледелия и химизации сел. хоз-ва. – Новосибирск, 2003. – 140 с.
2. Шалдяева Е.М., Пилипова Ю.В. Ризоктониоз картофеля в северной лесостепи Приобья. II. Углубленная пятнистость // Вестник защиты растений. – 2005. – № 3. – С. 91–94.
3. Шалдяева Е.М., Пилипова Ю.В. Мониторинг ризоктониоза в агроэкосистемах картофеля Западной Сибири. – Новосибирск: НГАУ, 2006. – 195 с.
4. Пилипова Ю.В., Шалдяева Е.М. Болезни картофеля при хранении в Западной Сибири. – Новосибирск: СибУПК, 2012. – 143 с.
5. Пилипова Ю.В., Шалдяева Е.М. Фитофтороз картофеля в Западной Сибири // Вестн. НГАУ. – 2012. – № 3(24). – С. 10–16.
6. Пилипова Ю.В., Шалдяева Е.М. Бактериозы картофеля в лесостепи Западной Сибири // Защита растений в современных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур: материалы междунар. науч.-практ. конф., Краснообск, июль 2013 г. – Новосибирск, 2013. – С. 266–272.
7. Павлюшин В.А. Научное обеспечение защиты растений и продовольственная безопасность России // Защита и карантин растений. – 2010. – № 2. – С. 11–15.
8. Захаренко В.А. Химическая защита растений в России в конце XX – начале XXI века // Защита и карантин растений. – 2007. – № 12. – С. 6–10.
9. Чулкина В.А., Торопова Е.Ю., Стецов Г.Я. Эпифитотиология (экологические основы защиты растений): учеб. пособие / под ред. А.А. Жученко. – Новосибирск, 1998. – 226 с.
10. Чулкина В.А., Чулкин Ю.И. Управление агроэкосистемами в защите растений. – Новосибирск, 1995. – 201 с.
11. Агротехнический метод защиты растений / В.А. Чулкина, Е.Ю. Торопова, Ю.И. Чулкин, Г.Я. Стецов. – Новосибирск, 2000. – 336 с.
1. Maljuga A.A., Konjaeva N.M., Enina N.N. i dr. *Sistema zashhity kartofelja ot boleznej i vreditelej Novosibirskoj oblasti* [The system of potato protection against diseases and pests of the Novosibirsk Region]. Novosibirsk, 2003. 140 p.
2. Shaldjaeva E.M., Pilipova Ju.V. *Vestnik zashhity rastenij*, no. 3 (2005): 91-94. (In Russ.)
3. Shaldjaeva E.M., Pilipova Ju.V. *Monitoring rizoktonioza v agrojekosistemah kartofelja Zapadnoj Sibiri* [Monitoring of Rhizoctonia in agro-ecosystems of Western Siberia potatoes]. Novosibirsk: NGAU, 2006. 195 p.

4. Pilipova Ju.V., Shaldjaeva E.M. *Bolezni kartofelja pri hranenii v Zapadnoj Sibiri* [Diseases of potato during storage in Western Siberia]. Novosibirsk: SibUPK, 2012. 143 p.
5. Pilipova Ju.V., Shaldjaeva E.M. *Vestnik NGAU* [Bulletin of NSAU], no. 3(24): 10-16. (In Russ.)
6. Pilipova Ju.V., Shaldjaeva E.M. *Zashhita rastenij v sovremennyh tehnologijah vozdeljvanija sel'skhozjajstvennyh kul'tur*, 2013. pp. 266-272. (In Russ.)
7. Pavljushin V.A. *Zashhita i karantin rastenij*, no. 2 (2010): 11-15. (In Russ.)
8. Zaharenko V.A. *Zashhita i karantin rastenij*, no. 12 (2007): 6-10. (In Russ.)
9. Chulkina V.A., Toropova E.Ju., Stecov G.Ja. *Jepifitotologija (jekologicheskie osnovy zashhity rastenij)* [Epifitotologiya (environmental bases of plant protection)]. Novosibirsk, 1998. 226 p.
10. Chulkina V.A., Chulkin Ju.I. *Upravlenie agrojekosistemami v zashhite rastenij* [Agro-ecosystem management in plant protection]. Novosibirsk, 1995. 201 p.
11. Chulkina V.A., Toropova E.Ju., Chulkin Ju.I., Stecov G.Ja. *Agrotehnicheskij metod zashhity rastenij* [Agronomy Plant Protection Method]. Novosibirsk, 2000. 336 p.