

Сәкен Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университетінің Ғылым жаршысы (пәнаралық) = Вестник науки Казахского агротехнического исследовательского университета имени Сакена Сейфуллина (междисциплинарный). – Астана: С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, 2024. - № 1(120). - Б.160-171. - ISSN 2710-3757, ISSN 2079-939X

doi.org/ 10.51452/kazatu.2024.1(120).1633

УДК 635.21: 632.3

ВЛИЯНИЕ ЕСТЕСТВЕННОЙ ВИРУСНОЙ ИНФЕКЦИИ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ КАРТОФЕЛЯ В УСЛОВИЯХ АКМОЛИНСКОЙ ОБЛАСТИ

Канапина Меруерт Маратовна

Докторант

Казахский агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина

г. Астана, Казахстан

E-mail: mahanova.meruert@mail.ru

Вологин Семен Германович

Кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник

Татарский НИИ сельского хозяйства ФИЦ «Казанский научный центр РАН»

г. Казань, Россия

E-mail: semen_vologin@mail.ru

Хасанов Вадим Тагирович

Кандидат биологических наук, профессор

Казахский агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина

г. Астана, Казахстан

E-mail: vadim_kazgatu@mail.ru

Аннотация

Данная статья отражает влияние наиболее распространенных в Акмолинской области возбудителей вирусных заболеваний на продуктивность картофеля. Цель исследования - изучить влияние вирусов на продуктивность сортов и селекционных линий картофеля в сравнении с неинфицированными клонами. Методы включали: тестирование селекционного материала картофеля на вирусоносительство с помощью визуального наблюдения и иммуноферментного анализа (ИФА), учет продуктивности и структуры урожая. Основные результаты показали, что продуктивность естественно инфицированных растений снижалась по сравнению со здоровыми растениями на 4-80% в зависимости от вируса и генотипа. При этом зависимость количества клубней от пораженности вирусами не установлена. Выявлено уменьшение продуктивности сорта картофеля Хісен 6 на 80% в результате воздействия вируса скручивания листьев картофеля. Во время исследования были обнаружены симптомы Y вируса картофеля у сорта Альянс и селекционной линии 17-223-10 в виде пятнистости, мозаики, у сорта Colomба в виде деформации листьев, появления желтых пятен, задержки роста и уменьшения размера листьев, у линий 17-216-9 и 17-250-10 листья имели желтую окраску. У сортов Акжар и Тустеп, подтвердивших инфицированность X вирусом картофеля методом ИФА, выявлено уменьшение тургора и смыкание долей. Растения сорта Queen Anne, пораженные вирусом скручивания листьев картофеля имели скрученные нижние листья, на кончиках листьев появлялись хлоротичные пятна. Симптомы легкой морщинистости проявлялись на селекционной линии 4-08-02, инфицированной S вирусом картофеля. Проведенные исследования позволяют использовать отобранные клоны в вирусологических и диагностических исследованиях, а также в качестве исходного материала для селекции и первичного семеноводства картофеля. Молекулярно-генетические исследования штаммового состава позволят в будущем более детально охарактеризовать казахстанские изоляты исследуемых вирусов картофеля.

Ключевые слова: картофель; продуктивность; иммуноферментный анализ; вирус картофеля; сорт; селекционная линия; симптомы вирусных заболеваний.

Введение

По данным Продовольственной и сельскохозяйственной Организации Объединенных Наций средняя урожайность картофеля в 2022 году в Казахстане составила 20,4 т/га [1]. Одним из факторов, влияющих на снижение урожайности, является распространение вирусных, грибных и бактериальных заболеваний, среди которых вирусные инфекции являются наиболее серьезной угрозой для урожая картофеля. Такая высокая степень опасности обусловлена тем, что вирусные инфекции картофеля не поддаются лечению в полевых условиях, накапливаются в клубнях и передаются в последующие вегетативные поколения. Вирусы оказывают комплексное ингибирующее действие на растения картофеля. Появление нарушений в ростовых процессах, таких как задержка роста и карликовость, а также деформации листового аппарата и клубней, приводит к существенному ухудшению урожайности и качества продукции. Эти изменения впоследствии приводят к вырождению сортов. Снижение урожайности картофеля от вирусов может достигать 90% [2].

В настоящее время в мире выявлено более 40 различных вирусов, поражающих картофель, среди которых наиболее вредоносными являются: Y вирус картофеля (YVK); X вирус картофеля (XVK); S вирус картофеля (SBK); M вирус картофеля (MBK) и вирус скручивания листьев картофеля (BSLK) [3].

Потери в производстве картофеля от вирусов неоднородны и зависят от различных факторов, включая: климатические условия, особенности технологии выращивания, устойчивость сорта, уровень распространения конкретного вируса и их комбинаций, а также эффективность используемых средств защиты растений. Для эффективной защиты урожая от вирусов необходимо проводить регулярный мониторинг состава вирусных патогенов. Во избежание потерь урожая картофеля необходимо проводить своевременную диагностику семенного материала высокочувствительными методами лабораторной диагностики (ИФА, полимеразная цепная реакция с обратной транскрипцией (ОТ-ПЦР)), учитывать особенности генотипа и проявлять симптомы вирусных заболеваний.

Целью данной работы является изучение влияния вирусов на продуктивность сортов и селекционных линий картофеля в сравнении с неинфицированными клонами.

Материалы и методы

По данным метеопоста «Малиновка» АО «Акмола-Феникс» климатические условия 2023 года были жаркими и засушливыми. Сумма активных температур выше 10 °C во время вегетационного периода составляла 2560 °C, что превышало среднемноголетнюю норму на 335 °C. В теплый период выпало 140,3 мм осадков что оказалось ниже среднемноголетней нормы в среднем на 30 мм. Среднемесячная температура воздуха во время вегетации: май - 15,2 °C, июнь - 20,0 °C, июль - 24,9 °C, август - 21,5 °C.

Объектами исследования служили селекционные линии и сорта картофеля казахстанской (4-08-02, 9-07-12, Адиль, Акжар, Альянс, ВИД 2, Костанайские Новости, Мирас, Тустеп), китайской (17-212-19, 17-216-9, 17-223-10, 17-225-12, 17-241-4, 17-250-10, Xisen 6), голландской (Aladdin, Colomba) и немецкой (Queen Anne) селекции.

Изучение сортов и селекционных линий картофеля проводили на естественном инфекционном фоне в производственных посадках картофеля в 2019-2023 годах на экспериментальном участке ТОО АФ «Green Star» Целиноградского района Акмолинской области. Схема посадки - 30x75 см. Оценка влияния накопленной вирусной инфекции на структуру урожая исследуемых сортообразцов картофеля была проведена в 2023 году.

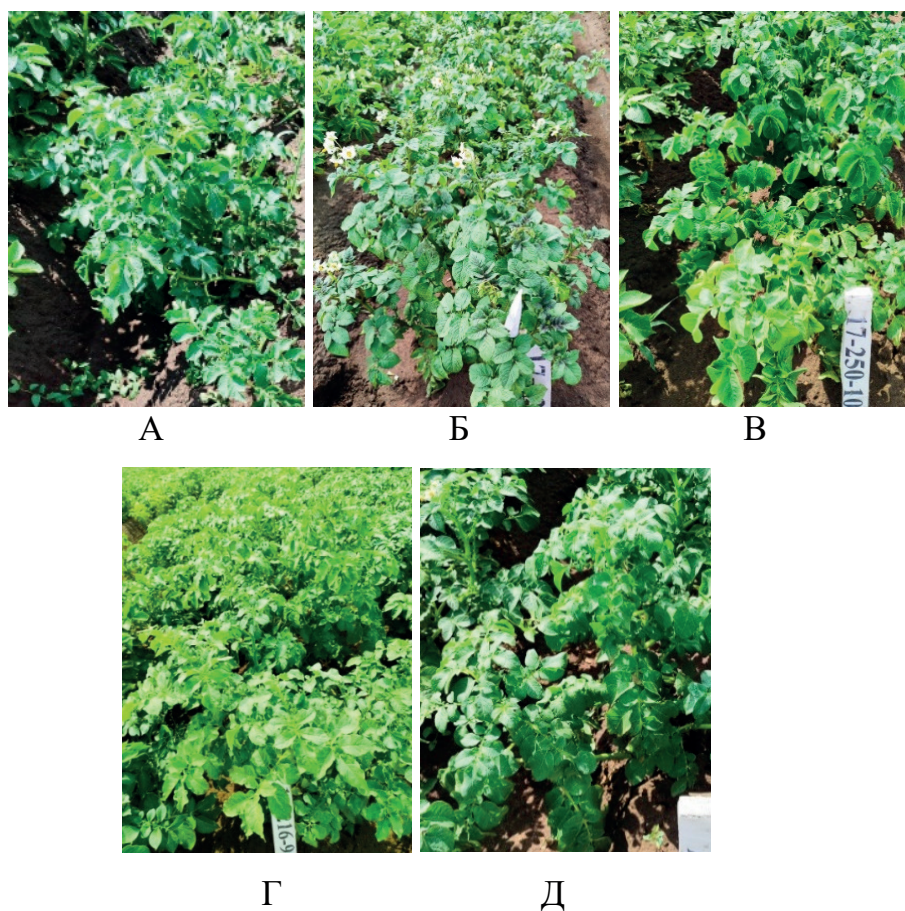
Визуальный анализ вирусных заболеваний и отбор листовых проб на посадках картофеля для иммуноферментной диагностики вирозов был проведен в период бутонизации-цветения согласно стандартной методике [4].

Инфицирование растений картофеля ХВК, YVK, SBK, MBK, BSLK подтверждали в лаборатории биотехнологии растений кафедры «Биология, защита и карантин растений» Казахского агротехнического исследовательского университета им. С. Сейфуллина методом «сэндвич-варианта» ИФА коммерческими наборами LOEWE (Германия) согласно инструкции производителя [5]. Результаты ИФА были обнаружены с использованием планшетно-

го фотометра «Stat-Fax 4200» (Awareness Technology, США) при длине волны 405 нм. Учет структуры урожая картофеля проводили с использованием общеизвестной методики, включающей разделение клубней на три фракции по диаметру: крупные (свыше 60 мм), средние (60-30 мм) и мелкие (до 30 мм). Для каждой фракции анализировали количество и массу клубней, после чего определяли продуктивность картофеля [4].

Результаты

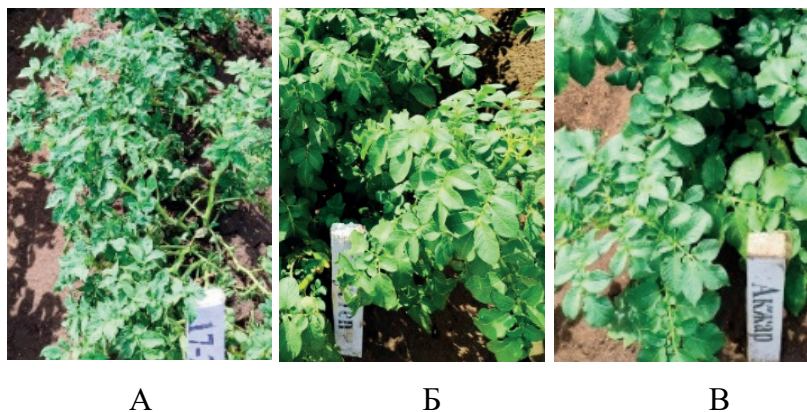
При анализировании внешних симптомов вирусных заболеваний картофеля в производственных посадках ТОО АФ «Green Star» симптомы YVK различались у разных сортов и селекционных линий. У сорта Альянс и селекционной линии 17-223-10 были выявлены симптомы YVK в виде пятнистости, мозаики, у сорта Colomba – в виде деформации листьев, появления желтых пятен, задержки роста и уменьшения размера листьев, тогда как у линий 17-216-9 и 17-250-10 листья имели желтую окраску (рисунок 1).



А – Colomba; Б – 17-223-10; В – 17-250-10; Г – 17-216-9; Д – Альянс.

Рисунок 1 – Растения картофеля, инфицированные YVK

При дальнейшем обследовании посадок картофеля у китайской селекционной линии 17-225-12 и казахстанских сортов Тустеп и Акжар выявлены симптомы, которые характеризовались уменьшением тургора и смыканием долей. Кроме того, растения сорта Тустеп дополнительно отличались общим посветлением окраски и глянцевиостью листьев (рисунок 2).

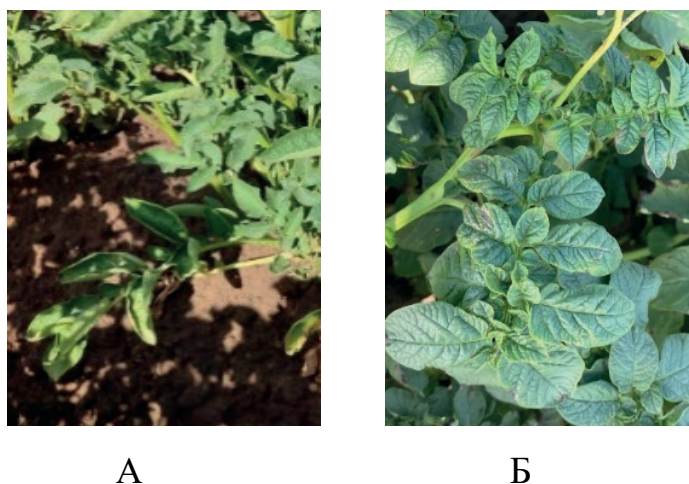


А – 17-225-12; Б – Ту степ; В – Ак жар.

Рисунок 2 – Вирусные симптомы на растениях отдельных сортов картофеля

Это может быть связано с повышенной температурой воздуха $+30-33\text{ }^{\circ}\text{C}$ в начале августа 2023 года, которая предшествовала отбору листовых проб в течение недельного периода.

Кусты картофеля сорта Queen Anne, пораженные ВСЛК имели типичные для этого вируса симптомы: скрученные нижние листья, на кончиках которых появлялись хлоротичные пятна (рисунок 3А). Обнаружено, что поражение картофеля ВСЛК приводит к сокращению урожайности на 40-60% [6]. SBK в основном присутствует в латентной форме в растениях. На рисунке 3Б можно различить симптомы легкой морщинистости листьев на растениях, пораженных SBK, несмотря на то что у большинства инфицированных SBK сортов картофеля симптомы вирусного поражения не проявляются [7]. Известно также, что потери урожая, вызванные SBK, обычно остаются в пределах небольших значений и редко превышают 15-20% [8].



А - растение сорта Queen Anne, инфицированное ВСЛК;
Б – растение линии 4-08-02, инфицированное SBK.

Рисунок 3 – Симптомы вирусов на растениях отдельных сортов картофеля

Одним из ключевых аспектов диагностики вирусных заболеваний является способность вирусов вызывать латентные, скрытые инфекции, которые визуально не обнаруживаются и требуют специальных, в основном лабораторных методов для их выявления [9].

На следующем этапе проводимых исследований установленные симптомы вирусных заболеваний исследуемых генотипов картофеля: ХВК, УВК, SBK, MBK, ВСЛК подтверждали методом ИФА (таблица 1).

Таблица 1 – Диагностика вирусных патогенов методом ИФА у растений картофеля, обладающих симптомами инфекции

Название образца	ХВК	Ао/Ак	Р	УВК	Ао/Ак	Р	SBK	Ао/Ак	Р	МВК	Ао/Ак	Р	ВСЛК	Ао/Ак	Р	PVA	Ао/Ак	Р
17-216-9	0,114	0,7	-	0,951	8,9	+	0,141	0,7	-	0,076	0,8	-	0,106	1	-	0,244	1,1	-
17-223-10	0,105	0,6	-	1,046	9,8	+	0,074	0,4	-	0,075	0,8	-	0,101	1	-	0,160	0,7	-
17-225-12	0,565	3,4	+	0,228	2,1	-	0,176	0,8	-	0,077	0,8	-	0,127	1,2	-	0,400	1,8	-
17-250-10	0,113	0,7	-	0,782	7,3	+	0,149	0,7	-	0,078	0,8	-	0,091	0,9	-	0,225	1,0	-
4-08-02	0,073	0,4	-	0,241	2,3	-	0,622	2,9	+	0,213	2,2	-	0,231	2,2	-	0,177	0,8	-
Colombo	0,101	0,6	-	0,782	7,3	+	0,524	2,5	-	0,081	0,8	-	0,103	1	-	0,206	0,9	-
Queen Anne	0,068	0,4	-	0,223	2,1	-	0,103	0,5	-	0,098	1	-	0,368	3,5	+	0,216	1,0	-
Ақжар	0,730	4,4	+	0,298	2,8	-	0,097	0,5	-	0,067	0,7	-	0,118	1,1	-	0,157	0,7	-
Альянс	0,079	0,5	-	1,850	17,3	+	0,102	0,5	-	0,068	0,7	-	0,098	0,9	-	0,305	1,4	-
Тустеп	0,657	4,0	+	0,239	2,2	-	0,190	0,9	-	0,233	2,4	-	0,109	1	-	0,311	1,4	-
Positive	0,695	4,2	+	0,499	4,7	+	0,693	3,3	+	0,444	4,6	+	0,356	3,4	+	0,687	3,2	+
Negative	0,165	-	-	0,107	-	-	0,211	-	-	0,096	-	-	0,104	-	-	0,217	-	-

Примечание: «Ао» – среднее значение экстинкции образца; «Ак» – среднее значение экстинкции отрицательного контроля; Р – результат тестирования; «-» – отсутствие вируса (Ао/Ак < 3,0); «+» – наличие вируса (Ао/Ак > 3,0).

Результаты диагностики подтвердили наличие вирусных патогенов в растениях картофеля, обладающих визуально-наблюдаемыми симптомами вирусной инфекции.

Рост и развитие растений картофеля, качество клубней во многом зависят от погодных условий в период вегетации. В целом погодные условия в вегетационный период 2023 года благоприятно сказались на развитии и продуктивности растений. Далее, в таблице 2, приведены результаты оценки элементов структуры урожая различных сортов и линий картофеля, в зависимости от естественного инфицирования вирусами.

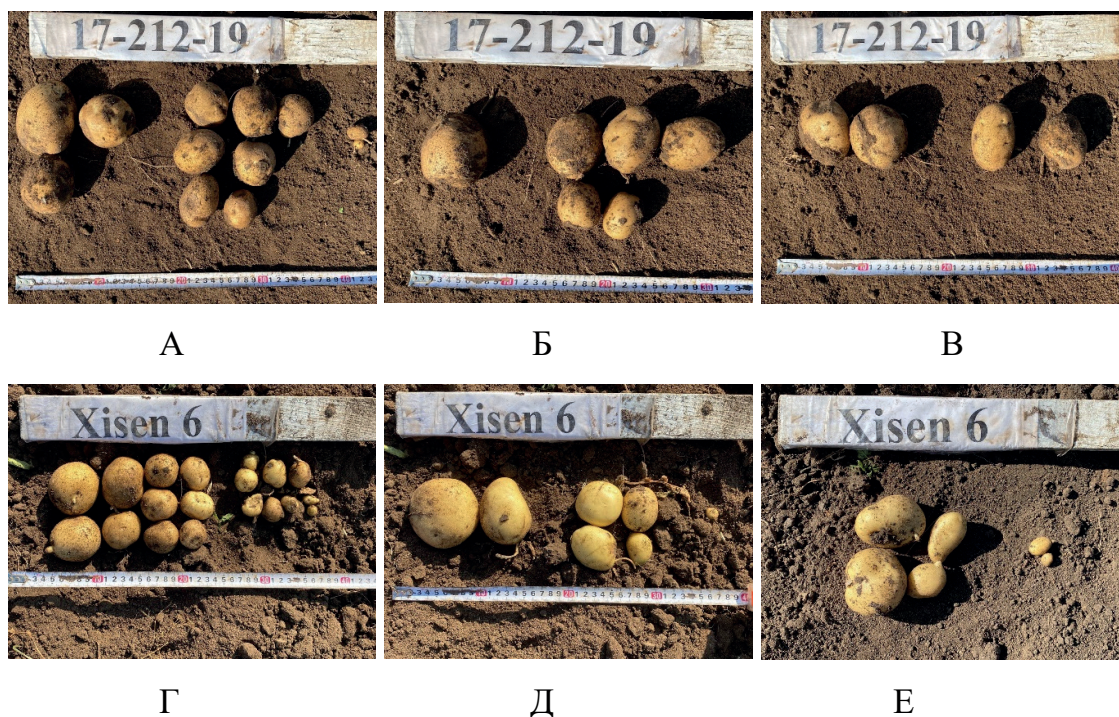
Таблица 2 – Количество и масса клубней исследуемых сортов и линий картофеля в зависимости от естественного инфицирования вирусами

№	Сорт/линия	Без вирусов		ХВК		УВК		SBK		МВК		ВСЛК	
		Количество шт/растение	Масса г/растение	Количество шт/растение	Масса г/растение	Количество шт/растение	Масса г/растение	Количество шт/растение	Масса г/растение	Количество шт/растение	Масса г/растение	Количество шт/растение	Масса г/растение
1	9-07-12	14,3 ±1,3	1008 ±90,8	-	-	-	-	-	-	8,1 ±1,4	727 ±50,2	-	-
2	17-212-19	11,5 ±2,7	743 ±62,3	11,1 ±1,6	673 ±41,5	-	-	-	-	10,5 ±2,1	602 ±61,3	-	-
3	17-216-9	18,5 ±1,8	1021 ±58,7	-	-	7,6 ±1,9	571 ±79,1	-	-	-	-	-	-
4	17-223-10	6,2 ±2,7	852 ±47,2	-	-	9,3 ±2,3	698 ±62,3	-	-	-	-	-	-
5	17-241-4	13,5 ±1,7	821 ±57,3	-	-	10,7 ±2,1	786 ±42,1	-	-	-	-	-	-
6	Aladdin	10,0 ±1,4	1356 ±50,1	17,2 ±2,1	860 ±58,1	-	-	-	-	-	-	-	-
7	Xisen 6	10,4 ±1,8	1283 ±63,6	7,9 ±1,7	1064 ±47,9	-	-	-	-	8,5 ±1,3	896 ±46,3	7,7 ±1,7	259 ±97,2
8	Адиль	15,5 ±2,6	662 ±48,7	-	-	-	-	5,8 ±2,9	455 ±58,4	15,3 ±2,3	401 ±69,2	-	-
9	ВИД 2	14,2 ±2,3	962 ±38,1	-	-	-	-	13,5 ±1,1	956 ±34,1	5 ±2,7	617± 31,9	-	-
10	Костанайские Новости	17,0 ±2,7	743 ±36,7	-	-	-	-	-	-	11,7 ±2,6	494 ±87,3	-	-
11	Мирас	11,3 ±1,6	687 ±50,1	-	-	-	-	-	-	12,3 ±2,9	578 ±50,3	-	-

Согласно данным таблицы 2, наблюдалось снижение продуктивности растений картофеля при их естественном инфицировании вирусами. Данные варьировали в зависимости от сортов и селекционных линий картофеля. При наличии ХВК на сорте Aladdin продуктивность снизилась более чем на 35%, тогда как на сорте Xisen 6 снизилась до 10%. Продуктивность растений селекционной линии 17-212-19, пораженных ХВК, статистически не отличалась от безвирусных растений. Потери урожая от УВК составляли 19% и 45% на селекционных линиях 17-223-10 и 17-216-9 соответственно, на линии 17-241-4 недобор урожая не был статистически значимым. При поражении СВК на сорте картофеля Адиль продуктивность снизилась в среднем на 32%, на сорте ВИД 2 продуктивность вирусных и безвирусных растений находилась в одном статистическом интервале. Потери урожая от МВК варьировали в диапазоне от 15% до 39%. В данном опыте максимальное снижение продуктивности было выявлено при ВСЛК на сорте Xisen 6 – 80%. Количество клубней на здоровых растениях не всегда превышало количество клубней на инфицированных растениях.

Количество клубней с одного куста вирусных и безвирусных растений часто находились в одном диапазоне. Исключением являлись растения линии 9-07-12 и сорта ВИД 2 (МВК), селекционной линии 17-216-9 (УВК), сорта Адиль (СВК) у которых безвирусные клоны имели большее количество клубней чем зараженные. У сорта Aladdin количество клубней на растениях пораженных ХВК превышало количество клубней на здоровых клонах.

На рисунке 4 отображена структура урожая растений селекционной линии 17-212-19, представленного в трех вариантах: свободного от вирусов, зараженного ХВК и зараженного МВК. Наблюдали явное преимущество в продуктивности у безвирусного растения по сравнению с инфицированными экземплярами. Аналогичная закономерность отмечена и на сорте Xisen 6 - продуктивность безвирусных растений этого сорта значительно превышала продуктивность растений, зараженных вирусами, в данном случае МВК и ВСЛК.



Линия 17-212-19: А – безвирусное растение, Б – растение, инфицированное ХВК, В – растение, инфицированное МВК; сорт Xisen 6: Г - безвирусное растение, Д – растение, инфицированное МВК; Е – растение, инфицированное ВСЛК.

Рисунок 4 – Урожай безвирусных и инфицированных растений картофеля линии 17-212-19 и сорта Xisen 6

Обсуждение

Согласно литературным данным [10], YVK на некоторых сортах картофеля может вызывать только обыкновенную мозаику, в других случаях симптомы острой мозаики сопровождаются деформированием листьев или увяданием растений. В настоящем исследовании эти данные также подтвердились на сортах Colomba, Альянс и селекционных линиях: 17-223-10, 17-250-10, 17-216-9. В ранее проведенных исследованиях указывалось, что сорт Альянс проявляет локальную реакцию - некроз листовой ткани, при поражении YVK [11]. Согласно исследованиям других авторов, заболевание сортов картофеля, толерантных к YVK, в результате инфицирования этим вирусом, может привести к убыткам урожая в пределах 15-30% [12]. Для сортов, неспособных эффективно сопротивляться этому патогену, снижение урожая может достигать 50-70% [13,14,15].

Отсутствие четких симптомов ХВК у растений сортов картофеля Акжар, Тустеп и линии 17-225-12 может быть связано с поражением штаммом, вызывающим крапчатую мозаику, когда растения растут при температуре ниже 22 °С и остаются бессимптомным при температуре более 22 °С [7]. В других источниках также указывается, что симптомы поражения ХВК отчетливо проявляются в диапазоне температур от 10–12 °С до 28 °С [12]. Температура воздуха во время обследования растений картофеля в данном исследовании составляла более 30 °С. Кроме того, на ботве второго и более поздних поколений инфицированных клубней симптомы заболевания отсутствуют [16]. Согласно каталогу генофонда картофеля, сорт Акжар, слабо поражается вирусными болезнями, в основном - крапчатостью, сорт Тустеп устойчив к вирусным болезням [17]. Инфекция картофеля ХВК приводит к уменьшению урожайности клубней до 20%, а выраженные патогенные штаммы, сопровождающиеся симптомами некроза листьев, могут вызывать снижение урожайности клубней до 30% [18].

Растения сорта Queen Anne, зараженные ВСЛК, характеризовались скручиванием нижних листьев и образованием хлоротичных пятен на кончиках листьев, что соотносится со вторичными симптомами поражения ВСЛК, при которых скручивание изначально появляется на нижних листьях и постепенно перемещается вверх по растению [10]. В нашем исследовании было отмечено снижение продуктивности у растений картофеля, зараженных вирусами в пределах 4-80%. Это согласуется с общими тенденциями, наблюдаемыми в различных исследованиях, которые подтверждают отрицательное влияние вирусных инфекций на продуктивность картофеля [19, 20]. Различия в количестве клубней между здоровыми и зараженными растениями не всегда были однозначными. Иногда количество клубней на здоровых растениях превышало количество клубней на зараженных растениях, но также наблюдались случаи, когда это не происходило. Подобные наблюдения отмечены и в предшествующих исследованиях [21].

Проведенные исследования позволяют использовать отобранные клоны в вирусологических и диагностических исследованиях, а также в качестве исходного материала для селекции и первичного семеноводства картофеля. Анализ молекулярно-генетического состава штаммов даст возможность в будущем более подробно охарактеризовать казахстанские изоляты вирусов картофеля. Изоляты, полученные в ходе этого исследования, будут далее использованы для оценки эффективности различных методов оздоровления от вирусных заболеваний картофеля, в том числе с помощью наработанных экстрактов лекарственных грибов.

Заключение

В процессе анализа посадок картофеля на наличие основных вирусов было выявлено, что у большинства зараженных вирусами картофеля растений болезнь протекала в скрытом виде. Яркие симптомы вирусной инфекции были замечены на растениях, пораженных YVK и ХВК, также легкие симптомы были обнаружены на растениях, инфицированных ВСЛК и СВК. В ходе анализа воздействия вирусной инфекции на продуктивность картофеля в условиях Акмолинской области была выявлена взаимосвязь между присутствием вирусов и снижением урожая растений картофеля. Наибольшее влияние вирусной инфекции наблюдалось на сорте Xisen 6, пораженного ВСЛК.

Информация о финансировании

Исследования проводились в рамках проекта ИРН 19676907 «Разработка технологии эффективного использования экстрактов и отработанных субстратов грибов как средство защиты картофеля от фитопатогенов с изготовлением кормовой добавки», источник финансирования - Комитет науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан 2023-2025 гг., в рамках докторской диссертационной работы «Разработка эффективной технологии оздоровления перспективного селекционного материала картофеля от вирусных заболеваний» и проекта ИРН 14870270 «Молекулярно-генетическое обоснование устойчивости отечественных и зарубежных сортов и гибридов картофеля к основным вирусным, нематодным заболеваниям и фитофторозу», источник финансирования - Комитет науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан 2022-2024 гг.

Список литературы

- 1 FAO STAT, Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>
- 2 Ahmadvand, R. Potato viruses and resistance genes in potato [Text] / Acta Agronomica Hungarica. - 2012. - Т. 60. - №. 3. - P. 283-298.
- 3 Petrov, N. M., Stoyanova, M. I., Rajarshi, K. G. Biodiversity and characterization of economically important viruses on potato cultivars [Text] / Plant RNA Vi-ruses, Academic Press. - 2023. Chapter 12. - P. 245-270 <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-95339-9.00007-7>.
- 4 Картофель семенной. Технические условия и методы определения качества [Текст]: ГОСТ Р 33996-2016. ФГУП «Стандартинформ», - 2016. - 35 с.
- 5 LOEWE. Product Manual: Complete Kit Standard DAS – ELISA <https://loewe-info.com/wp-content/uploads/2023/10/Complete-Standard-ELISA-Rev-150121-.pdf>
- 6 Wang, B, Potato viruses in China [Text] / B. Wang, Y.L. Ma, Z.B. Zhang, Z.M. Wu, Y.F. Wu, Q.C. Wang, M.F. Li // Crop Prot. - 2011. - № 30. - P. 1117-23. DOI: 10.1016/j.cropro.2011.04.001
- 7 Loebeinstein, G. Virus and virus-like diseases of potatoes and production of seed-potatoes [Text] / Springer Science & Business Media. - 2001. – P. 460.
- 8 Kumar, R. Establishment of a one-step reverse transcription recombinase polymerase amplification assay for the detection of potato virus S [Text] / Journal of Virological methods. - 2022. - Т. 307. - P. 114568.
- 9 Трускинов, Э. В. К методике полевой оценки сортов картофеля на вирусоустойчивость [Текст] / Э. В. Трускинов // Картофелеводство: материалы международной научно-практической конференции, Москва: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Всероссийский научно-исследовательский институт картофельного хозяйства имени А.Г. Лорха". - 2017. - С. 80-88.
- 10 Анисимов, Б.В. Фитосанитарные зоны и их роль в безвирусном семеноводстве картофеля [Текст] / Защита и карантин растений. - 2014. - №11. -URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/fitosanitarnye-zony-i-ih-rol-v-bezvirusnom-semenovodstve-kartofelya> (дата обращения: 28.01.2024).
- 11 Бейсембина, Б. Молекулярно-биологическое обоснование устойчивости сортов картофеля к штаммам PVY [Текст]: дисс. ... на соискание степени доктора философии (PhD) - Нур-Султан. 2021. - 140 с.
- 12 Рогозина, Е.В. Широко распространенные и потенциально опасные для российского агропроизводства возбудители вирусных болезней картофеля [Текст] / Е.В. Рогозина, Н.В. Мироненко, О.С., Афанасенко, Ю. Мацухито // Вестник защиты растений. - 2016. - №4. - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/shiroko-rasprostranennye-i-potentsialno-opasnye-dlya-rossiyskogo-agroproduzvodstva-vozbuditeli-virusnyh-bolezney-kartofelya> (дата обращения: 28.01.2024).
- 13 Griffel, L.M. Evaluation of artificial neural network performance for classification of potato plants infected with potato virus Y using spectral data on multiple varieties and genotypes [Text] / Smart Agricultural Technology. - 2023. - Т. 3. - 100101.
- 14 Robert, Y. Some epidemiological approaches to the control of aphid-borne virus diseases in seed potato crops in northern Europe [Text] / Virus Research. / Y. Robert, J.A.T. Woodford, D.G Duray Bourdin. - 2000. - Vol. 71. - P. 33 - 47.

15 Karasev, A.V, Identification of Potato virus Y strains associated with tuber damage during a recent virus outbreak in potato in Idaho [Text] / A.V. Karasev, T. Meacham, X. Hu, J. Whitworth, S.M. N Gray Olsen, P. Nolte // *Plant Disease*. - 2008. - № 92 (9). - P. 1371.

16 Блоцкая, Ж.В. Вирусные, виroidные и фитоплазменные болезни картофеля [Текст] / Ж.В. Блоцкая. - Минск: Тэхналогія. 2000. - 120 с.

17 Красавин, В.Ф. Каталог генофонда картофеля Республики Казахстан [Текст] / В.Ф. Красавин - Алматы: Қайнар. 2016. - 100 с.

18 Hao A.Y., Zhang J.J., Shen J.P. Types of potato viruses and their control [Text] / *Inner Mongolia Agricultural Science and Technology*. - 2007. - № 2. - P. 62–63.

19 Kolychikhina, M.S., Beloshapkina, O.O., Phiri, C. Change in potato productivity under the impact of viral diseases [Text] / *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. – IOP Publishing. - 2021. - Т. 663. - №. 1. - P. 012035.

20 Byarugaba, A. A. Interactive effects of Potato virus Y and Potato leafroll virus infection on potato yields in Uganda [Text] / *Open Agriculture*. - 2020. - Т. 5. - №. 1. - P. 726-739.

21 Анненков, Б. Г., Толмачева, И. А. Реальная вредоносность вирусов для растений картофеля в условиях Приамурья [Текст] / *Фитопатологическая обстановка, самозащита и химзащита сельскохозяйственных растений в Приамурье*. – 2003. - С. 26-34.

References

1 FAOSTAT, Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>

2 Ahmadvand, R. Potato viruses and resistance genes in potato [Text] / *Acta Agronomica Hungarica*. - 2012. - Т. 60. - №. 3. - P. 283-298.

3 Petrov, N. M., Stoyanova, M. I., Rajarshi K.G. Biodiversity and characterization of economically important viruses on potato cultivars [Text] / *Plant RNA Viruses*, Academic Press. -2023. Chapter 12. -P.245-270 <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-95339-9.00007-7>.

4 Kartoffel' semennoj. Tekhnicheskie usloviya i metody opredeleniya kachestva [Text]: GOST R 33996-2016. FGUP «Standartinform», - 2016. - 35 s.

5 LOEWE. Product Manual: Complete Kit Standard DAS – ELISA <https://loewe-info.com/wp-content/uploads/2023/10/Complete-Standard-ELISA-Rev-150121-.pdf>

6 Wang, B, Potato viruses in China [Text] / B. Wang, Y.L Ma, Z.B Zhang, Z.M, Wu Y.F. Wu, Q.C, Wang, M.F. Li // *Crop Prot*. - 2011. - 30: - P. 1117–23. DOI: 10.1016/j.cropro.2011.04.001

7 Loebenstein, G. Virus and virus-like diseases of potatoes and production of seed-potatoes [Text] / *Springer Science & Business Media*. - 2001. - P. 460.

8 Kumar, R. Establishment of a one-step reverse transcription recombinase polymerase amplification assay for the detection of potato virus S [Text] / *Journal of Virological methods*. - 2022. - Т. 307. - P. - 114568.

9 Truskinov, E.V. K metodike polevoj ocenki sortov kartofelya na virusoustojchivost' [Text] / E. V. Truskinov // *Kartofelevodstvo: materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii*, Moskva, Federal'noe gosudarstvennoe byudzhetnoe nauchnoe uchrezhdenie "Vserossijskij nauchno-issledovatel'skij institut kartofel'nogo hozyajstva imeni A.G. Lorha". - 2017. - S. 80-88.

10 Anisimov, B.V. Fitosanitarnye zony i ih rol' v bezvirusnom seme-novodstve kartofelya [Text] / *Zashchita i karantin rastenij*. - 2014. - №11. - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/fitosanitarnye-zony-i-ih-rol-v-bezvirusnom-semenovodstve-kartofelya> (data obrashcheniya: 28.01.2024).

11 Bejsembina, B. Molekulyarno-biologicheskoe obosnovanie ustojchivosti sortov kartofelya k shtammam PVY [Text]: diss. ... na soiskanie stepeni doktora filosofii (PhD) - Nur-Sultan. 2021 - 140 s.

12 Rogozina, E. V., Mironenko, N. V., Afanasenko, O. S., Macuhito, Y.U. SHiroko rasprostranennye i potencial'no opasnye dlya rossijskogo agroproizvodstva vzbuditeli virusnyh boleznej kartofelya [Text] / *Vestnik zashchity raste-nij*. - 2016. - №4. - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/shiroko-rasprostranennye-i-potentsialno-opasnye-dlya-rossiyskogo-agroproizvodstva-vzbuditeli-virusnyh-bolezney-kartofelya> (data obrashcheniya: 28.01.2024).

13 Griffel, L. M. Evaluation of artificial neural network performance for classification of potato plants infected with potato virus Y using spectral data on multiple varieties and genotypes [Text] / Smart Agricultural Technology. - 2023. - Т. 3. - 100101.

14 Robert, Y. Some epidemiological approaches to the control of aphidborne virus diseases in seed potato crops in northern Europe [Text] Virus Research. / Y. Robert, J.A.T. Woodford, D.G Duray Bourdin // - 2000. - Vol. 71. - P. 33 - 47.

15 Karasev, A. V, Identification of Potato virus Y strains associated with tuber damage during a recent virus outbreak in potato in Idaho [Text] / A.V. Karasev, T. Meacham, X. Hu, J. Whitworth, S.M. Gray, N. Olsen, P. Nolte, // Plant Disease. - 2008. - № 92 (9). - P. 1371.

16 Blockaya, ZH.V. Virusnye, viroidnye i fitoplazmennye bolezni kartofelya [Text] / ZH.V. Blockaya. - Minsk: Tekhnologiya. - 2000. - 120 s.

17 Krasavin, V.F. Katalog genofonda kartofelya Respubliki Kazahstan [Text] / V.F. Krasavin. - Almaty: Qajnar. 2016. - 100 s.

18 Hao, A.Y., J.J. Zhang, Shen J.P. Types of potato viruses and their control [Text] / Inner Mongolia Agricultural Science and Technology. - 2007. -№ 2. - P. 62–63.

19 Kolychikhina, M. S., Beloshapkina, O. O., Phiri, C. Change in potato productivity under the impact of viral diseases [Text] / IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – IOP Publishing. - 2021. - Т. 663. - №. 1. - P. 012035.

20 Byarugaba, A. A. Interactive effects of Potato virus Y and Potato leafroll vi-rus infection on potato yields in Uganda [Text] / Open Agriculture. - 2020. - Т. 5. - №. 1. - P. 726-739.

21 Annenkov, B. G., Tolmacheva, I. A. Real'naya vredonosnost' virusov dlya rastenij kartofelya v usloviyah Priamur'ya [Text] / Fitopatologicheskaya obstanovka, samozashchita i himzashchita sel'skohozyajstvennyh rastenij v Priamur'e. - 2003. - S. 26-34.

АҚМОЛА ОБЛЫСЫНДАҒЫ ТАБИҒИ ВИРУСТІК ИНФЕКЦИЯНЫҢ КАРТОП ӨНІМДІЛІГІНЕ ӘСЕРІ

Қанапина Меруерт Маратқызы

Докторант

С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті

Астана қ., Қазақстан

E-mail: mahanova.meruert@mail.ru

Вологин Семен Германович

Биология ғылымдарының кандидаты, жетекші ғылыми қызметкер

Татар егіншілік ғылыми-зерттеу институты «Ресей Ғылым академиясының Қазан ғылыми

орталығы» Федералдық зерттеу орталығы

Қазан қ., Ресей

E-mail: semen_vologin@mail.ru

Хасанов Вадим Тагирович

Биология ғылымдарының кандидаты, профессор

С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті

Астана қ., Қазақстан

E-mail: vadim_kazgatu@mail.ru

Түйін

Мақалада Ақмола облысында жиі кездесетін вирустық аурулар қоздырғыштарының картоп өнімділігіне әсері көрсетілген. Зерттеудің мақсаты – картоп сорттары мен селекциялық линиялардың өнімділігіне вирустардың әсерін жұқтырмаған клондармен салыстырғанда зерттеу. Әдістерге визуалды бақылау және ферменттік иммунсорбенттік талдау (ИФТ) арқылы

дақылдың өнімділігі мен құрылымын ескере отырып, вирус тасымалдау үшін картоптың асыл тұқымды материалын сынау кіреді. Негізгі нәтижелер табиғи жолмен зақымданған өсімдіктердің өнімділігі сау өсімдіктермен салыстырғанда вирус пен генотипке байланысты 4-80%-ға төмендегенін көрсетті. Сонымен қатар түйнектер санының вирустық инфекцияға тәуелділігі анықталмаған. Картоп жапырағының орамының вирусы әсерінің нәтижесінде картоптың Xisen 6 сортының өнімділігінің 80%-ға төмендеуі анықталды. Зерттеу барысында Y вирус белгілері Альянс сортында және селекциялық желісінде 17-223-10 дақ, мозаика түрінде, Коломба сортында жапырақтың деформациясы, сары дақтардың пайда болуы, өсудің тежелуі және азаюы түрінде анықталды. Жапырақ мөлшері, 17-216-9 және 17-250-10 селекциялық желілерінде жапырақтары сары түсті. ИФТ көмегімен X вирус инфекциясын растаған Ақжар және Тустеп сорттарында тургордың төмендеуі және лобтардың жабылуы анықталды. Картоп жапырағының орамының вирусы зақымданған Queen Anne сортының өсімдіктерінің төменгі жапырақтары бұралған және жапырақтардың ұштарында хлоротикалық дақтар пайда болған. Картоптың S вирусін жұқтырған 4-08-02 селекциялық желісінде жұмсақ әжімдердің белгілері байқалды Жүргізілген зерттеулер іріктелген клондарды вирусологиялық және диагностикалық зерттеулерде, сондай-ақ картоптың селекциялық және бастапқы тұқым шаруашылығы үшін бастапқы материалды пайдалануға мүмкіндік береді. Штамм құрамын молекулярлық-генетикалық зерттеу болашақта зерттелетін картоп вирустарының қазақстандық изоляттарын толығырақ сипаттауға мүмкіндік береді.

Кілт сөздер: картоп; өнімділік; иммундық ферментті талдау; картоп вирусы; сорт; селекциялық желі; вирустық аурулардың белгілері.

INFLUENCE OF NATURAL VIRAL INFECTION ON POTATO PRODUCTIVITY IN AKMOLA REGION

Kanapina Meruyert Maratovna

Doctoral Student

S. Seifullin Kazakh AgroTechnical Research University

Astana, Kazakhstan

E-mail: mahanova.meruert@mail.ru

Vologin Semyon Germanovich

Candidate of Biological Sciences, Leading Researcher

Tatar Research Institute of Agriculture Federal Research Center

"Kazan Scientific Center of the Russian Academy of Sciences"

Kazan, Russia

E-mail: semen_vologin@mail.ru

Khassanov Vadim Tagirovich

Candidate of Biological Sciences, Professor

S. Seifullin Kazakh AgroTechnical Research University

Astana, Kazakhstan

E-mail: vadim_kazgatu@mail.ru

Abstract

This article reflects the influence of the most common pathogens of viral diseases in the Akmola region on potato productivity. The purpose is to study the effect of viruses on the productivity of potato varieties and breeding lines in comparison with uninfected clones. Methods included testing potato breeding material for virus carriage using visual observation and enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA), taking into account the productivity and structure of the crop. The main results showed that the productivity of naturally infected plants decreased compared to healthy plants by 4-80%, depending

on the virus and genotype. At the same time, the dependence of the number of tubers on virus infection has not been established. A decrease in the productivity of the potato variety Xisen 6 by 80% was revealed as a result of exposure to potato leaf roll virus. During the study, potato virus Y symptoms were found in the Alliance variety and selection line 17-223-10 in the form of spotting, mosaic, in the Colomba variety in the form of leaf deformation, the appearance of yellow spots, growth retardation and reduction in leaf size, in lines 17-216-9 and 17-250-10 leaves were yellow in color. In the varieties Akzhar and Tustep, which confirmed infection with potato virus X using ELISA, a decrease in turgor and closure of the lobes was revealed. Plants of the Queen Anne variety affected by potato leaf roll virus had curled lower leaves and chlorotic spots appeared on the tips of the leaves. Symptoms of mild wrinkling appeared on the selection line 4-08-02 infected with potato virus S. The conducted research allows for the use of selected clones in virological and diagnostic studies, as well as in the selection and primary seed production of potatoes. Molecular-genetic studies of the strain composition will enable a more detailed characterization of Kazakhstani isolates of the studied potato viruses in the future.

Key words: potato; productivity; enzyme-linked immunosorbent assay; potato virus; variety; breeding line; symptoms of viral diseases.