



Алгоритмы производства высококачественного семенного картофеля

Круглый стол на Всероссийском конгрессе по защите растений,
17.04.2024, г. Санкт -Петербург
д.с.-х.н. Банадысев С.А., «Дока- Генные Технологии»

Допуски на заболеваемость черной ножкой (%) после полевого осмотра посева семенного картофеля.

Класс/класс	Предбазовый		Основной		Сертифицированный		
	ПБТК	ПБ	S	SE	E	A	B
Европейский Союз	0.0	0.0	0.1	0.5	1.0	2.0	4.0
ЕЭК ООН	0.0	0.0	Н/д	0.5	1.0	1.5	2.0
Нидерланды	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.03	0.1
Франция	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	1.0	1.0
Германия	0.0	0.0	0.1	0.4	0.6	1.0	1.2
Шотландия	0.0	0.0	0.1	0.5	1.0	Н/д	Н/д
Польша	0.0	0.0	0.1	0.5	1.0	2.0	4.0
Россия	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	1,0

А - Спорадическое =1 растение/га ; Н/д = не применимо

Допуски на мягкую гниль клубней (%), применимые к партиям перед продажей семенного урожая картофеля на основе визуального осмотра.

Категория	Предбазовый			Основной		Сертифицированный	
	ПБТК	ПБ	S	SE	E	A	B
Европ. Союз	0.0	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
ЕЭК ООН	0.0	0.2	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Нидерланды	0.0	0,0А	0,0А	0,0А	0,0А	0,0А	0,0А
Франция	0.0	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Германия	0.0	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Шотландия	0.0	0.2	0.2	0.2	0.2	Н/д	Н/д
Польша	0.0	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Россия	0,0	0,0	0,0	1,0	1,0	1,0	1,0

1 клубень/250 кг для всех сортов, толерантность по Дикее NIL

В - Допуск по Дикее NIL N/A = не применимо

Допуски латентной (скрытой) бактериальной инфекции клубней семенного картофеля по показателям лабораторного тестирования методами ПЦР или ИФА, %.

Категория	Предбазовый			Основной		Сертифицированный	
	ПБТК	ПБ	S	SE	E	A	B
Европ. Союз	Нет нормирования			Нет нормирования		Нет нормирования	
ЕЭК ООН	Нет нормирования			Нет нормирования		Нет нормирования	
Нидерланды	Нет нормирования			Нет нормирования		Нет нормирования	
Франция	Нет нормирования			Нет нормирования		Нет нормирования	
Германия	Нет нормирования			Нет нормирования		Нет нормирования	
Шотландия	Нет нормирования			Нет нормирования		Нет нормирования	
Польша	Нет нормирования			Нет нормирования		Нет нормирования	
Россия 	0,0	0,0	0,0	(0,0!)	(0,0!)	Нет нормирования	

В предбазовых категориях – согласно ГОСТ 33996, в базовых – согласно проекту приказа Минсельхозпрода 11.2023.

ГОСТ 33996-2016: нулевой допуск по латентной зараженности семенного картофеля полевых этапов категории ОС (включая супер-суперэлиту) пектолитическими бактериями не имеет аналогов в мире. Правила сертификации всех стран развитого картофелеводства предусматривают оценку и нормативы допусков болезней, вызываемых *Dickeya* spp. и *Pectobacterium* spp., исключительно на основе визуального проявления симптомов черной ножки, увядания растений, мокрой и сухой гнили.

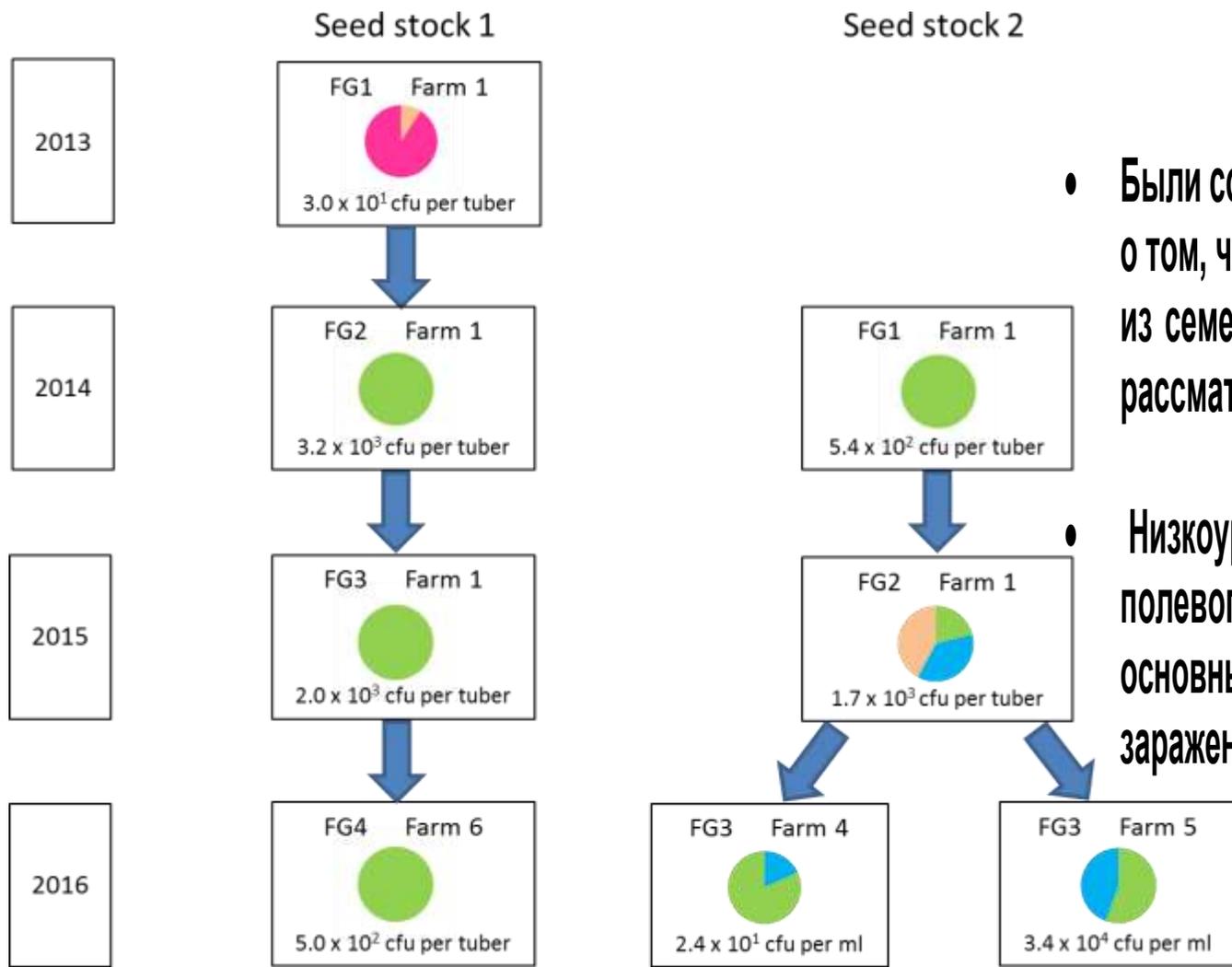
Специалистам всех стран давно, как только появились чувствительные методы молекулярной диагностики – ИФА и ПЦР, стало понятно, что эти бактерии всегда есть на растениях и клубнях в латентной форме и не приводят к повреждению урожая, если их не провоцировать. В открытом грунте не может быть растений без бактерий, нулевой допуск применяется только при микроразмножении и производстве мини-клубней.

Последние основательные исследования содержат доказательства, что заселение растений *Pectobacterium* spp. и *Dickeya* spp. происходит неизбежно в первый-третий год полевого репродуктивного цикла, т.е. на классах 1 ПП и ССЭ. Причем происходит это с помощью природных явлений: ветер, пыль, дождь, насекомые. Провели эти исследования непосредственно сами службы сертификации ведущих семеноводческих по картофелю стран и ими же опубликованы, поэтому и контролируют они пектобактерии только по факту проявления болезни.

Table 7: *Pectobacterium* populations detected on pre-basic seed (Variety 1) grown from the same mini-tuber clones at 3 locations in England and Scotland.

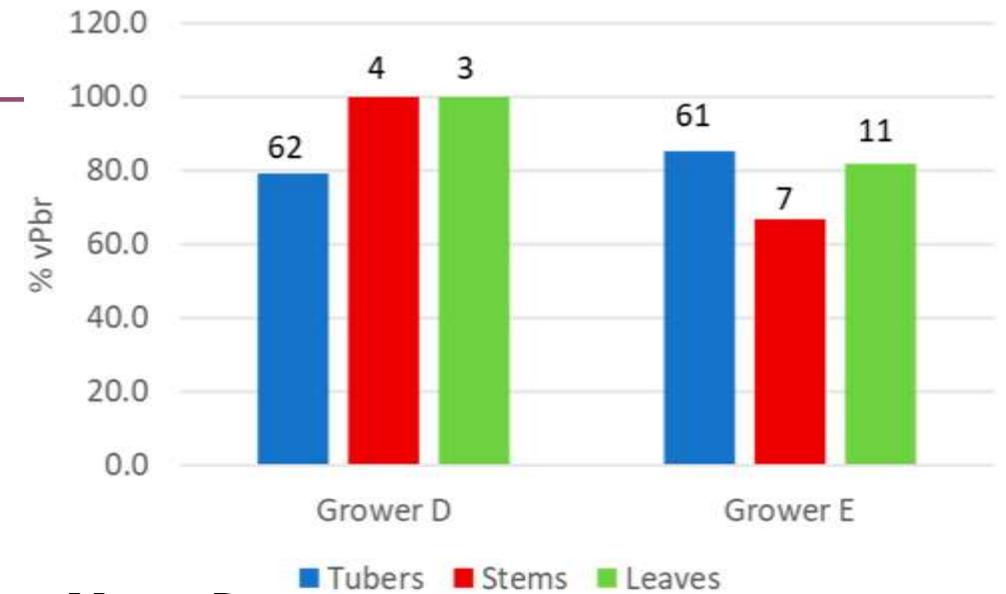
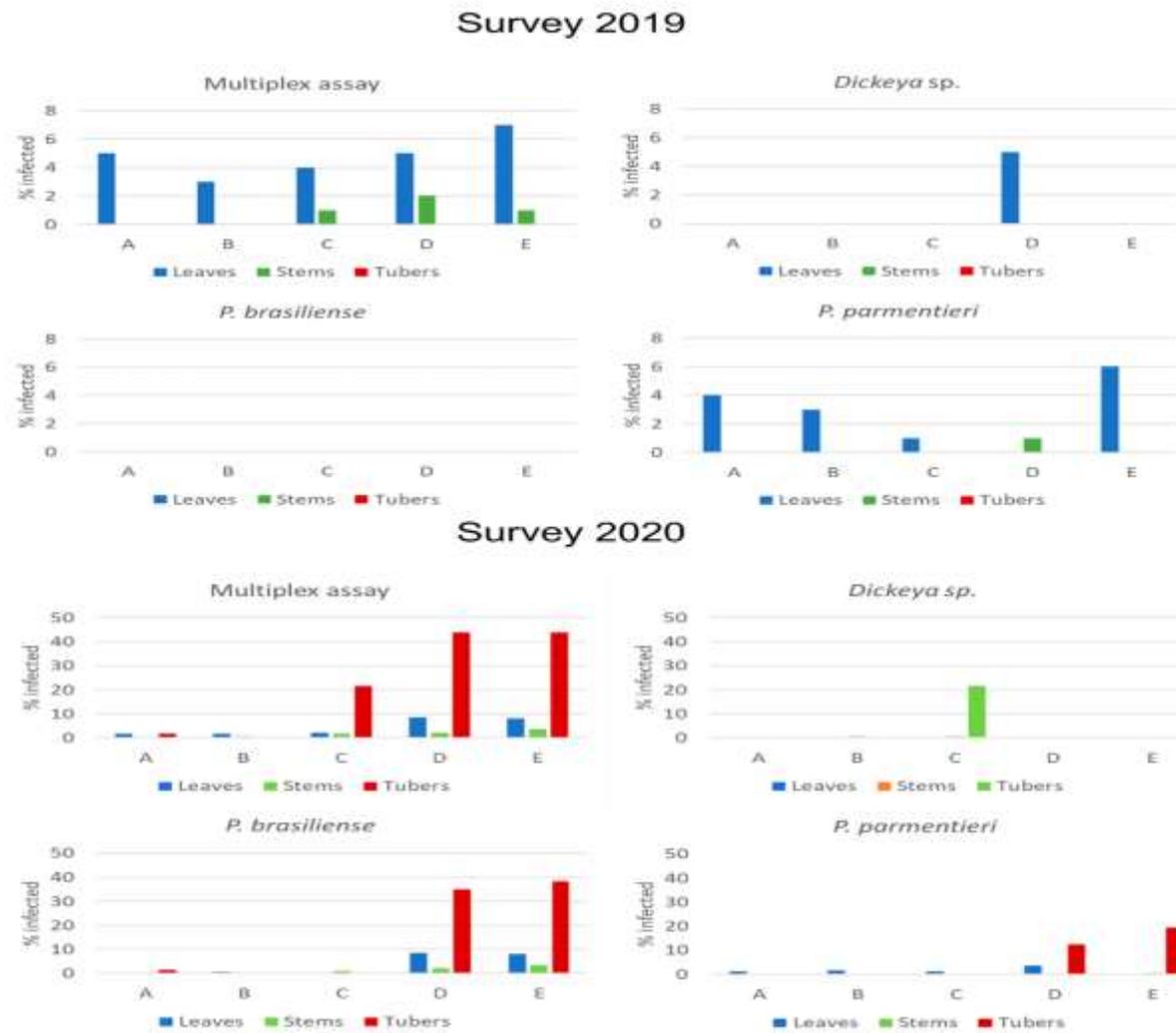
Seed stock tested		Farm 1: England		Farm 2: Scotland		Farm 3: Scotland	
		Vascular cores	Peel	Vascular cores	Peel	Vascular cores	Peel
2013	Mini-tubers before planting	0	0	0	0	0	0
	PB1 harvested	2.0×10^0	3.0×10^1	7.8×10^2	2.2×10^1	0	0
2014	Mini-tubers before planting	0	0	0	0	0	0
	PB1 harvested	2.8×10^3	5.4×10^2	1.0×10^3	1.2×10^3	0	0
	PB2 harvested	8.0×10^0	3.2×10^3	2.6×10^3	1.8×10^3	1.2×10^2	6.0×10^1
2015	Mini-tubers before planting	0	0	0	0	0	0
	PB1 harvested	3.3×10^3	1.0×10^3	NP	NP	0	0
	PB2 harvested	7.5×10^3	1.7×10^3	NP	NP	0	0
	PB3 harvested	1.0×10^4	2.0×10^3	NP	NP	7.5×10^3	1.5×10^2

ектобактерий картофеля



- Были собраны дополнительные доказательства в поддержку гипотезы о том, что черная ножка может быть вызвана либо *Pba*, происходящей из семенных клубней, либо из источников, внешних по отношению к рассматриваемому семенному материалу/культуре.
- Низкоуровневая контаминация *Pba* происходит во время первого полевого поколения из мини-клубней, но не обязательно является основным источником инфекции для развития черной ножки или заражения клубней потомства в последующих поколениях поля.

Рис 1. Средние инокулятивные нагрузки (КОЕ *Pectobacterium* на клубень) и гаплотипы VNTR *P. Atrosepticum* обнаружен на заготовленных клубнях-потомках в каждом полевом поколении из миниклубней (2013-2016 гг.).



Мы обнаружили, что до уничтожения ботвы уже высокая заболеваемость может произойти в урожае картофеля, выращенного из миниклубней с SRP, хотя риски, по-видимому, зависят от условий окружающей среды в течение вегетационного периода. Данные свидетельствуют о том, что путь передачи возбудителя инфекции ботвы отличается от пути передачи клубней. Обнаружение различных видов *Dickeya* в посевах указывает на риски появления новых вариантов SRP в картофеле и подчеркивает необходимость регулярных обследований.

Рисунок 1. Результаты анализа листьев, стеблей и клубней растений картофеля, выращенных из миниклубней на пяти заводах (А–Е) с мультиплексным анализом TaqMan, выявляющим одновременно *Dickeya sp.*, *Pectobacterium brasiliense*, *P. parmentieri* и *P. Atrosepticum* с последующим выявлением положительных результатов с помощью симплексных анализов против целевого патогена. В 2019 году было отобрано 100 отдельных растений на одного производителя. В 2020 году было отобрано 200 образцов на одного производителя.

Официальных программ послеуборочного диагностического тестирования SRP не существует, хотя в некоторых странах в целях мониторинга и консалтинга предлагается консультативное тестирование. **В пилотном исследовании в Нидерландах в период с 2012 по 2018 год проводились обязательные послеуборочные тесты на черную ножку, вызывающую SRP. Весь товарный семенной материал классов PV и S был протестирован на SRP методом КЩР.**

Цель эксперимента заключалась в том, чтобы помочь фермерам в отборе семян классов PV и S с целью снижения заболеваемости черной ножкой в семенной картофельной цепной. Некоторые результаты показали корреляцию между латентной инфекцией в образце и симптомами черной ножки в полевых условиях в следующем году.

Однако эта корреляция варьировалась между различными SRP, из-за различий в вирулентности, в результате чего тест был признан непригодным для целей сертификации.

Management of Diseases Caused by *Pectobacterium* and *Dickeya* Species, 2021

Jan M. van der Wolf, Solke H. De Boer, Robert Czajkowski, Greig Cahill, Frédérique Van Gijsegem, Triona Davey, Brice Dupuis, John Ellicott, Sylwia Jafra, Miriam Kooman, Ian K. Toth, Leah Tsrer, Iris Yedidia, and Jacquie E. van der Waals

Инициаторы внесения нулевого допуска по латентной бактериальной инфекции в ГОСТ 33996 и рассматриваемый проект Приказа из ФГБНУ «ФИЦ картофеля им. А.Г.Лорха» не приводят информации, опровергающей отмеченные выше закономерности.

Нет научных публикаций ученых этого научного центра о фактах или даже возможности производства семенного картофеля полевых категорий с нулевым содержанием бактерий в латентной форме.

К ГОСТ 33996 и 59551 не прилагаются исчерпывающие регламенты проведения оценки скрытой зараженности бактериями для сертификации семенного картофеля. НЕ зафиксированы приемлемые праймеры и все требуемые реагенты, условия проведения, уровни чувствительности, уровни вредоносности, критерии оценки результатов и т.д. Это приводит к необъективности и несравнимости получаемых в разных лабораториях данных. Вольность методических аспектов приемлема в научных публикациях, а в сфере сертификации многих сотен тысяч тонн товарной продукции недопустима.

ГОСТ 33996-2016.

5.1.11 В исходном материале и категории оригинального семенного картофеля контролируют наличие растений и клубней, пораженных вирусной и/или бактериальной инфекцией, на основе показателей лабораторного тестирования листовых и клубневых проб **методом ИФА или ПЦР** в соответствии с требованиями, установленными в таблице 2.

Примечание - Для партий суперэлитного, элитного и репродукционного семенного картофеля, поступающего в оборот в странах, принявших стандарт, лабораторное тестирование проводится по заявке производителя или поставщика семенного картофеля. Предельно допустимые нормы ограничения вирусной и/или бактериальной инфекции по результатам лабораторного тестирования клубневых проб могут устанавливаться в договорах (контрактах) на поставку семенного картофеля по договоренности сторон.

ГОСТ Р 59551— 2021 КАРТОФЕЛЬ СЕМЕННОЙ Отбор проб и методы диагностики фитопатогенов

3.1 **Метод полимеразной цепной реакции (ПЦР)** Метод применяют для детекции вирусов (ХВК. СВК. МВК. УВК. ВСЛК), вириода веретеновидности клубней картофеля (ВВКК), а также возбудителей бактериозов;

5.3.2 **Иммунохроматографический анализ (ИХА)** Метод основан на применении диагностических тест-полосок (иммунострипов) для экспресс-диагностики вирусов (ХВК. СВК. МВК. УВК, ВСЛК) и возбудителей бактериозов (*Dickeya/Pectobacterium* spp., *Clavibacter michiganensis* ssp. *sepedonicus*);

5.3.3 **Иммуноформентный анализ (ИФА)** Метод проводят на основе применения стандартизированных методик и рутинных процедур для диагностики вирусов ХВК. СВК, МВК. УВК. ВСЛК посредством лабораторного тестирования листовых и клубневых проб;

5.3.4 **Культуральные методы и микроскопия** Для достоверной идентификации ряда грибных и бактериальных патогенов картофеля помимо визуального осмотра проводят дополнительное инкубирование в условиях влажной камеры или культивирование на специальных питательных средах. Основываясь на описании патогена в соответствии с [16].

5.2.7 Тестирование клубневых проб от партий элитного и репродукционного семенного картофеля проводят по согласованию сторон на основе контрактов на поставку семенного картофеля, **используя методы ИФА и/или ПЦР.** Примечание — **Вероятность развития бактериальных гнилей при наличии скрытого поражения семенного материала определяется комплексом эколого-географических и агроклиматических факторов.**

...При необходимости количественного определения скрытого поражения клубней возбудителями бактериальной «черной ножки» (*Pectobacterium* spp. и *Dickeya* spp.) **проводят лабораторное тестирование методом культивирования бактерий на специальных питательных средах** или методом полимеразной цепной реакции. **Допустимый/приемлемый уровень скрытого бактериального поражения устанавливается индивидуально и фиксируется в договорах (контрактах) на поставку семенного картофеля.**

Образец	Партия	Количество клубней, шт	Мохряя гниль и "черная ножка"							Копьевая гниль, <i>Clavibacter</i>	В уран азидь, <i>Ralstonia</i> solanacearum
			Среднее количество пектогитических бактерий	<i>Pectobacterium</i>	<i>Pectobacterium</i> <i>rasii/elsis</i>	<i>Pectobacterium</i> <i>atrosepticum</i>	<i>Pectobacterium</i> <i>wasabiae</i>	<i>Dickeya</i> spp.	<i>Dickeya solani</i>		
Кармен РС1	1	33	2101002	+	+	+	+			+	,
	2	33	4444427	+	+	+	+				
	3	33	277776	+	+	+	+				
Ла Страда РС1	1	33	<1000	+	+	-	+			+	
	2	33	<1000	+	+	-	+				
	3	33	<1000	+	+	-	+	+	+		
Ла Страда Элита	1	33	10744906	+	+	-	+			+	
	2	33	<1000	+	+	+	+	+			
	3	33	414139	+	+	-	+				

Использование ПЦР-систем для диагностики возбудителей бактериоза черная ножка картофеля, 2020. А.И. УСКОВ¹, И.В. ШМЫГЛЯ², А.А. СТАХЕЕВ³, С.К. ЗАВРИЕВ⁴, Ю.А. ВАРИЦЕВ⁵, П.А. ГАЛУШКА⁶, Н.В. СУСЛОВА⁷ 1, 2, 5, 6, 7 ФИЦ картофеля имени А.Г. Лорха, п. Красково, г/о Люберцы, Московская область, Россия 3, 4 ФГБУН Институт биоорганической химии им. академиков М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова РАН, г. Москва, Россия

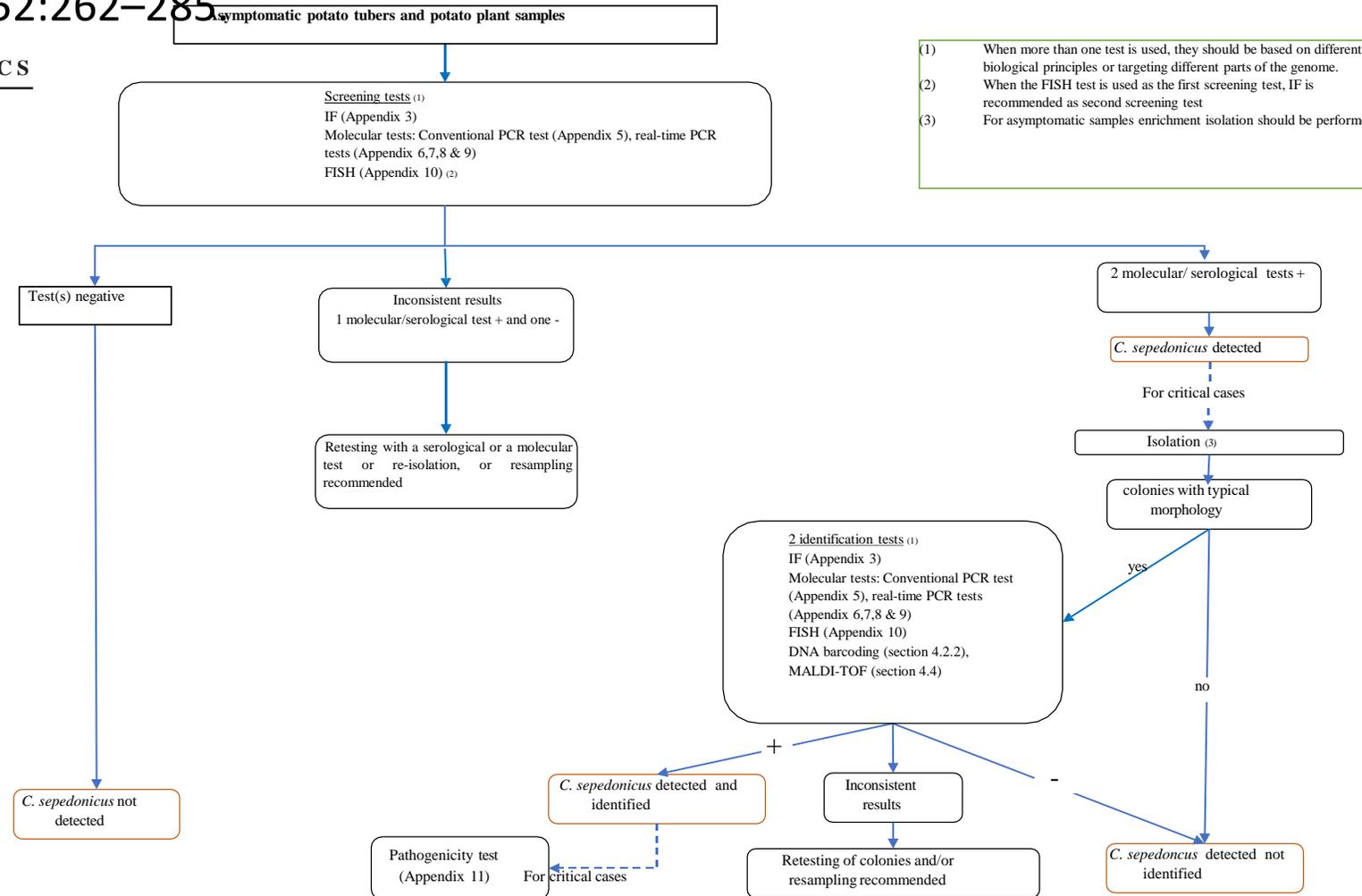
При сравнительном тестировании 20 сортообразцов семенного картофеля, поступивших в Испытательную лабораторию Федерального исследовательского центра картофеля имени А.Г. Лорха от производителей из 4 регионов Российской Федерации, **в 15 случаях показано полное совпадение результатов анализа при использовании 2 рутинных и 1 испытываемой тест-системы (12 отрицательных и 3 положительные реакции).** Использование новой тест-системы ПЦР-РВ на ранних этапах семеноводства для тестирования оригинального семенного картофеля позволило выделить дополнительно 2 образца с положительной реакцией на *Pectobacterium atrosepticum*. Проведенными исследованиями показана возможность использования разработанных в рамках ФНТП развития сельского хозяйства на 2017–2025 гг. (подпрограмма «Развитие селекции и семеноводства картофеля в Российской Федерации») тест-систем для выявления и идентификации возбудителей черной ножки картофеля.

- СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ БИОЛОГИЯ, 2020, том 55, ¹ 1, с. 77-86 Картофелеводство: болезни и защита растений УДК 635.21:632.3.01/.08:577.2.08 doi: 10.15389/agrobiology.2020.1.77rus
РАЗРАБОТКА НОВЫХ СИСТЕМ ПЦР-ИДЕНТИФИКАЦИИ НЕКАРАНТИННЫХ ПАТОГЕНОВ КАРТОФЕЛЯ (*Solanum tuberosum* L.), РАСПРОСТРАНЕННЫХ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ* А.А. СТАХЕЕВ¹, М.С. ЧИГАРЁВА¹, А.И. УСКОВ², И.В. ШМЫГЛЯ², Ю.А. ВАРИЦЕВ², П.А. ГАЛУШКА², С.К. ЗАВРИЕВ¹
- ...Другой важный показатель качества работы диагностической системы — ее аналитическая чувствительность, для определения которой использовали 10-кратные разведения плазмид (ПКО) с известными концентрациями и числом копий в реакционной смеси. Наибольшей чувствительностью обладали системы идентификации PVYNTN и *D. dianthicola* (около 10 копий плазмиды с соответствующим клонированным фрагментом ДНК на реакцию), **наименее чувствительной из всех была система идентификации *P. atrosepaticum* (500 копий на реакцию) (табл. 3)**
-Совокупность полученных результатов свидетельствует о том, что разработанные тест-системы с высокой чувствительностью и специфичностью идентифицируют шесть некарантинных патогенов картофеля, наносящих существенный экономический ущерб.

EPPO Bulletin. 2022;52:262–285

EPPO STANDARD ON DIAGNOSTICS

PM 7/59 (2) *Clavibacter sepedonicus*



- (1) When more than one test is used, they should be based on different biological principles or targeting different parts of the genome.
- (2) When the FISH test is used as the first screening test, IF is recommended as second screening test
- (3) For asymptomatic samples enrichment isolation should be performed

3.2. Интерпретация результатов - для присвоения результатов ПЦР-теста необходимо руководствоваться следующими критериями:

... Контроль положительной амплификации (РАС) для контроля эффективности амплификации: амплификация нуклеиновой кислоты целевого организма. Это может быть нуклеиновая кислота, извлеченная из организма-мишени, общая нуклеиновая кислота, извлеченная из инфицированной ткани хозяина, полногеномная амплифицированная ДНК или синтетический контрольный продукт (например, клонированный продукт ПЦР). ДНК *S. sepedonicus*, эквивалентный концентрации приблизительно 10^4 в 4 степени КОЕ/мл.

... Аналитические данные о чувствительности

Тест был разработан и валидирован для классификации 95% образцов с положительным результатом 5×10^3 в 3 степени КОЕ/мл с использованием регрессионного подхода с установленным в лаборатории предельным значением St .

... Данные о повторяемости

100% для экстрактов картофеля с добавлением от 10^4 до 10^5 в 4 до 5 степени КОЕ/мл различных штаммов *S. sepedonicus*.

... Данные о воспроизводимости

100% для картофельных экстрактов с добавлением от 10^4 до 10^5 в 4 до 5 степени КОЕ/мл различных штаммов при выполнении в одной лаборатории. Этот тест был частью исследования производительности тестов (TPS) в 2018 году. В этом тесте Gudmestad et al., 2009 г. было обнаружено 100% предоставленных образцов ДНК, выделенных из экспозиций с концентрацией $1,2 \times 10^4$, $2,4 \times 10^5$ и $2,4 \times 10^7$ в 4, 5 и 7 степени КОЕ/мл. Воспроизводимость, включая выделение ДНК участвующими лабораториями с использованием их собственного предпочтительного метода экстракции, составила 52% для $1,2 \times 10^4$ в 4 степени, 83% для $2,4 \times 10^5$ в 5 степени и 89% для $2,4 \times 10^7$ в 7 степени КОЕ/мл.

Повторяемость и воспроизводимость тестов в формате FLASH и ПЦР-РВ с коммерческими наборами ООО «АгроДиагностика»

Table 3
Repeatability and reproducibility of FLASH and RT-PCR tests with commercial AgroDiagnostika kits

№ п/п №	FLASH, ОФ ¹ FLASH, RF ¹			ПЦР-РВ, Ct RT-PCR, Ct				
	Терцик Tertsik			ДТ-лайт DT-light			ДТ-прайм DT-prime	
	оператор 1 operator 1	оператор 2 operator 2		оператор 1 operator 1	оператор 2 operator 2		2	3
Повторность Repetition	1	2²	3²	1	2²	3²	2	3
0422 <i>Ralstonia pseudosolanacearum</i> CFBP 6442								
1	5,77	0,91	0,94	36,4	38,1	–	–	–
2	4,80	1,63	3,56	–	–	–	39,2	39,0
3	1,06	5,26	0,93	36,7	–	–	39,0	37,8
4	5,43	4,41	1,53	38,7	37,2	37,9	38,6	–
5	5,10	0,97	1,37	38,4	–	–	38,8	38,9
6	4,35	3,39	3,67	–	–	–	39,5	38,9
7	4,62	0,94	1,07	–	37,6	–	–	38,9
8	3,33	0,98	0,98	38,7	38,0	–	38,8	–
9	4,68	0,86	0,99	–	39,4	–	39,0	39,1
10	5,08	0,93	1,01	–	–	–	–	37,7
П R	90%	30%	20%	50%	50%	10%	70%	70%
В Reprod	47%			36,7%			70%	
	50%							

ВЫВОДЫ

1) Для тестов с наборами производства ООО «Агро-Диагностика» в формате FLASH и ПЦР-РВ установлены следующие значения рабочих критериев:

- аналитическая специфичность тестов – 100%;
- аналитическая чувствительность – 10^1 – 10^2 или 10^2 – 10^3 КОЕ/мл для штаммов *Ralstonia solanacearum* и *R. pseudosolanacearum* CFBP 6442 расы 5 bv. 5 и 10^4 КОЕ/мл для штамма *R. pseudosolanacearum* CFBP 6424 расы 1 bv. 3 и *R. solanacearum* subsp. *indonesiensis* CFBP 7288;
- селективность отмечена для экстракта роз в случае содержания повышенного количества растительных компонентов;
- повторяемость и воспроизводимость тестов в пределах аналитической чувствительности (5×10^2 КОЕ/мл) достигали 97,5 и 95% соответственно при использовании амплификаторов производства ООО «ДНК-Технология». Использование прибора «АНК-32» (ООО «Синтол») снижало чувствительность теста на порядок;

Допуски латентной (скрытой) бактериальной инфекции клубней семенного картофеля по показателям лабораторного тестирования методами ПЦР или ИФА, %.

Категория	Предбазовый			Основной		Сертифицированный	
	ПБТК	ПБ	S	SE	E	A	B
Европ. Союз	Нет нормирования			Нет нормирования		Нет нормирования	
ЕЭК ООН	Нет нормирования			Нет нормирования		Нет нормирования	
Нидерланды	Нет нормирования			Нет нормирования		Нет нормирования	
Франция	Нет нормирования			Нет нормирования		Нет нормирования	
Германия	Нет нормирования			Нет нормирования		Нет нормирования	
Шотландия	Нет нормирования			Нет нормирования		Нет нормирования	
Польша	Нет нормирования			Нет нормирования		Нет нормирования	
Россия 	0,0	0,0	0,0	(0,0!)	(0,0!)	Нет нормирования	

В предбазовых категориях – согласно ГОСТ 33996, в базовых – согласно проекту приказа Минсельхозпрода 11.2023.

... В связи с вышеизложенным, просим исключить нормирование латентной инфекции пектолитических бактерий из ГОСТ 33996-2016, и, соответственно, из проекта приказа Министерства сельского хозяйства Российской Федерации о внесении поправок в показатели качества, зафиксированные приказом № 528 от 26.05.2023 г.

Наличие такого норматива носит провокационный и коррупционный характер, поскольку дискредитирует, деквалифицирует семеноводство картофеля в стране и делает невозможным, в принципе, получение подтверждающих документов о соответствии семенного материала картофеля, производимого в Российской Федерации, требованиям указанных нормативных актов.

Алгоритмы производства высококачественного семенного картофеля

В настоящее время проект приказа направлен в Минэкономразвития России для проведения процедуры оценки регулирующего воздействия. Проект приказа разработан в целях расширения перечня контролируемых показателей при определении качественных характеристик семян сельскохозяйственных растений, которые включены в Перечень родов и видов сельскохозяйственных растений, производство и выращивание которых направлено на обеспечение продовольственной безопасности Российской Федерации, сорта и гибриды которых подлежат включению в Государственный реестр сортов и гибридов сельскохозяйственных растений, допущенных к использованию, утвержденный распоряжением Правительства Российской Федерации от 8 декабря 2022 г. № 3835-р и обеспечение соответствия которым напрямую влияет на качество и количество получаемого урожая.

Учитывая вышесказанное, внесение изменений в проект приказа на данном этапе не представляется возможным. Предложенные в обращении изменения будут рассмотрены при очередном внесении изменений в приказ Минсельхоза России в порядке, установленном законодательством.

Касаясь вопроса об исключении нормирования латентной инфекции пектолитических бактерий из «ГОСТ 33996-2016. Межгосударственный стандарт. Картофель семенной. Технические условия и методы определения качества» информируем, что документы национальной системы стандартизации применяются на добровольной основе одинаковым образом и в равной мере независимо от страны и (или) места происхождения продукции (товаров, работ, услуг), если иное не установлено законодательством Российской Федерации.

Томский агроном обвинен в порче 120 га земли

Мировой суд рассмотрит дело агронома крупного сельхозпредприятия, который обвиняется в нарушении правил обращения с отходами животноводства, что привело к порче 120 гектаров земли вблизи поселка Рассвет Томского района; ущерб составил 5 миллиардов рублей. Прокуратура Томской области утвердила обвинительное заключение по уголовному делу в отношении 37-летнего местного жителя. Он обвиняется по статье УК РФ "Порча земли" (санкция – до 2 лет исправительных работ).

По данным пресс-службы регионального СУ СКР, обвиняемый выполнял обязанности начальника участка "Поля орошения" и главного агронома отдела растениеводства свинокомплекса "Томский" АО "Сибагро". Ущерб не погашен. **В ходе следствия наложен арест на имущество АО "Сибирская аграрная группа" на общую сумму более 6 миллиардов рублей**, – сообщает в телеграм-канале ведомства.

Источник: 02.04.2024.

<https://milknews.ru/index/tomsk-porcha-zemlya.html>



США, 2022: Rethinking Seed Potato Certification: Moving toward a grower-focused system

Ожидается, что участие производителей семенного картофеля в этом проекте, обусловленное перспективами получения результатов быстрее, чем при обычном озимом выращивании, будет способствовать принятию этого нового подхода картофельной

промышленностью в США. В качестве альтернативы, переход к высокопроизводительной молекулярной диагностике будет коллективно предоставлять картофельной промышленности более быстрые и точные данные о здоровье семян, что должно улучшить качество в будущем и, как мы надеемся, повысить безопасность торговли товарными культурами.

•Однако мы будем действовать осторожно. ДЕСЯТИЛЕТНИЙ ПЕРИОД РАЗРАБОТКИ И ВНЕДРЕНИЯ ЭТОГО МЕТОДА, ориентированный на производителей, должен защитить от чрезмерного регулирования и чрезмерного тестирования семенного картофеля, при этом обеспечивая гибкость в реагировании на возникающие болезни.

Agri-Mycin® Phostrol®

пекто



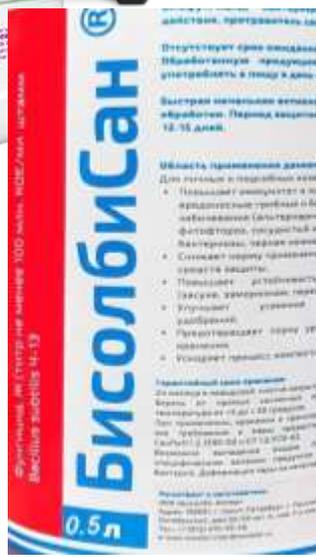
FUNGICIDES and/or BACTERICIDES

Biofungicides

Double Nickel 55@WG	<i>Bacillus amyloliquefaciei</i> strain D747 (Ba D747)
Double Nickel® LC	<i>Bacillus amyloliquefaciei</i> strain D747 (Ba D747)
OSO® 5% SC	Polyoxin D zinc salt
SoilGard®	<i>Gliocladium virens</i> GL-2
Trilogy®	Clarified hydrophobic ext of neem oil

Biochemicals

Cueva®	Copper octanoate
Kocide® 2000-O	Copper hydroxide
Kocide® 3000-O	Copper hydroxide
Kocide® 50DF	Copper hydroxide
Sil-MATRIX® LC	Potassium silicate



Wall

Одной из основных стратегий защиты растений от бактериозов во время их роста, а также в условиях послеуборочного хранения становится применение агентов биологического контроля, либо отдельно, либо в сочетании с физической и/или химической обработкой в рамках так называемой комплексной борьбы с вредителями.

Эффективность их в отношении бактериальных патогенов обусловлена различными механизмами:

- продукцией противомикробных соединений (натуральных антибиотиков);
 - вмешательством в механизм формирования кворума;
 - колонизацией ниш, занятых SRP, конкуренцией за питательные вещества с патогенными микроорганизмами;
 - активацией естественной защиты растений путем индуцированной системной резистентности.
-

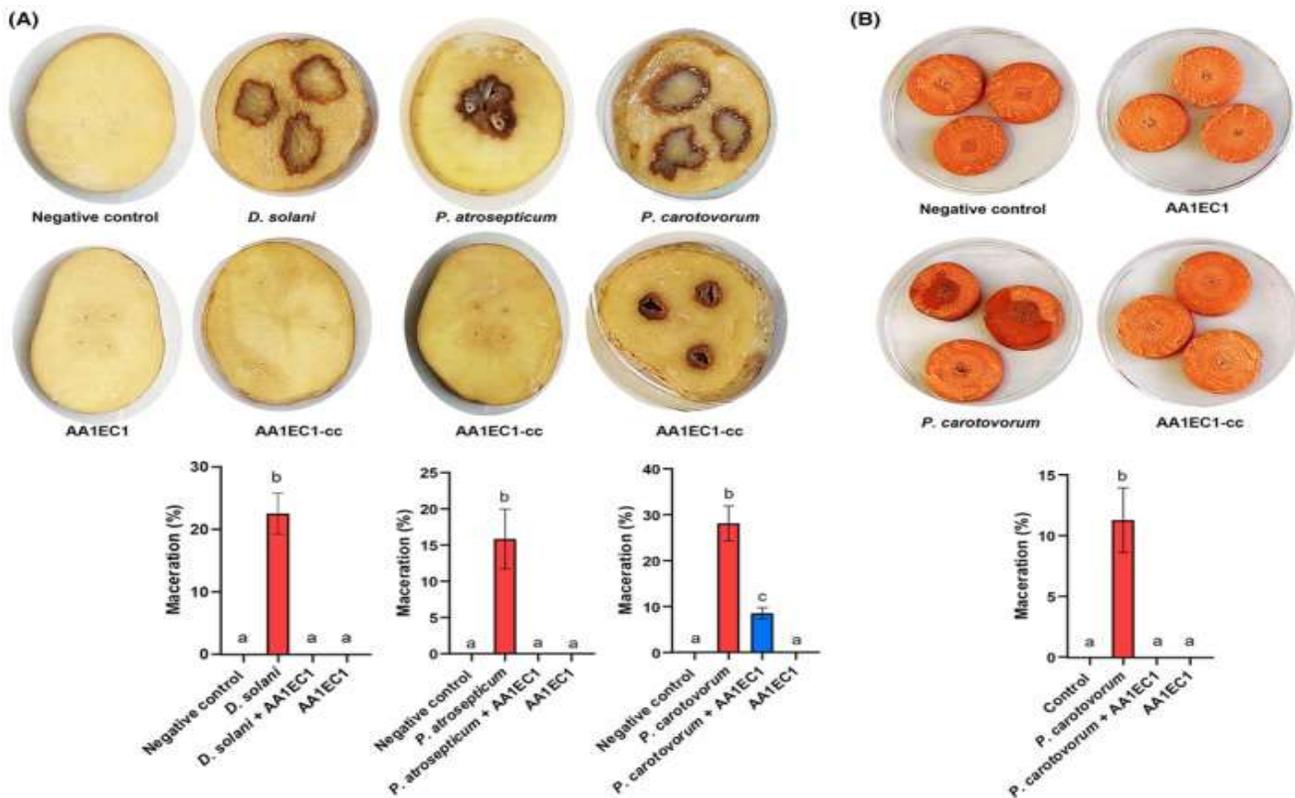
Алгоритмы производства высококачественного семенного картофеля

Род *Bacillus* представляет собой хорошо известную группу РГРВ с замечательным производством эндоспор, устойчивых к стрессовым условиям. На сегодняшний день многие виды *Bacillus*, такие как *B. subtilis*, *B. thuringiensis*, *B. amyloliquefaciens*, *B. pumilus*, *B. megaterium*, *B. firmus* и *B. velezensis* широко используются в коммерческих сельскохозяйственных биопрепаратах.

Среди активных веществ, одобренных или ожидающих одобрения в ЕС в качестве возможных компонентов пестицидной продукции (более 500 веществ), около 100 составляют бактерии, грибы или вирусы, действующие как инсектициды, акарициды, нематициды, фунгициды, бактерициды, элиситоры или дезинфицирующие средства.

Среди этих активных веществ на основе микроорганизмов около 30 — бактерии, относящиеся к роду *Bacillus*

Алгоритмы производства высококачественного семенного картофеля



Штамм обладает способностью снижать признаки QS-вирулентности грамотрицательных патогенных бактерий.

Мы оценили эффективность штамма AA1EC1 *B. toyonensis* в разрушении АНЛ, продуцируемого патогенными бактериями *D. solani* IPO 2222 T , *P. atrosepticum* СЕСТ 314 T ,

P. carotovorum subsp. *carotovorum* СЕСТ 225 T и *P. syringae* pv. томат DC3000 в совместных культурах. Полная деградация АГЛ была показана у *D. solani* и *P. syringae* pv. Томата и частичная деградация АНЛ, продуцируемых *P. atrosepticum* и *P. carotovorum* , с высокой активностью против коротко- и среднецепочечных АНЛ.

AIMS Microbiology, 10(1): 220–238. DOI: 10.3934/microbiol.2024011 Published: 13 March 2024
<http://www.aimspress.com/journal/microbiology>

Review Perspective on utilization of *Bacillus* species as plant probiotics for different crops in adverse conditions Shubhra Singh and Douglas J. H. Shyu

Растительные пробиотические бактерии — это универсальная группа бактерий, выделенных из различных источников окружающей среды для повышения продуктивности и иммунитета растений. Потенциал растительных пробиотических составов успешно рассматривается как улучшение роста экономически важных растений. Например, эндофитные виды *Bacillus* действовали как бактерии, стимулирующие рост растений, влияли на такие культуры, как вигна и дамская пальчиковая, а также увеличивали содержание фитохимических веществ в сельскохозяйственных культурах, таких как высокое содержание антиоксидантов в плодах томатов.

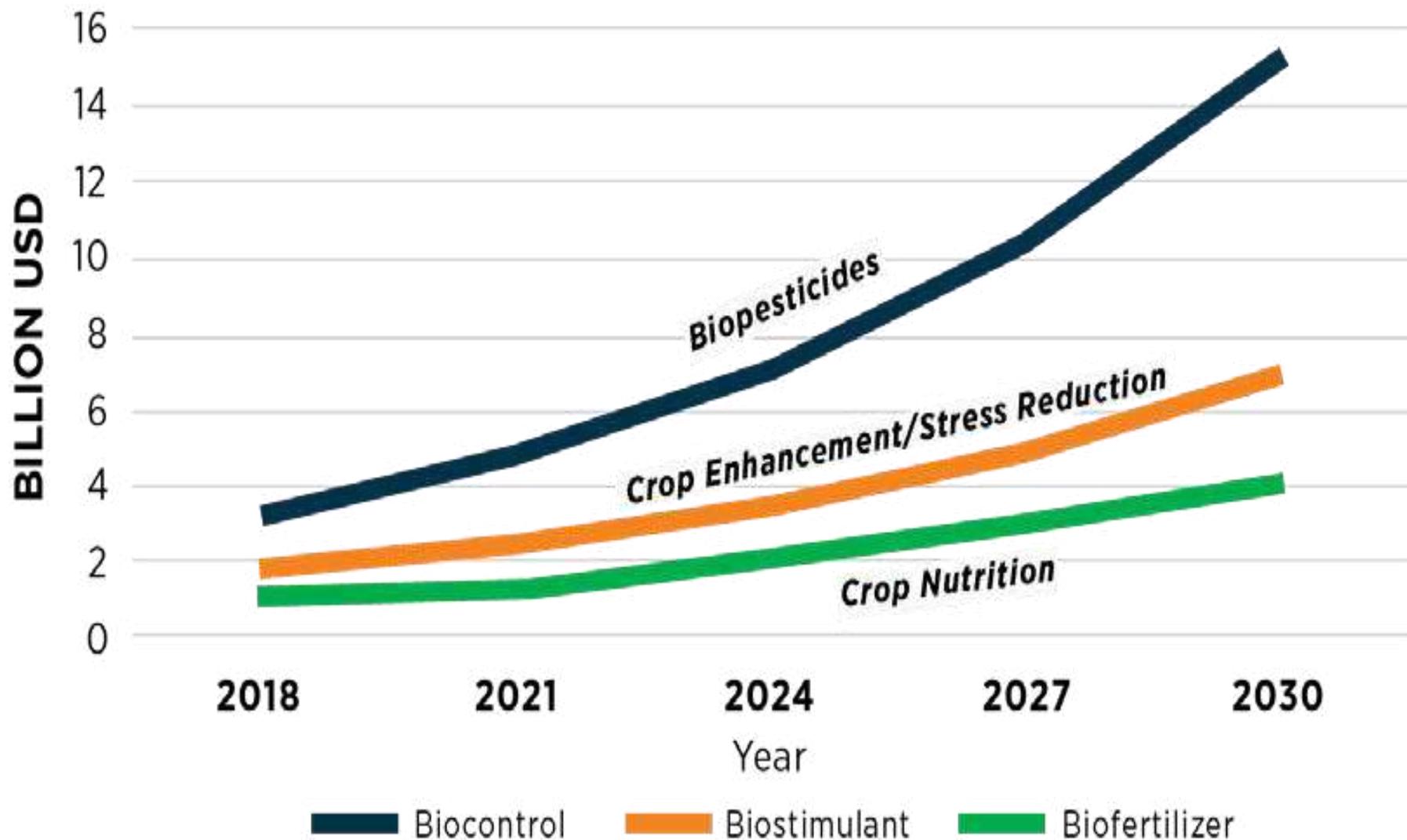
Растительные пробиотики стремятся захватить мир, поскольку настало время омолаживать и восстанавливать почву и достигать целей устойчивого развития на будущее. Комплексный охват всех видов *Bacillus*, используемых для поддержания здоровья растений, стимулирования роста растений и борьбы с патогенами, имеет решающее значение для создания устойчивого сельского хозяйства, способного противостоять глобальным изменениям. Кроме того, это даст новейшее представление об этом многофункциональном агенте с подробным механизмом биоконтроля и исследует антагонистические эффекты видов *Bacillus* на различные культуры.

There is an increasing emphasis on research dedicated to the discovery of new strains of **bacteria active against soft rot** disease, including, but not limited to, the genera *Agrobacterium*, *Bacillus*, *Bdellovibrio*, *Brevibacillus*, *Lactobacillus*, *Lellilottia*, *Ochrobactrum*, *Paenibacillus*, *Pseudomonas*, *Rahnella*, *Rhodococcus*, *Serratia*, *Streptomyces*, and *Variovorax*.

There are several reports of biocontrol strains against SRP **of fungi**: *Aspergillus*, *Penicillium* and *Trichoderma* ;

and bacteriophages: *Axomammavirus* PP1 ; *Cbunavirus* CB1, CB3 and CB4 ; *Corticovirus* PM2; *Kotilavirus* PP16 ; *Limestonevirus* LIME stone1, LIMEstone2 ; ϕ D3, ϕ D5 ; *Myunavirus* My1; *Pemunavirus* PM1; *Phimunavirus* peat1 ; *Unyawovirus* DUPPII ϕ PccP-1 ; ϕ PD10.3, ϕ PD23.1 , *vB_PcaM-D1*, *vB_PcaM-J3*, *vB_PcaP-A3* ; ZF40 , and others.

Алгоритмы производства высококачественного семенного картофеля



Контроль пектобактерий картофеля

Живая культура бактерий (один вид и один штамм) – Экстрасол, Флавобактерин, Мизорин, Оргамика С, Псевдобактерин-3, Спорекс, Бисолбисан, Бисолбицид, Витариз Экстра, ТСХА -2, Serenade (Байер);

Консорциум живых культур бактерий – Биокомпозит Коррект, Юнифорт1,3;

Живая культура грибов – Оргамика Ф;

Антибиотики, продуценты почвообитающих грибов – Фитолавин;

Антибиотики, продуценты почвообитающих грибов + системный фунгицид – Стрекар

Бактериофаги – Стримфаг1-3;

Биоорганические вещества и соединения – Зерокс, Матрица Роста, НУК, Экофорс.

№ п/п	Производитель	Название препарата	Описание препарата, норма применения.
1	ФГБНУ ВНИИСХМ, производитель БИСОЛБИ Интер	Экстрасол	Микробиологический препарат комплексного действия, в его составе чистая бактериальная культура <i>Bacillus subtilis</i> штамм Ч – 13 (концентрация не менее 100 млн бактерий в 1 мл препарата). Норма внесения при обработке клубней – 1,0 л/т.
		Флавобактерин	Биофунгицид на основе бактерии <i>Flavobacterium</i> . Эффект защитного действия основан на способности штамма синтезировать ряд антибиотиков феназинового типа, которые подавляют рост и развитие фитопатогенных грибов и бактерий. Штамм также продуцирует сидерофоры, которые связывают трехвалентное железо и делают его недоступным для почвенных патогенов, тем самым лишая их источника питания. Норма внесения – 0,7 л/т.
		Мизорин	Препарат разработан на основе бактерии <i>Arthrobacter mysorens</i> . За счёт фиксации атмосферного азота и выделения ростстимулирующих веществ ускоряет развитие корневой системы и усиливает минеральное питание культуры. Норма внесения – 1,0 л/т.
		Бисолбисан	Микробиологический препарат комплексного действия, чистая бактериальная культура <i>Bacillus subtilis</i> штамм Ч – 13 (концентрация бактерий не менее 10 ⁸ /мл препарата) и метаболиты. Норма внесения при обработке клубней – 1,0 л/т.
		Бисолбицид	не менее 100 млн КОЕ <i>Bacillus subtilis</i> , штамм BL01/мл
2	Агрохимпром	Зерокс	Действующим началом являются наночастицы серебра (диаметром 7 – 15 нм), поверхность которых специальным образом модифицирована биологически активными заряженными полимерными молекулами полигексаметилен бигуанида. Норма внесения – 0,7 л/т.

Поиск устойчивости к мягкой гнили картофеля, подверженного гипоксии окружающей среды

к [Томаш Мачяг](#)^{1,†}, [Эдмунд Козел](#)^{1,†}, [Катажина Отулак-Козел](#)¹, [Сильвия Джафра](#)² и [Роберт Чайковски](#)³

¹ Кафедра ботаники, Институт биологии, Варшавский университет естественных наук — SGGW, улица Новоурсиновская 159, 02-776 Варшава, Польша

² Лаборатория микробиологии растений, Межвузовский факультет биотехнологии UG и MUG, Гданьский университет, улица Антонио Абрахама 58, 80-307 Гданьск, Польша

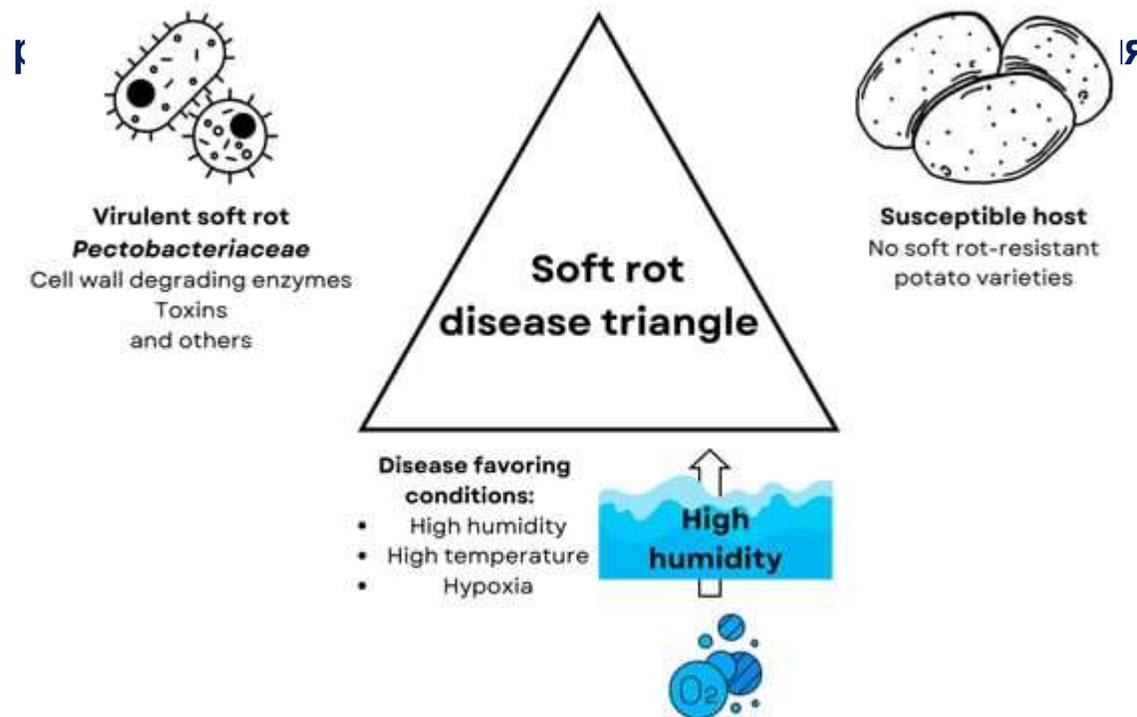
³ Лаборатория биологически активных соединений, Межвузовский факультет биотехнологии UG и MUG, Гданьский университет, ул. Антонио Абрахама 58, 80-307 Гданьск, Польша

† Авторы, которым следует адресовать корреспонденцию.

Эти авторы внесли одинаковый вклад в эту работу.

Межд. Дж. Мол. наук. 2024, 25 (7), 3757; <https://doi.org/10.3390/ijms25073757>

Заявка получена: 26 февраля 2024 г. / Пересмотрено: 21 марта 2024 г. / Принято: 26 марта 2024 г. / Опубликовано: 28 марта 2024 г.



Устойчивость сельскохозяйственных культур к гипоксии и мягкой гнили можно дополнительно повысить за счет благоприятной микробиоты. Биологическая защита растений может быть ценным источником устойчивости к SRP и смягчения стресса от заболачивания, который благоприятствует патогенезу SRP. Недавно было выделено много новых штаммов бактерий и бактериофагов для биологического контроля против SRPs. Объединение этих изолятов в многовидовые консорциумы может стать многообещающим подходом к защите от болезней в меняющихся условиях окружающей среды. Однако важно учитывать влияние гипоксии на их активность и то, как они могут облегчить этот абиотический стресс, чтобы уменьшить вероятность развития заболевания. Биологические средства защиты растений от мягкой гнили должны сохранять активность в условиях гипоксии и не вытесняться патогенами при снижении доступности кислорода. Кроме того, новые биологические контрольные красители должны быть протестированы на их способность снижать устойчивость картофеля к переувлажнению, например, путем индуцирования их системной устойчивости или посредством продукции 1-аминоциклопропан-1-карбоксилат (ACC) деаминазы. Способность микроорганизмов формировать структуру почвы также можно считать перспективным методом смягчения стресса от переувлажнения, что снижает вероятность развития мягкой гнили.

Алгоритмы производства высококачественного семенного картофеля

Нанобактерицид широкого спектра действия, использующий антимикробные пептиды и биметаллические наночастицы Cu-Ag, закрепленные на многостенных углеродных нанотрубках, для устойчивой защиты от устойчивых бактериальных патогенов в сельскохозяйственных культурах.

[Международный журнал биологических макромолекул](https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2024.131042) Дата публикации: 21 марта 2024 г., DOI: [0.1016/j.ijbiomac.2024.131042](https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2024.131042) Вэйминь Нин, Сянвэнь Ло, Юй Чжан,

Мы представляем метод приготовления нанокompозита, который сочетает в себе антимикробные пептиды (АМП) и биметаллические наночастицы Cu-Ag, закрепленные на многостенных углеродных нанотрубках (МУНТ). Нанокompозит проявлял двойную антибактериальную активность за счет разрушения мембран бактериальных клеток и сплайсинга нуклеиновых кислот. Функционализируя МУНТ небольшими АМП (sAMP), мы добились повышенной стабильности и проникновения нанокompозита, а также улучшенной несущей способности наночастиц Cu-Ag.

Синтезированные нанокompозиты MWCNTs&CuNCs@AgNPs@P продемонстрировали летальность широкого спектра действия как в отношении грамположительных, так и грамотрицательных бактериальных патогенов.

Испытания в тепличных горшках подтвердили эффективность нанокompозитов в защите посевов риса от бактериального ожога листьев и посевов томатов от бактериального увядания.



оритмы производства высококачественного семенного картофеля

Pectobacterium spp y *Dickeya*, situation and management

Secor, G., Charkowski, A., Hao, J., Rivera, V.

North Dakota State University, Fargo, Estados Unidos Colorado State University, Ft.

Collins, Estados Unidos, University of Maine, Orono, Estados Unidos

В этой презентации кратко излагается пятилетний исследовательский проект нескольких ученых по внедрению технологий нового поколения для борьбы с черной ножкой и мягкой гнильцой в Восточной Европе. Эта работа была проведена в ответ на вспышку нового

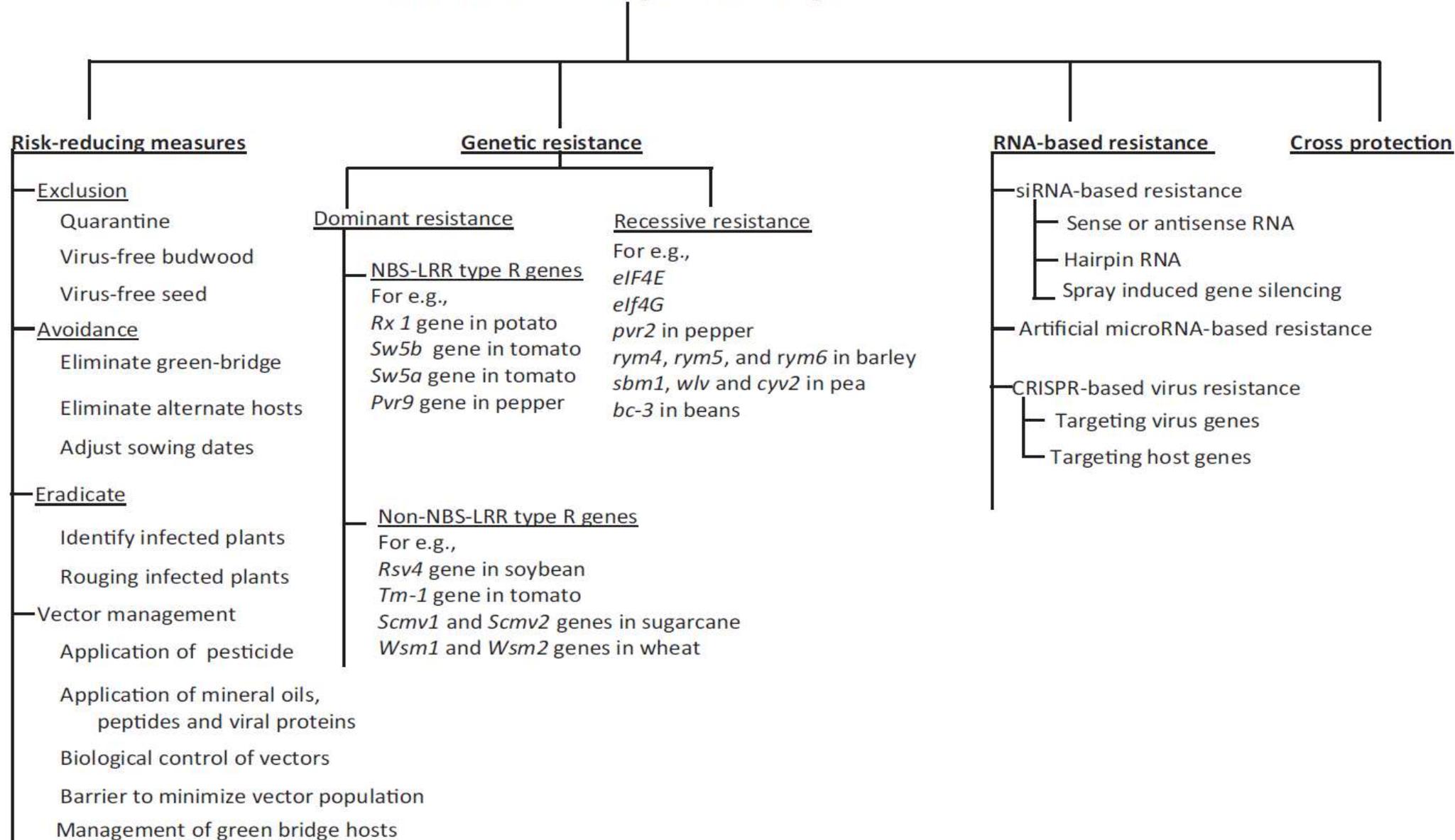
для Восточной Европы патогена - дикейи диантиколы, которая привела к массовым потерям на полях из столовой и отбивной посуды. Эти цели включают идентификацию, выявление и тестирование патогенов, эпидемиологию и определение устойчивости. В Мы разработали точный стандартный ПЦР-анализ для выявления диккеи в партиях семян с использованием ядрышек на конце стебля, но он выявляет не все штаммы диккеи. **Повторные полевые испытания показали, что диккея диантикола не распространяется при обработке семян и срезании.** Инфекция диккея может оставаться латентной в клубнях семенного картофеля и не вызывать проявления болезни после посадки, но может распространиться на 33% соседних клубней в поле. Диккея и пектобактерии были обнаружены в некоторых поверхностных водах и не переносятся зеленой персиковой тлей или колорадской свеклой. Потенциальные источники зародышевой плазмы, устойчивой к диккее, были выявлены в диких видах картофеля и в одомашненной картофельной зародышевой плазме. Исследователи идентифицировали метаболиты дикорастущего картофеля, которые подавляют факторы вирулентности возбудителя мягкой гнили и черной ножки *Pectobacterium brasiliense*, а также ингибиторы протеазы по- vel из *Solanum chachoense*, которые обеспечивают устойчивость к болезням. Известно несколько потенциальных источников заражения дикеей, включая декоративные растения, цветочные луковицы, сорняки и воду, но первоначальные источники заражения остаются неясными. **Похоже, что значение диккеи как причины гниения семян и черной ножек снижается, но пектобактерии по-прежнему важны и постоянно развиваются.** Например, *Pectobacterium parmentieri*, впервые обнаруженная в Висконсине в 2001 году, в настоящее время, по-видимому, является наиболее распространенной и агрессивной .

Это исследование было частично поддержано премией Министерства сельского хозяйства США NIFA SCRI Award 2017-51181-26827

Таблица 1. Допуски стандартов качества семенного картофеля по вирусным болезням.

Показатель	Категория семян	Страна					
		РФ, ГОСТ 33996-2016	ЕЭК ООН H S-1	США	Германия	Нидерланды	Шотландия
Процент визуального поражения тяжелыми формами вирусов при полевой инспекции	PB/S	0,4	Нет допуска	0,02	0,1/0,2	0,025	0/0,02
	SE	1,0		0,08	0,4	0,05	0,1
	E	1,0		0,2	0,6	0,1	0,4
	A	2,0		?	1,0	0,25	2,0
Процент визуального поражения легкими формами вирусов при полевой инспекции	PB/S	Нет допуска	0,1	0,25	Нет допуска	0,025	0,1/0,2
	SE		0,2	0,75		0,05	0,5
	E		0,8	1,0		0,1	0,8
	A		2,0	?		2,0	2,0
Процент скрытой зараженности клубней	PB/S	10(1YBK)	0,5	0,55	0,5/1,0	0	Нет допуска
	SE	10 (YBK)	1,0	5,0	2,0	0,6	
	E	10 (YBK)	4,0	5,0	2,0	1,4	
	A	нет	8,0	?	8,0	2,7	

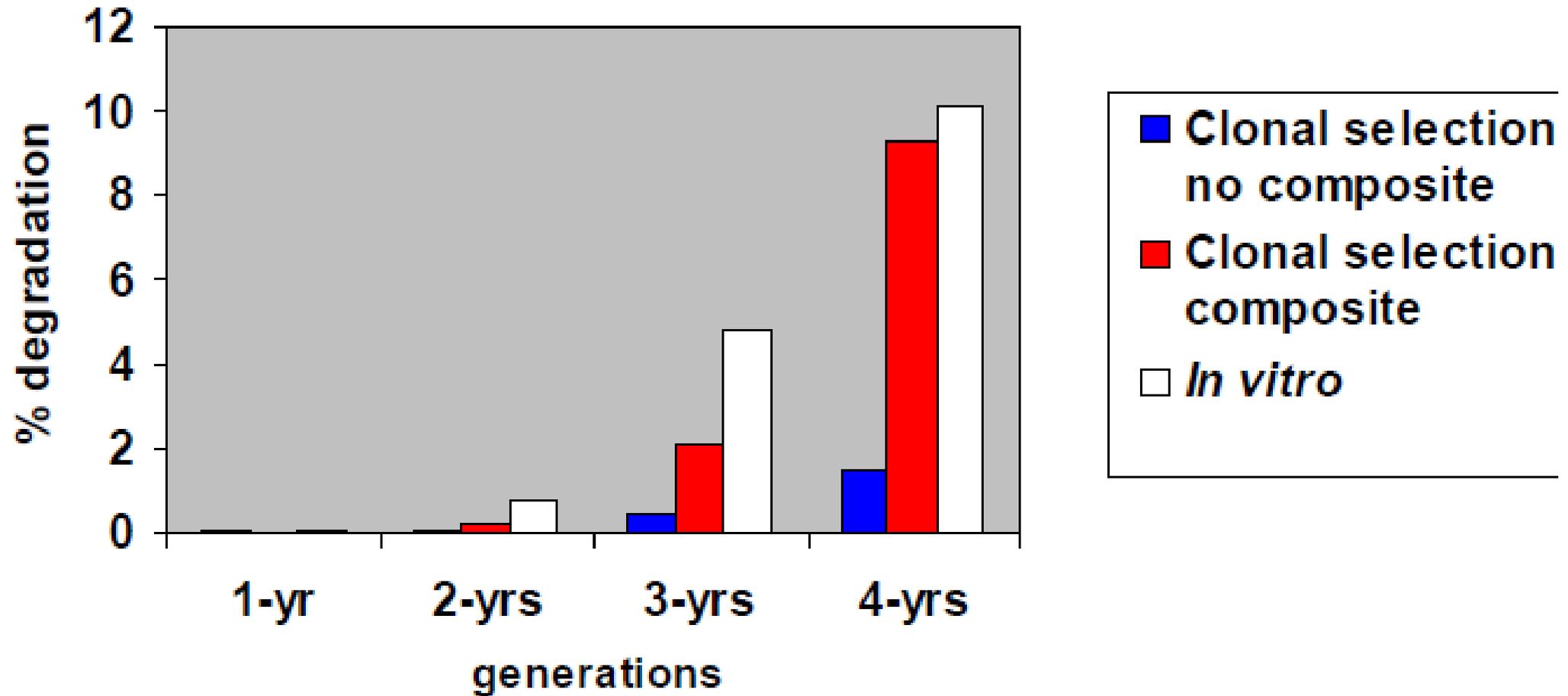
Virus disease management strategies



Стратегия контроля вирусных болезней:

- Исключение - карантин, чистые меристемы, чистые семена;
 - Уклонение - устранение зеленых мостов, альтернативных растений –хозяев, изменение сроков сева;
 - Искоренение - идентификация и удаление зараженных растений;
 - Управление переносчиками - нанесение пестицидов, нанесение минеральных масел, **пептидов и вирусных белков**, биологический контроль переносчиков, барьеры для минимизации популяции переносчиков;
 - Устойчивые натуральные гены – доминантная резистентность, рецессивная резистентность;
 - Устойчивость на основе малых интерферирующих РНК – на основе смысловых и антисмысловых, шпильковых РНК, спрэй- индуцированное выключение генов, на основе искусственных микроРНК;**
 - Устойчивость к вирусам на основе CRISPR - нацеливание на вирусные гены, нацеливание на гены хозяина;**
 - Перекрестная защита.**
-

Контроль вирусов картофеля



Новые методы контроля вирусных болезней

В странах развитого картофелеводства осуществляется мониторинг тлей-переносчиков вирусных болезней. Ботва на семеноводческих посадках должна быть убрана в течение недели после достижения порога вредоносности

(В Голландии порог вредоносности – ранее был 50, а в настоящее время 80 единиц в пересчете на персиковую тлю (на ловушку Мерики).

Species	Common Name	PVY Index
<i>Myzus persicae</i>	Peach-Potato Aphid	1
<i>Acyrtosiphon pisum</i>	Pea Aphid	0.7
<i>Sitobion avenae</i>	Grain Aphid	0.6
<i>Cavariella aegopodii</i>	Willow-Carrot Aphid	0.5
<i>Aphis nasturtii</i>	Buckthorn-Potato Aphid	0.4
<i>Rhopalosiphum padi</i>	Bird Cherry-Oat Aphid	0.4
<i>Metopolophium dirhodum</i>	Rose-Grain Aphid	0.3
<i>Brachycaudus helichrysi</i>	Leaf-Curling Plum Aphid	0.21
<i>Macrosiphum euphorbiae</i>	Potato Aphid	0.2
<i>Aulacorthum solani</i>	Glasshouse and Potato Aphid	0.2
<i>Myzus ascalonicus</i>	Shallot Aphid	0.2
<i>Myzus ornatus</i>	Violet Aphid	0.2
<i>Rhopalosiphoninus latysiphon</i>	Bulb and Potato Aphid	0.2
<i>Hyperomyzus lactucae</i>	Currant-Sowthistle Aphid	0.16
<i>Aphis fabae</i>	Black-Bean Aphid	0.1
<i>Brevicoryne brassicae</i>	Cabbage Aphid	0.01

Информация к размышлению: Вироид веретеновидных клубней картофеля (ВВКК) представляет собой кольцевую одноцепочечную РНК длиной 356–363 нуклеотида, в которой отсутствуют какие-либо последовательности, кодирующие белок. ВВКК является экономически значимым заболеванием картофеля, имеющим статус карантинного. Известно, что ВВКК передается механически при вегетативном размножении растений, через инфицированную пыльцу и с помощью тлей. **Целью данного исследования было определение возможности передачи ВВКК (штамм VP87) от растений картофеля и томата, зараженных виroidом, патогену *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary и от *P. infestans* – растениям картофеля и томата.**

Сорта картофеля Гала, Колумба и Ривьера, инфицированные ВВКК, инокулировали изолятом *P. infestans* PiVZR18; через 7 дней после появления симптомов фитофтороза провели повторное выделение *P. infestans* в чистую культуру на ржаной агар. Через 14 дней культивирования *P. infestans* на ржаном агаре в смеси мицелия и спорангиев методом ОТ-ПЦР был обнаружен ВВКК. ВВКК-инфицированным изолятом *P. infestans* (PiPSTVdv+) провели инокуляцию растений томата сорта Загадка и растений картофеля сорта Гала. Через 60 дней в листьях томата сорта Загадка методом ОТ-ПЦР с праймерами P3/P4 был выявлен диагностический продукт амплификации 360 п.о., свидетельствующий об успешной трансмиссии ВВКК изолятом PiVZR18v+.

Полученные данные свидетельствуют о двунаправленной передаче ВВКК в патосистеме *P. infestans* – растение-хозяин.

Согласно исследованиям, проведенным в штатах Айдахо, Орегон и Вашингтон, препараты на основе имидаклоприда (Admire Pro), продукты на основе тиаметоксама (Platinum и Cruiser) и препараты на основе клотаинидина (Belay) обеспечивают значительно лучшую борьбу с тлей, чем альтернативы.

Имидаклоприд, тиаметоксам и клотианидин, внесенные при посадке, обеспечат от 80 до 100 дней остаточного контроля. Фораты (Thimet, Phorate) не обеспечивают надежную борьбу с зеленой персиковой тлей (GPA) дольше 50 дней. Использование Тимета увеличит вероятность того, что потребуются внекорневая подкормка инсектицидами в середине и конце сезона. Использование фората в системе производства картофеля в течение всего сезона имеет минимальное значение для борьбы с вредителями.

Алгоритмы производства высококачественного семенного картофеля

Preharvest Interval, Restricted Entry Interval and Seasonal Limits for Potato Insecticides					
Brand Name		Common Name, Group Number	PHI (days)	REI (hours)	Seasonal Limit
Assail 70WP	UPI	Acetamidiprid, 4A	7	12	7 oz
Belay 50 WG	Valent	Chlothianidin, 4A	14	12	12 fl. oz., 3 apps
Carbine	FMC	Flonicamid, 29	7	12	8.4 oz.
Fulfill	Syngenta Crop Protection	Pymetrozine, 9B	14	12	11 oz
Movento	Bayer CropSciences	Spiromesifen, 23	7	24	10 oz
Movento HL	Bayer CropSciences	Spiromeifen, 23	7	24	5 oz
Transform WG	Corteva AgroSciences	Sulfoxaflor, 4C	7	24	8.5 fl oz
Actara	Syngenta Crop Protection	Thiamethoxam, 4A	14	12	6 oz
Sivanto	Bayer CropScience	Flypyradifurone, 4D	7	7	28
Torac	Nichino	Tolfenpyrad, 21A	14	12	42 oz, max 2 applications

Новые методы контроля вирусных болезней



- **РНК-интерференция – это естественный защитный механизм, который включается при атаке клетки вирусом.** Ферменты клетки разрезают двуцепочечную РНК на короткие микро-РНК-фрагменты, которые в свою очередь разрезают РНК вирусов, тем самым разрушая их.
 - Короткие фрагменты двуцепочечной РНК, направленные против конкретных вирусов, грибов, насекомых-вредителей, можно использовать в качестве экзогенного препарата (например, для опрыскивания растений). Такой препарат может запускать механизм интерференции, то есть подавлять работу определенных генов различных патогенов и таким образом бороться с болезнями и вредителями. В иностранной литературе такой подход называют спрей-индуцированное замалчивание генов (spray induced gene silencing (SIGS)).
-

Основные факторы, ограничивающие эффективность применения РНК-препаратов.

Смачиваемость, определяемая опушенностью листа, структура и открытость устьиц, гидрофобная кутикула, восковой налет – все это естественные барьеры, которые не дают чужеродным молекулам проникать внутрь листа.

Второй естественный барьер – это собственно клетка с ее клеточной стенкой, мембранами и внутренними ферментами.

Факторы окружающей среды (дождь, повышенная влажность, УФ, микроорганизмы и пр) также снижают эффективность экзогенного использования препаратов РНК, т.к. могут способствовать деградации распыленной дцРНК непосредственно на поверхности листьев.

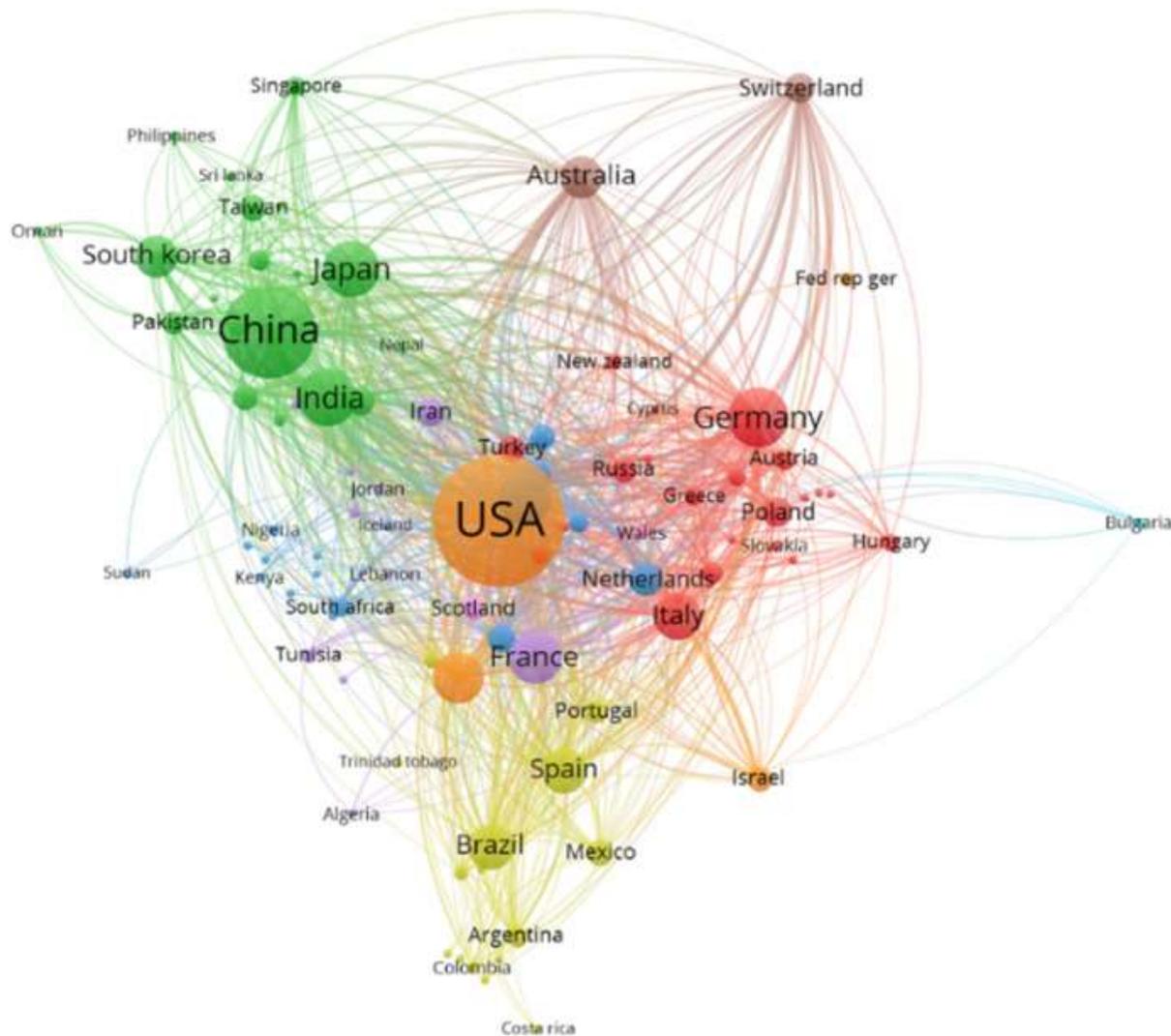
Каким образом можно преодолеть барьеры для РНК -препаратов?

Во-первых, использование поверхностно-активных веществ, позволяющих увеличить «время жизни» РНК на поверхности листа и большей вероятности эффективного проникновения внутрь листа.

Во-вторых, использование опрыскивания под высоким давлением, что способствует микропоранению поверхности листа и лучшему проникновению РНК в клетки, однако это может способствовать и лучшему проникновению патогенов внутрь листа.

И третий подход – это использование различного рода нано-частиц, которые связываются с РНК, и которые как бы протаскивают РНК внутрь клетки растения, тем самым повышая эффективность проникновения внутрь растения.

Алгоритмы производства высококачественного семенного картофеля



Protecting potato plants against PVX and PVY viral infections by the application of native and chemically modified legume proteins <https://doi.org/10.1007/s41348-021-00448-9>

Received: 30 July 2020 / Accepted: 20 February 2021

International Journal of Peptide Research and Therapeutics (2022) 28: 135 <https://doi.org/10.1007/s10989-022-10437-7>

The Updated Review on Plant Peptides and Their Applications in Human Health

Accepted: 20 June 2022 / Published online: 27 July 2022

Пептиды, новые средства защиты растений в экологическом сельском хозяйстве

<https://doi.org/10.1016/j.aac.2023.01.003>



Алгоритмы производства высококачественного семенного картофеля

Установлено ингибирующее действие в размере 67, 33 и 17% против PVY для MSP, MCP и 11 S соответственно.

Table 2 Effect native chickpea protein (CP), methylated chickpea protein (MCP), native soybean protein (SP), methylated soybean protein (MSP), and soy 11S globulin ($500 \mu\text{g ml}^{-1}$) on the growth and yield traits of potato plants artificially infected with potato virus X (PVX)

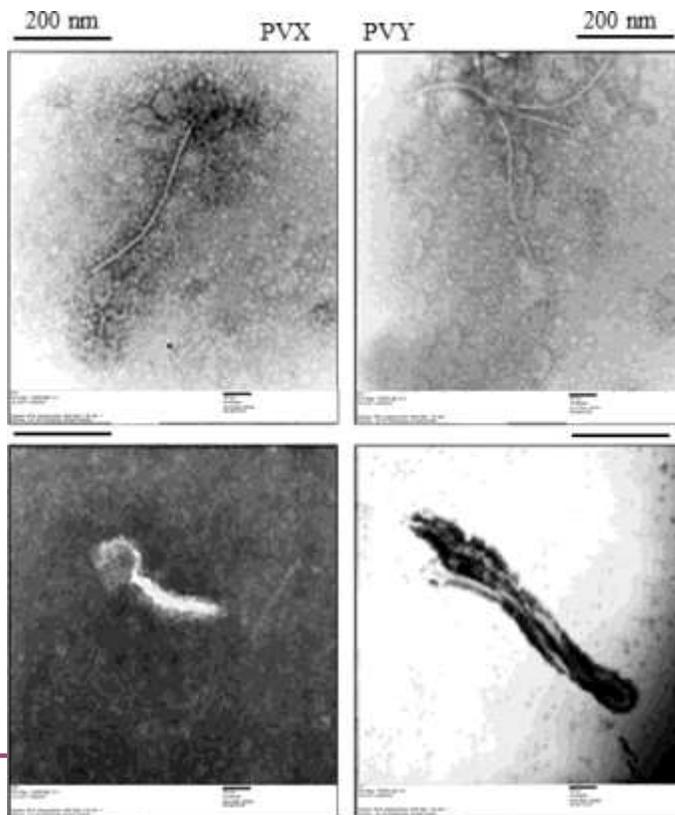
Treatment	FW (g)	DW (g)	No. of shoots	Plant height (cm)	No. of tubers/plant	Weight (g) of tuber/plant	Total tuber yield (kg/ha.)	% Yield increase / PC	% Yield increase / NC
NC*	480±4.24 ^b	90.0±2.83 ^b	4.15±0.21 ^d	52.1±1.34 ^{cd}	9.05±0.07 ^a	456±1.41 ^d	20,596±168 ^d	–	–
PC**	351±4.95 ^f	69.5±2.12 ^e	4.85±0.21 ^c	48.9±1.63 ^e	6.75±0.35 ^b	401±1.06 ^g	17,619±337 ^e	–	–
CP	399±2.83 ^e	78.5±2.12 ^d	5.15±0.21 ^b	51.1±1.34 ^d	6.95±0.49 ^b	446±1.41 ^e	21,310±168 ^{cd}	21	3
MCP	421±4.95 ^d	82.5±3.54 ^c	4.90±0.14 ^c	53.6±1.98 ^{bc}	7.40±0.42 ^b	496±1.41 ^b	24,881±1179 ^b	41	21
SP	401±1.41 ^e	89.5±2.12 ^b	4.10±0.28 ^d	58.7±1.91 ^a	6.80±0.28 ^b	426±1.41 ^f	21,191±337 ^{cd}	20	3
MSP	553±4.24 ^a	95.5±2.12 ^a	5.40±0.14 ^a	54.3±2.40 ^b	7.40±0.85 ^b	619±1.58 ^a	26,843±774 ^a	52	30
11S	448±4.24 ^c	89.5±0.71 ^b	5.50±0.28 ^a	51.7±1.91 ^d	7.20±0.42 ^b	488±3.54 ^c	22,858±337 ^c	30	11
<i>P</i> -value	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.0017	<0.001	<0.001		

Data are the means of two successive seasons±SD. Different letters in the same column indicate significant difference. The variation was assessed by one-way ANOVA and the differences between experimental groups were calculated by Tukey's test

FW fresh weight, DW dry weight, No

* Negative control (received neither viral infection nor treatment)

** Positive control (received viral infection but not treatment)



Алгоритмы производства высококачественного семенного картофеля

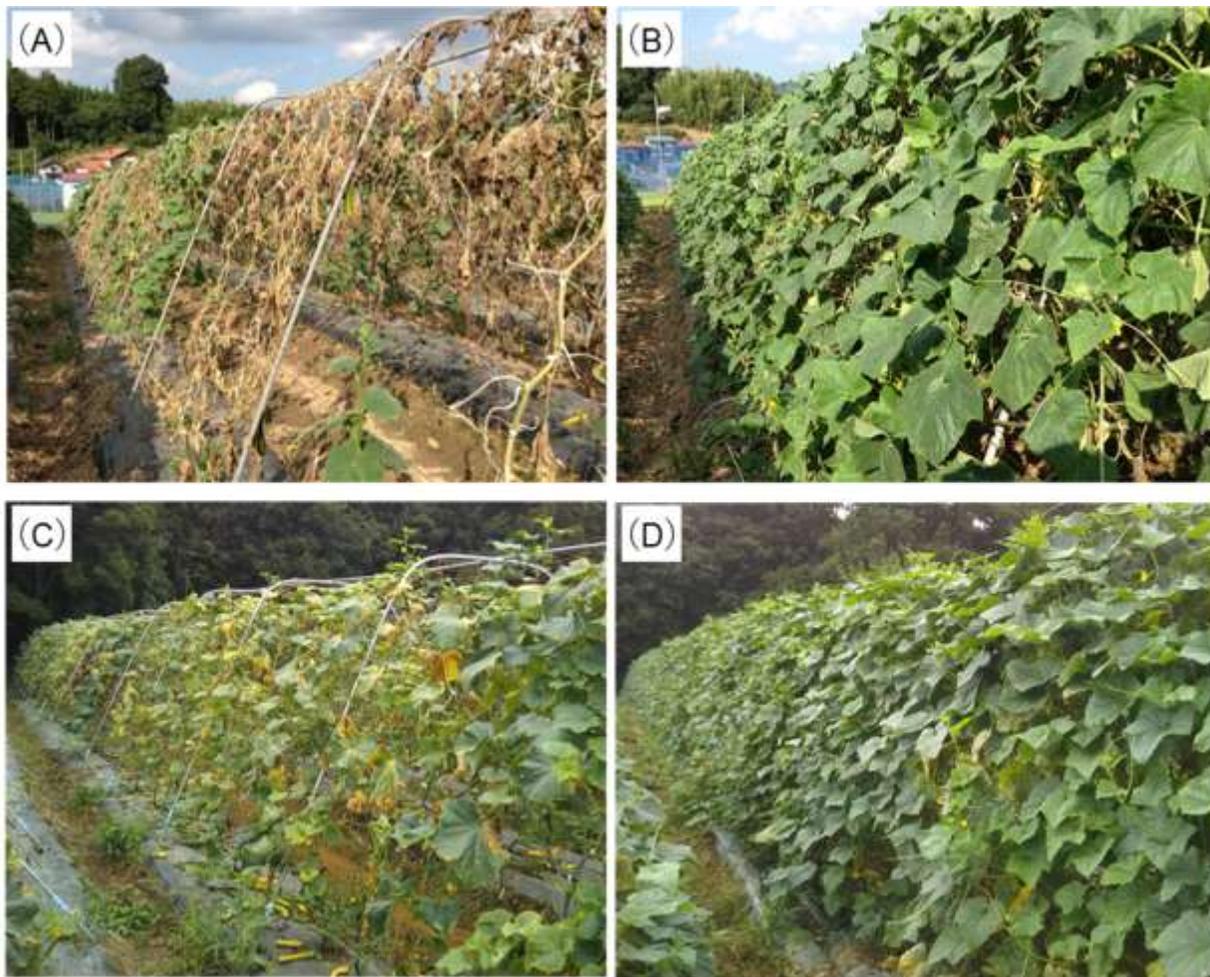
Подобно вакцинации, явление перекрестной защиты предполагает заражение всего растения ослабленным вирусом и затрагивает тот же или близкородственный вид вируса. Ослабленные вирусы действуют как агенты биологической борьбы.

В Японии проведено множество исследований перекрестной защиты. Например, **штамм вируса мозаики томата (ToMV)-L11A** представляет собой аттенуированный изолят, разработанный исследователями, и демонстрирует высокую эффективность контроля против ToMV дикого типа в коммерческих культурах томатов. Недавно был разработан и зарегистрирован в качестве биологического пестицида для борьбы с мозаичной болезнью огурца аттенуированный изолят вируса желтой мозаики кабачков (ZYMV)-2002. Кроме того, в Японии разработаны ослабленные изоляты вируса легкой крапчатости перца (PMMoV), вируса мозаики огурца (CMV), вируса легкой зеленой мозаики табака (TMGMV), вируса желтой пятнистости дыни (MYSV) и вируса мозаики арбуза (WMV).

Вакцина на основе PerMV, PMV ® -01 и аттенуированные штаммы PerMV широко используются в Европе для борьбы с PerMV, а PMV ® -01 разрешен против PerMV в Северной Америке.

Эти ослабленные вирусы, иногда называемые растительными вакцинами, могут использоваться не только в виде отдельных вакцин, но и в виде множественных вакцин.

Алгоритмы производства высококачественного семенного картофеля



Аттенуированный вирус ZYMV-2002 недавно был получен путем термической обработки. Было обнаружено, что **изолят ZYMV-2002 вызывает только очень легкие симптомы или вообще не вызывает симптомов на растениях-хозяевах огурца. Кроме того, инокулированные растения огурцов показали уровни плодовой продуктивности, сопоставимые со здоровыми контрольными растениями в полевых условиях.** В полевых опытах привитые растения значительно подавляли заражение диким вирусом ZYMV, прогрессирование болезни и снижение урожайности и качества плодов, даже при наличии других вирусов [33] (рис. 1А, Б).

В настоящее время аттенуированный изолят ZYMV-2002 является наиболее широко используемым для огурцов и был первым аттенуированным вирусом, зарегистрированным в Японии, где он продается под торговым названием Cubio ZY-02 (Регистрационный номер Министерства сельского, лесного и рыбного хозяйства No 22152, Kyoto Biken Laboratories, Inc., Киото, Япония).

Tomitaka, Y.; Shimomoto, Y.; Ryang, Development and Application of Attenuated Plant Viruses as Biological Control Agents in Japan. *Viruses* **2024**, *16*, 517. <https://doi.org/10.3390/v16040517>

Published: 27 March 2024

Алгоритмы производства высококачественного семенного картофеля

syngenta

- deVGen \$523 mil
- PASTEURIA bioscience \$123 mil
- Valagro \$596+ mil

BASF

BECKER UNDERWOOD

\$1 billion

BAYER MONSANTO

- AGRAQUEST \$475 mil
- prophyta \$145 mil
- GINKGO BIOWORKS joint venture \$83 mil

FMC

- CHR HANSEN joint venture
- BioPhero \$200 mil

CORTEVA agriscience

- TAXON BIOSCIENCES
- lavie bio \$10 mil
- Symborg Stoller \$1.2 bil

Управление по безопасности пищевых продуктов и потребительских товаров Нидерландов (NVWA) официально заявила о том, что некоторые **голландские компании по производству томатов преднамеренно заражают растения «мягким вариантом» ToBRFV** - вируса коричневой морщинистости томатов.

Таким способом тепличные компании пытаются ограничить ущерб от агрессивных штаммов вируса.

NVWA призывает производителей -тепличников не использовать штаммы **этого вируса** для выработки иммунитета у растений.

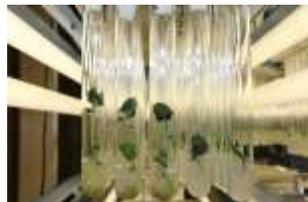
В отношении подозреваемого поставщика препарата перекрестной защиты ведется уголовное расследование, **поскольку ToBRFV – карантинный объект.**

Устойчивость культурных растений к вирусам на основе геномного редактирования (CRISPR/Cas). Появление инструмента для редактирования генома, технологии CRISPR/Cas произвело революцию в исследованиях биологии и создало совершенно новые возможности улучшения важных для сельского хозяйства признаков сельскохозяйственных культур, в качестве альтернативы или дополнения к традиционной селекции растений.

Система CRISPR/Cas используется для развития устойчивости сельскохозяйственных культур к вирусам путем воздействия на гены восприимчивости растений к вирусам или на вирусные геномы. Введение мутаций в гены восприимчивости растений к вирусам с помощью системы CRISPR/Cas нарушает взаимодействие с вирусными белками, предотвращая вирусные инфекции. **Этот нетрансгенный метод редактирования генов CRISPR/Cas может быть более привлекательным для потребителей, поскольку растения-потомки не являются ГМО.**

Геномное редактирование в ЕС было признано разновидностью ГМО и тем самым запрещено в 2016 году, но применение данной технологии не останавливалось ни на один день, поскольку исследования были перенесены в другие страны. **В 2023 году запрет в ЕС снят.**

В РФ отнесение геномного редактирования к ГМО действует с 2016 года.



Алгоритмы производства высококачественного семенного картофеля

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

Круглый стол на Всероссийском конгрессе по защите растений,

17.04.2024, г. Санкт -Петербург

д.с.-х.н. Банадысев С.А., «Дока- Генные Технологии»

s.banadysev@dokagene.ru, 8-965-104 3528