

ПРОДУКТИВНОСТЬ КАРТОФЕЛЯ,  
ИНФИЦИРОВАННОГО ВИРОИДОМ  
ВЕРЕТЕНОВИДНОСТИ КЛУБНЕЙ КАРТОФЕЛЯ

К.А. МОЖАЕВА

(Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии РАСХН)

Начиная с 1977 г. во ВНИИФ изучается влияние вирида веретеновидности клубней картофеля (ВВКК) на продуктивность разных сортов картофеля в условиях Московской обл. В статье приводятся данные о величине и структуре урожая 6 сортов картофеля, инфицированных ВВКК, за 2005-2009 гг. и частично за 2010 г. Также приведены данные о продуктивности зараженных ВВКК сортообразцов картофеля, полученных из разных регионов РФ и стран СНГ в 2008-2010 гг. Показано, что снижение продуктивности картофеля происходит за счет уменьшения массы одного клубня и количества клубней на одно растение, однако структура урожая изменяется в меньшей степени, чем его величина. Уменьшение продуктивности зависит от длительности культивирования инфицированного картофеля, сорта, изолята (штамма) ВВКК, агротехники и др. и может колебаться от 20-30 до 90-100%.

*Ключевые слова:* ВВКК, картофель, сорт, величина и структура урожая.

Вироиды — возбудители болезней растений, состоящие из низкомолекулярной, высокоструктурированной кольцевой молекулы РНК, не имеющей белковой оболочки. Для идентификации виридов используются методы изучения нуклеиновых кислот (электрофорез в ПААГ, молекулярная гибридизация, ПЦР). Вироид веретеновидности клубней картофеля (ВВКК) был первым выявленным патогеном данной этиологии. При заражении ВВКК в растении происходят значительные физиологические и биохимические изменения, что приводит, как правило, к снижению продуктивности картофеля. Величина потери урожая зависит от многих причин: штамма ВВКК, продолжительности заражения, сорта картофеля, погодных условий и агротехники возделывания картофеля. За рубежом потери урожая клубней оценивают в 20-70%, но могут быть и 100% [12, 13].

Снижение урожайности картофеля, зараженного «готикой» (так раньше называлось это заболевание), в бывшем СССР оценивалось в 20-70% [5]. В Пензенской обл. 5 сортов, выращенных из зараженных ВВКК меристемных растений и мини-клубней, в питомниках размножения имели продуктивность в 3-9 раз ниже, чем у сортов, полученных в результате клонового отбора [6]. Аналогичные данные были получены и на Дальнем Востоке [11].

Начиная с 1977 г. во ВНИИФ изучается влияние ВВКК на величину и структуру урожая картофеля наиболее распространенных в РФ сортов в условиях Московской обл. Полевые опыты были проведены в 1977-1980, 1993-1996 и 1998-2002 гг. с 8 сортами картофеля. Картофель заражался механически низкомолекулярной РНК, содержащей ВВКК [1,7].

Пока не выявлено сортов картофеля, которые бы не заражались ВВКК, однако есть сведения об относительно слабо поражаемых сортах. Следует отметить, что

в годы с благоприятными для возделывания картофеля погодными условиями, когда сорт способен полностью реализовать свой потенциал, разница в продуктивности между здоровым и инфицированным картофелем бывает более значительной.

При инфицировании картофеля ВВКК в результате хозяйственной деятельности человека сильное снижение его продуктивности может приводить к самоограничению распространения этого заболевания («самовыбраковке») в регионах, где этот патоген не является эндемиком. В наших опытах, если в качестве посадочного материала использовались мелкие клубни от сильно пораженных ВВКК сортов картофеля (Лорх, Бронницкий, Луговской, Невский и др.), то у этих сортов через несколько лет выращивания полностью терялась способность к клубнеобразованию. Полной элиминации заболевания не происходит, поскольку в полевых условиях какое-то количество здоровых растений при контакте с больными вновь заражаются ВВКК, что и обеспечивает относительно невысокий, но стабильный уровень инфекции. Небольшое количество больных растений в посадках картофеля обуславливает незначительную вредоносность ВВКК в целом для популяции. Именно поэтому в течение многих лет в России не требовалось проведения интенсивных мер борьбы с этим заболеванием. Однако ситуация могла измениться в благоприятном для патогена направлении и привести к вспышке заболевания до размеров, имеющих экономическое значение, о чем мы писали еще в начале 80-х гг. [7].

В 1980-90-е годы в некоторых регионах России было отмечено снижение урожайности и качества семенного картофеля, в частности широко районированного сорта Невский. Первоначально причиной этого считалась недостаточно высокая агротехника, а также длительное культивирование исходного посадочного материала *in vitro*, приводящее к потере свойств, присущих данному сорту. В дальнейшем выяснилось, что основной причиной было поражение картофеля ВВКК [4]. В бывшем СССР в конце 60-х — начале 70-х гг. была разработана и широко внедрена технология производства безвирусного картофеля, которая не учитывала возможности заражения его вириодом и поэтому не предусматривала проверку исходного материала на ВВКК. Тогда в большинстве регионов страны для получения и размножения меристемных растений и миниклубней была создана сеть биотехнологических лабораторий.

В начале 80-х гг. в стране были отмечены случаи поражения безвирусного картофеля ВВКК. С использованием электрофореза в ПААГ и растений-индикаторов вириод был выявлен более чем в 70% образцов меристемных растений из Центрального и Северо-Западного регионов, Поволжья и Дальнего Востока [4, 8, 11]. Некоторые региональные биотехнологические лаборатории и семеноводческие хозяйства понесли большой экономический урон из-за уничтожения тысяч меристемных растений и миниклубней в теплицах и гидропонных установках [6, 10]. Наиболее опасным оказалось поражение ВВКК образцов национального банка здоровых сортов картофеля (БЗСК), которые были источником для получения меристемы, поскольку формирование БЗСК не предусматривало обязательного тестирования образцов на зараженность вириодом. При проверке образцов безвирусного картофеля из коллекции ВНИИКС и других учреждений с использованием растений-индикаторов, электрофореза в ПААГ и молекулярной гибридизации оказалось, что более 50% образцов из 300 были инфицированы ВВКК в латентной форме [2, 9]. Имеющийся тогда ГОСТ 29268-91 на оздоровленный исходный материал не предполагал обязательного тестирования на ВВКК [10]. Другими причинами, которые способствовали широкому распространению этого патогена, были благоприятные условия для репликации вириода во время проведения термотерапии, высокая температура при выращивании

миниклубней в теплицах и недостаточная стерилизация инструмента при получении и размножении меристемы.

Распространение этого заболевания с конца 1980-х гг. практически во всех зонах возделывания картофеля в России является ярким примером негативного действия хозяйственной деятельности человека, связанной с необдуманном внедрением новых биотехнологий в практику сельского хозяйства, в данном случае в семеноводство картофеля.

### Методика

Изучение ВВКК во ВНИИФ началось в 1976 г., и с 1977 г. в институте в полевых условиях поддерживается коллекция образцов картофеля, инфицированных ВВКК, которая с 1996 г. входит в Государственную коллекцию фитопатогенных микроорганизмов. До 2006 г. инфицированность образцов картофеля ВВКК выявляли с использованием электрофореза в ПААГ и растений-индикаторов, в основном томата сорта Ратджерс, и частично молекулярной гибридизации, а в последние 5 лет — ПЦР и дот-блот гибридизации. Наличие ВВКК, как правило, определяется в листьях картофеля, из которых выделяется суммарная РНК, а затем проводится выявление этого патогена вышеописанными методами. Коллекция картофеля выращивается на территории ВНИИФ с использованием общепринятой агротехники. Каждый образец выращивается в количестве 5-7 растений, а вновь получаемые образцы — 1-3 растений. На семена оставляются клубни от кустов, в которых был выявлен вирус. Данные по продуктивности и структуре урожая представлены на одно растение (г, шт.).

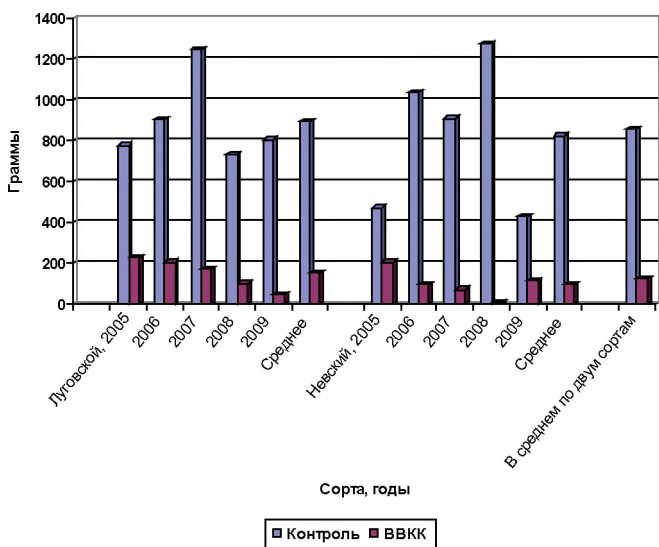
### Результаты и их обсуждение

В настоящей статье приводятся данные о продуктивности и структуре урожая образцов картофеля, инфицированных ВВКК, за 2005-2009 гг. и частично за 2010 г. В коллекции часть сортов картофеля, инфицированного ВВКК, выращивается в сравнении с контролем, свободным от поражения вирусом. Другую часть коллекции представляют инфицированные ВВКК сорта картофеля, которые были получены из разных регионов России и стран СНГ без контроля (незараженных вирусом образцов). При последующем выращивании в коллекции по несколько сортов образцов инфицированного картофеля ежегодно терялось в результате «самовыбраковки» [7].

#### *Продуктивность и структура урожая у сортов картофеля, зараженного ВВКК, в сравнении с контролем*

По сорту Луговской представлены средние данные по инфицированию его тремя изолятами ВВКК: Онега-94 и Нива-95, которые были получены в 1994 и 1995 гг. из Ленинградской обл., и изолята ВНИИФ-93 — из Московской обл. Сорт Невский был инфицирован изолятом ВВКК Онега-Премьер-94 из Ленинградской обл. Результаты опытов представлены на рисунках 1-3 и в таблице 1.

У сорта Луговской, инфицированного ВВКК, по сравнению с контролем снижение урожайности в эти годы колебалось от 71 до 95% , а в среднем за 5 лет составило 83% (соответственно 149 и 893 г/куст). По сравнению с контролем снижение урожая у сорта Невский, инфицированного ВВКК, было меньшим в 2005 г. (на 38%) и увеличивалось в последующие годы, а в среднем за 5 лет составило 88% (соответственно 95 и 825 г/куст). По этим двум сортам в среднем за 5 лет продуктивность инфицированного ВВКК картофеля была ниже, чем в контроле на 85% (рис. 1, табл. 1). Ежегодно у обоих сортов у нескольких растений, наиболее пораженных вирусом,



**Рис. 1.** Урожайность сортов картофеля Луговской и Невский в среднем за 2005-2009 гг.

отсутствовало клубнеобразование.

На рисунках 2 и 3 приведены данные о влиянии заражения ВВКК на структуру урожая картофеля этих двух сортов: массу одного клубня и количеству клубней на одно растение. Для картофеля, зараженного ВВКК, характерно уменьшение массы одного клубня в большей степени, чем количества клубней на растение. После 2005 г. как у сорта Луговской, так и у сорта Невский отмечено снижение массы одного клубня у зараженного картофеля по сравнению с контролем. У сорта Луговской оно колебалось по годам от 73 до 92%

Таблица 1

**Продуктивность сортов картофеля, инфицированного ВВКК, в сравнении с контролем**

№	Сорт	Вариант	Продуктивность, г на 1 куст:	
			от — до	в среднем, г (% от контроля)
<i>2005-2009 гг.</i>				
1	Луговской	Контроль ВВКК	773-1250 45-228	893 149 (17%)
2	Невский	Контроль ВВКК	426-1276 5-202	825 95 (12%)
В среднем по двум сортам		Контроль ВВКК	426-1276 5-228	859 122 (14%)
<i>2007-2009 гг.</i>				
3	Кинельская роза	Контроль ВВКК	300-686 14-28	545 23 (4%)
4	Лорх	Контроль ВВКК	161-550 18-128	328 81 (25%)
5	Весна белая	Контроль ВВКК	272-633 23-275	431 115 (27%)
6	Удача	Контроль ВВКК	1046-1956 44—469	1572 233 (15%)
В среднем по двум сортам		Контроль ВВКК	161-1956 14—469	719 113 (16%)

Примечание. На 95%-м уровне вероятности критерий Фишера равен 16,6, а при табличном значении — 6,6, что указывает на достоверное различие.

и составило в среднем за 5 лет 76%. У сорта Невский в среднем за 5 лет масса одного клубня снизилась по сравнению с контролем на 71% (см. рис. 2).

По количеству клубней на одно растение у сорта Луговской в контроле наблюдались колебания по годам опыта от 12 в 2005 г. до 5,6 в 2009 г. при среднем количестве за 5 лет 8, 9 шт. У инфицированного ВВК картофеля отмечено снижение количества клубней по годам на 38-52%, в среднем — на 43%. У сорта Невский в контроле также наблюдались различия по количеству клубней на 1 куст — от 8,7 до 16,4 при среднем количестве 11,3 клубней. У инфицированного картофеля уменьшение количества клубней по сравнению с контролем по годам опыта колебалось от 37 до 71%, что в среднем составляло 58% (см. рис. 3).

На рисунках 4-6 представлены данные о величине и структуре урожая других четырех сортов картофеля, зараженных ВВК, в сравнении с контролем за 3 года (2007-2009 гг.).

У сорта Кинельская роза снижение продуктивности в среднем за 3 года достигало 96% (23 и 545 г/куст), у сорта Лорх — 75% (81 и 328 г/куст), у сорта Удача — 85% (233 и 1572 г/куст) и у сорта Весна белая — 73% (115 и 431 г/куст). В среднем по всем сортам за 3 года урожайность картофеля, инфицированного ВВК, была меньше, чем в контроле, на 84% (см. рис. 4).

В 3-летнем опыте с четырьмя сортами картофеля, как и в аналогичном 5-летнем опыте с сортами Луговской и Невский, у всех сортов наблюдалась меньшая масса одного клубня у зараженного ВВК картофеля по сравнению с контролем. Хотя имелись различия в зависимости от сорта и года опыта, общая тенденция сохранялась. Например, у сорта Кинельская роза в среднем за 3 года масса одного клубня картофеля, инфицированного ВВК, была меньше, чем в контроле, на 79%; у сорта Весна белая — на 60%; у сорта Удача — на 66% и сорта Лорх — на 73%, а в среднем по этим сортам — на 68%. Масса одного клубня в среднем за 3 года составляла 8, 23, 41 и 18 г соответственно, а в среднем по всем сортам — 22 г, или 68% в сравнении с контролем (см. рис. 5).

У всех четырех сортов картофеля, инфицированного вирусом, также отмечено снижение количества клубней на одно растение по сравнению с контролем, хотя имелись колебания по сортам и годам опыта. В среднем за 3 года у сорта Кинельская роза, зараженного ВВК, на одно растение было 3,2 клубня, или 24%, а в контро-

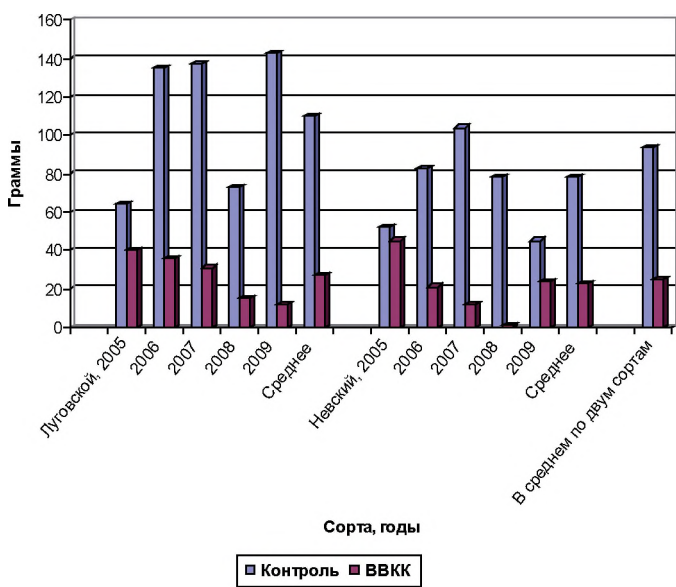


Рис. 2. Масса одного клубня у сортов картофеля Луговской и Невский в среднем за 2005-2009 гг.

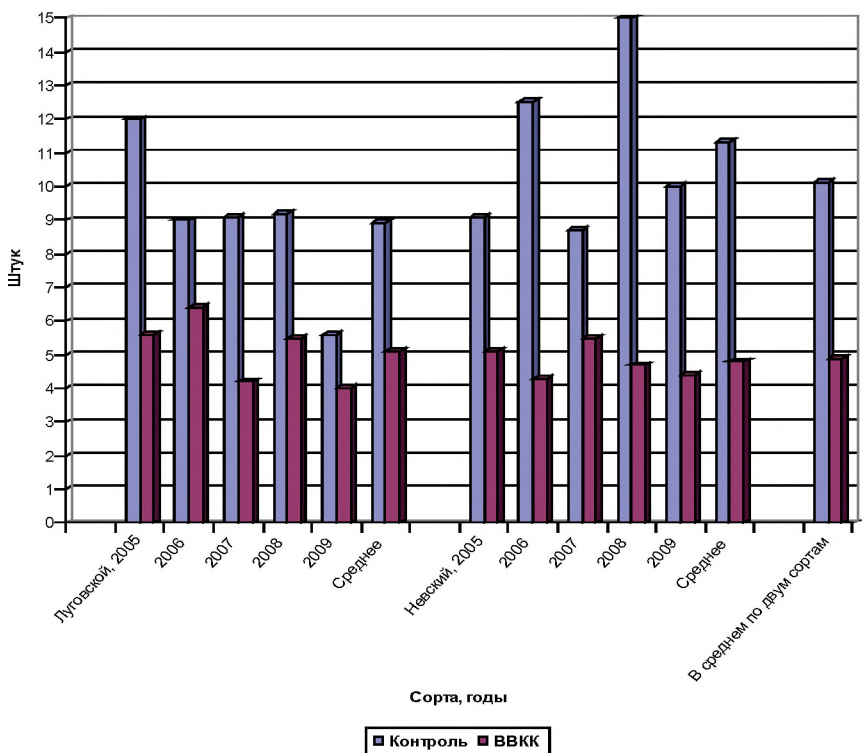


Рис. 3. Количество клубней у сортов картофеля Луговской и Невский в среднем на один куст за 2005-2009 гг.

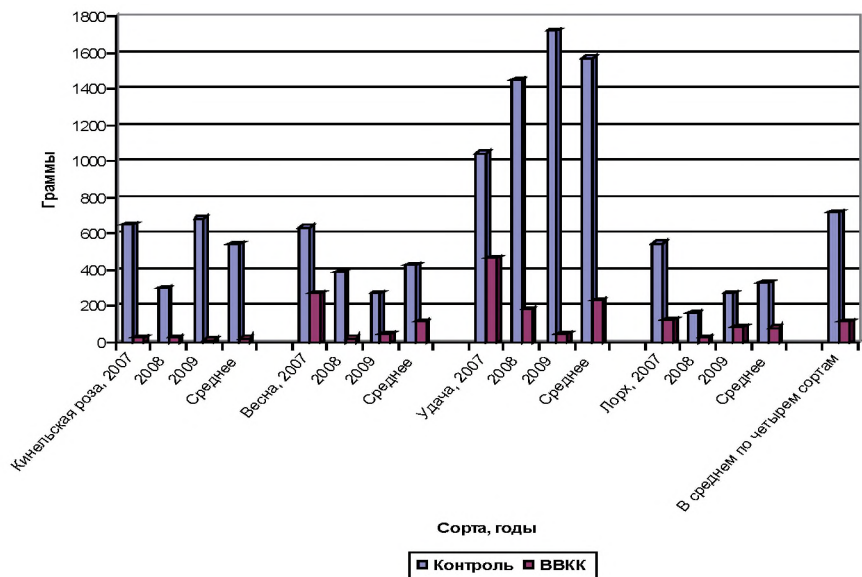


Рис. 4. Урожайность четырех сортов картофеля в среднем за 2007-2009 гг.



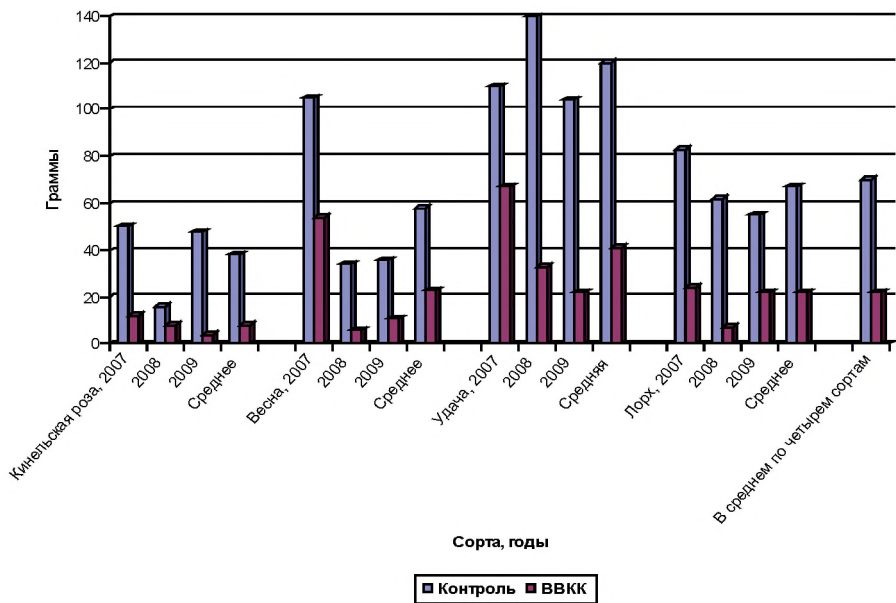


Рис. 5. Масса одного клубня у четырех сортов картофеля в среднем за 2007-2009 гг.

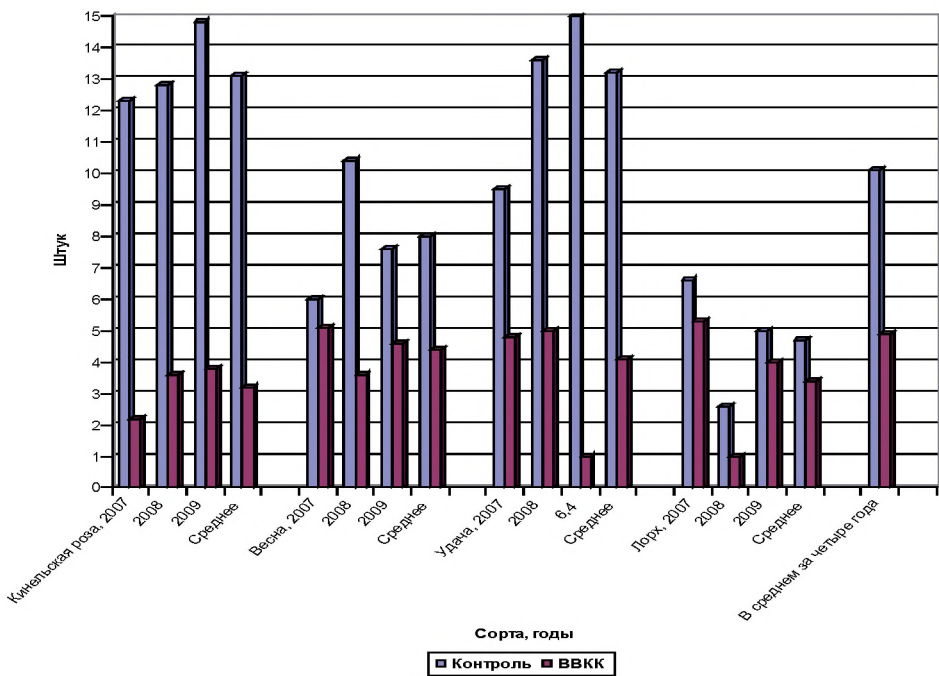


Рис. 6. Количество клубней на один кусту четырех сортов картофеля в среднем за 2007-2009 гг.

ле 13,1. У сорта Весна белая — 4,4 клубня, или 55%, а в контроле — 8,0 клубней, а у сортов Удача и Лорх, соответственно 4,1 (31%) и 13,2; 3,4 (72%) и 4,7 шт. на один куст. В среднем по всем сортам в контроле на одно растение было 9,7 клубней, а у растений, зараженных ВВКК, — 3,8, или 39% (см. рис. 6).

*Продуктивность сортообразцов картофеля, инфицированных ВВКК, в коллекции ВНИИФ в 2008-2010 гг.*

В последние 5 лет в коллекции ВНИИФ ежегодно выращивалось от 40 до 90 образцов картофеля, которые нами были получены из разных регионов России или стран СНГ для проверки на пораженность ВВКК. Как правило, эти образцы не имели контроля, т.е. здоровых образцов картофеля данного сорта. В таблице 2 представлены данные о большинстве из этих образцов. Сравнение продуктивности этих сортообразцов с продуктивностью 6 сортов картофеля, также инфицированных ВВКК, но имеющих контроль, показывает, что они сравнимы как по этому показателю, так и по количеству клубней на один куст и массе одного клубня. Следует отметить, что ежегодно происходила «самовыбраковка» как отдельных растений, так и целых образцов, наиболее инфицированных этим патогеном.

Таблица 2

**Величина и структура урожая сортообразцов картофеля, инфицированных разными изолятами ВВКК, в среднем за 2008-2010 гг.**

№	Страна, регион	Происхождение изолята ВВКК	Количество образцов, шт.		Количество клубней на 1 куст	Масса одного, г	
			всего	погибло		клубня	растения
1	Россия, Северо-Запад	ВИР, ВИЗР	15	3	2,4	13,8	32
2	Центр	ВНИИКХ, ВНИИФ	4	—	3,5	17,2	97
3	Поволжье	Кинель	3	—	3,2	31,1	123
4	Осетия	Осетия	1	—	3,3	13,1	92
5	Западная Сибирь	Томск	1	—	3,1	12,3	44
6	Дальний Восток	Владивосток, Хабаровск	3	—	4,5	38,1	86
7	Украина	Чернигов, Одесса	10	3	4,6	21,7	97
8	Корея	Южная Корея	1	—	1,2	12,3	19
9	Грузия	Тбилиси	1	—	6,1	34,1	278
	Итого		39	6	3,5	21,3	94,2

Таким образом, данные по величине и структуре урожая картофеля, полученные в 2005-2010 гг. при возделывании в коллекции ВНИИФ ежегодно около 40-60 инфицированных ВВКК образцов, в основном совпадают с результатами наших опытов, проведенных в 1980-2002 гг., результаты которых были опубликованы ранее [1, 7, 8].

**Выводы**

1. Продуктивность картофеля, инфицированного ВВКК, обычно начинает снижаться со следующего после заражения года, увеличиваясь в последующих поколениях вплоть до потери клубнеобразования.



2. Снижение продуктивности происходит за счет уменьшения массы одного клубня и количества клубней на одно растение, однако структура урожая изменяется в меньшей степени, чем его величина.

3. Уменьшение продуктивности зависит от длительности культивирования инфицированного картофеля, сорта, изолята ВВКК, агротехники и др. и может колебаться от 20-30 до 90-100%.

Работа выполнена по Проекту МНТЦ 3468.

#### Библиографический список

1. *Гирсова Н.В.* Вироид веретеновидности клубней картофеля: диагностика, сохранение инфекционности и особенности передачи патогена. Автореф. канд. дисс. Большие Вязёмы, 2003. 25 с.

2. *Дрыгин Ю.Ф. и др.* Молекулярная диагностика зараженности оздоровленных сортообразцов картофеля виroidом веретеновидности клубней // Доклады РАСХН, 1996. № 6. С. 24-25.

3. *Дрыгин Ю.Ф. и др.* Проблема виroidа в семеноводстве картофеля: диагностика, формирование генобанка, производство исходного материала // Картофель и овощи, 2000. № 2. С. 38-40.

4. *Кастальева Т.Б. и др.* Вироид веретеновидности клубней и оздоровление картофеля // Вестник РАСХН, 1992. № 3. С. 22-24.

5. *Леонтьева Ю.А.* Веретеновидность клубней (готика) — одно из основных заболеваний картофеля в Поволжье. Автореф. докт. дис. Пушкин, 1971. 43 с.

6. *Лысенко Н.Ю. и др.* Влияние ВВКК на продуктивность и развитие безвирусного картофеля. Вестник РАСХН, 1997. № 6. С. 42-44.

7. *Можжаева К.А., Васильева Т.Я.* Некоторые причины, препятствующие распространению ВВКК в посадках картофеля // Биол. науки, 1982. № 11. С. 26-30.

8. *Можжаева К.А., Васильева Т.Я., Кастальева Т.Б.* Опасность распространения виroidа с безвирусным картофелем // Картофель и овощи, 1994. № 2. С. 28-29.

9. *Мусин С.М. и др.* Получение новых оздоровленных линий и сортов картофеля // АгроXXI, 1998. № П. С. 20-21.

10. *Мусин С.М., Дементьева З.А.* Молекулярная диагностика и идентификация исходного материала картофеля. В кн: Вопросы картофелеводства / Науч. тр. ВНИИКХ, 2006. С. 92-97.

11. *Романова С.А. и др.* Вироид веретеновидности клубней картофеля на Дальнем Востоке. В кн: Проблемы фитовирусологии на Дальнем Востоке. Владивосток: Дальнаука, 1996. С. 41-47.

12. *Diener T.O.* Viroids and viroid diseases. A Wiley-Interscience Publication. N.-Y., Toronto, 1979. 245 p.

13. Viroids. Eds. A. Hadidi, R. Flores, J.W. Randles, J.S. Semancik. Science Publishers, 2003. USA. 370 p.

Рецензент — д. с.-х. н. О.О. Белошапкина

#### SUMMARY

Potato Spindle Tuber Viroid (PSTV) influence upon various potato varieties crop-producing power under conditions of Moscow region has been researched since 1977 in VNIIF. Data on both volume and structure of the yield in six potato varieties, infected with spindle tuber disease, within the period from 2005 till 2009, and, partially 2010, are provided in the article. Data on crop capacity of infected with PSTV potato varieties from both different Russian Federation regions and from CIS in 2008-2010 have also been provided. Potato productivity decrease is caused by one tuber mass abatement and the amount of tubers per one plant, though yield structure varies to a less extent than its volume. Decrease in crop-producing power depends on both infected potato cultivation duration and a variety, isolate (strain) of PSTV, weather conditions, cultural practices, and it fluctuates from 20%-30% up to 90%-100%.

**Key words:** PSTV, potato, variety, volume and structure of yield.

Можжаева Карина Алексеевна — руководитель группы вирусологии ВНИИФ РАСХН, к. с.-х. н. Эл. почта: [mozhaeva@vniif.ru](mailto:mozhaeva@vniif.ru).