

Естественные науки. 2022. № 4 (9). С. 17–30.  
*Yestestvennyye nauki = Natural Sciences*. 2022; 4(9):17–30 (In Russ.)

Научная статья  
УДК 579.64  
doi 10.54398/1818507X\_2022\_4\_17

**ФИТОСАНИТАРНЫЙ МОНИТОРИНГ И ИДЕНТИФИКАЦИЯ  
ФИТОВИРУСОВ КАРТОФЕЛЯ В ЛИМАНСКОМ РАЙОНЕ  
АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ**

*Григорян Лилит Норайровна*<sup>✉1</sup>, *Юлия Викторовна Батаева*<sup>1</sup>,  
*Братилова Джамиля Мусаевна*<sup>1</sup>, *Долгов Максим Андреевич*<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Астраханский государственный университет им. В. Н. Татищева,  
г. Астрахань, Россия

<sup>2</sup>Филиал ФГБУ «Россельхозцентр» по Волгоградской области,  
г. Волгоград, Россия

<sup>1</sup>[lilyagrigoryan90@gmail.com](mailto:lilyagrigoryan90@gmail.com)<sup>✉</sup>

**Аннотация.** В работе проведена диагностика вирусов картофеля методом растений-индикаторов и иммунохроматографическим методом на иммунострипах, которая показала присутствие в растительных образцах картофеля из 24 хозяйств Лиманского района Астраханской области вирусной инфекции (Х-вирус картофеля, У-вирус картофеля). Отметим, что ни один из исследуемых образцов, прошедших диагностику на выявление скрытой заражённости вирусной инфекцией методом ПЦР, не оказался свободен от фитопатогенов вирусной этиологии. Результаты, полученные в ходе детального анализа распространения вирусной инфекции на посадках картофеля на примере Лиманского района Астраханской области, очередной раз доказывают необходимость своевременной экспертизы семенного картофеля перед закладкой на хранение и посадкой на поле.

**Ключевые слова:** фитосанитарный мониторинг, фитопатогены, фитовирусы, болезни картофеля, вредоносность

**Для цитирования:** Батаева Ю. В., Григорян Л. Н., Братилова Д. М., Долгов М. А. Фитосанитарный мониторинг и идентификация фитовирусов картофеля в лиманском районе астраханской области // Естественные науки. 2022. № 4 (9). С. 17–30. [https://doi.org/10.54398/1818507X\\_2022\\_4\\_17](https://doi.org/10.54398/1818507X_2022_4_17).

PHYTOSANITARY MONITORING AND IDENTIFICATION  
PHYTOVIRUS OF POTATO IN LIMAN DISTRICT  
ASTRAKHAN REGION

Grigoryan Lilit N.<sup>1✉</sup>, Bataeva Yulia V.<sup>1</sup>, Bratilova Jamilya M.<sup>1</sup>,  
Dolgov Maxim A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Astrakhan State University named by V. N. Tatischev, Astrakhan, Russia

<sup>2</sup>Branch of the Federal State Budgetary Institution "Rosselkhoztsentr"  
in the Volgograd region, Volgograd, Russia

<sup>1</sup>lilyagroryan90@gmail.com<sup>✉</sup>

**Abstract.** The work carried out the diagnostics of potato viruses by the method of indicator plants and immunochromatographic method on immunostrips, which showed the presence of viral infections (X-potato virus, Y-potato virus) in potato plant samples from 24 farms of the Limansky district of the Astrakhan region. It should be noted that none of the studied samples, which underwent diagnostics for the detection of latent infection with a viral infection by PCR, turned out to be free from phytopathogens of viral etiology. The results obtained in the course of a detailed analysis of the spread of a viral infection in potato plantations on the example of the Limansky district of the Astrakhan region once again prove the need for a timely examination of seed potatoes before laying in storage and planting in the field.

**Keywords:** phytosanitary monitoring, phytopathogens, phytoviruses, potato diseases, harmfulness

**For citation:** Bataeva Yu.V., Grigoryan L.N., Bratilova J.M., Dolgov M.A. Phytosanitary monitoring and identification phytovirus of potato in liman district Astrakhan region. . *Yestestvennye nauki = Natural Sciences*. 2022; 4(9):17–30. [https://doi.org/10.54398/1818507X\\_2022\\_4\\_17](https://doi.org/10.54398/1818507X_2022_4_17).

**Введение.** Астраханская область, являясь крупнейшим поставщиком сельскохозяйственной продукции на Юге России, имеет серьёзные перспективы по дальнейшему наращиванию объёмов производства растениеводческой продукции. Однако в последние годы в регионе складывается тяжёлая фитосанитарная обстановка, связанная с широким распространением вирусных болезней картофеля (*Solanum tuberosum* L.) [6–8].

Ареал возбудителей болезней растений не остаётся постоянным и подвержен значительным изменениям. Под влиянием экологических факторов, развитие вирусных болезней может носить эпифитотийный характер [3, 10]. В 2021 г. погодные условия являлись благоприятными для развития вирусных болезней картофеля. Инсектицидные обработки, проводимые против вредителей овощных культур, снижали их численность и вредоносность тли, что также не позволило массово распространиться фитовирусам [9].

Наибольшую распространённость на полях Астраханской области приобрели следующие вирусы: Y-вирус картофеля (YBK) (*Potato Y potyvirus, PVY*), X-вирус картофеля (XBK) (*Potato X potyvirus, PVX*), вирус скручивания листьев картофеля (BSLK) (*Potato leafroll virus, PLRV*). Необходимость включения посадок картофеля в план обследований вызвана тем, что после

эпифитотийных лет развития вирусных и фитоплазменных инфекций на томатах, повлёкших значительные потери урожая этой культуры, фермерские хозяйства увеличили площади под картофель [7].

Защита растений от болезней, носящих природно-очаговый характер, значительно осложняется наличием неконтролируемых природных очагов. Полностью искоренить очаги вирусных болезней растений практически невозможно, так как среди растений-резерваторов инфекции могут быть не только сорняки, но и дикорастущие кустарники и деревья. Уничтожение множества дикорастущих растений, даже являющихся резерваторами вирусов, с точки зрения охраны природы недопустимо, в связи с чем возрастает роль фитосанитарного мониторинга состояния природных очагов инфекции в регионе.

Одной из главных причин развития и распространения болезней является использование некачественного семенного материала. Для повышения уровня и оперативности диагностики возбудителей фитопатогенов Астраханской области с выдачей рекомендаций на базе филиала ФГБУ «Россельхозцентр» по Астраханской области создана лаборатория для идентификации вирусной, бактериальной и грибной инфекций в семенном и растительном материалах сельскохозяйственных культур методом детектирования ПЦР.

Фитосанитарный мониторинг посадок картофеля в фермерских хозяйствах Астраханской области прошлых лет выявил, что на раннем картофеле на площади 3,5 тыс. га с распространением от 30 до 50 % вирусная инфекция проявлялась в виде мозаики, гофрированности и деформации листовых пластинок, некроза по жилкам, карликовости куста, уродливости клубней. При обследовании посадок позднего картофеля вирусные болезни были выявлены на площади 5,8 тыс. га, с распространением 50–60 % [6, 8].

Необходимо проводить не только клубневой анализ на соответствие клубней, но и обязательную проверку семенного материала на скрытые симптомы заражения фитовирусами, бактериями и грибами с использованием ПЦР-диагностики методом детектирования.

Данная экспертиза даёт возможность предотвратить появление, а также остановить развитие возбудителей болезней сельскохозяйственных культур. Корректировка защитных мероприятий, в случае выявления фитопатогенов проводится специалистами филиала только после идентификации возбудителей болезней и включает разработку профилактических и защитных мероприятий, которые составляются индивидуально для каждого хозяйства на основании результатов испытаний ПЦР-лаборатории.

Использование качественного посевного материала в значительной степени уменьшает возможность передачи инфекции, а также помогает избежать снижения урожайности и высокой концентрации вирусов в поле, что также касается непосредственно сельхозтоваропроизводителей, которые используют собственный семенной материал [9].

Отметим, что ещё одной причиной распространения в Астраханской области фитопатогенных вирусов является несоблюдение севооборота. Однако

севообороты практически не осуществляются, положение усугубляется уменьшением площадей зерновых и кормовых культур, складывающимися благоприятными для развития вирусных и микоплазменных заболеваний погодными условиями. Выведенные из сельскохозяйственного оборота орошаемые земли площадью свыше 100 тыс. га являются резерваторами развития болезней и вредителей.

Самый распространённый возбудитель вирусных болезней картофеля в Астраханской области – Y-вирус картофеля, который является типичным представителем рода потивирусов (*Potyvirus*). Это самый многочисленный род среди вирусов растений. Вирионы YВК имеют вид длинных нитей 730–750 нм × 10–15 нм, содержат 5,4–5,6 % нуклеиновых кислот, 93,6–94,6 % белка. Как и у других нитевидных вирусов, вирионы YВК построены на основе спирального типа симметрии.

Геном вируса состоит из одноцепочечной РНК и имеет особенную организацию, включающую одну рамку считывания; транслируется вся геномная РНК; продуктом трансляции является белок – вирусный полипротеин. В ходе процессинга из полипротеина вирусной протеазой вырезаются все функциональные белки вируса: фактор переноса тлями, белок цитоплазматических включений, протеаза, РНК-зависимая РНК-полимераза и белок оболочки.

Y-вирус легко передаётся через клубни при вегетативном размножении картофеля. Основной путь распространения вируса от больных растений к здоровым связан с механической передачей его некоторыми видами тлей по непersistентному способу, т. е. на стилете насекомого. Ограниченная механическая передача инфекции возможна в поле при соприкосновении ботвы больных и здоровых растений. В почве, в растительных остатках вирус не сохраняется [8].

В условиях эксперимента вирус способен поражать 400 видов растений из 36 ботанических семейств. Основными хозяевами Y-вируса являются растения из семейства пасленовых: табак, перец, томат, картофель. В Северо-Западном регионе YВК распространён преимущественно на картофеле. Сведения о заражённости растений перца, томата и наличии природных резерваторов Y-вируса среди сорной и дикорастущей растительности очень ограничены, поэтому накопление и сохранение инфекции связано с культурой картофеля.

Известно, что YВК на картофеле вызывает полосчатую и морщинистую мозаики. При естественном заражении растений в поле полосчатая мозаика обычно начинает проявляться в начале или середине июля в виде немногочисленных мелких некротических пятен, а также в виде слабых некротических штрихов с нижней стороны листа. По мере роста больного растения наблюдается повисание и высыхание листьев нижних, а затем и средних ярусов. Такие листья не опадают и висят на тонких высохших черешках «как на нитке».

Морщинистая мозаика проявляется в сильном вздутии поверхности листовых долей между жилками, в свёртывании верхушечной и боковых частей поверхности долей листа сверху вниз. Одновременно происходит свёртывание сверху вниз и основного черешка листа. Растения отстают в росте и развитии, листья, главным образом верхние, нередко приобретают пёструю окраску, при которой нормально окрашенные участки чередуются со светло- или жёлто-зелёными. Для обеих форм заболевания характерны хрупкость стеблей и несколько развалистый вид куста.

Характер реакции растений картофеля на Y-вирус отчасти коррелирует с концентрацией его в тканях. Наиболее высокая концентрация наблюдается у сортов, реагирующих на заражение мозаичностью, когда некрозы развиты слабо. При латентном вирусоносительстве концентрация Y-вируса также высокая. У сортов с преобладающей некротической реакцией концентрации вируса наименьшая.

Y-вирус принадлежит к числу наиболее вредоносных вирусных патогенов, поражающих картофель. Потери урожая происходят в основном за счёт уменьшения размера клубней, числа их в гнезде и определяются комплексом факторов: процентом заражённых растений, штаммовым составом патогена.

При заражении растений картофеля вирусом Y в них происходит нарушение углеводного обмена: снижается содержание сахаров, крахмала, падает активность ферментов углеводного комплекса. В клубнях заражённых растений понижено содержание сухого вещества, крахмала и аскорбиновой кислоты.

Вредоносность заболевания зависит от зоны выращивания картофеля. Так, в южном и юго-восточном районах РФ, где в период вегетации картофеля складываются погодные условия, благоприятные для массового размножения тлей-переносчиков, отмечается высокая степень распространения Y-вируса. Потери урожая уже после двух – трёх вегетаций могут достигать 97 %.

Полное отсутствие устойчивости приводит к распространению вируса по всему растению с появлением типичных симптомов. В определённых условиях симптомы могут проявляться менее резко или полностью отсутствовать. В этом случае говорят о маскировке вирусной инфекции, о латентном вирусоносительстве. Таким образом, латентность является высшей формой толерантности.

Несмотря на то, что толерантность определяется генетической конституцией, на уровень устойчивости в значительной степени влияют факторы среды, в частности, температура. Нередко с повышением температуры уровень устойчивости снижается.

Для оптимального роста картофеля, а также формирования стабильно высоких урожайностей клубней требуется кальций, железо, магний, сера, цинк, марганец, медь. Только в таком соотношении всех элементов питания в почве для развития картофеля обеспечивается его высокая продуктивность.

Планируемые дозы минеральных удобрений устанавливаются в зависимости от программированной урожайности, предшественника, обеспеченности почвы элементами минерального питания. В момент высадки картофеля

требуется совмещать нарезку гребней с применением расчётных доз минеральных удобрений.

В условиях орошения, в связи с увеличением урожайности картофеля, возникает острая потребность растений в питательных веществах и возрастает потребность в применении удобрений. Внесение минеральных удобрений под орошаемый картофель является необходимым агротехническим приёмом, который способствует значительному увеличению урожая.

Органические удобрения на орошаемых плантациях стимулируют интенсивное развитие надземной биомассы. Хотя картофель снижает содержание гумуса в почве, он не требует (если баланс гумуса в рамках севооборота уравновешен) непосредственного внесения органического удобрения.

В условиях орошения, при возможности наиболее полного обеспечения растений влагой, планирование предельно потенциальной урожайности, способствующей наиболее полной реализации наследственной продуктивности растений, становится самым приемлемым. В условиях регулярного орошения требуемая система удобрений светло-каштановых почв Северного Прикаспия, бедных гумусом и основными элементами питания подзоны, становится основным звеном увеличения урожайности картофеля и повышения плодородия почв.

Значимость органических удобрений, в условиях орошения обусловлена оптимальным температурным градиентом почвы. В летнее время высокие температуры в пахотном горизонте способствуют быстрой минерализации органического вещества удобрений, переводя их в питательные вещества, доступные для растений соединения, что, в свою очередь, обеспечивает их интенсивное употребление в первые годы внесения органических удобрений в почву. Эффективность использования в значительной степени зависит от места и способа внесения, дозы и времени.

Применение непроверенного и некачественного посадочного материала влечёт за собой тяжёлые последствия как для картофелеводов (материальные), так и для фитосанитарной обстановки на полях (заражение почвы, появление новых очагов резерваций инфекции).

В связи с участвовавшими случаями выявления в семенном материале и на посадках картофеля вирусных болезней, в том числе ранее незарегистрированных на территории Астраханской области, необходимо всем картофелеводам проверять клубни семенного картофеля перед посадкой и закладкой на хранение. Проверке подлежит весь картофель, выращенный на территории области и завезённый из других регионов и стран.

Внедрение передовой техники и современных технологий, использование качественного посадочного материала, адаптированных к региональным почвенно-климатическим условиям сортов картофеля позволят получать урожай высокого уровня по количеству и качеству.

Таким образом, проведение своевременного фитосанитарного мониторинга вирусных болезней картофеля и чёткая диагностика с последующей

разработкой необходимых мероприятий по защите растений, профилактические мероприятия по предотвращению развития вирусной инфекции, а также их строгое соблюдение способствуют получению высокого и качественного урожая данной культуры.

**Цель и задачи исследования:** оценка распространённости фитопатогенных вирусов картофеля в Лиманском районе Астраханской области.

**Задачи исследования:** провести фитосанитарный мониторинг вирусных болезней картофеля в крестьянско-фермерских хозяйствах Лиманского района Астраханской области; выявить видовой состав вирусов на посадках картофеля методом растений-индикаторов; изучить состав фитовирусов иммунохроматографическим методом на иммунострипах; идентифицировать возбудителей фитопатогенов вирусной этиологии методом ПЦР-диагностики.

**Условия исследования.** Экспериментальные исследования выполнены на базе научной лаборатории биотехнологий ФГБОУ ВО «Астраханский государственный университет имени В. Н. Татищева» и испытательной лаборатории филиала ФГБУ «Российский сельскохозяйственный центр» по Астраханской области. Фитосанитарный мониторинг на выявление вирусных болезней картофеля проведён в 24 хозяйствах Лиманского района Астраханской области.

**Материалы и методы исследования.** Материалами исследований служили образцы картофеля (клубни и растительный материал), поступившие в испытательную лабораторию филиала ФГБУ «Россельхозцентр» по Астраханской области из 24 хозяйств Лиманского района Астраханской области. Материалом для диагностики вирусов методом иммунохроматографического анализа (ИХА) служили иммунострипы “ImmunoStrip Test Kit Flashkits” (США), которые состоят из пластины микротитра, пропитанной щелочным ферментом, покрытой с обеих сторон антителами выявляемого возбудителя заболевания, и пакета с буфером для экстракции образцов. Материалом для проведения полимеразной цепной реакции (ПЦР) с гибридизационно-флуоресцентной детекцией продуктов ПЦР в режиме реального времени с использованием микрочипового амплификатора нуклеиновых кислот «АриаДНА» служили пробы РНК, полученные из клубней картофеля.

Для идентификации вирусной инфекции использовали тестирующий набор растений-индикаторов, включающий виды: *Nicotiana glutinosa* L., *N. sylvestris* Speg. et Comes., *N. rustica* L., *N. tabacum* L. v. Samsun 959, *N. debney* Domin., *Datura stramonium* L., *Gomphrena globosa* L., *Cucurbita digitata* L. [1, 5].

Для индикаторного метода диагностики семена тестирующих растений-индикаторов высевали в горшки диаметром 25–30 см, а затем пикировали по одному в горшки меньшего диаметра (7–12 см). Используемый торф – верховой кипованный (рН = 6,8–7,2). Температура воздуха в период выращивания составляла 20–25 °С, что являлось оптимальным режимом для индикаторных растений. В осенне-зимний период использовали светоустановки.

В течение вегетации за растениями осуществляли агротехнический уход. Инокуляцию вирусной инфекции осуществляли на стадии 3–4 листьев. Листья образцов растирали пестиком в фарфоровой ступке, предварительно продезинфицированной кипячением в течение 20 мин.

Для иммунохроматографического метода использовали иммунострипы (“ImmunoStrip Test Kit Flashkits”, США), которые состоят из пластины микротитра, пропитанной щелочным ферментом, покрытой с обеих сторон антителами выявляемого возбудителя болезни, и пакета с буфером для экстракции образцов [2]. Использование иммунострипов позволяет получить практически мгновенный ответ о наличии в растении инфекционного начала, предположенного при визуальном наблюдении. Всё тестирование одного образца занимало 10–15 мин.

В работе использовали комплект реагентов «РИБО-сорб» на 100 выделений (ФБУН ЦНИИ эпидемиологии Роспотребнадзора, Москва). Проведение анализа осуществлялось в зоне 1 – помещении для обработки проб. Объём пробы, необходимый для выделения РНК, составил 0,1 мл. Для работы с РНК использовали только одноразовые пластиковые расходные материалы, имеющие специальную маркировку “RNase-free”.

Проведение полимеразной цепной реакции (ПЦР) с гибридизационно-флуоресцентной детекцией продуктов ПЦР в режиме реального времени осуществлялось с использованием микрочипового амплификатора нуклеиновых кислот «АриаДНА». Пробы РНК, получали из клубней картофеля [4, 5].

Набор микрочипов «Фитопатогены картофеля. РНК» предназначен для выявления специфических последовательностей РНК вирусов YVK, ХVK, МVK, АВК, СВК, ВСЛК, вирус метельчатости верхушки (моп-топ), а также вириода методом полимеразной цепной реакции с предшествующей обратной транскрипцией (ОТ-ПЦР) с гибридизационно-флуоресцентной детекцией продуктов ПЦР в режиме реального времени с использованием микрочипового амплификатора нуклеиновых кислот «АриаДНА».

Выделение РНК из подготовленного материала проводили в соответствии с инструкцией к используемому набору (например, «РНК-Рибо-сорб» производства ФГУН ЦНИИЭ Роспотребнадзора).

Анализ результатов проводили с помощью программного обеспечения микрочипового амплификатора нуклеиновых кислот в режиме реального времени «АриаДНА».

**Результаты исследования.** В 2021 г. были проведены обследования посадок картофеля в фермерских хозяйствах Астраханской области.

Поля, на которых выращиваются данные представители паслёновых, располагаются достаточно близко друг к другу и могут стать источником заражения обеих культур вирусной инфекцией (табл.).



**Регистрация сортовых посевов семенного картофеля  
в Астраханской области за 2021 г.**

Зарегистрировано всего, тыс. га	Элитный картофель	Репродукционный картофель
0,542	0,179	0,363

По данным, полученным в отделе семеноводства филиала ФГБУ «Россельхозцентр» по Астраханской области (табл.), установлено, что за 2021 г. зарегистрировано 0,542 тыс. га семенного картофеля, из которых элитный картофель составил 0,179 тыс. га, репродукционный семенной картофель – 0,363 тыс. га.

Мозаика в легкой форме на раннем картофеле на конец мая выявлена на площади 9,8 тыс.га, с распространением от 50 до 70 %. Вирусные заболевания проявлялись в виде гофрированности и деформации листовых пластинок, некроза по жилкам, карликовости куста, уродливости клубней.

При обследовании посадок позднего картофеля вирусные заболевания были выявлены на площади 9,9 тыс.га с распространением 60–80 %.

Результаты обследований посадок картофеля показали наличие достаточно ярко выраженных симптомов проявления вирусной инфекции. Среди симптомов, характеризующих присутствие вируса на картофеле, были: морщинистость и деформация листьев, недоразвитость растений, карликовость.

В результате сравнительного анализа полученных нами данных по составу сорной растительности при маршрутных обследованиях хозяйств Астраханской области в 2022 г. с материалами исследований предыдущих лет установлено отсутствие существенных изменений в составе дикорастущей растительности.

Полученные нами материалы по фитосанитарному мониторингу посадок картофеля в Астраханской области показали, что строгое выполнение профилактических мер защиты нормализует фитосанитарное состояние полей с посадками картофеля, связанное с вирусной инфекцией в Астраханской области. В то же время нами было отмечено ухудшение фитосанитарной обстановки, связанной с вирусной инфекцией на посадках картофеля (80–90 % поражённых растений). Однако на всех образцах, отобранных нами на посадках картофеля и проанализированных с использованием экспресс-метода ИФА в полевых условиях и методом растений-индикаторов в лаборатории, был выявлен только УВК.

За 2021–2022 гг. лаборатория ПЦР-диагностики болезней сельскохозяйственных культур филиала ФГБУ «Россельхозцентр» провела 300 анализов по проверке картофеля. При каждой экспертизе диагностировалось 10 клубней одного сорта от партии. По результатам исследований выданы протоколы испытаний с разработкой рекомендаций, составленных на основе полученных данных и адаптированных под требования заказчика.

Результаты и рекомендации по предотвращению вирусной инфекции разосланы в районы и непосредственно сельхозтоваропроизводителям.

В 2023 г. на посадках картофеля ожидается очаговое развитие вирусных болезней и увеличение площадей заражения.

Результаты ПЦР-диагностики картофеля свидетельствуют о том, что наиболее распространённым и вредоносным возбудителем вирусной инфекции на территории Астраханского региона продолжает оставаться У-вирус картофеля. Потери урожая от развития данной инфекции в регионе достигают 60–90 %.

Образцы картофеля с подозрением на скрытую заражённость вирусной инфекцией прошли ПЦР-диагностику. Всего диагностировано 24 образца картофеля. Анализ результатов проводили с помощью программного обеспечения микрочипового амплификатора нуклеиновых кислот в режиме реального времени «АриаДНА». В результате ПЦР-диагностики клубней картофеля во всех образцах установлено наличие вирусной инфекции (УВК, ХВК).

Анализ полученных данных показал, что предварительно проведённые исследования по выявлению фитовирусов подтвердились результатами ПЦР-диагностики. Отметим, что ни один из исследуемых образцов, прошедших диагностику на выявление скрытой заражённости вирусной инфекцией, не оказался свободен от фитопатогенов вирусной этиологии. Однако вириод веретенovidности клубней картофеля не проявился в анализируемых пробах.

Максимальный показатель У-вируса картофеля обнаружен в образце №V 5 и составил 27,5 %. Минимальный показатель данного возбудителя выявлен в образце № 1 и составил 10,1 %. Развитие У-вируса картофеля в остальных образцах колебалось от 10,5 до 26,7 %.

Наибольшее значение Х-вируса картофеля зафиксировано в образце № 19 и составило 9,2 %. Наименьшее значение ХВК установлено в образце № 3 – 3,3 %. Развитие Х-вируса картофеля находилось в диапазоне от 3,5 до 8,8 %.

Защита растений от болезней, носящих природноочаговый характер, таких как УВК и ХВК, значительно осложняется наличием неконтролируемых природных очагов. Полностью искоренить вирусные природные очаги вирусных болезней растений практически невозможно, так как среди растений – резерваторов инфекции могут быть не только сорняки, но и дикорастущие кустарники и деревья. Уничтожение множества дикорастущих растений, даже являющихся резерваторами вирусов, с точки зрения охраны природы недопустимо, в связи с чем возрастает роль фитосанитарного мониторинга состояния природных очагов инфекции в регионе.

В борьбе с природно-очаговыми заболеваниями необходимо прежде всего защищать от поражения восприимчивое культурное растение, используя для этих целей внедрение устойчивых сортов, приёмы агротехники, ограничивающие в той или иной степени численность природных очагов, а также химический и биологический методы борьбы с переносчиками инфекций.

В существующих зональных интегрированных системах защиты агротехнические мероприятия действуют длительный период и благоприятно влияют на общее фитосанитарное состояние в агробиоценозе.

Относительно простые меры, которые, как правило, являются неотъемлемой составной частью технологии обработки почвы и ухода за посевами, в период вегетации позволяют защищать урожай от комплекса вредных организмов без тотального применения пестицидов.

Выращивание овощных культур открытого грунта должно проводиться на оптимальном агрономическом фоне, обеспечивающем энергичный и дружный рост растений. Это достигается правильным выбором сорта или гибрида и соблюдением агротехнических норм возделывания конкретной культуры с учётом зональных особенностей и анализа многолетних материалов по фитосанитарному состоянию каждого хозяйства.

Соблюдение необходимого водного, воздушного и температурного режимов в соответствии с зональными рекомендациями по возделыванию овощных культур повышают устойчивость растений к вредным организмам, тем самым снижая интенсивность их развития.

Систематический учёт в хозяйствах всех мероприятий (сроки посева, удобрения, обеззараживание семян, опрыскивания фунгицидами и т. д.) может служить делу прогноза. Правильное питание овощных культур, обеспечивающее выращивание сильных растений, позволяет в ряде случаев получить полноценный урожай, несмотря на происшедшее заражение их вирусными патогенами. Это связано с тем обстоятельством, что тщательно возделываемые заражённые вирусом или фитоплазмой растения обычно превышают по урожайности здоровые, но получающие недостаточное питание.

Тщательное выполнение санитарно-профилактических мероприятий, как правило, снижает численность основных переносчиков вирусов. Для установления сроков и интенсивности лёта насекомых используют жёлтые ловушки.

Самым опасным периодом для переноса инфекции является начало вегетации, так как молодые растения наиболее чувствительны к заражению патогенами, в связи с чем большую актуальность приобретают исследования по обработке семян инсектицидами, что позволяет защитить всходы культуры в наиболее уязвимый период заражения.

Одним из приёмов борьбы с сорными растениями – резерваторами вирусной инфекции является использование гербицидов, применение которых также регламентируется каталогом разрешённых для применения в сельском хозяйстве средств. Однако ассортимент гербицидов на овощных культурах открытого грунта также очень мал. В отечественной и зарубежной литературе накоплен обширный материал, свидетельствующий о том, что при систематическом применении тех или иных инсектицидов разные виды вредителей, в том числе тли, формируют резистентные популяции к пестицидам, что ведёт к снижению эффективности используемых препаратов.

Помимо потери эффективности препаратов, важным негативным следствием развития резистентности является резкое возрастание токсической нагрузки на агроценозы. Это ведёт к загрязнению сельскохозяйственной

продукции и объектов окружающей среды токсическими остатками, нарушениям цепей питания.

Таким образом, нами проведён детальный анализ распространения вирусной инфекции на посадках картофеля на примере Лиманского района Астраханской области. Полученные нами результаты очередной раз доказывают необходимость экспертизы семенного картофеля перед закладкой на хранение или посадкой на поле. На наш взгляд, зная результат диагностики и применяя необходимые мероприятия по снижению вредоносности вирусной инфекции, можно добиться улучшения фитосанитарного состояния в картофельно-леводческих хозяйствах Астраханской области, повышение урожайности и качества данной культуры и, как следствие, улучшение экологической обстановки в регионе.

**Выводы.** Проведённые нами исследования подтвердили высокую значимость фитосанитарного мониторинга и диагностики возбудителей вирусных патогенов картофеля на территории Астраханского региона. Материалы по фитосанитарному мониторингу посадок картофеля в Астраханской области показали, что строгое выполнение профилактических мер защиты способно нормализовать фитосанитарное состояние полей с посадками картофеля. Мониторинг выявил ухудшение фитосанитарной обстановки, связанной с вирусной инфекцией на посадках картофеля (80–90 % поражённых растений).

Диагностика вирусов методом растений-индикаторов и иммунохроматографическим методом на иммунострипах показала присутствие в растительных образцах картофеля из 24 хозяйств Лиманского района Астраханской области вирусной инфекций (X-вирус картофеля, Y-вирус картофеля). Отметим, что ни один из исследуемых образцов, прошедших диагностику на выявление скрытой заражённости вирусной инфекцией методом ПЦР, не оказался свободен от фитопатогенов вирусной этиологии.

Результаты, полученные в ходе детального анализа распространения вирусной инфекции на посадках картофеля на примере Лиманского района Астраханской области, очередной раз доказывают необходимость своевременной экспертизы семенного картофеля перед закладкой на хранение и посадкой на поле. По результатам исследований совместно с сотрудниками филиала ФГБУ «Россельхозцентр» по Астраханской области разработаны рекомендации по снижению вредоносности вирусных болезней картофеля на территории Астраханского региона.

Работа выполнена в рамках реализации проекта «Разработка экологически безопасного средства защиты растений на основе почвенных актинобактерий для восстановления агроэкосистем» по Программе развития Астраханского государственного университета им. В. Н. Татищева на 2021–2030 гг. («Приоритет 2030»).

Список литературы

1. Власов Ю. И. Растения – индикаторы для диагностики вирусов // Защита растений. Санкт-Петербург. 1960. № 3. С. 49–50.
2. Гиббс А., Харрисон Б. Основы вирусологии растений. – Москва : Мир, 1978. – 430 с.
3. Григорян Л. Н., Батаева Ю. В., Яковлева Л. В., Шляхов В. А. Микробиологический состав засоленных почв аридных территорий // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия «Естественные и технические науки». – 2018. – № 12. – С. 6–14.
4. Инструкция по применению набора микрочипов для выявления ДНК/РНК патогенов картофеля методом ПЦР с гибридизационно-флуоресцентной детекцией «Фитопатогены картофеля». – Санкт-Петербург : Генбит, 2015. – 16 с.
5. Проценко, А. Е. Морфология и классификация фитопатогенных вирусов. – Москва : Наука, 1966. – 220 с.
6. Шляхов В. А., Коринец В. В., Тальшкина А. Е., Григорян Л. Н. Вирусные болезни картофеля в Астраханской области // Картофель и овощи. – 2014. – № 10. – С. 27–29.
7. В. А., Коринец В. В., Тальшкина А. Е., Григорян Л. Н. Теоретические аспекты возделывания картофеля в аридной зоне // Теоретические и прикладные проблемы агропромышленного комплекса. – 2014. – № 3 (20). – С. 17–18.
8. Шляхов В. А., Григорян Л. Н. Идентификация вирусных болезней картофеля методом ПЦР-диагностики на территории Астраханской области // Живые и биокосные системы. – 2017. – № 21. – URL. <http://www.Jbks.ru/archive/issue-21/article-6>.
9. Шляхов В. А., Григорян Л. Н. ПЦР-диагностика вирусов картофеля // Картофель и овощи. – 2017. – № 7. – С. 9–11.
10. Bataeva, Yu. V., Dzerzhinskaya I. S., Yakovleva L. V. Composition of phototrophs in different soil types of Astrakhan oblast // Euras. Soil Sci. – 2017. – Vol. 50, № 8. – P. 943–951.

References

1. Vlasov Yu. I. Rasteniya – indikatory dlya diagnostiki virusov. *Zashchita rasteniy = Plant protection*. 1960; 3:49–50.
2. Gibbs, A., Xarrison, B. *Osnovy virusologii rasteniy. Mir = World*. 1978:430.
3. Grigoryan L. N. Bataeva Yu. V., Yakovleva L. V., Shlyakhov V. A. Mikrobiologicheskii sostav zasolennykh pochv aridnykh territoriy. *Sovremennaya nauka. Aktualnye problemy teorii i praktiki. Seriya "Yestestvennye i tekhnicheskie nauki" = Modern science: actual problems of theory and practice. Series "Natural and technical sciences"*. 2018; 12:6–14.
4. *Instruktsiya po primeneniyu nabora mikrochipov dlya vyyavleniya DNK/RNK patogenov kartofelya metodom PCzR s gibridizacionno-fluorescentnoy detektsiey "Fitopatogeny kartofelya"*. St. Petersburg: Genbit; 2015:16.
5. Protsenko, A. E. Morfologiya i klassifikatsiya fitopatogennykh virusov. *Nauka = Science*. 1966:220.
6. Shlyakhov V. A., Korinets, V. V., Talyshkina, A. E., Grigoryan, L. N. Virusnye bolezni kartofelya v Astraxanskoj oblasti. *Kartofel i ovoshchi = Potatoes and vegetables*. 2014; 10:27–29.
7. Shlyakhov, V. A., Korinets, V. V., Talyshkina, A. E., Grigoryan, L. N. Teoreticheskie aspekty vozdelvaniya kartofelya v aridnoy zone. *Teoreticheskie i prikladnye problemy agropromyshlennogo kompleksa = Theoretical and applied problems of the agro-industrial complex*. 2014; 3(20):17–18.
8. Shlyakhov V. A., Grigoryan, L. N. Identifikatsiya virusnyh bolezney kartofelya metodom PCzR-diagnostiki na territorii Astraxanskoj oblasti. *Zhivye i biokosnye sistemy = Living and bioinert systems*. 2017; 21. Available at. <http://www.Jbks.ru/archive/issue-21/article-6>.
9. Shlyakhov, V. A., Grigoryan, L. N. PCR diagnostics of potato viruses. *Kartofel i ovoshchi = Potatoes and vegetables*. 2017; 7:9–11.
10. Bataeva Yu. V., Dzerzhinskaya I. S., Yakovleva L. V. Composition of phototrophs in different soil types of Astrakhan oblast. *Euras. Soil Sci*. 2017; 50(8):943–951.

**Информация об авторах**

Батаева Ю. В. – заведующий кафедрой;  
Григорян Л. Н. – ведущий научный сотрудник;  
Братилова Д. М. – магистрант;  
Долгов М. А. – руководитель филиала.

**Information about the authors**

Bataeva Yu. V. – Head of the department;  
Grigoryan L. N. – Leading Researcher;  
Bratilova D. M. – undergraduate;  
Dolgov M. A. – branch manager.

**Вклад авторов**

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Contribution of the authors**

The authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 18.12.2022; одобрена после рецензирования 21.12.2022; принята к публикации 23.12.2022.

The article was submitted 18.12.2022; approved after reviewing 21.12.2022; accepted for publication 23.12.2022.