

С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университетінің Ғылым жаршысы(пәнаралық) =Вестник науки Казахского агротехнического исследовательского университета им. С. Сейфуллина (междисциплинарный). – Астана: С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, 2023. -№ 3(118). - С.114-123. – ISSN 2710-3757, ISSN 2079-939X

[http://doi.org/10.51452/kazatu.2023.3\(118\).1440](http://doi.org/10.51452/kazatu.2023.3(118).1440)
УДК 606:632.913(045)

**ЭКСПРЕСС-АНАЛИЗ ФИТОСАНИТАРНОГО РИСКА ВИРОИДА
ВЕРЕТЕНОВИДНОСТИ КЛУБНЕЙ КАРТОФЕЛЯ (*POTATO SPINDLE
TUBER VIROID, PSTVD*) ДЛЯ ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ
КАЗАХСТАН**

Сүлейман Мәдина Акбаралықызы

Магистр сельскохозяйственных наук, докторант

Казахский агротехнический исследовательский университет им. С.Сейфуллина

г. Астана, Казахстан

E-mail: suleiman_madina@mail.ru

Хасанов Вадим Тагирович

Кандидат биологических наук, доцент

Казахский агротехнический исследовательский университет им. С.Сейфуллина

г. Астана, Казахстан

E-mail: vadim_kazgatu@mail.ru

Вологин Семен Германович

Кандидат биологических наук

*Татарский НИИ сельского хозяйства
ФИЦ «Казанский научный центр РАН»*

г. Казань, Россия

E-mail: semen_vologin@mail.ru

Аннотация

В статье приводятся результаты анализа сортообразцов картофеля на наличие опасного карантинного объекта для территории Республики Казахстан - вириода веретеновидности клубней картофеля методом обратнотранскриптазной полимеразной цепной реакции с использованием шести различных пар праймеров. В рабочей коллекции сортов и гибридов картофеля Некоммерческого акционерного общества "Казахского агротехнического исследовательского университета имени Сакена Сейфуллина" были выявлены 1 образец в 2021 году и 19 образцов в 2022 гг. казахстанской и зарубежной селекции с фрагментами, обладающими

молекулярной массой, характерной для вириода веретеновидности клубней картофеля.

Случаи обнаружения вириода веретеновидности клубней картофеля послужили сигналом для проведения экспресс-анализа фитосанитарного риска для страны. В соответствии со Стандартом ЕОКЗР РМ 5/5 (1) «Руководство по анализу фитосанитарного риска: схема поддержки принятия решения для экспресс-анализа фитосанитарного риска» сформировано резюме экспресс-анализа фитосанитарного риска. Результаты анализа подтверждают необходимость изменения статуса карантинного объекта в стране. Сформированные в резюме, результаты исследований, будут переданы в соответствующие органы карантина растений.

Ключевые слова: вириод веретеновидности клубней картофеля; экспресс-анализ фитосанитарного риска; диагностика; обратнотранскриптная полимеразная цепная реакция; карантин растений; сорта и гибриды картофеля.

Введение

С каждым годом увеличивается объем ввозимой подкарантинной продукции в Республику Казахстан и соответственно, возрастает риск ввоза карантинных вредных организмов. Одним из основных опасных карантинных объектов для территории страны является вириод веретеновидности клубней картофеля (далее - ВВКК). Потери урожая могут достигать от 20 до 70%, в отдельных случаях и до 100% [1].

Помимо резкого снижения урожая ВВКК вызывает деформацию продукции. Кроме картофеля ВВКК может поражать и другие культуры из семейства Пасленовые (*Solanaceae*) – томат (*Solanum lycopersicum*), перец (*Capsicum annuum*) и др. В силу этого, потенциальный ущерб при распространении зараженного растительного материала на территории страны масштабен.

Заражение картофеля ВВКК отмечено в ряде стран Африки, Азии, Восточной Европы, Северной

Америки, Центральной Америки, Южной Америки и Ближнего Востока. Однако географическое распространение ВВКК шире за счет декоративных культур и других растений-хозяев. Например, ВВКК был также обнаружен в дынной груше, авокадо и декоративных растениях, относящихся к семействам Пасленовые (*Solanaceae*) и Астровые (*Asteraceae*) [2, с. 3-4].

На сегодняшний день по данным глобальной базы данных ЕОКЗР [3] ВВКК уже являются карантинным организмом на территории Аргентины (с 2019 г.), Бахрейна (с 2003 г.), Бразилии (с 2018 г.), Гвинеи (с 2022 г.), Грузии (с 2018 г.), Египта (с 2018 г.), Израиля (с 2009 г.), Иордании (с 2013 г.), Канады (с 2019 г.), Китая (с 2021 г.), Мексики (с 2018 г.), Молдовы (с 2017 г.), Марокко (с 2018 г.), Норвегии (с 2012 г.), России (с 2014 г.), США (с 1989 г.), Туниса (с 2012 г.), Турции (с 2016 г.), Уругвая (с 1995 г.), Чили (с 2019 г.). То есть за последние 5 лет около 10 стран отмечают распространение

ВВКК на своей территории или территории соседних стран, откуда он может поступить с подкарантинной продукцией.

Эпидемиология ВВКК сложна из-за количества растений-хозяев и множественных потенциальных путей передачи. Для вегетативно размножаемых культур, таких как картофель, основным способом распространения является размножение зараженным семенным картофелем, либо черенками. Передача зараженным оборудованием или тлей, переносящими ВВКК, также может привести к дальнейшему распространению. Имеется информация об успешной передаче ВВКК у растений томата через сок растений, контаминированные пальцы и контаминированные ножи [1].

Одно из последних упоминаний об обнаружении в стране ВВКК отмечено в 2014 году в частных фермерских хозяйствах Алматинской области специалистами Республиканского государственного предприятия на праве хозяйственного ведения «Институт молекулярной биологии и биохимии им. М.А. Айтхожина» [4, с. 3].

Распространение данного вредного карантинного организма на территории республики неизвестно. Картофелеводческие хозяйства других регионов республики при несоблюдении фитосанитарных мер также могут подвергаться заражению ВВКК.

Проявление и выраженность симптомов зависят от штамма ВВКК, вида и сорта пораженного

растения, а также условий окружающей среды. Заражение картофеля может проходить бессимптомно, либо проявляться в следующих симптомах: уменьшение размера растения, закручивание листьев. Клубни могут быть уменьшенными, деформированными, веретенообразной или гантелеобразной формы, с заметными выпуклыми глазками.

Для обнаружения и идентификации ВВКК можно использовать биологические и молекулярные анализы, но для идентификации продукт полимеразной цепной реакции должен быть подвергнут секвенированию, поскольку эти методы не являются специфическими для ВВКК и могут выявить и другие вириды. Кроме того, секвенирование снижает риск получения ложноположительных результатов.

Имеется общедоступный диагностический протокол Международных стандартов по фитосанитарным мерам №27 «Диагностические протоколы. ДП 7: Вириод веретеновидности клубней картофеля», 2016 года [2], однако для территории Республики Казахстан аналогичный протокол не разработан.

Вышеуказанные данные свидетельствуют о необходимости развития карантина растений в области диагностики и мониторинговых исследований нового объекта карантина - ВВКК, его идентификации, установлении вредоносности и мерах борьбы с ним.

Целью исследования является скрининг коллекции казахстанских и зарубежных сортообразцов картофеля на пораженность ВВКК и

Материалы и методы

Объектами исследований послужил клубневой материал картофеля, который в процессе исследований, посредством визуальной оценки и характерных симптомов поражения культурного растения сформировал рабочую коллекцию сортов и гибридов Некоммерческого акционерного общества "Казахского агротехнического исследовательского университета имени Сакена Сейфуллина" (далее - НАО «КАТИУ им. С Сейфуллина»).

Визуальную оценку пораженности ВВКК клубневых образцов и растений картофеля проводили согласно международного [2], европейских [5, 6] и российского диагностических протоколов [7].

Для диагностики и обнаружения ВВКК методом полимеразной цепной реакции выделение суммарных рибонуклеиновых кислот осуществляли наборами для экстракции нуклеиновых кислот «Проба-НК» (АгроДиагностика, Россия), согласно протоколу производителя. Реакцию обратной транскрипции проводили в соответствии с прилагаемой инструкцией набором реагентов «РЕВЕРТА-L» (Федеральное государственное учреждение науки, Центральный научно-исследовательский институт

изучение карантинного объекта методом экспресс-анализа фитосанитарного риска.

эпидемиологии Роспотребнадзора, Россия).

Полимеразную цепную реакцию проводили на амплификаторе T100 (BioRad, США). При постановке анализа применяли пары праймеров, в соответствии с молекулярными методами выявления ВВКК: VidFW/VidRE [8, с. 825-830]; RAO-2/RAO-33 [9, с. 1209-1211]; Vir1/Vir2 [10, с. 432-434]; TG21-F/CT20 [11]; PSTVd-for-XbaI/PSTVd-rev-BamHI [4, с. 2-4] и PS88M/PS89P [12, с. 255-256]. Также использовали реактивы производства Сибэнзим и Bio-Rad.

В качестве контроля использовали плазмиду pBluescript II SK со встроенным полноразмерным фрагментом ВВКК, любезно предоставленную Республиканским государственным предприятием на праве хозяйственного ведения «Институт молекулярной биологии и биохимии им. М.А. Айтхожина».

Исследования проводились на базе лабораторий биотехнологии растений и молекулярной диагностики фитопатогенов кафедры «Биология, защита и карантин растений» НАО «КАТИУ им. С Сейфуллина» и Республиканского государственного предприятия на праве хозяйственного ведения «Национальный центр биотехнологии».

Результаты

Случай выявления ВВКК в 2014 году в Алматинской области обусловил необходимость в его мониторинге и проведении экспресс-анализа фитосанитарного риска.

В 2021 году в рамках проводимых исследований на основе визуальной оценки клубневого материала была собрана рабочая коллекция сортов и гибридов картофеля НАО «КАТИУ им. С. Сейфуллина» с типичными симптомами ВВКК.

В результате проращивания 104 клубневых образцов в изолированных условиях (фитотрон) и на основе визуального учета морфологических признаков культивируемых растений было отобрано 6 образцов вегетирующих растений, обладавших симптомами ВВКК (готика, искривление стебля, слабое развитие).

При последующем их анализе методом обратнотранскриптазной

полимеразной цепной реакции с применением праймеров PSTVd-for-XbaI и PSTVd-rev-BamHI в образце картофеля KZ 27-07-04 были выявлены фрагменты ДНК с молекулярными размерами, теоретически-ожидаемыми для ВВКК. При постановке анализа с применением праймеров RAO-2/RAO-33, Vir1/Vir2, TG21-F/CT20, VidFW/VidRE были получены аналогичные результаты.

В 2022 году методом обратнотранскриптазной полимеразной цепной реакции с применением праймеров PS88M/PS89P было проанализировано 54 сортообразца картофеля из пополненной рабочей коллекции сортов и гибридов картофеля НАО «КАТИУ им. С. Сейфуллина», поддерживаемой *in vivo* в изолированных условиях (таблица 1).

Таблица 1 – Оценка пораженности селекционных линий и сортов картофеля ВВКК методом транскриптазной полимеразной цепной реакции в 2022 году

№	Наименование образцов картофеля	Зараженность ВВКК
1	KZ 9-07-12	+
2	Невский	-
3	Xisen 6	-
4	17-212-19	-
5	Ақжар	-
6	17-216-9	+
7	Мирас	+
8	Валерий	-
9	Вид 2	-
10	сеянец 7П41 x Добро	-
11	KZ 4-08-02	+
12	KZ 9-07-02	-
13	Еламан	-
14	17-250-10	+

15	Bettina	-
16	KZ 31	-
17	KZ 28-09-04	+
18	сеянец Тамаша х Ягодный 19	-
19	сеянец Лазарь х Алая заря	-
20	KZ 27-10-03	+
21	Ушканыр	+
22	Эдви	-
23	KZ 15-08-07	+
24	17-307-5	-
25	KZ 25	+
26	Z 872-4	-
27	Xisen 3	+
28	Қоғалы	+
29	17-241-4	-
30	17-205-6	-
31	КС 19-6-1	+
32	КС 19-8	+
33	KZ 10-98-00	-
34	КС 19-6-2	+
35	Z 897-4	+
36	Альянс	+
37	Z 872-3	-
38	17-225-12	-
39	Акколь	-
40	17-223-6 ¹	-
41	17-243-5 ¹	-
42	17-204-2	-
43	17-212-34	-
44	17-223-6 ²	-
45	17-249-2	-
46	17-243-5 ²	-
47	Бабаев	-
48	Gala	+
49	Адиль	+
50	Ильин	-
51	17-223-10	-
52	Костанайские новости	-
53	17-240-18	-
54	17-213-1	-

Примечание: «+» – образцы, зараженные ВВКК; «-» – образцы, не зараженные ВВКК.

Согласно данным таблицы, из 54 проанализированных образцов – 19 были инфицированы ВВКК: KZ 9-07-12, KZ 4-08-02, KZ 28-09-04, KZ 27-10-03, KZ 15-08-07, KZ 25, Мирас, Ушконыр, Қоғалы, 17-216-9, 17-250-10, Xisen 3, Z 897-4, KC 19-6-1, KC 19-8, KC 19-6-2, Альянс, Адиль, Gala.

Для контроля распространения ВВКК необходимо проведение повторного анализа фитосанитарного риска для территории Республики Казахстан. Одним из способов решения данного вопроса является экспресс-анализ фитосанитарного риска.

В таблице 2 представлено сформированное резюме экспресс-анализа фитосанитарного риска ВВКК, содержащее пункты с

краткими пояснениями, оценкой и результатами исследований ВВКК на основе изученной его категоризации, путей его распространения, вероятности интродукции, потенциала для акклиматизации, возможных экономических последствий, управления фитосанитарным риском в установленной зоне анализа фитосанитарного риска. Результаты исследований были оформлены согласно Стандарта Европейской и Средиземноморской организации по карантину и защите растений РМ 5/5 (1) «Руководство по анализу фитосанитарного риска: схема поддержки принятия решения для экспресс-анализа фитосанитарного риска» [13].

Таблица 2 – Резюме экспресс-анализа фитосанитарного риска ВВКК для территории Республики Казахстан

Резюме экспресс-анализа фитосанитарного риска вириода веретеновидности клубней картофеля (<i>Potato spindle tuber viroid, PSTVd</i>)
Зона анализа фитосанитарного риска: Республика Казахстан
Опишите подверженную опасности зону: площади выращивания картофеля, тепличные хозяйства, посадки картофеля и других пасленовых культур
<p>Основные выводы:</p> <p><i>Общая оценка риска:</i> эпидемиология ВВКК сложна из-за количества растений-хозяев и множественных потенциальных путей передачи. Основным путем распространения ВВКК у <i>Solanum tuberosum</i> является вегетативное размножение. Кроме того, ВВКК распространяется контактно-механическим путем, семенами, тлей, через сок и контаминированные пальцы [1].</p> <p>Случаи заражения картофеля ВВКК наблюдается на всех континентах. На сегодняшний день данный фитопатоген считается карантинным объектом в ряде стран (Израиль, Канада, Марокко, Мексика, Норвегия, США, Тунис) и включен в список карантинных объектов, ограниченно распространенных на территории стран Евразийского экономического союза и Турции [3].</p> <p>Имеются данные об обнаружении данного объекта на территории Республики Казахстан в 2014 г. [4, с. 5]. Отсутствие мониторинговых данных по ВВКК и масштабы его распространения в случае присутствия на территории страны</p>

приводит к неоднозначности ответа по срокам и широте распространения в республике на сегодняшний день.

Фитосанитарные меры: возможные варианты фитосанитарных мер для ВВКК включают:

- досмотр, анализы на границах и местах производства для предотвращения дальнейшего заражения и распространения продукции;
- при выявлении и идентификации применение мер: запрет, надзор, ликвидация, локализация и др.

Фитосанитарный риск для зоны, подверженной опасности	Высокий	<input checked="" type="checkbox"/>	Средний	<input type="checkbox"/>	Низкий	<input type="checkbox"/>
Уровень неопределённости оценки	Высокий	<input type="checkbox"/>	Средний	<input checked="" type="checkbox"/>	Низкий	<input type="checkbox"/>

Рекомендуется:

- Информировать соответствующие службы карантина растений зоны анализа фитосанитарного риска
- Информировать производителей и другие заинтересованные стороны
- Повторно провести подробный анализ фитосанитарного риска для снижения уровня неопределённости
- Провести обследования для определения точного статуса вредного организма

Данная результативная оценка карантинного организма, в формате «Экспресс-анализ фитосанитарного риска», будет передана на рассмотрение в Государственное учреждение "Республиканский центр карантина растений" Комитета государственной инспекции в агропромышленном комплексе Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан.

Обсуждение

ВВКК один из наиболее известных опасных представителей класса Вироиды. Нарботка и оптимизация методов выявления и идентификации специфически к ВВКК, как нового карантинного организма, имеет значение для предотвращения его проникновения, распространения, снижения возможных потерь и повышения качества продукции. Особенностью также является отсутствие возможности идентификации ВВКК методом иммуноферментного анализа, ввиду особенностей его строения. Для диагностики

необходимо применение метода полимеразной цепной реакции.

В настоящее время отсутствуют данные по мониторинговым исследованиям данного организма в стране. В ходе исследований была наработана коллекция клубневого материала картофеля на основе визуальной оценки. Дальнейшее изучение сортообразцов методом обратнотранскриптазной полимеразной цепной реакции (далее - ОТ-ПЦР) с применением шести различных пар праймеров выявлены 1 селекционная линия в

2021 году и 19 селекционных линий и сортов картофеля зараженные ВВКК в 2022 году. Из них 12 образцов (KZ 9-07-12, KZ 4-08-02, KZ 15-08-07, KZ 25, KZ 27-07-04, KZ 27-10-03, KZ 28-09-04, Адиль, Альянс, Қоғалы, Мирас, Ушкөныр) и 3 гибридные комбинации (КС 19-6-1, КС 19-6-2, КС 19-8) отечественной селекции, 5 образцов (17-216-9, 17-250-10, Z 897-4, Gala, Xisen 3) зарубежной селекции.

Исходя из результатов, можно предположить, что охват распространения данного микроорганизма в продукции значителен. Отсутствие базы данных по изучению данного карантинного объекта в стране затрудняет распространение информации среди производителей и органов защиты и карантина растений.

С 2016 года ВВКК включен в перечень карантинных вредных организмов, ограниченно распространенные на территории Евразийского экономического союза, однако в Казахстане он считается как карантинный вредный

Заключение

Проведен диагностический скрининг сортов и гибридов картофеля казахстанской и зарубежной селекции на зараженность ВВКК. В рамках диссертационной работы «Взаимодействие вирида веретеновидности клубней картофеля с вирусными патогенами и растениями-хозяевами семейства *Solanaceae*» методом ОТ-ПЦР были обнаружены 20 случаев выявления ВВКК.

организм, отсутствующий на территории Республики Казахстан.

С учетом постоянных изменений и дополнений единого перечня вредных организмов необходимо внести дополнения в полный анализ фитосанитарного риска ВВКК для территории Республики Казахстан, с последующим обсуждением мер реагирования и регулирования органами карантина растений. При обнаружении зараженный карантинный материал требует уничтожения, а в случае завоза – возвращения в страну-экспортер.

Значимым направлением в защите растений сегодня должно послужить исключение возможностей заражения и распространения ВВКК и других карантинных организмов при селекции и производстве. Планируется дальнейшее изучение свойств данного организма, восприимчивости сортообразцов к нему и секвенирование отобранных изолятов для определения штамма ВВКК.

ВВКК в Казахстане, на сегодняшний день, отмечен как карантинный организм, отсутствующий на территории страны и имеющий карантинное значение, который может причинить значительный вред растениям и растительной продукции, по отношению к которым устанавливаются и осуществляются мероприятия по карантину растений. Однако зафиксированные 3 случая выявления ВВКК на территории Республики Казахстан, включая

сообщение об обнаружении патогена специалистами Республиканского государственного предприятия на праве хозяйственного ведения «Институт молекулярной биологии и биохимии им. М.А. Айтхожина» в фермерских хозяйствах Алматинской области, диагностированные нами изоляты

ВВКК из коллекции НАО «КАТИУ им. С. Сейфуллина» и результаты проведенного экспресс-анализа фитосанитарного риска могут послужить предпосылками для рассмотрения вопроса о переносе ВВКК в перечень ограниченно распространенных объектов на территории Республики Казахстан.

Информация о финансировании

Исследования проводились в рамках докторской диссертационной работы «Взаимодействие вириода веретеновидности клубней картофеля с вирусными патогенами и растениями-хозяевами семейства *Solanaceae*» и международной научной программы ЗМ/22 по теме: «Создание перспективных линий картофеля на основе генетических ресурсов Китайской Народной Республики и Республики Казахстан».

Список литературы

1 Международная организация САВI.org [Электронный ресурс]. — URL: <https://www.cabi.org/isc/datasheet/43659>.

2 МСФМ 27. Приложение 7 Вириод веретеновидности клубней картофеля [Текст]: Рим, МККЗР, ФАО. - 2016. – 29 с.

3 Nadirova L.T., Molecular diagnostics for the potato spindle tuber viroid in the Republic of Kazakhstan [Text] / Nadirova L.T., Stanbekova G.E., Beisenov D.K., Iskakov V.K. // Biotechnology. Theory and Practice. –2016. -Vol. 3. – P. 46-50.

4 EPPO. PM 7/33(1), Diagnostic protocols for regulated pests. Potato spindle tuber pospiviroid [Text]/ Bulletin OEPP/EPPO Bulletin. – 2004. -Vol. 34. - P. 257–269.

5 EPPO. PM 9/13 (1), National regulatory control systems. Potato spindle tuber viroid on potato [Text]/ Bulletin OEPP/EPPO Bulletin. – 2011. - Vol. 41. - P. 394–399.

6 Гирсова Н.В. Вириод веретеновидности клубней картофеля: диагностика, сохранение инфекционности и особенности передачи патогенна [Текст] / Н.В. Гирсова // Большие Вяземы: ВНИИФ. – 2003. - С. 5-10.

7 Verhoeven J.Th.J., Natural infections of tomato by *Citrus exocortis* viroid, *Columnea* latent viroid, Potato spindle tuber viroid and Tomato chlorotic dwarf viroid [Text]/ Verhoeven J.Th.J., Jansen C.C.C., Willemsen T.M., Kox L.F.F., Owens R.A. and Roenhorst J.W. // European Journal of Plant Pathology. –2004. -Vol.110. - P. 823–831.

8 Querci M., Evidence for heterologous encapsidation of potato spindle tuber viroid in particles of potato leafroll virus [Text]/ Querci M., Owens R.A., Bartolini I.,

Lazarte V., Salazar L.F. // Journal of General Virology. –1997. -Vol. 78. -P.1207–1211.

9 Mumford R.A., comparison of molecular methods for the routine detection of viroids [Text]/ Mumford R.A., Walsh K., Boonham N.A // OEPP/EPPO. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin. – 2000. -Vol. 30. -P. 431-435.

10 Gramazio P., Detection, molecular characterisation and aspects involving the transmission of tomato chlorotic dwarf viroid in eggplant [Text]/ Gramazio P., Lerma Lerm M.D., Villanueva-Párraga G., Vilanova Navarro S, García-Forteza E., Mangino G., Figás-Moreno MR., Arrones A., Alonso D., San Bautista A., Soler S., Prohens J., Plazas M. // Annals of Applied Biology. – 2019. - Vol. 175(2). -P.172-183.

11 Tsushima T., Molecular characterization of Potato spindle tuber viroid in dahlia [Text]/ Tsushima T., Murakami S., Ito H. et al. // J Gen Plant Pathol 77. – 2011. –P. 253–256.

12 ЕОКЗР. Региональные стандарты по фитосанитарным мерам. Стандарт ЕОКЗР РМ 5/5 (1) «Руководство по анализу фитосанитарного риска: Схема поддержки принятия решения для экспресс-анализа фитосанитарного риска». - 2012. – 11 с.

13 Глобальная база данных ЕОКЗР. EPPO Global Database [Электронный ресурс]. — URL: <https://gd.eppo.int/>

References

1 International organization CABI.org [Electronic resource]. — URL: <https://www.cabi.org/isc/datasheet/43659>.

2 FAO. "International Standards on Phytosanitary measures No. 27 Diagnostic protocols. DP 7: Potato spindle tuber viroid», - 2016. – 29 p.

3 Nadirova L.T., Molecular diagnostics for the potato spindle tuber viroid in the Republic of Kazakhstan [Text]/ Nadirova L.T., Stanbekova G.E., Beisenov D.K., Iskakov B.K. // Biotechnology. Theory and Practice. – 2016. - Vol. 3. – P. 46-50.

4 EPPO. PM 7/33(1), Diagnostic protocols for regulated pests. Potato spindle tuber pospiviroid [Text]/ Bulletin OEPP/EPPO Bulletin. – 2004. - Vol. 34. - P. 257–269.

5 EPPO. PM 9/13 (1), National regulatory control systems. Potato spindle tuber viroid on potato [Text]/ Bulletin OEPP/EPPO Bulletin. – 2011. - Vol. 41. - P. 394–399.

6 Girsova, N.V. Viroid fusiformity of potato tubers: diagnostics, preservation of infectivity and features of pathogen transmission [Text]/ N.V. Girsova // Bolshye Vyazemy: VNIIF. - 2003. - P. 5-10.

7 Verhoeven J.Th.J., Natural infections of tomato by Citrus exocortis viroid, Columnea latent viroid, Potato spindle tuber viroid and Tomato chlorotic dwarf viroid [Text]/ Verhoeven J.Th.J., Jansen C.C.C., Willemen T.M., Kox L.F.F., Owens R.A. and Roenhorst J.W. // European Journal of Plant Pathology. –2004. -Vol.110. - P. 823–831.

8 Querci M., Evidence for heterologous encapsidation of potato spindle tuber viroid in particles of potato leafroll virus [Text]/ Querci M., Owens R.A., Bartolini I.,

Lazarte V., Salazar L.F. // Journal of General Virology. –1997. -Vol.78. - P. 1207–1211.

9 Mumford R.A., comparison of molecular methods for the routine detection of viroids [Text]/ Mumford R.A., Walsh K., Boonham N.A // OEPP/EPPO. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin. – 2000. - Vol. 30. -P. 431-435.

10 Gramazio P., Detection, molecular characterisation and aspects involving the transmission of tomato chlorotic dwarf viroid in eggplant [Text]/ Gramazio P., Lerma Lerm M.D., Villanueva-Párraga G., Vilanova Navarro S, García-Fortea E., Mangino G., Figás-Moreno MR., Arrones A., Alonso D., San Bautista A., Soler S., Prohens J., Plazas M. // Annals of Applied Biology. – 2019. - Vol. 175(2). - P.172-183.

11 Tsushima T., Molecular characterization of Potato spindle tuber viroid in dahlia [Text]/ Tsushima T., Murakami S., Ito H. et al. // J Gen Plant Pathol 77. – 2011. – P. 253–256.

12 EPPO. Regional standards on phytosanitary measures. EPPO Standard PM 5/5 (1) " Guidelines on pest risk analysis: decision-support scheme for an express pest risk analysis". - 2012. – 11 p.

13 The EPPO Global Database. EPPO Global Database [Electronic resource]. — URL: <https://gd.eppo.int/>.

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ АУМАҒЫ ҮШІН КАРТОП
ТҮЙНЕКТЕРІНІҢ ҰРШЫҚ ТӘРІЗДІЛІГІ ВИРОИДЫНЫҢ (*POTATO
SPINDLE TUBER VIROID, PSTVD*) ФИТОСАНИТАРИЯЛЫҚ
ТӘУЕКЕЛГЕ ЭКСПРЕСС-ТАЛДАУ**

Сүлейман Мәдина Акбаралықызы

*Ауыл шаруашылығы ғылымдарының магистрі, докторант
С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті
Астана қ., Қазақстан
E-mail: suleiman_madina@mail.ru*

Хасанов Вадим Тагирович

*Биология ғылымдарының кандидаты, доцент
С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті
Астана қ., Қазақстан
E-mail: vadim_kazgatu@mail.ru*

Вологин Семен Германович

*Биология ғылымдарының кандидаты
Татар егіншілік ғылыми-зерттеу институты
«РФ ҒА Қазан ғылыми орталығы» Федералдық
ғылыми-зерттеу орталығының жеке құрылымдық бөлімшесі
Қазан қ., Ресей
E-mail: semen_vologin@mail.ru*

Түйін

Мақалада Қазақстан Республикасының аумағы үшін қауіпті карантиндік объект – картоп түйнектерінің ұршық тәрізді виroidін болуына кері транскрипті полимеразды тізбекті реакция әдісімен алты түрлі праймер жұбын қолдана отырып картоптың сұрыптық үлгілерін талдау нәтижелері келтірілген. «С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті» Коммерциялық емес акционерлік қоғамының картоп сорттары мен гибридтерінің жұмыс коллекциясында қазақстандық және шетелдік селекциясының 2021 жылы 1 үлгі және 2022 жылы 19 үлгіден картоп түйнектерінің ұршық тәрізді виroidіне тән молекулярлық масса фрагменттері бар үлгілері анықталған.

Картоп түйнектерінің ұршық тәрізді виroidінің анықталу жағдайы елімізге фитосанитариялық тәуекелділікке экспресс-талдау жүргізу үшін дабыл ретінде қызмет етті. ЕОҚКҰ РМ 5/5 (1) «Фитосанитариялық тәуекелді талдау жөніндегі нұсқаулығы: фитосанитариялық тәуекелді экспресс-талдауға арналған шешімді қолдау схемасы» стандартына сәйкес фитосанитариялық тәуекелділікті экспресс-талдаудың түйіндемесін қалыптастырды. Талдау нәтижелері елдегі карантиндік нысанның мәртебесін өзгерту қажеттілігін растайды. Түйіндемеде қалыптастырылған зерттеу нәтижелері тиісті өсімдіктер карантині органдарына берілетін болады.

Кілт сөздер: картоп түйнектерінің ұршық тәрізді виroidі; фитосанитариялық тәуекелге экспресс-талдау; диагностика; кері транскрипті полимеразды тізбекті реакция; өсімдік карантині; картоп сорттары мен гибридтері.

EXPRESS PEST RISK ANALYSIS OF POTATO SPINDLE TUBER VIROID (*POTATO SPINDLE TUBER VIROID*, PSTVD) FOR THE TERRITORY OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

Suleiman Madina Akbaralykyzy

Master of Agricultural Sciences, Doctoral student

S. Seifullin Kazakh AgroTechnical Research University

Astana, Kazakhstan

E-mail: suleiman_madina@mail.ru

Khassanov Vadim Tagirovich

Candidate of Biological Sciences, Associate Professor

S. Seifullin Kazakh AgroTechnical Research University

Astana, Kazakhstan

E-mail: vadim_kazgatu@mail.ru

Vologin Semyon Germanovich

Candidate of Biological Sciences

*Tatar Research Institute of Agriculture of the Federal Research Center "Kazan
Scientific Center of the Russian Academy of Sciences"
Kazan, Russia
E-mail: semen_vologin@mail.ru*

Abstract

The article gives the results of the analysis of potato varietal samples for the presence of a dangerous quarantine object for the territory of the Republic of Kazakhstan - potato spindle tuber viroid by a reverse transcriptase polymerase chain reaction with using six different pairs of primers. In the working collection of potato varieties and hybrids of the Non-Commercial Joint-Stock Company «S. Seifullin Kazakh AgroTechnical Research University» were revealed 1 sample in 2021 and 19 samples in 2022 of Kazakh and foreign selection with fragments having a molecular mass characteristic to the potato spindle tuber viroid.

Cases of potato spindle tuber viroid detection served as a signal for conducting an express pest risk analysis for the country. In accordance with EPPO Standard PM 5/5 (1) "Guidelines on pest risk analysis: decision-support scheme for an express pest risk analysis", a resume of the express pest risk analysis has been formed. The results of the analysis confirm the need to change the status of the quarantine facility in the country. The results of the research, formed in the resume, will be transferred to the appropriate plant quarantine authorities.

Key words: potato spindle tuber viroid; express pest risk analysis; diagnostics; reverse transcriptase polymerase chain reaction; plant quarantine; varieties and hybrids of potatoes.