

## ПРОГНОЗИРОВАНИЕ УРОВНЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ ВОЗНИКНОВЕНИЯ И РАСПРОСТРАНЕНИЯ ИНФЕКЦИОННЫХ И ПАЗИТАРНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ КАРТОФЕЛЯ\*

Алексей Викторович Сибирёв, доктор технических наук, ORCID: 0000-0002-9442-2276  
 Александр Геннадьевич Аксенов, доктор технических наук, ORCID: 0000-0002-9546-7695  
 Владимир Сергеевич Тетерин, кандидат технических наук, старший научный сотрудник  
 Николай Викторович Сазонов, кандидат технических наук  
 Максим Александрович Мосяков, кандидат технических наук  
 Максим Сергеевич Трунов, аспирант  
 Мария Михайловна Годяева, аспирант  
 ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», г. Москва, Россия  
 E-mail: sibirev2011@yandex.ru

**Аннотация.** В статье рассмотрены вопросы определения уровня биологических рисков возникновения, а также распространения инфекционных и паразитарных заболеваний картофеля по параметрам механизмов и путей передачи. Для большинства возбудителей характерны высокий (26,1%) и очень высокий (43,5%) уровни риска. Установлено, что в группе последних 75% инфекционных и паразитарных заболеваний картофеля имеют микозную этиологию, 15 – гельминтозную, 10% – бактериальную. Возбудители инфекционных и паразитарных заболеваний картофеля вирусной этиологии в данной группе отсутствуют. Средний балл по группе с очень высоким уровнем риска составляет 10,8. В группе с низким уровнем риска большинство возбудителей заболеваний картофеля имеет бактериальную этиологию (80%), средним – бактериальную (44,5%) и микозную (33,3%), высоким – вирусную (66,6%).

**Ключевые слова:** оценка, картофель, заболевание, инфекция, передача, возбудители

## FORECASTING THE LEVEL OF BIOLOGICAL RISKS OF THE EMERGENCE AND SPREAD OF INFECTIOUS AND PARASITIC POTATO DISEASES

A.V. Sibirev, *Grand PhD in Engineering Sciences*  
 A.G. Aksenov, *Grand PhD in Engineering Sciences*  
 V.S. Teterin, *PhD in Engineering Sciences, Senior Researcher*  
 N.V. Sazonov, *PhD in Engineering Sciences*  
 M.A. Mosyakov, *PhD in Engineering Sciences*  
 M.S. Trunov, *PhD Student*  
 M.M. Godyaeva, *PhD Student*  
 FGBNU "Federal Scientific Agroengineering Center VIM", Moscow, Russia  
 E-mail: sibirev2011@yandex.ru

**Abstract.** The article discusses the issues of determining the level of occurrence biological risks, as well as the spread of infectious and parasitic diseases of potato according to the parameters of the transmission mechanisms and routes. Most pathogens are characterized by a high (26.1%) and very high (43.5%) level of risk. It has been established that in the latter group, 75% of infectious and parasitic diseases of potato have a mycotic etiology, 15 – helminthic, 10% – bacterial. There are no pathogens of infectious and parasitic potato diseases of viral etiology in this group. The average score for the very high risk group is 10.8. In the low-risk group the most of potato diseases pathogens have a bacterial etiology (80%), medium – bacterial (44.5%) and mycotic (33.3%), high – viral (66.6%).

**Keywords:** assessment, potato, disease, infection, transmission, pathogens

Длительность хранения корнеплодов зависит от сорта, системы защиты от вредителей и болезней, товарной обработки, сроков и способов уборки и подготовки к хранению. Основные причины потерь при хранении овощей связаны с процессами дыхания, испарения и микробиологической порчи. [1, 5, 14] Существует множество различных механизмов и путей передачи инфекционных

и паразитарных заболеваний картофеля (ИПЗК). Преобладание того или иного пути передачи зависит от этиологических, морфологических и физиологических особенностей возбудителя. Проведенный анализ литературных источников показал, что для инфекционных и паразитарных заболеваний картофеля характерны три механизма и пять путей передачи (табл. 1, рис. 1). [2, 10, 12]

\* Работа выполнена при государственной поддержке РФ конкурса 2023 года «Проведение исследований научными группами под руководством молодых ученых» Президентской программы исследовательских проектов, реализуемых ведущими учеными, в том числе молодыми учеными № 23-76-10062 / The work was carried out with the state support of the Russian Science Foundation within the framework of the 2023 competition "Conducting research by scientific groups led by young scientists" of the Presidential Program of scientific projects implemented by leading scientists, including young scientists No. 23-76-10062.

Таблица 1.

Краткая характеристика факторов биологического риска по параметрам механизмов и путей передачи

Фактор риска	Вызываемые заболевания у растений	Основные хозяева	Группа заболеваний	Механизм передачи	Пути передачи	Факторы передачи	Резервуар инфекции
<i>Clavibacter trichosporium</i> subsp. <i>Serepeticus</i> (Cms)	Кольцевая бактериальная гниль картофеля	Семейство Пасленовые ( <i>Solanaceae</i> )	Фитопатоген	Вертикальный, контактный	Биологический (через материнский клубень), контактно-раневой	Посадочный материал, растительные остатки, слизь, контаминированные возбудителем вода, почва и сельскохозяйственные орудия, предметы производственной обстановки, живые переносчики, волоски листьев (при загущенных посадках)	Посадочный материал
<i>Представители рода Pestobacterium</i> ( <i>P. saratovatum</i> subsp. <i>saratovum</i> , <i>P. atrosepticum</i> , <i>P. saratovatum</i> subsp. <i>brasiliensis</i> , <i>P. wasabiae</i> )	Черная ножка, мягкая гниль клубней, мокрая гниль клубней	Семейство Пасленовые ( <i>Solanaceae</i> )	Фитопатоген	Вертикальный, контактный	Биологический (через материнский клубень), контактно-раневой	Посадочный материал, растительные остатки, слизь, контаминированные возбудителем вода, почва и сельскохозяйственные орудия, предметы производственной обстановки, живые переносчики	Посадочный материал
<i>Представители рода Dickeya</i> ( <i>D. solani</i> , <i>D. dianthicola</i> )	Черная ножка, мягкая гниль клубней, мокрая гниль клубней, водянистая гниль стебля	Семейство Пасленовые ( <i>Solanaceae</i> )	Фитопатоген	Вертикальный, водный, контактный, трансмиссивный	Биологический (через материнский клубень), водный, контактно-раневой, контактный, инокуляция	Посадочный материал, растительные остатки, слизь, контаминированные возбудителем дождевая и поливная вода, почва и сельскохозяйственные орудия, предметы производственной обстановки, живые переносчики	Посадочный материал
<i>Clostridium perfringens</i>	Мокрая гниль клубней, при пищевом пути передачи у людей: некротический энтерит (С), ПТИ (А), у людей и животных: инфекционная энтеротоксемия (D), при раневом пути передачи вызывает газовую гангрену у людей и животных	Бактерии гниения, типичные обитатели почвы	Комплексное (сапроантропоноз, сапрозооноз, зооантропоноз, фитопатоген)	У растений: контактный, людей: алиментарный, контактный	Для растений – раневой, людей и животных – фекально-оральный, раневой	Для растений – почва, растительные остатки, слизь, сельскохозяйственные орудия, для людей и животных – почва, навоз, фекалии и пища, контаминированная возбудителем	Почва
<i>Представители рода Bacillus</i> ( <i>B. cereus</i> , <i>B. pumilus</i> ( <i>B. mesentericus</i> ), <i>B. megaterium</i> , <i>B. subtilis</i> )	Мокрая гниль клубней, при пищевом пути передачи у людей и животных: пищевые токсикоинфекции (ПТИ), бессимптомное носительство в ЖКТ (из-за стабильности спорных форм), при раневом пути передачи вызывает локальные инфекции (хирургическая, травматическая раневая, ожоговая и глазная инфекция, у животных – гнойные маститы), а также бактериемии и септициемии	Бактерии гниения, типичные обитатели почвы	Комплексное (сапроантропоноз, сапрозооноз, зооантропоноз, фитопатоген)	У растений: контактный, людей и животных: алиментарный, контактный	Для растений – раневой, для людей и животных – фекально-оральный, раневой	Для растений – почва, растительные остатки, слизь, сельскохозяйственные орудия, для людей и животных – почва, навоз, рвотные массы, фекалии и пища (картофельное пюре – 105 КОЕ/г, салаты с вареным картофелем – 2,0х107 КОЕ/г, овощной суп – 1,0х108 КОЕ /мг, 3.6х104 спор/мл), контаминированная возбудителем	Почва

Продолжение таблицы 1

Фактор риска	Вызываемые заболевания у растений	Основные хозяева	Группа заболевания	Механизм передачи	Пути передачи	Факторы передачи	Резервуар инфекции
Представители рода <i>Pseudomonas</i> ( <i>P. aeruginosa</i> )	Мокрая гниль клубней, у людей и животных синегнойная инфекция при алиментарном пути передачи протекает как ППИ с симптоматикой гастроита, гастроэнтероколита энтероколита, гастроэнтероколита холецистита, в тяжелых случаях с кишечным кровотечением; при аспирационном пути – пневмония; при гематогенном (кровяном) пути – воспаление мочевыводящих путей, сепсис; при гематогенном и раневом путях – менингит, менингоэнцефалит (часто слетальным исходом), при раневом – язвенные поражения и омертвление кожи и мягких тканей, слизистой оболочки глаза, включая гнойный конъюнктивит). Может вызывать хроническую интоксикацию с периодами ремиссии и обострения.	В теплом и умеренном климате – вободноживущие обитатели почвы и поверхностных вод, в холодном климате основные хозяева – животные и человек	Комплексное (спроантропоноз, сапрозоноз, зооантропоноз, фитопатоген)	У растений: контактный, людей и животных: фекально-оральный, раневой, аспирационный, кровяной (трансфузионный)	Для растений – раневой, для людей и животных – фекально-оральный, раневой, аспирационный, кровяной (трансфузионный)	Для растений – почва, вода, растительные остатки, слизь, сельскохозяйственные орудия и предметы производственной обстановки, для людей и животных – почва, вода, продукты питания, медицинское оборудование и предметы обихода, контаминированные возбудителем, зараженные люди и животные. Возбудитель циркулирует в живой природе между людьми, животными, растениями, почвой и водой.	Возбудитель циркулирует в живой природе между людьми, животными, растениями, почвой и водой. В теплом климате – свободноживущие обитатели почвы и поверхностных вод, в холодном климате основные хозяева – животные и человек.
<i>Ralstonia solanacearum</i> (RS, на территории РФ распространён низкотемпературный штамм R2b3)	Бурая гниль картофеля (карантинный объект)	Семейство Пасленовые ( <i>Solanaceae</i> ), почва (в теплом климате)	Комплексное (фитопатоген, сапроноз)	Вертикальный, водный, контактный, трансмиссивный	Биологический (через материнский клубень), водный, контактно-раневой, контактный, инокуляция	Инфицированная почва, растительные остатки, клубни, несущие латентную инфекцию, сорняки, преимущественно из семейства пасленовых, ризосфера культурных и диких растений, поливные воды, может распространяться нематодой	Посадочный материал, почва
<i>Candidatus Liberibacter solanacearum</i> (Lso)	<i>Zebra Chip Disease</i> («тупосасть чипсов», «Зебра чип») (карантинный объект)	Семейства: Пасленовые ( <i>Solanaceae</i> ), Вьюнковые ( <i>Cornuliacae</i> ), Яснотковые ( <i>Lamiaceae</i> ) и Сельдеревые ( <i>Apicaceae</i> )	Фитопатоген (облигатный паразит)	Трансмиссивный, вертикальный	Инокуляция (размножение, передача растительным орг-низмам (РО) от живых переносчиков), биологический (от зараженного материнского растения семенам и клубням, при этом не происходит передачи другим РО)	Живые переносчики ( <i>Bacteriella solanaceae</i> исследуются: <i>T. aricalis</i> , <i>B. trigonisa</i> , <i>B. nigricornis</i> , <i>B. tremblayi</i> ), зараженный посадочный материал (семенной материал может быть заражен Lso или содержать инфицированных переносчиков, чаще всего на стадии яйца)	Живые переносчики
Фитоплазмы класса <i>Mollicutes</i> (Фитоплазмы семейств <i>Acholeplasmataceae</i> : фитоплазма картофеля, <i>Musorlasmataceae</i> : фитоплазма пасленовых <i>PhLO</i> , фитоплазма желтухи астры <i>ToStI</i> )	Столбурное увядание (заболевание носит характер массовой эпифитотии)	Дикорастущие и сорные растения	Фитопатоген (биотрофный паразит)	Трансмиссивный	Инокуляция	Живые переносчики (цикады: <i>Hyalesthes mikosевичi</i> , <i>Hyalesthesoboleus</i> , <i>Cicadella viridis</i> , <i>Aphrodes bicinctus</i> (клеверный афродес и другие)	Дикорастущие и сорные растения

Окончание таблицы 1

Фактор риска	Вызываемые заболевания у растений	Основные хозяева	Группа заболевания	Механизм передачи	Пути передачи	Факторы передачи	Резервуар инфекции
<i>Rotato witches' broom</i> <i>Phytoplasma</i> (класс <i>Mollicutes</i> , семейство <i>Acholeplasma-</i> <i>taceae</i> )	Ведьмины метлы	Дикорастущие и сорные растения	Фитопатоген	Трансмиссивный, вертикальный	Инокуляция (цикады родов <i>Aceratagalla</i> и <i>Agallia</i> , чаще всего цикадой <i>Orphiala flavo-ricca</i> ), биологический (зафиксированы случаи передачи от зараженного материнского растения клубням, может передаваться прививкой)	Живые переносчики (цикады родов <i>Aceratagalla</i> и <i>Agallia</i> , чаще всего цикадой <i>Orphiala flavoricta</i> )	Дикорастущие и сорные растения (повилика)
Фитоплазмы семейства <i>Acholeplasmataceae</i>	Круглолистность	Семейство Пасленовые ( <i>Solanaceae</i> )	Фитопатоген	Трансмиссивный, вертикальный	Инокуляция (цикады), биологический (зафиксированы случаи передачи от зараженного материнского растения клубням, может передаваться прививкой)	Живые переносчики (цикады)	Посадочный материал
Фитоплазмы, вызывающие пурпурное закручивание верхушки	Пурпурное закручивание верхушки	Дикорастущие и сорные растения	Фитопатоген	Трансмиссивный, вертикальный	Инокуляция (цикады), биологический (случаи передачи от зараженного материнского растения клубням, может передаваться прививкой)	Живые переносчики (основной переносчик – цикада <i>Orosius argentatus</i> , цикады родов <i>Macrostelus</i> и <i>Euscelia</i> )	Дикорастущие и сорные растения



Рис. 1. Механизмы и пути передачи факторов биологического риска возникновения и распространения инфекционных и паразитарных заболеваний картофеля.

Цель работы - определить уровень биологических рисков возникновения и распространения инфекционных и паразитарных заболеваний картофеля, установить закономерности их распространения.

**МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

По результатам проведенного анализа выявили наличие некоторых закономерностей в отношении связи резервуара инфекции и преобладания тех или иных путей передачи возбудителей заболеваний картофеля (рис. 2, 3-я стр. обл.).

Структура диаграммы показывает, что для рассмотренных возбудителей инфекционных и паразитарных заболеваний картофеля основные резервуары инфекции – посадочный материал (40,4%) и почва (46,1%). Почва, как типичная среда обитания, характерна как резервуар инфекции для 11,5% возбудителей, зараженная спорами грибов – 5,8%, с зараженными растительными остатками – 28,8%. Живые переносчики, как источники инфекции, свойственны 7,7% рассмотренных возбудителей, дикорастущие и сорные растения – 5,8%.

Для инфекционных и паразитарных заболеваний картофеля установлены пути передачи: биологический, контактно-раневой, контактно-покровный, инокулятивный и механический. [3, 4, 8]

Коэффициенты весомости преобладания того или иного пути передачи в процессе распространения возбудителей, соответствующие частоте случаев заражения данным способом, представлены в таблице 2.

**РЕЗУЛЬТАТЫ**

Оценку уровня биологического риска по параметрам механизмов и путей передачи проводили по формуле:

$$Y_{pp} = \sum (K_b \times K_{мп}), \tag{1}$$

где  $Y_{pp}$  – уровень риска передачи возбудителя;  $K_b$  – коэффициент весомости;  $K_{мп}$  – показатель значимости механизмов и путей передачи по шкале оценки.

Таблица 2.

**Количественные параметры оценки механизмов и путей передачи факторов биологического риска**

Механизм и путь передачи	Параметр	Кмп, балл
Вертикальный механизм передачи		
Биологический	Передача возбудителя происходит через посадочный материал в виде клубней, корнеплодов, семян, считается прямым при передаче от материнского клубня к дочерним органотканевым способом (от маточного клубня через стебель и столоны в пуповинную часть растущего клубня). Передача возбудителя от зараженного материнского растения семенам и клубням (возможны случаи, при которых не происходит передачи другим растительным организмам). Возможна передача прививкой.	5
Контактный механизм передачи		
Контактно-раневой	Проникновение возбудителя происходит через поврежденные участки. Существенное значение имеют механические повреждения и повреждения, нанесенные нематодами, тлей и другими паразитами. Масштабные заражения могут происходить при распространении возбудителя с дождевой водой и ветром.	4
Контактно-покровный	Проникновение возбудителя может происходить через различные виды покровных тканей (в том числе эпидермис, чечевички, глазки и другие) при соприкосновении с пораженными растениями и растительными остатками, загрязненными сельскохозяйственными орудиями, тарой, транспортными средствами и другими бытовыми поверхностями. Масштабные заражения могут происходить при распространении возбудителя с дождевой водой и ветром.	3
Трансмиссивный механизм передачи (живые переносчики)		
Инокуляция	Прямой при заражении животных и людей укусами кровососущих насекомых, попадании в кровь (например, переливание крови), играет косвенную роль в дальнейшем распространении.	2
Механический	Живые переносчики переносят возбудитель механически на частях своего тела.	1

Таблица 3.

Распределение коэффициентов весомости при оценке значимости механизмов и путей передачи факторов биологического риска

Показатель преобладания	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Коэффициент весомости (Кв), балл	1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1



Рис. 3. Распределение уровня биологического риска по параметрам механизмов и путей передачи для возбудителей бактериальной этиологии.

На основании полученных значений каждый из возбудителей был отнесен к одной из пяти групп, соответствующей тому или иному уровню биологического риска по параметрам механизмов и путей передачи, которые характеризовались по шкале: до 2 баллов – очень низкий уровень риска (ОНР); 2...4 – низкий (НР); 5...7 – средний (СР); 8...10 – высокий (ВР); более 10 баллов – очень высокий (ОВР).

Количественная оценка уровня биологического риска по параметрам механизмов и путей передачи представлена ниже. [6, 11]

На основе полученных данных были построены графические зависимости распределения уровня биологического риска по параметрам механизмов и путей передачи для возбудителей различной этиологии (рис. 3.). [7, 9, 13]

Установлено, что для возбудителей ИПЗК бактериальной этиологии характерны низкий и средний (33,3%) уровни риска по параметрам механизмов и путей передачи, очень высокий (16,7%) встречается значительно реже. При этом средний уровень риска в основном находят у фитоплазм, высокий и очень высокий – у видоспецифичных фитопатогенов, вызывающих различные виды гнилей, в том числе у возбудителя бурой гнили картофеля (*Ralstonia solanacearium*, на территории нашей страны распространен низкотемпературный штамм R2b3), который считается карантинным объектом. Средний балл по группе составляет 6,8, что соответствует среднему уровню риска.

**Выводы.** По результатам анализа для большинства рассмотренных возбудителей характерны вы-

сокий (26,1%) и очень высокий (43,5%) уровни риска возникновения и распространения инфекционных и паразитарных заболеваний картофеля. По параметрам механизмов и путей передачи ИПЗК для рассмотренных возбудителей бактериальной этиологии свойственны низкий и средний (33,3%) уровни риска, вирусной – высокий (72,7), микозной и гельминтозной – очень высокий (75 и 100% соответственно).

В этиологических группах возбудителей по параметрам механизмов и путей передачи выявлены закономерности по уровням риска. В группе с низким уровнем риска большинство возбудителей ИПЗК имеют бактериальную этиологию (80%), средним – бактериальную (44,5) и микозную (33,3), высоким – вирусную (66,6), очень высоким – микозную (75%).

**СПИСОК ИСТОЧНИКОВ**

1. Дорохов А.С., Аксенов А.Г., Сибирев А.В. и др. Теоретические предпосылки интенсификации уборки лука-севка // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2023. № 3. С. 85–92.
2. Измайлов А.Ю., Лобачевский Я.П., Дорохов А.С. и др. Современные технологии и техника для сельского хозяйства – тенденции выставки Agritechnika 2019 // Тракторы и сельхозмашины. 2020. № 6. С. 28–40. URL: <https://journals.eco-vector.com/0321-4443/article/view/66556>
3. Камалетдинов Р.Р. Объектно-ориентированное имитационное моделирование в среде теории информации (информационное моделирование) // Известия Международной академии аграрного образования.

2012. Т. 1. № 14. С. 186–194. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=17693760>.
4. Костенко М.Ю., Костенко Н.А. Вероятностная оценка сепарирующей способности элеватора картофелеуборочной машины // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2009. № 12. С. 4. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=13022951>.
  5. Лобачевский Я.П., Дорохов А.С., Сибирев А.В. Современное состояние технологического обеспечения производства овощных культур в Российской Федерации. Овощи России. 2023. № (5). С. 5–10.
  6. Попов В.Д., Валге А.М., Папушин Э.А. Повышение эффективности производства продукции растениеводства с использованием информационных технологий // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. 2009. № (81). С. 32–39.
  7. Ракутько С.А., Ракутько Е.Н., Медведев Г.В. Разработка экспериментального фитотрона и его применение в исследованиях по энергоэкологии светокультуры // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2023. № 17 (2). С. 40–48.
  8. Рейнгарт Э.С., Сорокин А.А., Пономарев А.Г. Унифицированные картофелеуборочные машины нового поколения // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 2006. № 10. С. 3–5. URL: <http://www.avtomash.ru/gur/2006/200610.htm>
  9. Ценч Ю.С., Годлевская Е.В. Математическое моделирование как инструмент проектирования сельскохозяйственных машин и агрегатов (применительно к истории развития научной школы Южного Урала) // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2023. № 17 (2). С. 4–12.
  10. Golmohammadi A., Bejaei F., Behfar H. Design, Development and Evaluation of an Online Potato Sorting System Using Machine Vision. International Journal of Agriculture and Crop Sciences. 2013; 6: 396–402.
  11. Hevko R.B., Tkachenko I.G., Synii S.V. Development of design and investigation of operation processes of small-scale root crop and potato harvesters // INMATEH-agricultural engineering. 2016. Vol. 49. № 2. PP. 53–60. URL: [http://www.inmateh.eu/INMATEH\\_3\\_2016/50-11-Abstract.pdf](http://www.inmateh.eu/INMATEH_3_2016/50-11-Abstract.pdf).
  12. Lü J.Q., Shang Q.Q., Yang Y. et al. Design optimization and experiment on potato haulm cutter // Transactions of the CSAM. 2016. Issue number 47 (5). P. 106–114.
  13. Sojka R.E., Horne D.J., Ross C.W., Baker C.J. Subsoiling and surface tillage effects on soil physical properties and forage oat stand and yield // Soil and Tillage Research. 1997. Issue number 40 (3–4). P. 25–144.
  14. Yanykin, D.V.; Pashkin, M.O.; Simakin, A.V. et al. Plant Photochemistry under Glass Coated with Upconversion Luminescent Film. Appl. Sci. 2022, 12, 7480.
  2. Izmajlov A.Yu., Lobachevskij Ya.P., Dorohov A.S. i dr. Sovremennyye tekhnologii i tekhnika dlya sel'skogo hozyajstva – tendencii vystavki Agritechnika 2019 // Traktory i sel'hozmashiny. 2020. № 6. С. 28–40. URL: <https://journals.eco-vector.com/0321-4443/article/view/66556>
  3. Kamaletdinov R.R. Ob'ektno-orientirovannoe imitacionnoe modelirovanie v srede teorii informacii (informacionnoe modelirovanie) // Izvestiya Mezhdunarodnoj akademii agrarnogo obrazovaniya. 2012. Т. 1. № 14. С. 186–194. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=17693760>.
  4. Kostenko M.Yu., Kostenko N.A. Veroyatnostnaya ocenka separiruyushchej sposobnosti elevatora kartofeleuborochnoj mashiny // Mekhanizaciya i elektrifikaciya sel'skogo hozyajstva. 2009. № 12. С. 4. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=13022951>.
  5. Lobachevskij Ya.P., Dorohov A.S., Sibirev A.V. Sovremennoe sostoyanie tekhnologicheskogo obespecheniya proizvodstva ovoshchnyh kul'tur v Rossijskoj Federacii. Ovoshchi Rossii. 2023. № (5). С. 5–10.
  6. Popov V.D., Valge A.M., Papushin E.A. Povyshenie effektivnosti proizvodstva produkcii rastenievodstva s ispol'zovaniem informacionnyh tekhnologij // Tekhnologii i tekhnicheskie sredstva mekhanizirovannogo proizvodstva produkcii rastenievodstva i zhivotnovodstva. 2009. № (81). С. 32–39.
  7. Rakut'ko S.A., Rakut'ko E.N., Medvedev G.V. Razrabotka eksperimental'nogo fitotrona i ego primenenie v issledovaniyah po energoekologii svetokul'tury // Sel'skohozyajstvennyye mashiny i tekhnologii. 2023. № 17 (2). С. 40–48.
  8. Rejngart E.S., Sorokin A.A., Ponomarev A.G. Unificirovannyye kartofeleuborochnye mashiny novogo pokoleniya // Traktory i sel'skohozyajstvennyye mashiny. 2006. № 10. С. 3–5. URL: <http://www.avtomash.ru/gur/2006/200610.htm>
  9. Cencl Yu.S., Godlevskaya E.V. Matematicheskoe modelirovanie kak instrument proektirovaniya sel'skohozyajstvennyh mashin i agregatov (primenitel'no k istorii razvitiya nauchnoj shkoly YUzhnogo Urala) / Sel'skohozyajstvennyye mashiny i tekhnologii. 2023. № 17(2). С. 4–12.
  10. Golmohammadi A., Bejaei F., Behfar H. Design, Development and Evaluation of an Online Potato Sorting System Using Machine Vision. International Journal of Agriculture and Crop Sciences. 2013; 6: 396–402.
  11. Hevko R.B., Tkachenko I.G., Synii S.V. Development of design and investigation of operation processes of small-scale root crop and potato harvesters // INMATEH-agricultural engineering. 2016. Vol. 49. № 2. PP. 53–60. URL: [http://www.inmateh.eu/INMATEH\\_3\\_2016/50-11-Abstract.pdf](http://www.inmateh.eu/INMATEH_3_2016/50-11-Abstract.pdf).
  12. Lü J.Q., Shang Q.Q., Yang Y. et al. Design optimization and experiment on potato haulm cutter // Transactions of the CSAM. 2016. Issue number 47 (5). P. 106–114.
  13. Sojka R.E., Horne D.J., Ross C.W., Baker C.J. Subsoiling and surface tillage effects on soil physical properties and forage oat stand and yield // Soil and Tillage Research. 1997. Issue number 40 (3–4). P. 25–144.
  14. Yanykin, D.V.; Pashkin, M.O.; Simakin, A.V. et al. Plant Photochemistry under Glass Coated with Upconversion Luminescent Film. Appl. Sci. 2022, 12, 7480.

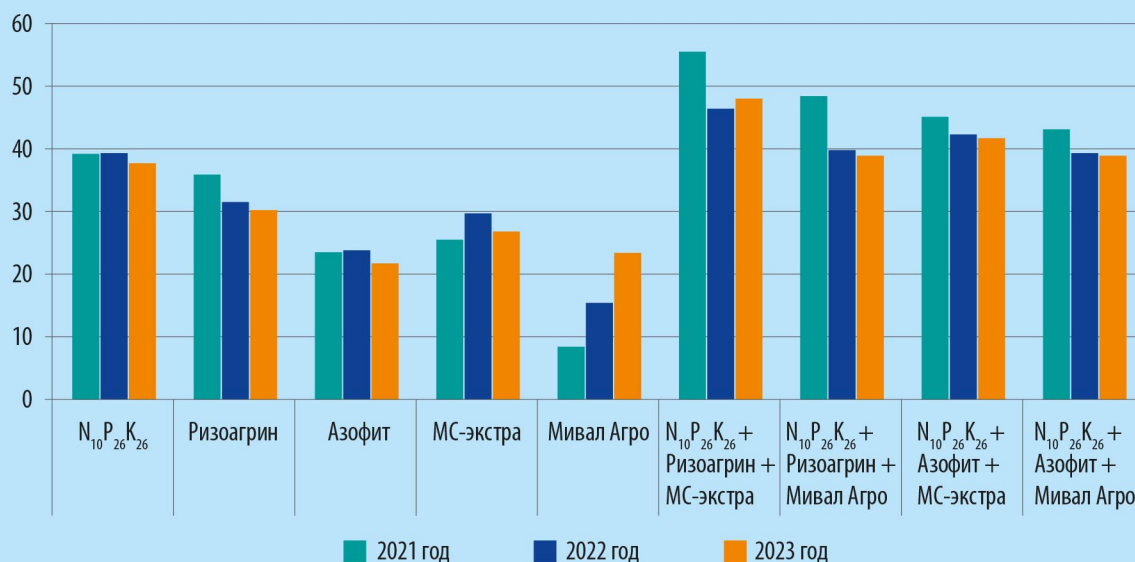
## REFERENCES

1. Dorohov A.S., Aksenov A.G., Sibirev A.V. i dr. Teoreticheskie predposylki intensivizatsii uborki luka-sevka // Sel'skohozyajstvennyye mashiny i tekhnologii. 2023. № 3. С. 85–92.

*Поступила в редакцию 07.11.2023  
Принята к публикации 21.11.2023*



Диаграмма к статье Ханиевой И.М. и др. «Совершенствование технологии возделывания проса в Кабардино-Балкарской Республике» (стр. 26)



Прибавка урожая проса сорта *Кавказские зори* под влиянием минерального удобрения, бактериальных препаратов и стимуляторов роста.

Фотографии к статье Синеговской В.Т. и др. «Использование физиологических методов в создании сортов сои» (стр. 30)



Рис. 4. Сорт сои *Лучистая*: растение, бобы, семена.

Рисунок к статье Сибирёва А.В. и др. «Прогнозирование уровня биологических рисков возникновения и распространения инфекционных и паразитарных заболеваний картофеля» (стр. 89)

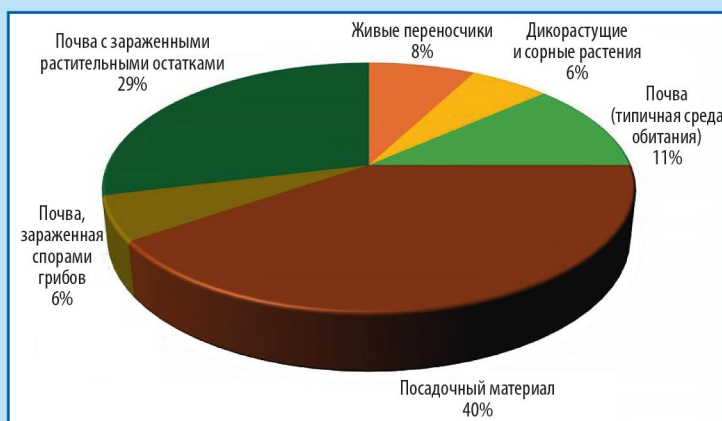


Рис. 2. Структура долевого распределения основных резервуаров инфекции, характерных для возбудителей инфекционных и паразитарных заболеваний картофеля.