

УДК 632.38

**Е. П. Тимошенко¹, О. А. Кучерявенко², И. М. Шевченко¹,
В. И. Керечанин¹, И. Н. Бондарь¹**

¹ Черниговский национальный технологический университет,

г. Чернигов, Украина

E-mail: timosh_alena@mail.ru; timosh_alena@ukr.net

² Институт сельскохозяйственной микробиологии и агропромышленного производства Национальной академии аграрных наук Украины,

г. Чернигов, Украина

E-mail: okskucher83@gmail.com

ФИТОВИРУСОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ПОСАДОК КАРТОФЕЛЯ НА ПОЛЕСЬЕ УКРАИНЫ

РЕЗЮМЕ

В статье представлены результаты мониторинговых исследований вирусных болезней картофеля в почвенно-климатических условиях Полесья Украины. Анализ ситуации, сложившейся в семеноводстве картофеля, показывает, что сорта в значительной степени поражены вирусными болезнями. В питомниках элитного семеноводства картофеля обнаружены М-, S-, X-, A-вирусы картофеля как в моноинфекции, так и в составе патоккомплексов, Y-вирус встречается только в патоккомплексах.

Исследование видового состава возбудителей, их векторов, путей распространения инфекций в полевых условиях позволяет прогнозировать появление и развитие вирусных болезней и является основой для правильного и эффективного применения защитных мер.

Ключевые слова: фитовирусологический мониторинг, вирусные болезни картофеля, кольцевые некрозы клубней.

ВВЕДЕНИЕ

Картофель является одной из основных продовольственных культур в Украине. Его выращивают во всех почвенно-климатических зонах. По валовому производству картофеля Украина занимает четвертое место в мире (после Китая, России, Индии), но урожайность остается на достаточно низком уровне [1]. Вирусные болезни – одна из причин снижения продуктивности возделываемых растений. Кроме того, вирусная инфекция усиливает предрасположенность растений к поражению другими фитопатогенами – бактериями и грибами, провоцирует вырождение ценных сортов [2]. Сложность защиты картофеля от вирусных болезней в их многочисленности (картофель поражается 37 вирусами), а также в наличии значительного количества штаммов [3, 4].

В последнее время отмечается значительное поражение растений болезнями типа мозаик и желтух, из которых наиболее вредоносным является скручивание листьев. Возбудитель данной болезни – вирус скручивания листьев картофеля (*Potato leaf roll virus*, PLRV, ВСЛК). Мозаичное закручивание листьев вызывается М-вирусом картофеля (*Potato virus M*, PVM, MBK), морщинистая мозаика (комплексная инфекция X-вируса (*Potato virus X*, PVX, ХВК) и Y-вируса картофеля (*Potato virus Y*, PVY, YBK) и полосчатая мозаика вызывается Y-вирусом картофеля [5–7].

Необходимым этапом разработки стратегии и тактики защиты растений является мониторинг патогенов на посевах сельскохозяйственных культур. Задачей фитовирусологического мониторинга является контроль состояния агроэкосистем в конкретных почвенно-климатических условиях, определение закономерностей формирования ситуации на основе ранней диагностики патогенов, эффективного вирусологического контроля материала на всех этапах выращивания и заблаговременного прогнозирования рисков распространения заболеваний [8].

Целью нашей работы было усовершенствование методов диагностики вирусов на посадках картофеля на основе определения состава популяции возбудителей, особенностей проявления болезней в условиях Полесья Украины, изучение влияния комплекса вирусов на урожайность для своевременного обеспечения мер защиты.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

В полевых условиях в фазу бутонизации и цветения растений определяли: распространение вирусных заболеваний картофеля с использованием методов обследования насаждений, симптоматологии, согласно существующим методическим рекомендациям [9]; влияние поражения УВК в комплексе с вирусами мозаичной группы на урожайность растений картофеля в соответствии с методикой полевого опыта. В лабораторных условиях для идентификации вирусов применяли комплекс диагностических методов: симптоматологии, иммунологии, электронной микроскопии. Биологическое тестирование проводили с использованием растений-индикаторов: *Nicandra physaloides* L., *Nicotiana tabacum* L., *N. rustica* L., *N. occidentalis* L., *Physalis floridana* L., *Lycopersicum esculentum* L. (Mill.).

Для проведения серологических анализов использовали антисыворотки для выявления вирусов картофеля, полученные в лаборатории вирусологии Института сельскохозяйственной микробиологии и агропромышленного производства НААН Украины (ИСМАП НААН). Нативные препараты для электронной микроскопии готовили методом негативного контрастирования, модифицированным в лаборатории вирусологии ИСМАП НААН [10]. Исследовали препараты в электронных микроскопах Tesla 540 (Чехия) и ЭМ-125 (Украина) при инструментальном увеличении $\times 20\text{--}22$ тыс.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Проведено обследование посадок картофеля семеноводческих, селекционных и коллекционных питомников, материала госсортоиспытания. Всего было проанализировано 150 сортов и гибридов картофеля украинской и иностранной селекции различных групп спелости, которые отличаются по качественным показателям и устойчивости к фитопатогенам.

Образцы, в которых не обнаружили вирусы, составляли всего 7,9 % (рис. 1). Распространение вирусных заболеваний в клоновом материале, определенное по результатам визуальной диагностики, составило от 15 до 65 %, по результатам серологических анализов на некоторых сортах достигало 100 %. Степень пораженности сортов, проходивших государственное испытание, составляла от 4 до 100 %. Накопление вирусной инфекции в семенном материале картофеля и проявление признаков болезней прогрессируют с увеличением числа полевых репродукций. Поэтому в процессе оригинального, элитного и репродукционного семеноводства качество семенного материала с каждым последующим поколением, как правило, значительно снижается. Мониторинговые исследования показали высокий уровень реинфекции оздоровленного семенного материала районированных сортов, что не исключает возможности

РАЗДЕЛ 3. ИММУНИТЕТ И ЗАЩИТА КАРТОФЕЛЯ

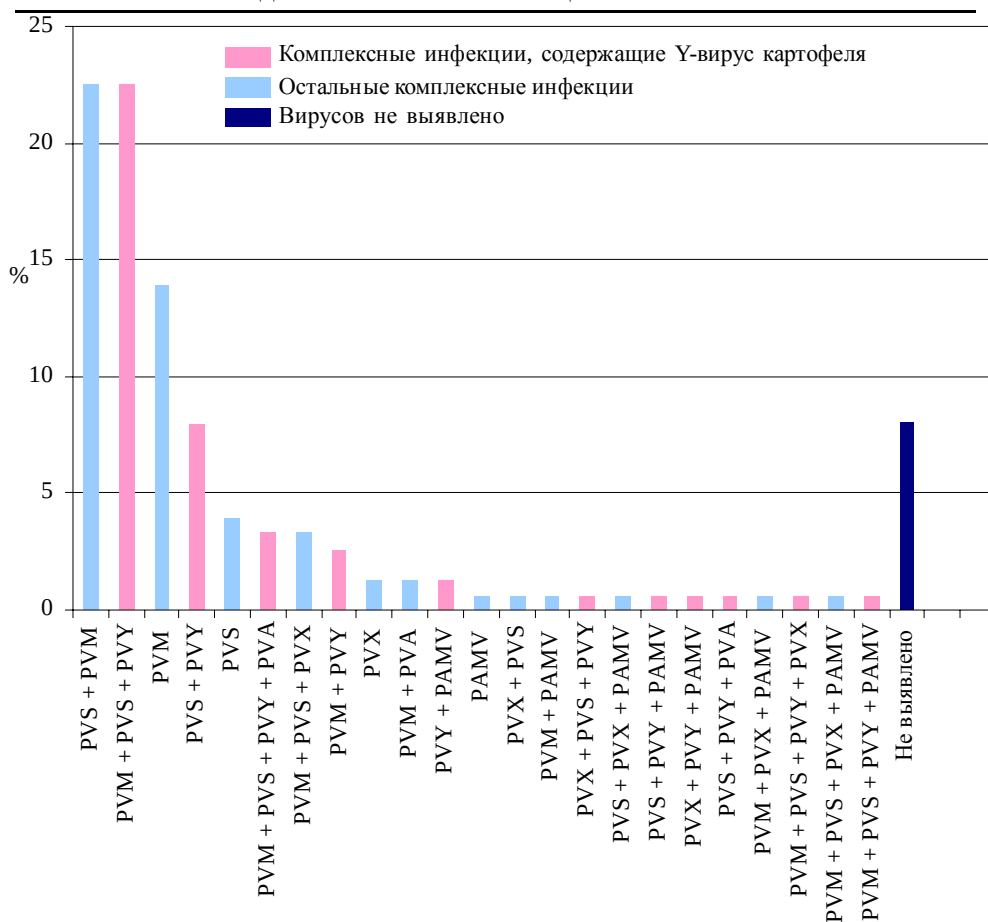


Рисунок 1 – Вирусные инфекции, выявленные при анализе сортов картофеля

скрытого вирусоносительства пробирочных растений и требует совершенствования методов анализа вирусологического контроля фонда выходного семенного материала.

Исследования показали, что в посадках преобладает энтомофильный М-вирус картофеля в моноинфекции (14 %) или в комплексе с другими мозаичными вирусами: MBK + SBK и MBK + SBK + YBK обнаружен в растениях 23 % обследованных сортов; MBK + YBK – 3; SBK + YBK – 8; SBK – 4 %.

В посадках картофеля в небольших количествах были выявлены: X-вирус картофеля – 3 %, вирус аукуба мозаики картофеля – 2, А-вирус картофеля – 6 %, вирус скручивания листьев картофеля как в моноинфекции, так и в составе комплекса вирусов. В целом около трети сортообразцов были поражены комплексом вирусов.

Следует обратить внимание, что Y-вирус на сегодняшний день получил широкое распространение в посадках картофеля в регионе (42 % сортообразцов) и обнаружен только в комплексных инфекциях, что значительно усложняет его обнаружение и идентификацию. Распространение Y-вируса в посадках сортов, установленное по результатам учета симптомов инфекции, составило от 32 до 57 %, по данным серологического анализа – от 55 до 80 %.

Сравнение полученных результатов с данными 1970–80-х гг., когда Y-вирус картофеля серологически не выявляли или распространение вируса составляло от 1 до 5 %

и лишь на отдельных сортах в отдельных хозяйствах области оно было от 16,7 до 30 %, показывает, что в Украине наблюдается значительное повышение распространения Y-вируса картофеля и расширение спектра поражаемых этим вирусом сортов.

В полевых условиях, наряду с морщинистой и полосчатой мозаикой (рис. 2 а, б), в последние годы в посадках картофеля получило распространение заболевание, которое проявляется развитием на растениях пятнистой мозаики разной интенсивности и составляет 41 % пораженных растений (рис. 2 в). Больные растения при этом могут не проявлять отставание в росте. Основным возбудителем этого заболевания является Y-вирус картофеля, который присутствует в растениях в составе комплексных инфекций с М-, S-, А-вирусами и вирусом аукуба мозаики картофеля.

Симптомы мозаики могут проявляться в разные фазы развития растений картофеля: редко – в фазе полных всходов, на большинстве сортов – в фазе бутонизации – цветения растений.

При обследовании посадок картофеля, проведенном в фазе полных всходов – начале бутонизации растений в условиях пониженного температурного режима периода вегетации, Y-вирус обнаружен в растениях при бессимптомном течении инфекции (20,6 % тестируемых образцов). Интенсивное развитие симптомов наблюдалось при повышении температурного режима вегетационного периода.

При анализе клубней картофеля после уборки было обнаружено новое для Польши Украины заболевание, основным возбудителем которого является Y-вирус картофеля. Поражение проявляется на клубнях образованием опухолевых колец или дуг на кожуре, которые углубляются в мякоть к сосудистому кольцу и некротизируются во время хранения (рис. 3).

Характерное поражение клубней может не проявляться при уборке картофеля – кольцевые некрозы образуются на пораженных клубнях через 3–4 недели хранения. Развитию болезни способствует сухая теплая погода в период вегетации. Пораженные клубни теряют товарные качества, кроме того, некроз облегчает проникновение вторичных патогенов. Анализ растений, выращенных из клубней с симптомами кольцевого некроза, с использованием серологических методов, растений-индикаторов и электронной микроскопии обнаружил Y-вирус картофеля во всех тестируемых образцах. Характерное поражение клубней выявлено на сортах картофеля Воротынский ранний, Доброчин, Гатчинский, Невский, Прикульский ранний, Сокровище, Дезира, Бриллиант, Лиу, Симфония, Сиерра, Цезарь.

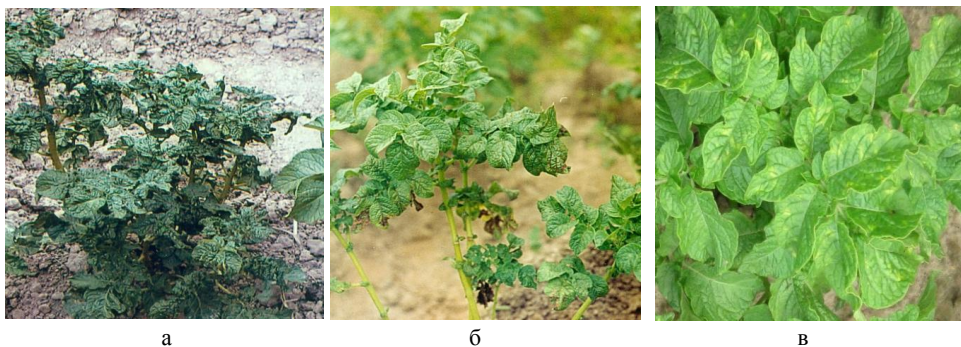


Рисунок 2 – Симптомы поражения Y-вирусом (как основным возбудителем) в комплексе с другими вирусами на растениях картофеля: а – морщинистая мозаика; б – полосчатая мозаика; в – пятнистая мозаика



Рисунок 3 – Кольцевые некрозы на клубнях, характерные для поражения Y-вирусом картофеля в патоккомплексах (некротические штаммы)

Как показали результаты наших исследований, некротические штаммы Y-вируса в комплексных инфекциях сегодня преобладают в популяции вирусов картофеля в условиях Полесья Украины. Был проведен полевой опыт с целью изучения их влияния на продуктивность растений картофеля в условиях полевого мелкоделяночного опыта.

В процессе исследований использовали клубни картофеля сортов Памир, Леди Розетта, Синора с симптомами слабой пятнистой мозаики, которые становились более выраженными при повышении температурного режима в течение периода вегетации. Задержки роста и развития растений не наблюдали. Растения контрольных вариантов были бессимптомными. Вирусологический анализ в течение вегетации обнаружил поражение растений картофеля сортов Памир, Леди Розетта, Синора Y-вирусом в комплексе с S-вирусом картофеля (SBK). Растения в контрольном варианте были бессимптомными носителями SBK, что показали результаты их анализа с использованием тест-растений и иммунодиагностики.

Снижение урожайности при поражении Y-вирусом растений картофеля сорта Леди Розетта в 2013 г. было наиболее значительным и составило 42,8 %, в 2014 г. – 32,2, в 2015 г. – 29,3 %. На сорте Синора наибольшее снижение продуктивности пораженных растений за три года отмечено в 2014 г. – 32,6 %, в 2013 г. – 19,7, в 2015 г. – 32,1 %. На сорте Памир урожайность вследствие инфекции YBK снижалась по годам исследования на 41,6; 11,2; 31,2 % соответственно. Таким образом, по трем сортам снижение продуктивности вследствие поражения некротическими штаммами Y-вируса картофеля в комплексе с S-вирусом составило от 11,1 до 42,8 % по сравнению с растениями, латентно пораженными SBK, в зависимости от биологических особенностей сорта и климатических условий года.

Также был проведен опыт по изучению влияния комплексной инфекции Y- и M-вирусов на урожайность и содержание хлорофилла в вегетирующих растениях картофеля сортов Малич и Архидея (табл.).

Поскольку в основе проявления симптомов заболевания лежит непосредственное вмешательство вируса в метаболизм растения-хозяина, что приводит к изменению интенсивности и направленности физиологических процессов, в том числе процесса фотосинтеза, сравнивали здоровые растения и растения этих же сортов с симптомами общего хлороза, слабой мозаики и незначительного угнетения роста, инфицированные YBK в комплексе с M-вирусом картофеля. В опыте изучали влияние вирусного поражения на содержание хлорофиллов *a* и *b* в листьях пораженных растений.

РАЗДЕЛ 3. ИММУНИТЕТ И ЗАЩИТА КАРТОФЕЛЯ

Таблица – Влияние вирусного поражения на содержание хлорофилла *a* и *b* в листьях и урожайность растений картофеля, среднее за 2013–2015 гг.

Вариант опыта	Содержание хлорофилла				Урожай- ность, г/куст	Снижение к конт- ролю, %
	<i>a</i>		<i>b</i>			
	мг/100 г листьев	снижение, %	мг/100 г листьев	снижение, %		
Сорт Малич						
Здоровые растения	56,1	–	14,7	–	530,0	–
Растения, поражен- ные YBK + MBK	45,1	19,6	12,4	15,6	200,0	62,3
НСР ₀₅	2,1	–	1,3	–	15,7	–
Сорт Архидея						
Здоровые растения	65,2	–	33,9	–	460,0	–
Растения, поражен- ные YBK + MBK	51,5	21,0	25,0	13,7	192,5	58,2
НСР ₀₅	2,6	–	2,8	–	13,4	–

Для определения содержания хлорофилла отбирали третий-пятый лист от верхушки в фазе цветения растений.

Установлено существенное снижение урожайности больных растений картофеля относительно показателей здоровых безвирусных растений: сорта Малич – на 62,3 %, Архидея – на 58,2 %.

Выявлено также существенное снижение содержания хлорофилла *a* (на 19,6–21,0 %) и хлорофилла *b* (на 13,7–15,6 %) в варианте с растениями, инфицированными YVK в комплексе с MBK, по сравнению с показателями здоровых растений.

Таким образом, установлено значительное снижение урожайности растений картофеля при поражении патоккомплексом вирусов, степень которого зависит от биологических особенностей сорта, климатических условий года, состава комплексной инфекции.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных фитовирусологических исследований по распространению и диагностике заболеваний, вызванных вирусами, и изучения этих болезней в насаждениях картофеля в условиях Полесья Украины установлено, что из проанализированных 150 сортов и гибридов образцы, в которых не обнаружили вирусы, составляли всего 7,9 %, что свидетельствует о значительной распространенности вирусов в агроценозах.

В 20,6 % тестируемых образцов Y-вирус обнаружен при бессимптомном течении болезни.

При проведении тестирования клубневого материала впервые выявлено новое для Украины заболевание картофеля, которое проявляется в виде некротической кольцевой пятнистости, характерной для Y-вируса картофеля (группа некротических штаммов, YVK^{NTN}).

Список литературы

1. Бондарчук, А. А. Стан та пріоритетні напрями розвитку ринку насіннєвої картоплі в Україні / А. А. Бондарчук // Картоплярство. – 2009. – № 38. – С. 3–24.
2. Гнутова, Р. В. Разнообразие вирусов растений в восточноазиатском регионе России: итоги 50-летнего изучения / Р. В. Гнутова // Сельскохозяйственная биология. – 2014. – № 5. – С. 16–27.
3. Virus and Virus-like Diseases of Potatoes and Production of Seed-Potatoes / G. Loebenstein [et al.]. – Netherland: Kluwer Academic Publishers, 2001. – 488 p.

4. Вирусные и вирусоподобные болезни и семеноводство картофеля / Г. Лобенштейн [и др.]; под ред. Э. В. Трускинова. – Дордрех-Бостон-Лондон: Kluwer Academic Publishers, 2005. – 284 с.
5. Чигрин, А. В. Выделение исходного материала для селекции картофеля на устойчивость к вирусу скручивания листьев и колорадскому жуку: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / А. В. Чигрин; ВИР. – СПб., 1993. – 20 с.
6. Чигрин, А. В. Вирус скручивания листьев и устойчивость к нему образцов картофеля на юге лесостепной зоны России и Украины / А. В. Чигрин // Исходный материал для селекции культурных растений / Бюл. ВИР. – СПб.: ВИР, 1994. – Вып. 233. – С. 43–45.
7. Подгаєцький, А. А. Стійкість сортів картоплі проти хвороб в умовах південного Лісостепу України / А. А. Подгаєцький, Р. О. Бондус // Картоплярство. – 2004. – Вип. 33. – С. 70–78.
8. Коломієць, Л. П. Вірусні хвороби картоплі / Л. П. Коломієць // Чернігівщина аграрна. – 2007. – № 2 (6). – С. 7–9.
9. Методичні рекомендації щодо проведення досліджень з картоплею / В. С. Куценко [та інш.]; Інститут картоплярства УААН. – Немішаєве, 2002. – 183 с.
10. Щербина, Н. В. Метод приготовления препаратов фитопатогенных вирусов для электронной микроскопии / Н. В. Щербина, М. Я. Курбала, Л. П. Коломиец // V съезд Укр. микробиол. общ-ва (Днепропетровск, февр. 1980 г.): тез. докл. – К.: Наук. думка, 1980. – С. 229.

Поступила в редакцию 13.09.2018 г.

E. P. TIMOSHENKO, O. A. KUCHERYAVENKO, I. M. SHEVCHENKO,
V. I. KERECHANIN, I. N. BONDAR

PHYTOVIRUSOLOGICAL MONITORING OF POTATOES PLANTING IN POLESYE REGION OF UKRAINE

SUMMARY

The results of monitoring researches of viral diseases of potatoes in soil-climatic conditions of Polesye of Ukraine are presented in the article. An analysis of the situation in potatoes seed shows that the varieties are largely affected by viral diseases. In elite potatoes seed nurseries, PVM-, PVS-, PVX- and PVA-viruses were found, both in monoinfection and in the composition of pathocomplexes, whereas the PVY-virus is found only in pathocomplexes.

Investigation of the species composition of pathogens, their vectors, pathways of infection in the field makes it possible to predict the occurrence and development of viral diseases and is the basis for the correct and effective application of protective measures.

Key words: phytovirusological monitoring, viral potatoes diseases, ring necroses of tubers.