

Г.А. Искакова^{1*}, Г.А. Жармухамедова^{1,3}, Ж.К. Джуманова^{1,3},
 Д.А. Найзабаева^{1,2}, Ж.А. Бердыгулова^{1,2}, С.С. Солтанбеков⁴,
 Г.А. Исмагулова¹, Ю.А. Скиба^{1,2,3}, Э.Р. Мальцева^{1,2,3}

¹М.А. Айтхожин атындағы молекулалық биология және биохимия институты, Алматы қ., Қазақстан

²«Үлттық биотехнология орталығы» ЖШС Алматы қаласындағы филиалы, Алматы қ., Қазақстан

³«Тетис» ғылыми қоғамы, Алматы қ., Қазақстан

⁴Қазақ жеміс-көкөніс шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты, Алматы қ., Қазақстан

*e-mail: g.iskakova83@gmail.com

ҚАЗАҚСТАННЫҢ ЖАБАЙЫ АЛМА ОРМАҢДАРЫНДА БАКТЕРИЯЛЫҚ КҮЙІКТІҢ ТАРАЛУЫН БАҒАЛАУ

Erwinia amylovora – жеміс ағаштарында бактериялық күйдіргіні тудыратын ерекше қауіпті қоздырғыш. Бұл қоздырғыш Қазақстан аумағында тарала бастағандықтан мәдени және *Malus sieversii* жабайы алма ормандарына айтарлықтай қауіп төндіреді. Бүгінде бактериялық күйдіктің таралып кеткен түрлеріне тиімді ем болмағандықтан, тек ерте диагностикалау арқылы ғана оның алдын алуға болады. Көп зерттеулер негізінен мәдени алма бақтарында бактериялық күйдікті анықтауға бағытталғанымен, жабайы алма популяциясын бақылауға аз көңіл бөлінеді. Сол үшін жабайы алма ағаштарында бактериялық күйдіктің таралуын анықтау үшін Қазақстанның төрт қорғалатын аумақтарында кешенді төрт жылдық мониторинг режимі жүргізілді. Бірнеше жыл бойы жүргізілген тексерулер нәтижесінде *Malus sieversii* үлгілерінде бактериялық күйдіктің айқын белгілерінің жоқтығын анықтады. Бұл бақылаулар бүйірлік ағындағы иммунохроматография, сондай-ақ симптомсыз үлгілерде жүргізілген стандартты және нақты уақыттағы полимеразды тізбекті реакцияның талдауы арқылы одан әрі расталды. Бұл зерттеудің нәтижелері Қазақстанның жабайы алма ормандарындағы бактериялық күйдіктің қазіргі жағдайы туралы баға жетпес ақпарат бере отырып, табиғатты қорғау үшін үлкен маңызға ие. Демек, бұл деректер мемлекеттік органдарға осы экологиялық маңызды экожүйелерде бактериялық күйдіктің таралуын шектеуге бағытталған алдын ала шаралар қабылдауға шақыратын ғылыми негізделген ұсыныстарды тұжырымдауға негіз болады.

Түйін сөздер: *Malus sieversii*, *Erwinia amylovora*, жабайы алма ормандары, бактериялық күйдік, табиғатты қорғау, ерекше қорғалатын табиғи аумақтар.

G.A. Iskakova^{1*}, G.A. Zharmukhamedova^{1,3}, Z.K. Jumanova^{1,3},
 D.A. Naizabayeva^{1,2}, Z.A. Berdygulova^{1,2}, S.S. Soltanbekov⁴,
 G.A. Ismagulova¹, Y.A. Skiba^{1,2}, E.R. Maltseva^{1,2}

¹ MA. Aitkhozhin Institute of Molecular Biology and Biochemistry, Almaty, Kazakhstan

² Almaty Branch of the National Center for Biotechnology, Almaty, Kazakhstan

³ Tethys Scientific Society, Almaty, Kazakhstan

⁴ Kazakh Fruit and Vegetable Research Institute, Almaty, Kazakhstan

*e-mail: g.iskakova83@gmail.com

Assessment of the spread of fire blight in wild apple forests of Kazakhstan

Erwinia amylovora is a dangerous pathogen that causes fire blight in fruit trees. As this pathogen has started to spread in the territory of Kazakhstan, it poses a significant threat to cultivated and wild apple (*Malus sieversii*) forests. Currently there is no effective treatment for widespread types of fire blight, it can be prevented only by early diagnosis. Although much research has focused on the detection of fire blight in cultivated apple orchards, little attention has been paid to controlling wild apple populations. Therefore, a comprehensive four-year monitoring study was conducted in four protected areas of Kazakhstan to determine the spread of fire blight on wild apple trees. During several years of inspections, *Malus sieversii* trees showed no obvious signs of fire blight. These observations were further confirmed by lateral flow immunochromatography as well as by conventional and real-time polymerase chain reaction analysis performed on asymptomatic samples. The results of this study are of great importance for nature protection, providing invaluable information about the current state of fire blight in wild apple forests of Kazakhstan. Therefore, these data provide a basis for formulating science-based recommenda-

tions to government agencies to take proactive measures aimed at limiting the spread of fire blight in these ecologically important ecosystems.

Key words: *Malus sieversii*, *Erwinia amylovora*, wild apple forests, fire blight, nature conservation, specially protected natural areas.

Г.А. Исакова^{1*}, Г.А. Жармухамедова^{1,3}, Ж.К. Джуманова^{1,3},
Д.А.Найзабаева^{1,2}, Ж.А. Бердыгулова^{1,2}, С.С. Солтанбеков⁴,
Г.А.Исмагулова¹, Ю.А. Скиба^{1,2}, Э.Р. Мальцева^{1,2}.

¹Институт молекулярной биологии и биохимии М.А. Айтхожина, г. Алматы, Казахстан

²Филиал ТОО «Национальный центр биотехнологии» в г. Алматы, г. Алматы, Казахстан

³ Научное общество «Тетис», г. Алматы, Казахстан

⁴Казахский научно-исследовательский институт плодоовощного хозяйства, г. Алматы, Казахстан

*e-mail: g.iskakova83@gmail.com

Оценка распространения бактериального ожога в диких яблоневых лесах Казахстана

Erwinia amylovora – особо опасный возбудитель, вызывающий бактериальный ожог плодовых деревьев. Поскольку этот возбудитель начал распространяться на территории Казахстана, он представляет значительную угрозу культурным яблоням и диким яблоневым лесам *Malus sieversii*. Поскольку в настоящее время не существует эффективного лечения, болезнь можно предотвратить только путем ранней диагностики. Хотя многие исследования были сосредоточены на выявлении бактериального ожога в культурных яблоневых садах, мало внимания уделялось контролю популяций диких яблонь. Поэтому в четырех особо охраняемых природных территориях Казахстана был проведен комплексный четырехлетний мониторинг с целью выявления распространения бактериального ожога на диких яблонях. После нескольких лет проверок образцы *Malus sieversii* не выявили явных признаков поражения бактериальным ожогом. Эти наблюдения были дополнительно подтверждены с помощью иммунохроматографии, а также с помощью полимеразной цепной реакции и полимеразной цепной реакции в реальном времени, выполненного на бессимптомных образцах. Результаты данного исследования имеют большое природоохранное значение, предоставляя неочевидную информацию о современном состоянии бактериального ожога в диких яблоневых лесах Казахстана. Таким образом, эти данные дают основу для формулирования научно обоснованных рекомендаций государственным органам по принятию превентивных мер, направленных на ограничение распространения бактериального ожога в этих экологически важных экосистемах.

Ключевые слова: *Malus sieversii*, *Erwinia amylovora*, дикие яблоневые леса, бактериальный ожог, охрана природы, особо охраняемые природные территории.

Кіріспе

Қазақстанның алма ормандары – еліміздің экологиялық және экономикалық жүйесінде маңызды орын алады. Жабайы алма, әсіресе, түрлерінің байлығымен танымал және қолға үйретілген мәдени алма ағашы осы ағаштардан шыққандығы анықталды [1, 2, 3].

Қазақстанның табиғи экосистемаларының бірі – *Malus sieversii* жабайы алма ормандары. Бұл ормандар тек экологиялық жүйелерді сақтаумен ғана емес, сонымен қатар ауыл шаруашылығында маңызы бар жеміс ағаштарының генетикалық қорын сақтаумен де ерекшеленеді. Алайда, жабайы алма ағаштары бактериалық күйік ауруына (*Erwinia amylovora*) шалдығу қаупіне ұшырайды, бұл олардың өміршеңдігіне және экологиялық балансына жағымсыз әсер етеді [4].

Бактериалық күйік – бұл *Erwinia amylovora* (Burrill) бактериясының әсерінен Rosaceae тұқымдасының өсімдіктеріне қауіп төндіретін

ауру. Ол алма, алмұрт, және басқа да жеміс ағаштарына зиян келтіреді. Бұл аурудың ең алғаш шыққан жері Солтүстік Америкадан таралып Жаңа Зеландияға, Еуропаға, Африка, Таяу Шығыс, Ресей, Орталық Азия, Кавказ және Оңтүстік Корея, тағы да басқа 40-тан астам елге қиындық тудыруда [5, 6, 7, 8]. Ал Қазақстанда бұл ауру жабайы алма ағаштары мен бақшадағы ағаштарға 2010 жылдан бастап елеулі зиян келтіріп келеді [9, 10, 11].

Бактериалық күйіктің алғашқы белгілері жапырақтарда, гүлдерде, өркендерде, бұтақтарда және жемістерде білінеді. Жапырақтың ұшы қарайып күйіп кеткендей көрінеді. Гүлдері де қарайып, нәтижесінде жеміс түзіле бермейді. Қурап бұйраланған жапырақтар ағаштан түспейді. Патогенмен зақымдалған жерлерде жас өскіндер мен бұтақтардың қабығы сұйықтықтың көп түсуіне байланысты ісініп, ол қабық бойымен қызыл иісті экссудат түрінде аға бастайды [6].

Бактериялық күйіктің таралуына көптеген факторлар әсер етеді: климаттық факторлар – жоғары ылғалдылық, жаңбыр, температураның күрт өзгеруі бактериялардың белсенділігін арттырады; экологиялық өзгерістер – ормандардың деградациясы экожүйелердің тұрақсыздығына әкеледі; адамның әрекеті – аурудың таралуы да құралдардың дезинфекцияланбауына, дұрыс агрономиялық әдістердің қолданылмауына байланысты өседі. Мәселен, аурумен зақымданған бұтақтарды кесу немесе жою, дезинфекцияланбаған құралдармен жұмыс жасау инфекцияның таралуын күшейтеді [12].

Жабайы алма ағаштары Қазақстан Республикасының ерекше қорғалатын табиғи аймақтарында (ЕҚТА) орналасқандықтан бактериялық күйікті дер кезінде анықтау өте маңызды. Тағыда бір мәселе – қорықшылар бұл ауру туралы хабардар болмағандықтан және оның белгілерін тани алмағандықтан олар бактериялық күйік белгілерін байқай алмайды. Өйткені, жабайы алманың таралу аймақтары кең және олардың кейбіреулері іс жүзінде тексерілмейді. Сондықтан ағаштардың гүлдеу кезеңінен бастап, жеміс беру кезеңіне дейінгі аралықта үздіксіз ғылыми зерттеу жұмыстарын жүргізу керек. Профилактикалық шараларды күшейтіп, қорықшылар мен фермерлер арасында ақпараттық науқандар ұйымдастыру қажет. Бактериялық күйіктің қоздырғышы жаңбыр, жел және жәндіктер арқылы таралуға бейім болғандықтан мәдени алма бау-бақшаларын да бұл ауруға үздіксіз тексеріп тұру қажет. Көшеттік және екпелік материалдарды қатаң бақылауда ұстап, бактериялық күйіктің ошағы табылған елдерден көшеттерді енгізбеу және сау көшеттерді пайдалану арқылы бұл аурудың Қазақстанда таралуын тежеуге болады.

Сондықтан бұл зерттеудің мақсаты Қазақстанның жабайы алма ормандарында *E. amylovora* қоздырғышының бар-жоғын анықтау болып табылады.

Зерттеу материалдары мен әдістері

Зерттеу нысаны ретінде Қазақстан Республикасының ЕҚТА аумағында орналасқан Іле-Алатау мемлекеттік ұлттық паркі, Жоңғар-Алатау мемлекеттік ұлттық паркі, Тарбағатай мемлекеттік ұлттық паркі және Ақсу-Жабағылы табиғи қорығында өсетін жабайы *M. sieversii* ағаштары алынды.

Жабайы алма орманының төрт бұрышынан екі диагональ бойынша жеке ағаштарда бактериялық күйікке сезімталдығын анықтау үшін фитопатологиялық бағалаулар жүргізілді. Ағаштардың тәждері, діндері, бұтақтары мен гүлдері

бактериялық күйікке сәйкес келетін белгілерге мұқият қаралды. Әрбір алма орманында олардың өсу аймағына байланысты кем дегенде 10-20 ағаш зерттелді. Аурудың таралуы және оның даму дәрежесі төменде көрсетілген арнайы формула бойынша анықталды.

Сезімталдық 6 балдық шкала бойынша өлшенді, оны біз бактериялық күйіктің ерекшеліктерін ескере отырып модификацияладық: 0 – сау ағаш; 0,1 – аурудың әрең байқалатын белгілері; 1 – аурудың көрінуінің бастапқы кезеңі (жекелеген гүлдердің қурап, қараюы, өркендер мен жапырақтардың бұралуы мен қызаруы); 2 – гүлдердің, өркендердің және жапырақтардың 10%-дан астамы зардап шегуі; 3 – бұтақтардың, діндердің, жемістердің қабығының зақымдануы (зардап шеккен жерлерде бактериялық экссудат бөлінеді); 4 – тәждің 75%-дан астамы күйіп кетуі, ағаштар өрттен кейінгі қалыпта болады; 5 – ағаш аурудан өлді.

Аурудың таралу пайызы (кездесу жиілігі) келесі теңдеумен есептелді:

$$P = \frac{H+100}{N} \quad (1)$$

мұндағы P (%) – аурудың таралуы немесе жиілігі, H – жұқтырылған ағаштардың саны, N – зерттелген ағаштардың саны.

Аурудың даму дәрежесі келесі теңдеу бойынша есептелді:

$$R = \frac{\sum(a+b) \cdot 100}{NK} \quad (2)$$

мұндағы R (%) – аурудың даму дәрежесі, \sum – a мен b көбейтіндісі, a – ауру бойынша зақымдануы бар ағаштар саны, b – берілген симптомға сәйкес зақымдану көрсеткіші, N – ағаштардың жалпы саны, K – зақымдану шкаласы бойынша ең жоғары балл.

Алма ағаштардан үлгілер (гүлдер, өркендер, жемістер және сабақ сегменттері) алынып, Anonymus (2022) әдісіне сәйкес өңделді. Барлық симптомсыз үлгілерден егу және серологиялық/молекулалық сынақтар алдында Кинг сұйық ортасында байытылды. Байытылған дақылдар сол халықаралық нұсқауларға сәйкес [13] Кингтің қатты ортасына және Леван ортасына егілді. Серологиялық зерттеулер өндірушінің нұсқауларына сәйкес Ea AgriStrip (Bioreba, Швейцария) көмегімен жүргізілді. Нуклеин қышқылдары өндірушінің нұсқауларына сәйкес EasyPure Bacteria Genomic DNA Kit (TransGen Biotech, Қытай) көмегімен бөлінді. Молекулалық зерттеулер стандартты полимеразды тізбекті реак-

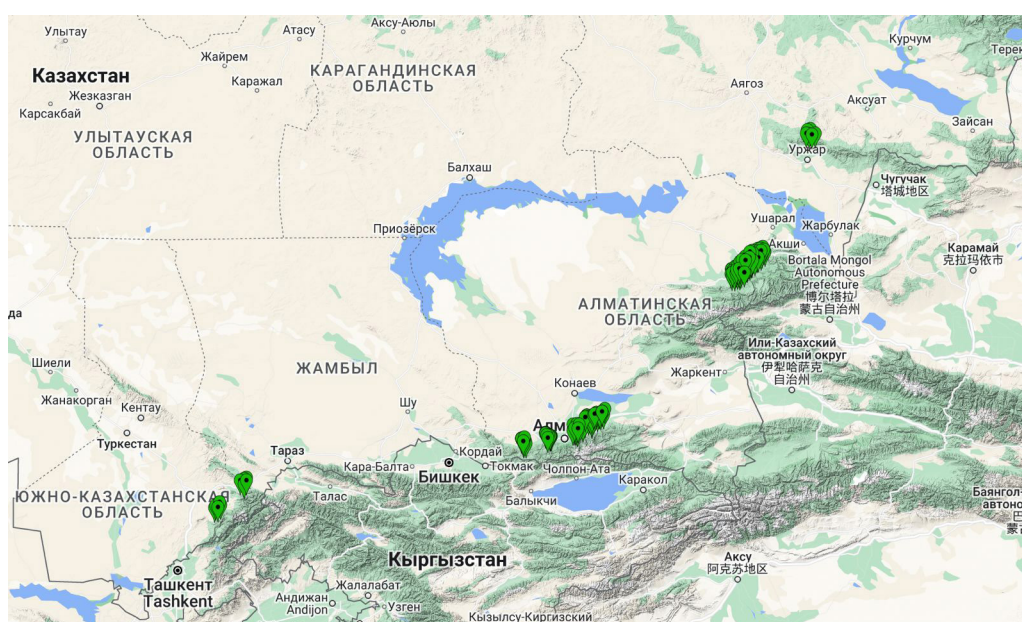
циясы (ПТР) үшін Stöger et al. [13] хаттамалары бойынша және нақты уақыттағы ПТР үшін Pirс et al. әдісі бойынша [14] және ұсынған хаттамаға [15, 16] сәйкес жасалды және QuantStudio 5 (Applied Biosystems, АҚШ), Bio-Rad (Bio-Rad, АҚШ) және Eppendorf Mastercycler X50s (Eppendorf, Германия) термоциклерлерінде жүргізілді. Дәстүрлі ПТР өнімдері трис-ацетат буферіндегі 1% агарозды геледе талданды.

Зерттеу нәтижелері және талқылау

Алма ормандары, ағашқұрамдар және жеке-леген ағаштар 2019, 2020, 2021 және 2022 жыл-

дары Қазақстанда олардың таралу ауқымының негізгі төрт кластерінде: Іле-Алатау мемлекеттік ұлттық паркінде, Жоңғар-Алатау мемлекеттік ұлттық паркінде, Тарбағатай мемлекеттік ұлттық паркінде және Ақсу-Жабағылы табиғи қорығында визуалды байқау жолымен зерттелді. Үлгілерді іріктеу орындарының орналасуы картада көрсетілген (1-сурет).

Визуалды түрде тексергенде жабайы алма ағаштарында бактериялық күйік белгілері табылмады (2-сурет). Яғни жеміс ағаштарында гүл шоғырының солып қалуы және өлуі, жапырақтары мен сабақтарының кебуі мен бұйралануы байқалмады.



1-сурет – 2019-2022 жж. фитопатологиялық зерттеу және үлгілерді жинау учаскелерінің географиялық орналасуы



2-сурет – Жоңғар-Алатау мемлекеттік ұлттық паркіндегі зерттелген Сиверс алма ағашы (*Malus sieversii*)

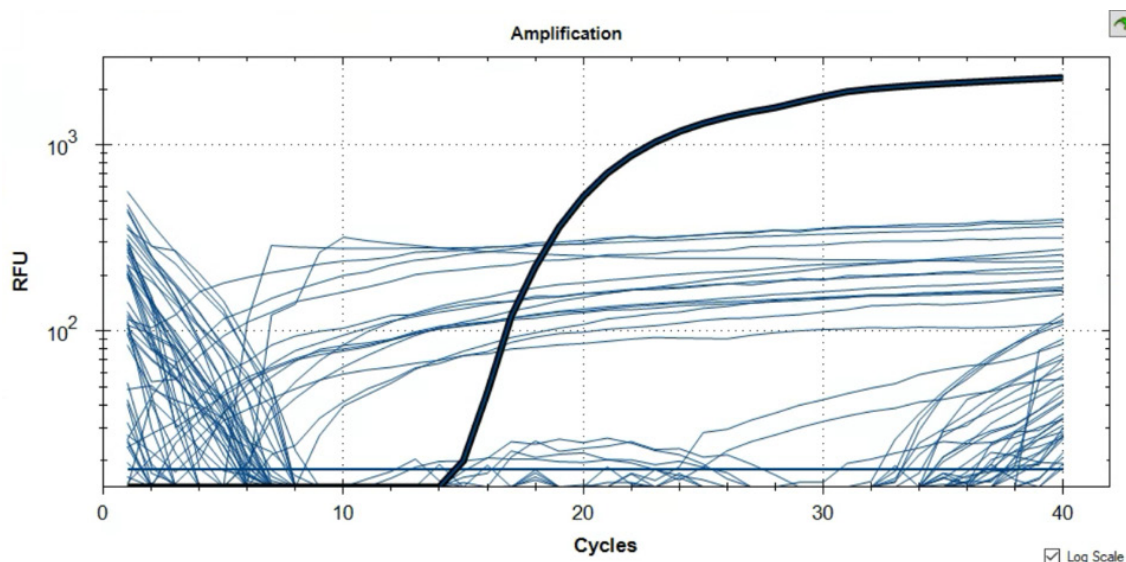
Фитопатологиялық бағалау және үлгілерді жинау орындарының саны, сондай-ақ визуалды бақылаулардың нәтижелері төмендегі 1-ші кестеде келтірілген.

2019 жылы 92 симптомсыз үлгі, 2020 жылы 55 үлгі, 2021 жылы 18 үлгі, 2022 жылы 14 үлгі таңдалды. Жиналған үлгілер бірден дала жағдайында бактериалдық күйікті анықтайтын Bioerba AgriStrip жиынтығымен сыналды. Нәтижесінде барлық үлгілер теріс болып шықты. Бұл алынған мәліметтерді толығымен растау үшін

кейінгі зерттеулер зертханалық жағдайда жүргізілді. Ол үшін симптомсыз үлгілер халықаралық нұсқаулар мен дақылдарға сәйкес Кингтің сұйық ортасында байытылды және pEA29 [13] плазмидасында орналасқан тізбектерге бағытталған стандартты ПТР арқылы да, геномның хромосомалық бөлігіне бағытталған нақты уақыттағы ПТР арқылы да зерттелді [14]. Екі ПТР талдауының нәтижелері бір-бірімен сәйкес келді. Алынған нәтижелердің мысалдары 3-суретте келтірілген.

1-кесте – Жабайы алма ағашының ормандарын, ағашкүрамдарын және жеке ағаштарын фитопатологиялық бағалау.

Ерекше қорғалатын табиғи аумақ	Фитопатологиялық бағалау/сынама алу үшін учаскелер саны	Жыл	Ауру индексі (%)	
			P	R
Іле-Алатау мемлекеттік ұлттық парк	5	2019	0	0
Ақсу-Жабағылы табиғи қорығы	4	2019	0	0
Жоңғар-Алатау мемлекеттік ұлттық парк	10	2019	0	0
Іле-Алатау мемлекеттік ұлттық парк	6	2020	0	0
Ақсу-Жабағылы табиғи қорығы	4	2020	0	0
Жоңғар-Алатау мемлекеттік ұлттық парк	8	2020	0	0
Іле-Алатау мемлекеттік ұлттық парк	4	2021	0	0
Жоңғар-Алатау мемлекеттік ұлттық парк	3	2021	0	0
Жоңғар-Алатау мемлекеттік ұлттық парк	4	2022	0	0
Тарбағатай мемлекеттік ұлттық парк	2	2022	0	0
Сайрам-угамс мемлекеттік ұлттық парк	2	2022	0	0



3-сурет – Нақты уақыттағы ПТР нәтижелерінің мысалы. Қалың сызық оң бақылау қисығын көрсетеді (бақылау ретінде стандартты *Erwinia amylovora* CFBP1430 штамы пайдаланылды)

Келесі кезеңде, *E.amylovora* тән белгілері бар колонияларды іздеу үшін байытылған сұйық культураларды қатты қоректік ортаға (Кинг және Леван қатты қорек ортасы) егілді. Қатты ортадан алынған бірде-бір колония бұл патогенге жатпады.

Осылайша, жабайы алма ормандарынан жиналған үлгілерде *E. amylovora* патогені жоқтығы әртүрлі әдістермен дәлелденді – визуалды тексеру, бактериологиялық талдау, AgriStrip сынақтары және стандартты ПТР мен нақты уақыттағы ПТР (real time PCR) молекулалық талдауы.

Әрине, Қазақстанның төрт аймағынан *M.sieversii* жабайы алма ормандарынан алынған үлгілері бактериалдық күйіктен таза болғаны қуантарлық жағдай, алайда бұл патоген жаңбыр, жел және жәндіктер арқылы таралуға бейім болғандықтан жыл сайын мониторингтік зерттеулер қажет етеді. Себебі бұл ауру Қазақстанда бар және оны бақылау мен алдын алудың тиімді шаралары ауылшаруашылық жерлерінде де (мысалы, коммерциялық бақтарда, жеке шаруашылықтарда), сондай-ақ ЕҚТА-ға жақын және оның ішіндегі жерлерде қабылдануы керек.

Осы зерттеу негізінде бактериялық күйіктің жабайы алма ормандарына енуіне жол бермеу үшін бірқатар ұсыныстар әзірленіп, тиісті органдарға жіберіледі. Бұл ұсыныстарға жабайы алма ормандарын, ағаш алқаптарын және жеке ағаштарды бактериялық күйік белгілеріне үнемі бақылау, сондай-ақ қорықшылардың, фитосанитарлық қызмет инспекторларының және жергілікті тұрғындардың 10 шақырымдық буферлік аймағындағы жерді бақылау кіреді. Ол үшін осы зерттеу аясында ЕҚТА қорықшылары мен жергілікті тұрғындарға бағытталған ақпараттық науқан басталды. Бұл іс-шараларда бактериялық күйік белгілерін сипаттайтын материалдар жиынтығы және осы белгілер анықталған жағдайда жасалуы керек әрекеттер туралы ақпарат таратылды.

Қорытынды

Erwinia amylovora – бүкіл әлем бойынша *Rosaceae* тұқымдасының өсімдіктеріне қауіп төндіретін бактериялық күйік, алма дақылдарының жойқын ауруы. Қазақстанның *Malus sieversii* жабайы алма ормандарында бактериялық күйіктің таралуы ауыл шаруашылық өнімдерінің сапасына және тұрмысы мен экономикалық жағдайына теріс әсер етеді. Сол үшін Қазақстан Республикасының ЕҚТА аумағында орналасқан Іле-Алатау мемлекеттік ұлттық пар-

кі, Жоңғар-Алатау мемлекеттік ұлттық паркі, Тарбағатай мемлекеттік ұлттық паркі және Ақсу-Жабағылы табиғи қорығында өсетін жабайы *M. sieversii* ағаштарына 2019 жылы 92 симптомсыз үлгі, 2020 жылы 55 үлгі, 2021 жылы 18 үлгі, 2022 жылы 14 үлгі таңдалды. Бұл үлгілерге бактериологиялық талдау, AgriStrip сынақтары және стандартты ПТР мен нақты уақыттағы ПТР (real time PCR) молекулалық талдау әдістері арқылы бактериалдық күйікке тексеріліп, осылайша, үлгілерде *E. amylovora* патогені жоқтығы әртүрлі әдістермен дәлелденді.

Осыған байланысты *M. sieversii* жабайы алма ағашының өсетін жерлерінде бактериялық күйікті анықтау және оның таралып кетпей, алдын алу үшін көптеген шаралар қарастырылды. Осылайша, мынадай ұсыныстар жасалды:

1. Қазақстан Республикасының ерекше қорғалатын табиғи аймақтарында (ЕҚТА) өсетін жабайы алма қорықтарының қызметкерлерінің бактериялық күйік (белгілері, аурудың даму ерекшеліктері, диагностика әдістері, күресу шаралары) туралы хабардар болуын қамтамасыз ету;

2. Бактериялық күйікті симптомдар анықталған жағдайда (карантиндік қызметтер, зертханалық растауға және одан әрі зерттеуге арналған ғылыми мекемелер, халықаралық маңызы бар ЕҚТА-ға жауапты мекемелер) байланыстар тізімін жасау және оны тиісті ЕҚТА-ға тарату;

3. ЕҚТА қызметкерлерінің күшімен *M.sieversii* алма ағаштарына, сондай-ақ ерекше қорғалатын табиғи аумақтарда өсетін басқа да *Rosaceae* тұқымдастарына тұрақты визуалды мониторинг жүргізу;

4. *M. sieversii* алма ағашының өсу аймақтарына жыл сайын мамандандырылған топтармен мониторинг жүргізіп, одан әрі симптомдары бар және жоқ үлгілерде бактериялық күйік қоздырғышының болуын/болмауын зертханалық анықтау;

5. Алма ағаштарда бактериялық күйіктің бар не жоғын бірден зертханадан тыс анықтау үшін AgriStrip (иммунохроматографиялық әдіс) экспресс-талдау әдісіне ЕҚТА қызметкерлерін үйрету;

6. Импорттық отырғызу материалын сатып алу кезінде көшеттердің сау болуына ерекше мән беріп және карантиндік қызметтердің байланыс тізімін қамтамасыз ете отырып, жабайы алма ағашының өсу аймақтарына жақын жерде бактериялық күйікке сезімтал дақылдарды (алма, алмұрт, долана, айва) өсіретін халық арасында бактериялық күйік туралы ақпарат беріп, түсіндіру жұмыстарын жүргізу;

7. Жабайы алма ағашының өсетін аймақтарына жақын шағын шаруашылықтар мен жеке аулаларға қосымша мониторинг жүргізу (ЕҚТА шекарасынан шамамен 5-7 км).

Қаржыландыру көздері

Ғылыми жұмыстар Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігі Ғылым комитетінің қаржылық қолдауымен «Ауыл

шаруашылығы дақылдарының өнімділігін арттыру мақсатында фитопатогендерге қарсы күрестің биотехнологиялық тәсілдерін әзірлеу» BR21881942 ҰТП гранты аясында және Швейцария Ұлттық ғылыми қорының (Swiss National Science Foundation) «Preservation of Central Asian fruit tree forest ecosystems, pome fruit varieties and germplasm from the recent epidemics caused by the invasive bacterial pathogen *Erwinia amylovora*» IZ08Z0_177515/1 жобасы бойынша жасалды.

Әдебиеттер

1. Cornille, A., P. Gladieux, M. J. M. Smulders, I. Roldán-Ruiz, F. Laurens, B. Le Cam, A. Nersesyan, et al. "New Insight into the History of Domesticated Apple: Secondary Contribution of the European Wild Apple to the Genome of Cultivated Varieties." 2012. PLoS Genetics 8 (5): e1002703. doi:10.1371/journal.pgen.1002703.
2. Harris, S. A., J. P. Robinson, and B. E. Juniper. "Genetic Clues to the Origin of the Apple." 2002. Trends in Genetics 18 (8): 426–430. doi:10.1016/S0168-9525(02)02689-6.
3. Riccardo V., Zharkikh A., Affourtit J. The genome of the domesticated apple (*Malus x domestica* Borkh.) // Nature Genetics – 2020.-Vol.42.-P. 839-841. doi:10.1038/ng.654.
4. Абдуллаев А., Абдурахимов А., Режапова М. Изучение генетического разнообразия и устойчивости плодовых культур к основному патогену при помощи ДНК маркеров. //Евразийский журнал прикладной биотехнологии: 3-21. -2021.
5. Сағитов А.О., Мұсынов Қ.М., Ағыбаев А.Ж., Сулейменова З.Ш., Бекенова Ш.Ш. Өсімдік карантині, 2018. -260б.
6. Stead D.E., Parkinson N., Aspin A., Heeney J., Crump S. and Vicente J.G. First occurrence of *Xanthomonas campestris* pv. *raphani* on wallflower (*Erysimum cheiri*) in the United Kingdom. New Disease reports, -2016, p. 14-34.
7. Gaganidze, D., T. Sadunishvili, M. Aznarashvili, E. Abashidze, M. Gurielidze, S. Carnal, F. Rezzonico, and M. Zubadashvili. "Fire Blight Distribution in Georgia and Characterization of Selected *Erwinia Amylovora* Isolates." 2021. Journal of Plant Pathology 103: 121–129. doi:10.1007/s42161-020-00700-5.
8. Kurz, M., S. Carnal, M. Dafny-Yelin, O. Mairesse, R. A. Gottsberger, M. Ivanović, M. Grahovac, et al. "Tracking the Dissemination of *Erwinia Amylovora* in the Eurasian Continent Using a PCR Targeted on the Duplication of a Single CRISPR Spacer." Phytopathology Research 3 (1). 2021. doi:10.1186/s42483-021-00096-9.
9. Дренова Н.В., Исин М.М., Джаймурзина А.А., Жармухамедова Г.А., Айтқұлов А.К. //Бактериальный ожог плодовых культур в республике Казахстан. Журнал Карантин растений. Наука и практика. -1/3/2013. – С. 39-43.
10. Кайрова Г.Н., Дәулет Н., Өрқара Ш.Д., Сапахова З.Б., Абсатарова Д.А. "Развитие бактериального ожога на различных сортах яблони в условиях юга и юга-востока Казахстана." Сельскохозяйственные науки. – Том 3 №3(68). 2022. doi:10.52578/2305-9397-2022-3-3-158-168.
11. Djaimurzina A., Umiralieva Z., Zharmukhamedova G., Born Y., Bühlmann A. and Rezzonico F. Detection of the causative agent of fire blight – *erwinia amylovora* (burrill) winslow et al. – in the southeast of Kazakhstan. //ISHS Acta Horticulturae 1056: XIII International Workshop on Fire Blight: 129-132. -2014. doi: 10.17660/ActaHortic.2014.1056.18.
12. Lozowicka B., Kaczynski P., Mojsak P., Rusilowska J., Beknazarova Z., Ilyasova G., Absatarov D. Systemic and non-systemic pesticides in apples from Kazakhstan and their impact on human health.// Journal of Food Composition and Analysis 90(1):103494. April 2020. doi:10.1016/j.jfca.2020.103494.
13. Stöger, A., J. Schaffer, and W. Ruppitsch. "A Rapid and Sensitive Method for Direct Detection of *Erwinia Amylovora* in Symptomatic and Asymptomatic Plant Tissues by Polymerase Chain Reaction." Journal of Phytopathology 154 (7–8): 469–473. 2006. doi:10.1111/j.1439-0434.2006.01130.x.
14. Pirc, M., M. Ravnikar, J. Tomlinson, and T. Dreo. "Improved Fireblight Diagnostics Using Quantitative real-time PCR Detection of *Erwinia Amylovora* Chromosomal DNA." Plant Pathology 58 (5): 2009. 872–881. doi:10.1111/j.1365-3059.2009.02083.x.
15. Bulletin EPPO 52 "PM 7/20 (3) *Erwinia Amylovora*." 2022. 198–224. doi:10.1111/epp.12826.
16. ДП13: *Erwinia amylovora* //МСФМ 27 Диагностические протоколы для регулируемых вредных организмов. -2018.-С.32.

References

1. Abdullaev A., Abdurakhimov A., Rezhapova M. Study of genetic diversity and resistance of fruit crops to major pathogens using DNA markers. // Eurasian Journal of Applied Biotechnology: 3-21. -2021.
2. Bulletin EPPO 52 "PM 7/20 (3) *Erwinia Amylovora*." 2022. 198–224. doi:10.1111/epp.12826.
3. Cornille, A., P. Gladieux, M. J. M. Smulders, I. Roldán-Ruiz, F. Laurens, B. Le Cam, A. Nersesyan, et al. "New Insight into the History of Domesticated Apple: Secondary Contribution of the European Wild Apple to the Genome of Cultivated Varieties." 2012. PLoS Genetics 8 (5): e1002703. doi:10.1371/journal.pgen.1002703.

4. Djaimurzina A., Umiralieva Z., Zharmukhamedova G., Born Y., Bühlmann A. and Rezonnic F. Detection of the causative agent of fire blight – *erwinia amylovora* (burrill) winslow et al. – in the southeast of Kazakhstan. //ISHS Acta Horticulturae 1056: XIII International Workshop on Fire Blight: 129-132. -2014. doi: 10.17660/ActaHortic.2014.1056.18.
5. DP13: *Erwinia amylovora* //ISPM 27 Diagnostic protocols for regulated pests. – 2018.-P.32.
6. Drenova N.V., Isin M.M., Dzhamurzina A.A., Zharmukhamedova G.A., Aitkulov A.K. //Bacterial burn of fruit crops in the Republic of Kazakhstan. Journal of Plant Quarantine. Science and practice. -1/3/2013. – pp. 39-43.
7. Gaganidze, D., T. Sadunishvili, M. Aznarashvili, E. Abashidze, M. Gurielidze, S. Carnal, F. Rezzonico, and M. Zubadashvili. “Fire Blight Distribution in Georgia and Characterization of Selected *Erwinia Amylovora* Isolates.” 2021. Journal of Plant Pathology 103: 121–129. doi:10.1007/s42161-020-00700-5.
8. Harris, S. A., J. P. Robinson, and B. E. Juniper. “Genetic Clues to the Origin of the Apple.” 2002.Trends in Genetics 18 (8): 426–430. doi:10.1016/S0168-9525(02)02689-6.
9. Kairova G.N., Dauleta N., Orkara Sh.D., Sapakhova Z.B., Absatarova D.A. “Development of bacterial blight on various apple varieties in the conditions of the south and south-east of Kazakhstan.” Agricultural sciences. – Vol. 3 No. 3 (68). 2022. doi:10.52578/2305-9397-2022-3-3-158-168.
10. Kurz, M., S. Carnal, M. Dafny-Yelin, O. Mairesse, R. A. Gottsberger, M. Ivanović, M. Grahovac, et al. “Tracking the Dis-semination of *Erwinia Amylovora* in the Eurasian Continent Using a PCR Targeted on the Duplication of a Single CRISPR Spacer.” Phytopathology Research 3 (1). 2021. doi:10.1186/s42483-021-00096-9.
11. Lozowicka B., Kaczynski P., Mojsak P., Rusilowska J., Beknazarova Z., Ilyasova G., Absatarov D. Systemic and non-systemic pesticides in apples from Kazakhstan and their impact on human health.// Journal of Food Composition and Analysis 90(1):103494. April 2020. doi:10.1016/j.jfca.2020.103494.
12. Pirc, M., M. Ravnikar, J. Tomlinson, and T. Dreo. “Improved Fireblight Diagnostics Using Quantitative real-time PCR De-tection of *Erwinia Amylovora* Chromosomal DNA.” Plant Pathology 58 (5): 2009. 872–881. doi:10.1111/j.1365-3059.2009.02083.x.
13. Riccardo V., Zharkikh A., Affourtit J. The genome of the domesticated apple (*Malus x domestica* Borkh.) // Nature Genet-ics – 2020.-Vol.42.-P. 839-841. doi:10.1038/ng.654.
14. Sagitov A.O., Musynov K.M., Agybaev A.Zh., Suleymenova Z.Sh., Bekenova Sh.Sh. Plant Quarantine, 2018. -260 p.
15. Stead D.E., Parkinson N., Aspin A., Heeney J., Crump S. and Vicente J.G. First occurrence of *Xanthomonas campestris* pv. *raphani* on wallflower (*Erysimum cheiri*) in the United Kingdom. New Disease reports, -2016, p. 14-34.
16. Stöger, A., J. Schaffer, and W. Ruppitsch. “A Rapid and Sensitive Method for Direct Detection of *Erwinia Amylovora* in Symptomatic and Asymptomatic Plant Tissues by Polymerase Chain Reaction.” Journal of Phytopathology 154 (7–8): 469–473. 2006. doi:10.1111/j.1439-0434.2006.01130.x.

Авторлар туралы мәлімет:

Исакова Гульнур Аюповна (корреспондентный автор) – PhD докторант, М.А. Айтхожин атындағы молекулалық биология және биохимия институтының геном зертханасының ғылыми қызметкері (Алматы, Қазақстан, g.isakova83@gmail.com).

Жармухамедова Галия Ауқеновна – биология ғылымының кандидаты, М.А. Айтхожин атындағы молекулалық биология және биохимия институты, Тетис ғылыми қоғамы (Алматы, Қазақстан, galiya16021957@gmail.com).

Жуманова Жұлдызай Кабыловна – ауылшаруашылық ғылымының кандидаты, М.А. Айтхожин атындағы молекулалық биология және биохимия институты, Тетис ғылыми қоғамы (Алматы, Қазақстан, dzhumanova.zhuldyz@mail.ru).

Найзабаева Динара Адамжанқызы – PhD докторант, М.А. Айтхожин атындағы молекулалық биология және биохимия институты, «Ұлттық биотехнология орталығы» ЖШС Алматы қаласындағы филиалы (Алматы, Қазақстан, dinara.naizabaeva@gmail.com).

Бердыгулова Жанна Амировна – PhD докторант, М.А. Айтхожин атындағы молекулалық биология және биохимия институты, «Ұлттық биотехнология орталығы» ЖШС Алматы қаласындағы филиалы (Алматы, Қазақстан, berdygu-lova@gmail.com).

Солтанбеков Саги Сайранович – PhD, Қазақ жеміс-көкөніс шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты (Алматы, Қазақстан, sagi.soltanbekov@mail.ru).

Исмагулова Гульнар Акимжановна – биология ғылымының кандидаты, М.А. Айтхожин атындағы молекулалық биология және биохимия институтының геном зертханасының меңгерушісі (Алматы, Қазақстан, i_gulnara@mail.ru).

Скиба Юрий Александрович – биология ғылымының кандидаты, М.А. Айтхожин атындағы молекулалық биология және биохимия институты, «Ұлттық биотехнология орталығы» ЖШС Алматы қаласындағы филиалы, Тетис ғылыми қоғамы (Алматы, Қазақстан, yuriy.skiba@gmail.com).

Мальцева Элина Романовна – PhD докторант, М.А. Айтхожин атындағы молекулалық биология және биохимия институты, «Ұлттық биотехнология орталығы» ЖШС Алматы қаласындағы филиалы, Тетис ғылыми қоғамы (Алматы, Қазақстан, elina_m@inbox.ru).

Information about authors:

Isakova Gulnur Ayupovna (corresponding author) – PhD candidate, researcher of the Genome Laboratory of the MA.Aitkhozhin Institute of Molecular Biology and Biochemistry (Almaty, Kazakhstan, g.isakova83@gmail.com).

Zharmukhamedova Galiya Aukenovna – MA.Aitkhozhin Institute of Molecular Biology and Biochemistry, Tethys Scientific Society (Almaty, Kazakhstan, galiya16021957@gmail.com).

Jumanova Zhulduzay Kabylovna – MA.Aitkhozhin Institute of Molecular Biology and Biochemistry, Tethys Scientific Society (Almaty, Kazakhstan, dzhumanova.zhuldyz@mail.ru).

Naizabayeva Dinara Adamzhankyzy – PhD student, MA.Aitkhozhin Institute of Molecular Biology and Biochemistry, Almaty Branch of the National Center for Biotechnology, (Almaty, Kazakhstan, dinara.naizabaeva@gmail.com).

Berdygulova Zhanna Amirovna – MA.Aitkhozhin Institute of Molecular Biology and Biochemistry, Almaty Branch of the National Center for Biotechnology, (Almaty, Kazakhstan, berdygulova@gmail.com).

Soltanbekov Sagi Sairanovich – Kazakh Fruit and Vegetable Research Institute, (Almaty, Kazakhstan, sagi.soltanbekov@mail.ru).

Ismagulova Gulnar Akimzhanovna – candidate of biological sciences, Head of the Genome Laboratory of the MA.Aitkhozhin Institute of Molecular Biology and Biochemistry (Almaty, Kazakhstan, i_gulnara@mail.ru).

Skiba Yuriy Aleksandrovich – MA.Aitkhozhin Institute of Molecular Biology and Biochemistry, Almaty Branch of National Center for Biotechnology, Tethys Scientific Society (Almaty, Kazakhstan, yuriy.skiba@gmail.com).

Maltseva Elina Romanovna – PhD candidate, MA.Aitkhozhin Institute of Molecular Biology and Biochemistry, Almaty Branch of the National Center for Biotechnology, Tethys Scientific Society (Almaty, Kazakhstan, elina_m@inbox.ru).

*Келін түсті: 15 ақпан 2024 жыл
Қабылданды: 26 қыркүйек 2024 жыл*