

17 Watkins, C.B., Nock, J.F. Rapid 1- methycyclopropene treatment and delayed controlled atmosphere storage of apples// Postharvest Diology and Technology.2012.Vol.69.. P. 24-31

18 Gudkovskij, V.A. Modern and promising technologies for storing fruits of seed, stone and berry crops /Achievements of science and technology of agriculture APK. - 2017.- P. 39-43

19 Perfilova, O.V.. New technologies of products for healthy nutrition of the population //Bulletin of the Muchurinsky State Agrarian University. 2017. - P.51-55

20 Esaulko, A.N., Ageev V.V., Gorbatko L.S., Agrochemical examination and monitoring of soil fertility. - Stavropol: AGRUS 2013. – 352 p.

ТҮЙІН

Отандық бақша шаруашылығының маңызды міндеті - өндіріс көлемін ұлғайту және тұтыну нарығын жоғары сапалы жемістермен қамтамасыз ету. Жаңа піскен жемістер өндірісінің артуымен қатар, сақтау кезінде сапаны сақтау және халықты жыл бойы таза өнімдермен қамтамасыз ету шығындарының төмендеуі үлкен маңызға ие. Тұтынушыны жыл бойы жаңа піскен жеміс өнімдерімен қамтамасыз ету үшін сақтау шығындарын азайту қажет [1].

Алма жемісі әлемдегі жетекші жеміс дақылдардың бірі. Алма жемісін сақтау кезінде жемістерінің аурулардан жоғалуы 50-60% құрайды. Алма жемістерін ұзақ уақыт сақтау үшін оңтайлы сақтау орны болуы қажет, олардың өсу белсенділігі қалыпты деңгейде болуы және жемістердің баяу пісуі сондай-ақ микробиологиялық және физиологиялық ауруларға барынша төзімділікті сақтай отырып, белгілі бір жағдайлар жасалған кезде жемістерді ұзақ сақтау мүмкін болады [2]. Жемістерді сақтау ұзақтығы бақтағы күтіммен байланысты, тиісті экологиялық жағдайларға, өсіру әдістеріне, тыңайту жұмытарына және қорғау жұмыстарына байланысты. Сақтау кезінде саңырауқұлақ ауруларын болдырмау үшін жинау уақыты мен оны дұрыс жүргізу өте маңызды.

Қазіргі уақытта отандық бақша шаруашылығы халықты жеміс өнімдеріне деген қажеттілігін қанағаттандырмайды. Ішкі нарықтың отандық жемістермен маусымнан тыс қамтамасыз етілуінің маңызды себептерінің бірі жеміс өнімдерін сақтаудың техникалық базасы мен қолданылатын технологиялардың төмен деңгейі болып табылады. Соңғы жылдары Қазақстанда сақтау кезінде саңырауқұлақ және физиологиялық аурулардың зиянды әсерін төмендететін технологиялық тәсілдерді іздеу жүргізілуде. Вегетациялық кезеңдегі алма аурулары әртүрлі қорғаныс шараларымен сәтті бақыланғанына қарамастан, жемістерді сақтау кезінде белгілі бір ауруларды шектеу үшін тиімді құралдардың жоқтығын атап өткен жөн [3, 20-бет; 4].

УДК 632.3.01/08

МРНТИ 68.37.31

Орынбаев Аспен Турсынғалиевич, PhD доктор, **основной автор**, [https://orcid.org/ 0000-0002-5290-4015](https://orcid.org/0000-0002-5290-4015)

НАО «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана», г. Уральск, ул. Жангир хана, 51, 090009, Казахстан, aspen_kz@mail.ru

Джалилов Февзи Сеид-Умерович, доктор биологических наук, профессор

«Российский государственный аграрный университет-МСХА имени К.А. Тимирязева», 127550, РФ, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49, labzara@mail.ru

Тараканов Рашит Ислямович, аспирант кафедры защиты растений

«Российский государственный аграрный университет-МСХА имени К.А. Тимирязева» 127550, РФ, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49, tarakanov.rashit@mail.ru

Orynbayev Aspen Tursyngalievich, PhD, the main author, [https://orcid.org/ 0000-0002-5290-4015](https://orcid.org/0000-0002-5290-4015)

NJSC «West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir khan», Uralsk, st. Zhangir khan 51, 090009, Kazakhstan, aspen_kz@mail.ru

Dzhalilov Fevzi Seid-Umerovich, DSc (Bio), Professor

«Russian State Agrarian University-MSHA named after K.A. Timeryazev» 127550, RF, Moscow, Timiryazevskaya str., 49, labzara@mail.ru

Tarakanov Rashit Islyamovich, postgraduate student of Plant Protection Department,

«Russian State Agrarian University-MSHA named after K.A. Timeryazev» 127550, RF, Moscow, Timiryazevskaya str., 49, tarakanov.rashit@mail.ru

ВЫДЕЛЕНИЕ БАКТЕРИОФАГОВ *XANTHOMONAS CAMPESTRIS* PV. *CAMPESTRIS* ISOLATION OF BACTERIOPHAGES *XANTHOMONAS CAMPESTRIS* PV. *CAMPESTRIS*

Аннотация

Сосудистый бактериоз (возбудитель - *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*) - одна из наиболее опасных болезней капустных культур. При выращивании рассадным методом даже небольшая зараженность семян приводит к массовому распространению патогена и, в дальнейшем, к значительным потерям урожая в поле. К защитным мерам от заболевания относятся севооборот, с возвращением капусты на прежнее место не ранее чем через 2 года, и опрыскивание растений в поле с использованием биопрепаратов на основе антагонистических бактерий. Большие перспективы в борьбе с болезнью имеет использование бактериофагов. Целью работы являлось выделение коллекции литических бактериофагов и электронно-микроскопическая характеристика их морфологии.

Из образцов почвы под зараженными сосудистым бактериозом растениями капусты, был выделен 21 изолят бактериофагов, специфичных для 11 штаммов-мишеней *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*. Электронно-микроскопическое исследование морфологии бактериофагов позволило отнести 3 изолята к семейству *Siphoviridae*, а остальные 18 образцов - к семейству *Myoviridae*.

ANNOTATION

Black rot (pathogen - *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*) is one of the most harmful diseases of brassicas. Seedlings growing in trays in glasshouse can meet rapid spreading of the pathogen and heavy yield loss even at very low seed infection level. Protective measures against the disease include crop rotation, with the return of cabbage to its original place no earlier than after 2 years, and spraying of plants in the field using biological products based on antagonistic bacteria. The use of bacteriophages has great prospects in the fight against the disease. The aim of the work was to isolate the collection of lytic bacteriophages and to characterize their morphology by electron microscopy.

21 isolates of bacteriophages specific to 11 target strains of *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*, were isolated from soil samples collected under black rot-infected cabbage plants. Electron microscopic study of bacteriophage morphology allowed to classify 3 isolates as members of *Siphoviridae* family, and the remaining 18 isolates - representing *Myoviridae* family.

Ключевые слова: сосудистый бактериоз, бактериофаги, *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*, *Siphoviridae*, *Myoviridae*.

Key words: black rot, bacteriophages, *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*, *Siphoviridae*, *Myoviridae*.

Введение. Сосудистый бактериоз, вызываемый бактерией *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* (Хсц), считается одним из наиболее опасных заболеваний Капустных культур [1,2,3].

Основным источником инфекции являются зараженные семена. В связи с тем, что даже слабая инфицированность (от 0,03%) способна вызвать быстрое перезаражение рассады в теплице – при единственном зараженном растении на кассете, через три недели зараженными оказываются 60% растений. Такое быстрое распространение патогена приводит к серьезным потерям от болезни в поле (от 10 до 50%) [4,5], высокие требования предъявляются к эффективности предпосевной обработки семян.

Ранее было установлено, что при обработке искусственно зараженных Хсс семян капусты путем замачивания в 2%-ном растворе препарата Гамаир КС (на основе *Bacillus subtilis*), биологическая эффективность составляла 68,2-89,5%, а при использовании препарата Фитолавина, ВРК (на основе антибиотика фитобактериомицина) - достигала 83,2-91,6% [6]. Высокую эффективность показало также использование для обработки зараженных семян надуксусной кислоты и некоторых эфирных масел [7, 8]. Тем не менее, поиск эффективных биологических средств обеззараживания семян и защиты рассады продолжает быть актуальной задачей.

Значительное внимание в защите от бактериальных болезней растений в последние годы уделяется использованию вирусов, способных к размножению в бактериальных клетках – бактериофагов. Биологическая защита с помощью бактериофагов, специфических к конкретным фитопатогенам, имеет много достоинств – производство и применение их сравнительно просто, недорого и безопасно для человека, животных и растений [9, 10]. Интерес к использованию бактериофагов в биологической защите растений значительно возрос в последние 2 десятилетия в связи с появлением устойчивых к антибиотикам штаммов бактерий. Не всегда фаги, способные лизировать клетки бактериального патогена в условиях *in vitro*, могут успешно это делать в природных условиях [11]. Накопление фагов в окружающей среде возможно пока присутствует хозяин. В этом смысле в отличие от химически стойких фунгицидов, например медьсодержащих, фаги плохо накапливаются в почве [12]. Важным фактором многих фитопатогенных бактерий является их способность к формированию биопленок [13]. Это придает фитопатогенным бактериям устойчивость к контактным фунгицидам, например, медьсодержащим [14]. Бактериофаги могут преодолевать этот барьер путем использования фермента деполимеразы, содержащегося в их капсидах [15].

Для успешного практического применения бактериофагов требуется предварительная селекция литических изолятов бактериофагов с широким штаммовым спектром действия, создание высокоэффективных и стабильных коктейлей фаговых препаратов, тестирование их на патогенных бактериях в модельных и природных системах [16,10].

Было показано, что фаги хорошо совместимы с большинством агрохимикатов [17]. Однако, некоторые пестициды, содержащие хелатирующие факторы и сурфактанты, способны инактивировать бактериофаги (Chattopadhyay et al., 2002) [18]. Медьсодержащие фунгициды также способны инактивировать фаги, но эта проблема на практике решается тем, что бактериофаги можно применять через 4-7 дней после использования медьсодержащих пестицидов (Iriarte et al., 2007) [19].

Целью нашей работы являлось выделение коллекции литических бактериофагов и электронно-микроскопическая характеристика их морфологии.

Материалы и методы. Исследование проводили в 2016-2018 гг. в лаборатории защиты растений РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева и в ИБХ им. М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова РАН.

Осенью 2016 года на полях ООО «Дмитровские овощи», Дмитровский район, Московская область, где наблюдалось сильное развитие сосудистого бактериоза на капусте, были отобраны образцы почвы для выделения бактериофагов.

Выделение бактериофагов проводили традиционным методом [21,9]. Полученные изоляты бактериофагов хранили при +4⁰С и затем проверяли их способность к лизированию бактериальных культур Хсс.

Препаративное культивирование и очистка бактериофагов. Штаммы-хозяева бактериофагов (табл.1) наращивали в среде YDC при 28⁰С при интенсивном перемешивании до середины логарифмической фазы (оптическая плотность при 600 нм от 0,5 до 0,6). Выросшую культуру инокулировали единичной бляшкой фага и инкубировали до проявления признаков лизиса. Затем добавляли 0.5% об. хлороформа, энергично встряхивали и через 1 ч лизаты центрифугировали при 10000 g («Jouan») в течение 15 мин для удаления бактериальных фрагментов.

Таблица 1 – Штаммы *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*, использованные в работе

№	Название штамма	Дата выделения	Место происхождения, культура
1-4	БК-55, БК-56, БК-57, БК-58	10.2017	Краснодарский край, белокочанная капуста
5-8	ЦК-71, ЦК-72, ЦК-73, ЦК-74	10.2017	Краснодарский край, цветная капуста
9-14	Хсс 1/2, Хсс 1/5, Хсс 2/12, Хсс 2/16, Хсс 3/23, Хсс 3/27	09.2017	Московская область, Дмитровский район, белокочанная капуста
15-26	Bes-1, SM-1, Bul, Bes-2, SM-2, Dmo 1-1, Dmo 2-2, Dmo 1-2, Dmo 1-3, Dmo 2-1, Dmo 2-3, Dmo 3	09.2016	Московская область, Дмитровский район, белокочанная капуста
27	Kas	09.2016	Московская область, Дмитровский район, цветная капуста

Бактериофаги осаждали центрифугированием (22000 g, 90 мин, 15°C, ротор Beckman SW45). Надосадочную жидкость сливали, а для растворения осадка добавляли 2 мл SM-буфера (50 mM Tris pH 7,5, 0,1 M NaCl, 10 mM MgSO₄, 0,01% желатин) и оставляли на 2-5 часов.

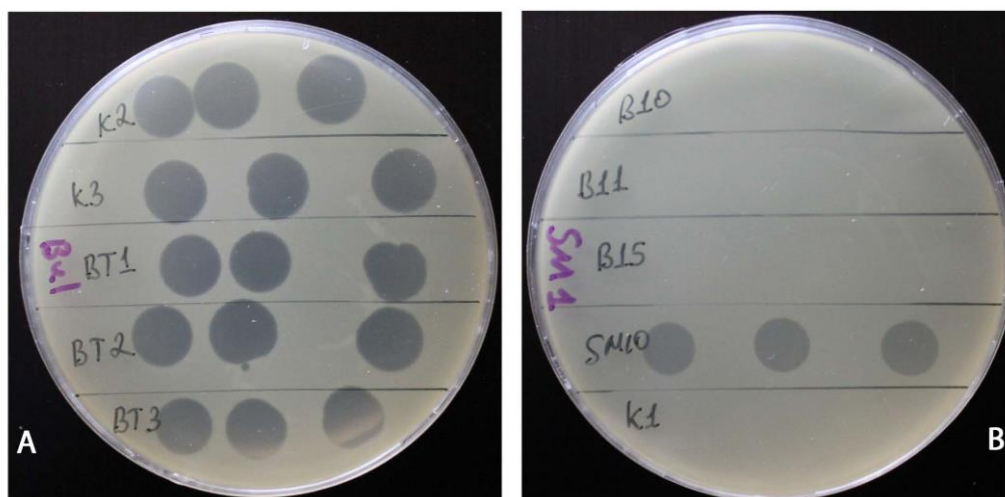


Рисунок 1 – Тестирование патогенности изолятов бактериофагов по отношению к штаммам Хсс Bul (А) и Sm1(В) капельным методом

Ресуспендированные препараты бактериофагов очищали ультрацентрифугированием (66000 g, 120 мин, 15°C, ротор Beckman SW28) в ступенчатом градиенте плотности CsCl 0.5 - 1.7 г/мл. Суспензии фагов диализовали против фагового буфера (10 mM Tris HCl, pH 7.4, 10 mM MgSO₄). Препараты очищенных фагов хранили при 4°C.

Электронная микроскопия. Суспензию очищенных бактериофагов наносили на сетки и контрастировали 1% водным раствором уранилацетата [22]. Изображения получали с помощью электронного микроскопа «Zeiss Libra 120» с ускоряющим напряжением 120 кВ

Все тестируемые штаммы были патогенными на капусте. Перед тестированием бактерий выращивали на среде YDC в течение 48 часов при 28°C. Предварительные опыты на нескольких изолятах бактериофагов показали в модельных экспериментах перспективность их использования для обработки семян капусты. Так, при обработке искусственно зараженных семян бактериофагами зараженность рассады капусты снизилась в 2,0-4,1 раз по сравнению с контролем [20,16].

Результаты исследования. Из образцов почвы с использованием 11 штаммов-мишеней Хсс был выделен 21 изолят бактериофагов, список которых представлен в таблице 2. Результаты электронномикроскопического исследования морфологии фагов также представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Морфологические характеристики и систематическое положение изолятов бактериофагов

№	Изоляты бактериофагов	Штаммы хозяина (Хсс)	Размер, нм			Семейство
			длина хвоста	ширина хвоста	диаметр головки	
1	BT 1	Bul	127,6±4,7	0,35±0,01	53,1±1,1	<i>Myoviridae</i>
2	BT 2		130,7±2,8	0,36±0,01	58,5±0,9	<i>Myoviridae</i>
3	BT 3		131,0±2,2	0,35±0,01	55,4±1,4	<i>Myoviridae</i>
4	B 10	Bes 1	127,8±0,7	0,37±0,01	56,4±0,9	<i>Myoviridae</i>
5	B 11		133,9±2,0	0,33±0,02	57,5±0,5	<i>Myoviridae</i>
6	B 15		127,8±2,5	0,35±0,01	57,5±0,8	<i>Myoviridae</i>
7	K 1	Kas	132,8±1,1	0,36±0,01	55,2±0,5	<i>Myoviridae</i>
8	K 2		128,9±2,5	0,33±0,01	55,4±1,5	<i>Myoviridae</i>
9	K 3		124,9±3,2	0,34±0,01	54,6±0,9	<i>Myoviridae</i>
10	SM 10	SM 1	157,6±4,8	0,15±0,01	53,1±2,8	<i>Siphoviridae</i>
11	Ph 30-1		167,3±4,0	0,18±0,01	53,7±1,4	<i>Siphoviridae</i>
12	BT2*SM1		160,6±4,3	0,16±0,01	52,8±0,4	<i>Siphoviridae</i>
13	BS 25	Bes 2	129,1±2,1	0,36±0,01	55,9±0,5	<i>Myoviridae</i>
14	BS 30		131,8±1,4	0,33±0,01	53,8±1,1	<i>Myoviridae</i>
15	D 10	Dmo 1-1	133,6±0,9	0,34±0,01	60,6±1,6	<i>Myoviridae</i>
16	D 20	Dmo 2-2	129,3±2,5	0,38±0,03	57,9±1,0	<i>Myoviridae</i>
17	Ph 11	Dmo 1-2	137,8±1,6	0,34±0,01	53,2±1,0	<i>Myoviridae</i>
18	Ph 20	Dmo 1-3	136,2±2,0	0,35±0,02	54,1±1,1	<i>Myoviridae</i>
19	Ph 30	Dmo 2-1	133,9±1,2	0,36±0,01	53,3±1,1	<i>Myoviridae</i>
20	Ph 40	Dmo 3	132,0±1,2	0,36±0,01	55,1±1,2	<i>Myoviridae</i>
21	Ph 44		130,8±4,8	0,30±0,01	53,7±1,3	<i>Myoviridae</i>

Установлено, что из 21 изолятов бактериофагов 3 изолята принадлежали к семейству *Siphoviridae* (рис.2А, С), остальные 18 образцов принадлежали к семейству *Myoviridae* (рис 2В, D).

Учитывая, что бактериофаги обладают не только видоспецифичностью, но и специфичностью к отдельным штаммам хозяина, изоляты фагов отобранные для практических целей должны обеспечивать защиту от широкого круга штаммов патогенов растений. Это достигается созданием консорциума или коктейля фагов, в совокупности обеспечивающих защиту от большинства штаммов фитопатогена распространенных в конкретных условиях.

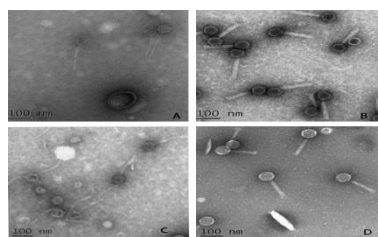


Рисунок 2 – Электронномикроскопическая морфология изолятов бактериофагов (А – *Siphoviridae*, SM 10; В–*Myoviridae*, K 2; С –*Siphoviridae*, Ph 30-1; D – *Myoviridae*, BS 25)

Учитывая, что бактериофаги обладают не только видоспецифичностью, но и специфичностью к отдельным штаммам хозяина, изоляты фагов отобранные для практических целей должны обеспечивать защиту от широкого круга штаммов патогенов растений. Это достигается созданием консорциума или коктейля фагов, в совокупности обеспечивающих защиту от большинства штаммов фитопатогена распространенных в конкретных условиях.

Заключение. Из образцов почвы с капустного поля с использованием 11 штаммов-мишеней Хсс был выделен 21 изолят бактериофагов.

Электронномикроскопическое исследование морфологии бактериофагов позволило отнести 3 изолята к семейству *Siphoviridae*, а остальные 18 образцов - к семейству *Myoviridae*.

Благодарности. Авторы благодарны сотрудникам ИБХ имени М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова РАН: зав. лабораторией молекулярной биоинженерии, д.х.н. Мирошникову К.А.; руководителю группы электронной микроскопии, к.ф.-м.н. Образцовой Е.А. за большую помощь в освоении методов работы с бактериофагами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Bradbury, J.F. Guide to Plant Pathogenic Bacteria. 1986. Slough: CAB International.
- 2 Артемьева, А.М. Физиолого-генетические компоненты устойчивости к сосудистому бактериозу у линий удвоенных гаплоидов *Brassica rapa* / А.М. Артемьева, А.Н. Игнатов, А.И. Волкова, Н.В. Кочерина, М.Н. Коноплева, Ю.В. Чесноков // Сельскохозяйственная биология. - 2018, - Том 53. - №1. - С. 157-169.
- 3 Cruz, J. Assessment of Diversity *Xanthomonas campestris* Pathovars Affecting Cruciferous Plants in Portugal and Disclosure of two novel Xcc races. / J. Cruz, R. Tenreiro, L. Cruz // Journal of Plant Pathology. – 2017. – Vol. 99. - № 2. - P. 403-414.
- 4 Dhar S., Singh D. Performance of cauliflower genotypes for yield and resistance against black rot (*Xanthomonas campestris* pv. *campestris*) // Indian J Hort. – 2014. – Т. 71. – С. 197-201.
- 5 Djalilov, F.S. Soil and cabbage plant debris as infection sources of black rot / F.S. Djalilov, R.D. Tiwari // Arch. Pthitopath. Pflanz. -1995. - V. 29. - P. 383-386.
- 6 Мазурин, Е.С. Методы диагностики возбудителя сосудистого бактериоза капусты и меры защиты: диссертация... кандидата биологических наук : 06.01.11 / Мазурин Евгений Сергеевич; [Место защиты: Рос. гос. аграр. ун-т]. - Москва, 2009. - 107 с.
- 7 Орынбаев, А.Т., Джалилов Ф.С. Обеззараживание семян капусты от сосудистого бактериоза // Картофель и овощи. -2018.- № 1.- С. 23-25.
- 8 Во Тхи Нгок Ха, Джалилов Ф.С. Антибактериальная активность эфирных масел и их использование для обеззараживания семян капусты от сосудистого бактериоза // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2014. Вып. 6. С. 59-68.
- 9 Бактериофаги: биология и практическое применение / Под ред. Э. Каттер, А. Сулаквелидзе // Пер. с англ. коллектив переводчиков; науч. ред. А.В. Летаров. – Москва: Научный мир, 2012. - 640 с.
- 10 Нифонтова, В.В., Чугунова Е.О. Получение бактериофагов и их применение в ветеринарии // Вестник Пермского научного центра. 2015.- №2.- С. 54-59.
- 11 Balogh, B. Characterization and Use of Bacteriophages Associated with Citrus Bacterial Pathogens for Disease Control / B. Balogh. Ph.D. Dissertation. - Gainesville: University of Florida. - 2006. - 112 p.
- 12 Pietrzak, U. Copper accumulation, distribution and fractionation in vineyard soils of Victoria, Australia / U. Pietrzak, D.C. McPhail // Geoderma. – 2004. - Vol. 122. - P. 151–166.
- 13 Li, J. Foliar application of biofilm formation – inhibiting compounds enhances control of citrus canker caused by *Xanthomonas citri* subsp. *citri* / J. Li, N. Wang, // Phytopathology. -2014. - Vol. 104. – P. 134–142. doi: 10.1094/PHYTO-04-13- 0100-R.
- 14 Rodrigues, C.M. Copper resistance of biofilm cells of the plant pathogen *Xylella fastidiosa* / C.M. Rodrigues, M.A. Takita, H.D. Coletta-Filho, J.C. Olivato, R. Caserta, M.A. Machado, et al., //

Appl. Microbiol. Biotechnol. – 2008. - Vol. 77. – P. 1145–1157. doi: 10.1007/s00253-007-1232-1

15 Born, Y. Protection of *Erwinia amylovora* bacteriophage Y2 from UV-induced damage by natural compounds / Y. Born, L. Bosshard, B. Duffy, M.J. Loessner, L. Fieseler // Bacteriophage. - 2015. - Vol. 5(4). e1074330. doi.org/10.1080/21597081.2015.1074330

16 Vo Thi Ngok Ha, Dzhililov F.S., Ignatov A.N. Biological properties of bacteriophages specific to black rot pathogen of brassicas *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2015. Вып.6. С. 28-36.

17 Orynbayev, A.T. Improved efficacy of formulated bacteriophage in control of black rot caused by *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* on cabbage seedlings / A.T. Orynbayev, F.S. Dzhililov, A.N. Ignatov // Archives of Phytopathology and Plant Protection. – 2020. - Volume 53, 2020 - Issue 7-8. - P. 379-394, DOI: 10.1080/03235408.2020.1745487

18 Chattopadhyay, D. Effect of surfactants on the survival and sorption of viruses / D. Chattopadhyay, S. Chattopadhyay, W.G. Lyon, J.T. Wilson // Environ. Sci. Technol. - 2002. - Vol. 36. – P. 4017–4024. doi: 10.1021/es0114097

19 Iriarte, F.B. Factors affecting survival of bacteriophage on tomato leaf surfaces / F.B. Iriarte, B. Balogh, M.T. Momol, L.M. Smith, M. Wilson, J.B. Jones // Appl. Environ. Microbiol. – 2007. - Vol. 73. – P.1704–1711. doi: 10.1128/AEM.02118-06

20 Орынбаев, А.Т., Джалилов Ф.С. Защита рассады капусты от сосудистого бактериоза / Международная научно-практическая конференция «Современные технологии и средства защиты растений – платформа для инновационного освоения в АПК России». Материалы конференции, 8–12 октября 2018 г., СПб – Пушкин. - 2018. - С. 115-116.

21 Sneath, P.H.A., Sokal R.R. Numerical taxonomy. The principles and practice of numerical classification. 1973.

22 Ackermann, H.-W. Basic Phage Electron Microscopy // Bacteriophages: Methods and Protocols. 2009. - V.1.- P. 113–126.

REFERENCES

1 Bradbury, J.F. Guide to Plant Pathogenic Bacteria. 1986. Slough: CAB International.

2 Artem'eva, A.M. Fiziologo-geneticheskie komponenty ustojchivosti k sosudistomu bakteriozu u linij udvoennyh gaploidov Brassica rapa / A.M. Artem'eva, A.N. Ignatov, A.I. Volkova, N.V. Kocherina, M.N. Konopleva, YU.V. Chesnokov // Sel'skohozyajstvennaya biologiya. - 2018, - Tom 53. - №1. - S. 157-169.

3 Cruz, J. Assessment of Diversity *Xanthomonas campestris* Pathovars Affecting Cruciferous Plants in Portugal and Disclosure of two novel Xcc races. / J. Cruz, R. Tenreiro, L. Cruz // Journal of Plant Pathology. – 2017. – Vol. 99. - № 2. - P. 403-414.

4 Dhar S., Singh D. Performance of cauliflower genotypes for yield and resistance against black rot (*Xanthomonas campestris* pv. *campestris*) // Indian J Hort. – 2014. – T. 71. – S. 197-201.

5 Djalilov, F.S. Soil and cabbage plant debris as infection sources of black rot / F.S. Djalilov, R.D. Tiwari // Arch. Pthitopath. Pflanz. -1995. - V. 29. - R. 383-386.

6 Mazurin, E.S. Metody diagnostiki vozbuditelya sosudistogo bakterioza kapusty i mery zashchity: dissertaciya... kandidata biologicheskikh nauk : 06.01.11 / Mazurin Evgenij Sergeevich; [Mesto zashchity: Ros. gos. agrar. un-t]. - Moskva, 2009. - 107 s.

7 Orynbaev, A.T., Dzhililov F.S. Obezrazhivanie semyan kapusty ot sosudistogo bakterioza // Kartoffel' i ovoshchi. - 2018. - № 1. - S. 23-25.

8 Vo Thi Ngok Ha, Dzhililov F.S. Antibakterial'naya aktivnost' efirnyh masel i ih ispol'zovanie dlya obezrazhivaniya semyan kapusty ot sosudistogo bakterioza // Izvestiya Timiryazevskoj sel'skohozyajstvennoj akademii. - 2014.- Vyp. 6.- S. 59-68.

9 Bakteriofagi: biologiya i prakticheskoe primeneniye / Pod red. E. Katter, A. Sulakvelidze // Per. s angl. kollektiv perevodchikov; nauch. red. A.V. Letarov. – Moskva: Nauchnyj mir, 2012. - 640 s.

- 10 Nifontova, V.V., CHugunova E.O. Poluchenie bakteriofagov i ih primeneniye v veterinarii // Vestnik Permskogo nauchnogo centra. 2015.- №2.- S. 54-59.
- 11 Balogh, B. Characterization and Use of Bacteriophages Associated with Citrus Bacterial Pathogens for Disease Control / B. Balogh. Ph.D. Dissertation. - Gainesville: University of Florida. - 2006. - 112 r.
- 12 Pietrzak, U. Copper accumulation, distribution and fractionation in vineyard soils of Victoria, Australia / U. Pietrzak, D.C. McPhail // Geoderma. – 2004. - Vol. 122. - R. 151–166.
- 13 Li, J. Foliar application of biofilm formation – inhibiting compounds enhances control of citrus canker caused by *Xanthomonas citri* subsp. *citri* / J. Li, N. Wang, // Phytopathology. -2014. - Vol. 104. – R. 134–142. doi: 10.1094/PHYTO-04-13- 0100-R
- 14 Rodrigues, C.M. Copper resistance of biofilm cells of the plant pathogen *Xylella fastidiosa* / C.M. Rodrigues, M.A. Takita, H.D. Coletta-Filho, J.C. Olivato, R. Caserta, M.A. Machado, et al., // Appl. Microbiol. Biotechnol. – 2008. - Vol. 77. – R. 1145–1157. doi: 10.1007/s00253-007-1232-1.
- 15 Born, Y. Protection of *Erwinia amylovora* bacteriophage Y2 from UV-induced damage by natural compounds / Y. Born, L. Bosshard, B. Duffy, M.J. Loessner, L. Fieseler // Bacteriophage. - 2015. - Vol. 5(4). e1074330. doi.org/10.1080/21597081.2015.1074330
- 16 Vo Thi Ngok Ha, Dzhililov F.S., Ignatov A.N. Biological properties of bacteriophages specific to black rot pathogen of brassicas *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* // Izvestiya Timiryazevskoy sel'skohozyajstvennoj akademii. 2015. - Vyp.6. - S. 28-36.
- 17 Orynbayev, A.T. Improved efficacy of formulated bacteriophage in control of black rot caused by *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* on cabbage seedlings / A.T. Orynbayev, F.S. Dzhililov, A.N. Ignatov // Archives of Phytopathology and Plant Protection. – 2020. - Volume 53, 2020 - Issue 7-8. - P. 379-394, DOI: 10.1080/03235408.2020.1745487
- 18 Chattopadhyay, D. Effect of surfactants on the survival and sorption of viruses / D. Chattopadhyay, S. Chattopadhyay, W.G. Lyon, J.T. Wilson // Environ. Sci. Technol. - 2002. - Vol. 36. – R. 4017–4024. doi: 10.1021/es0114097
- 19 Iriarte, F.B. Factors affecting survival of bacteriophage on tomato leaf surfaces / F.B. Iriarte, B. Balogh, M.T. Momol, L.M. Smith, M. Wilson, J.B. Jones // Appl. Environ. Microbiol. – 2007. - Vol. 73. – R.1704–1711. doi: 10.1128/AEM.02118-06
- 20 Orynbaev, A.T., Dzhililov F.S. Zashchita rassady kapusty ot sosudistogo bakterioza / Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya «Sovremennye tekhnologii i sredstva zashchity rastenij – platforma dlya innovacionnogo osvoeniya v APK Rossii». Materialy konferencii, 8–12 oktyabrya 2018 g., SPb – Pushkin. 2018. C. 115-116.
- 21 Sneath, P.H.A., Sokal R.R. Numerical taxonomy. The principles and practice of numerical classification. 1973.
- 22 Ackermann, H.-W. Basic Phage Electron Microscopy // Bacteriophages: Methods and Protocols. 2009. V.1. P. 113–126.

ТҮЙІН

Түтікті бактериоз (қоздырғышы – *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*) қырыққабат дақылдарының аса қауіпті ауруларының бірі болып табылады. Көшеттер арқылы өсіргенде, тұқымның азғантай инфекциясы қоздырғыштың жаппай таралуына және болашақта егістіктегі өнімділіктің айтарлықтай жоғалуына әкеледі. Аурудан қорғау шараларына қырыққабатты 2 жылдан ерте бастапқы орнына қайтармау арқылы ауыспалы егісті сақтау және вегетация кезеңінде антагонистік бактериялар негізіндегі биологиялық препараттарды өсімдіктерге пайдалану жатады. Аурумен күресуде бактериофагтарды қолданудың болашағы зор. Жұмыстың мақсаты литикалық бактериофагтардың коллекциясын бөліп алу және олардың морфологиясының электронды микроскопия арқылы сипаттау болды.

Түтікті бактериозбен зақымдалған қырыққабат өсімдіктері өсіп тұрған топырақ үлгілерінен *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* 11 мақсатты штамдарына тән бактериофагтардың 21 изоляты бөліп алынды. Бактериофагтардың морфологиясын электронды микроскопиялық зерттеу нәтижесінде *Siphoviridae* тұқымдасына 3 изолятты, ал қалған 18 үлгіні *Myoviridae* тұқымдасына жатқызуға мүмкіндік берді.