

**НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК КЫРГЫЗСКОЙ
РЕСПУБЛИКИ ИНСТИТУТ БИОТЕХНОЛОГИИ**

**НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК КЫРГЫЗСКОЙ
РЕСПУБЛИКИ
ИНСТИТУТ ГОРНОЙ ФИЗИОЛОГИИ И МЕДИЦИНЫ**

Диссертационный совет Д. 03.23.680

На правах рукописи
УДК 579:591.5(575.2)(043)

Сариева Гульмира Едигеевна

**ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ НА АГРО- И
БИОРАЗНООБРАЗИЕ В ИССЫК-КУЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ
КЫРГЫЗСТАНА**

Автореферат

диссертации на соискание учёной степени
доктора биологических наук по специальностям

03.01.06 – биотехнология

03.02.08 – экология

Бишкек – 2024

Диссертационная работа выполнена на кафедре естественных наук в Иссык-Кульском государственном университете им. К. Тыныстанова

Научный консультант: Жунушов Асанкадыр Темирбекович

доктор ветеринарных наук, профессор,
академик НАН КР

Официальные оппоненты: доктор биологических наук, профессор

доктор биологических наук

Ведущая организация:

Защита состоится «___» _____ 2024 г. в ___ часов на заседании диссертационного совета Д _____ в Институте биотехнологии НАН КР по адресу: 480090, г. Бишкек, пр. Чуй, 265.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Национальной академии наук Кыргызской Республики, по адресу: 720071, г. Бишкек, пр. Чуй, 265а и на сайте

Автореферат разослан « ___ » _____ 2024 г.

Учёный секретарь диссертационного совета
кандидат биологических наук

А.А. Казыбекова

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. Пандемия вируса SARS-COV-19 в 2020 г. привлекла особое внимание ученых к глобальной проблеме взаимосвязи уровня биоразнообразия с усилением эпидемий и эпизоотий. Взаимодействие здоровья людей, животных, растений и окружающей среды составляет основу концепции «Единое Здоровье», которая привлекает все большее внимание экологов, биологов, ветеринаров, эпидемиологов как междисциплинарное учение о связи между здоровьем человека и благополучием экосистем Земли. Согласно теории «эффекта разбавления», утрата биоразнообразия на уровне пары паразит - хозяин способствует обострению инфекционных болезней, что подтверждается недавней пандемией коронавируса, которая началась как эпизоотия среди летучих мышей [S. Morand, 2020], а также другими болезнями животных, человека и растений [R. F. Hechinger et al., 2005; P. T. Johnson et al., 2015].

Огромное разнообразие живых организмов, исторически сложившееся в высокогорных экосистемах Внутреннего Тянь-Шаня Кыргызстана, является важнейшим природным ресурсом, который обеспечивает непрерывность жизни во всей Центральной Азии [Э. Дж. Шукуров, 2007]. При этом наиболее сильное влияние на уменьшение биоразнообразия в Кыргызстане оказывает хозяйственная деятельность человека - исторически традиционное для кочевого народа кыргызов животноводство, растениеводство, плодоводство, горнодобывающая промышленность, получившие интенсивное развитие в XX в., и туризм, начавшийся активно развиваться в последние двадцать лет.

На высокогорной пастбищах Кыргызстана – сыртах расположены природные очаги особо опасной болезни – чумы, основными носителями которых являются серый и красный сурки (*Marmota baibacina*, *M. caudata*) и мелкие мышевидные грызуны [Д. И. Бибиков, 1973]. Множественные эпизоотии чумы среди носителей- животных наблюдались здесь неоднократно, а с начала XX в. были зарегистрированы эпидемические вспышки среди местного населения [О. Н. Гаврилова, 2017]. Усилия государства по контролю над эпидемиологической ситуацией были направлены на уменьшение численности основного носителя чумного патогена – серого сурка в его естественных местообитаниях – высокогорных альпийских и субальпийских лугах, сыртах, а также на уничтожение их эктопаразитов – блох, клещей и вшей, активных переносчиков патогена в природном очаге. Масштабные противоэпидемические мероприятия, проведенные в Иссык-Кульской области, начиная с 1950-х гг., привели к затуханию активности Верхненарынского (ВН) и Сары-Джазского (СД) очагов в период 1982-2012 гг. [Э. Ш. Ибрагимов, 2015].

Однако, начиная с 2012 г., на данной территории снова регистрируются ежегодные эпизоотии, и, в дополнение, был зарегистрирован один случай заражения человека [Г. А. Ерошенко и соавт., 2020].

Кроме уникального биоразнообразия горных экосистем Иссык-Кульская область Кыргызстана имеет исторически сложившееся большое разнообразие сельскохозяйственных плодовых культур [И. В. Солдатов, 2012]. Особенно широко представлены здесь яблоня, груша и абрикос, многие сорта которых, выведенные в Кыргызстане и успешно акклиматизированные в местных почвенно-климатических условиях, составляют важнейший генетический ресурс - «Золотой фонд» уникальных генов, отвечающих за устойчивость к неблагоприятным факторам, многим возбудителям болезней, уникальный вкус. Сохранение такого генофонда является основным фактором продовольственной безопасности в регионе. Высокогорье Северного Кыргызстана богато и дикими ягодными культурами, из которых наиболее распространены облепиха, шиповник, калина, барбарис, дикая смородина, рябина и др. Однако в условиях рыночной экономики и глобализации возникает угроза уменьшения площадей произрастания диких ягодных кустарников, замены местных традиционных для населения сортов плодовых культур на привозные коммерческие, и поражение фруктовых садов от различных фитопатогенов.

Связь темы диссертации с научными программами (проектами) и основными научно-исследовательскими работами. Диссертационная работа выполнена в Иссык-Кульском государственном университете им. К. Тыныстанова в рамках следующих государственных и международных проектов: «Прогнозирование уязвимости населения Ак-Суйского района Иссык-Кульской области от чумы на 2050 г.» МОН КР №34 (2024); «Разработка и тестирование биопрепарата для лечения бактериального ожога плодовых культур Кыргызстана» МОН КР №68 (2021-2023); Евразийская стипендия фонда Германской службы академического обмена (DAAD, 57695565) «Молекулярно-генетическая идентификация штаммов бактериальных возбудителей болезней плодовых культур в Иссык-Кульской области Кыргызстана» (июль-август 2023); Международное агентство по атомной энергии (ИАЕА) RER5024 «Усиление продуктивности и устойчивости основных пищевых культур в Европе и Центральной Азии к изменению климата» (2020-2024); Международный Научно-технический Центр (МНТЦ) #КР-1784 «Изучение эпидемиологии и эпизоотологии чумы в целях биобезопасности населения Иссык-Кульской области Кыргызстана» (2010-2013); #КР-2111 «Молекулярно-генетический мониторинг и паспортизация трансграничного СД очага чумы с помощью ГИС-технологий в Кыргызстане и Казахстане» (2014-2018); Исследовательская программа для Центральной Азии и Афганистана Института исследования горных сообществ Университета Центральной Азии (CAARF) «Изучение разнообразия плодовых, ягодных, ореховых культур и их диких сородичей в Иссык-Кульской и Нарынской областях Кыргызстана» (2014-2016).

Цель исследования. Оценить влияние длительной антропогенной деятельности на животное биоразнообразие высокогорных экосистем и агроразнообразие плодовых и ягодных культур в Иссык-Кульской области Кыргызстана.

Задачи исследования:

1. Оценить влияние многолетней деятельности человека на численность и видовой состав травоядных животных и их эктопаразитов на территориях природных очагов чумы, расположенных в высокогорных зонах Иссык-Кульской области.

2. Идентифицировать штаммы *Yersinia pestis*, выделенные в Иссык-Кульской области, молекулярно-генетическим и классическим методами и провести филогенетический анализ родства с известными в мире штаммами.

3. Провести математический анализ и прогноз эпидемиологического риска, эпидемиологической опасности и уязвимости населения, проживающего на территории Сары-Джазского (СД) природного очага чумы в Иссык-Кульской области на период 2016-2050 гг.

4. Выявить уровень сортового разнообразия плодовых и диких ягодных культур в Иссык-Кульской области. Определить факторы, обеспечивающие утрату местного разнообразия целевых плодовых культур.

5. Исследовать разнообразие видов бактерий семейства *Enterobacteriaceae*, распространенных в Северном Кыргызстане, провести их идентификацию молекулярно-генетическим и классическим методами.

6. Изучить влияние органно-минерального препарата «Живая вода» на рост, продуктивность и устойчивость к инфекционным болезням тестовых сельскохозяйственных культур.

7. Разработать практические рекомендации для хозяйствующих субъектов Иссык-Кульской области Кыргызстана по устойчивому использованию биоразнообразия естественных и искусственных экосистем.

Научная новизна работы. Полученные в ходе исследования результаты по анализу длительного антропогенного воздействия (в течение 56 лет) на динамику популяционных изменений грызунов и их эктопаразитов в высокогорных экосистемах Иссык-Кульской области являются уникальными. Впервые в Кыргызстане были проанализированы видовая композиция мелких мышевидных грызунов, половой состав и репродуктивный статус популяций серого сурка в течение 56 лет наблюдений, обнаружены последствия антропогенной деятельности на численность и видовой состав травоядных обитателей естественных экосистем, установлена филогенетическая принадлежность циркулирующих в Иссык-Кульской области в популяциях сурков и мышевидных грызунов штаммов *Y. pestis*. Установлено, что уникальное сортовое разнообразие плодовых, ягодных культур и их диких сородичей ИК области Кыргызстана сокращается за счет ввоза коммерческих

сортов и распространения инфекционных болезней. Для сохранения сортового и видового разнообразия может быть использован органоминеральный препарат «Живая вода», приготовленный из золы каменного угля Нарынского месторождения, который снижает поражаемость плодовых культур инфекционными болезнями, повышает рост и урожайность тестовых зерновых культур.

По специальности 03.01.06 – биотехнология:

1. Циркулирующие на территории СД природного очага штаммы возбудители чумы *Y. pestis* филогенетически принадлежат к самому древнему и наиболее вирулентному биовару *Antiqua*.

2. Поражение плодовых культур вызывается не только возбудителем бактериального ожога *Erwinia amylovora*, но и близкородственными представителями рода *Pantoea*, *Leclercia* (семейство *Enterobacteriaceae*), которые являются патогенами плодовых и овощных культур.

3. В филлосфере плодовых культур обнаружены также эпифитные формы рода *Pantoea*, *Leclercia* (семейство *Enterobacteriaceae*), которые могут быть антагонистами их родственных видов – патогенов.

4. Органно-минеральный препарат «Живая вода» снижает поражаемость плодовых культур инфекционными болезнями, повышает рост и урожайность тестовых культур.

По специальности 03.02.08 – экология:

1. В высокогорных природных очагах чумы, Сары-Джазском и Верхненарынском, 2 вида мелких мышевидных грызунов (*Apodemus uralensis*, *Alticola argentatus*) замещаются другим полизональным видом (*Microtus gregalis*), что привело к распространению эктопаразитов с широким спектром хозяев (блохи *Amphipsylla primary*, *Neopsylla mana*) на фоне уменьшения узкоспецифических блох сурков (*Oropsylla silantiewi*) и создало условия для сохранения и циркуляции чумного патогена в его естественной среде обитания, несмотря на агрессивное давление человека.

2. Многолетняя архивная информация о выделенных штаммах возбудителя чумы, природе их носителей, деталей локализации на территории Сары-Джазского очага оцифрована в виде электронной базы данных и ГИС-карт, которые впервые в Кыргызстане были использованы для математического прогнозирования эпидемиологической уязвимости населения Иссык-Кульской области на период до 2050 г.

3. При сохраняющихся тенденциях роста населения Ак-Суйского района Иссык-Кульской области, увеличения поголовья лошадей, КРС, МРС, деградации пастбищ, развития туризма площадь высокой эпидемиологической уязвимости населения от чумы распространится на большую часть территории Сары-Джазского очага.

Практическая значимость полученных результатов.

1. Разработанные база данных и электронные карты потенциального эпидемиологического риска, эпидемиологической опасности и уязвимости населения Сары-Джазского очага чумы используются для составления кратко- и долгосрочных прогнозов, планирования ежегодных эпизоотологических обследований в очаге, организации дезинсекционных мероприятий.

2. Полученные в работе новые данные о разнообразной бактериальной природе поражения плодовых деревьев (яблонь и груш) в Иссык-Кульской области могут стать основой для дальнейшего изучения механизмов их вирулентности для растения - хозяина.

3. Созданная на основе опроса фермеров База данных о разнообразии сортов плодовых культур используется для анализа факторов, вызывающих замещение традиционных акклиматизированных к почвенно-климатическим условиям Иссык-Кульской области сортов привозными коммерческими, которые в определенной мере имеют низкую устойчивость к инфекционным болезням, стрессовым факторам (заморозки, засуха, высокая инсоляция).

4. Имеющиеся в научной литературе сведения об эпи- и эндوفитных бактериях (*P. agglomerans*, *L. adecarboxylata*) позволяет рассматривать их в качестве потенциальных кандидатов для разработки биопрепаратов нового поколения, направленных на повышение устойчивости растений к патогенным агентам, вместо повсеместного использования антибиотиков или пестицидов. Органоминеральный препарат «Живая вода» повышает продуктивность и устойчивость с-х. культур к инфекционным болезням.

Экономическая значимость полученных результатов. Использование разработанных на основе математического анализа и ГИС-карт потенциального эпидемиологического риска, эпидемиологической опасности и уязвимости населения Сары-Джазского очага чумы может снизить финансовые затраты ведомственных органов при планировании ежегодных эпизоотологических обследований в секторах с высокой уязвимостью и окружающих их, организации масштабных дезинсекционных мероприятий. Такая стратегия противоэпидемиологических и -эпизоотологических мероприятий позволяет снизить риск заражения человека в энзоотичных территориях, которые активно используются для внутреннего и международного туризма, летнего выпаса КРС, МРС, лошадей. Разработанные на основе зола каменного угля, а также местных рас эпифитных бактерий биопрепараты могут иметь низкую себестоимость и являться хорошим конкурентом привозным пестицидам и антибиотикам.

Основные положения диссертации, выносимые на защиту.

1. Несмотря на агрессивное воздействие человека в течение 60-ти лет (1950-2016), популяции серого сурка в Северном Кыргызстане сохранили хороший репродуктивный потенциал для воспроизводства, который может

быть реализован при условии ослабления антропогенного влияния. Однако хозяйственная деятельность человека привела к изменениям видового состава популяций второстепенных носителей чумы - мелких мышевидных грызунов, исчезновению 2 видов и распространению полизонального вида *Microtus gregalis*.

2. Видовые изменения в популяциях сурков и мышей привели к распространению неспецифических блох с широким спектром хозяев на фоне уменьшения узко-специфических блох сурков, что создает хорошие условия для сохранения чумного патогена в его естественной среде обитания. В отличие от блох, клещи и вши быстрее восстановили свою численность после массовой дустации 1970-80 гг.

3. Масштабные дезинсекционные и направленные на разрежение популяций сурков мероприятия, проведенные в СД и ВН очагах в период 1950-2016 гг., значительно снизили эпидемиологическую напряженность, но активность очагов сохранилась. Выделенные на территории ИК области штаммы *Y. pestis* от разных объектов относятся к самому древнему, наиболее вирулентному среди рода *Yersinia* уникальному биовару *Antiqua* (0.ANT3, 0.ANT5).

4. Активная хозяйственная деятельность человека (животноводство, туризм) и сохранение циркуляции чумного патогена в его естественной среде обитания обуславливает высокую и среднюю уязвимость населения от чумы в 12 секторах северо-западной части СД очага. К 2050 г. эпидемиологический риск может распространиться на всю центральную часть СД очага, если актуальные тенденции роста населения, увеличения поголовья КРС, МРС и лошадей, деградации летних пастбищ, развития туризма и продолжающейся циркуляции чумного патогена сохранятся.

5. В Северном Кыргызстане имеется богатейшее агроразнообразие плодовых, а также диких ягодных культур. Однако в связи с глобализацией и переходом КР на рыночную экономику уникальный генетический ресурс культиваров и их диких сородичей находится под угрозой исчезновения: более 20 сортов местных яблонь, 2 сорта груши, 4 сорта абрикоса находятся на стадии вырождения и заменяются однообразными коммерческими сортами, завезенными из других стран.

6. Местные сорта яблони могут быть использованы в селекционных работах как доноры генов высокого содержания витаминов и минеральных веществ. Дикие ягодные культуры значительно превышают культурные по содержанию витаминов и минеральных веществ в ягодах после длительного хранения.

7. Повсеместное поражение плодовых деревьев (яблонь и груш) в ИК области вызывается не одним патогеном *E. amylovora*, а несколькими близкородственными видами из семейства *Enterobacteriaceae* (*P. brenneri*, *E.*

aphidicola). Выделенные в филлосфере пораженных деревьев родственные виды (*P. agglomerans*, *L. adecarboxylata*) являются эпифитами и могут быть использованы как биологические агенты для борьбы с патогенами или улучшения плодородия почв.

8. Органоминеральный препарат «Живая вода» повышает продуктивность и устойчивость с-х. культур к инфекционным болезням благодаря высокому содержанию подвижных форм K_2O и P_2O_5 .

Личный вклад соискателя. Основная часть диссертационной работы выполнена автором самостоятельно, личный вклад составляет не менее 80%. Под непосредственным участием соискателя были организованы и проведены 9 противоэпидемических экспедиций КПЧО РЦКиООИ в СД и ВН очагах в 2010-2018 гг., создана база данных эпидемиологических и эпизоотологических явлений в СД очаге, проведен пространственный и временной анализ собранных данных, проведены расчеты потенциальной уязвимости, эпидемиологического риска и эпидемиологической опасности. Опрос фермеров Ак-Суйского и Джеты-Огузского районов, анализ содержания витаминов в плодах фруктовых и ягодных культур, сбор проб с пораженных и бессимптомных деревьев яблони и груши, выделение ДНК, амплификация и секвенирование ампликонов, обработка полученных данных с помощью программ MEGA6, BLAST выполнены соискателем лично во время выполнения национальных и международных проектов, а также персональных исследовательских стажировок по стипендиям фонда DAAD (2023 Технический университет Дармштадт, 2010 Университет Байрот), Erasmus Arcade (2013 Свободный университет Берлина), SAARF (Университет Центральной Азии, 2014-2016).

Апробация результатов исследования. Основные положения диссертации доложены и обсуждены: на Международном форуме «Современные тенденции устойчивого развития биологических наук» (КазНУ им. аль-Фараби, 2024), Международной научно-практической конференции «Приоритетные направления развития регионального экспорта продукции АПК» (Красноярск, 2023), на 3 Международной научно-практической конференции «Естественные науки: проекты, исследования и перспективы» (Украина, 2023), Международном конгрессе «Global Health» (Алматы, 2022); V Международной междисциплинарной академической конференции (Юрмала, 2022); Национальном семинаре по Современным образовательным технологиям «EduTech KG 2022» (Бишкек, 2022); Международной конференции «Региональные аспекты зеленой экономики: реальность и перспективы» (Каракол, 2022); Международном вебинаре «Covid-19 Pandemic: Impact on Health, Environment and Society» (Индия, 2020); V Международной научно-методологической конференции «Роль физиологии и биохимии в интродукции и селекции сельскохозяйственных растений» (Москва, 2019); Международной

конференции «Зоология, микробиология и медицинская паразитология» (Чикаго, 2017); 22-й Международной научной конференции «Современное состояние зоонозных болезней» (Уланбаатор, 2017); 12 Международном Симпозиуме по Иерсиниям (Тбилиси, 2016); заседаниях НТС ИГУ им. К. Тыныстановна и Института Биотехнологии НАН КР.

Полнота отражения результатов диссертации в публикациях. По материалам диссертации опубликованы 1 коллективная монография, 17 статей и 6 тезисов, в т. ч. 3 статьи в базе Web of Science, 4 статьи в системе Scopus, 4 статьи в системе цитирования РИНЦ с импакт-фактором не менее 0,1, 1 статья в журналах, рекомендованных НАК КР, 1 статья в журналах, рекомендованных ВАК РК, 1 учебное пособие на кыргызском языке, а также получено 2 свидетельства Кыргызпатента на регистрацию базы данных. Индекс Хирша соискателя равен 5 (Scopus Author ID: 57194794074).

Объём и структура диссертации. Диссертация объёмом 256 страниц состоит из введения, двух глав, включающих обзор литературы и материалы и методы исследования; 3 разделов собственных исследований; обсуждения; заключения; практических рекомендаций; списка использованных источников (255), из которых 178 на русском языке и 77 на иностранных языках, а также восьми приложений. Диссертация иллюстрирована 21 таблицей и 47 рисунками.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении представлены актуальность проведенной работы, цель и задачи исследований, научная новизна, ее экономическая и практическая значимость, основные положения защищаемой диссертации, апробация результатов исследований.

В главе 1 «Обзор литературы» представлены результаты анализа литературных данных по тематике диссертационной работы:

1.1 Характеристика животного биоразнообразия Иссык-Кульской области и основные факторы антропогенного воздействия. В данном разделе представлено климато-географическое описание СД и ВН природных очаговых территорий, богатство животного и растительного разнообразия, характеристика животных – основных и второстепенных носителей чумного возбудителя и их эктопаразитов – переносчиков чумного возбудителя, а также виды антропогенного влияния.

1.2 Характеристика агроразнообразия Иссык-Кульской области. В данном разделе подробно проанализированы состояние агроразнообразия и фитопатогенное состояние плодовых культур Ак-Суйского и Джеты-Огузского районов как основных центров пловодства ИК области.

В главе 2 «Методология и методы исследований» представлены данные, описывающие объект исследования и основные методы, использованные в ходе выполнения данной работы.

Объектами исследования являлись сурки, мелкие мышевидные грызуны и их эктопаразиты – блохи, клещи, вши; выделенные в очаговых территориях в разные годы штаммы *Yersinia pestis*; плодовые культуры – яблоня, абрикос, груша и дикие ягодные культуры – шиповник, калина, барбарис; выделенные из филлосферы яблони и груши штаммы бактерий семейства *Enterobacteriaceae*. При проведении отдельных этапов исследований использовались эталонные штаммы *Y. pestis* CO92, Pestoides F, KIM10+ и Nepal 516, полученные из Медицинского отделения Техасского университета, Техас, США.

Предмет исследования. Изменение агро- и биоразнообразия природных и искусственных экосистем ИК области в результате длительного антропогенного воздействия.

Методы исследования. При выполнении диссертационной работы были использованы следующие методы: полевые наблюдения, бактериологические, биохимические, молекулярно-генетические, ГИС-картирование, расчеты индексов эпидемиологической опасности, риска, уязвимости, математическая и статистическая обработка данных.

Полевые наблюдения. Численность и видовой состав сурков оценивали визуально в пределах исследуемых участков и планировали отловы на каждом участке (10 кв. км) в количестве, разрешенном государственными органами. После отлова животных определяли пол, массу и другие показатели. Численность мышей, полевок и хомяков оценивали путем подсчета животных, отловленных самодельными ловушками, установленными на разрезах. Эктопаразитов сурков собирали путем очесывания отловленных животных (эктопаразиты «тела») и сбора «внехозяйных» эктопаразитов из нор и гнезд грызунов. Затем эктопаразитов идентифицировали с помощью энтомологических определителей [И. Г. Иофф, 1949]. Индекс обилия (ИО) эктопаразитов является показателем зараженности хозяина и представляет собой отношение количества обнаруженных паразитов к количеству исследуемых особей.

Бактериологический анализ. Посевы тканей внутренних органов отобранных сурков (печень, легкое, селезенка, лимфатические узлы и кровь из сердца) проводили раздельно на агаре Хотингера, рН 7,2. Посевы проводили также с суспензией эктопаразитов. Инокуляционный пул состоял из 20 эктопаразитов одного вида, собранных с одного участка в течение нескольких дней и хранившихся до инокуляции в стеклянных пробирках без эфира. При наличии у животного каких-либо патологических проявлений эктопаразитов из пула сеяли индивидуально. Посевы инкубировали при температуре 36°C в

течение 6 дней. Идентификацию выделенных бактерий проводили с помощью стандартной микробиологической микроскопии мазков и пробы Покровского на *Y. pestis* с использованием псевдотуберкулезного бактериофага и бактериофага на *Y. pestis* (Л-413-С) производства Казахского научного центра карантинных и зоонозных инфекций им. Айкимбаева (КНЦКЗИ) [Б. М. Сулейменов, 2015].

Дополнительные методы диагностики включали серологическую реакцию непрямой гемагглютинации с эритроцитарно-иммуноглобулиновыми и эритроцитарно-антигенными диагностическими реагентами производства КНЦКЗИ.

Для генетического анализа использовали два типа материала: образцы полногеномной ДНК и фрагменты MLVA от 14 эталонных штаммов *Y. pestis* из коллекции Республиканского центра карантинных и особо опасных инфекций КР (РЦКиООИ). Штаммы были выделены в течение последних нескольких лет на территории СД и ВН очагов чумы. Диагностическую ПЦР ставили с помощью тест-системы «Pest-Quest» (ТОО «Мастер-Ген», Алматы, Казахстан). Для анализа Melt-МАМА использовали три набора праймеров для ПЦР, разработанных и произведенных в КНЦКЗИ, для идентификации трех локусов SNP, описанных [G. Morelli и соавт., 2010]. Филогенетический анализ проводили с использованием программы RAUP 4.0 и алгоритма UPGMA [D. N. Birdsell и соавт., 2012].

Цифровая обработка архивных данных. Имеющиеся архивные данные Каракольского противочумного отделения (КПЧО) РЦКиООИ по эпидемиологическому исследованию территории СД очага с 1947 по 2023 гг. были собраны в электронную базу данных в формате Excel «Эпидемиология и эпизоотология чумы в СД природном очаге Кыргызстана» (свидетельство государственной регистрации № 33 от 19 апреля 2017).

ГИС-картирование. Карты СД и ВН очагов чумы подготовлены с использованием ГИС MapInfo Professional 7.8. Для их построения использовались географические объекты, оцифрованные с топографических карт масштаба 1:100 000, а также Цифровая модель рельефа GDEM2. Карты построены в UTM – проекции Меркатора (WGS 84). Границы очагов нанесены по границам секторов [А. Г. Шабунин и соавт., 2017]. Основными исходными данными были получены из следующих источников: набор секторов, полностью покрывающих СД автономный очаг чумы; географические координаты и данные выделения *Y. pestis*, собранные из архива ежегодных отчетов КПЧО; данные по численности постоянно проживающего населения, полученные из Переписи населения и жилищного фонда КР 2009 г.; данные Республиканского производственного объединения радиорелейных магистралей, телевидения и радиовещания (РПО РМТР); топографические карты масштаба 1:100 000; данные цифровой модели рельефа SRTM-2, карт пастбищ Информационного

агентства «Фергана»; данные по расположению туристических зон [Т. Б. Бекбергенов и соавт., 2002].

Расчеты индексов эпидемиологической уязвимости, опасности и риска проводились по методике [А. Г. Шабунин и соавт., 2017]. Диапазон изменения каждого индекса составляет от 0% (минимум) до 100 % (максимум).

Оценка агробиоразнообразия в Иссык-Кульской области.

Опрос местных фермеров проводили по специально разработанным адаптированным опросникам с использованием метода обсуждения в фокус-группах [I. Лареса и соавт., 2012]. Для защиты традиционных знаний фермеров было подписано Предварительное Информированное Согласие, регулирующее определение доступа и распределения выгод от использования данных знаний. В Джеты-Огузском и Ак-Суйском районах Иссык-Кульской области (ИК) было опрошено 10 групп, состоящих из женщин (всего 109 женщин); 80 мужчин; фокус-групп-лидеров – 7. Всего было опрошено 217 человек.

Цифровая обработка полученных данных. Полученные в результате опроса данные были собраны в электронную базу данных «Биоразнообразие плодовых деревьев, ягодных культур и их диких сородичей в ИК области Кыргызстана» в формате Excel (свидетельство государственной регистрации № 40 от 22.02.2018).

Биохимический состав ягод и плодов (содержание витаминов А, Е, группы В, С; β -каротина, Fe) после 4 месяцев хранения проводили в Тест-лаборатории ТОО “Эксперттест”, Алматы, Казахстан. Содержание вит. А - ГОСТ Р 54635-2011, вит. Е - ГОСТ ЕН 12822-14, каротин - MVI.MH 3239-2009, вит В₁ - ГОСТ ЕН 14122-2013, В₂ - ГОСТ ЕН 14152-2013, В₃ - ГОСТ Р 50479-93, В₆ - Р 4.1.1672-2003. Р. 1, п. 2, вит. С - ГОСТ Р ЕН 14130-2010, Fe - ГОСТ 26928-86.

Бактериологический анализ бактерий – патогенов плодовых культур. Штаммы бактерий – патогенов и эпифитов выделяли из растительного материала по методу, описанному в Стандарте РМ7/20 (2)* *Erwinia amylovora* [Bulletin ОЕРР/ЕРРО, с. 23], штаммы выращивали и поддерживали на чашках с агаром Кинга Б и средой Левана при 28°C.

Идентификация вида. ПЦР, нацеленную на ген 16S рРНК, проводили с использованием праймеров (fD1/rP2); ПЦР, нацеленную на гены «домашнего хозяйства» бактерий семейства *Enterobacter* *groB*, *atpD* и *infB*, проводили с тремя парами праймеров (*groB* CM7-F/*groB* CM31b-R, *atpD* 01-F/02-R, *infB* 01-F/02-R) [С. Brady и соавт., 2008]. Размер полученных ампликонов проверяли путем нанесения 5 мкл на 1 % агарозный гель в 1х ТАЕ буфере, содержащем 5ul/100ml Roti Gelstain после электрофореза при 120V в течение 30-45 минут.

Продукты ПЦР очищали с использованием набора Qiaquick Kit (Qiaquick, Hilden, Germany) и секвенировали с использованием набора для циклического секвенирования ABI Prism BigDye Terminator v1.1 (Microsynth Seqlab GmbH,

Göttingen, Германия) с теми же праймерами, которые использовались для амплификации.

Филогенетическое древо исследуемых штаммов было построено на основе фрагментов ампликонов groV длиной 489 п.н., atpD длиной 540 п.н., infB длиной 612 п.н. Фрагменты, имеющие пробелы в выравнивании, были исключены из анализа. Для расчета эволюционных расстояний и построения дерева на основе метода минимальной эволюции с моделью максимального сложного правдоподобия использовали Программу Molecular Evolutionary Genetics Analysis (MEGA), версия 6.0 [К. Tamura, M. Nei, 1993]. Узловая устойчивость дерева оценивалась с помощью 1000 бутстрэп-повторностей.

В Главах 3 и 4 представлены результаты собственных исследований и их обсуждение.

3.1 Антропогенное влияние на численность и пространственное распределение основных и второстепенных носителей чумного микроба в Иссык-Кульской области

3.1.1 Численность серого сурка и мелких мышевидных грызунов.

Численность популяции является результатом взаимодействия двух процессов - размножения и вымирания. Наиболее видимым признаком влияния хозяйственной и противоэпидемической деятельности человека на естественные высокогорные популяции серого сурка является численность последнего. Многолетний анализ численности показал, что в различных участках ВН очага (Узенгегуш, Иштык-Акшийрак, Тарагай), среднее количество сурков на 1 кв. км. сурка в 1950-е гг. было в 2 раза выше, чем в СД (рис. 1).

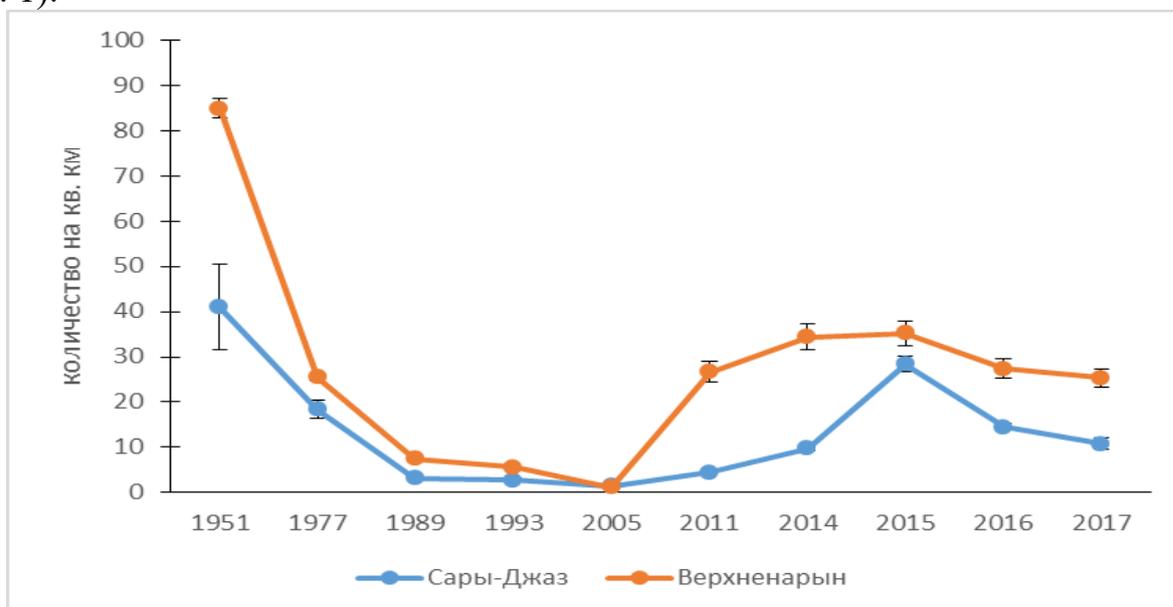


Рисунок 3.1 - Динамика численности сурков на территории Сары-Джазского и Верхненарынского очагов с 1951 по 2017 гг.

Затем целенаправленные истребительные работы противочумной службы (применение химических родентицидов (цианплав, хлорпикрин, бромистый метил) и разрешенная интенсивная охота местного населения привели к практическому уничтожению сурков в обоих очагах (1989-2005 гг.). После запрета на охоту численность сурков стала медленно восстанавливаться, хотя все еще не достигла уровня 1951 г.

Способность популяции к восстановлению своей численности связана как с внешними факторами, так и с половозрастным составом. В СД доля молодых самцов в 2017 г. была ниже, чем в 1977, также как и доля яловых самок (рис. 3.3).

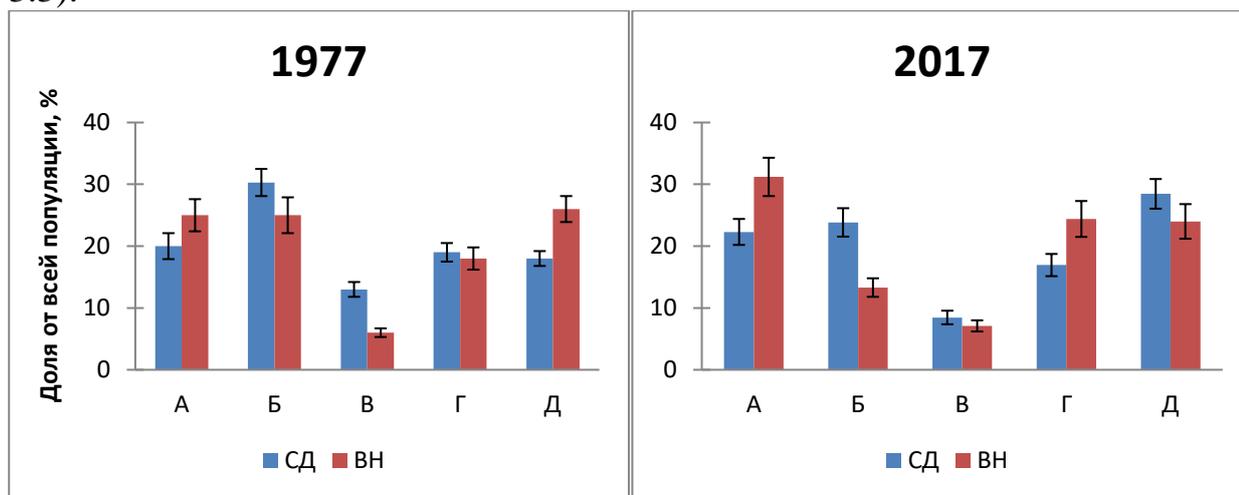


Рисунок 3.3 - Изменения состава популяции сурков в Верхненарынском и Сары-Джаском природных очагах чумы в 1977-2017 гг.

Примечание: А - ♂ взрослые; Б - ♂ неполовозрелые; В - ♀ взрослые яловые; Г - ♀ взрослые оценившиеся; Д - ♀ неполовозрелые.

Наоборот, доля молодых неполовозрелых самок в 2017 в СД значительно превышает таковую 1977 г., что может быть положительно связано с приростом популяции, наблюдаемым с 2011 г. (рис. 3.1). В ВН очаге количество молодых неполовозрелых самцов в 2017 г. также меньше, чем в 1977, а постепенный прирост популяции с 2011 идет за счет увеличения доли самок. Таким образом, состав популяции сурков на обеих территориях в данное время имеет хороший потенциал для успешного воспроизводства.

Репродуктивный статус сурков. Доля репродуктивных взрослых самок от общего количества самок в 1977 г. в СД составляла почти 71%, тогда как в 2014 г. она была лишь 15%, но дальше мы видим постоянный рост этого показателя до прежнего уровня в 2017 г. (рис. 3.5). Доля яловых взрослых самок от общего количества, наоборот, показывала очень высокие значения в 2014-2015 гг. по сравнению с 1977 г., но с явной тенденцией к уменьшению, так что в 2017 г. этот показатель возвращается к уровню 1977 г. (рис. 3.5). Среднее количество эмбрионов на одну беременную самку не менялось в течение 40 лет

исследований и составляет 6,3. В целом, начиная с 2014 г. в СД прослеживается тенденция к увеличению показателя относительного воспроизводства, который практически достигает уровня 1977 г., что подтверждается приростом популяции (рис. 3.1).

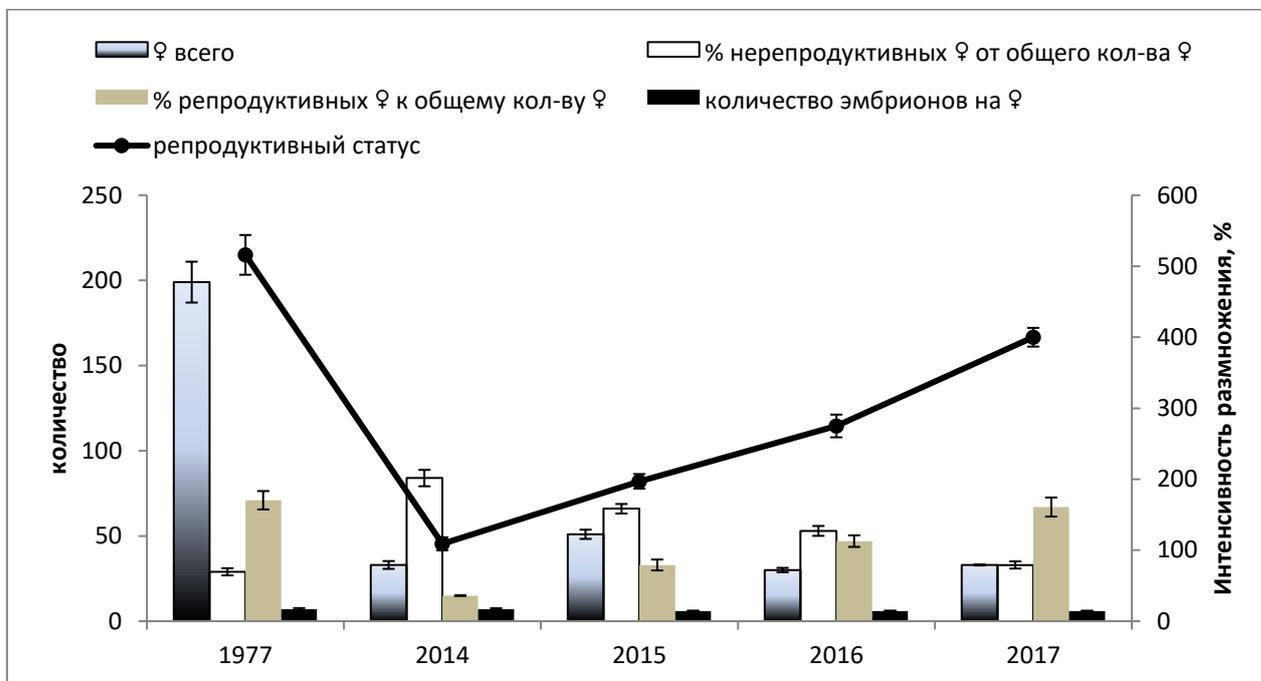


Рисунок 3.5 – Интенсивность размножения сурков в Сары-Джазском природном очаге чумы в 1977-2017 гг.

Согласно нашим наблюдениям в ВН очаге, размножение сурков в 2010-2017 гг. также проходило удовлетворительно. В размножении приняло участие от 24 до 67 % самок. Общий репродуктивный статус популяций серого сурка в ВН очаге после периода значительного упадка начал повышаться и к 2017 г. почти достиг уровня 1977 г.

Учет мелких мышевидных грызунов и других животных. Мелкие мышевидные грызуны благодаря своим мелким размерам, высокой скорости размножения и способности к изменчивости отлично адаптируются к различным условиям и обеспечивают свое устойчивое распространение. В высокогорных экосистемах Внутреннего Тянь-Шаня мышевидные грызуны являются постоянными спутниками серого сурка, и таким образом, вовлечены в циркуляцию чумного микроба.

Результаты многолетних наблюдений показали, что в 2000-х наиболее распространенным видом стала узкочерепная полевка (*Microtus gregalis*), численность которой по СД территории обследования в 1950-е гг. составляла всего 16%. В 2010-12 гг. доля их в уловах составила уже 96,0 % (таблица 3.2). Узкочерепная полевка широко распространена также по всей территории ВН

очага. В целом, на обеих исследованных территориях этот вид стал преобладающим. В то же время, начиная с 1990-х г., на этих территориях перестали обнаруживаться серебристая полевка (*Alticola argentatus*) и лесная мышь (*Apodemus uralensis*). Изредка на территории очагов встречаются другие мелкие мышевидные грызуны: серый хомячок, пищуха. Явное преобладание *M. gregalis* в популяции мелких мышевидных грызунов, обнаруженное нами на территории обоих горных очагов, указывает на полизональность данного вида, т.е. способность заселять различные биотопы, что дает этому виду преимущество по сравнению с видами *A. argentatus* и *A. uralensis*, которые являются более узкоспецифичными к абиотическим условиям обитания.

Обнаруженные нами изменения в видовом составе мелких мышевидных грызунов (увеличение доли одного вида – *M. gregalis*, исчезновение других видов – *A. uralensis* и *A. argentatus* и сокращение численности *C. migratorius*, *Sicista tianschanica*, *Lepus tolai* указывают на изменение биоразнообразия.

Таблица 3.2 - Количество отловленных мелких млекопитающих на открытых станциях СД и ВН природных очагов чумы в 2014-2017 в сравнении с 1977 г.

| Год | Ловушко-дни | <i>Microtus gregalis</i> | <i>Apodemus uralensis</i> | <i>Alticola argentatus</i> | <i>Cricetulus migratorius</i> | <i>Lepus tolai</i> | <i>Sicista tianschanica</i> | <i>Martes stone</i> | Всего |
|----------------------|-------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------|-------------------------------|--------------------|-----------------------------|---------------------|-------|
| Сары-Джаз | | | | | | | | | |
| 1977 | 640 | 19 | 8 | - | 8 | 1 | 1 | - | 37 |
| (2014-2017) | 310* | 93* | 2* | 0,25 | 3* | - | - | 1,25 | 99,8* |
| Верхний Нарын | | | | | | | | | |
| 1975 | | - | 4 | 176 | 7 | 11 | 5 | 6 | 209 |
| (2010-2017) | 310 | 118* | - | 0,5* | 2,3 | 1,7* | - | 0,8* | 99,8* |

Примечание: *- $p < 0,05$ по отношению к 1977 г.

3.1.2 Численность и распространение эктопаразитов серого сурка.

Переносчиком патогенов в популяциях теплокровных животных часто являются их эктопаразиты, численность которых варьирует в зависимости от многих а- и биотических факторов. На рис. 3.8-3.9 приведена многолетняя динамика ИО наиболее распространенных эктопаразитов, обнаруженных на сурках в СД автономном очаге чумы – блох и клещей.

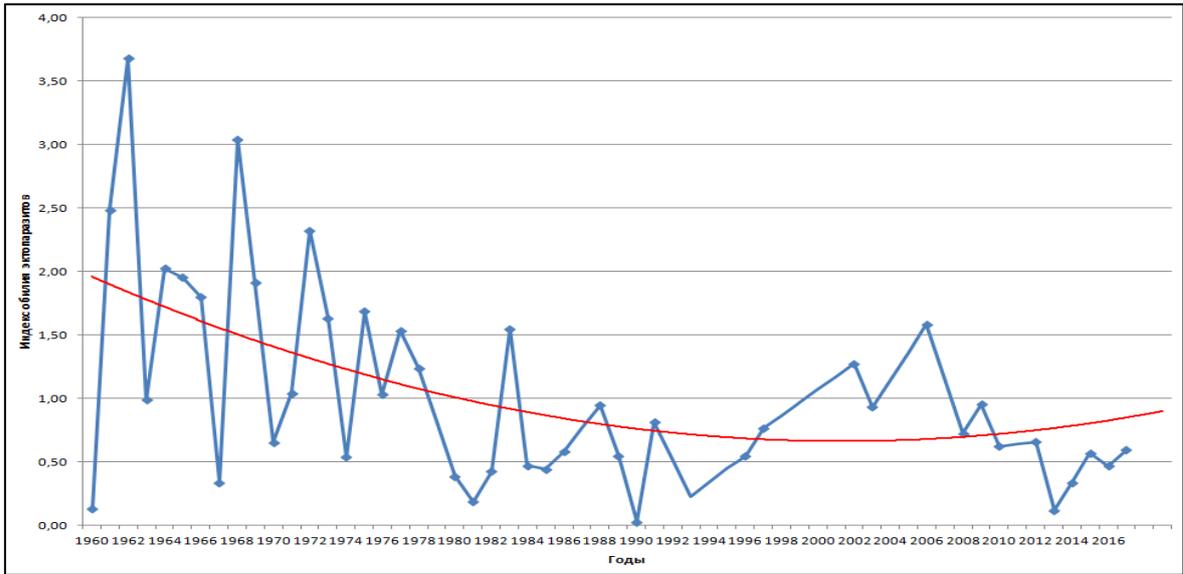


Рисунок 3.8 - Многолетняя динамика обилия блох в шерсти сурков, отловленных в СД очаге

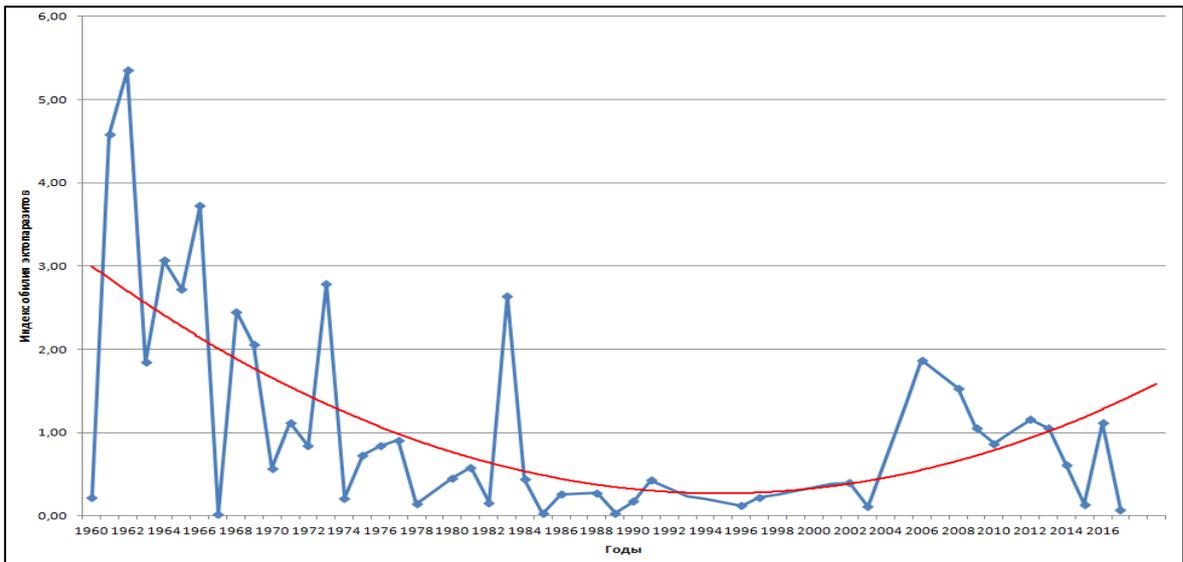


Рисунок 3.9 - Многолетняя динамика обилия клещей в шерсти сурков, отловленных в СД очаге

В 1960-х гг. ИО блох был рекордно высоким, затем систематические проводимые противочумными учреждениями дезинсекционные мероприятия - обработка нор сурков дустом – позволили значительно снизить этот показатель до 0 в 1990 г., но в последние десятилетия обилие блох на сурках снова увеличивается, хотя и не в такой мере, как раньше (рис. 3.8). Аналогичный характер имеет динамика обилия клещей в шерсти сурков (рис. 3.9).

В то же время многолетняя динамика обилия вшей имеет прямо противоположный характер – низкие значения ИО до массовой дустации 1980-

х постепенно повышаются и только с начала 2000-х наступает тенденция на снижение данного показателя. ИО блох в шерсти сурков в СД в 2014-2017 гг. составил 0,86; клещей – 1,02; вшей – 0,42. ИО блох в шерсти сурков в ВН в 2014-2017 гг. составил 1,55; клещей – 2,01; вшей – 0,57. Таким образом, массовая дустация очаговых территорий, проведенная в 1980 гг., имела значительный оздоравливающий эффект на блох и клещей, и в меньшей мере – на вшей.

Специфические и неспецифические блохи. За 40 лет наблюдений в экосистемах СД также изменился видовой состав блох шерсти сурков: в 1977 г. основными специфическими блохами сурков были блохи *Oropsylla silantiewi* (63%) и *Radinopsylla li ventricosa* (37%, рис. 3.10, А). В ходе многолетних наблюдений было выявлено, что ИО блохи *R. li ventricosa* снизился с 0,41 (1977 г.) до 0,03 (2014 г.), но к 2017 г. полностью восстановился (рис. 3.10, А).

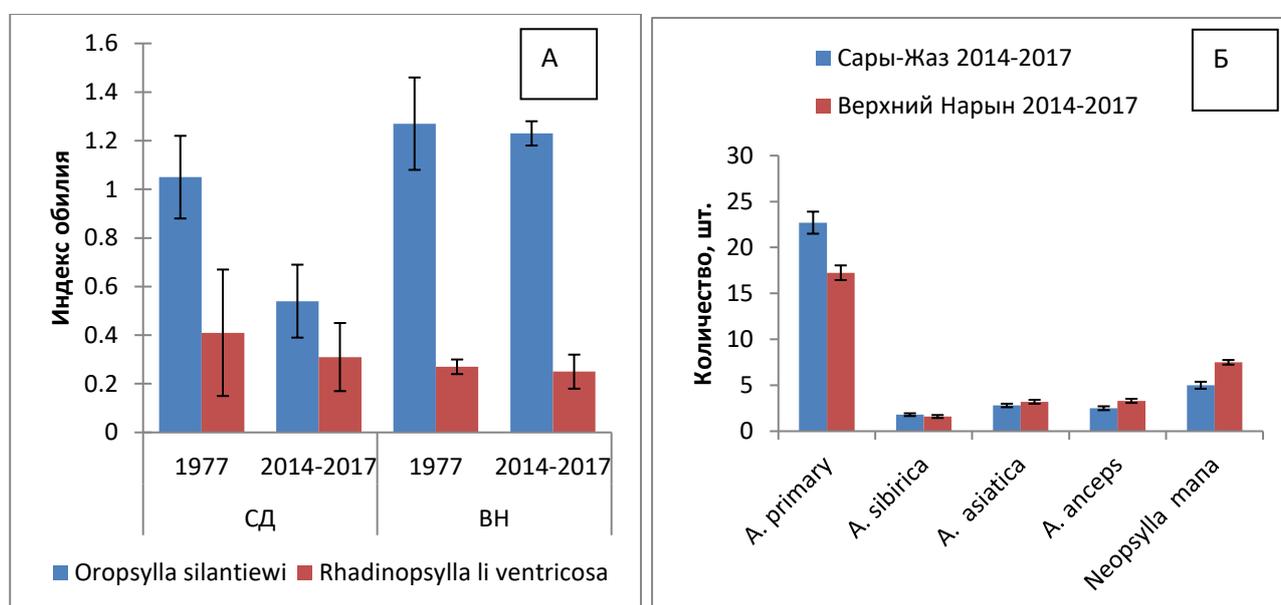


Рисунок 3.10 - Изменения количества специфических (А) и неспецифических (Б) блох серого сурка в СД и ВН очагах за период 1977-2017

Количество блох второго специфического вида *O. silantiewi* в СД также значительно сократилось к 2014 году, но в настоящее время медленно растет, хотя и сохраняет достоверно низкое значение по сравнению с 1977 г. В ВН количество данного вида остается стабильно высоким. Известно, что среди специфических блох серого сурка вид *O. silantiewi* является наиболее строгим в отношении хозяина, а *R. li ventricosa* в отличие от первого вида может паразитировать на широком круге животных - прокормителей [В. В. Сунцов, 2006]. Такая экологическая особенность, скорее всего, и позволяет виду *R. li ventricosa* лучше поддерживать свою популяцию в данное время, когда численность основного хозяина низкая, а второстепенных – высокая.

На сурках паразитируют не только узкоспецифические, но и неспецифичные виды блох. В обоих очагах в течение 40 лет изменился также видовой состав неспецифичных блох: если в 1977 г. их практически не было, то в 2014-2017 гг. наиболее встречаемыми на фоне остальных видов стали *A. primary* – 14%, *N. mana* - 5% (рис. 3.10, Б).

По-видимому, повышение численности *A. primary* в последние годы связано с общим изменением видового состава популяций мышевидных грызунов на исследуемой территории. Известно, что *A. primary*, по сравнению с другими видами этого рода, представленными в шерсти сурков СД очага (*A. sibirica*, *A. asiatica*, *A. anceps*), может существовать на широком ряде животных-хозяев, в числе которых есть *M. gregalis*, *M. fortis* и несколько видов из рода *Alticola* [G. Shenbrot и соавт., 2007].

Гнездовые блохи. Блохи населяют не только животных, но и их гнезда, в которых они перезимовывают и таким образом обеспечивают благоприятные условия для сохранения жизнеспособности чумного патогена. В норах и гнездах сурков в СД и ВН были обнаружены только блохи видов *O. silantiewi* и *R.li ventricosa*. Общий ИО блох в гнездах СД имеет тенденцию к восстановлению по сравнению с 1977 г, затем дустационные работы практически снизили количество эктопаразитов до нуля, но в последние годы этот показатель снова медленно возрастает, достигнув значения 5,63 в 2016 г. (рис. 3.11).

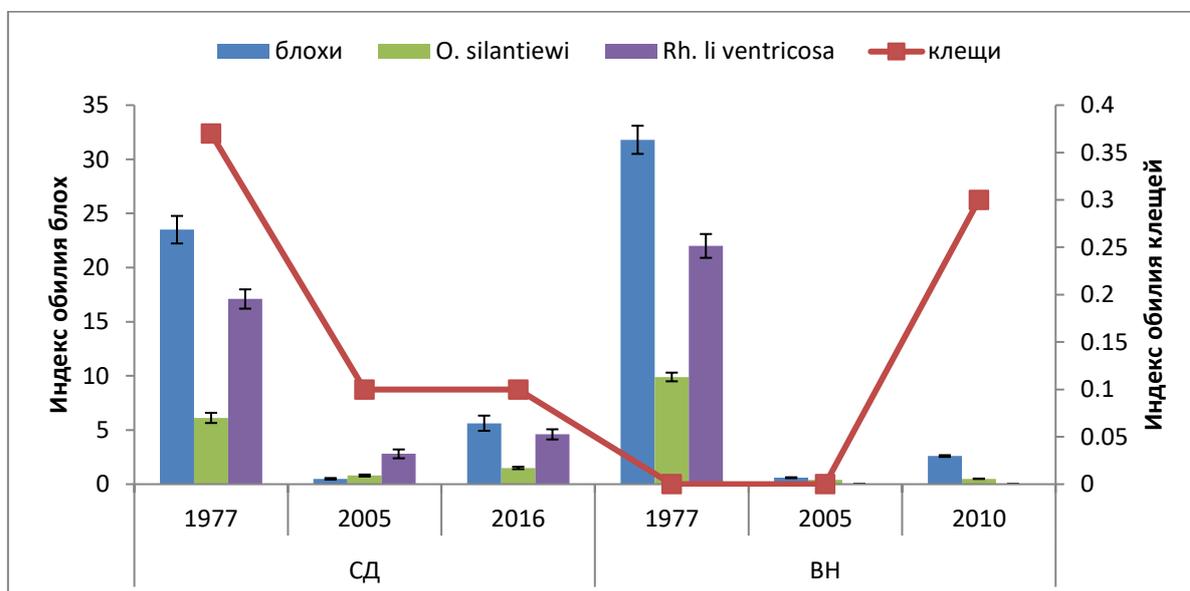


Рисунок 3.11 – Изменения количества и видового состава гнездовых блох и клещей в СД и ВН очаговых территориях

В ВН в гнездах в 1977 г. ИО блох составил 31,8, из которых 31% были *O. silantiewi* и 69% *R.li ventricosa*, а спустя 35 лет в 2010 г. был обнаружен один вид блох *O. silantiewi* и клещи, количество которых также показывает тенденцию

на увеличение. Таким образом, за 56 лет исследований (1960-2016 гг.) мы наблюдаем не только значительное снижение численности основных и второстепенных носителей и переносчиков чумного микроба на территории высокогорных очагов в результате антропогенной деятельности, но и изменение их видового состава, по-видимому, в целях сохранения устойчивости экосистемы.

Итак, вытеснение одного вида мышевидных грызунов другим (*A. argentatus/A. uralensis* – *M. gregalis*) на фоне резкого уменьшения основного носителя – серого сурка приводит к возрастанию видового разнообразия их эктопаразитов, среди которых начинают преобладать не узкоспецифичные виды, а с широким спектром хозяев (блохи *A. primaris*, *N. mana* и клещи *Ixodides*). Исходя из этих экологических особенностей, можно прогнозировать, что отмеченный рост численности как строго-, так и условно-специфических блох и клещей на сурках и мелких мышевидных грызунах в ближайшие годы должен продолжиться и приведет к активизации эпизоотии чумы в Иссык-Кульской области Кыргызстана.

3.1.3 Генотипирование штаммов возбудителя чумы, выделенных в СД природном очаге. Всего за 1944-76 гг. в СД автономном очаге было выделено 462 культуры чумного микроба от его естественного носителя – серых сурков, мелких грызунов, их эктопаразитов, в ВН очаге – почти в 2 раза больше (таб. 3.8).

Таблица 3.8 - Результаты эпидемиологических исследований территорий ВН и СД природных очагов

| Очаг | Годы обследования | Выделено культур чумы | | | | | | Индекс обилия блох в гнездах сурков |
|------|-------------------|-----------------------|-----------|--------------------|---------|-----------|---------|-------------------------------------|
| | | Всего | от сурков | от прочих грызунов | от блох | от клещей | от вшей | |
| ВН | 1943-1973 | 838 | 405 | 6 | 267 | 148 | 12 | 31,8 |
| | 1974-2023 | 19 | 12 | 6 | 1 | 0 | 0 | 7,7 |
| СД | 1944-1976 | 462 | 225 | 2 | 207 | 28 | 0 | 23,5 |
| | 1980-2023 | 24 | 14 | 2 | 6 | 2 | 0 | 4,5 |

Примечание: в числителе - показатели до оздоровления методом дезинсекции, в знаменателе - показатели после оздоровления

Массовая дезинсекция нор сурков ДДТ имела очень сильный эффект на активность возбудителя чумы, количество выделенных культур снизилось в ВН в 70 раз, в СД – в 90 раз Среди всех выделенных до дустации культур половина была изолирована от сурков, но больше всего - от их эктопаразитов: блох,

клещей и в единичных случаях от вшей (таб. 3.8). После дезинсекции соотношение носителей микроба изменилось: в ВН большая часть культур чумы выделяется от сурков и прочих грызунов, а в СД – от сурков и их эктопаразитов.

Нами также было проведено изучение генотипических свойств 14 штаммов *Y. pestis*, выделенных в СД природном очаге чумы в период 1947-2015 гг. Всего для анализа было выбрано 16 штаммов из Казахстана, 14 из Кыргызстана. Результаты показали (рис. 3.13), что все 14 штаммов из СД очага, выделенные в различные годы, относятся к *Y. pestis* и имеют две основные плазмиды вирулентности: рMT1 (ген *caf1*) и рPCP1 (ген *pst*).

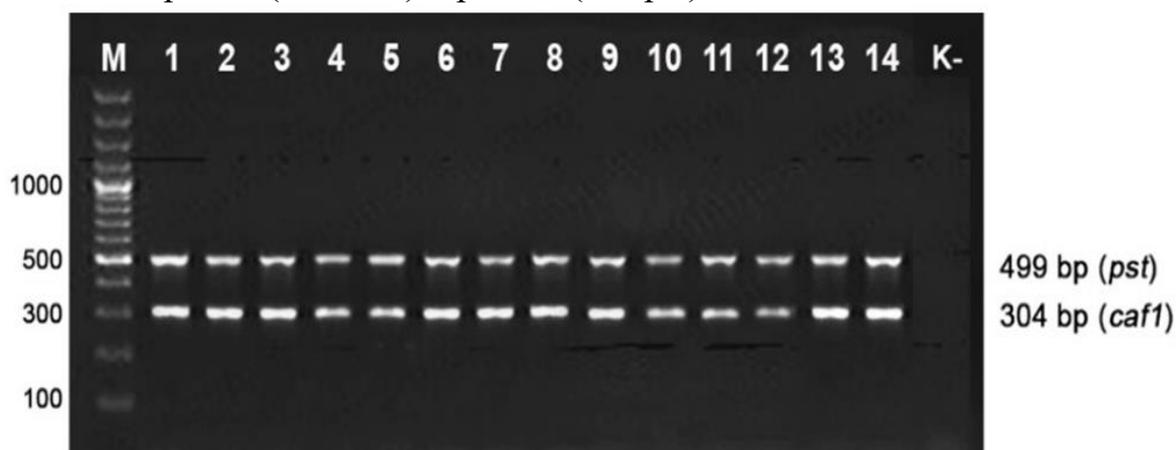


Рисунок 3.13 – Результаты амплификации штаммов чумы, выделенных в СД природном очаге с тест-системой «Pest-Quest» (КНЦКЗИ, Казахстан)

Примечание: М – маркер молекулярной массы, 1-14 – штаммы чумы (Кыргызстан), К – отрицательный контроль (дистиллированная вода)

Дальнейшее генотипирование показало, что все исследуемые штаммы *Y. pestis*, выделенные в СД природном очаге, относятся к биовару *Antiqua*, при этом штаммы КГ-1-10 - образуют наиболее древнюю и вирулентную ветвь *E* - 0.ANT3 (рис. 3.14). Филогенетическая связь между различными кластерами и их вторичными ветвями в кластере *F* были подтверждены дальнейшим анализом SNP-локусов. При этом все исследуемые штаммы относятся к биовару *Antiqua*. Штаммы КГ-14, КГ-11 и КГ-13 образуют отдельные ветви, изолированные от других ветвей биовара *Antiqua*. Для уточнения локализации этих штаммов на общем филогенетическом дереве чумного микроба три локуса SNP (*s87*, *s332* и *s645*) были проанализированы методом Melt-MAMA, что позволило дифференцировать штаммы ветвей 0.ANT1, 0.ANT2, 0.ANT3 и 3.ANT. В результате анализа Melt-MAMA штаммы КГ-11, КГ-12 и КГ-13 были предположительно отнесены к ветви 0.ANT2, как и все ранее изученные штаммы *Y. pestis* из СД природного очага Кыргызстана, тогда как штамм КГ-14, по-видимому, относится к ветви 0.ANT3.

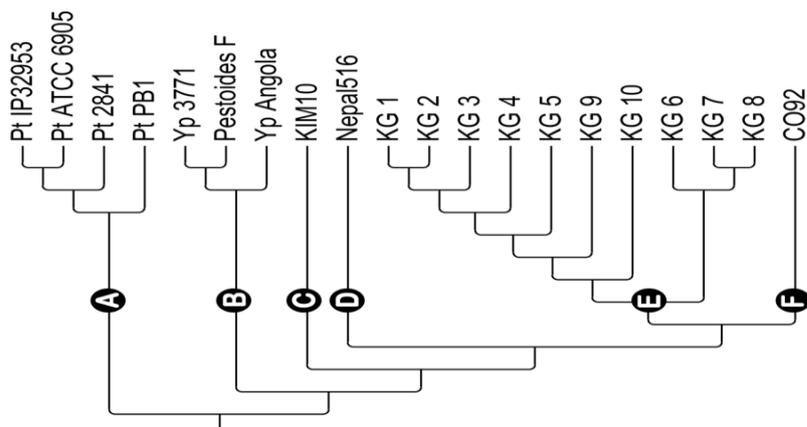


Рисунок 3.14 - Филогенетическое древо штаммов *Y. pestis*, выделенных в Сары-Джазском природном очаге чумы

Примечание: Ветвь А – *Y. pseudotuberculosis*; В - *Y. pestis* Angola и *Y. pestis* 3770 Pestoides (*Microtus*), С - *Medievalis*, D - Nepal516 (биовар *Antiqua*, ветвь 2.ANT1), F – *Orientalis*

3.2 Оценка уязвимости населения Иссык-Кульской области и прогнозирование на 2050 г.

3.2.1 Цифровая база данных «Эпидемиология и эпизоотология чумы в СД природном очаге Кыргызстана»

Целью данной работы было собрать обширную, но разрозненную информацию по секторам СД очага чумы, занести ее в единую геобазу данных, с целью создания единого, удобного для работы цифрового банка данных.

Геоинформационная база данных содержит цифровую карту района, месторасположение секторов, точки обследования. К данной базе динамически подключена информационная база, что позволяет просматривать ее непосредственно из ArcGIS. База данных «Эпидемиология и эпизоотология чумы в СД природном очаге Кыргызстана» зарегистрирована в Государственной службе интеллектуальной собственности и инноваций при правительстве Кыргызской Республики (<http://patent.kg>), получено Свидетельство № 33 от 19 апреля 2017 г. (Приложение 2).

3.2.2 Оценка уязвимости населения Иссык-Кульской области от чумы.

Территория СД природного автономного мезоочага чумы полностью покрывается 103-мя секторами, соответствующими листам топографических карт масштаба 1:25 000. Рассчитанный нами *Индекс эпидемиологической опасности* на кыргызской части СД автономного очага чумы варьирует от 0 до 99 %: наиболее высокие значения индекса (96-99%) характерны для трех секторов в западной части очага. Именно здесь в 2014, 2016 годах были выделены культуры чумы. Высокое значение индекса (94 %) характерно также

для одного сектора в южной части очага, где культуры *Y. pestis* были выделены в июне 2012 года. Индекс эпидемиологического риска СД автономного очага чумы также варьирует от 0 до 70 % в зависимости от сектора и распределен неравномерно по всей территории очага. Данный показатель отражает риск заражения чумой при использовании данной территории под постоянные или временные поселения, пастбища и туризм. При сравнении пространственного распределения эпидемиологического риска и опасности можно заключить, что наибольшим риском потенциального заражения населения обладает северо-восточная часть очага, несмотря на нулевой уровень выделения культур за весь период наблюдений.

Итоговая карта Индекса эпидемиологической уязвимости СД автономного очага чумы приведена на рис. 3.18. Индекс уязвимости (ИУ) на исследуемой территории изменяется от 0 до 80%. При этом наибольший ИУ относится к сектору 3124406312 (здесь постоянно проживает 26 человек, 90 % земель используется под пастбища, 81 % земель используется под туризм и охоту, а в 2016 году в результате экспедиционных работ выделены культуры *Y. pestis*).

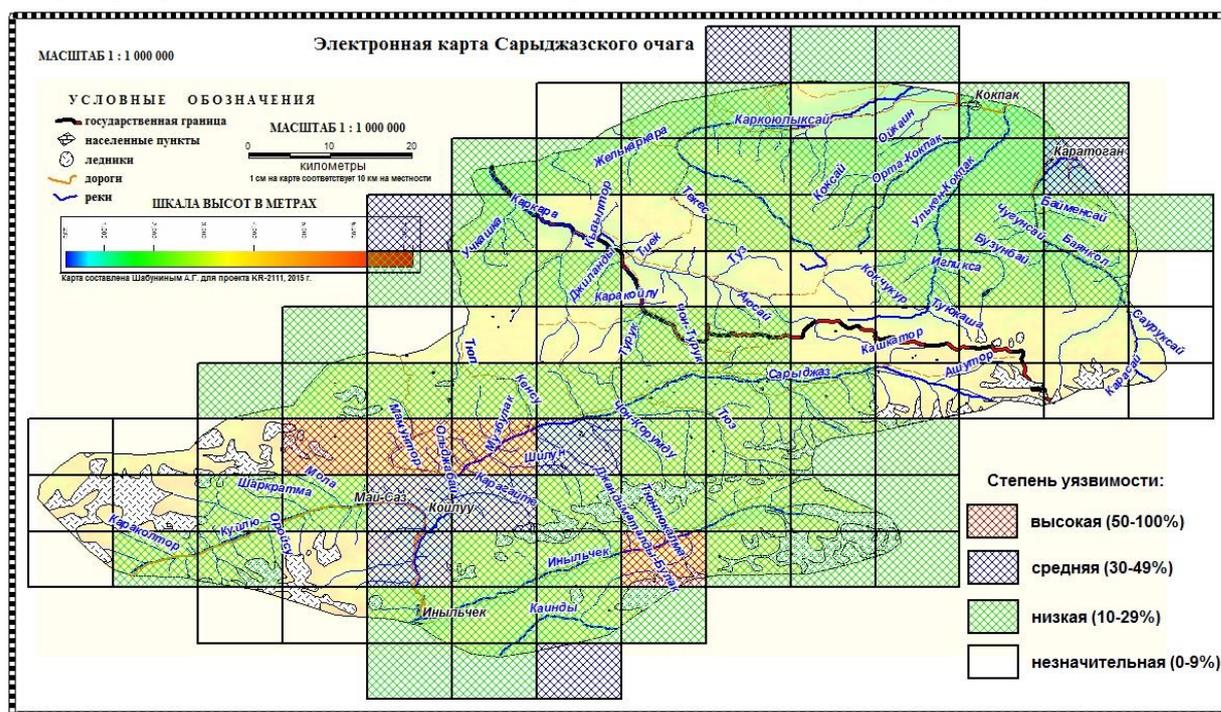


Рисунок 3.18 – Карта эпидемиологической уязвимости населения Иссык-Кульской области от чумы на 2016 г.

Также высокий ИУ показан для сектора 3124406342 (река Энильчек, урочище Атжайлоо). При последнем случае выделения культур *Y. pestis* 27 июня 2012 г., использовании 60% площади под пастбища и 100% под туризм эпидемиологическая опасность в данном секторе оценена в 94%, эпидемиологический риск – в 44%, а уязвимость – в 69%, несмотря на

отсутствие постоянно проживающего на данной территории населения. В секторе 3124406311 (реки Оттук, Ольджабай, Кичине-Буркут, Момунтор) при последнем случае выделения *Y. pestis* 20 июля 2014 г., использовании 55% данной территории под пастбища, 5% под туризм и отсутствии постоянно проживающего населения эпидемиологическая опасность оценена в 96 %, эпидемиологический риск - в 18 %, а уязвимость в 57 %.

В целом, всю территорию очага можно условно разбить на 4 группы: с относительно высокой уязвимостью (50-100%), со средней уязвимостью (30-49%), с низкой уязвимостью (10-29%) и с незначительной уязвимостью (0-9%). На рисунке 3.18 представлена карта групп получившихся секторов. В группу с высокой уязвимостью входят 4 сектора, в группу со средней уязвимостью – 6, с низкой уязвимостью – 40, с незначительной уязвимостью – 19 секторов.

3.2.3 Прогнозирование уязвимости населения Иссык-Кульской области от чумы на 2050 г. На территории СД очага чумы расположено 14 населенных пунктов. По данным Национального статистического комитета (НСК) КР в последние десятилетия наблюдается рост численности постоянного сельского населения на исследуемой территории на 0,7 % в год. В этом случае за 34 года (в период с 2016 по 2050 года) численность постоянного сельского населения на данной территории увеличится на 23,8 % к 2050 г.

По данным НСК КР, в последние десятилетия наблюдается незначительное снижение площадей пастбищ на исследуемой территории на 0,02% в год вследствие их деградации. В при такой тенденции за 34 года (в период с 2016 по 2050 год) площадь земель, используемых под пастбища, на данной территории уменьшится на 0,68 % и составит 2870 км². По данным НСК КР, в последние десятилетия наблюдается значительный рост числа туристов, открытие новых туристических зон и маршрутов на исследуемой территории.

Основываясь на существовании 3 групп секторов с градацией частоты выделения патогена от минимальной до высокой (рис. 3.18), нами был произведен расчет предполагаемых индексов опасности и уязвимости на 2050 г. Эти данные представлены в итоговой карте (рис. 3.19). Уязвимость населения на территории очага к 2050-му году повысится при сохранении настоящих тенденций увеличения численности населения, изменения площадей, используемых под пастбища и туризм и выделения культур чумы.

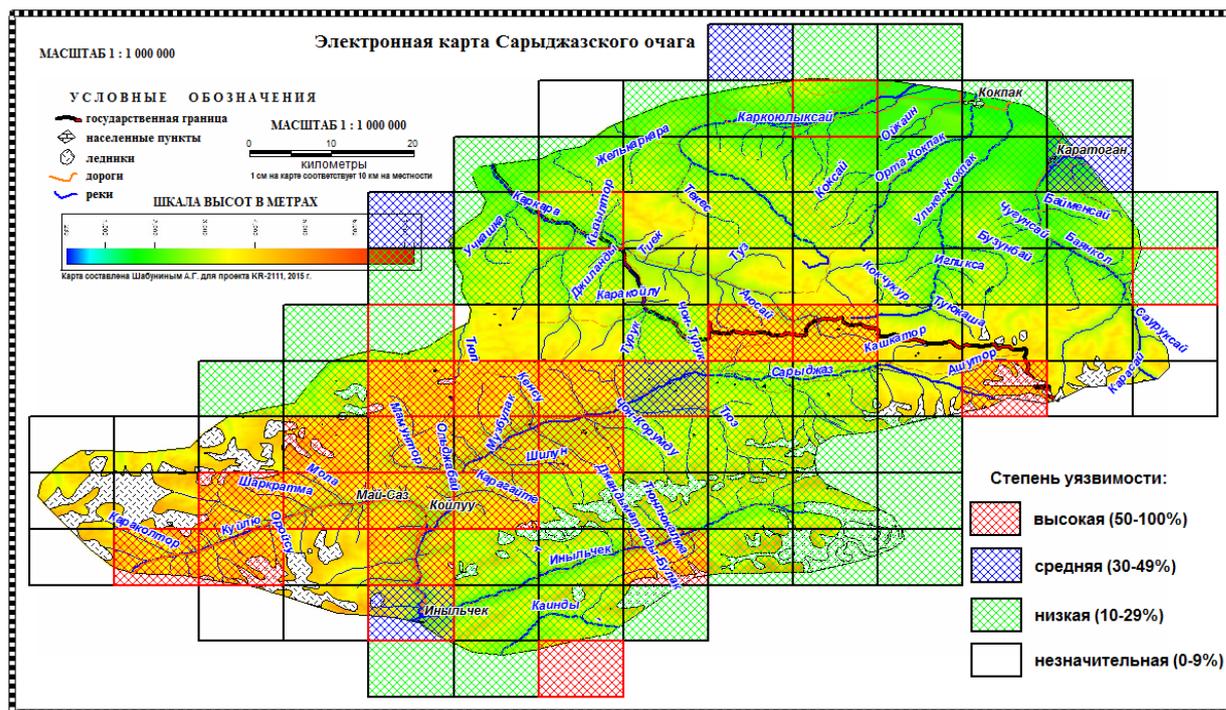


Рисунок 3.19 – Прогнозируемая к 2050 г. эпидемиологическая уязвимость в СД очаге

3.3 Оценка разнообразия местных фруктовых и диких ягодных культур в Иссык-Кульской области Кыргызстана

3.3.1 Оценка агроразнообразия плодовых и ягодных культур Иссык-Кульской области. Антропогенное влияние прослеживается не только на естественных экосистемах Иссык-Кульской области, но и на разнообразии агроценозов. В этой связи было интересно провести оценку агроразнообразия плодовых и ягодных культур, произрастающих в Ак-Суйском и Жеты-Огузском районах. Для этого мы использовали методику фокусного опроса местных жителей. В результате опроса в 2014-2016 гг. было выявлено, что местное население различает 4 сорта груши (Таблица 3.12): Лесная Красавица, Талгарка, Дубок и Дюшес. Из них местными являются сорта Лесная Красавица, Дубок и Дюшес. Однако сорта Дубок и Дюшес в последнее время практически исчезли из частных садов, так как их плоды не пользуются спросом на рынке, хотя имеют высокие вкусовые качества. Опрос выявил еще одну важную проблему по грушам: почти все 4 сорта в обоих районах исчезают по причине болезни бактериальный ожог, которая значительно распространилась в Кыргызстане, начиная с 2009 г. [Дж. Ш. Чакаев, 2013]. В данное время почти все грушевые деревья в обоих районах поражены этой болезнью, выкорчевываются и заменяются другими плодовыми культурами.

По абрикосу фермерам известны 9 разновидностей, из них местными можно считать кыргызский урюк дикий, абрикос, Баткентский абрикос, май-

урюк – разновидность кыргызского урюка. Среди местных разновидностей вырождающимися можно считать кыргызский урюк и май-урюк, основная причина вырождения – отсутствие саженцев и коммерческой выгоды от реализации плодов этих сортов. Баткентский урюк имеет очень хороший спрос на рынке, но плохо переносит местный климат, так как не морозоустойчивый, поэтому распространен в ИК области слабо.

Таблица 3.12 - Сортовое разнообразие выращиваемых в Иссык-Кульской области плодовых культур

| Культура | Кол-во сортов | Традиционные/местные | Исчезающие | Причины исчезновения |
|----------------|---------------|----------------------|------------|--|
| Груша | 4 | 3 | 2 | нет спроса на рынке, нетранспортабельные, хранятся недолго, поражаются болезнями, отсутствие саженцев, фермеры не знают, как прививать |
| Абрикос (урюк) | 8 | 4 | 3 | |
| Яблоня | 26 | 21 | 19 | |

Наибольшее разнообразие сортов в ходе опроса выявлено у яблони – фермеры назвали 26 сортов, из них 21 сорт можно считать местными/традиционными, среди которых 19 сортов находятся на грани вырождения. Это Белый налив, Ак-Алма, Кымыз-Алма, Кандиль-Китайка, Кандиль Синап - Стаканчик, Рашида, Раечка, Таш-Алма (Лимонка), Кыргызское зимнее, Апорт Александр, Крово-красный Апорт, Шафран, Пепин шафрановый, Пеструшка, Голден Делишес, Мезгут, Гранштейн, Скоропелка. Причины вырождения те же, что и у груши и абрикоса – нет спроса на рынке, нет способов и технологий переработки продукции, плохая лежкость плодов, отсутствие саженцев (Таблица 3.12). Из диких ягодных видов наиболее распространенными являются облепиха, шиповник и барбарис, орех. Состояние диких насаждений этих ягодных кустарников внутри сел и вблизи них фермеры оценили как исчезающие по тем же причинам.

Проведенный нами химический анализ плодов диких ягод после 4 месяцев зимнего хранения показал значительные различия по содержанию витаминов А, С, Е, группы В. Так, плоды всех исследованных сортов яблонь значительно (в 6 и более раз) уступали диким ягодным кустарникам (облепиха, калина, шиповник) по содержанию витамина А, С, В₃ и железу (рис. 3.20-3.22). Плоды барбариса наиболее богаты β-каротином, а по содержанию железа и ниацина (витамин В₃) они значительно отстают от плодов калины и шиповника. Точно так же плоды барбариса после 4 месяцев хранения не содержат вит. Е, В₆ и кальций.

Между сортами яблонь были также обнаружены некоторые отличия по содержанию витаминов: максимальное количество вит. А обнаружено у сортов Старкримсон и Превосходное (рис. 3.20), вит. В₁ – у Старкримсон, Золотой Ранет, Голден Делишес, Превосходное, вит. Е – у Старкримсон. По остальным витаминам (С, В₃) и содержанию железа сортовых различий выявлено не было. Плоды груши сорта Дюшес показали значительно более низкие значения содержания по всем витаминам и железу по сравнению с яблоками.

По данным опроса местных жителей была создана база данных «Биоразнообразие плодовых и ягодных культур в Иссык-Кульской области Кыргызстана» в формате Excel, которая зарегистрирована в Государственной службе интеллектуальной собственности и инноваций при правительстве КР, Свидетельство №40 от 22.02.2018. **Область применения:** Электронной базой «Биоразнообразие плодовых деревьев, ягодных культур и их диких сородичей в Иссык-Кульской области Кыргызстана» могут пользоваться государственные и частные сельскохозяйственные, фитосанитарные, биологические и экологические учреждения. **Назначение:** 1) дифференциация культур и сортов по степени исчезновения; 2) определение зависимости исчезновения от социально-экономических, биологических и экологических факторов; 3) является платформой для исследований агробiorазнообразия в других природных областях; 4) статистический анализ. Имеется акт внедрения базы данных «Биоразнообразие плодовых деревьев, ягодных культур и их диких сородичей в Иссык-Кульской области Кыргызстана» в деятельность Регионального управления в Иссык-Кульской области Департамента перерабатывающей промышленности и органического сельского хозяйства.

3.3.2 Изучение микробиологического разнообразия филлосферы плодовых культур (груша, яблоня) Иссык-Кульской и Нарынской области. Из образцов деревьев яблони и груши из Иссык-Кульской и Нарынской областей с симптомами бактериального ожога нами было выделено более 50 штаммов предположительно *Erwinia amylovora*. Первоначально вид был подтвержден культуральным тестом - ростом на полуидентификационных средах Кинга Б и Левана. По морфологии большинство культур совпадало с описанием в литературе вида *Erwinia amylovora*: на среде Левана колонии белые, круглые, с плоским краем, зернистые. На среде Кинга Б – белые, круглые, куполообразные. Однако среди выделенных штаммов на обеих средах были выделены также желтые колонии (№2, 3, 6, 9, 13, 17, 19, 21).

Биохимические исследования показали, что белые культуры больше соответствуют *E. amylovora*, так как быстро гидролизуют сахарозу, маннит, маннозу. Желтые культуры разлагали полиуглеводную среду и маннит позже.

Классическая ПЦР подтвердила некоторые культуры как *E. amylovora*. Амплификация показала, что ампликоны 7 и 8 содержат плазмиду pEA29

(размером примерно 390 пар оснований), хорошо выявляемую в *E. amylovora* (рис. 3.28).

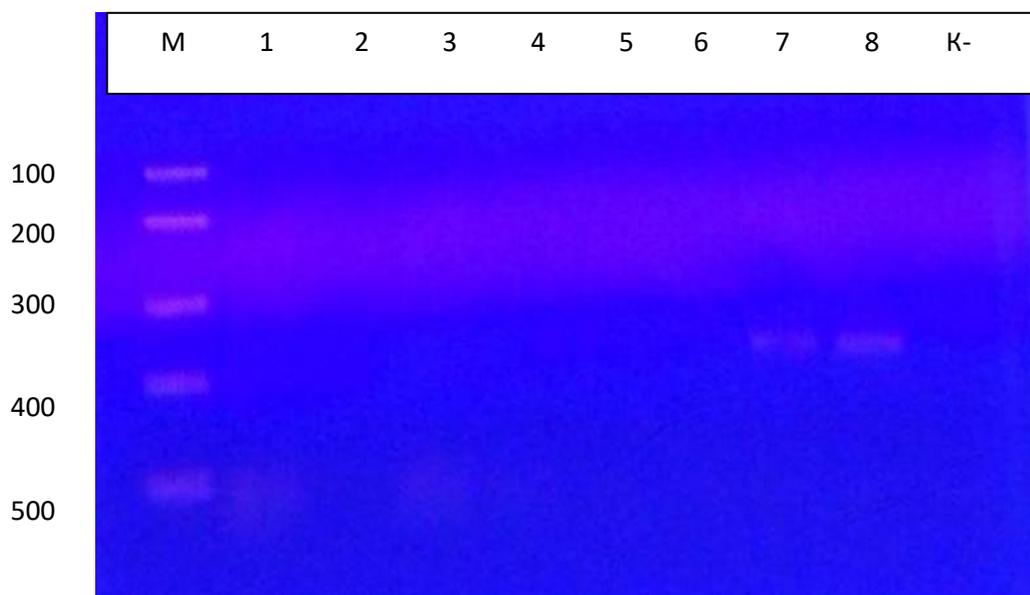


Рисунок 3.28 - Электрофореграмма продуктов амплификации с праймерами PEANT 1 / PEANT 2 (391 п.о.)

Примечание: М – маркер молекулярного веса, 1 - 6 – неизвестный вид, 7, 8 – *E. amylovora*, К- - отрицательный контроль (вода)

Следовательно, из всех изолятов, исследованных на бактериальный ожог, культуры № 7 и 8 являются культурой *E. amylovora*. Для идентификации остальных культур была поставлена ПЦР с другими специфическими для семейства *Enterobacter* праймерами. ПЦР гена, кодирующего 16S рРНК, показала образование отчетливых положительных ампликонов у всех исследуемых штаммов. Кроме того, 21 культуры показали положительную ПЦР по гену домашнего хозяйства *groV* (рис. 3.30, а). По гену *atpD* все штаммы также были положительными, за исключением штамма 18 (рис. 3.30, б). По гену *infB* положительными оказались лишь штаммы 8, 9 и 18.

Для окончательного определения вида мы провели секвенирование полученных после ПЦР ампликонов. Секвенирование ампликонов гена *groV* штаммов 6, 8, 9, 13, 19 (рисунок 3.33) показало 100% сходство с полным хромосомным геном эталонного изолята *P. agglomerans* CFSAN047153 (GenBank). Секвенирование ампликонов гена *atpD* (540 п.н.) показало также 100% сходство с этим же видом. Построенное на основе секвенирования обоих генов филогенетическое дерево подтвердило с высокой вероятностью (78%) принадлежность штаммов 6, 8, 9, 13 и 19 к виду *P. agglomerans* (рисунок 3.33).

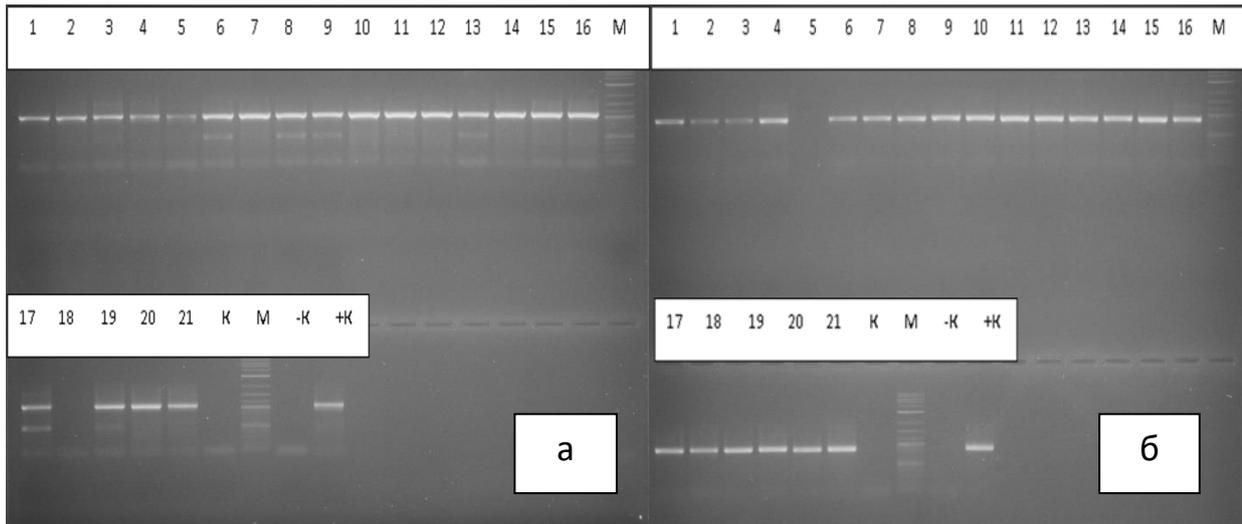


Рисунок 3.30 – Результаты ПЦР штаммов бактерий с симптомами бактериального ожога с праймерами *groV* (а) и *atpD* (б)

Примечание: 1-21 – образцы, М-молекулярный маркер веса ДНК, К – контроль выделения ДНК, -К – отрицательный контроль +К – положительный контроль (*E. oleae*)

От этих штаммов отличается штамм №5 с белыми колониями, выделенный из группы Нарынского филиала ботанического сада, результаты секвенирования по обоим генам *groV* и *atpD* показали 100% сходство со штаммом V011483 *P. brenneri* (рис. 3.33).



Рисунок 3.33 - Филогенетическое родство изученных штаммов, выделенных из яблони и группы Иссык-Кульской и Нарынской области, с культурами рода *Erwinia* и *Pantoea*, основанная на области 489 п.н. гена *groV* и 540 п.н. гена *atpD*

Примечание: Исследуемый штамм – ●

Штамм 4, выделенный из груши с симптомами бактериального ожога из с. Маман Ак-Суйского района при сравнении с аналогичными фрагментами обоих генов на 99,8% показал сходство с *Leclercia tamurae* и на 97.6% с *Leclercia adecarboxylata* (штамм L21 полный хромосомный набор). Штамм 18 по двум секвенированным генам *atpD* и *infB* показал 100% сходство с видом *Erwinia aphidicola* (рис. 3.35).



Рисунок 3.35 – Связь штамма 18 с культурами рода *Erwinia aphidicola*, основанная на области гена *atpD* длиной 540 п.н.

Примечание: исследуемый штамм - ●

Филогенетические деревья, построенные для обоих генов, подтвердили видовую идентификацию штамма 18.

Таким образом, из 51 штамма, выделенного из яблони и груши с различными симптомами поражения, были выделены: 2 культуры *E. amylovora*, 1 культура *E. aphidicola*, 1 культура *P. brenneri*, 6 штаммов *P. agglomerans*, остальные штаммы показали свою видовую принадлежность к другим родам семейства *Enterobacter* – *Pseudoesherichia*, *Leclercia*, *Enterobacter*.

3.3.3 Влияние органоминерального препарата «Живая вода» на рост и устойчивость растений. Органоминеральный препарат «Живая вода», приготовленный по технологии ЧП Эсенгожоева Руслана (г. Каракол, Иссык-Кульская область, Кыргызстан) путем настаивания золы бурого угля месторождения «Кара-Кече», Нарынской области Кыргызстана на горной проточной воде до максимального растворения минеральных веществ. Химический состав данного препарата подтвержден исследованием Центральной лаборатории Государственного Агентства геологии и недропользования при Министерстве энергетики и промышленности КР.

Производство жидкого органического удобрения «Живая вода» соответствует требованиям ГОСТ Р ИСО 22000-2019 (ISO 22000:2018). По своему химическому составу данный препарат соответствует очень жесткой щелочной слабосоленовой сульфатной магниевой-кальциевой минеральной воде с высоким содержанием подвижного К (11,9 мг/л), которое не превышает ПДК для этого элемента в питьевой воде и Р.

Препаратом ЖВ были обработаны более 30 деревьев яблони и груши в Ботаническом саду ИГУ им. К. Тыныстанова, более 40 деревьев в частных садах жителей г. Каракола: после весенней обрезки старых и поврежденных веток провели побелку стволов деревьев груши и яблони, а также абрикоса комбинированным составом препарата «Живая вода» и глины. Такую обработку провели 4 раза – осенью 2021 г., весной 2022 г., осенью 2022 г. и весной 2023 г. Также провели 3-х-кратное опрыскивание крон деревьев препаратом «ЖВ» в разведении 1: 3 в летний период с интервалом в 10-14 дней.

После 4-х кратной обработки наблюдается положительная внешняя динамика: поражение деревьев мучнистой росой уменьшается, сильнее отрастают молодые побеги, впервые за 10 лет обработанные 2-х кратно молодые деревья яблони сорта Слава начали плодоносить и дали урожай. В Ботаническом саду ИГУ им. К. Тыныстанова на обработанных 4 раза БП ЖВ в смеси с глиной деревьях наблюдается положительная динамика: внешние симптомы поражения бактериальным ожогом – усыхание ветвей, завязей, поражения коры основного ствола – исчезают, ветви отрастают, раны на коре затягиваются. Черный сажеподобный налет на коре деревьев исчез полностью (таблица 3.17).

Таблица 3.17 – Степень поражения фруктовых деревьев в Ботаническом саду ИГУ им. К. Тыныстанова, 10 октября 2023 г.

| Культура | Болезнь | Степень поражения до обработки (балл) | Степень поражения после обработки (балл) |
|----------|--------------------|---------------------------------------|--|
| Яблоня | Парша | 4 | 3 |
| -//- | Бактериальный ожог | 2 | 1 |
| | Мучнистая роса | 2 | 0 |
| Груша | Бактериальный ожог | 3 | 2 |
| Абрикос | Клястероспориоз | 2 | 1 |

Примечание: 3-х - кратная обработка деревьев БП ЖВ в смеси с глиной

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Несмотря на агрессивное воздействие человека в течение 67 лет (1950-2017) популяции серого сурка в ИК области сохранили хороший репродуктивный потенциал (оптимальное соотношение полов в популяции, возрастающая доля самок среди молодых особей) для своего успешного воспроизводства. Начиная с 2005 г., численность сурков на высокогорных территориях ИК области начинает медленно восстанавливаться. Увеличение численности узкочерепной полевки (*M. gregalis*) на фоне исчезновения лесной мыши (*A. uralensis*) и серебристой полевки (*A. argentatus*) и сокращения численности серого хомячка (*C. migratorius*), тьяншанской мышовки (*S. tianschanica*), зайца-толая (*L. tolai*), обнаруженное нами на территории СД и ВН природных очагов чумы с 1980-х лет указывает на эвритропность узкочерепной полевки, что дает ей преимущество по сравнению с остальными видами.

2. Численность эктопаразитов сурков – блох, клещей и вшей за 56 лет наблюдений изменяется аналогично численности вида-хозяина. Проведенная в 1970-80 гг. масштабная дезинсекция среды обитания животных – носителей привела к почти полному уничтожению эктопаразитов на очаговых территориях. Однако, начиная с конца 90-х этот показатель снова восстанавливается. В отличие от блох, клещи быстрее восстановили свою численность после массовой дустации.

3. Численность специфических блох серого сурка *O. silantiewi* и *Rh. li ventricosa* как в шерсти животных, так и в гнездах медленно восстанавливается: но узко-специфичный вид *O. silantiewi* восстанавливается медленнее, чем *Rh. li ventricosa*, которая может паразитировать на широком круге животных – прокормителей.

4. Вытеснение одного вида мышевидных грызунов другим (*A. argentatus/A. uralensis* – *M. gregalis*) на фоне резкого уменьшения основного носителя – серого сурка приводит к изменению видового разнообразия их эктопаразитов, среди которых начинают преобладать виды с широким спектром хозяев (блохи *A. primaris*, *N. mana* и клещи *Ixodides*), а также вши. Исходя из этих экологических особенностей, можно прогнозировать, что отмеченный рост численности как строго-, так и условно-специфических блох, клещей и вшей на сурках и мелких мышевидных грызунах в ближайшие годы должен продолжиться для сохранения равновесия экосистемы и приведет к активизации очагов чумы в ИК области Кыргызстана.

5. Масштабные дезинсекционные и направленные на разрежение популяций сурков мероприятия, проведенные в СД и ВН очагах в период 1950-2016 позволили значительно снизить эпидемиологическую напряженность, но

активность очагов сохранилась. Выделенные от разных объектов штаммы относятся к самому древнему и наиболее вирулентному среди рода *Yersinia* биовару *Antiqua* (0.ANT).

6. Для 12 секторов из 103 характерна высокая и средняя уязвимость населения от чумы. Это связано с активной хозяйственной деятельностью человека в этой части – большинство очаговых территорий со средней плотностью населения активно используются под пастбища и туризм.

7. При сохраняющихся тенденциях роста населения, увеличения поголовья КРС и МРС, деградации пастбищ, развития туризма и продолжающейся циркуляции чумного патогена почти вся центральная часть территории СД очага к 2050 г. может быть подвержена высокому риску потенциального заражения населения. Благодаря различным факторам, обеспечивающим постоянную циркуляцию чумного патогена в популяциях сурков, мышевидных грызунов и их эктопаразитов, можно ожидать распространения эпизоотий из секторов с высокой уязвимостью в соседние.

8. В Северном Кыргызстане имеется богатейшее агроразнообразие плодовых культур, а также диких ягодных культур. В настоящее время этот уникальный генетический ресурс находится под угрозой исчезновения (культуривары) или уменьшения (дикие ягодники). Кроме социального (коммерческий интерес, отсутствие знаний и навыков по агротехнике, важности биоразнообразия) очень важным фактором уменьшения агроразнообразия в ИК области являются болезни плодовых культур, в том числе, особо опасные карантинные, вызванные инвазивными видами бактериальных патогенов.

9. Поражение плодовых деревьев (яблонь и груш) вызывается не одним патогеном, а несколькими близкородственными (*P. brenneri*, *E. amylovora*, *E. aphidicola*). Вместе с ними в филлосфере плодовых деревьев встречаются эпифитные, способные повысить устойчивость виды (*P. agglomerans*, *L. adecarboxylata*).

10. Обработка плодовых деревьев биопрепаратом ЖВ оказывает видимый оздоравливающий эффект: симптомы мучнистой росы, бактериального ожога, парши встречаются реже, деревья начинают плодоносить, отмечается активный вегетативный рост побегов. Обработка посевов яровой пшеницы и ячменя органоминеральным препаратом ЖВ во время фазы кущения и трубкования способствует повышению сохранности растений до момента уборки. В среднем у всех изученных сортов пшеницы прибавка в массе 1000 зерен составила 2 г, у ячменя – 4 г. Полевая урожайность сортов пшеницы и ячменя в среднем выше после обработки посевов препаратом ЖВ.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Для восстановления биоразнообразия высокогорных экосистем необходимо ограничить количество КРС, МРС, лошадей, выпасаемых на очаговой территории, а также продолжить запрет на охоту на сурков в течение ближайших 20 лет.

2. Разработанные нами база данных и карты потенциального эпидемиологического риска, опасности и уязвимости населения СД очага чумы могут быть использованы для кратко- и долгосрочного прогнозирования, планирования ежегодных эпизоотологических обследований, организации дезинсекционных мероприятий, а также планирования пастбищной нагрузки и туристической деятельности.

3. Для сохранения уникального богатого разнообразия местных сортов плодовых культур, а также их диких ягодных сородичей необходимо повышать образовательный уровень фермеров, распространять эффективные технологии получения качественного посадочного материала на основе местных сортов и диких сородичей, использования органических препаратов для повышения продуктивности и защиты садов вместо антибиотиков и пестицидов, переработки плодов и ягод.

4. Поскольку поражение плодовых деревьев (яблонь и груш) вызывается не одним патогеном, а несколькими близкородственными, и механизмы их патогенности для растения-хозяина, а также насекомых – переносчиков пока не изучены, вместо повсеместного использования антибиотиков переходить на органические препараты местного производства.

5. Для защиты плодовых культур от бактериального ожога, мучнистой росы, парши опрыскивать деревья, почву в саду или питомнике биопрепаратом «Живая вода» 2-3 раза за сезон, сочетая опрыскивание с побелкой стволов и побегов ранней весной и поздней осенью смесью препарата ЖВ и глины.

6. Продолжить изучение механизмов взаимодействия с растениями-хозяевами и насекомыми-переносчиками выделенных штаммов эпи- и эндофитных бактерий (*P. agglomerans*, *L. adecarboxylata*), которые могут быть потенциальными кандидатами для разработки биопрепаратов, направленных на повышение устойчивости растений к патогенным агентам.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. **Сариева, Г. Е.** Изучение эпидемиологии и эпизоотологии чумы в целях биобезопасности населения Иссык-Кульской области Кыргызстана [Текст] / Г. Е. Сариева, Ш. К. Качекова, Р. К. Маймулов // Вестник ИГУ им. К. Тыныстанова. – Каракол, 2009. – №23. – С.120 – 121; То же: [Электронный

ресурс]. - Режим доступа:
file:///C:/Users/User/Downloads/vestnik_ISUSARIEVA23-20094122.pdf

2. **Сариева, Г. Е.** Фитопатология [Текст]: учеб. пособие на кырг. яз. / Г. Е. Сариева, Н. Т. Абдыраманова, Ч. А. Асанбекова, Ш. К. Качекова. – Каракол: ИГУ, 2012. – 179 с.

3. **Sariyeva, G.** Assimilate export inhibition in *Sugarcane* yellow leaf virus-infected sugarcane is not due to less transcripts for sucrose transporters and sucrose-phosphate synthase or to callose deposition in sieve plates [Текст] / A. I. ElSayed, A. R. Weig, G. E. Sariyeva, E. Hummel, S.L. Yan, A. Bertolini, E. Komor // *Physiological and molecular plant pathology*. – 2013, – Vol. 81. – P. 64–73; То же: [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0885576512000719>

4. **Sariyeva, G. E.** Biosafety in the Field: An account of a Kyrgyz antiplague expedition [Текст] / M. L. Weaver, G. E. Sariyeva, Dz. U. Kendirbaev // *Applied Biosafety*. – 2014, – Vol. 19 (2). – P. 74–86; То же: [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://www.liebertpub.com/toc/apb.1/19/2>

5. **Сариева, Г. Е.** Эпидемиологическое состояние природных очагов чумы Иссык-Кульской области Кыргызстана [Текст] / Г. Е. Сариева, Дж. У. Кендирбаев, Г. Д. Базарканова, Р. К. Маймулов, Ш. К. Качекова, Ж. Т. Айтбаева // *Вестник ИГУ им. К. Тыныстанова*. – Каракол, 2015. – №39. – С. 44–47; То же: [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [https://api.libraryiksu.kg/vestnik/ISUSARIEVA\(2\)2015-396053.pdf](https://api.libraryiksu.kg/vestnik/ISUSARIEVA(2)2015-396053.pdf)

6. **Сариева, Г. Е.** Сохранение растительного биоразнообразия в Кыргызстане: проблемы и перспективы [Текст] / Г. Е. Сариева, М. К. Турдиева // *Вестник ИГУ им. К. Тыныстанова*. – Каракол, 2015. – №39. – С. 20–25; То же: [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://api.libraryiksu.kg/vestnik/ISUSARIEVA2015-397300.pdf>

7. **Сариева, Г. Е.** Генотипирование штаммов *Yersinia pestis* из Среднеазиатского пустынного и Тянь-Шанского высокогорного очагов чумы [Текст] / Б. К. Курманов, Б. Б. Атшабар, Г. Е. Сариева, А. А. Абдирассилова, З. Ж. Абдел, Ш. Бахтыбеккызы, А. С. Жунусова, Н. К. Мукашев, Н. П. Кабышева, А. К. Касенова, Л. Е. Некрасова, Э. Ж. Бегимбаева, С. Т. Абдикаримов, А. К. Джапарова // *Медицина*. – Алматы, 2016. – №12 (174). – С. 80–87; То же: [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://www.medzdrav.kz/images/magazine/medecine/2016/2016-12/М_12-16_080-087.pdf

8. **Сариева, Г. Е.** Свидетельство №33 Кыргызская Республика. База данных «Эпидемиология и эпизоотология чумы в Сары-Джазском природном очаге Кыргызстана» [Текст] / С. Т. Абдикаримов, Г. Е. Сариева, З. А. Сагиев, Г. Д. Базарканова, А. Г. Шабунин, Р. К. Маймулов, Ж. Т. Айтбаева, А. К. Джапарова, Р. С. Муссагалиева, А. А. Абдирассилова, З. Ж. Абдел, Б. К. Курманов, В. Г. Софейков // Бишкек. РЦКиООИ. – № 20170007.7 заявл. 14.02.2017; опубл. 19.04.2017, Бюл. № 5. – 2 с.

9. **Сариева, Г. Е.** Оценка степени уязвимости населения на территории Сары-Джазского автономного мезоочага чумы, Кыргызстан [Текст] / А. Г. Шабунин, Г. Е. Сариева, С. Т. Абдикаримов, Р. К. Маймулов, Г. Д. Базарканова, А. К. Джапарова, З. А. Сагиев, З. Ж. Абдел, Р. С. Муссагалиева, А. А. Абдирассилова, Ж. Т. Айтбаева, Б. К. Калдыбаев // Acta Biomedica Scientifica, Иркутск, 2017. – №2(4). – С. 107–114; То же: [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://doi.org/10.12737/article_59fad5258950d0.72474236
10. **Сариева, Г. Е.** Некоторые особенности изоляции культур возбудителя чумы в 2016 году в условиях Сары-Джазского автономного очага чумы [Текст] / А. К. Жапарова, С. Т. Абдикаримов, Д. А. Адамбеков, И. Ш. Альджамбаева, Н. Т. Усенбаев, Э. Ш. Ибрагимов, Г. Е. Сариева // Здравоохранение Кыргызстана, Б., 2017. – №4. – С.26–29; То же: [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32741737>
11. **Сариева, Г. Е.** Свидетельство №40 Кыргызская Республика. База данных «Биоразнообразие плодовых и ягодных культур в Иссык-Кульской области Кыргызстана» [Текст] / Г. Е. Сариева, М. К. Турдиева, А. Г. Шабунин, Д. Алмазбек у., Н. Курманбек у. // Бишкек. ИГУ. – № 20180004.7 заявл. 11.01.2018; опубл. 22.02.2018, Бюл. №3 (227). – 4 с.
12. **Сариева, Г. Е.** Атлас Сарыджазского природного очага чумы в Кыргызстане: пространственная и временная характеристика [Текст] / [Г. Е. Сариева, Г. Дж. Базарканова, З. А. Сагиев, А. Г. Шабунин и др.]. – Б.: Глобалпринт, 2018. – 164 с.
13. **Sariyeva, G. E.** Current status of the Sari-Dzhas natural focus of plague, Kyrgyzstan: epizootic activity and marmot population [Текст] / G.E. Sariyeva, Z. Zh. Abdel, A. G. Shabunin, Z. A. Sagiyev, S. A. Abdikarimov, G. D. Bazarkanova, D. U. Kendirbaev, R. K. Maimulov, A. K. Dzharparova, V. G. Sofeikov, A. A. Abdirassilova, R. S. Mussagaliyeva, B. K. Kurmanov, Z. T. Aitbaeva, D. A. Almazbek // Vector-borne and zoonotic diseases, 2018. – Vol.18. – p. 124–132; То же: [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://www.liebertpub.com/doi/full/10.1089/vbz.2017.2200>
14. **Sariyeva, G. E.** Marmots and Yersinia pestis Strains in Two Plague Endemic Areas of Tien Shan Mountains [Текст] / G. Sariyeva, G. Bazarkanova, R. Maimulov, S. Abdikarimov, B. Kurmanov, A. Abdirassilova, A. Shabunin, Z. Sagiyev, A. Dzharparova, Z. Abdel, R. Mussagaliyeva, S. Morand, V. Motin, M. Kosoy // Frontiers in Veterinary Sciences, section Parasitology. 2019. – 6:207. – P. 207–214; То же: [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fvets.2019.00207/full>
15. **Сариева, Г. Е.** Сохранение разнообразия сортов местных фруктовых деревьев и диких ягод в Иссык-Кульской области Кыргызстана [Текст] / Г. Е. Сариева, М. К. Турдиева, Ж. Т. Айтбаева, С. К. Кадыркулова, Ш. К. Качекова, А. К. Кудайбергенова // Овощи России, М., 2019. – №3. – С. 109–

115; То же: [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-3-109-115>

16. **Сариева, Г. Е.** Прогнозирование степени уязвимости территории Сары-Джазского автономного очага чумы в Кыргызстане [Текст] / А. Г. Шабунин, Г. Е. Сариева, Г. Д. Базарканова, Р. К. Маймулов, С.Т. Абдикаримов, З. Ж. Абдел, З. А. Сагиев, А. А. Абдирассилова, Ж. Т. Айтбаева // Известия НАН КР, Б., 2020. – №2. – С. 138 – 147; То же: [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://ilim.naskr.kg/index.php/main/article/view/233>

17. **Сариева, Г. Е.** Создание и возможности применения базы данных «Эпидемиология и эпизоотология чумы в Сары-Джазском природном очаге Кыргызстана» [Текст] / Г. Е. Сариева, З. А. Сагиев, А. Г. Шабунин, Г. Д. Базарканова, Р. К. Маймулов, С. Т. Абдикаримов, Ж. Т. Айтбаева, Н. Курманбек у. // Известия НАН КР, Б., 2020. – №2. – С. 133–137; То же: [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://ilim.naskr.kg/index.php/main/article/view/232>

18. **Сариева, Г. Е.** Влияние местных минеральных и органических стимуляторов на рост пшеницы [Текст] / Г. Е. Сариева, Ж. Т. Айтбаева, Н. И. Ибраева // Вестник ИГУ, Каракол, 2022. – №51. – С. 50–57; То же: [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://libraryiksu.kg/vestnik/arhiv/60>

19. **Сариева, Г. Е.** Идентификация бактерий-эпифитов и патогенов плодовых деревьев северного Кыргызстана [Текст] / Г. Е. Сариева, Н. И. Ибраева, А. М. Эралиева, М. Арзыбек у. // Известия ОшТУ, Ош, 2023. – №2. – С. 114–120; То же: [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://vestnik.oshtu.kg/images/Journal/2023-2/2/resursosb/7.%20Sariyeva%20Gulmira%20Edigeevna.pdf>

20. **Сариева, Г. Е.** Повышение потенциала экспорта зерновых культур в Кыргызстане через использование биопрепарата на основе золы каменного угля [Текст] / Н. И. Ибраева, А. М. Эралиева, Г. К. Такырбашева, Н. Султакаева, А. Болотбекова, Р. Эсенгожоев // П76 Приоритет. направл. развития регион. экспорта продукции АПК. Мат. межд. научно-практ. конф. – Красноярск: Кр.ГАУ. 2024. – С. 134 – 142; То же: [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.kgau.ru/new/all/science/04/2023/01.pdf#page=135>

21. **Sariyeva, G. E.** Changes in humus content on the territory of agricultural lands in the Issyk-Kul basin of Kyrgyzstan [Электронный ресурс] / Т. К. Kurenkeev, G. E. Sariyeva, Ch. A. Asanbekova, N. T. Abdyramanova, R. T. Niiazova // Bio Web of Conferences 100, А., 040256 2024 <https://doi.org/10.1051/bioconf/202410004025>

22. **Sariyeva, G. E.** Assessment of carbon store by spruce plantations in forest ecosystems of Kyrgyzstan [Электронный ресурс] / А. V. Ivanov, N. T. Chyngozhoev, G. E. Sariyeva, N. N. Bekbolotova, N. I. Ibrayeva // Bio Web of Conferences 100, 04007 2024 <https://doi.org/10.1051/bioconf/202410004007>

РЕЗЮМЕ

диссертации Сариевой Гульмиры Едигеевны на тему «Влияние антропогенных факторов на агро- и биоразнообразии в Иссык-Кульской области Кыргызстана» на соискание ученой степени доктора биологических наук по специальностям: 03.01.06 – биотехнология и 03.02.08 – экология

Ключевые слова: экосистемы, носители и переносчики возбудителя чумы, природный очаг чумы, эктопаразиты, эпидемиологическая уязвимость, агроразнообразие, хозяйственная деятельность человека.

Объект исследования: животные – серый сурок, мелкие грызуны, эктопаразиты, бактерии - *Yersinia pestis*, *Erwinia amylovora*, растения - плодовые и ягодные культуры, органо-минеральный препарат «Живая вода».

Предмет исследования: изменение агро- и биоразнообразия природных и искусственных экосистем ИК области в результате длительного антропогенного воздействия.

Цель исследования: оценить влияние длительной антропогенной деятельности на животное биоразнообразие высокогорных экосистем и агроразнообразие плодовых и ягодных культур в ИК области Кыргызстана.

Методы исследования: полевые наблюдения, молекулярно-генетические, бактериологические, ГИС-картирование, математическая и статистическая обработка данных.

Полученные результаты и их новизна. Впервые в Кыргызстане обнаружены негативные последствия многолетней антропогенной деятельности на численность и видовой состав травоядных обитателей естественных экосистем, расположенных на природных очаговых по чуме территориях, установлена филогенетическая принадлежность циркулирующих в ИК области штаммов *Y. pestis*. Уникальное сортовое разнообразие плодовых, ягодных культур и их диких сородичей в Иссык-Кульской области Кыргызстана сокращается за счет замены их на коммерческие сорта и распространения инфекционных болезней. Для сохранения традиционных сортов можно использовать органо-минеральный препарат «Живая вода», богатый микроэлементами (подвижный Р и К), снижающий поражаемость плодовых культур инфекционными болезнями.

Рекомендации по использованию: Разработанные нами база данных, карты и методика расчета потенциальной уязвимости населения СД очага чумы используются для составления краткосрочных и долгосрочных прогнозов, организации ежегодных эпизоотологических обследований, дезинсекционных мероприятий. Для защиты плодовых культур от болезней рекомендуется обрабатывать растения, почву биопрепаратом «Живая вода» 2-3 раза за сезон.

Область применения: эпидемиологический, эпизоотологический и фитосанитарный контроль, возделывание плодово-ягодных и зерновых культур, селекция, биотехнология.

Сариева Гулмира Едигеевнанын 01.03.06 – биотехнология жана 02.03.08 – экология адистиктери боюнча биология илимдеринин доктору илимий даражасын изденип алуу үчүн «Кыргызстандын Ысык-Көл обласындагы агро-жана биологиялык ар түрдүүлүккө антропогендик факторлордун таасири» жазылган диссертациясынын

РЕЗЮМЕСИ

Негизги сөздөр: экосистема, алып жүрүүчүлөр жана ташуучулар, кара тумоонун табигый очогу, эктопаразиттер, эпидемиологиялык алуулук, мөмө-жемиш өсүмдүктөрүнүн агротүрдүүлүгү, адамдын чарба ишмердүүлүгү

Изилдөө объектиси: жаныбарлар - боз суурлар, майда кемирүүчүлөр, эктопаразиттер (бүргө, кене, бит), бактериялар - *Yersinia pestis*, *Erwinia amylovora*, өсүмдүктөр - мөмө-жемиш өсүмдүктөрү, "Мүрөк суу" органо-минералдык препарат.

Изилдөөнүн предмети. Узак мөөнөттүү антропогендик таасирдин натыйжасында Ысык-Көл чөлкөмүнүн табигый жана жасалма экосистемаларынын агро- жана биологиялык ар түрдүүлүгүнүн өзгөрүшү.

Изилдөөнүн максаты: Кыргызстандын Ысык-Көл облусундагы бийик тоолуу экосистемалардын жаныбарлардын биологиялык ар түрдүүлүгүнө жана мөмө-жемиш өсүмдүктөрүнүн агроартүрдүүлүгүнө узак мөөнөттүү антропогендик аракеттердин таасирин баалоо.

Изилдөө ыкмалары: талаа байкоолору, молекулярдык-генетикалык, бактериологиялык, ГИС карта түзүү, математикалык жана статистикалык маалыматтарды иштетүү.

Алынган натыйжалар жана алардын жаңылыгы. Кыргызстанда биринчи жолу майда чычкан сымал кемирүүчүлөрдүн түрдүк курамы, боз суурлардын популяциясынын жыныстык курамы жана репродуктивдүү абалына 56 жылдан ашуун байкоо жүргүзүүнүн анализденди, антропогендик активдүүлүктүн чөп жеген жашоочуларынын санына жана түрдүк курамына терс тийгизген кесепети аныкталган. Суурлардын жана чычкан сымал кемирүүчүлөрдүн популяцияларында Ысык-Көл облусунда айлануучу *Y. pestis* штаммдарынын филогенетикалык тиешелүүлүгү аныкталган. Ысык-Көл облусунда мөмө-жемиш өсүмдүктөрүнүн жана алардын жапайы түрлөрүнүн уникалдуу сорттук ар түрдүүлүгү товардык сорттордун импортунун жана жугуштуу оорулардын жайылышынан улам кыскарып жаткандыгы аныкталды. Сорттук жана түрлөрдүн ар түрдүүлүгүн сактоо үчүн Нарын кенинен көмүр күлүнөн даярдалган органо-минералдык «Мүрөк суу» препаратын колдонууга болот, ал мөмө-жемиш өсүмдүктөрүнүн жугуштуу ооруларга туруктуулугун жана өсүшүн/түшүмүн жогорулатат.

Колдонуу боюнча сунуштар: Очоктуу аймактардын калкы үчүн негизги коркунуч болуп кара тумоо оорусунун эпидемиологиялык коркунучу эмес, биологиялык ар түрдүүлүктүн жоголушу жана бийик тоолуу экосистемалардын бузулушу саналат, ошондуктан малдын санын чектөө, койлор, уйлар, жылкылар жайылып жаткан аймакта, ошондой эле суурларга аңчылык кылууга тыюу салуу улантылышы керек. Биз иштеп чыккан маалыматтар базасы, карталар жана калктын кара тумоо оорусунун потенциалдуу эпидемиологиялык коркунучун жана аялуулугун эсептөө ыкмалары кыска жана узак мөөнөттүү болжолдоолорду түзүү, жыл сайын

эпизоотологиялык изилдөөлөрдү пландаштыруу, дезинсекциялоо иш-чараларды, ошондой эле жайыт жүктөмүн жана туристтик иш-чараларды пландоо иштерин уюштуруу үчүн пайдаланылышы мүмкүн.

Мөмө-жемиш өсүмдүктөрүн күйүктөн, кебер жана котурдан коргоо үчүн дарактардын, бакчанын же питомниктин топурактарына «Мүрөк суу» биологиялык препаратын 2-3 жолу чачуу, эрте жазда жана кеч күз мезгилинде сөңгөктөрдү жана бутактарды препарат менен чопо аралашмасы актоо керек.

Эпи- жана эндофиттик бактериялардын изоляцияланган штаммдарынын ээси өсүмдүктөр жана курт-кумурскалардын векторлору менен өз ара аракеттенүү механизмдерин изилдөөнү улантуу (*P. agglomerans*, *L. adecarboxylata*), патогендик агенттерге өсүмдүктөрдүн туруктуулугун жогорулатууга багытталган биологиялык продуктуларды иштеп чыгуу үчүн потенциалдуу талапкерлер болушу мүмкүн.

Колдонулуу чөйрөсү: кара тумоо оорусуна каршы энзоотиялык аймактар, мөмө-жемиш жана дан өсүмдүктөрүн өстүрүүчү аймактар, селекция, биотехнология.

SUMMARY

of the dissertation of Gulmira Edigeevna Sariyeva on the topic “ The influence of anthropogenic factors on agro- and biodiversity in the Issyk-Kul region of Kyrgyzstan”, submitted for the degree of Doctor of Biological Sciences in the specialties: 01.03.06 - biotechnology and 02.03.08 - ecology

Key words: ecosystems, carriers and vectors of plague pathogen, natural plague focus, ectoparasites, epidemiological vulnerability, agrodiversity, human economic activity.

Object of study: animals - gray marmot, small rodents, ectoparasites, bacteria - *Yersinia pestis*, *Erwinia amylovora*, plants - fruit and berry crops, organo-mineral preparate "Living Water"

Subject of study. Changes in agro- and biodiversity of natural and artificial ecosystems of the Issyk-Kul region as a result of long-term anthropogenic impact.

Purpose of the study: to assess the impact of long-term anthropogenic activities on the animal biodiversity of high-mountain ecosystems and the agrodiversity of fruit and berry crops in the Issyk-Kul region of Kyrgyzstan.

Research methods: field observations, molecular-genetic, bacteriological, GIS mapping, mathematical and statistical data processing.

The results obtained and their novelty. For the first time in Kyrgyzstan, the negative consequences of long-term anthropogenic activity on the number and species composition of herbivorous inhabitants of ecosystems located in natural plague-origin areas have been discovered, and the phylogenetic affiliation of *Y. pestis* strains circulating in the Issyk-Kul region has been established. The unique varietal diversity of fruit and berry crops and their wild relatives in the Issyk-Kul region of Kyrgyzstan is being reduced due to their replacement with commercial varieties and the spread of infectious diseases. To preserve traditional varieties, can be used the organo-mineral preparate “Living Water” with high content of microelements (especially P and K). This treatment reduces the susceptibility of fruit crops to infectious diseases and increases the growth and yield of test crops.

Recommendations for use: The developed database, maps and methods for calculating the potential vulnerability of the population of the Sari-Dzhas plague origin area are used to compile short-term and long-term forecasts, organize annual epizootological surveys and disinfestation activities. To protect fruit crops from diseases, it is recommended to treat plants and soil with the biological preparate “Living Water” 2-3 times per season.

Area of application: epidemiological, epizootological and phytosanitary control, cultivation of fruit, berry and grain crops, selection, biotechnology.