

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ  
ИНСТИТУТ БИОТЕХНОЛОГИИ

ИССЫК-КУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ  
К. ТЫНЫСТАНОВА

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**

03.01.06 – биотехнология

03.02.08 – экология

Диссертация на соискание ученой степени

доктора биологических наук

**Научный консультант:**

доктор ветеринарных наук,

профессор, академик НАН КР

Жунушов Асанкадыр Темирбекович

**Бишкек – 2024**

## СОДЕРЖАНИЕ

СОДЕРЖАНИЕ	2-4
ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ И ОБОЗНАЧЕНИЙ	5-6
ВВЕДЕНИЕ	7-18
ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	19-75
1.1. Характеристика животного биоразнообразия Иссык-Кульской области и основные факторы антропогенного воздействия	19-62
1.1. 1. Характеристика Сарыджазского автономного очага	28-39
1.1.1.1. Климато-географическая характеристика очага	29-31
1.1.1.2. Характеристика биоразнообразия горных мест обитания	31-33
1.1.1.3. Характеристика ландшафтно-эпидемиологических районов Сарыджазского очага	33-39
1.1.2. Характеристика Верхненарынского автономного очага	39-40
1.1.3. Основные виды носителей и переносчиков чумы Сарыджазского и Верхненарынского автономных очагов	40-62
1.1.3.1. Характеристика животных – основных и второстепенных носителей чумного возбудителя	40-48
1.1.3.2. Характеристика эктопаразитов – переносчиков чумного возбудителя	48-62
1.2. Характеристика агроразнообразия Иссык-Кульской области	62-75
1.2.1. Состояние агроразнообразия Иссык-Кульской области	62-68
1.2.2. Фитопатогенное состояние плодовых культур Иссык-Кульской области	68-73
1.3. Заключение по обзору литературы	73-75
ГЛАВА 2. МЕТОДОЛОГИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ	76-99
2.1. Методы изучения видового разнообразия животных	76-86

2.1.1. Отлов грызунов	78-79
2.1.2. Паразитологический анализ	79
2.1.3. Бактериологический анализ	79-80
2.1.4. Генетический анализ	80-82
2.1.5. Цифровая обработка эпидемиологических данных	82-86
2.1.5.1. Создание ГИС-карт	83-84
2.1.5.2. Расчеты индексов	84-88
2.2. Оценка агробиоразнообразия Иссык-Кульской области	88-99
2.2.1. Разнообразие плодовых и ягодных культур	88-93
2.2.2. Выделение и идентификация штаммов бактерий	93-96
2.2.3. Изучение ростостимулирующего эффекта препарата «Живая вода» на зерновые и плодовые культуры	96-99
2.3. Статистическая обработка данных	99
ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ	100-168
3.1. Антропогенное влияние на численность и пространственное распределение основных и второстепенных носителей чумного микроба в Иссык-Кульской области	100-136
3.1.1. Численность и распространение серого сурка и мелких мышевидных грызунов	100-110
3.1.2. Численность и распространение эктопаразитов серого сурка	111-120
3.1.3. Генотипирование штаммов возбудителя чумы, выделенных в Сары-Джазском природном очаге	121-127
3.2. Оценка уязвимости населения Иссык-Кульской области и прогнозирование на 2050 г.	127-141
3.2.1. Эпидемиологическая характеристика Сары-Джазского и Верхненарынского очагов чумы. База данных «Эпидемиология и эпизоотология чумы в Сары-Джазском природном очаге Кыргызстана»	127-132

3.2.2. Оценка уязвимости населения Иссык-Кульской области от чумы	132-137
3.2.3. Прогнозирование	137-149
3.3. Оценка разнообразия местных фруктовых и диких ягодных культур в Иссык-Кульской области Кыргызстана	150-175
3.3.1. Оценка агроразнообразия плодовых и ягодных культур Иссык-Кульской области	150-158
3.3.2. Изучение микробиологического разнообразия флоросферы плодовых культур (груша, яблоня) Иссык-Кульской и Нарынской области	159-171
3.3.3. Влияние органно-минерального препарата «Живая вода» на рост и устойчивость растений к болезням	172-175
ГЛАВА 4. ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ	176-204
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	205-218
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ	219-221
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	222-252
ПРИЛОЖЕНИЯ	253-269

## ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ И ОБОЗНАЧЕНИЙ

В настоящей диссертации применяют следующие сокращения, обозначения и определения:

ИГУ – Иссык-Кульский государственный университет им. К. Тыныстанова;

ИК - Иссык-Кульская область;

СД – Сары-Джазский природный автономный очаг чумы;

ВН – Верхненарынский природный автономный очаг чумы;

КРС – крупный рогатый скот;

МРС – мелкий рогатый скот;

МОН – Министерство образования и науки;

ГИС – геоинформационные системы;

КПЧО – Каракольское противочумное отделение;

РЦКиООИ – Республиканский центр карантинных и особо опасных инфекций Министерства здравоохранения КР;

ЛЭР – ландшафтно-эпизоотологический район природного очага чумы;

MLVA – Метод определения переменного числа точных tandemных повторов в ДНК;

ГАООСилХ – Государственное Агентство охраны окружающей среды и лесного хозяйства при правительстве КР;

КНЦКЗИ – Казахский научный центр карантинных и зоонозных инфекций им. М. Айкимбаева (Республика Казахстан);

ПЦР – полимеразная цепная реакция;

Melt-MAMA – Анализ несоответствия амплификации мутации в сочетании с анализом плавления ДНК;

SNP-локусы – локусы в ДНК, в которых выявлен полиморфизм отдельных нуклеотидов;

МНТЦ – Международный научно-технический центр;

ДДТ – трихлорметилди (*n*-хлорфенил) метан) — инсектицид, применяемый против комаров и вредителей сельского хозяйства;

ИО - индекс обилия эктопаразитов в шерсти животных;

ИЭО – индекс эпидемиологической опасности;

ИЭР - индекс эпидемиологического риска;

ИЭУ - индекс эпидемиологической уязвимости;

НСК КР - Национальный Статистический Комитет Кыргызской Республики;

ПХГ – полный хромосомный геном;

АГСИС – Ак-Суйский государственный сортоиспытательный участок Кыргызского научно-исследовательского института земледелия;

БП – Биопрепарат;

ЖВ – органоминеральный препарат «Живая вода»

# ВВЕДЕНИЕ

## Актуальность темы диссертации

Недавняя пандемия вируса SARS-COV-19 обострила внимание ученых на глобальной проблеме потери биоразнообразия и ее влияния на усиление эпидемий и эпизоотий. Данную закономерность подтверждают следующие факты: за последние 60 лет значительно возросло количество видов, находящихся под угрозой исчезновения (данные 2000-2018 гг.), количество КРС (1960-2016 гг.) и одновременно увеличилось число вспышек инфекционных болезней людей (1960-2018 гг.) и животных (2006-2019 гг.) и [1, с. 3]. Взаимосвязанный и взаимозависимый характер 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. Характер воздействия биоразнообразия на проявление инфекций трактуется по-разному [2, с. 1064, 3, с. 4]. Согласно теории «эффекта разбавления», утрата биоразнообразия на уровне пары паразит - хозяин может способствовать обострению инфекционных болезней, что подтверждается недавней пандемией коронавируса, которая началась как эпизоотия среди летучих мышей [4, с. 727], а также многими другими болезнями животных, человека и растений [5, с. 1129].

Огромное разнообразие живых организмов, сложившееся исторически в высокогорных системах Внутреннего Тянь-Шаня Кыргызстана, является важнейшим природным ресурсом, который обеспечивает непрерывность жизни во всей Центральной Азии [6, с. 41]. Наиболее сильное влияние на уменьшение биоразнообразия в Кыргызстане оказывает хозяйственная деятельность человека, благодаря которой исчезло и находится под угрозой исчезновения огромное количество видов: в Красную книгу занесено 26 видов

млекопитающих, 53 – птиц, 8 – пресмыкающихся, 2 – земноводных, 7 – рыб, 17 – насекомых, 83 вида растений, 4 вида грибов, и этот скорбный список продолжает увеличиваться. Основные виды хозяйственной деятельности человека в Кыргызстане – это исторически традиционное для кочевого народа кыргызов животноводство, растениеводство, плодоводство, горнодобывающая промышленность, которые получили интенсивное развитие в XX в., и туризм, начавшийся активно развиваться в последние 20 лет.

На высокогорной территории Кыргызстана выше 2000 м. н.у.м. расположены природные очаги особо опасной болезни – чумы, основными носителями которых являются серый и красный сурки (*Marmota baibacina*, *M. caudata*) и мелкие мышевидные грызуны [7, с. 59]. Множественные эпизоотии чумы среди животных-носителей наблюдались здесь неоднократно, а в начале XX в. были зарегистрированы локальные, но с многими летальными случаями эпидемические вспышки среди местного населения [8, с. 41]. Основные усилия 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 длительные противоэпидемические мероприятия, проведенные в Иссык-Кульской области, начиная с 1950-х гг., привели к затуханию активности ВН и СД очагов в период 1982-2012 гг. [9, с. 19], однако в последние 10 лет на данной территории снова регистрируются ежегодные единичные эпизоотии, и, в дополнение, был зарегистрирован один случай заражения человека [10, с. 77].

Кроме уникального биоразнообразия горных экосистем Иссык-Кульская область Кыргызстана известна также своим богатым агроразнообразием, то есть имеет исторически сложившееся большое разнообразие сельскохозяйственных плодовых культур [11, с. 5]. Особенно широко

представлены здесь яблоня, груша и абрикос, многие сорта которых, выведенные в Кыргызстане и отлично 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. Кроме культурных сортов 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 приоритетными научными направлениями, крупными научными программами (проектами), основными научно исследовательскими работами, проводимыми образовательными и научными учреждениями:** Диссертационная работа выполнена на базе ИГУ им. К. Тыныстанова в рамках национальных 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 (IAEA) 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); DAAD стипендия по обмену преподавателями ВУЗов «Изучение гистологии листа сахарного тростника под влиянием вируса желтой ржавчины» (2010).

**Цель и задачи исследования.** Целью данной работы было оценить влияние длительной антропогенной деятельности на животное биоразнообразие высокогорных экосистем и агроразнообразие плодовых и ягодных культур в Иссык-Кульской области Кыргызстана.

Для достижения поставленной цели решались следующие **задачи**:

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 – патогенов, эпифитов и эндофитов сельскохозяйственных культур, 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 ИК 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 ИК 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 органно-минеральный 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, СД и ВН, 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 узко-специфических 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 СД 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 ИК области, увеличения поголовья лошадей, КРС, МРС, деградации пастбищ, развития туризма площадь высокой эпидемиологической уязвимости населения от чумы распространится на большую часть территории СД очага.

Получено 2 авторских свидетельства на регистрацию базы данных, выданное Государственным агенством интеллектуальной собственности и инноваций при Кабинете Министров КР (№33, приложение 2; №40, приложение 6).

**Практическая значимость полученных результатов:** Разработанные нами база данных и ГИС-карты потенциального эпидемиологического риска, эпидемиологической опасности и уязвимости населения СД очага чумы могут быть использованы для составления краткосрочных и долгосрочных прогнозов, планирования ежегодных эпизоотологических обследований в секторах с высокой уязвимостью и окружающих их, организации дезинсекционных мероприятий, а также планирования пастбищной нагрузки и туристической деятельности на данных территориях. Полученные в работе новые данные о разнообразной бактериальной природе поражения плодовых деревьев (яблонь и груш) в Иссык-Кульской области могут служить основой дальнейшего изучения механизмов их патогенности для растения - хозяина, а также насекомых – переносчиков. Созданная на основе опроса фермеров База данных о разнообразии сортов плодовых культур используется для разработки стартапов, бизнес-планов по возрождению местных сортов в агросекторе. Имеющиеся в научной литературе сведения об эпи- и эндофитных 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. Для этого должно быть продолжено изучение взаимодействия выделенных штаммов с растениями-хозяевами, насекомыми-переносчиками, другими видами микроорганизмов. Органно-минеральный 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 СД 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 политика противоэпидемиологических и противоэпизоотологических мероприятий позволяет снизить риск заражения человека в энзоотичных территориях, которые активно используются для внутреннего и международного туризма, летнего выпаса частного КРС, МРС и лошадей. Разработанные на основе местных рас эпифитных бактерий биопрепараты могут иметь низкую себестоимость и являться хорошим конкурентом привозным пестицидам и антибиотикам.

### **Основные положения диссертации, выносимые на защиту**

1. Установлено, что, несмотря на агрессивное воздействие человека в течение 60-ти лет (1950-2016), популяции серого сурка в Северном Кыргызстане сохранили хороший репродуктивный потенциал для успешного воспроизводства, который может быть реализован при условии ослабления антропогенного влияния. Однако хозяйственная деятельность человека привела к сокращению биоразнообразия и серьезным изменениям видового состава популяций травоядных обитателей высокогорных экосистем - мелких мышевидных грызунов, постоянных спутников серых сурков.

2. Выявлено, что целенаправленные противоэпидемические мероприятия в 1970-80 гг. привели к значительному уменьшению численности эктопаразитов сурков, однако этот показатель восстанавливается быстрее, чем численность самих животных – хозяев эктопаразитов. Видовые изменения в популяциях сурков и мышей привели к распространению 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. Обнаружено, что 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 на территории Иссык-Кульской области штаммы от разных объектов относятся к самому древнему, наиболее вирулентному среди рода *Yersinia* уникальному биовару *Antiqua* (0.ANT3, 0.ANT5).

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

5. В Северном Кыргызстане имеется богатейшее агроразнообразие плодовых, а также диких ягодных культур. Однако выявлено, что 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 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 процессе длительного хранения.

7. Нашими исследованиями установлено, что повсеместное поражение плодовых деревьев (яблонь и груш) в Иссык-Кульской области вызывается не только одним патогеном *E. amylovora*, а несколькими близкородственными видами из семейства *Enterobacteriaceae* (*P. brenneri*, *E. aphidicola*). При этом 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. Органно-минеральный препарат «Живая вода» повышает продуктивность и устойчивость с-х. культур к инфекционным болезням благодаря высокому содержанию подвижных форм К и Р.

**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» (Красноярский ГАУ, 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); III Международной Научно-практической конференции (Костанай, 2018); 12 Международном

Симпозиуме по Иерсиниям (Тбилиси, 2016); заседаниях НТС ИГУ им. К. Тыныстанова и Института Биотехнологии НАН КР.

**Полнота отражения результатов диссертации в публикациях:** По материалам диссертации опубликованы 1 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).

**Структура и объём диссертации.** Диссертация объёмом 269 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 девяти приложений. Диссертация иллюстрирована 21 таблицей и 49 рисунками.

# ГЛАВА 1

## ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

### **1.1. Характеристика животного биоразнообразия Иссyk-Кульской области и основные факторы антропогенного воздействия**

Биологическое разнообразие или биоразнообразие - это разнообразие жизни на Земле во всех ее формах — от вирусов и бактерий до целых экосистем, таких как леса, озера или коралловые рифы [12]. Биоразнообразие, наблюдаемое сегодня на Земле, является результатом 4,5 миллиардов лет эволюции, на которую все большее отрицательное влияние оказывает человек. Антропогенные факторы, т.е. косвенное или прямое воздействие человека на природу, оказывают важнейшее влияние на биологическое разнообразие диких видов растений и животных по всему миру. В отличие от природных отрицательных факторов (естественное вытеснение отдельного вида другим в результате конкуренции или борьбы за существование, естественное изменение климата, ландшафта и т.д.), человек пытается подчинить себе природу, управлять ее силами, чтобы извлечь экономическую выгоду. Такое отношение человека к природе за последние 200-300 лет привело к необратимым процессам - изменению ландшафтов суши и океанов, загрязнению отходами, что в результате привело к самому тяжелому последствию - исчезновению большого количества видов флоры и фауны, т.е. уменьшению биоразнообразия.

Негативное воздействие человека на природу делится на два вида:

- прямое изъятие вида/ов из природы
- изменение местобитаний вида/ов [12].

Прямое изъятие происходит при отстреле, отлове, сборе, преднамеренном или непреднамеренном уничтожении особей, принадлежащих тем или иным видам. Чрезмерная охота, рыболовство, собиpание (в том числе и браконьерство), вырубкa деревьев и целых лесов, массовые лесные пожары

подрывают способность видов к нормальному воспроизводству. Из-за чрезмерного изъятия сократилась в численности и по ареалу распространения значительная часть охотничьих видов: марал, синий кит, амурский тигр, африканский и индийский слоны и множество других видов. Типичным примером такого вида антропогенного воздействия в Кыргызстане является истребление красного сурка (*Marmota caudata*), самого многочисленного в начале XX в. вида пушных зверей. В целях ликвидации природных очагов чумы при интенсивном освоении высокогорья для горного дела, животноводства в 1950—60-е гг. было истреблено больше 1 миллиона этих грызунов [9, с. 20]. Это привело к полному исчезновению их на большей части прежнего ареала, а также к резкому сокращению численности и потере способности к ее восстановлению на остальной части ареала.

По сравнению с прямым изъятием более опасным антропогенным воздействием является изменение местообитаний диких видов, происходящее вследствие расширения зоны антропогенного ландшафта. При этом естественные экосистемы на территории полностью разрушаются, что ведет к гибели большинства обитавших в ней видов. На месте естественных экосистем человек создает искусственные ландшафты: поля, сады, подсевающие пастбища и др. В противоположность естественным, антропогенные экосистемы благодаря своему бедному видовому составу и неспособности к саморегуляции становятся очагами экологической дестабилизации [6, с. 48].

Коренное изменение местообитаний, несовместимое с жизнью подавляющего большинства прежних обитателей – компонентов экосистемы происходит при сельскохозяйственном, промышленном (в том числе горными разработками) освоении территорий, строительстве населенных пунктов, дорог, ирригационных и иных сооружений. Деятельность человека при освоении естественных территорий вызывает локальное загрязнение среды, выборочное изъятие видов, изменение режима увлажнения, пожары, вырубку леса, снижение биомассы продуцентов, внедрение чуждых видов и т.п. Частичным

изменениям в Кыргызстане подверглись в той или иной мере все естественные экосистемы: вечнозеленые леса, плодово-ореховые леса, тугайные и пойменные леса, пустыни и саванноиды, степи, высокогорье [6, с. 45, 13, с. 108]. Основная угроза для уменьшения биоразнообразия в Кыргызстане - деградация степей, предгорий и пастбищных угодий, важных для многих эндемичных видов – компонентов уникальных и очень чувствительных к изменениям высокогорных экосистем.

Основным фактором неблагоприятного антропогенного воздействия на экосистемы Кыргызстана стало развитие интенсивного сельского хозяйства с его двумя подсекторами: животноводством и растениеводством. Животноводство является исторически сложившимся традиционным занятием кочевых народов, в том числе и кыргызов. Животноводство составляет основу сельского хозяйства Республики, и только за период с 1990 по 2017 гг. поголовье КРС увеличилось в Кыргызстане на 370123 головы [14, с. 101]. Чтобы прокормить такое количество животных, нужны огромные пастбища. Общая площадь пастбищ в Кыргызстане на 2021 г. составляет 9 миллионов 147 тысяч гектаров [32, с. 14]. При этом пастбища занимают более 85 % общей площади сельскохозяйственных угодий. Большинство пастбищ находится на уровне от 1600 м н.у.м., т.е. в высокогорной зоне, и в летние периоды испытывают чрезмерные нагрузки, так как большинство скотоводов не могут подняться на более высокие и отдаленные пастбища – сырты, а остаются на летних жайлоо. В качестве частного примера отрицательного воздействия животноводства на экосистемы можно привести широкое применение пестицидов, в том числе и в дикой природе, при обработке лесов, истреблении сурков и прямокрылых, которое привело в Кыргызстане к гибели большого количества рыбы в уникальных высокогорных озерах, беспозвоночных, а также сокращению числа и способности к воспроизводству хищных птиц [15, с. 15].

К сожалению, животноводство стало рассматриваться в качестве одного из важнейших факторов возрастающей угрозы как для мирового

биоразнообразия, так и в связи с риском для здоровья людей и животных только в последние годы, хотя многие отечественные и зарубежные ученые давно говорят об этом [1, с. 6; 17, с. 15]. В исследовании S. Morand [1, с. 6] подчеркивается, что расширение животноводства, конечно, идет неравномерно по различным странам и регионам, но так или иначе оно взаимосвязано с возрастающим числом эпидемий инфекционных болезней и, в том числе, с недавней пандемией коронавируса.

Последние исследования обращают внимание на то, что сокращение биоразнообразия изменяет состав биологических сообществ и их динамику передачи возбудителя. Естественные экосистемы могут регулировать риск передачи возбудителя через эффект «разбавления», в основе которого лежит наличие нескольких видов - хозяев возбудителя и снижают риск контакта между домашними животными и дикой природой, человеком и дикой природой. Утрата вида из экосистемы может уменьшить «эффект разбавления» [17] и привести к изменению в эколого-эпидемиологической динамике, что влечет за собой вспышку инфекционных болезней.

В то же время и интенсивное землепользование в настоящее время является одной из прямых угроз биоразнообразию и основным источником, вызывающим появление более 30% новых заболеваний с 1990 г., как было показано в исследованиях [18, с. 288]. Первым доказательством такой взаимосвязи является то, что за последние десятилетия увеличилось число вновь возникающих инфекционных болезней, как уже предупреждали несколько лет назад многие ученые [19, с. 270; 20, с. 282; 21, с. 992, 23, 24]. При этом в течение последних десятилетий также резко возросло количество зарегистрированных вспышек уже известных инфекционных заболеваний [22, с. 1774; 23-24]. Вероятные причины часто связывают с растущими антропогенными экологическими изменениями [25, с. 157] и потерей биоразнообразия [26, с. 650; 244]. В данное время появились две парадоксальные точки зрения. Первая гипотеза «Разнообразие порождает

разнообразие или Богатое разнообразие - болезнь» постулирует, что любое увеличение разнообразия видов-хозяев положительно коррелирует с общим разнообразием видов - паразитов и приводит к увеличению риска передачи болезни [2, с. 1064; 27, с. 2590; 5, с.1130]. Вторая гипотеза «Слабое разнообразие — болезнь» постулирует, что утрата биоразнообразия способствует усилению передачи патогенов за счет снижения «эффекта разбавления» [28, с. 490].

Результаты статистического временного кросс-корреляционного анализа в течение самого продолжительного периода имеющихся масштабных данных (2000–2019 гг.) показали: (1) положительную корреляцию между увеличением поголовья КРС и численностью исчезающих видов диких животных ( $P < 0,0001$ ), (2) положительную корреляцию между ростом поголовья КРС и количеством вспышек заболеваний человека ( $P < 0,0001$ ) и (3) отсутствие корреляции между количеством вспышек болезней человека и количеством находящихся под угрозой исчезновения видов диких животных ( $P = 0,90$ ) [1, с. 7]. За анализируемый период резко возросли все изучаемые переменные: число вспышек заболеваний человека (1960–2018 гг.), вспышек болезней животных (с 2006 по 2019 г.), количество голов КРС (с 1960 г. до 2016 г.) и находящихся под угрозой исчезновения видов диких животных (2000–2018 гг.). Наблюдаемая закономерность между видами, находящимися под угрозой исчезновения, и расширением поголовья КРС дает более четкую картину: постоянное увеличение поголовья КРС, по-видимому, положительно влияет на количество зарегистрированных инфекционных вспышек и увеличение числа видов диких животных, находящихся под угрозой исчезновения, по крайней мере за период 2000–2016 гг. Это наблюдение подтверждает исследования, в которых изучались непропорциональные последствия расширения поголовья скота для биоразнообразия [29; 30, с. 114], а также на естественно- и традиционно управляемую среду обитания [31, с.20904].

В Кыргызстане подсекторы животноводства и растениеводства играют ключевую роль в повышении роста экономики и обеспечении жизненно важных экосистемных услуг, продовольственной безопасности и питания, снижения уровня бедности и устойчивого развития страны [31, С. 13]. Кыргызстан исторически является животноводческой страной, которая является источником животноводческой продукции не только для своего населения, но и соседних регионов. В общем объеме внутреннего валового продукта страны доля сельского хозяйства составляла значительную часть – около 24,0% в 2010 г., хотя в 2023 г. этот показатель снизился до 6% [33]. Однако сельское хозяйство в Кыргызстане имеет не только экономическое, но и большое социальное и политическое значение. В данное время на долю домохозяйств и мелких фермеров в Кыргызстане приходится производство 98,5% валовой сельскохозяйственной продукции (ВСП) страны и почти 90% всей продукции животноводства [14, с. 101]. Разведение животных имеет особенно важное значение в горной местности, где ведение земледельческой деятельности ограничено из-за ухудшающейся инфраструктуры, ограниченной площади пахотных земель и почти отсутствующего орошения, короткого вегетационного периода и частых климатических потрясений, таких как морозы и засухи [34]. Количество КРС и МРС резко снизилось к 1990 г. во время распада Советской системы сельского хозяйства, но за последующий период увеличилось, в том числе за 2015-2020 гг. поголовье КРС выросло на 13% (855 тыс. голов), поголовье МРС — на 6% (6 млн 278,7 тыс. голов) [35]. При этом продуктивность животных остается очень низкой, что обусловлено прежней экстенсивной формой ведения отрасли: отсутствием хорошего кормления и содержания, генетического прогресса, инноваций, знаний, научного обеспечения, сбыта, маркетинга, менеджмента и многих других факторов [14, с. 103]. Нарращивание производства животноводческой продукции в Республике за счет экстенсивного увеличения поголовья привело к наращиванию

хозяйственного давления на природную среду и нарушению экологического равновесия в хрупких горных экосистемах.

Наибольшее разнообразие экосистем Кыргызстана имеет место в среднегорной зоне между 2000–3000 м над уровнем моря, где встречаются 14 из 20 классов экосистем, или 63,6% от их общего количества [6, с. 48]. Это территория так называемых сыртов – высокогорных пастбищ, долин, расположенных между горами, представленных горно-луговыми разнотравными сообществами. Следует отметить, однако, что антропогенное воздействие на высокогорные сыровые экосистемы в Кыргызстане связано не только с развитием животноводства и растениеводства, но и с целью контроля биологической безопасности населения.

Для Кыргызстана проблема обеспечения биологической безопасности имеет особую актуальность в связи с тем, что по территории страны проходят исторически сложившиеся торговые и транспортные маршруты Великого шелкового пути, связывая страны Азии со странами Европы. Потенциальную биологическую опасность представляют существующие на территории Республики природные очаги особо опасных бактериальных инфекций. В Кыргызстане территории, энзоотичные по чуме, занимают 16,3% от общей площади республики, т.е. более 33 тысяч кв. км, и представлены тремя природными очагами, которые располагаются в высокогорной части Тянь-Шанских, Памиро-Алайских гор и среднегорья Таласского хребта – Тянь-Шанский, Алайский и Таласский (рисунок 1.1). Энзоотичные массивы далеко удалены друг от друга и отличаются по комплексу биогеоценотических характеристик [9, с. 18]. Природные очаговые по чуме территории в Кыргызстане активно используются в основном под летние и зимние выпасы сельскохозяйственных животных, в меньшей мере для освоения и добычи полезных ископаемых, строительства дорог, геологических изысканий. В большинстве своем эти же территории являются зонами экологического туризма, местами охоты на диких животных, в том числе промысла сурка.

Ежегодно в эпидемически опасной зоне постоянно или временно проживает более 300 тыс. человек, основное количество которых занято сезонным и постоянным животноводством [8, с. 39].



### 1.1.1. Характеристика СД автономного очага

Сарыджазский (кырг./каз. *сары* – «желтое», *жаз* – «весна/лето») автономный очаг чумы относится к Тянь-Шанскому высокогорному природному очагу. Очаг расположен в пределах ИК области Кыргызстана и Алматинской области Казахстана на склонах хребта Сарыджаз и северо-восточной оконечности хребта Терской Алатау (кырг. *Тескей Ала-Тоо*). Включает среднегорья и высокогорные участки в бассейнах рек Сарыджаз и Текес. Согласно «Инструкциям по ландшафтно-эпизоотологическому районированию природных очагов чумы Средней Азии и Казахстана», код Очага – 31 [36]. Площадь территории составляет примерно 5900 кв. км. Включает 4 ландшафтно-эпизоотологических района (рисунок 1.2): 31.1. Кокпакский; 31.2. Кокжарский; 31.3. Каиндинский; 31.4. Кокпакский.

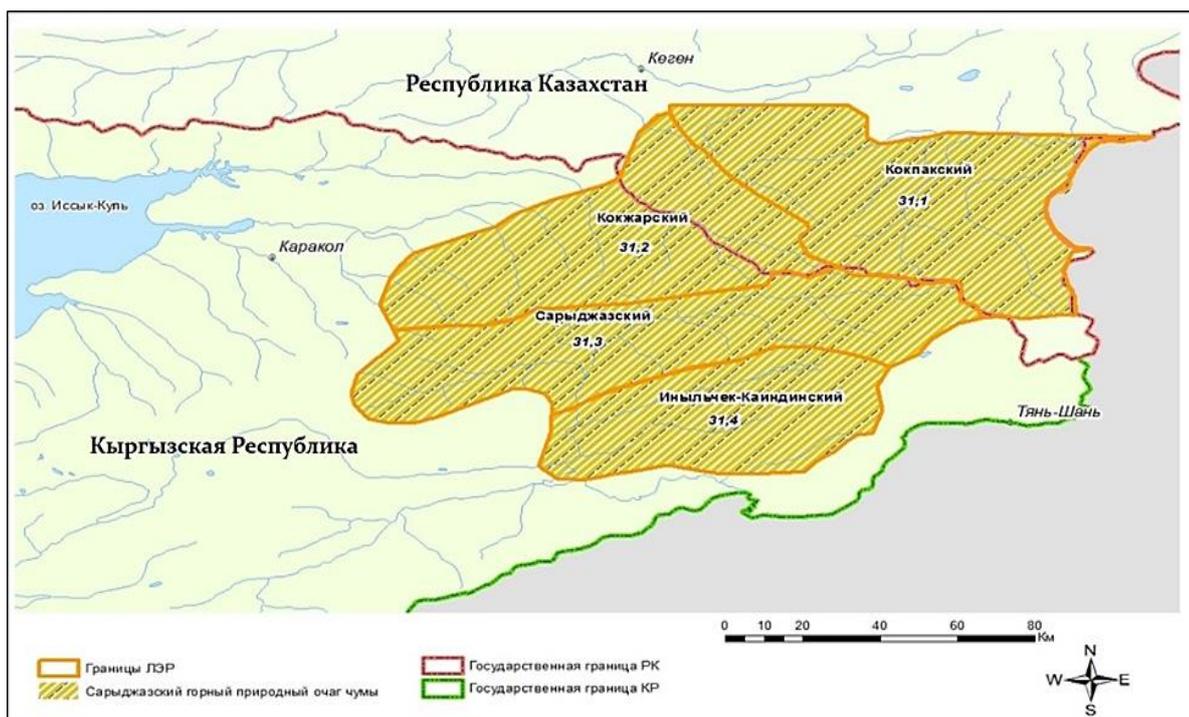


Рисунок 1.2 – Карта ЛЭРов Сары-Джазского очага чумы

На территории КР расположены 3 участка (кроме Кокпакского) и площадь мезоочага без него составляет 3400 кв. км.

Протяжённость хребта Сарыджаз составляет 113 км, ширина – до 16 км. Средняя высота – 4370 м, высшая точка – пик Семенова (5816 м). Хребет

сложен метаморфическими сланцами, гранитами, мраморированными известняками. Начиная с высоты 3000 м, распространены многолетние мёрзлые породы. На северном склоне располагаются ледники Семенова и Мушкетова, у подошвы южного склона Северный Энилчек (кырг. *Эңилчек*), в гребневой части – также мелкие ледники.

#### **1.1.1.1. Климато-географическая характеристика очага**

Экосистемы гор значительно сложнее по структуре и разнообразнее по набору экосистем, чем равнинные. Большим своеобразием характеризуется бассейн реки Сарыджаз с ее притоками Энилчек, Иирташ, Коолу (кырг. *Көөлү*) и Оттук. По характеру структуры и набору (спектру) поясности экосистемы Сарыджаза подразделены на 5 вертикальных поясов: *пояс сухих степей*, в западной части переходящий в щебнистую пустыню (подгорная равнина, 1620–1900 м. н.у.м.); *пояс горных степей* (предгорья, 1800–2300 м.); *лесо-лугово-степной*, включающий средневысотные горы и частично высокогорье (1900–2900 м.); *субальпийский пояс* (высокогорья, 2800–3200 м.); *альпийский пояс* (3200–3800 м.). К югу от гребня Терской Алатау простираются высокогорные *сырты* Внутреннего Тянь-Шаня - остатки поднятой равнины, испещренной глубокими долинами современных и прежних рек [37]. Количество осадков – 200 мм. в год, погодные условия – крайне континентальны, 2500-4000 м. н.у.м., занятые сухими степями с полынно-злаковой растительностью, заболоченными лугами (сазами), галечниками, скалами и ледниками.

Значительная расчлененность рельефа и воздействие крупного озера Иссык-Куль делают климат Сарыджаза чрезвычайно разнообразным – от резко континентального до близкого к морскому, с четко выраженной вертикальной климатической поясностью. СД автономный очаг чумы расположен в трех климатических поясах, заметно различающихся между собой: среднегорном (от 900–1200 до 2000–2200 м.), высокогорном (от 2000–2200 до 3000–3500 м.) и нивально-гляциальном (выше 3500 м.) [37, с. 273]. Расселение основных

носителей чумы сосредоточено в среднегорном и высокогорном поясах [38, с. 107; 39, с. 42].

**Среднегорный пояс** имеет в основном горно-эрозионную форму рельефа. Имеет типичный умеренный климат с теплым летом и умеренно-холодной, снежной зимой. Лето здесь только теплое (в июле  $+16...+18^{\circ}\text{C}$ ), зима холодная (в январе  $-10...20^{\circ}\text{C}$ , в декабре и феврале  $-8^{\circ}\text{C}$ ). На высотах 1000–1500 м. безморозный период продолжается 7 месяцев и более, что при достатке влаги создает условия для произрастания многих видов теплолюбивых растений. В верхней части среднегорного пояса создаются условия типичного умеренного климата при продолжительности безморозного периода около 6 месяцев [37, с. 273]. В зависимости от распределения влаги и экспозиции склонов развита древесно-кустарниковая сухостепная или лугово-степная растительность [40, с. 29].

**Высокогорный пояс** (от 2000–2200 до 3000–3500 м.) имеет горно-эрозионный рельеф с глубокими ущельями. Растительность горно-степная и горно-луговая, почвы светло-бурые, лугово-степные, и грубо скелетные между скал и осыпей. Климат отличается преобладанием холодного периода с прохладным летом и холодной, местами многоснежной зимой [40, с. 30]. Июльская температура здесь всего  $+10...+6^{\circ}\text{C}$  и менее. Зима продолжительная (ноябрь–март), с январскими температурами до  $27,7^{\circ}\text{C}$  мороза. В остальные холодные месяцы температура  $6-14^{\circ}\text{C}$  ниже нуля. В верхней части высокогорного пояса безморозный период сокращается до 3-4 месяцев и менее, а выше он может и отсутствовать, т.е. без мороза не обходятся и самые теплые летние месяцы. Выше 3500–4000 м. начинается пояс вечных снегов и льдов.

Осадки распределяются крайне неравномерно. В целом их количество возрастает с высотой, но часто значение имеет даже не высота, а конфигурация хребта и его горного обрамления, а также экспозиция склона, т.е. расположение его по отношению к сторонам света. Большое количество осадков (до 1000 мм в год) получают открытые северо-западным и западным влагонесущим

воздушным потокам юго-западные склоны. В то же время на их противоположных склонах выпадает всего 200–250 мм. В целом, по ИК котловине выпадает в год от 100 до 500 мм осадков, в бассейне реки Сарыджаз – 300-400 мм. Из года в год выпадение осадков также изменяется в больших пределах. Максимум осадков приходится на апрель-август. Средняя продолжительность выпадения осадков возрастает от лета к зиме от 2–4 до 10–12 часов. С увеличением продолжительности осадков интенсивность их уменьшается. При интенсивных осадках за сутки может выпасть 10–15% от их годовой нормы, в разные годы в некоторых районах зарегистрировано до 70–75 мм/сутки [37, с. 273].

Фауна одного ландшафта проникает в фауну другого на стыках разных ландшафтов, что определяет в этих местах более богатое разнообразие природных биоценозов и обеспечивает более успешную циркуляцию возбудителей разных инфекций.

#### **1.1.1.2. Характеристика биоразнообразия горных мест обитания**

Почти 90% территории Республики Кыргызстан лежит выше 1500 м. н.у.м. Относительное богатство жизни здесь становится возможным благодаря наличию высоких горных систем Тянь-Шаня и Памиро-Алая, поднимающихся на высоту до 7000 м. н. у. м. и аккумулирующих влагу из верхних слоев атмосферы. Характер биоразнообразия страны отражает высотность значительной части территории, отсюда преобладающими являются горные и альпийские виды. Растительный мир Кыргызстана насчитывает около 4200 видов растений, из них более 120 видов деревьев и кустарников [40, с. 26].

Почвы в СД очаге разнообразные: больше всего каменисто-щебнистые почвы распространены по южным крутым склонам и вершинам гор [41, с. 12]. Часто встречаются глинистые такыровидные, иногда засоленные почвы. Под кобрезиевыми и альпийскими лугами развиты горно-луговые почвы с участками торфяно-болотистых почв. Разнообразие климатических и почвенных условий обеспечивает высочайшее разнообразие растительности.

Растительные сообщества экосистем гор Сарыджаза принадлежат к различным типам растительности: луговой, лесной, кустарниковый, степной, а также редкому, встречающемуся только в горах Тянь-Шаня аридному арчевому редколесью [40, с. 29]. Кроме того, встречаются умбелляры, саванноидный, фриганоидный (колюче-кустарниковый и горно-полюнный) типы растительности [41, с. 17].

Луговые сообщества, образованные мезофитными влаголюбивыми злаками и разнотравьем, формируют растительность альпийского и субальпийского поясов в горах. Горные степи представлены тремя подтипами: криофитными степями в высокогорьях, настоящими дерновинно-злаковыми степями в среднегорьях, а в низкогорьях оригинальными по составу эфемероидно-дерновинно-злаковыми, саванноидно-дерновинно-злаковыми и нагорно-ксерофитно-злаковыми (с участием видов кузиинии, акантолимона, рафидофитума) сообществами [40, с. 30].

Растительность долин многочисленных рек и речек, кроме их верховий, представлена значительными по площади древесно-кустарниковыми пойменными зарослями. Прирусловые части поймы находятся в условиях переувлажнения и характеризуются осоково-разнотравными лужайками. К основным элементам долинного ландшафта относятся разнотравные луга. Выше пойменной части долины преобладают типчаково-полюнно-чиевые ассоциации, в которых доминантами являются осока, мятлик и типчак; индикатором ассоциации является чий *Lasiagnostis splendens* [42, с. 61]. Не менее специализированным растением является полынь, господствующим видом в полынных пустынях является полынь розовоцветная [41, с. 12]. Северные склоны и близкие к ним экспозиции склонов лесо-луго-степного пояса покрыты злаково-разнотравными лугами, чередующимися с участками густых еловых лесов.

Фауна горных экосистем очага представлена 110 видами млекопитающих, из них к отряду грызунов (*Rodentia*) относятся 45, рукокрылых (*Chiroptera*) –

22, хищных (*Carnivora*) – 20, насекомоядных (*Eulipotyphia*) – 10, парнокопытных (*Artiodactyla*) – 7, зайцеобразных (*Lagomorpha*) – 6 видов, включая территорию Казахской части [6, с. 18].

Млекопитающие Сары-Джазских сыртов представлены следующими видами: тянь-шанская бурозубка (*Sorex asper*), обыкновенная кутора (*Neomys fodiens*), малая белозубка (*Crocidura suaveolens*), рыжая вечерница (*Nyctalus noctula*), заяц-толай (*Lepus tolai*), большеухая (индийская) пищуха (*Ochotona roylei*), серый сурок (*Marmota baibacina*), тянь-шаньская мышовка (*Sicistia tianshanica*), реликтовый суслик (*Spermophilus relictus*), домовая мышь (*Mus musculus*), лесная мышь (*Apodemus sylvaticus*), серый хомячок (*Cricetulus migratorius*), обыкновенная слепушонка (*Ellobius talpinus*), серебристая полёвка (*Alticola argentatus*), узкочерепная полёвка (*Microtus gregalis*), серый волк (*Canis lupus*), лисица (*Vulpes vulpes*), красный волк (*Cyon alpinus*), бурый медведь (*Ursus arctos*), горностай (*Mustela ermine*), обыкновенная ласка (*M. nivalis*), солонгой (*M. altaica*), каменная куница (*Martes foina*), барсук (*Meles meles*), манул (*Otocolobus manul*), снежный барс (*Uncia uncia*), кабан (*Sus scrofa*), косуля (*Capreolus capreolus*), благородный олень (*Cervus elaphus*), центрально-азиатский козел (*Capra sibirica*), архар (*Ovis ammon*) [43, с. 27; 44, с. 174].

В целом распространение наземных позвоночных по территории Сары-Джазских сыртов показывает большую фаунистическую разнокачественность последних, связанную как с климатической зональностью, так и с наличием пути проникновения животных в зону сыртов с северного склона хребта Терской-Алатау.

### **1.1.1.3. Характеристика ландшафтно-эпидемиологических районов СД очага**

Из-за неоднородности территории и ландшафтно-климатических условий, а также по особенностям проявления эпизоотий чумы среди сурков этот очаг разделен водораздельными хребтами на четыре самостоятельных ландшафтно-

эпизоотологических района (ЛЭР): 1) Сары-Джазский; 2) Энилчек – Каиндинский (кырг. *Кайыңды* – «березовый»); 3) Кок-Жарский (кырг. *Көк-Жар* – «зеленая скала»); 4) Кокпакский (кырг. *Көк-Бак* – «зеленое дерево»), рисунок 2.

На территории Кыргызстана расположены 3 участка (кроме Кокпакского) с общей площадью 3400 кв. км [45]. На территории Казахстана находятся 2 из них: Кокпакский и часть Кок-Жарского, общей площадью около 2500 кв. км, и эта часть очага ограничена с севера долиной реки Текес, с востока – долиной реки Нарынкол и государственной границей с КНР, с юга – водораздельными хребтами вдоль границы с КР, на юго-западе и западе – левобережной долиной реки Кок-Жар.

### **САРЫ-ДЖАЗСКИЙ ЛЭР**

Расположен в межгорной впадине Терской Алатау. Занимает территорию бассейна реки Сарыджаз с ее притоками, протянувшимися от ледника Семенова на востоке до реки Талды-Суу на юго-западе. Площадь очага – 1220 кв. км (рисунок 1.2).

Климат бассейна реки Сарыджаз является резкоконтинентальным, сухим, с небольшим количеством атмосферных осадков, продолжительной холодной зимой и прохладным летом:

- преобладание сильных холодных ветров
- низкая температура воздуха (средняя годовая до  $-1,8^{\circ}$ )
- прохладное лето со средней температурой июля  $+10^{\circ}$ ,  $+12^{\circ}$
- холодная зима со средней температурой января  $-15^{\circ}$ ,  $-20^{\circ}$
- малое годовое количество осадков 200-400 мм [37, с. 489].

Относительно к очагу, нами проведен подекадный мониторинг погодных условий с 2012 по 2016 гг. по полученным данным республиканской метеостанции Кызыл-Суу (ИК область, КР), расположенной на северном склоне Сарыджазского хребта, широта 42.35, долгота 78.35, высота 1769 м. н. у. м., динамика климатических показателей представлена на рисунке 1.3. В

последние годы наметилась тенденция к повышению температуры воздуха и увеличению количества осадков. Это ведёт к усилению на территории селевых и оползневых процессов и воздействию их на биоразнообразие и лесные ресурсы.

Если по литературным данным, продолжительность летнего периода с среднесуточной температурой выше  $+5^{\circ}\text{C}$  в зависимости от высоты раньше составляла 100-130 дней, то в 2012 г. - 150 дней, в 2013 г. – 180 дней, в 2014 г. и 2016 г. – 190 дней. Среднесуточная температура теплого периода года в горно-степном поясе составляет  $+10^{\circ}\text{C}$ , в лесо-лугостепном  $+8, +9^{\circ}\text{C}$ , в альпийском повышается до  $+5^{\circ}\text{C}$ .

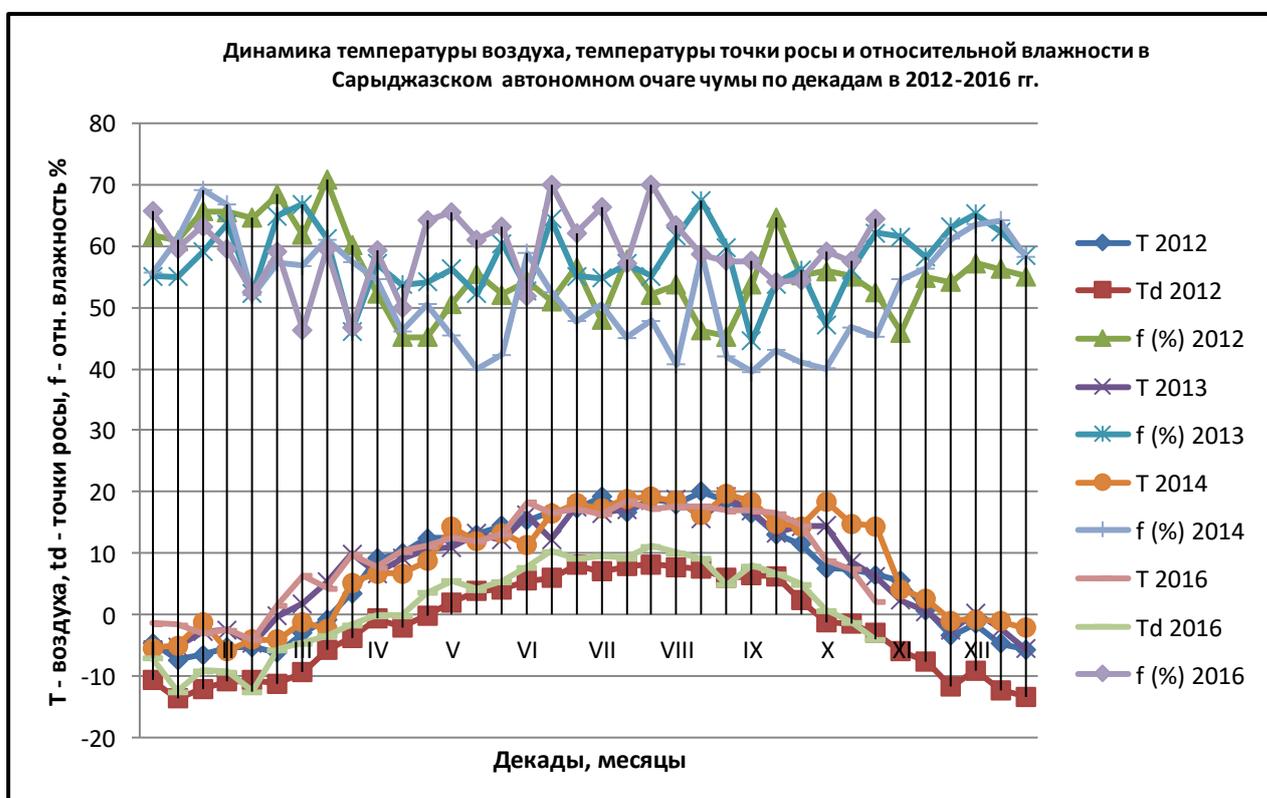


Рисунок 1.3 – Метеорологические показатели температуры воздуха, температуры точки росы и относительной влажности в Сары-Джазском автономном очаге чумы по декадам в 2012-2016 гг.

Летние температуры (июль) обычно составляют  $+20 - 25^{\circ}\text{C}$ , но самые жаркие дни в 2012 году стояли в августе и сентябре и достигали максимума до

+30,1 -+33,9° С, в остальные годы жаркие дни приходились на июль-август и в 2013 г. достигали +27-31,4°, в 2014 г. +27,7-30,4°, в 2016 г. +24,2-27,1°С.

По данным Государственного агентства охраны окружающей среды и лесного хозяйства при Правительстве КР, в стране наблюдается тенденция к росту повышения среднегодовой температуры, и за последние 20 лет скорость составила 0,070082°С/год (рисунок 1.1.4) [46, с. 47].

Зимние температуры (январь) обычно составляют -4-7°С. Предельно высокие температуры ( $T_{max}$  – максимум температуры воздуха на высоте 2 м над землей) достигали в 2012 году – 15,7-18,3°С, в 2013 году – 10,4-11,9° С, в 2014 г. – 10,8-18,4° С, с ростом высоты они уменьшаются до -27-33°С. Абсолютные минимумы ( $T_{min}$  – минимум температуры воздуха на высоте 2 м над землей) зимою отмечаются в пределах 22-30° и лишь местами опускаются ниже – 40°С мороза.

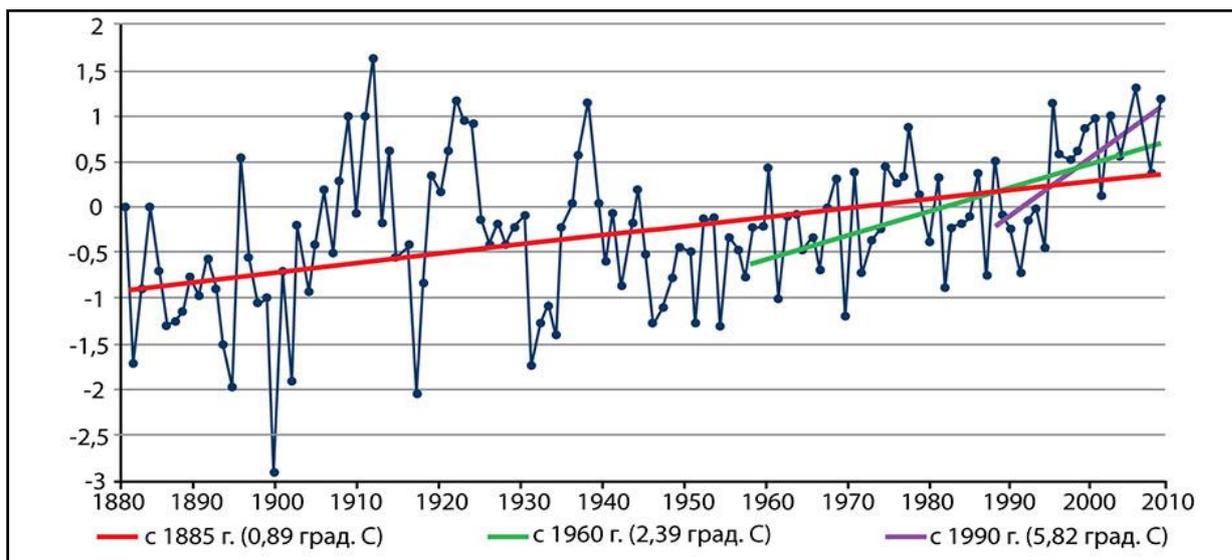


Рисунок 1.4 – Тренд повышения глобальной температуры на территории КР за период 1880-2010 гг. [46]

Если на территории СД очага ранее среднегодовые осадки выпадали в среднем от 470 мм в нижнем поясе гор до 800 мм в альпийском поясе, то в части среднегорья в 2012 году выпало 439,9 мм, а в 2013 году – 1062,1 мм.

Относительная влажность в разные годы составляла: в 2012 г. – 55,7, в 2013 г. – 57,6, в 2014 г. – 52,0 и 2016 г. – 59,3 %.

Следует отметить, что в последние годы в среднегорном поясе данной территории отмечается увеличение продолжительности летнего периода с среднесуточной температурой выше +5°C на 50-60 дней, относительной влажности на 1,5-3,6 % и количеством выпавших осадков в 2 раза.

По данным синоптиков [37, 46], распределение изменения годовой суммы осадков за последние 20 лет по отношению к базовому периоду 1961-1990 гг. показало тенденцию, как в сторону уменьшения, так и увеличения в зависимости от региона (рисунок 1.5). Поэтому потепление на участке данного исследования идет неравномерно, а во многих горных зонах и для многих высот речь может идти и о похолодании климата.

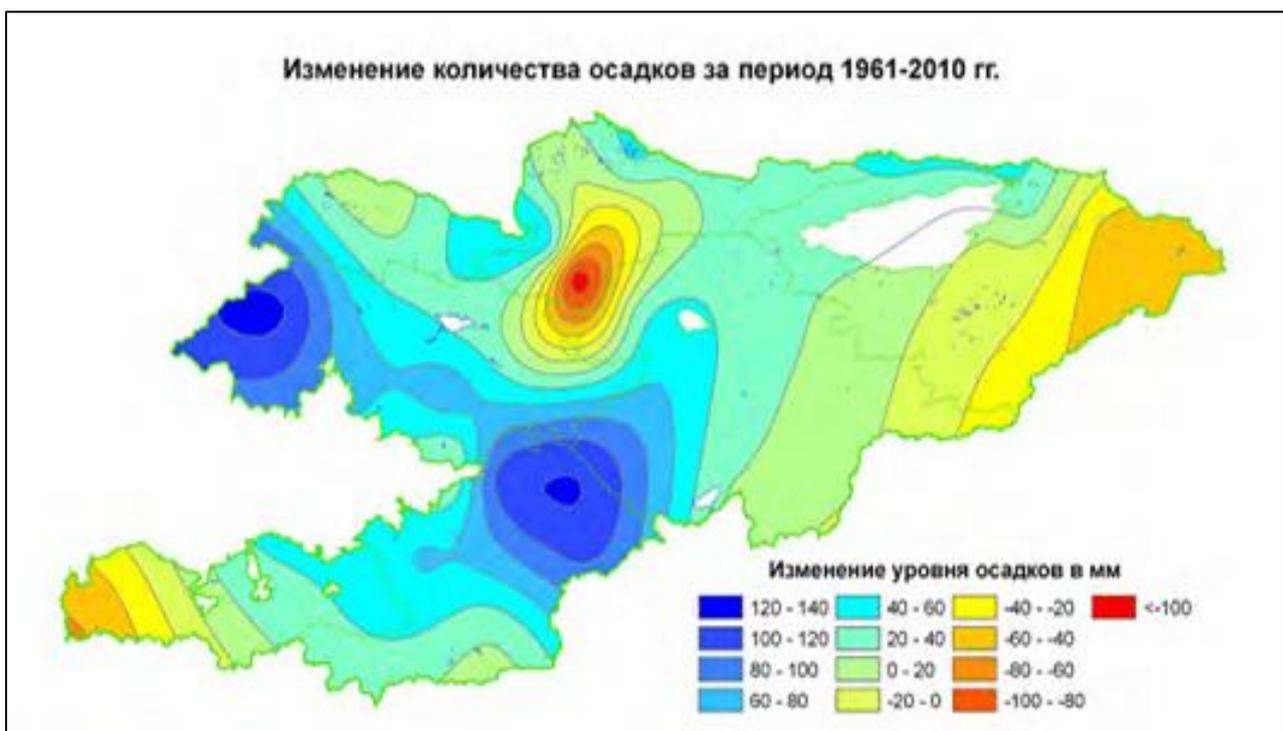


Рисунок 1.5 – Распределение зон различной скорости изменения годовой суммы осадков на территории КР за последние 20 лет по отношению к базовому периоду (1961-1990 гг.)

**ЭНИЛЧЕК-КАИНДИНСКИЙ ЛЭР**

Официально признан в 1983 году, занимает южную часть Сарыджазских сыртов в бассейнах рек Энилчек и Каинды. Площадь очага 900 кв. км. Рельеф местности по берегам обеих рек представлен крутыми склонами с многочисленными отщелками. Климат теплее, чем на остальной территории сыртов. Энилчек-Каиндинский участок очаговости включает в себя бассейны двух притоков реки Сарыджаз. Реки берут свое начало в районе пика Хан-Тенгри. Река Энилчек простирается от края ледника на 60-70 км. Долина реки широкая, местами её ширина достигает до 3-5 км. В поймах этой реки растут различные кустарниковые растения. Местами образованы крутые сплошные скалы и обрывы, покрытые Тянь-Шанским еловым лесом, а также различными кустарниками. Бассейн реки Каинды по протяженности несколько меньше, чем река Энилчек и составляет 40-50 км. По рельефу, географическому положению, а также климату напоминает собой долину реки Энилчек. От устья реки Атжайлоо правый склон до самого ледника становится крутым. Левый склон более пологий и в нижнем течении образует ровные террасы над рекой. Выше к самому хребту встречаются участки елового леса и кустарники. Для низовий среднего течения реки Каинды характерны произрастания березового леса.

Растительный покров разнообразен: от сухой высокогорной степи и разнообразных злаковых разнотравий до березового, елового леса и различного вида кустарников.

### **КОК-ЖАРСКИЙ ЛЭР**

Кок-Жарский ЛЭР занимает крайне восточную часть Иссык-Кульской области в бассейнах рек Турук, Жыланач (кырг. *Жылаңач* – «голый, открытый»). В данном ЛЭРе также расположена река Кок-Жар, которая находится на казахстанской части очага. Кок-Жарский ЛЭР простирается в трех высотных поясах: горно-степном, лесо-луго-степном и альпийском, расположенных на высотах от 1600 до 3800 м над уровнем моря.

Площадь очага составляет 750 кв. км. Рельеф местности – слабопересеченный межгорными впадинами. Растительный покров представлен разнообразными луговыми растениями. Примерно 15,0 – 20,0% территории покрыто кустарниками и еловыми лесами. Климат резко континентальный – летом относительно тепло, а зимой холодно [43, с. 19].

### **1.1.2. Характеристика ВН автономного очага**

Верхненарынский автономный очаг чумы занимает обширное пространство в высокогорной зоне Джеты-Огузских и Тонских сыртов ИК области, площадью 800 тыс. га (рисунок 1.1). Климат континентальный, средняя годовая температура составляет 3°C. Самый холодный месяц — январь (средняя температура –16,4 °С, абсолютный минимум –38 °С), самый тёплый — июль (средняя температура 17,1 °С, абсолютный максимум 37 °С). Энзоотичная территория очага из-за его неоднородности и по особенностям проявления эпизоотий среди сурков подразделена на пять самостоятельных участков: Болгартский, Тарагай-Карасайский, Иштык-Акшийракский, Учкульский и Узенгигушский. По экологическим связям участки, входящие в состав очага, представляют единую территорию, но по особенностям проявления эпизоотий, а также по ландшафтно-климатическим условиям все они различны между собой [47, с. 61].

**Узенгегушский участок** располагается в южной оконечности Джеты-Огузских сыртов ИК области, на юге граничит с Китаем. С севера граничит с Тарагай-Карасайским участком, на востоке с Ыштык-Акшыйракским участком, на западе с Аксайским автономным очагом.

Местность резко пересеченная и на значительной территории представляет высокогорную полупустыню с узкими щелями, полноводными быстрыми реками. Территория располагается на высоте 2800 - 3300 м н. у. м., в обследованные участки входят реки Кичи-Узенгигуш с притоками – Кайнар, Эмегень, Ичке-Суу, Кайнар. Общая площадь 80 тыс. га (рисунок 1.1.1). Административно территория относится к Джеты-Огузскому району ИК

области и является одним из труднодоступных участков в непосредственной близости от китайской границы.

По экологическим связям территория мезоочага представляет единую территорию с входящими в состав ВН автономного очага участками, но по ландшафтно-климатическим условиям и по особенностям проявления эпизоотий имеет свои особенности. Ландшафт очага, за исключением Учкульского участка, отличается от других резкопересеченной территорией. На других участках рельеф представлен сырцовыми зонами. Климат здесь сухой, резко континентальный, и напоминает СД. Однако осадков здесь выпадает значительно меньше, зимы малоснежные [41, с. 27]. Лето прохладное, среднегодовая температура составляет 4,2-5,5 °С. Среднемесячная температура в июле – 14-16°С. Средняя температура зимой -5 – -7°С, абсолютный зимний минимум составлял в 1980-х гг. -19°С. Среднегодовое количество осадков – 650 мм [48, с. 38]. В растительном покрове здесь преобладают полынные пустыни, птилагростисовые, типчаковые и ковыльные степи, а также кобрезиевники, осоково-разнотравные и злаково-разнотравные альпийские луга и горные тундры. С увеличением абсолютной высоты полынные пустыни сменяются степями, на грубых механических почвах – ковыльными и птилагростисовыми, на луговых почвах – типчаковыми, на каменисто-щебнистых – беломятликовыми. Разнообразие типов растительности зависит от противоположности сочетаний тепла и влаги в различных высотных условиях [49, с. 94, 50, с. 41].

### **1.1.3. Основные виды носителей и переносчиков чумы Сары-Джазского и Верхненарнынского автономных очагов**

#### **1.1.3.1. Характеристика животных – основных и второстепенных носителей чумного возбудителя**

**Серый сурок (*Marmota baibacina* Kaschk. 1899).** Серый или алтайский, или горноазиатский сурок – млекопитающее рода сурков, типичный обитатель горных ландшафтов. Так же, как и байбак, относится к группе *Bobak*,

объединяющей несколько близких видов евразийских сурков – степного, или байбака (*Marmota bobak*), собственно серого (*Marmota baibacina*), лесостепного (*Marmota kastschenkoi*) и монгольского, или тарбагана (*Marmota sibirica*).

Длина тела до 50–65 см, хвоста до 13 см и весом может быть до 6 кг [51, с. 40, 38, с. 12]. Внешне очень похож на байбака и тарбагана, но шерсть более длинная и мягкая, основной тон песочно-жёлтый, на спине с примесью чёрно-бурых волос, брюхо тёмное, рыжеватое, на голове тёмная «шапочка». Хвост сверху одного тона со спиной, снизу тёмный. Норы (бутан) очень сложные, с несколькими выходами и камерами. На равнинных участках норы глубокие, на склонах – мельче. Зимовочные норы сложные, достигают глубины 2 – 3 м. по одной гнездовой камере. Серый сурок, по-видимому, больше, чем другие виды, нуждается в питании сочными растительными кормами: поедаются главным образом листья, цветки и молодые побеги. Суточная и сезонная активность сильно зависят от погодных условий и высоты местности. Обыкновенно сурок активен утром и вечером, но в предгорьях, где его часто беспокоят, активность сдвигается на ночное время. Линька происходит в мае – июне, гон – ранней весной. Серый сурок живёт колониями. В выводке 2–6 детёнышей. У серого сурка, как и у других видов этого рода, только один выводок в году. Мясо сурка съедобно, в горных районах Центральной Азии он сохраняет промысловое значение, добывается ради шкурки, жира (целебного) и мяса. Охота на серого сурка в КР официально разрешена Постановлением Правительства [52] с июля по сентябрь.

Широкая экологическая пластичность сурков позволяет им жить в очень разнообразных условиях – от очень суровых до относительно мягких. Серый сурок распространен весьма неравномерно по всем высокогорным районам сыртов, доходя отдельными участками верхней границы до зоны вечных снегов [53, с. 9]. Так как основным фактором географического распределения сурка является наличие обильного корма, то расселение его тесно связано с распространением отдельных участков альпийских и субальпийских лугов и

доходит до высоты 4600 м. н.у.м. Отсутствие их на некоторых участках обусловлено жизненными требованиями – прежде всего необходимой толщиной мелкоземистой почвы, достаточной для устройства постоянных нор, наличие кормовой базы и защиты от ветров. Большая часть сурчиных поселений расположена на стыке различных ландшафтов – склонов различной экспозиции (кроме северной) щелей и отщелков, у основания которых расположены сочные мезофильные лужайки. Эти поселения бывают 3 типов – балочные, смешанные и степные (бутанные). Распространенный тип поселения сурка – горно-балочный. Плотность поселения сурка весьма неравномерна, на отдельных оптимальных участках сравнительно высока, порядка 3–5 на га [39, с. 3]. Поселения сурка приурочены, в основном, к долинам и берегам рек, к верховьям многочисленных щелей и отщелков, к небольшим водораздельным хребтам с их субальпийской растительностью и разным участкам со степной растительностью. Излюбленными местами поселения сурка являются отдельные участки с альпийской растительностью, расположенные между выходами скал, крупными осыпями у их подножья и по кромке береговых склонов.

Обычно участки с повышенной плотностью сурков располагаются в местах, недоступных или труднодоступных для вылова (верховья скалистых щелей, осыпей, седловины водораздельных хребтов, между выходами скал). Средняя плотность поселения сурка в обследованных местах равна примерно 0,8 зверька на 1 га [53, с. 15]. Норы сурков обычно располагаются по сухим склонам балок ущелий, в скалах и россыпях, а кормовые тропки от них идут к долинам рек, к днищам мелких ущелий и отдельным участкам альпийских лугов и лугостепи в скалах и отщелках. От распределения сурка зависят все остальные факторы жизни, такие как суточная сезонная активность, подвижность, миграция, накопление жира и спячка [54, с. 109].

Суточная активность сурка различна в разные месяцы: в начале лета сурки более активны в дневные часы, тогда как в середине лета дневная

активность их двухкратная: ранее-утренняя (6-7 и 10-11 часов) и вечерняя (4 и 8-9 часов вечера). Днем, особенно в ясные дни, очень редко встретишь активного сурка на поверхности. Линька сурка оканчивается в конце июля, в более высоких местах, например, в верховьях реки Оттук, в начале августа. Во второй декаде августа активность сурка заметно понижается, начинается активная подготовка к залеганию: сурки мало пасутся и лежат на сурчинах в ясную погоду, подолгу (7–9 суток) отсиживаются в норах, очищая от пищи желудок, кишечник.

**Узкочерепная полевка (*Microtus gregalis*)** встречается в Кыргызстане всюду на увлажненных участках почвы, таких как болотистые участки долин рек, сильно увлажненные склоны, осыпи, выносы рек, заросли кустарников. Нередко полевка встречается в верховьях ущелий между скал, сильно увлажненных луговых участках в пределах высот 1900-4000 м н.у.м. Следует отметить их тесное сожительство с сурками, особенно на зеленых злаковых лужайках, в устье рек и у подножья склонов. Колонии их обычно располагаются вокруг нор сурков, норы их и тропинки ведут в норы сурков [55, с. 108; 56, с. 36]. Численность варьирует в зависимости от мест обитания, например, в 1960 г в бассейне реки Сарыджаз на 1 га приходилось 2,7 колоний данного зверька [53, с. 91]. Ведет колониальный образ жизни, привязана к своим местам обитания и очень неохотно покидает их. Основными объектами питания служат различные растения. Видовой состав эктопаразитов – блох включает 26 видов, из которых 3 являются узкоспецифичными - *A. asiatica*, *S. peniciliger*, *Rh. daurica* [57, с. 35]. Е.А. Шварц считает, что с этими полевыми также связаны блохи *Fr. elata glabra* и *N. teratura*, а также специфические блохи сурка *O. silantiewi* *Rh. li ventricosa* [58, с. 26].

Узкочерепная полевка имеет широкий круг контактных связей: с серым сурком, на бутанах которого часто располагаются ее колонии, а ходы открываются в сурочьи норы; с лесными полевыми в еловых лесах и кустарниках, с домовою мышью в сельскохозяйственной зоне; серым хомячком

повсеместно. Являясь видом, широко распространенным на энзоотичных по чуме территориях, находясь в тесном контакте с сурком, часто обмениваясь с ним эктопаразитами, боля чумой, узкочерепная полевка играет существенную роль в поддержании эпизоотий этой инфекции в горном очаге. В Кыргызстане возбудителя чумы выделяли из узкочерепной полевки несколько раз [59, с. 16].

В 1952-1970 гг. в ходе экспедиций Киргизской противочумной станции было исследовано 846 зверьков, процент зараженности эктопаразитами составил 53%: 22 вида гамазид, 6 видов иксодид и 22 вида блох [60, с. 147].

**Серебристая или высокогорная полевка (*Alticola argentatus*)** малочисленна, колонии её связаны с наличием скал, утесов, где она поселяется в расщелинах и россыпях. В Кыргызстане она встречается по всем горным хребтам до высоты 3500 – 3800 м. н.у.м. зарегистрирована на участках, где имеются скалы, каменистые россыпи и различные нагромождения камней. В низовьях рек в большом количестве встречаются остатки стола в расщелинах скал. Это обычно стебли и листья злаков, листья астрагалов, цветоножки и листья заячьей капусты, лапчатки, бульдура и других растений. В местах, где поселения серебристых полевок подходят близко к луговым или злаковым площадкам, имеется тесный контакт серебристых полевок с узкочерепными полевыми [61, с. 40]. Сравнительно высокая численность зверьков (12 – 15%) уловов в учетные линии ловушек приводится для западной части хребта Терской Ала-Тоо в 1960-х г. [62, с. 15], и в 1990-е гг. этот показатель сохранялся примерно на этом же уровне [63, с. 115]. В литературе есть мнение о наличии на территории Тянь-Шаня и Памиро-Алтая трех популяционных группировок серебристой полевки, которые могут контактировать друг с другом на граничащих территориях [63, с. 138]. Серебристая полевка ведет колониальный образ жизни. Активна в течение суток. Находится в контакте с узкочерепными полевыми, серым хомячком, лесной мышью, лесной тянь-шанской полевкой.

Спорадичность в распространении, низкая численность и крайне редкий контакт с человеком не дают основания для отнесения серебристой полевки к категории животных, представляющих сколько-нибудь значительный эпизоотологический интерес. Однако, эктопаразиты данного вида представлены чрезвычайным разнообразием видов блох и клещей. В 1952-1970 гг. в ходе экспедиций Киргизской противочумной станции был обнаружен 201 зверек, процент зараженности эктопаразитами составил 40%: среди них определены 2 вида краснотелковых клещей, 7 видов гамазовых, 4 вида иксодовых и 18 видов блох [60, с. 165].

Также встречаются мышовка тьянь-шаньская (*Sicisto tianschanica*), слепушонка (*Ellobius talpinus*), горноста́й (*Mustels ermenia*), лиса (*Vulpus vulpus*), медведь (*Ulbis arctos*), барс (*Felis unica*), теке (*Carga sibirica*), архар (*Ovis ammon*) и другие [64, с. 87]. В годы интенсивных эпизоотий чумы в процессы вовлекаются и другие виды грызунов: серый хомячок (*Cricetulus migratorius*), степной хорёк (*Mustela eversmanni*) [65, с. 36].

**Серый хомячок (*Cricetulus migratorius*)** – грызун плотного сложения размером с мышь, но с очень коротким, покрытым мехом, хвостом и короткими лапками. Имеют большие защечные мешки. Длина тела серого хомячка – 9,5-13 см, хвоста – 2,5-3 см. Окраска серая, нх и хвост – светлые. Хвост слабо опушен или почти голый. Подошвы задних лапок голые или покрыты редкой шерсткой. Подушечки на них хорошо развиты. Лапы белые, уши небольшие, слегка выступают из меха. Обитает в лесостепях и степях. Придерживается сухих мест, пустынных понижений, скал и осыпей в горах, степных балок, пустырей и пастбищ [66, с. 82]. Животные активны в основном ночью и в сумерках. Питаются злаками, бобовыми, лебедой и другими растениями. В отличие от полевок, данный зверек не может питаться грубой растительной пищей. Размножается с апреля по сентябрь, живет обычно поодиночке. Миграций не проводит, живет в постоянной норе.

В Кыргызстане серый хомячок распространен повсеместно, от Чуйской и Таласской долин и Приферганских районов до высокогорных долин и сыртов Тянь-Шаня и Алая, на высоте до 3500 м.н.у.м. [53, с. 38]. Численность в 1960 г. была незначительной. Эктопаразиты данного вида представлены в основном блохами, причем с высочайшим видовым разнообразием: описано более 30 видов, среди которых основные – *N. teratura*, из клещей – около 23 видов семейства Гамазовые.

Контакты у серого хомячка довольно обширные, временные с сурками, и постоянные – с мышевидными грызунами. Такая экология наряду с интенсивным межвидовым обменом эктопаразитами, контактом с человеком, вовлечением грызуна в некоторые заболевания с природной очаговостью обуславливают интерес к этому грызуну с эпизоотологических позиций.

В 1952-1970 гг. в ходе экспедиций Киргизской противочумной станции было исследовано 133 зверька, процент зараженности эктопаразитами составил 63%: было обнаружено 18 видов гамазовых, 8 видов иксодовых клещей и 16 видов блох [60, с. 165].

В 1971 г. впервые в Кыргызстане была выделена культура чумы от серого хомячка и его блохи *A. primaris* в Покровских сыртах правобережья реки Тарагай [53, с. 131]. Позднее культуры чумы от серого хомячка выделяли в 1983, 1984, 1993 и 2012 гг. в Аксайском, ВН и СД очагах [65, с. 36].

**Лесная мышь (*Apodemus sylvaticus*)** имеет коричневатую или охристую окраску и белесое брюшко. От сонь, полевок и хомячков отличается длинным, почти голым хвостом; в отличие от мышовок у лесной мыши хвост ненамного больше или равен длине тела. Обитает в лесах, степных перелесках, кустарниках, поймах рек. Известна как один из массовых видов грызунов горной фауны, питается в основном семенами деревьев и кустарников, также ягодами, побегами, насекомыми [67, с. 29]. Активна обычно ночью, является очень подвижным зверьком, в поисках корма животные могут уходить на сотни метров от норы. В сырых местах строят гнезда на поверхности земли. Норы

строят длиной до 3 м, с 2-3 входами, гнездовой камерой и 1-2 кладовыми на глубине около 50 см. В Кыргызстане встречается повсеместно от равнинных степей Чуйской и Таласской долин и Приферганских районов до высокогорных сыртов (Ак-Сай, Арпа, Сарыджаз). По вертикали обитает на высоте от 600 до 3700 м н.у.м., наиболее многочисленна в среднегорье. Характер местообитания разнообразный [53, с. 81]. Ведет преимущественно ночной и сумеречный образ жизни. Эктопаразиты представлены 33 видами блох, из них наиболее тесно связаны виды *Pectinoptenus nemorosus*, *Fr. ornata*, *Fr. ambigua*. Кроме блох, на лесной мыши паразитируют 12 видов иксодид и 18 видов гамазид. Лесная мышь находится в контакте со многими мелкими грызунами – домовая мышь, серым хомячком, обыкновенной полевкой. В поясе среднегорья – с тьянь-шанской лесной полевкой, серым хомячком и в сыртах (высокогорье) – изредка с узкочерепной полевкой. Таким образом, лесная мышь как очень распространенный вид, обладающий большими контактными связями и разнообразным видовым составом эктопаразитов, а также способностью к миграции, представляет собой несомненный интерес в эпизоотологическом отношении.

В 1952-1970 гг. в ходе экспедиций Кыргызской противочумной станции было исследовано 1134 особи лесной мыши, процент зараженности их эктопаразитами составил 33%: всего было обнаружено 20 видов гамазовых, 12 видов иксодовых клещей и 20 видов блох [60, с. 135]. На такое же высокое видовое разнообразие эктопаразитов лесной мыши в южном Кыргызстане указывают другие авторы [68, с. 27]. В 1988 и 1989 гг. при бактериологическом исследовании на одном из участков Западно-Алайского очага от прямого посева внутренних органов лесной мыши были выделены культуры чумного микроба [68, с.29].

Итак, основным носителем чумы в СД и ВН автономном очагах является серый сурок (*M. baibacina*), второстепенными – мелкие мышевидные грызуны: узкочерепная полевка, серебристая полевка, серый хомячок, лесная мышь.

### 1.1.3.2. Характеристика эктопаразитов – переносчиков чумного возбудителя

Переносчиками патогена в популяциях носителей являются блохи 33 видов: *Oropsylla silantiewi*, *Rhadinopsylla li ventricosa*, *Ceratophyllus lebedewi* и другие [69, с. 203, 70, с. 202]. Среди всех этих видов есть специфические, встречаемость которых в разы выше. На серых сурках паразитируют два специфических вида блох – *O. silantiewi* и *Rh. li ventricosa*, два вида иксодовых клещей (*Ixodes granulatus*, *Dermacentor pavlovskyi*). В сурчиных гнездах обнаружены представители трех семейств гамазовых клещей – *Parasitidae*, *Laelaptidae*, *Haemogamasidae*.

**Блоха *Oropsylla silantiewi wagn.*, 1898,** является широко распространенным паразитом сурка, встречается всюду, где есть его поселения, в различных ландшафтах: в высокогорных степях, в полупустынях, в альпийском поясе гор. Эта блоха живет в шерсти животных и тесно связана с хозяином [71, с. 154]. *O. silantiewi* является теплолюбивой блохой, преобладает на сурках, живущих на сухих участках склонов гор и плато, где растительный покров изреженный, но встречается и на более увлажненных участках. Наибольшие индексы обилия (ИО) блох данного вида отмечаются в ранневесенний период, в период выхода сурков из спячки и осенью в момент их залегания. Кроме сурка, данный вид паразитирует на узкочерепной полевке, зайце-толае [60, с. 93].

**Блоха *Rhadinopsylla li ventricosa*** также является специфическим эктопаразитом серого сурка, обнаружена во всех географических зонах, где встречается этот зверек. Она большую часть своего жизненного цикла проводит в гнездах сурков, как и все представители рода *Rhadinopsylla*, т.е. является гнездовой блохой, очень устойчивой к низким температурам [71, с. 160, 70, с. 204]. Эти блохи предпочитают поселения сурков на увлажненных участках с достаточно развитым травянистым покровом.

На мышевидных грызунах и в их гнездах встречаются обычно следующие виды блох: *Rh. murium*, *Rh. angusta*, *Neopsylla mana*, *Paraneopsylla ioffe*, *Ceratophyllus penicilleger*, *Ceratophyllus laeviceps* [72, с. 53], *Frontopsylla elata*, *Amphipsylla asiatica*, *Fr. ornata* [69, 70, 60]. Например, на горностае был найден единственный экземпляр *A. primaris*. На лисе были собраны единичные экземпляры сурочьих блох *O. silantiewi*, *Rh. li ventricosa* [54, с. 109].

*Amphipsylla asiatica* – довольно распространенный вид блохи в ИК области с широким спектром хозяев – реликтовый суслик, серый хомячок, узкочерепная полевка, тянь-шанская лесная полевка, заяц-толай [60, с. 106].

**Клещи *Ixodes crenulatus*** являются специфическими паразитами сурков, обнаружены во всех местах обитания сурков от зоны предгорий и выше. Это норовые клещи, основные прокормители которых – большая песчанка, барсук, еж, лесная мышь, лисица, некоторые птицы [66, с. 23]. Численность этих клещей в шерсти сурков в СД очаге за годы исследования была неодинаковой на различных участках. Отмечается массовое паразитирование личинок и нимф в июне–июле, к концу лета численность уменьшается. ИО клещей в гнездах сурков низкие, хотя в ходах норовых гнезд скапливается довольно значительное количество голодных клещей в различных стадиях развития [54, с. 110]. В литературе отмечается, что в горных биогеоценозах Туркменистана имеются виды клещей, встречающиеся почти во всех ландшафтных и природных зонах, в том числе, *I. crenulatus*, который является гнездово-норовым паразитом [66, с. 64]. Основными видами - прокормителями являются лесная мышь, с которой в горах Туркменистана было собрано 402 клеща (366 личинок, 35 нимф и 1 имаго) 8 видов, и ИО составил 0,4 [66, с. 76], серый хомячок, индекс обилия для которого в Туркменистане в 1980 г. составлял 2,1. Этот вид клеща относится к треххозяинным паразитам с одногодичным циклом развития, но имеет способность к удлинению цикла развития при неблагоприятных условиях. В высокогорных условиях Кыргызстана цикл развития этих клещей – трех- и четырехгодичный.

На грызунах и зайцеобразных в Кыргызстане было найдено 6 видов клещей этого рода: *I. crenulatus* в норах красного (Алайская долина) и серого сурков (Сарыджазские сырты) и барсука (все физиологические фазы), а также на сером хомячке и узкочерепной полевке (личинки) [60, с. 58]. Этот вид клеща отмечен главным образом в высокогорных районах, взрослые – с марта по октябрь, нимфы – с марта по октябрь, личинки – с апреля по октябрь. Высокий процент зараженности грызунов наблюдали в июне – 53, 3 и в тюле – 98, 1. Интенсивность заражения в июле личинками составляла 109 экземпляров.

От этого вида клещей неоднократно выделяли возбудителя чумы [73, с. 30; 74, с. 11]. Продолжительность существования чумного микроба в организме самок клещей, хранившихся при температуре 8-10°C и влажности 90%, наблюдалась в течение 827 дней, в организме нимф – 274 дня [60, с. 59]. Гнездово-норовые виды и их прокормители играют роль основных резервуаров инфекции в первичных природных очагах трансмиссивных болезней. Весь их жизненный цикл осуществляется внутри убежищ и на хозяине, при этом клещи во всех активных фазах нападают на животных в пределах норы или гнезда. В открытых формациях (степи, луга) развитие некоторых видов клещей (откладка яиц, питание и метаморфоз неполовозрелых фаз) совершается в основном в норах диких позвоночных животных. Перелинявшие и окрепшие голодные имаго выбирают из нор на поверхность, подстерегают добычу (клещи из родов *Ixodes*, *Haemaphysalis*, *Rhipiphalus*, *Dermacentor*) и активно нападают на нее (клещи рода *Hyalomma*). Наиболее массовыми иксодовыми клещами в Чуйской долине Кыргызстана являлись *H. scupense*, *Haem punctata*, *D. marginatus*, которые были обнаружены на желтых сусликах и мелких мышевидных грызунах [75, с. 75; 76, с. 49]. У лесных полевок индекс обилия клещей в открытых стациях составлял 77%, в кустарниках и пойме рек - 97%, и максимальное значение этого показателя было в лесу – 100% [53, с. 144]. У лесной мыши наблюдали обратную зависимость: в открытых стациях индекс обилия равнялся 100%, в пойме реки и лесу – 82-85%. Такое соотношение

индексов обилия иксодовых клещей на грызунах подтверждает их важную роль в разnose и временном хранении инфекции.

**Клещи семейства Dermanyssidae, рода *Dermacentor*** – имеют широкий спектр животных-прокормителей, в числе которых есть культурные и дикие виды – пищуха, песчанка, лесная мышь, серый хомячок, полевка и крыса [66, с. 35]. *D. marginatus* Sulz. 1776 распространен на Южной Украине, Закавказье, Среднем и Нижнем Поволжье, Казахстане, Узбекистане, Таджикистане, Кыргызстане, Западной Сибири [77, с. 35]. В гористой зоне Тукменистана в 1960-70 гг. процент зараженности диких животных 10 видов клещами данного семейства составил 26%. 351 личинка клеща *D. eldaricus* была найдена на 9 видах животных, и 9 нимф – на лесной мыши, сером и мышевидном хомячке, снежной полевке и бурозубке [66, с. 102]. Лесная мышь является одним из основных прокормителей данного вида клеща, населяла древесно-кустарниковые заросли в долинах, ущельях, у родников, и вблизи них. С лесной мыши было собрано 62% от всего количества клещей данного вида. Сезон массового паразитирования личинок этого вида приходился на осенне-зимние месяцы, индекс доминирования составил 85, 3, а в мае – всего лишь 5,2. В Кыргызстане клещи видов *D. nuttali*, *D. marginatus*, *Haem. punctata* были выделены в ИК котловине от лесных и домовых мышей [78, с. 65], реликтового суслика, домовой и лесной мыши, гребенщиковой песчанки, серого сурка, малого тушканчика, зайца-толая [60, с. 78]. В работах кыргызских ученых было показано, что данные клещи могут передавать возбудителя чумы трансовариально, т.е. через стадию яйца [79, с. 30].

***D. pavlovskyi*** Ol., 1927 встречается единичными экземплярами во взрослой стадии развития. Было обнаружено большое количество данного вида клещей в СД сыртах на сером сурке, тянь-шанской мышовке, серебристой полевке, зайце-толае [60, с. 76]. От данного вида клеща были также выделены культуры чумного возбудителя [80, с. 21].

**Семейство *Parasitidae*** – хищные клещи, обитающие в подстилке, в норах грызунов, в гнездах птиц. Личинки, так же как прото-, дейтонимфы и взрослые клещи, ведут хищный образ жизни [54, с. 108]. Индекс обилия в шерсти животных варьирует по местоположению и сезону. Например, в шерсти лесной мыши в Молдавии индекс обилия клещей данного семейства был 0,004 – 0,013, а в гнездах варьировал в пределах 2,77 – 25,45 [81, с. 18]. Этот факт доказывает, что клещи данного семейства ведут норный образ жизни и имеют широкий спектр животных – прокормителей.

**Семейство *Haemogamasidae*** – обширное семейство клещей с разнообразными видами. Богатство видового состава, высокая численность на животных как культурных, так и диких, и в их гнездах, широкое распространение и обитание в местах, где представители других эктопаразитов очень редки или не встречаются совсем, дает возможность гамазовым клещам использовать гораздо больше путей и способов получения и передачи животным возбудителей болезней, чем это доступно многим другим кровососущим членистоногим [81, с. 3]. В Кыргызстане представители этого семейства являются обитателями нор и гнезд грызунов и насекомоядных животных. Некоторые виды являются настоящими кровососущими паразитами, другие – факультативными паразитами на млекопитающих, питающихся также клещами и мелкими насекомыми. Эти клещи не являются специфическими паразитами сурков, в основном встречаются на лесных мышах, сером хомячке, полевке, хищных животных - бурозубке, кунице. Например, на лесной мыши в Молдавии было обнаружено 23 различных вида гамазовых клещей [81, с. 13], на сером хомячке – 8 видов, обыкновенной полевке – 13 видов. В гнездах обыкновенной бурозубки было собрано 15 видов гамазовых клещей, малой куторы – 9, рыжей полевки – 31, обыкновенной полевки – 25, что демонстрирует более предпочтительный гнездовой тип проживания, чем на живых животных. Гамазовые клещи хорошо известны как промежуточные переносчики таких инфекций, как лихорадка Ку, крысиный тиф, риккетсиоз,

вирусный энцефалит, туляремия, бруцеллез, лептоспироз, орнитоз и др. [82, с. 14, 83, с. 28].

В целом, клещи являются очень разнообразными переносчиками многих особо опасных инфекций различной природы – вирусной и бактериальной. Позвоночные животные и кровососущие членистоногие, являясь древнейшими в эволюционном плане компонентами паразитарной системы в природных очагах болезней, обеспечивают сохранение и постоянную циркуляцию возбудителя в природе. Для каждого из видов клещей круг прокормителей – позвоночных животных – различен. Одни питаются более чем на 70 видах позвоночных, другие встречаются только на одном. Фоновые виды переносчиков и их основных прокормителей обычно играют ведущую роль в циркуляции возбудителя и в поддержании природных очагов трансмиссивных болезней. Их можно считать первостепенными звеньями в цепи круговорота возбудителя в очагах.

Распределение иксодовых клещей по ландшафтам контролируется биотическими и абиотическими факторами. Наибольшая активность неполовозрелых фаз иксодовых клещей проявляется в летний сезон [66, с. 241], а имаго – в прохладный осенне-весенний период, в течение которого голодные клещи сохраняют свою активность. Вероятность встречи сельскохозяйственных животных и населения с голодными имаго велика весной, осенью (горы, долины рек), летом (стойла, животноводческие фермы). В аридных условиях иксодовые клещи развиваются по одногодичному и укороченному циклам. Продолжительность голодания разных фаз клещей различна и зависит от времени года и глубины расположения клещей в норах. Половозрелые клещи голодают 20-234 дня, личинки – 5 – 219, нимфы – 10 – 290 дней. Самые короткие сроки голодания отмечены в жаркие летние месяцы в передних отделах норы [66, с. 244]. Наличие морфогенетической и поведенческой диапауз у иксодид является адаптивным свойством для переживания неблагоприятных условий климата [84, с. 41, 85, с. 16]. Это свойство, по-

видимому, чаще проявляется у клещей, обитающих в умеренных и холодных условиях. На основе сравнительного анализа экологии и фенологии иксодовых клещей в Туркменистане были предложены 4 типа паразитизма: первоначальные, эволюционно наиболее древние – гнездово-норовый и пастбищно-подстерегающий, и более молодые – пастбищно-норовый и пастбищно – стойловые типы [86, с. 12]. По указанным типам могут развиваться клещи с различными типами развития: одно-, двух- и треххозяинные виды клещей с пастбищно-подстерегающим типом паразитизма обитают в лесах, где дикие прокормители клещей могут обходиться без постоянных убежищ. Засушливый и суровый климат открытых ландшафтов (степи, полупустыни и пустыни) оказывает значительное влияние на иксодид. Здесь фауна иксодид представлена видами клещей гнездово-норового, пастбищно-норового и пастбищно-стойлового типов паразитирования. При этом все активные фазы развития гнездово-норовых клещей питаются на диких позвоночных животных и нападают на них в их убежищах, пастбищно-стойловые виды – на сельскохозяйственных и домашних животных и нападают на них в основном в стойлах. Виды клещей с пастбищно-норовым типом паразитизма выполняют роль связующего звена, т.е. неполовозрелые фазы развития нападают на диких животных в убежищах, в половозрелые – на сельскохозяйственных животных и на крупных диких животных на пастбище.

Видам с пастбищно-норовым паразитизмом отводится роль связующего звена между природными и антропоургическими очагами болезней, поскольку они питаются как на диких (личинки и нимфы), так и на сельскохозяйственных животных (имаго). Таким образом, в естественных биоценозах многих природноочаговых болезней иксодовые клещи являются переносчиками при клещевом энцефалите и туляремии, аргасовые – при клещевом возвратном тифе, аргасовые, иксодовые, гамазовые и краснотелковые – при Ку-лихорадке [87, с. 47]. Многие виды клещей годами сохраняют возбудителей болезней и могут передавать их через яйца своему потомству.

**Вши.** Вши играют определенную роль в поддержании и распространении различных заболеваний, передавая возбудителей болезней от одного животного к другому. Однако возможность распространения того или иного заболевания через вшей в природе ограничена главным образом специфическим хозяином. Вши грызунов могут служить источником заражения человека и животных риккетсиями, спирохетами, а также таких заболеваний, как чума, туляремия, бруцеллез, трипанозомоз, токсоплазмоз. В Казахстане в 1957-1965 гг. с разных диких животных, характерных для природных очаговых территорий по чуме, были собраны многочисленные виды вшей: *Enderienellus marmotae* (Ferris, 1919) с сурков *M. baibacina*, *M. bobak*; *Hoplopieura acanthopus* (Burm., 1839) с узкочерепной полевки и пищухи; *H. affinis* (Burm., 1839) с лесных и полевых мышей; *H. merionidis* (Ferris, 1921) с гребенщикова и краснохвостых песчанок, *H. ochotonae* (Ferris, 1922) с пищухи *O. roylei*, *Neohaematopinus palearcticus* (Ols. 1938) с серого сурка и сурка Мензбира (*M. baibacina*, *M. menzbieri*), *Polylox borealis* (Ferris, 1933) с серебристой полевки *A. argentatus*, *P. ellobii* (Sosnina, 1955) с обыкновенной слепушонки, *P. otomydis* (Gumming, 1912) с тамарисковой песчанки *M. tamariscinus*, *P. chinensis* (Ferris, 1923) с краснохвостых песчанок, *P. serrata* (Burmeister, 1839) с лесной мыши *A. sylvaticus* [88, с. 226].

В Кыргызстане сообщается, что в отдельные годы вши *Neohaematopinus palearcticus* также были вовлечены в эпизоотический процесс как эктопаразиты мелких млекопитающих (узкочерепная и серебристая полевки, серый хомячок, лесная мышь, хорь степной, горностаи, лисица, заяц-толай, землеройки), однако такие случаи зарегистрированы редко [61, с. 41]. На лесной мыши в южном Кыргызстане были найдены 4 вида вшей, среди которых массовым был *Polyplex serrata* Burm. [89, с. 17].

Природа очагов чумы в Кыргызстане имеет характер микроочагов, которые приурочены к оптимальным условиям обитания сурков, где между ними на сравнительно ограниченных участках осуществляется наиболее

постоянный внутрипопуляционный контакт. Здесь происходит активный обмен блохами, клещами, вшами, из-за чего обеспечивается циркуляция возбудителя в популяции сурков. В 1960 гг. не было единого взгляда на преимущественное значение степного (бутанного) или балочного типов поселений сурков для укоренения в них чумы [53, с. 132]. Из общего количества выявленных очагов чумы 55% были обнаружены в степном типе, 39% - в балочном и 5,5% - в смешанном. Однако уже тогда было замечено, что в балочном типе, характерном для бассейна реки Сарыджаз, эпизоотии чумы сохраняются более устойчиво.

Если в балочном типе поселений длительное сохранение чумной инфекции происходит за счет постоянного притока сурков и, естественно, в связи с этим за счет сохранения блох, то в степном резко возрастает роль постоянного контакта между сурками и другими млекопитающими, что способствует разносу инфекции [90, с. 21]. Возбудитель чумы может сохраняться в организме серого сурка до 229 дней [91, с. 37]. Следовательно, серый сурок является носителем и хранителем инфекции, хотя функция хранительства выполняется больше блохами *C. lebedevi*, *Rh. li ventricosa*, *O. silantiewi*.

На 2 месте по эпизоотологической значимости после сурков уже в 1960-е годы была установлена узкочерепная полевка как наиболее многочисленный сопутствующий вид в высокогорном очаге чумы. Уже тогда было высказано предположение, что узкочерепная полевка может быть не только временным носителем инфекции, но и сама способна поддерживать циркуляцию возбудителя в природе. При отсутствии основного хозяина гнезда или резком снижении его численности блохи сурка могут использовать узкочерепных полевок как временных прокормителей. При изменении численности основного вида циркуляция возбудителя может осуществляться за счет второстепенных видов, численность которых в это время достаточно велика.

По данным С. Сартбаева [60, с. 157] в 1952-1970 гг. в ИК котловине процент зараженности серого сурка эктопаразитами составил 83%, всего на животных – носителях было определено 16 видов насекомых: из клещей самым многочисленным был *I. crenulatus*, из блох - *O. silantiewi* и *C. lebedewi* и из вшей - *N. baibacinae*. На серых сурках было найдено 2 вида гамазовых клещей - *Euryparasitus*, *E. stabularis*, 4 вида иксодовых - *I. crenulatus*, *H. warburton*, *D. pavlovskyi*, *D. marginatus*, 6 видов блох - *O. silantiewi*, *C. lebedewi*, *C. princeps*, *Fr. tjanschanica*, *P. irritans*, *Rh. ventricose*.

Процент поражения гнезд серого сурка составил 28%, и самым многочисленным был клещ вида *I. crenulatus* (59% от всех сборов). Наибольшая интенсивность поражения нор и гнезд отмечалась летом, а осенью она сокращалась до 36%.

#### ***Противоэпизоотические оздоровительные мероприятия.***

*Численность грызунов.* В работе Айзина Б. указывается, что в Кыргызстане с 1959 по 1960 гг. в Центральном Тянь-Шане, долине реки Ак-Сай было уничтожено более 1 млн. сурков, в целях снижения эпидемической опасности и ежегодного отлова для заготовки шкур [53, с. 13]. В результате средняя численность сурков примерно составляла 10 особей на 1 кв. км, а общее количество животных было 0,5 млн. особей.

Широко применявшийся в Кыргызстане метод физического уничтожения или разрежения популяций сурков к 1970 гг. привел лишь к снижению инфекционности некоторых очагов, на которых эпизоотии то затухали, то обострялись вновь. Масштабное истребление носителей чумного микроба на площади 700 тыс. га в СД и 100 тыс. га в ВН автономном очаге не обеспечили длительного подавления эпизоотической активности. Поэтому начали применять химические методы.

Специфические противоклещевые обработки пестицидами начали проводить в Центральной Азии еще в 1950 г. и за 30 лет достигли хорошего эффекта. Эти мероприятия привели к повсеместному снижению численности

клещей, изменению характера их распространения – увеличению спорадичности заболеваний, связанных с клещами, исчезновению из крупных городов, приуроченности в основном к сельской местности [92, с.10]. Что касается чумы, то здесь оздоровительные мероприятия осложняются труднодоступностью и большим разнообразием ландшафтов в высокогорье, где в основном расположены природные очаги чумы в Кыргызстане.

Первые работы по апробации цианплава для борьбы с сурками с целью оздоровления очага были начаты в начале 1940-х гг. и продолжались в течение 30 лет, однако в 1960-х гг. была обнаружена низкая эффективность такой обработки в связи с особенностями химического состава вещества и экологии сурков и блох [93, с. 22]. В качестве альтернативы цианплаву в 1953 г. были начаты испытания ампул бромистого метила объемом 20 мл<sup>3</sup>. Этот метод, хоть и показал себя высокоэффективным, поскольку действовал и на сурков, и на их эктопаразитов, но оказался трудоемким и не получил широкого применения. Поэтому в 1970-е годы начались масштабные дезинсекционные работы в высокогорных очагах чумы с использованием дуста ДДТ.

Первые результаты показали обнадеживающими – на обработанных территориях эктопаразиты уничтожались почти полностью, пулецидная эффективность в связи со стойкостью препарата продолжала нарастать на второй год после обработок, а противоэпизоотийная эффективность прослеживалась до 4-5 лет [94, с. 36]. Использование ДДТ для дезинсекции мест обитания мелких мышевидных грызунов – малого суслика, гребенщиковой песчанки, большой песчанки началось еще в 1950 г. в Западно-Казахстанской области [95, с. 350]. Эти испытания показали абсолютную эффективность распыления дуста в норы грызунов – через 2,5 месяца после обработки 10% ДДТ в норах не было обнаружено ни одной блохи или клеща. Высокую эффективность также дала 5% дозировка дуста. Одновременно проводились опыты по исследованию кумулятивной способности ДДТ в тканях теплокровных животных и эффекта дуста на гибель блох и клещей [96, с. 371].

Результаты показали, что ДДТ также эффективно действует на эктопаразитов, питавшихся кровью животных, накормленных обработанным дустом растительным кормом. Исходя из таких обнадеживающих результатов, авторы предлагали использовать оба метода для эффективной дезинсекции нор грызунов – распыление дуста в норы и вокруг нор на растительность. Такие эксперименты и опыты стали методической основой для массовой дустации нор сурков и мелких мышевидных грызунов, начатой в Кыргызстане в 1970-80 гг.

*Антропогенное влияние на территориальное распределение и плотность поселений сурков и мелких мышевидных грызунов.* Данный вопрос освещен в литературе недостаточно. В частности, имеются общие исследования по оценке численности различных видов сурков на территории России, Северного Казахстана, Монголии, в которых указывается прямая положительная взаимосвязь между количеством голов КРС, выпасаемых в естественных местообитаниях сурков, и плотностью их популяций [97, с. 23]. Неравномерность распределения ресурсов и сокращение ареалов трех видов сурков – серого, байбака и тарбагана, в основном, обусловлена антропогенным влиянием. Наиболее отрицательно на ресурсы сурков влияет распашка земель под с.-х. угодья, истребление и неумеренная добыча, а наиболее положительно сказывается интенсивный выпас скота. Стравливание копытными высокотравья и кустарников обеспечивает обзорность и лучшие кормовые условия суркам [98, с. 68, 99, с. 197]. При этом альтернативой интенсивному выпасу для успешного существования популяций сурков могут быть контролируемые позднеосенние палы. В.В. Колесников считает, что значительное влияние антропогенного фактора определяет возможность управления популяциями сурков [97, с. 38]. При этом автор выделяет следующие особенности активности естественного воспроизводства в колонии животных:

а) воспроизводство обратно зависит от плотности населения взрослых особей в колонии перед уходом в спячку, предшествующей размножению,

б) зависит от сохранности семейных пар, которая может прогнозироваться экспоненциальной функцией;

в) зависит от выживаемости зверей. При этом усредненные показатели выживаемости по функционально-возрастным классам нескольких исследованных популяций варьируют в пределах: у сеголетов – от 25% до 61%; у годовалых особей - от 63% до 98%; у двух- и трехлеток, оставшихся в семье, - от 65% до 95% и у взрослых зверей - от 50% до 64%. Т.е. повышенной выживаемостью обладают годовалые и молодые особи.

Что касается оценки численности серого сурка, мы нашли в литературных источниках разрозненные данные: в Казахстане в 1961-65 гг. обитало около 300 тысяч серых сурков [38, с. 58]. В то же время в Кыргызстане этот же источник указывает на цифру в 1,6 млн. особей. В 2011 г., по мнению В.В. Колесникова, ресурсы серого сурка на общей территории его обитания (Россия, Монголия, Центральная Азия) не претерпели значительных изменений, и суммарно их можно было оценить в 1567000 особей [97, с. 16]. При сравнении литературных численных данных кыргызской популяции сурка и евразийской становится ясным, что за период лет с 1960 по 2011 в Кыргызстане количество сурков значительно снизилось. Это подтверждается как данными некоторых кыргызских ученых [93, с. 23, 60, с. 175], так и последними официальными данными Департамента сохранения биоразнообразия и особо охраняемых природных территорий ГАООСилХ: в 2019 г. в Кыргызстане всего обитало 345 тыс. сурков [100]. Среди них численность серого сурка составила 159 тыс. голов. Это же Агентство сообщает, что за период 2016-2019 гг. численность серого сурка в Кыргызстане показывает тенденцию на увеличение с 91705 голов в 2016 до 159066.

Что касается численности мелких мышевидных грызунов, такие исследования в Кыргызстане в последние годы проводятся, но не системно. Так, на юге Кыргызстана в 2010 и 2013 годах зарегистрирована относительно высокая численность лесной мыши, а в 2017г. отмечается резкое падение ее

численности, которое авторы связывают с погодными условиями [89, с. 15]. Есть сведения о достаточно высокой численности серебристой полевки в Терской Ала-Тоо и Кыргызском хребте в 1960-90 гг. [61, с. 40, 89, с. 17]. На Украине сообщается, что лесная мышь за период 1970-90 гг. освоила агроценозы и стала типичным обитателем окультуренного ландшафта, и в то же время к условиям близости человека слабо приспособляются бурозубка, желторотая мышь, численность которых повсеместно снижается [101, с. 41]. По ИК области есть обширные сведения о зараженности мелких грызунов инфекционными болезнями [68, с. 27], но данных по оценке их численности мы не обнаружили.

В Центральной Азии и Казахстане было замечено распространение больших песчанок, освоивших антропогенные ландшафты, численность которых увеличилась в 1,5-2 раза [102, с. 56]. В степной зоне Юго-Востока России (Волгоградская обл., Ставрополье) с 1920 по 1990 гг. под влиянием сельскохозяйственной деятельности человека площади поселений малых сусликов уменьшились на 1/3 часть, в то же время численность полуденной и гребенщиковой песчанки в Прикаспийской низменности увеличилась [103, с. 58].

Таким образом, основным травоядным обитателем средне- и высокогорных сыртов в СД и ВН автономном очагах чумы, находящихся на территории ИК области Кыргызстана, является серый сурок (*M. baibacina*), второстепенными – мелкие мышевидные грызуны, такие как узкочерепная и серебристая полевки, серый хомячок, лесная мышь. Все они составляют смешанные колонии, в которых велико количество различных эктопаразитов. Антропогенное влияние на обитателей горных экосистем имело характер длительного прямого изъятия (сурков) и изменения биоценозов – мест обитания. Аналогичное состояние имеется и в других регионах Евразии и всего мира. В ответ на действие человека экосистемы стараются сохранить свою устойчивость. Главное направление естественного отбора идет по линии

преобладания популяций мелких мышевидных грызунов, которые лучше других способны противостоять отрицательному влиянию антропогенных воздействий благодаря мелким размерам, широкой экологической пластичности, лабильной формы поведения.

## **1.2 Характеристика агроразнообразия Иссык-Кульской области**

### **1.2.1. Состояние агроразнообразия Иссык-Кульской области**

Территория Кыргызстана входит в Центрально-Азиатский центр происхождения и окультуривания многих глобально значимых сельскохозяйственных растений [104, с. 26]. Здесь появились и получили свое развитие зерновые, овощные, кормовые и плодовые растения. Южный Кыргызстан считается родиной многих плодовых культур, видовое и внутривидовое разнообразие которых довольно хорошо изучено. Среди них самой известной и распространённой во всем мире является яблоня (*Malus domestica*). В формировании её сортового разнообразия легли в основу произрастающие в Кыргызстане дикие виды - *Malus sieversii*, *M. niedzwezkiana*, *M. kirghisorum*, обладающие повышенной морозо- и засухоустойчивостью [105, с. 118] и высоким содержанием органических веществ [106, с. 18]. По данным Л. Клименко, она образовывала различного типа яблоневого леса в Западном Тянь-Шане на площади 16,5 тыс. га [104, с. 58, 107, с. 24]. В Южном Кыргызстане в конце 20 в. дикие яблонники составляли обширные площади, до 19 тыс. га, в пределах орехово-плодового леса и характеризовались богатейшим разнообразием внутривидового морфологического строения [107, с. 48, 108, с. 111]. В настоящее время эти же самые популяции находятся в состоянии сокращения ареала, но морфофизиологическое разнообразие внутривидовых форм еще сохранилось [109, с. 112; 110, с. 62]. В ИК области в данное время также встречаются эти виды дикой яблони в ущелье Алмалы Ак-Суйского района, но в единичных экземплярах.

Кроме яблони в Кыргызстане встречаются дикие виды груши (*Pyrus domestica*) - *Pyrus communis*, *P. asiae-mediae*, *P. korschinskyi* [111, с. 124; 108, с. 111; 112, с. 23]. Их также было много в орехово-плодовых лесах южного Кыргызстана. Но особенно знаменит Кыргызстан как вторичный центр сортового разнообразия плодовых культур: абрикоса (*Armeniaca vulgaris*), грецкого ореха (*Juglans regia*), фисташки (*Pistacia vera*), лоха (*Elaeagnus*), миндаля (*Amygdalus*), смородины (*Ribes*), винограда (*Vitis*) и др. [113, с. 17; 114, с. 24].

Исключительно велико здесь разнообразие диких форм алычи (*Prunus sogdiana*, *P. ferganica*), боярышника (*Crataegus pontica*, *C. sogdiana*), облепихи (*Hippophaë rhamnoides*), лоха (*Elaeagnus orientalis*, *E. angustifolia*), рябины (*Sorbus tianschanica*, *S. persica*, *S. turkestanica*), вишни (*Cerasus erythrocarpa*, *C. verrucosa*, *C. tianschanica*), фисташки, смородины (*Ribes nigrum*, *R. janczewskii*, *R. meyeri*) и малины (*Rubus idaeus*) [115, с. 130; 116, с. 6; 117, с. 112]. Все они являются ценным исходным материалом для селекции и создания новых продуктивных, устойчивых к вредителям и болезням сортов культурных растений.

Разнообразие плодовых культур горных и высокогорных районов Северного Кыргызстана также богато. Особенно широко представлены здесь ягодные растения, такие как облепиха, смородина, шиповник и др. Облепиха (*Hippophaë rhamnoides*) широко распространена в северных районах Кыргызстана, образует густые заросли по берегам озера Иссык-Куль, руслам и долинам рек, на высоте до 3800 м над уровнем моря, в местах, обильно обеспеченных влагой [115, с. 130; 118, с. 19]. Значение облепихи для населения очень разнообразное, но наибольшую ценность представляют её лечебные свойства [133, с. 17].

В Иссык-Кульской и Нарынской областях Кыргызстана на высоте 1500-3000 м. н.у.м. произрастает смородина Мейера (*Ribes meyeri*) [119, с. 30]. Для высокогорных районов, где плодоводство не может развиваться из-за суровых

климатических условий, смородина незаменима. Как ценный источник витаминов и других биологически активных веществ, ее ягоды употребляются населением в свежем виде, для сушки, приготовления варенья и джема.

Из диких кустарников в ИК области распространены шиповник собачий подвид Ткаченко (*Rosa canina* L.f. *kirghisorum* V. Tkaczenko f.nova (sectio *Caninae*), произрастающий в горах Терской Ала-Тоо, ущелье Барскаун, в смешанном кустарнике и стланиковой арче [117, с.174], *Rosa issyksuensis* V. Tkaczenko sp. Nova (Sectio *Leucanthae*) - произрастающий в Семеновском ущелье среди елового леса, в древесно-кустарниковом поясе по берегам рек и сухих склонах, а также *R. gulczensis* V. Tkaczenko sp. Nova (Sectio *Caudatae*) [120, с. 6]. Кроме этих видов распространены шиповники гунтский (*R. huntica* Chrshan.), шиповник Беггера (*R. beggeriana* Schrenk.), шиповник иглистый (*R. acicularis* Lindl.), шиповник *R. corymbifera* Borkh. *R. arnoldii* Sumn. [121, с. 24, 122, с. 18, 117, с. 112], 12 видов барбариса, в т.ч. барбарис разноножковый (*Berberis heteropoda* Schrenk.), кашгарский (*B. kaschgarica* Rupr., круглоплодный (*B. sphaerocarpa* Kar.et Kir.), черемуха тяньшанская (*Padus tienshanica* - в низовьях реки Тюп на востоке ИК котловины, черемуха магалебская (*P. mahaleb* (L.) Borkh., калина обыкновенная *Viburnum opulus* L. [115, с. 129; 40, с. 27; 123, с. 62; 116, с. 9].

В Кыргызстане выявлено 132 вида сородичей культурных растений [124, с. 21]. Из зарегистрированных и районированных 537 сортов 93 сорта имеют местное происхождение, в том числе ряд сортов яблони, абрикоса, персика, винограда народной селекции традиционного возделывания [125, с. 35; 11, с. 21].

Среди природно-климатических зон северного Кыргызстана наиболее благоприятными для развития плодоводства являются ИК и Чуйская области [105, с. 15; 126, с. 43]. В ИК области наиболее велико сортовое разнообразие яблони [105, с. 26; 111, с. 142; 127, с. 11]. Так, Ф.П. Зубарев пишет, что в сортименты плодовых культур ИК котловины в 1960-х гг. входило свыше 70

сортов яблони, 12 – груш, 10 – абрикосов, 5 - слив и т.д. [105, с. 4]. Однако из них широко распространены были только 12-20 районированных сортов яблони [128, с. 3]. Поэтому селекция яблони в Кыргызстане в то время шла по направлению создания морозо- и жароустойчивых сортов с высокими вкусовыми качествами и хорошей лежкостью. Среди таких созданных в Кыргызстане сортов наиболее успешные были – кроваво-красный Апорт, Киргизское зимнее, Рашида.

Многие из сортов яблони, ставших ныне традиционными, местными (Апорт, Грушовка, Ренет Бурхарда, Кандиль - Стаканчик, Белый налив, Столовка) были завезены в Кыргызстан и введены в культуру русскими переселенцами в 19 в. [105, с. 30]. Некоторые сорта были интродуцированы из европейской части бывшего Советского Союза и соседних республик (Казахстан, Узбекистан) в период с 1917 по 1991-е годы [111, с. 71]. Наиболее знаменитыми из районированных сортов в 80-е были сорта Апорт Александр, и его разновидности – кроваво-красный и алма-атинский, которые были завезены в Кыргызстан в 1935-36 гг. [128, с. 3]. По многим хозяйственно-ценным признакам этот сорт значительно превышал другие (величина и вкусовые качества плодов, красивая окраска и форма, непревзойденная лежкость, достаточная выносливость и ежегодная большая урожайность). В 1970-80-е гг. сорт Апорт занимал от 36,5 до 50% от всей площади производственных яблоневых садов в Кыргызстане [105, с. 45; 127, с. 30; 128, с. 4]. При этом общая площадь садов в Республике составляла более 50 тыс. га, урожайность составляла 90-200 ц/га [105, с. 35, 128, с. 3]. А через 30 лет, в 2009 г., площадь, занятая садами яблони и груши, составляла в КР уже 25 тыс. га, валовый сбор – 118 тыс. т. при урожайности 45 ц/га [124, с. 12].

В 2000-е гг. в фермерских и крестьянских хозяйствах Кыргызстана, согласно данным проекта UNEP-GEF «*In situ/on-farm* сохранение и использование сельскохозяйственного биоразнообразия (плодовые культуры и дикорастущие плодовые виды) в Центральной Азии» (2006-2012 гг.),

выращивался 31 сорт яблоки, из которых 24 являются стародавними или местного происхождения [11, с. 6].

В последние годы в ИК области широко распространяется культура ореха грецкого. Среди имеющегося разнообразия в Джеты-Огузском районе наиболее ценны его морозоустойчивые формы, которые используются населением в пищевых целях и на древесину [129, с. 41].

В Нарынской области, отличающейся от ИК более суровыми климатическими условиями, налицо менее богатое разнообразие культивированных сортов яблонь. Однако и здесь были районированы наиболее приспособленные к суровым зимам сорта кыргызской и советской селекции: Осеннее Гареева, Пепин шафранный, Апорт, Асыл, Салтанат, Джумгал, Кочкорское-3, Кочкорское-6 [130, с. 11; 131, с. 19; 132, с. 34]. Для селекции яблоки наиболее важным направлением было повышенная устойчивость к вымерзанию, оптимальный химический состав, хорошая лежкость плодов. Так, в национальном ботаническом саду им. Э. Гареева в 1980-1990 гг. проводили исследования на лежкость плодов, сохранение органических кислот, сахаров, витамина С в зимний период. В результате таких работ Криворучко с соавт. предлагали использовать наиболее перспективные сорта яблоки: Рашида, Аламединское, Чолпонбай, Пальмира. По лежкости плодов наиболее ценными являются эти же самые сорта плюс Ренет курский золотой, Голден Делишес и Делишес [130, с. 93]. Содержание витамина С в январе варьировало от 5,4 (сорта Чолпонбай, Рашида) до 8 мг/% (сорта Аламединское, Пальмира, Кыргызское зимнее). В мае содержание витамина С в плодах значительно уменьшилось у всех сортов. Интересно, что при этом сорта Рашида и Ренет ландсбергский сохранили наибольшее количество вит. С (3,8), другие сорта - Ренет курский золотой и Пальмира стояли на 2 месте.

К сожалению, в настоящее время это уникальное генетическое разнообразие плодовых культур как культиваров, так и их диких сородичей находится под угрозой исчезновения. Неконтролируемый сбор диких плодов,

зачастую варварским способом – обламывание или спиливание плодоносящих ветвей и даже целых кустов с наиболее крупными плодами приводит к элиминации из природной популяции генов крупноплодности, женских растений [133, с. 35]. Так, в Заилийском Алатау в конце 80-х годов соотношение полов в 11 популяциях облепихи варьировало от 0,43 до 0,89 при нормальном 1. Автор предлагает использовать соотношение полов в популяции облепихи как индикатор антропогенного воздействия: 1,0 – воздействия нет; 0,9 – 0,8 – воздействие слабое; 0,7-0,6 – воздействие среднее и 0,5 и ниже – воздействие сильное. Как мы видим, большинство популяций облепихи в ущельях вокруг г. Алматы в 1989 г. были подвержены сильному влиянию хозяйственной деятельности человека. Такое уменьшение особей женского пола имеет только одну причину – уничтожение человеком плодоносящих женских особей, что при такой тенденции могло за прошедшие 30 лет привести к вымиранию наиболее подверженных антропогенному воздействию популяций.

В ИК области Кыргызстана за последние 30 лет в связи с переходом на рыночную экономику к неконтролируемому сбору плодов добавились также и другие антропогенные факторы: в предгорных и пойменных лесах, особенно вблизи населенных пунктов, идет бессистемный круглогодичный выпас домашних животных и сенокошение, а также вырубка местным населением облепихи на дрова и для освобождения территории под застройку, сельскохозяйственные угодья. Все это сильно ограничивает естественное возобновление диких ягодных видов. Отмечается значительное снижение естественного биоразнообразия в еловых лесах, особенно в нижнем и среднем подпоясах вследствие антропогенного воздействия [134, с. 96].

Все дикие ягодные растения давно известны как источники поливитаминов и биологически активных веществ (БАВ). Химический состав ягод облепихи, шиповника, калины, рябины хорошо изучен. Так, шиповник знаменит своим высочайшим количеством витамина С 2300 мг/100 г, Р - 450

мг/100 г, А – 2,4 мг/100 г, В<sub>12</sub>, каротина [133, с. 125]. В ягодах калины обыкновенной содержание витамина С – 38,4мг%, каротина - 1,17 мг%, катехинов – 130 мг% [135, с. 48].

Замена традиционных сортов плодовых и ягодных культур, адаптированных к местным условиям, на однообразные коммерческие сорта, требующие постоянного внесения минеральных удобрений, пестицидов и других затрат для обеспечения их продуктивности, не содействует сохранению местного сортового разнообразия плодовых культур, передававшихся местным населением из поколения в поколение. В итоге на внутреннем рынке Кыргызстана круглый год наблюдается однообразный набор фруктов местного происхождения, а в садах традиционные сорта исчезают, что отрицательно влияет на продовольственную безопасность местного населения.

### **1.2.2. Фитопатогенное состояние плодовых культур Иссык-Кульской области**

Другим важнейшим фактором уменьшения сортового разнообразия местных плодовых культур является повсеместное распространение в Кыргызстане опасных в эпидемиологическом смысле болезней, в том числе «бактериального ожога». Бактериальный ожог плодовых деревьев является инфекционной и карантинной болезнью, которая вызывается бактерией семейства Enterobacteriaceae *Erwinia amylovora* [136, с. 756]. Яблони и груши, являющиеся одними из наиболее экономически важных плодовых культур на севере Кыргызстана, находятся под серьезной угрозой уничтожения из-за данной болезни. Это бактериальное заболевание было впервые зарегистрировано в соседнем Казахстане в 2008 году и быстро распространилось по южному Казахстану, что привело к значительным потерям производства яблок и груш к 2010 году [137, с 6]. По данным Казахского научно-исследовательского института защиты растений и карантина, в некоторых садах уровень заражения превысил 50-60% [137, с. 22] и потери до ~ 30-40%. Министерство сельского хозяйства, пищевой

промышленности и мелиорации КР сообщило, что болезнь впервые появилась в Кыргызстане в 2008-2009 годах и распространилась во все районы Чуйской области. Согласно пресс-релизу от 21.01.2013 г. на официальном сайте Министерства сельского хозяйства, пищевой промышленности и мелиорации КР, в 2011 г. заболевание было зарегистрировано также в ИК области. В настоящий момент ни в одном официальном отчете Министерства сельского хозяйства КР нет точной оценки ущерба от бактериального ожога в производстве яблок и груш. При этом производство груш было очень важным в Кыргызстане 10 лет назад и обеспечивало ценный дополнительный доход для фермеров.

Диагностика бактериального ожога в Кыргызстане проводится не регулярно. В некоторых работах сообщается о проведении биохимических тестов, тестов на патогенность и ПЦР-анализа для идентификации *E. amylovora*, выделенной из пораженных яблоневых деревьев (Чуйская область, ботанический сад), из зараженных плодов груши (Чуйская область, ботанический сад; Ошская область, частные сады) и боярышника (Джалал-Абадская область, ореховый лес). Контролирующие развитие болезни в условиях *in vitro/in vivo* биологические агенты и антибиотики только начали оцениваться в единичных исследованиях [138, с. 831]. Несмотря на значительное распространение *E. amylovora* в Кыргызстане, этот патоген, так же, как и многочисленные другие, остается плохо изученным. Как следствие, в Кыргызстане нет никаких систематизированных рекомендаций по диагностике и применению специфических средств лечения болезни. Учет поражаемости садов бактериальным ожогом не проводится, и пораженные по внешним признакам деревья выкорчевываются или вырубаются фермерами. Некоторая часть населения пытается в стихийном порядке лечить насаждения опрыскиванием антибиотиками и различными коммерческими пестицидами, но четкого метода лечения данной болезни нет ни в научной, ни в популярной литературе. Против лечения антибиотиками высказываются многие ученые,

основываясь на том факте, что у бактерий вследствие их высокой способности к генетической изменчивости быстро вырабатывается устойчивость к имеющимся в данное время и широко используемым антибиотикам [136, с.761; 139, с. 835, 140, с. 33; 141, с. 139].

Кроме бактериального ожога в Кыргызстане в зонах развитого плодоводства также распространены болезни грибковой природы клястероспориоз косточковых культур (абрикоса, алычи и сливы) - возбудитель *Clasterosporium capraphilum* Aderk. и парша яблони (*Venturia inaequalis* (Cooke) Wint.) [142, с. 7].

Возникновение новых вредителей на возделываемых человеком растениях также нужно понимать с точки зрения учения о природной очаговости. Формирование фауны агробиоценозов культурных полей, лесных насаждений и вновь осваиваемых земель происходит за счет проникновения в них организмов из дикой природы, которая является резерватом как полезных для человека, так и явных потенциальных вредителей сельского хозяйства, животноводства, здоровья человека [143, с. 100]. Проникая из первичных биоценозов во вторичные, созданные человеком агробиоценозы, насекомые, клещи, нематоды и другие беспозвоночные, а также и некоторые позвоночные, становятся вредителями сельскохозяйственных культур, плодовых и лесных насаждений, переходя из состояния потенциальных к состоянию явных и опасных вредителей [144, с. 30].

Сопутствующие основным бактериальные патогены, часто приводящие к развитию микс-инфекций плодовых культур, практически не исследуются в Кыргызстане. В частности, нет данных по присутствию представителей рода *Pantoea* в микробиоте плодовых деревьев. А между тем вездесущность, универсальность и генетическая управляемость изолятов рода *Pantoea* делает его идеальной группой не только для изучения конкретных ниш адаптации и оппортунизма, но и для развития коммерчески значимых медицинских, сельскохозяйственных и экологических препаратов [145, с. 976]. Род *Pantoea* в

настоящее время состоит из 20 признанных видов, которые фенотипически аналогичны [146, с. 451; 147, с. 2432; 148, с. 2790]. Штаммы рода *Pantoea*, которые определяют каждую соответствующую группу видов, были выделены из ряда источников, но в основном из растений. Виды *P. deleyi*, *P. anthophila*, *P. allii*, *P. cyripedii*, *P. wallisi*, *P. rodasii* и *P. rwandensis* были выделены только из растительных источников, *P. conspicua*, *P. brenneri*, *P. septica* и *P. eucrinea* - только из клинических источников и *P. gavinae* - только из источников окружающей среды [145, с. 973].

Хотя растения восприимчивы к колонизации различными фитопатогенами, бактериями и грибами, было неоднократно доказано, что эпифитная колонизация растений бактериями рода *Pantoea* снижает заболеваемость растений [149, с. 996, 150, с. 1290; 151, с. 230]. Многие штаммы *Pantoea* устойчивы к воздействию окружающей среды, т.е. являются конкурентами, которые производят разнообразные натуральные продукты с антибиотической активностью, такие как пантоцины, гербиколины, микроцины и феназины [152, с. 240; 153, с. 289; 154, с. 770; 155, с. 317; 156, с. 394; 157]. В более поздних работах было показано, что природный продукт ПНП-1, полученный из штамма *P. ananatis* BRT175, обладал ингибирующей активностью против *E. amylovora* [158, с. 42; 159, с. 113; 160]. Из-за разнообразия натуральных продуктов, которые производят некоторые штаммы *Pantoea* были использованы в коммерческих препаратах биоконтроля, таких как Blight-Ban C9-1 и Bloomtime Biological, в которых используется *P. vagans* C9-1 и *P. agglomerans* E325, соответственно [151; 161, с. 641]. Эти агенты биологической борьбы используются для защиты фруктовых, овощных и других сельскохозяйственных культур от многих видов грамотрицательных и грамположительных бактерий, патогенных грибов *Ascomycota* и *Basidiomycota*, патогенных оомицетов, паразитических нематод.

Принимая во внимание, что очаги бактериального ожога расположены на территории интенсивного сельского хозяйства, комплексный мониторинг ИК

области молекулярно-генетическими, микробиологическими методами является срочной и актуальной проблемой. Такая ситуация обуславливает необходимость усиления надзора за болезнями плодовых культур и внедрения комплексных методов оценки фитосанитарного состояния области с использованием современных молекулярно-генетических и информационных технологий.

В настоящее время в мире хорошо изучены ростостимулирующий эффект, а также противобактериальные и вирусные свойства многих биопрепаратов [162, 163, с. 95]. Показано, что препараты на основе бактерий и грибов (БП) однозначно повышают урожайность и, самое главное, повышают устойчивость растений к действию различных патогенов и неблагоприятных факторов. Однако в каждой местности существуют свои уникальные почвенно-климатические условия, в которых «чужие» расы микроорганизмов могут быть быстро подавлены местными, что приведет к потере эффективности привозного биопрепарата. Поэтому необходимо создавать и расширять ассортимент БП, приготовленных из доступных компонентов, которые могли бы составить конкуренцию привозным.

Наряду с БП микробиологической природы нужно изучать и внедрять минерально-органические препараты, которые могут быть использованы в качестве минерально-органической подкормки для растений и постепенно частично или полностью заменить дорогие минеральные удобрения и химические пестициды при выращивании сельскохозяйственных растений. В Кыргызстане разработка и изучение БП находится только в начальной стадии. В этой связи определенный интерес представляет местный органоминеральный препарат «Живая вода», разработанный в ИК области, и его действие на рост и устойчивость сельскохозяйственных растений к неблагоприятным факторам, в том числе к болезням.

### 1.3. Заключение по обзору литературы

В последние 20 лет в международном научном сообществе все больше распространяется триединая концепция «Единое здоровье», в которой состояние биоразнообразия естественных экосистем рассматривается в единой взаимосвязи со здоровьем животных, сельскохозяйственных растений и человека. Многолетние наблюдения за глобальной динамикой вспышек зоонозных болезней показывают, что сокращение биоразнообразия влечет за собой значительное обострение эпидемиологической и эпизоотологической ситуации по всему миру. Высокогорные территории Кыргызстана представляют в этой связи особый интерес, так как обладают богатейшим биоразнообразием и, в то же время, повышенной чувствительностью к действию абиотических и биотических факторов, в т.ч. антропогенных. В данной главе рассматривается изменение биоразнообразия высокогорных экосистем Северного Кыргызстана, расположенных на высоте более 2000 м. н.у.м. под влиянием длительной хозяйственной деятельности человека. На этих территориях расположены природные очаги особо опасной болезни – чумы, основными и второстепенными носителями которой являются серый сурок и мелкие мышевидные грызуны, а переносчиками патогена являются их эктопаразиты – вши, блохи, клещи. Здесь неоднократно наблюдались множественные эпизоотии чумы среди животных-носителей, и с начала XX в. регистрируются локальные эпидемические вспышки среди местного населения. Основные усилия созданной в 1940-е годы противочумной службы КР для контроля эпидемиологической ситуации были направлены на уменьшение численности основного носителя чумного патогена – серого сурка путем систематического «изъятия» вида из его естественных местообитаний, а также на уничтожение его эктопаразитов – блох, клещей и вшей, активных переносчиков патогена в природном очаге.

Масштабные длительные противоэпидемические мероприятия, начатые в ИК области в 1950-е гг., привели к затуханию активности ВН и СД очагов в

период 1982-2012 гг., но полного подавления эпизоотологической активности очагов достичь не удалось. Это подтверждается единичными эпизоотиями, выявленными в последние 10 лет на данной территории.

Кроме уникального биоразнообразия горных экосистем ИК область известна также своим богатым агроразнообразием, то есть имеет исторически сложившееся большое разнообразие сельскохозяйственных плодовых культур. Особенно широко распространены здесь яблоня, груша и абрикос, многие сорта которых, выведенные в Кыргызстане и отлично 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, высокое содержание витаминов и БАВ. Кроме культурных сортов, 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 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 переросла в объективную реальность.

В этой связи нам было интересно рассмотреть взаимосвязь уровня био- и агроразнообразия с динамикой карантинных инфекционных заболеваний животных, человека и растений (чума, бактериальный ожог) в Кыргызстане в течение последних 50 лет. Поэтому **цель данного исследования была:** изучить влияние длительной антропогенной деятельности на животное биоразнообразие высокогорных экосистем и агроразнообразие плодовых и ягодных культур в ИК области.

**Задачами исследования было:**

1. Оценить влияние деятельности человека на численность и видовой состав травоядных животных и их эктопаразитов на территориях природных очагов чумы, расположенных в высокогорных зонах ИК области.
2. Идентифицировать штаммы *Y. pestis*, выделенные в ИК области, молекулярно-генетическим и классическим методами и провести филогенетический анализ родства с известными в мире штаммами.
3. Создать электронную базу эпидемиологических и эпизоотологических данных на основе многолетних полевых наблюдений и провести математический анализ эпидемиологического риска, эпидемиологической опасности и уязвимости населения, проживающего на территории СД природного очага чумы ИК области.
4. Провести прогноз эпидемиологической уязвимости населения, проживающего на территории СД очага чумы на период 2016-2050 гг. при сохранении актуальных тенденций роста населения, увеличения количества КРС, МРС, лошадей, деградации пастбищных площадей, увеличения туристических зон, а также естественной циркуляции чумного микроба на данной территории.
5. Проанализировать сортовое разнообразие плодовых и ягодных культур по ИК области, выявить факторы, уменьшающие агроразнообразие.
6. Исследовать разнообразие видов бактерий семейства *Enterobacteriaceae*, распространенных в Северном Кыргызстане – патогенов, эпифитов и эндофитов сельскохозяйственных культур, провести их идентификацию молекулярно-генетическим и классическим методами.
7. Определить меры, стимулирующие сохранение и устойчивое использование местного разнообразия целевых плодовых культур.

## ГЛАВА 2

### МЕТОДОЛОГИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

#### 2.1. Методы изучения видового разнообразия животных – основных представителей сыртов

Материалами служили отловленные в ходе 9 ежегодных полевых экспедиций КПЧО животные – сурки, мелкие мышевидные грызуны, их эктопаразиты (блохи, вши, клещи), а также выделенные от них штаммы *Y. pestis*. Ретроспективные данные о вспышках чумы были получены из архива КПЧО. Извлеченный набор данных за 1950 – 2017 гг. содержит информацию о 16994 вспышках чумы.

Полевые исследования проводились в 2010-2017 гг. на двух расположенных в ИК области эпизоотологических территориях: СД и ВН природных очагах чумы (рис. 7). В СД природном очаге чумы были изучены три локальных участка: Эныльчек-Каинды, Көк-Джар и Сарыджаз (рис. 2). Участок Эныльчек-Каинды занимает 900 кв. км южной части СД очага в бассейнах рек Эныльчек и Каинды. Типичные ландшафты — высокогорные степи и полупустыни, разделенные горными хребтами. Климат теплее, чем в других местах. Растительность варьирует от сухой горной степи и разнообразных злаков на сыртах до берез, елей и различных видов кустарников. Участок Кок-Джар (750 кв. км) расположен в бассейнах рек Турук и Жыланач. Местность слабо пересечена межгорными долинами с разновидностями луговых растений, встречаются также кустарники и еловые леса. Климат резко континентальный. Участок Сарыджаз расположен в бассейне реки Сарыджаз на площади 1220 кв. км на высоте от 2700 до 3600 м. Климат суровый: зима продолжительная и холодная, лето прохладное, количество осадков 300 мм в год. Всего за 2014-2017 гг. было обследовано 2400 кв. км территории очага.

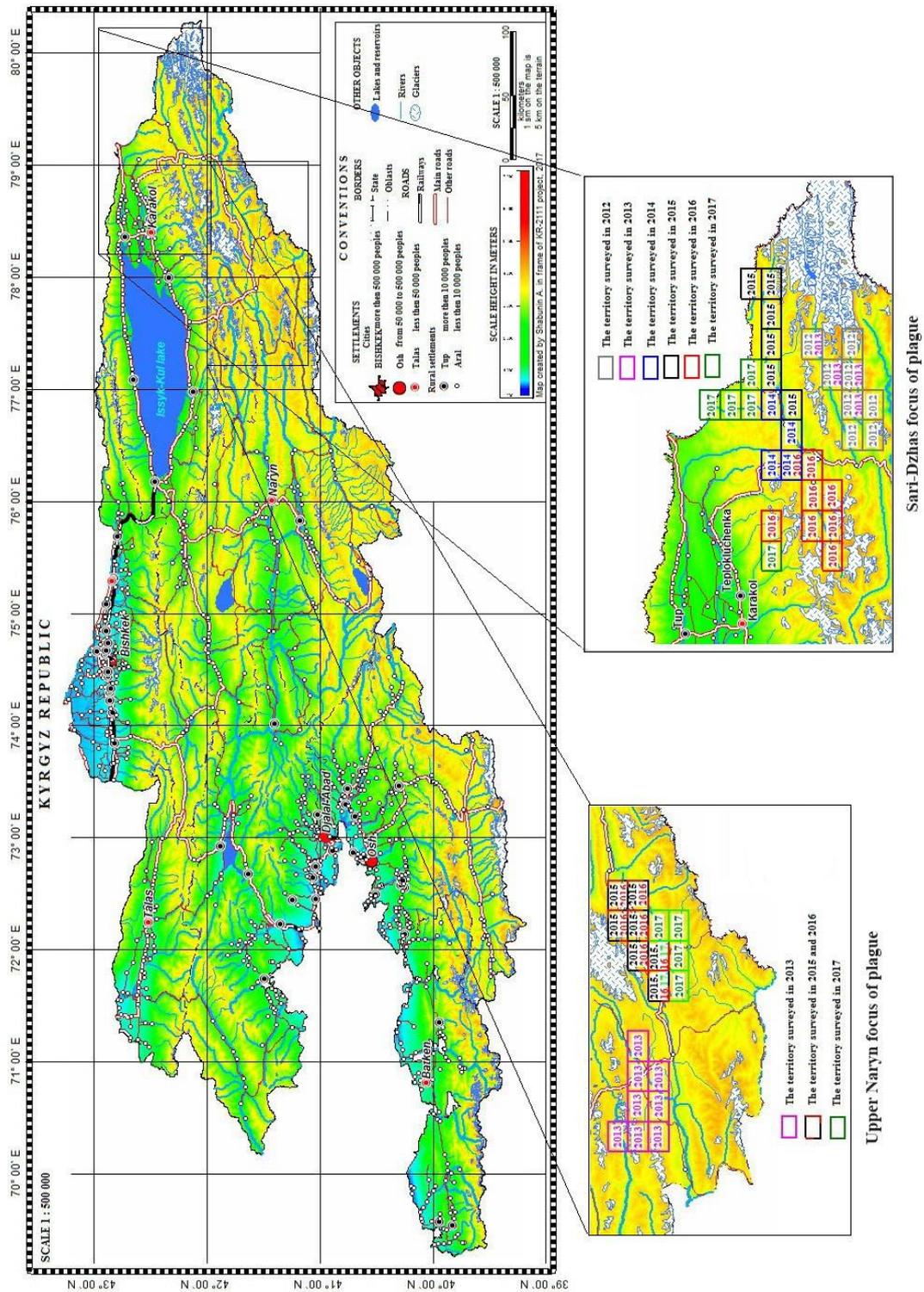


Рисунок 2.1 - Карта проведенных исследований Верхненарынского и Сары-Джазского очагов за 2010-2016 гг

Вся работа с дикими и лабораторными животными и штаммами чумы проводилась в соответствии с регламентами и протоколами, утвержденными Министерством здравоохранения Кыргызстана (протокол № 207, 2015 г). все процедуры, проведенные в исследовании, являются аналогичными описанным в Инструкциях [36, 164]. Работы по отлову животных в поле проводились в соответствии с Положением, утвержденным Государственным агентством охраны окружающей среды и лесов КР. Каждое разрешение выдавалось на сбор определенного количества животных (400 сурков, 400 грызунов других видов и раскопка 10 гнезд сурков и грызунов для поиска гнездовых паразитов) и использовалось в течение фиксированного периода времени (с 1 июня по конец августа) на отдельных участках в пределах очагов чумы.

### **2.1.1. Отлов грызунов**

В начале ежегодной противочумной полевой работы зоологи визуально оценивали количество сурков в пределах исследуемых участков и соответственно планировали отловы на каждом участке (10 кв. км). Количество установленных ловушек зависит от средней плотности населения сурков в каждом секторе. Ежедневно ранним утром рядом с норами сурков устанавливали около 8-10 ловушек. Поскольку погода в мае-июне в высокогорных районах Тянь-Шаня сильно изменчива, сопровождается снегом, дождями и холодами, отловы проводились каждый солнечный день. Ловушки на сурков ставили у входа в норы и к вечеру убирали. По одной ловушке оставалось в каждой норе полдня. Норы для отлова выбирали по внешним признакам, таким как наличие свежей подстилки у входа, наличие свежевыкопанных и хорошо утрамбованных ходов, заросшие травой, наличие следов сурков и тропинок вокруг нор. Ловушки для отлова сурков имели ширину 20 см и высоту 8 см. Ловушки крепились к металлическим стержням длиной 50 см с помощью прочной металлической цепи. Стержни вбиваются в каменистую почву на всю глубину, чтобы сурки или их хищники не утащили

ловушки. Металлические части были замаскированы конским навозом, чтобы уменьшить запах металла.

Численность мелких грызунов, таких как мыши, полевки и хомяки, оценивали путем подсчета животных, отловленных самодельными ловушками, установленными на разрезах [165, 36]. Ловушки также присыпались землей и наполнялись сухим хлебом, смоченным в растительном масле, овощами или фруктами. Ставили ловушки вечером и проверяли их ранним утром. При поимке грызуна ловушку переносили на другое место. Количество хищных животных оценивали путем отлова и визуальных наблюдений. Каждое отловленное животное было морфологически идентифицировано по видам. Отловленных сурков подвергали эвтаназии путем смещения шейных позвонков. Затем животное заворачивали в два полотняных мешочка с этикеткой (дата, место, номер сектора, фамилия ловца), входное отверстие плотно обматывали, чтобы эктопаразиты не могли вырваться, затем животное помещали в полиэтиленовый пакет, в холщовый мешок, и, наконец, доставляли в лагерь.

### **2.1.2. Паразитологический анализ**

Эктопаразитов сурков собирали очесыванием отловленных животных (эктопаразиты «тела») и сбором «внехозяйных» эктопаразитов из нор и гнезд грызунов [164]. Затем эктопаразитов идентифицировали с помощью энтомологических определителей [166] и помещали в маркированные стеклянные пробирки с эфиром. Внутри нор сухую травяную подстилку из гнездовой камеры осторожно удаляли проволокой и обследовали на наличие блох и других эктопаразитов. Блох одного вида от одного животного объединяли и растирали в физрастворе.

### **2.1.3. Бактериологический анализ**

Растертую суспензию блох инокулировали на агар Хоттингера с pH 7,2 согласно правилам биологической безопасности [167, с. 67]. 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 прививали индивидуально. Идентификацию выделенных бактерий проводили с помощью стандартной микробиологической микроскопии мазков и пробы Покровского на *Y. pestis* с использованием как псевдотуберкулезного бактериофага, так и бактериофага на *Y. pestis* (Л-413-С) производства КНЦКЗИ [168, с. 95]. Дополнительные методы диагностики включали серологическую реакцию непрямой гемагглютинации как с эритроцитарно-иммуноглобулиновыми, так и с эритроцитарно-антигенными диагностическими реагентами производства КНЦКЗИ. Ткани внутренних органов отобранных сурков (печень, легкое, селезенка, лимфатические узлы и кровь из сердца) стерильно брали пинцетом и сразу же прямым касанием помещали на агаровую пластину. Чашку Петри разделяли на три сегмента для отдельного посева легких, печени и селезенки. Каждую чашку маркировали и помещали в инкубатор при 37°C. Использовали индивидуальный и групповой методы инокуляции. Индивидуальный метод использовали для эктопаразитов, собранных с туши сурка или сурка с видимыми патологическими отклонениями, характерными для чумы (патология внутренних органов, больные сурки). Для инокуляции объединенных суспензий тканей объединяли кусочки тканей пяти сурков, собранных в один и тот же день в одном и том же секторе. Затем суспензию органов инокулировали на чашку с агаром с помощью бактериальной петли. После инокуляции образцы тканей помещали в жидкий азот (сосуд Дьюара) и доставляли в лабораторию в г. Каракол для дальнейшего подтверждения.

#### **2.1.4. Генетический анализ**

Для генетического анализа использовали два типа материала: образцы полногеномной ДНК и фрагменты MLVA. 14 эталонных штаммов *Y. pestis* были получены из коллекции РЦКиООИ. Штаммы были выделены в течение последних нескольких лет на территории СД и ВН очагов чумы. Суспензию *Y.*

*pestis* нагревали при 100°C в течение 20 мин и центрифугировали при 12000 об/мин в течение 2 мин. Это позволяет инактивировать возбудителей и высвободить ДНК, содержащуюся в клетках. Образцы ДНК в дальнейшем использовали для генотипирования. Фрагменты контрольной амплификации MLVA эталонных штаммов CO92, Pestoides F, KIM10+ и Nepal 516 *Y. pestis* были получены из Медицинского отделения Техасского университета, Техас, США. Кроме того, для филогенетического анализа были использованы нуклеотидные последовательности девяти штаммов *Y. pestis* (коды GenBank: CP010023, CP010247, CP006751, CP009935, AE017042, CP006806, CP000308, CP006794, CP002956) и трех штаммов *Y. pseudotuberculosis* (GenBank код: CP009712, CP008943, CP001048). Принадлежность исследуемых штаммов к виду *Y. pestis* подтверждали с помощью ПЦР-теста с тест-системой «Pest-Quest» (ТОО «Мастер-Ген», Алматы, Казахстан). Генотипирование нескольких штаммов *Y. pestis* проводили методами многолокусного анализа VNTR (MLVA) и анализа несоответствия расплава мутационных ампликонов (Melt-MAMA). Для анализа MLVA локусы 7-VNTR (тандемные повторы с переменным числом) изучали с использованием обычной ПЦР и электрофореза в агарозном геле, как описано [169, с. 6]. Для анализа Melt-MAMA использовали три набора праймеров для ПЦР, разработанных и произведенных в КНЦКЗИ, для идентификации трех локусов SNP, описанных [170, с. 1143]. Выбранные SNP-локусы позволили дифференцировать четыре ветви *Y. pestis* биовара Antiqua (0.ANT1, 0.ANT2, 0.ANT3 и 3.ANT). Анализ Melt-MAMA проводили, как описано [171, с. 83]. Каждый набор праймеров состоял из двух прямых праймеров («прямой» и «обратный») и универсального обратного праймера. Один из прямых праймеров был сцеплен с так называемым GC-зажимом, 3-4 повторами мотива GGGGC, что повышало температуру плавления соответствующих ампликонов и позволяло дифференцировать аллели. Филогенетический анализ исследуемых штаммов проводили с

использованием программы RAUP 4.0 и алгоритма UPGMA (метод невзвешенных парных групп с арифметическим средним) [171, с. 84].

### **2.1.5. Цифровая обработка эпидемиологических данных**

Имеющиеся архивные данные КПЧО по эпидемиологическому исследованию территории СД мезоочага с 1947 по 2023 гг. были собраны в единую электронную базу данных, которая представляет собой таблицу [172, с. 136]. Столбец 1 включает вспышки чумы среди людей, выделение культур чумного микроба от переносчиков и носителей в СД автономном очаге чумы; Столбец 2 – место регистрации вспышки; Столбец 3 – сектор регистрации вспышки или выделения культуры чумного микроба; Столбец 4 - наименование микроорганизма; Столбец 5 – объект выделения чумного микроба; Столбец 6 – географическую северную широту вспышки; Столбец 7- географическую восточную долготу вспышки; Столбец 8 – год регистрации вспышки; Столбец 9 – месяц регистрации вспышки; Столбец 10 – день регистрации выделения штамма чумного микроба или заболевания людей; Столбец 11 – дополнительная информация.

Всего, таким образом, было описано более 10 случаев выделения чумного патогена из различных ЛЭРов СД очага, а информация занесена в электронную базу данных «Эпидемиология и эпизоотология чумы в СД природном очаге Кыргызстана» (свидетельство госрегистрации № 33 от 19 апреля 2017, Приложение 2).

Основные технические характеристики:

- Язык программирования: база данных представлена в различных форматах: Word, Excel. Благодаря данным форматам, база будет использоваться в программе картографирования ArcGIS 10 и статистической программы R.

- Тип реализующей ЭВМ: персональные компьютеры (Pentium 4), ноутбуки HP.

### 2.1.5.1. Создание ГИС-карт

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 [173, с. 108]. Основными исходными данными при проведении данной работы послужили следующие данные:

- Набор секторов, полностью покрывающих СД автономный мезоочаг чумы. Данный набор был построен и проиндексирован в соответствии с мировой практикой: выбор сектора как геоинформационной единицы для данной работы обусловлен двумя причинами: во-первых, это общепринятая единица для стран бывшего СССР, и информация из отчетов прошлых лет привязана к секторам; во-вторых, каждый сектор имеет уникальных номер, по которому можно связывать информацию из разных баз.

- Данные выделения микроорганизма *Y. pestis*, собранные из архива ежегодных отчетов КПЧО РЦКиООИ, собраны в единую базу данных (Приложение 1).

- Данные по численности постоянно проживающего населения. Данные для исследуемого района были получены из следующих источников: Перепись населения и жилищного фонда КР 2009 г. [174]; данные местных органов власти (айыл окмоту) и Республиканского производственного объединения радиорелейных магистралей, телевидения и радиовещания (РПО РМТР) [175-177]; топографические карты масштаба 1:100 000.

- Данные по распространению пастбищ. Данные для исследуемого района были получены из следующих источников: топографических карт масштаба 1:100 000, цифровой модели рельефа SRTM-2, карт пастбищ Информационного агентства «Фергана» [178], согласованы с отделом пастбищ Ак-Суйской районной администрации.

- Данные по расположению туристических зон. Данные для исследуемого района были получены из следующих источников: топографических карт масштаба 1:100 000, карт расположения туристических зон с ресурса «Открытый Кыргызстан» [179]; карт экологического туризма и охотничьих хозяйств Алматинской области Республики Казахстан [179, 180].

- Все данные, на основе которых проводили расчеты, были собраны на кыргызской территории СД трансграничного природного очага чумы и нанесены только на соответствующую часть карт. Эпидемиологическая опасность и уязвимость казахстанской части очаговой территории не рассматривались.

#### **2.1.5.2. Расчеты индексов**

Под *эпидемиологической опасностью* в этом исследовании понимается вероятность существования и распространения культур чумы на данной территории в течение заданного интервала времени. Под *эпидемиологическим риском* здесь понимается вероятность заражения и распространения чумы на данной территории в течение заданного интервала времени. Под *эпидемиологической уязвимостью* понимается степень риска, с которой может реализоваться соответствующая опасность на данной территории в течение заданного интервала времени [181]. За единицу уязвимости в мировой практике принято принимать *индекс уязвимости*. Это величина, которая количественно отражает степень риска от определенного вида опасности. Основная методология по определению индекса уязвимости подробно описана Л. Бригуглио [182]. В его методологии каждой величине, относящейся к той или иной опасности или риску, придается определенный вес, соответствующий относительной важности данной величины, а затем рассчитывается общее взвешенное значение. Данная методика тесно связана с основами теории вероятности событий, которые используются для оценки уязвимости в сейсмологии, климатологии, экономике и других сферах. Методика получила широкое распространение во всем мире и применяется для оценки степени

уязвимости в различных областях [181, 183, 184]. При подготовке данной работы был исследован ряд российских и зарубежных работ, посвященных оценке индекса уязвимости, на методологии и результатах которых была отработана данная методика. При этом в мировой практике индексы уязвимости непосредственно для природных очагов чумы в настоящее время не разработаны. Поэтому для данного исследования мы разработали эти индексы самостоятельно.

Расчеты итогового *индекса уязвимости* были произведены по схеме, представленной в работе Шабунин и др., 2017 [173]. Данная схема построена по аналогии со схемами, используемыми в докладе по расчету «Мирового индекса риска» [181].

Для расчета *Индекса эпидемиологической уязвимости (I уязв.)* были использованы: *Индекс эпидемиологической опасности (I оп.)* определенный по выделению (или не выделению) *Y. pestis* на данной территории и *Индекс эпидемиологического риска (I риск.)*, определенный по численности постоянного населения и площади земель, используемой под пастбища, туризм и охоту:  $I \text{ риск.} = I \text{ нас.} + I \text{ паст.} + I \text{ тур.}$  При этом принято, что диапазон изменения каждого из этих индексов составляет от 0% до 100 %. *Индекс эпидемиологической уязвимости* (показатель уязвимости данной территории) рассчитывается по формуле 1:

$$I_{\text{уязв.}} = (I_{\text{оп.}} + I_{\text{риск.}}) / 2 \quad (1)$$

Рассмотрим подробнее методику расчета каждого параметра, используемого для расчетов данных индексов.

**Выделение культур *Y. pestis*.** Все данные о выделении микроорганизмов и обследованию рассматриваемой территории были занесены в единую базу данных и привязаны к секторам по идентификационному номеру. Таким образом, база содержит информацию о том, выделялся ли в данном секторе опасный микроорганизм и, если да, то в каком году. Временной интервал имеет существенное значение при расчете эпидемиологической опасности. Если

микроорганизм был выделен в 60-х – 70-х годах прошлого столетия и после этого обнаружен не был, или микроорганизм был выделен в этом или прошлом году. Исходя из вышесказанного, для расчетов индекса эпидемиологической опасности по выделению микроорганизмов использовали формулу линейного масштабирования (формула 2).

$$I_{\text{оп.}} = ((X - X_0) / (X_{\text{тек.}} - X_0)) \times 100 \% \quad (2)$$

$I_{\text{оп}}$  - Индекс опасности,  $X$  – год выделения микроорганизма,  $X_0$  - год начала исследования,  $X_{\text{тек}}$  – текущий год

При этом нужно учесть, что если в данном секторе не было зарегистрировано выделений микроорганизма, то  $X$  принимается равным  $X_0$ . За  $X_0$  (год начала исследования) был принят 1940 г., т.к. первая вспышка чумы, при которой заразилось 80 человек, была зарегистрирована в 1942 г. При этом, если выделение микроорганизма было произведено в текущем году, то индекс опасности будет составлять  $((2017 - 1940) / (2017 - 1940)) \times 100 \% = 100 \%$ . Чем раньше был выделен микроорганизм, тем меньший процент получит данный индекс, например  $((1980 - 1940) / (2017 - 1940)) \times 100 \% = 53 \%$ . Если в данном секторе не было зарегистрировано случаев выделения микроорганизма, то индекс составит  $((1940 - 1940) / (2017 - 1940)) \times 100 \% = 0 \%$ .

**Численность постоянного населения.** Численность населения в итоговой базе данных была рассчитана для каждого сектора в соответствии с численностью населения отдельных населенных пунктов, расположенных в пределах данного сектора (количество постоянно проживающего в пределах данного сектора населения).

Для расчета индекса населения была принята следующая формула (3):

$$I_{\text{нас.}} = (X / X_{\text{max}}) \times 40 \% \quad (3)$$

где:  $X$  – численность населения на территории отдельного сектора. С целью линейного масштабирования данного параметра, в соответствии с принятой в топографии классификацией населенных мест была принята следующая градация значений  $X$  в зависимости от численности населения:  $X = 1$  для населения менее 100 человек;  $X = 2$  для населения 100 – 1 000 человек;  $X = 3$  для населения 1 000 – 2 000 человек; и  $X = 4$  для населения более 2 000 человек;

$X_{\max}$  – максимальное количество населения (для данной территории  $X_{\max}$  в соответствии с вышеизложенной классификацией принят равным 4). Таким образом, для секторов, на территории которых находятся крупные населенные пункты, индекс населения принимает максимальное значение:  $I_{\text{нас.}} = (4/4) \times 40\% = 40\%$ . Там, где проживает незначительное количество населения, этот индекс минимален:

$$I_{\text{нас.}} = (1/4) \times 40\% = 10\%.$$

Для территорий без населенных пунктов индекс равен 0:

$$I_{\text{нас.}} = (0/4) \times 40\% = 0\%.$$

**Площадь земель, используемых под пастбища.** Данный параметр представляет собой отношение площади, используемой под выпас скота, к общей площади сектора в процентах. Индекс земель, используемых под пастбища, рассчитывался по следующей формуле (4).

$$I_{\text{паст.}} = (X / X_{\max}) \times 30\% \quad (4)$$

где:  $X$  – площадь ( $\text{км}^2$ ), используемая под выпас скота на территории данного сектора;  $X_{\max}$  – площадь сектора ( $\text{км}^2$ ). Таким образом, если территория данного сектора полностью используется под выпас скота, то  $X = X_{\max}$  и  $I_{\text{паст.}} = 30\%$ . Чем меньшая территория используется под выпас скота, тем меньше  $I_{\text{паст.}}$ . Если в данном секторе пастбища отсутствуют, то  $X = 0$  и  $I_{\text{паст.}} = 0\%$ .

**Площадь земель, используемых для туризма и охоты.** Данный параметр представляет собой отношение площади, используемой для туризма и охоты, к общей площади сектора в процентах. Индекс земель, используемых для туризма и охоты, рассчитывали по следующей формуле (5).

$$I_{\text{тур.}} = (X / X_{\text{max}}) \times 30 \% \quad (5)$$

где:  $X$  – площадь ( $\text{км}^2$ ), используемая для туризма и охоты на территории данного сектора;  $X_{\text{max}}$  – площадь сектора ( $\text{км}^2$ ). Таким образом, если территория данного сектора полностью используется для туризма и охоты, то  $X = X_{\text{max}}$  и  $I_{\text{тур.}} = 30 \%$ . Чем меньше территории используется для туризма и охоты, тем меньше  $I_{\text{тур.}}$ . Если в данном секторе места для туризма и охоты отсутствуют, то  $X = 0$  и  $I_{\text{тур.}} = 0 \%$ .

Для определения индекса эпидемиологической опасности по секторам были использованы данные по кыргызской части СД природного мезоочага чумы и оценена опасность только с кыргызской стороны.

## **2.2. Оценка агробиоразнообразия Иссык-Кульской области**

### **2.2.1. Разнообразие плодовых и ягодных культур**

При оценке агробиоразнообразию плодовых и ягодных культур **объектом исследования были:** яблоня, груша, абрикос, облепиха, барбарис, калина.

Исследования проводили следующими методами:

- опрос местных фермеров, работников лесхозов для сбора информации об имеющемся видовом и сортовом разнообразии плодовых/ягодных культур и их диких сородичей по специально разработанным полу-структурированным и адаптированным опросникам с использованием метода партисипаторной оценки агробиоразнообразия (обсуждения в фокус-группах) [185, с.12]. Для защиты традиционных знаний фермеров было подписано Предварительно Информированное Согласие (ПИС) для определения доступа и распределения выгод от использования данных знаний. В ходе исследования было охвачено

10 сел в Джеты-Огузском и Ак-Суйском районах ИК области. Среди них было опрошено 10 фокус-групп, состоящих из женщин, всего опрошено 109 женщин; мужчин – 10 фокус-групп, с общим количеством 80 человек; фокус-групп-лидеров – 7. Таким образом, всего было опрошено 217 человек (таблица 2.1).

Таблица 2.1 – Фокус – группы и число участников опроса

Район	Село	Участники опроса (фокус-группы)			
		женщины	мужчины	лидеры села/лица с высшим образованием или с хорошими агротехническими навыками	всего
Джеты-Огузский	Джеты-Огуз	12	11	8	31
	Ак-Кочкор	11	12	5	28
	Светлая Поляна	8	9	1	18
	Ак-Добо	9	8	4	21
	Дархан	8	6	4	18
Ак-Суйский	Боз-Булун	8	9	3	20
	Уч-Кайнар	9	7	-	16
	Ак-Суу	18	6	1	25
	Тасма	17	8	-	25
	Сары-Камыш	9	6	-	15
	<b>Всего:</b>	<b>109</b>	<b>82</b>	<b>26</b>	<b>217</b>

- анализ собранных данных, оценка уровня разнообразия целевых плодовых культур и их диких сородичей.

- создание базы данных о местном разнообразии культивируемых и диких целевых плодовых растений.

- содержание витаминов А, Е, группы В, С;  $\beta$ -каротина, Fe определяли в Тест-лаборатории ТОО “Эксперттест”, Алматы, Казахстан (таблица 2.2). Фрукты и ягоды для биохимического анализа брали в феврале, после 4 месяцев хранения.

Таблица 2.2 - Описание методов определения содержания витаминов и других веществ

№	Вещество	Метод
1	витамин А (ретинол)	HPLC-разделение с последующим фотометрическим определением, ГОСТ Р 54635-2011
2	витамин Е (токоферол)	ГОСТ ЕН 12822-14
3	$\beta$ -каротин	MVLMH 3239-2009
4	В <sub>1</sub> (тиамин)	ГОСТ ЕН 14122-2013
5	В <sub>2</sub> (рибофлавин)	ГОСТ ЕН 14152-2013
6	В <sub>3</sub> (РР-ниацин)	ГОСТ Р 50479-93
7	В <sub>6</sub> (пиридоксин)	Р 4.1.1672-2003. Р. 1, п. 2
	С (аскорбиновая кислота)	ГОСТ Р ЕН 14130-2010
8	Fe	ГОСТ 26928-86
9	Zn	ГОСТ Р 51301-99
10	Ca	Р 4.1.1672-2003, р. II, п. 3

**Районы исследования:** Исследования проводили в Джеты-Огузском и Ак-Суйском районах ИК области (рис. 2.2).

*Ак-Суйский район* расположен на юго-западном участке области, граничит с Китаем и Казахстаном. Для этой зоны характерны богатые гумусом темно-каштановые почвы (содержание гумуса 4-6%) и водный полив в

достаточном объеме [186, с. 3]. Климат - умеренно-континентальный, с многоснежными зимами и влажным летом. С продвижением к востоку количество осадков возрастает. Количество годовых осадков варьирует от 250 - 350 мм на восточном побережье до 400 - 600 мм, выше к перевалу Сан-Таш количество осадков возрастает до 850 мм [37, с. 268]. 75-85% их выпадает в теплый период года. Максимум осадков приходится на июль-август, минимум на январь-февраль. Здесь условия для садоводства и плодоводства очень благоприятные. Естественно сложившееся сортовое и видовое разнообразие очень богатое. В этом районе были сосредоточены 60% всех садов ИК области [105, с. 20].

*Джеты-Огузский район* расположен на юго-восточном побережье озера Иссык-Куль, граничит на юге с Китаем. Климат на всей территории района резко континентальный, в прибрежной части района отмечается наличие морского умеренного климатического пояса. Высокогорный пояс отличается непродолжительным и относительно прохладным летним периодом, средние температуры в июле составляют +16...+18°C. Зимние периоды довольно продолжительные и холодные. Температуры в январе в среднем в дневное время достигают -5...-10°C, в ночные часы воздух остывает до -15...-20 °C и ниже. В этом районе возможны существенные заморозки даже в летнее время. Зимы – малоснежные, лето – жаркое, осадки – от 250 до 750 мм. Средняя высота снежного покрова - 2 см, максимальная – 12 см. Почвы светло-каштановые, богаты гумусом (2-4%), обширные предгорные долины хорошо подходят для сельского хозяйства [187, с. 47]. Район является основным поставщиком картофеля, овощных культур, кормовых трав. Из ягодных культур знаменит черной смородиной и малиной, а также абрикосами, яблоками, грушами. Здесь более сильное влияние дунганской культуры земледелия.

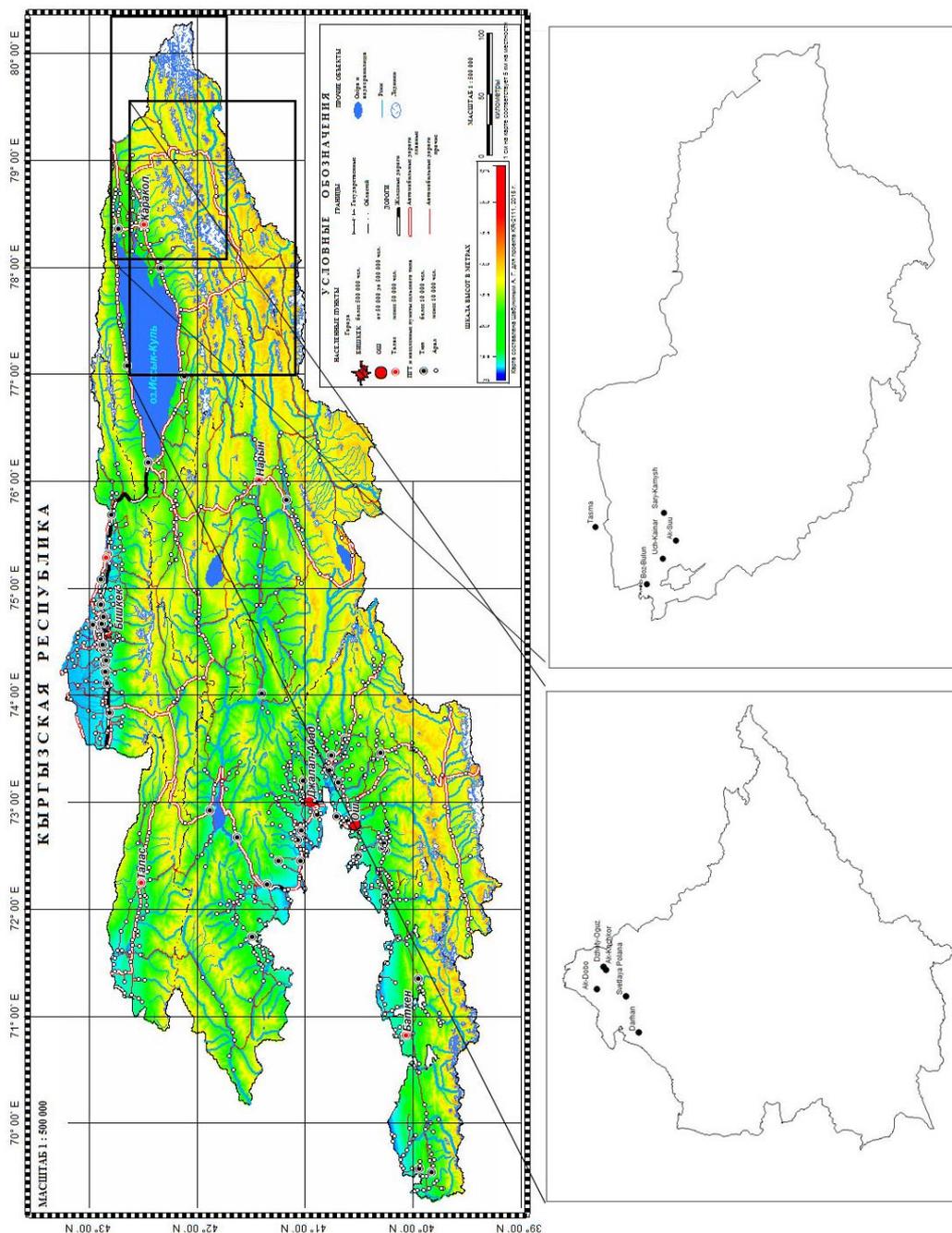


Рисунок 2.2 - Карта обследования агроразнообразия плодовых и ягодных культур в Жеты-Огузском и Ак-Суйском районах

По результатам опроса была создана цифровая база данных «Биоразнообразие плодовых деревьев, ягодных культур и их диких сородичей в Иссык-Кульской области Кыргызстана» (Приложение 3).

**Основные технические характеристики:** цифровая база данных «Биоразнообразии плодовых деревьев, ягодных культур и их диких сородичей в Иссык-Кульской области Кыргызстана» имеет следующие характеристики и функциональные возможности – база представлена в формате Excel; постоянно обновляется по мере поступления информации о новых коммерческих сортах, способах использования и сохранения плодов и ягод; язык программирования - Excel; тип реализующей ЭВМ - персональные компьютеры (Pentium 4), ноутбуки HP.

Электронная база данных представляет собой таблицу, включающую следующую информацию:

- Столбец 1 представляет район проведения опроса;
- Столбец 2 – село;
- Столбец 3 – группу опрашиваемых лиц;
- Столбец 4 - культуру;
- Столбец 5 – название сорта (местное или научное);
- Столбец 6 – оценку сорта – современный (завезенный) или стародавний (местный);
- Столбец 7-12 - описание плода;
- Столбец 13 – применение;
- Столбец 14 – распространение сорта;
- Столбец 15 – преимущества сорта перед другими;
- Столбец 16 – недостатки.

### **2.2.2. Выделение и идентификация штаммов бактерий**

Растительные образцы с симптомами некротического поражения, увядания и усыхания отбирали с 2017 по 2021 гг. в Ак-Суйском и Джеты-

Огузском районах ИК области, а также окрестностях г. Нарына Нарынской области. Двадцать один штамм предположительно *E. amylovora* был выделен из яблоневых и грушевых деревьев с симптомами бактериального ожога, произрастающих в ИК области, а также в сравнительный анализ были включены дополнительные 4 штамма из Нарынской области в качестве внешних групп. Все штаммы выделяли из растительного материала по методу, описанному в Бюллетене [188, с. 23], штаммы выращивали и поддерживали на чашках с агаром Кинга Б при 28°C [189, с. 303]. Кроме этой среды использовали среду Левана [188, с. 31]. ДНК выделяли набором Рибопреп (Интерлабсервис, Россия). Выделенные ДНК были проверены на чистоту и концентрацию с помощью прибора Nanodrop 2000.

Молекулярно-генетическое определение вида бактерий проводили в лаборатории микробиологии Университета Дармштадт (Германия) в рамках стипендии DAAD. ПЦР, нацеленную на ген 16S рРНК, проводили в общем объеме 49 мкл с использованием 0,25 мкл праймеров (fD1/rP2) с ожидаемым размером ампликона 1,5 КБ в конечной концентрации 100µM. Условия амплификации включали начальную денатурацию и активацию фермента GoTaq G2 polymerase (Promega) в течение 2 мин при 95 °С, затем 35 циклов денатурации при 95 °С в течение 45 с, отжиг при 55 °С в течение 45 с и 2 мин элонгации при 72 °С, заканчивая окончательной элонгацией в течение 5 мин при 72 °С. Положительную амплификацию и размер полученных ПЦР-ампликонов проверяли путем нанесения 5 мкл каждой реакции на 1 % агарозный гель в 1x TAE буфере, содержащем 5µl/100ml Roti Gelstain после электрофореза при 120V в течение 30-45 минут.

Ампликоны 16S рРНК изолированных штаммов были очищены с помощью набора Qiaquick Kit (Qiaquick, Hilden, Germany) и секвенированы с использованием тех же праймеров fD1 и rP1/rP2.

ПЦР, нацеленную на гены «домашнего хозяйства» бактерий семейства *Enterobacter* proB, atpD и infB, проводили в общем объеме 49 мкл с

использованием 0,25 мкл каждого из трех праймеров [groB CM7-F/groB CM31b-R, atpD 01-F/02-R, infB 01-F/02-R в конечной концентрации 100μM [146, с. 448], (Таблица 2.3). Условия амплификации включали начальную денатурацию и активацию фермента GoTaq G2 polymerase (Promega) в течение 2 мин при 95 °С, затем 35 циклов денатурации при 95 °С в течение 45 с, отжиг при 55 °С в течение 45 с и 90 с элонгации при 72 °С, заканчивая окончательной элонгацией в течение 5 мин при 72 °С. Положительную амплификацию и размер полученных ПЦР-ампликонов проверяли путем нанесения 5 мкл каждой реакции на 1 % агарозный гель в 1x TAE буфере, содержащем 5μl/100ml Roti Gelstain после электрофореза при 120V в течение 30-45 минут.

Таблица 2.3 - Праймеры, использованные в данном исследовании

Праймер	Последовательность
fD1	5'-AGAGTTTGATCCTGGCTCAG-3'
rP1/rP2	5'-GGYTACCTTGTTACGACTT-3'
CM7-F	5'-AACCAGTTCCGCGTTGGCCTG-3'
CM31b-R	5'-CCTGAACAACACACGCTCGGA-3'

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 дерево исследуемых штаммов было построено на основе фрагментов ампликонов groB длиной 489 п.н., atpD длиной 540 п.н., infB длиной 612 п.н. Сайты, 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 [190]. Узловая устойчивость дерева оценивалась с помощью 1000 бутстрэп-повторностей.

В настоящем исследовании были амплифицированы и секвенированы три гена домашнего хозяйства, *atpD*, *groB* и *infB*, с помощью праймеров, описанных Brady et al. [146] и для подтверждения результаты были сравнены с результатами секвенирования 16S рРНК. Родственные филогенетические ветви и филогенетические ветви были построены с максимальным правдоподобием на основе последовательности конкатенированных частично генов *atpD*, *groB* и *infB* с использованием того же метода, как описано выше. Для анализа сравнивали штаммы из базы данных NCBI (MLSA) из родов *Erwinia* и *Pantoea* (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov>), используя инструмент Basic Local Alignment Search Tool (BLAST). Частичные последовательности генов *atpD*, *groB* и *infB* родственных штаммов были получены из GenBank и их коды указаны на рисунках. Значения начальной загрузки (1000 повторов) показаны рядом с ветвями.

### **2.2.3. Изучение ростостимулирующего эффекта препарата «Живая вода» на зерновые и плодовые культуры**

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. Производство жидкого органического удобрения «Живая вода» соответствует требованиям ГОСТ Р ИСО 22000-2019 (ISO 22000:2018) (Приложение 9).

Химический состав данного препарата подтвержден исследованием Центральной лаборатории Государственного Агентства геологии и недропользования при Министерстве энергетики и промышленности КР (таб. 2.4).

Таблица 2.4 – Химический состав препарата «Живая вода»

№	Ион	Количество, мг/л
1	Ca	401
2	Mg	92
3	Na	4,69
4	K	11,9
5	NH <sub>4</sub>	0,894
6	Fe об	< 0,1
7	Катионы (сумма)	510,48
8	Cl	7
9	SO <sub>4</sub>	953
10	HCO <sub>3</sub>	49
11	CO <sub>3</sub>	72
12	NO <sub>3</sub>	2,038
13	NO <sub>2</sub>	0,077
14	Анионы (сумма)	1083
15	Общая жесткость	27,55
16	Карбонатная жесткость	3,2
17	Некарбонатная жесткость	24,35
18	Сумма катионов и анионов	1593,629
19	Сухой остаток	1727
20	Минерализация	1751,5
21	H <sub>4</sub> SiO <sub>4</sub>	1,216
22	Окисляемость по KMnO <sub>4</sub>	6,88

По своему химическому составу данный препарат соответствует очень жесткой щелочной слабосоленовой сульфатной магниевно-кальциевой

минеральной воде с высоким содержанием подвижного К (11,9 мг/л) и Р (рис. 3.35).

Формула	<i>M</i>	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> 85,3	HCO <sub>3</sub> 3,4	Cl 0,9	pH
Курлова	1,752	Ca 71,2	Mg 26,9	Na 0,7	9

Рисунок 2.3 - Химический состав препарата «Живая вода» по формуле Курлова

Для изучения ростостимулирующего эффекта БП в качестве опытных растений были выбраны 3 сорта яровой пшеницы: казахстанской селекции Казахстанская 10 и кыргызстанской селекции – Манас 20 и Интенсивная.

Ростовое действие препарата ЖВ изучали на 3-х недельных проростках пшеницы, выращенных в водной культуре, при постоянных климатических условиях: температура +19-21°C, дневное освещение. Первые 4 дня набухшие семена проращивали в термостате при температуре 24°C. Препарат добавляли в ростовую среду опытных растений в разведении с дистиллированной водой в соотношении 1:10: на 5 и 12 день, а затем на 19 день роста провели некорневую подкормку путем опрыскивания листьев. Ростовые характеристики определяли следующие: длина, площадь и масса листьев, длина и масса корней. Кроме того, определяли всхожесть и энергию прорастания семян по общепринятой методике.

Опыты проводили в 2 повторностях, на каждый сорт параллельно в 3 сосудах по 20 растений в каждом. Статистическую обработку проводили, используя расчеты стандартного отклонения.

Для определения влияния препарата «ЖВ» на полевую урожайность был подписан Договор о сотрудничестве между ИГУ им. К. Тыныстанова и Ак-Суйским государственным сортоиспытательным участком, с. Ак-Суу, ИК область. На опытном поле данного сортоучастка были выбраны 8 сортов озимой и яровой пшеницы и ярового ячменя, которые были обработаны

препаратом «ЖВ» в разведении 1:10 дважды за вегетационный сезон: в фазу позднего кущения и выхода в трубку из расчета 300 литров разведенного препарата на 1 га.

### **2.3. Статистическая обработка данных**

Статистический анализ полученных данных проводили с использованием компьютерных программ Microsoft Excel. Значения  $p < 0,05$  считались статистически значимыми.

## ГЛАВА 3 РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

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

#### 3.1.1. Численность и распространение серого сурка и мелких мышевидных грызунов

Средняя численность сурков на территории Сары-Джаза варьирует по годам: в 1977 г. этот признак был относительно высоким, однако в период 1989 - 2005 г. снизился почти до 0 (рисунок 3.1). Затем началось медленное восстановление, при этом средняя численность на отдельных участках вернулась к уровню 1977 г.

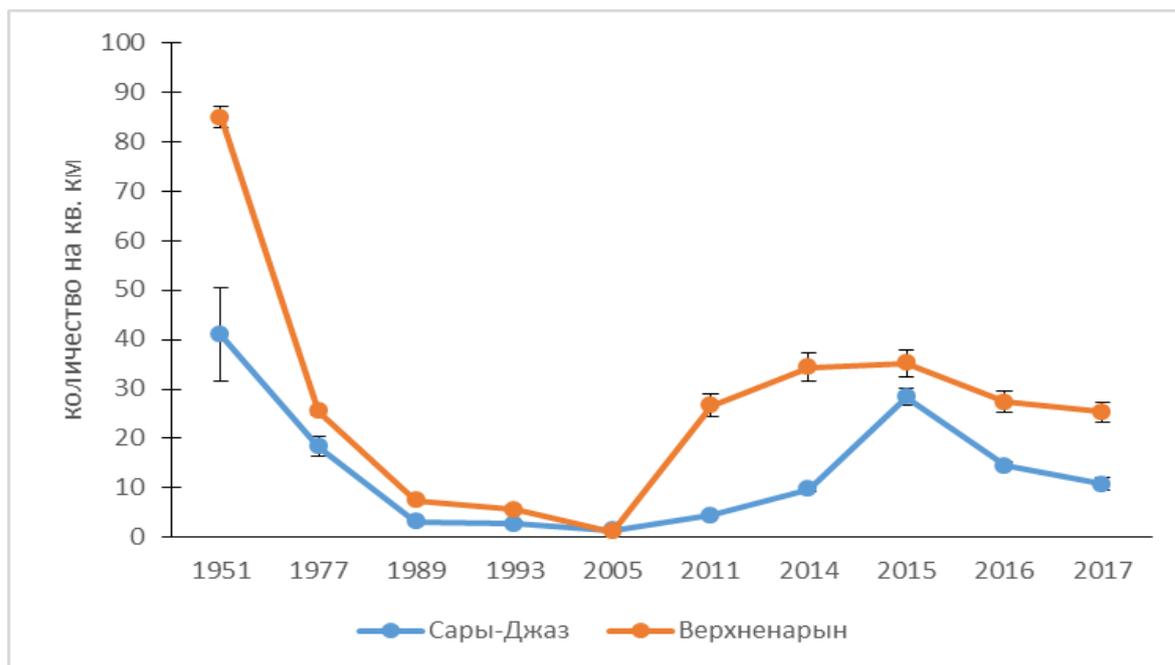


Рисунок 3.1 - Динамика численности сурков на территории Сары-Джазского и Верхненарынского очагов с 1951 по 2017 гг.

ВН природный очаг находится в западной части ИК области на границе с Нарынской. В данном исследовании наблюдения проводили на 3 участках:

Узенгегуш, Ыштык-Акшыйрак и Болгарт. Территория Узенгегушского участка с начала наблюдений заселена серыми сурками неравномерно. Поселения сурков здесь балочные и мозаичные, наиболее заселена местность менее пересеченная, сурки встречаются по поймам рек, прерывисто заселяют узкой полосой берега рек. По среднему течению рек Малый Узенгегуш, Кайнар и верховью реки Эмегенъ проходит полоса сглаженного рельефа, наиболее пригодная для жизни сурков, здесь преобладают злаковые ассоциации. По материалам обследования 2010 года на Узенгегушском участке количество сурков из расчета на 1 кв. км. колебалось в пределах от 15,0 до 31,0 особей. Средняя численность сурков по всей территории обследования составила 27 зверька на 1 кв. км (рис. 3.1). Сравнение с данными учетных работ предыдущих лет обследований показывает значительное снижение численности сурков. По данным предыдущих лет обследования в 1951 - 1952 гг. их численность варьировала от 50 до 120 особей, местами до 200 на 1 кв. км.; в 1989 году в среднем по территории она составила уже только 29,2 зверьков на 1 кв. км, а в 2005 г. упала практически до нуля, затем началось постепенное увеличение численности сурков, в данный момент в некоторых участках (Ыштык-Акшыйрак) плотность заселения сурков приблизилась к уровню 1977 г. (рис. 3.1).

### **Размножение сурков**

В 2012 году на Энильчек-Каиндинском участке СД очага в размножении приняло участие от 28,5% до 75,0% самок. Средний размер выводка в семьях сурков или среднее число эмбрионов на одну беременную самку составил 6,0 эмбрионов. Взрослые самцы составили 23,2%, яловые самки 11,9%, оценившиеся самки 15,1% (рис. 3.2).

В 2010 году на Узенгегушском участке ВН очага размножение сурков повсеместно прошло также удовлетворительно: в размножении приняло участие от 16,6 до 54,5 % самок. Взрослые самцы составили 18,2%, яловые

самки 13,3%, оценившиеся самки 19,6% от всей популяции (рис. 3.2). Средний размер выводка в семьях сурков составил 7,7 экз.

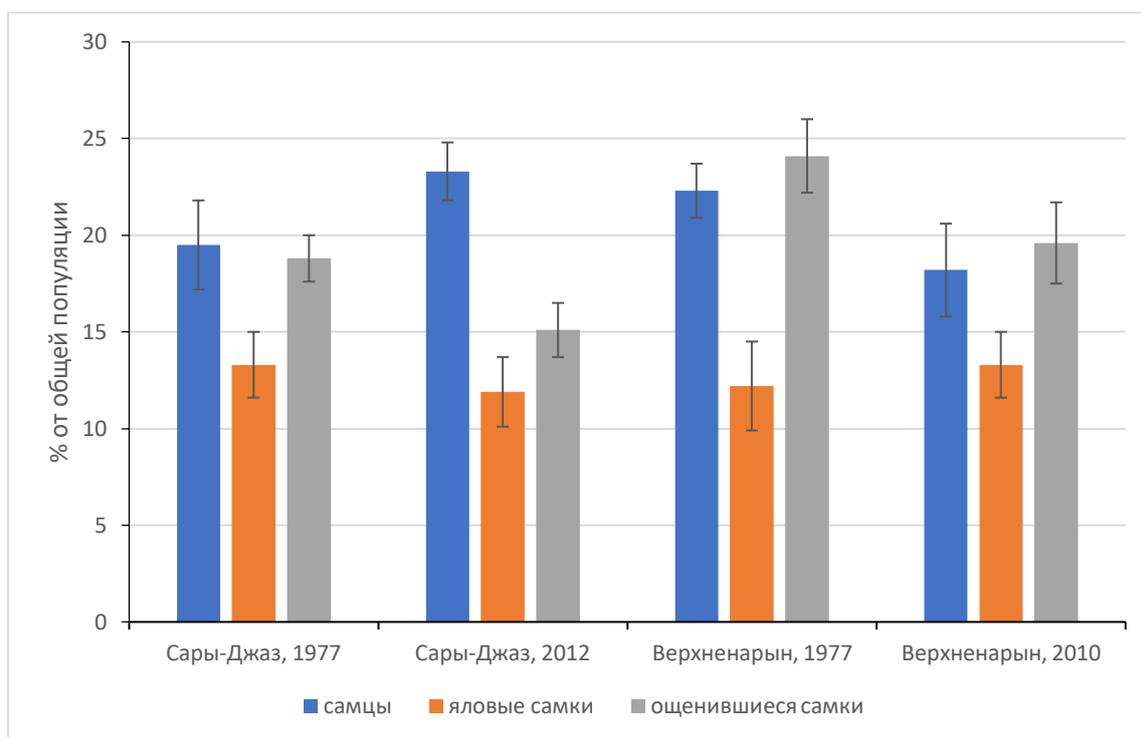


Рисунок 3.2 - Состав популяции сурков в СД и ВН очагах (взрослые особи)

### Эколого-физиологическое состояние сурков.

В таблице 3.1 представлены результаты накопления внутреннего жира сурков за время наблюдения. Накопление внутреннего жира во всех возрастных группах за 4 года (2014-2017) в СД составило 0,5 – 2,0%. Этот показатель у молодняка всех групп был меньше как у неполовозрелых, так и молодых особей. Данные последних лет мало чем отличаются от данных 1977 г., за исключением яловых самок, у которых накопление внутреннего жира было на 1,3% выше, чем сейчас.

На Узенгегушском и Акшыйракском участках ВН очага в 2010 и 2016 гг. также было отмечено достаточное накопление полостного жира у всех возрастных групп сурков (таб. 3.1). При сравнении данных 2010-2016 г. с 1977

становится очевидным, что особых различий в накоплении внутреннего жира у сурков различного возраста не наблюдается.

Таблица 3.1 – Упитанность серых сурков в СД и ВН природных очагах чумы в 2014-2017

Год исследования	Отношение внутреннего жира к массе тела (количество животных/упитанность)						
	взрослые			неполовозрелые		молодые	
	♂	♀		♂	♀	♂	♀
		<i>яловые</i>	<i>ощенившиеся</i>				
	<b>Сары-Джаз</b>						
1977	25/2,01	7/3,13	17/1,79	9/0,88	17/1,45	29/0,39	23/0,31
2014	63/2,7	28/1,8	5/1,7	27/1,8	34/1,5	14/0,7	26/0,5
2015	62/2,5	34/2,0	17/1,5	6/1,0	10/0,58	32/0,4	16/0,6
2016	33/2,15	16/1,5	14/1,9	14/1,25	10/1,65	46/0,5	47/0,57
2017	29/1,2	11/1,7	22/1,0	16/0,65	14/0,91	15/0,5	23/0,6
<b>Среднее значение (2014-2017)</b>	<b>47/2,1</b>	<b>22/1,8*</b>	<b>15/1,5</b>	<b>16/1,2</b>	<b>17/1,2</b>	<b>26/0,5</b>	<b>26/0,57</b>
	<b>Верхний Нарын</b>						
1977 Акшыйрак	11/3,01	10,5/3,9	9,4/2,8	7,7/2,8	7,1/2,14	3,5/0,8	3,8/0,8
2010	19/2,5	25/2,0	24/2,7	22/1,5	29/1,81	67/0,51	52/0,8
2016 Акшыйрак	19/2,8	15/2,5	7/2,0	30/1,7	33/1,63	49/0,53	37/0,6
<b>Среднее значение (2010-2016)</b>	<b>19/2,7</b>	<b>20/2,2*</b>	<b>16/2,3</b>	<b>26/1,6*</b>	<b>31/1,72</b>	<b>58/0,52</b>	<b>45/0,7</b>

Примечание – \* –  $p < 0,05$  по отношению к 1977 г.

Анализируя прошлые данные, можно говорить, что нажированность сурков перед залеганием в спячку достигнет достаточного уровня для нормальной перезимовки.

**Состав популяции.** В СД очаге в 2014-2017 гг. взрослые самцы и самки составляли 26% и 22% от общей численности популяции, соответственно; молодые сурки – 51,2 %, среди них численность самок и самцов варьировала по годам: в 2015 г. – большое количество взрослых особей (64,0 %), в том числе самок больше на 12,1 %. В 2017 году также было больше самок. Для сравнения, в 1977 г. взрослые самцы и самки составляли соответственно 19,5% и 32,2% от всей популяции. Молодь сурков составила 48%: среди них самцов было почти в 2 раза больше, чем самок, т.е. соотношение взрослых особей к молодым было примерно 1:1 (рисунок 3.3). Это же соотношение наблюдали и в 2014-2017 гг.

В ВН очаге в 2010 г. половозрастная структура сурков по всему обследованному участку выглядела следующим образом: взрослые самцы составляли большую часть популяции (31,2%), яловые самки - 13,3%, оценившиеся самки - 7,1% (рисунок 3.4). Всего доля взрослых особей составляла 51,6%, молодых - 48,4% (среди молодых неполовозрелых - самцов 24,4%, самок 24%). Небольшое отставание в процентном соотношении в популяции молодых особей от взрослых, по всей вероятности, связано с плохими погодными условиями: засушливой погодой прошлого года и затянувшейся весной 2010 года с большим количеством осадков. Соотношение взрослых особей к молодым в 1977 было примерно 1:1 (рисунок 3.4). Это же соотношение наблюдали и в 2010-16 гг.

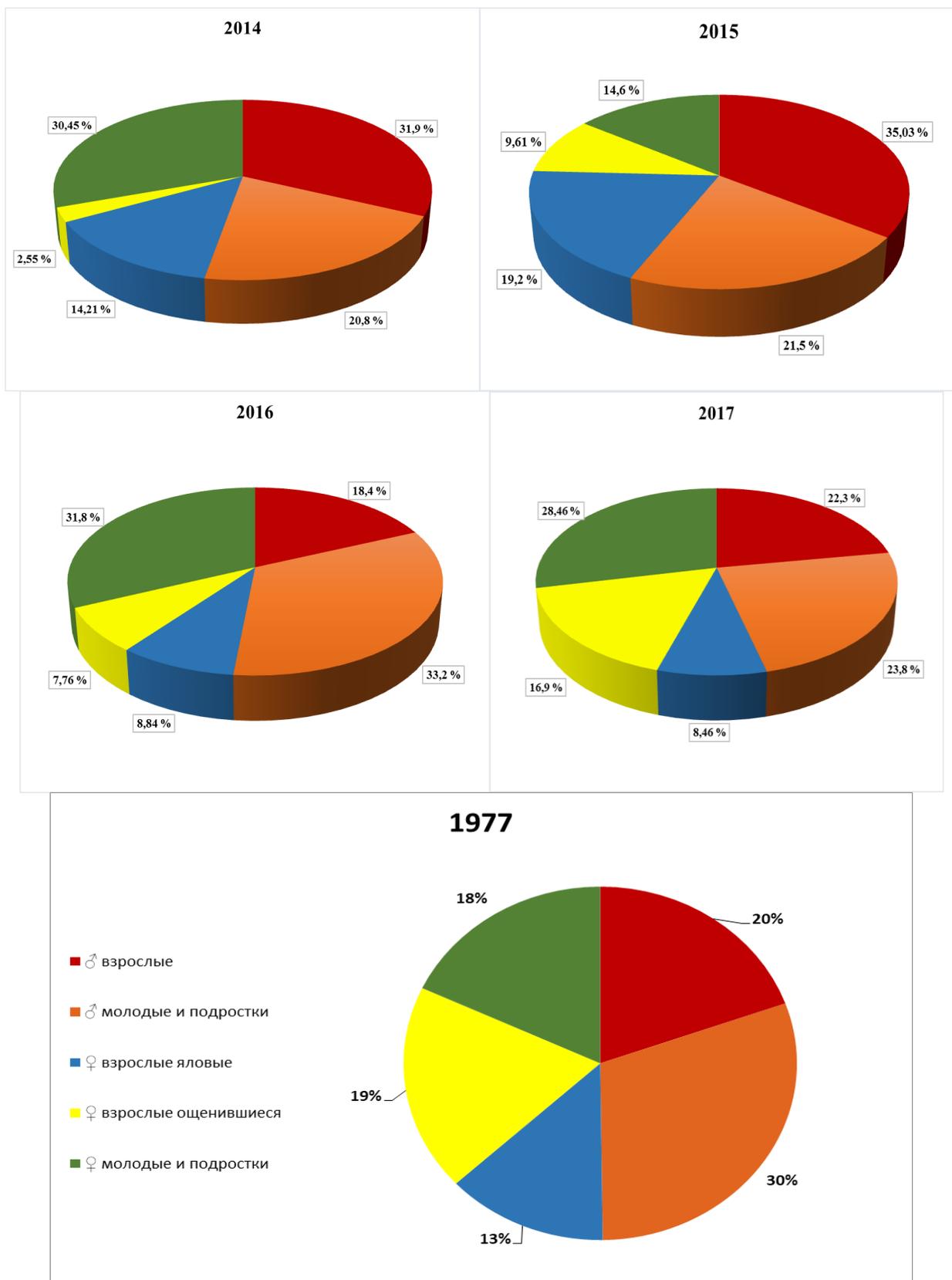


Рисунок 3.3 – Изменения полного состава популяции сурков в Сары-Джазском природном очаге чумы в 1977-2017 гг. (взрослые и молодые особи)

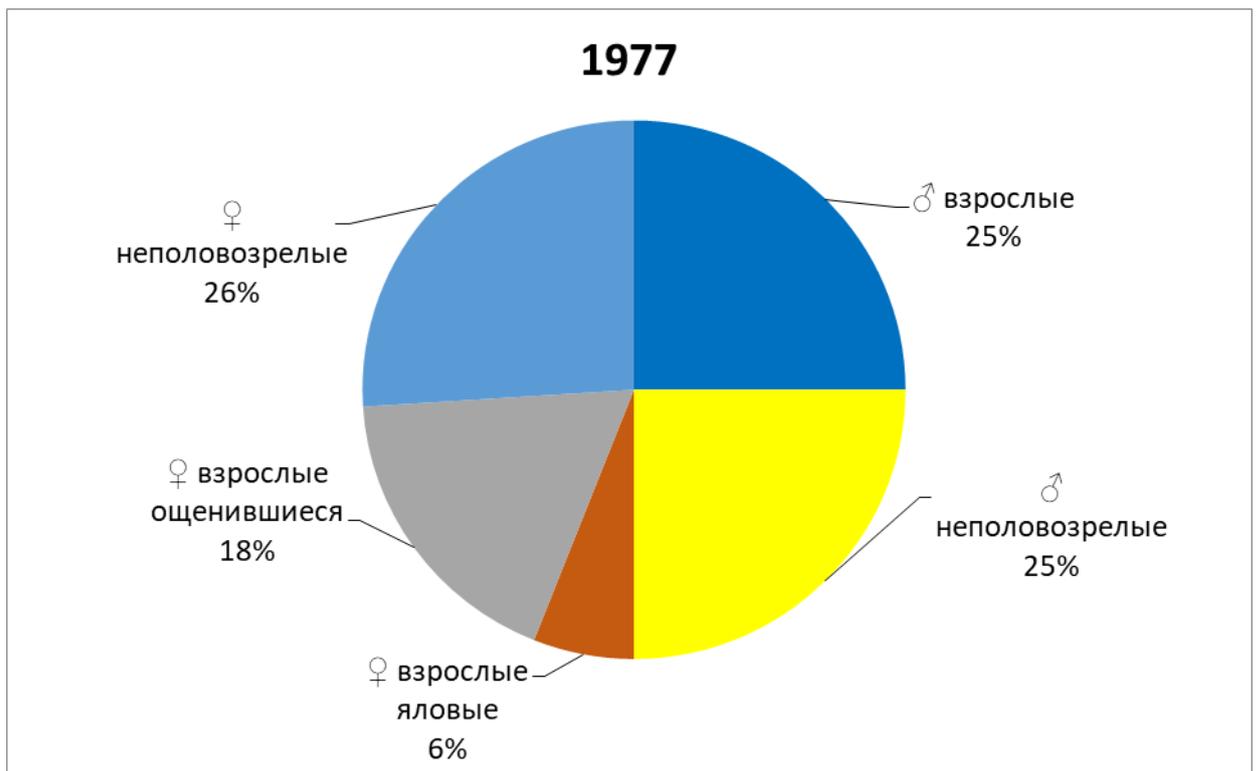
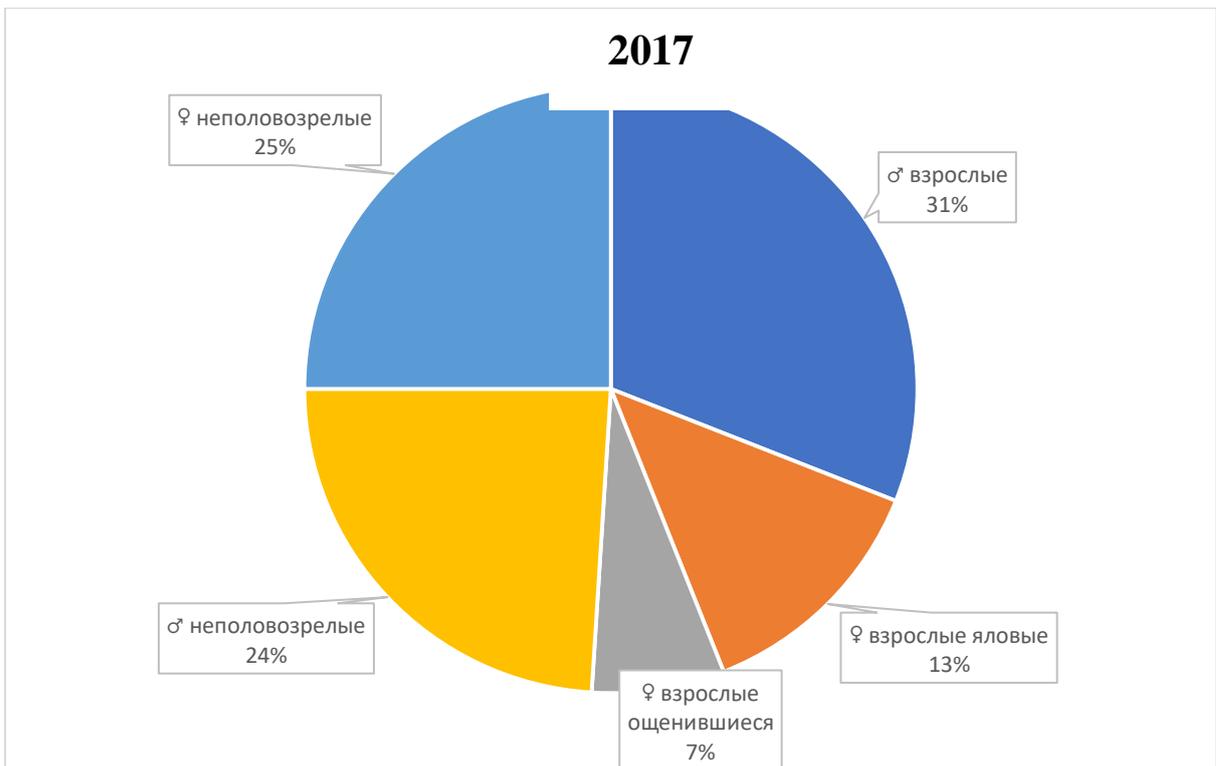


Рисунок 3.4 – Изменения полного состава популяции сурков в Верхненарынском природном очаге чумы в 1977-2017 гг. (взрослые и молодые особи)

**Репродуктивный статус сурков.** В 1977 г. в СД общая численность самок была очень высокой, но в период 2014-2017 гг. этот показатель значительно уменьшился (рис. 3.5). Доля репродуктивных взрослых самок от общего количества самок в 1977 г. 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. Доля неощенившихся 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. возвращается к уровню 1977 г. (рис. 3.5). В среднем количество эмбрионов на одну беременную самку не менялось в течение 40 лет исследований и составляло 6,3. В целом, начиная с 2014 г. в СД прослеживается тенденция к увеличению показателя относительного воспроизводства, который практически достигает уровня 1977 г.

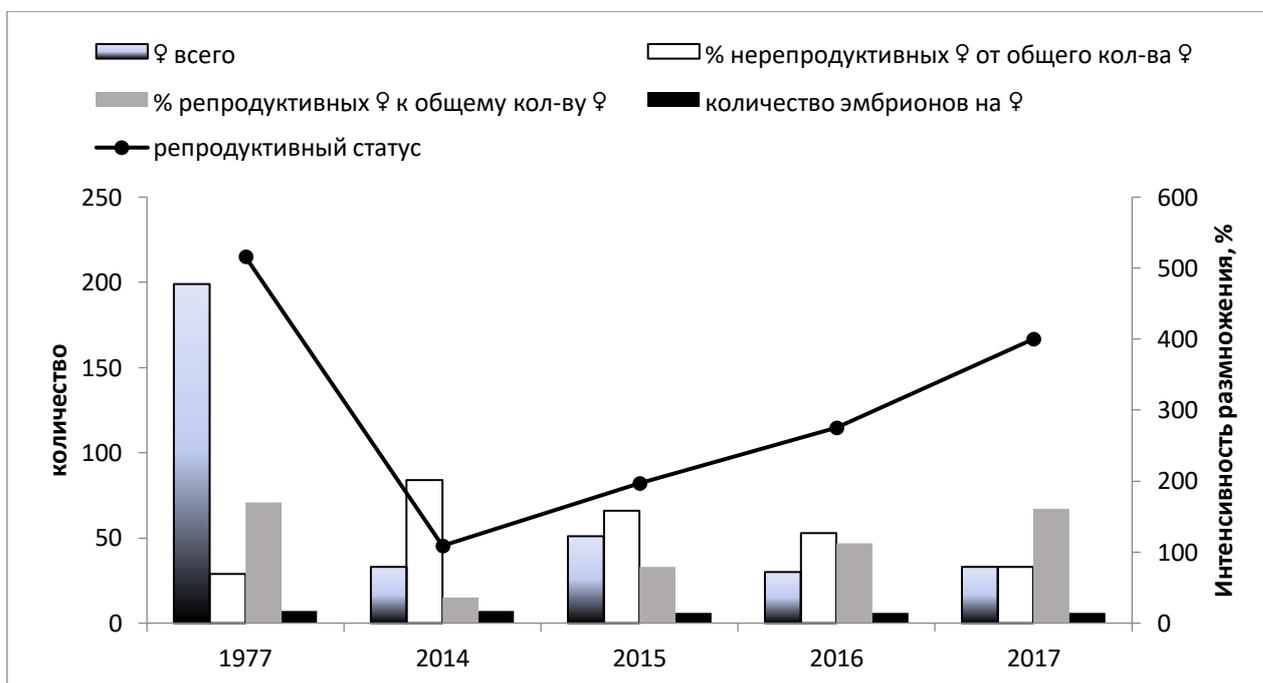


Рисунок 3.5 – Динамика размножения сурков в Сары-Джазском природном очаге чумы в 1977-2017 гг.

На Узенгегушском, Болгартском и Акшыйракском участках ВН очага в 2010-17 гг. размножение сурков проходило также удовлетворительно. По данным отлова и оценки генеративного состояния на обследованных территориях 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 (рис. 3.6).

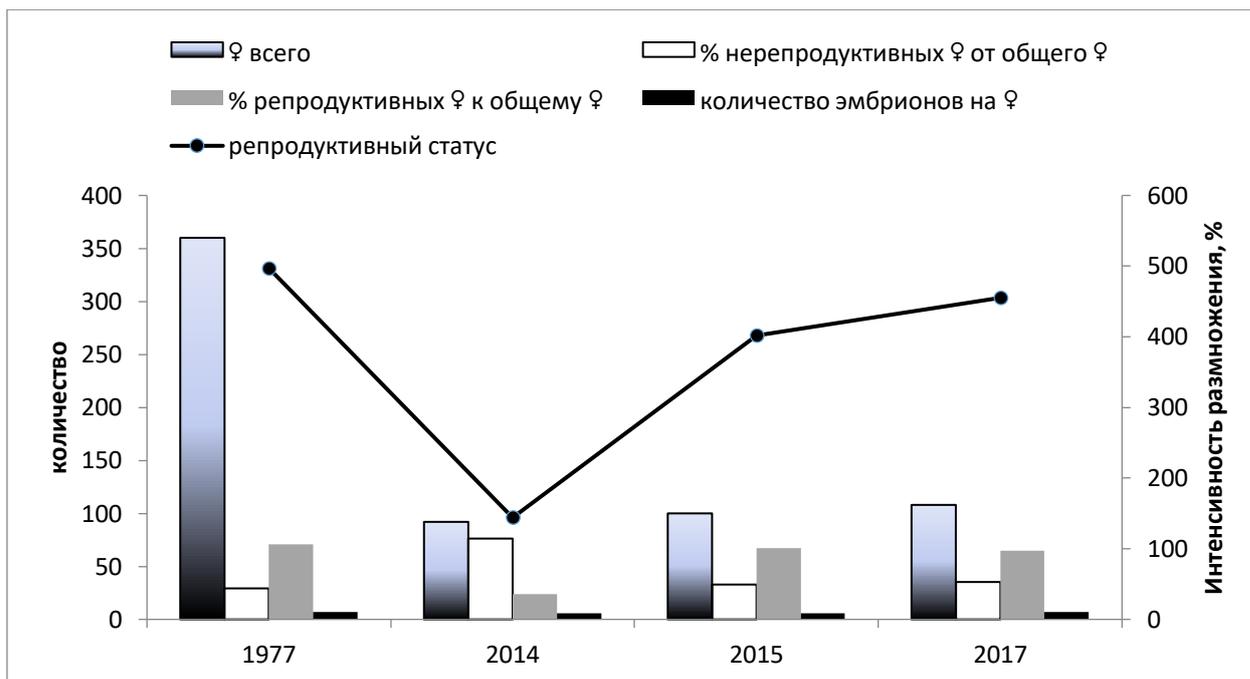


Рисунок 3.6 – Динамика размножения сурков в Верхненарынском природном очаге чумы в 1977-2017 гг.

### Учет мелких мышевидных грызунов и других животных

Численность узкочерепной полевки (*Microtus gregalis*) по СД территории обследования в 2012 г. из расчета среднего числа жилых колоний на 1 га. составила 0,07, а среднее число особей на одну колонию - 2,6. В 2010 году также наиболее многочисленными при обследовании оказались узкочерепные полевки, их доля в уловах составила 96,0 % (таблица 3.2). Прежде за все годы обследования узкочерепных полевок было отловлено лишь 30 особей. Наиболее высокий процент доли в уловах отмечен в 1956 году, который составил 16%.

Учеты численности узкочерепной полевки на Узенегегушском участке ВН очага 2010 г. показали, что средняя численность жилых колоний на 1 га составляет 0,34, а среднее число особей на одну колонию - 29. Всего в 2010 г. было отловлено 247 полевок. Следует отметить, что в 1977 г. на этом же участке было обнаружено очень мало полевок (таблица 3.2).

Таблица 3.2 – Количество отловленных мелких млекопитающих на открытых станциях СД природного очага чумы в 2014-2017 гг.

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
1977	<b>640</b>	<b>19</b>	<b>8</b>	-	<b>8</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	-	<b>37</b>
2014	300	42	1	1	11	-	-	-	55
2015	300	129	-	-	-	-	-	5	134
2016	340	124	3	-	1	-	-	-	128
2017	300	78	4	-	-	-	-	-	82
Среднее (2014 - 2017)	<b>310*</b>	<b>93*</b>	<b>2*</b>	<b>0,25</b>	<b>3*</b>	-	-	<b>1,25</b>	<b>99,8*</b>

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

Узкочерепная полевка широко распространена по всей территории ВН автономного очага. Однако следует отметить ее неравномерное распределение по территории: на некоторых территориях она представлена очень хорошо, на некоторых – слабо. Так, мы обнаружили ее высокую численность в 2010 г. на

Узенгегушском участке, а в 2017 г. на Акшыйракском участке ее было значительно меньше (таб. 3.3).

Таблица 3..3 – Количество отловленных мелких млекопитающих на открытых станциях ВН природного очага чумы в 2010-2017 гг.

Год исследования	Ловушко-дни	<i>Microtus gregalis</i>	<i>Apodemus uralensis</i>	<i>Alticola argentatus</i>	<i>Cricetulus migratorius</i>	<i>Lepus tolai</i>	<i>Sicista tianshanica</i>	<i>Martes stone</i>	Всего
1975		-	4	176	7	11	5	6	209
2010	1000	247		3		6			256
2011	750	129	-	-	1	-	-	5	134
2013	690	47	-	-	13	-	-	-	60
2015	790	107	-	-	-	2	-	-	109
2016		150	-	-	-	-	-	-	150
2017		38				2			40
Среднее (2010-2017)	<b>310</b>	<b>118*</b>	-	<b>0,5*</b>	<b>2,3</b>	<b>1,7*</b>	-	<b>0,8*</b>	<b>99,8*</b>

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

На территории Болгартского участка ВН очага в 2011 г. зверьки данного вида заселяли все пригодные для них биотопы: влажные разнотравные луга, расположенные вдоль склонов в понижениях рельефа, с преобладанием кобрезиевых лугов и особенно вблизи сазов, на увлажнённых лужайках по руслам рек. Средняя численность жилых колоний на 1 га здесь составила 0,15, а среднее число особей на 1 колонию - 4,8 полевок.

Изредка на территории ВН очага встречаются и другие мелкие мышевидные грызуны: серый хомячок, пищуха, хотя следует отметить, что, начиная с 1990-х г. на исследуемой территории не обнаруживается серебристая

полевка *Alticola argentatus*. Серые хомячки в основном заселяют закрытые станции, но иногда встречаются на степных участках.

### 3.1.2. Численность и распространение эктопаразитов серого сурка

Индекс обилия эктопаразитов является показателем зараженности хозяина и представляет собой отношение количества обнаруженных паразитов к количеству исследуемых особей. На рис. 3.7 приведён график динамики индекса обилия всех эктопаразитов, обнаруженных на сурках в СД автономном очаге чумы (блохи, клещи, вши).

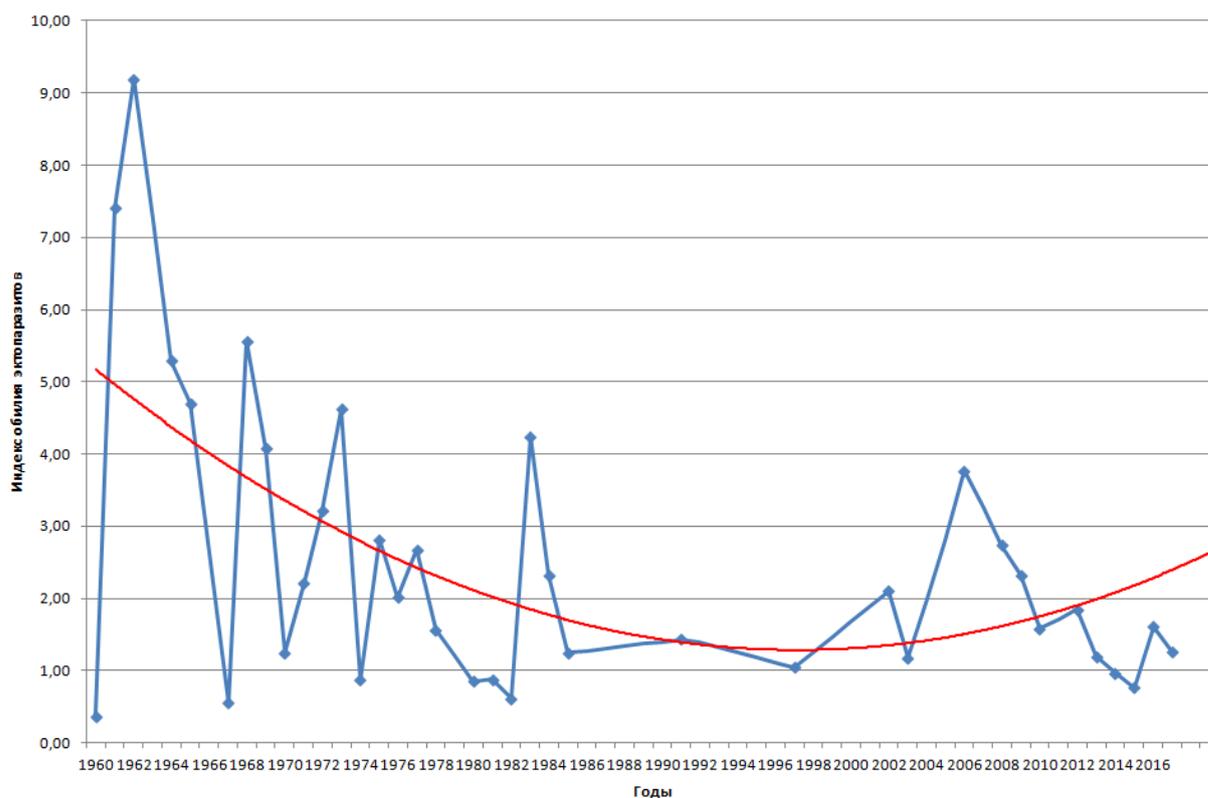


Рисунок 3.7 – Динамика индекса обилия общих эктопаразитов, найденных в шерсти сурков, отловленных в Сары-Джазском автономном очаге в 1960-2016 гг.

Как видно из рисунка, количество эктопаразитов было очень высоким в начале наблюдений (1950 гг.) и сохранялось таким до начала 1980-х годов, когда была проведена массовая дезинсекция нор сурков с целью уничтожения эктопаразитов. В результате такого глобального воздействия индекс обилия

эктопаразитов упал практически до нуля и стабильно держался на таком низком уровне до начала 2000-х годов (рис. 3.7). Однако в последующие годы данный показатель растет, линия тренда, полином второй степени, показывает его повышение, хотя остается пока достаточно низким.

Многолетняя динамика индекса обилия по отдельным видам эктопаразитов: клещей и блох изменяется в течение 50 лет аналогично общей динамике, но без стабильно низких значений в период 1980-х – 2000-х (рис. 3.8, 3.9). Однако динамика обилия вшей сильно отличается от таковой для клещей и блох, при этом сильное влияние на линию тренда здесь имеют большие значения данного индекса в 1984 и 1985 гг. (рис. 3.10).

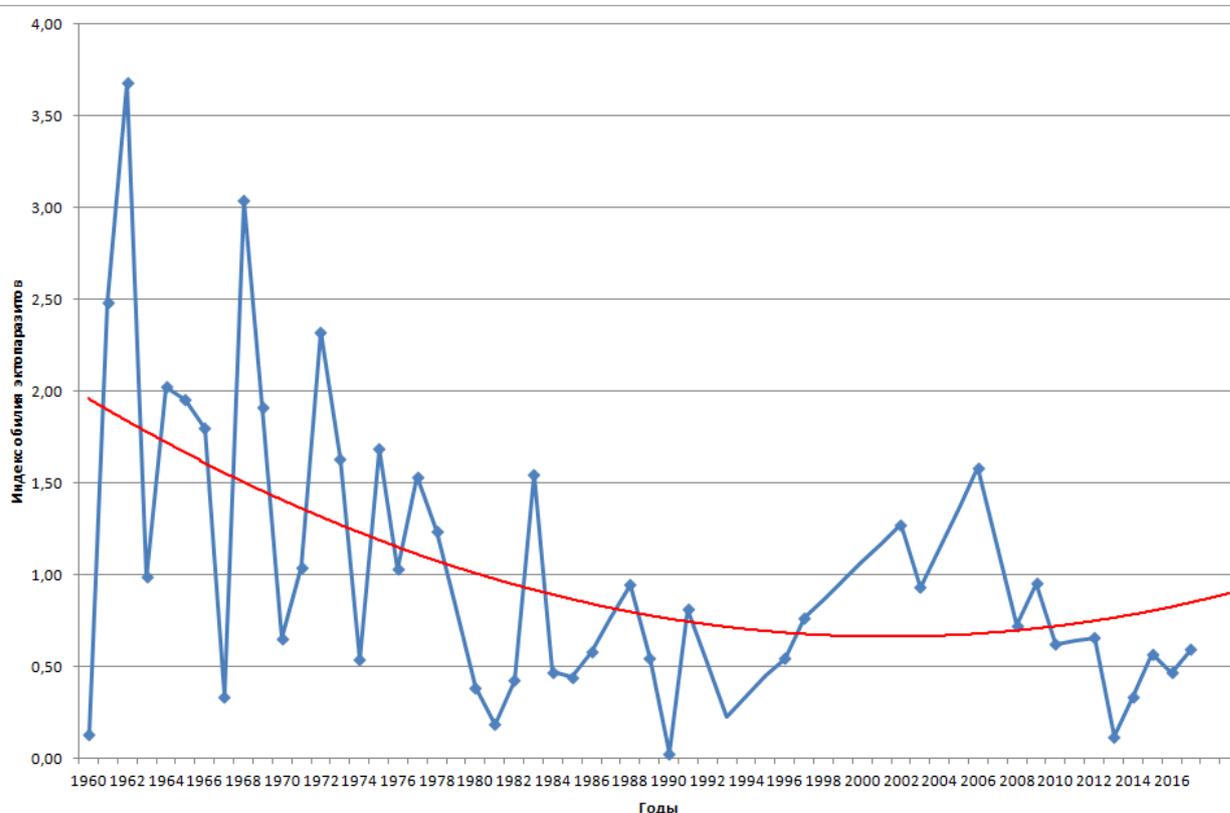


Рисунок 3.8 – Динамика индекса обилия блох, найденных в шерсти сурков, отловленных в Сары-Джазском автономном очаге

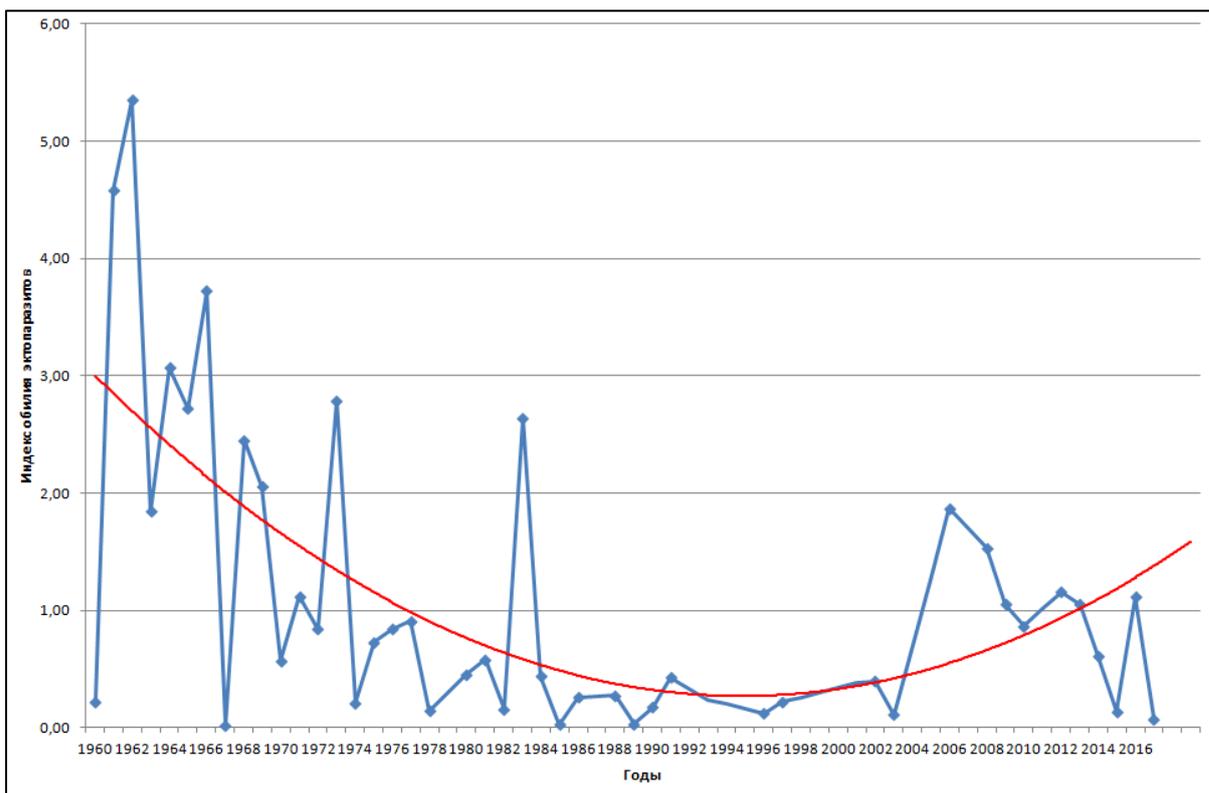


Рисунок 3.9 – Многолетняя динамика индекса обилия клещей, найденных в шерсти сурков, отловленных в Сары-Джазском автономном очаге в 1960 – 2016 гг.

Если взять период времени с 1977 по 2017 год, то в 1977 г. индекс обилия блох в шерсти сурков в СД был очень высоким (1,88), затем массовая дустация нор сурков ДДТ, проведенная в 1970-80 гг., привела к значительному снижению количества эктопаразитов (блох, клещей и вшей), но, начиная с 2014 г. снова наблюдается постоянный рост численности эктопаразитов в шерсти сурков. Средний индекс обилия (ИО) блох в шерсти сурков в СД в 2014-2017 гг. составил 0,86; клещей - 1,02; вшей – 0,42 (табл. 3.6).

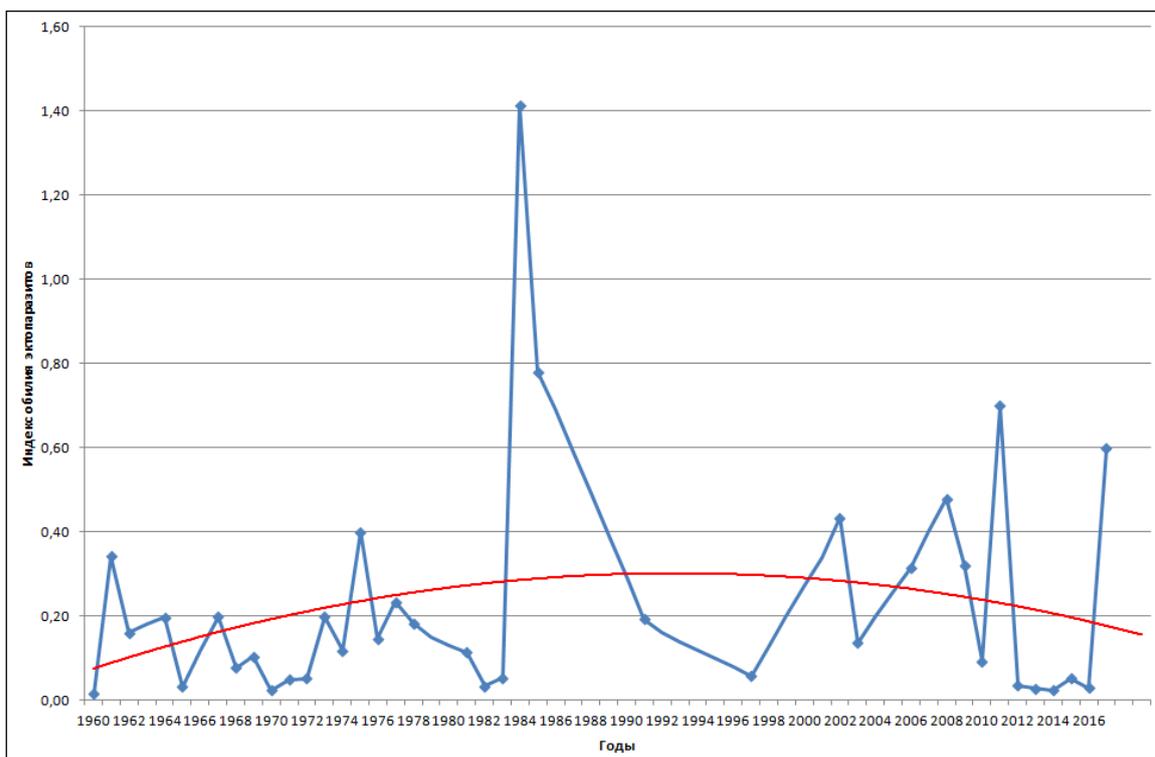


Рисунок 3.10 – Многолетняя динамики индекса обилия вшей, найденных в шерсти сурков, отловленных в Сары-Джазском автономном очаге

По сравнению с 1977 г. выявлена тенденция снижения общей численности блох и клещей, однако при этом численность вшей достигла уровня 1977 г. Максимальный ИО по блохам и клещам отмечен в 2016 г.

За 57 лет наблюдений также изменился удельный видовой состав блох в шерсти сурков: ИО специфической блохи *R. li ventricosa* снизился с 0,41 (1977 г.) до 0,03 (2014 г.), но к 2017 г. полностью восстановился (таб. 3.4). Количество специфических блох *O. silantiewi* значительно сократилось к 2014 году, но в настоящее время медленно растет, хотя и сохраняет достоверно низкое значение по сравнению с 1977 г.

По ВН очагу многолетняя динамика численности блох в шерсти сурков аналогична таковой по СД, при этом видовой состав меняется так же: вторичным видом блох в последние годы становится *A. primary*. Количество других эктопаразитов также претерпевает изменения: появляются другие виды

блох (*A. primary*, *A. asiatica*, *A. anceps*, *Leptopsylla nana*, *Neopsylla mana*, *Frontopsylla elata*, таб. 9).

Итак, в 2017 г. численность специфических блох и клещей сурка, осуществляющих трансмиссивную передачу чумного возбудителя, стала приближаться к исходной предобработочной численности 1983 года, когда впервые на этой территории была зарегистрирована эпизоотия чумы среди грызунов и их специфических переносчиков.

Таблица 3.4 - Индекс обилия эктопаразитов в шерсти сурков в СД и ВН очагах в 2014-2017 гг.

Год наблюдения	Количество исследованных сурков	Индекс обилия в шерсти сурков в СД очаге				
		блохи	клещи	вши	<i>O. silantiewi</i>	<i>Rh. li ventricosa</i>
<b>1977</b>	<b>1099</b>	<b>1,83±0,66</b>	<b>1,83±0,61</b>	<b>0,41±0,28</b>	<b>1,05±0,28</b>	<b>0,41±0,27</b>
2014	252	0,27±0,06*	0,84±0,2*	0,04±0,01*	0,25±0,07*	0,03±0,01*
2015	311	0,92±0,15*	0,53±0,4*	0,18±0,10	0,74±0,22	0,1±0,09
2016	308	1,82±0,49	2,73±1,2*	0,39±0,06	0,56±0,15	0,71±0,33
2017	312	0,42±0,13*	-	1,09±0,09*	0,62±0,21	0,43±0,1
<b>Среднее (2014-2017)</b>	<b>296</b>	<b>0,86±0,14</b>	<b>1,02±0,36</b>	<b>0,42±0,03</b>	<b>0,54±0,15*</b>	<b>0,31±0,15</b>
		Индекс обилия в шерсти сурков в ВН очаге				
<b>1975</b>	<b>809</b>	<b>1,54±0,27</b>	<b>6,13±0,94</b>	<b>0,49±0,06</b>	<b>1,27±0,27</b>	<b>0,27±0,03</b>
1989	503	Не опред.	2,6±0,5*	1,29±0,3*	Не опред.	Не опред.
2010	338	0,84±0,2*	1,53±0,4*	0,16±0,04*	0,75±0,09*	0,11±0,02*
2011	260	2,25±0,4*	1,26±0,4*	0,26±0,04*	1,98±0,41	0,36±0,08
2017	416	1,21±0,19	2,59±0,37	0,12±0,05	0,97±0,24	0,28±0,03
<b>Среднее (1989-2017)</b>	<b>379</b>	<b>1,55±0,8</b>	<b>2,01±0,7</b>	<b>0,57±0,03</b>	<b>1,23±0,5</b>	<b>0,25±0,07</b>

Примечание - \*-  $p < 0,05$  по отношению к 1975-77 гг.

В СД очаге в 1977 г. основными эктопаразитами сурков были блохи *O. silantiewi* (63%) и *R. li ventricosa* (37%, табл. 3.4). При этом видно изменение видового состава блох в течение 40 лет: в 2014-2017 гг. – по-прежнему доминирует *O. silantiewi* с долей 67% от общего количества блох, но вторичными видами стали *A. primary* – 14%, *Rh. li ventricosa* - 6,5% и *N. mana* - 4% (табл. 3.5). Такая же картина наблюдается и в ВН очаге, начиная с 2011 г. (табл. 3.4, 3.6).

Таблица 3.5 - Видовой состав эктопаразитов шерсти сурков, отловленных в Сары-Джазском очаге, 2014-2017 гг.

Год	Число анализированных животных, гнезд и нор	Количество собранных эктопаразитов			Количество эктопаразитов по видам													
		блохи	клещи	вши	<i>Oropsylla silantiewi</i>	<i>Rhadinopsylla li ventricosa</i>	<i>P. irritans</i>	<i>Amphipsylla sibirica</i>	<i>A. primary</i>	<i>A. asiatica</i>	<i>A. anceps</i>	<i>Paraneopsylla joffi</i>	<i>Leptopsylla nana</i> ,	<i>Neopsylla mana</i>	<i>Fr. frontal</i>	<i>Frontopsylla elata</i>	<i>Rhadinopsylla li murium</i>	
<b>1977</b>	<b>1099</b>	<b>1816</b>	<b>1075</b>	<b>276</b>	<b>979</b>	<b>571</b>	<b>2</b>	-	-	-	-	-	-	<b>1</b>	<b>5</b>	-	-	
2014	252	84	155	6	41	10	-	-	17	11	-	-	-	-	-	-	5	
2015	311	175	42	16	127	4	-	-	37	-	-	1	6	-	-	-	-	
2016	308	145	344	9	112	10	-	7	-	-	-	-	-	16	-	-	-	
2017	312	124	15	125	74	10	-	-	18	-	10	4	-	4	-	4	-	
<b>среднее (2014-2017)</b>	<b>296</b>	<b>132</b>	<b>139</b>	<b>39</b>	<b>89</b>	<b>9</b>	-	<b>1.8</b>	<b>22,8</b>	<b>2.8</b>	<b>2.5</b>	<b>1.25</b>	<b>1.5</b>	<b>5</b>	-	<b>1</b>	<b>1.25</b>	

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

Таблица 3.6 - Видовой состав эктопаразитов шерсти сурков, отловленных в ВН очаге, 2010-2017 гг.

Год	Число анализированных животных, гнезд и нор	Количество собранных насекомых			Количество эктопаразитов по видам													
		блохи	клещи	вши	<i>Oropsylla silantiewi</i>	<i>Rhadinopsylla li ventricosa</i>	<i>P. irritans</i>	<i>Amphipsylla sibirica</i>	<i>A. primary</i>	<i>A. asiatica</i>	<i>A. anceps</i>	<i>Paraneopsylla joffi</i>	<i>Leptopsylla nana</i> ,	<i>Neopsylla mana</i>	<i>Fr. frontal</i>	<i>Frontopsylla elata</i>	<i>Rkadinopsylla li murium</i>	
<b>1975</b>		<b>1247</b>	<b>4960</b>	<b>396</b>	<b>812</b>	<b>430</b>							<b>1</b>		<b>3</b>		<b>1</b>	
1989	818	-	1309	650														
2010	338	284	517	55	147	134			1			2						
2011	311	175	42	16	98	56	1			3	8		2	7				
2017	319	153	401	24	107	34		17			11	4	4			8		
<b>среднее (1989-2017)</b>	<b>296</b>	<b>153</b>	<b>567</b>	<b>186</b>	<b>88*</b>	<b>56*</b>	<b>0,25</b>	<b>4,25*</b>	<b>0,25</b>	<b>0,75*</b>	<b>4,75*</b>	<b>1,5*</b>	<b>1,5</b>	<b>1,75*</b>	<b>-</b>	<b>2*</b>		

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

Динамика численности эктопаразитов в гнездах сурков в СД и ВН природных очагах чумы в 1977-2017 гг. представлена в таблице 3.7. В норах и гнездах сурков в СД обнаружены только блохи видов *O. silantievi* и *R.li ventricosa*. Общий индекс обилия блох в гнездах имеет тенденцию к восстановлению по сравнению с 1977 г, когда он был очень высоким (23,5 для блох и 0,37 для клещей, соответственно), затем дустационные работы практически снизили индекс обилия эктопаразитов в гнездах сурков до 0, но в последние годы этот показатель снова медленно возрастает, достигнув значения 5,63 в 2015 г. (таб. 3.7).

В ВН в гнездах в 1975 г. ИО блох составил 31,8, из которых 31% были *O. silantievi* 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 в последние годы.

Таблица 3.7 - Индекс обилия эктопаразитов в гнездах сурков в СД и ВН природных очагах чумы

Индекс обилия в гнездах сурков											
Сары-Джаз							Верхний Нарын				
Год	Количество осмотренных гнезд	блохи	клещи	вши	<i>O. silantiewi</i>	<i>Rh. li ventricosa</i>	блохи	клещи	вши	<i>O. silantiewi</i>	<i>Rh. li ventricosa</i>
1977	8	23,5±1,27	0,37±0,04	-	6,12±0,47	17,2±0,89	31,8±1,3			9,9±0,4	21,9±1,1
1993							3,0±0,2				
2005							0,6±0,03				
2010							0,5±0,02	0,3±0,04		0,5±0,02	-
2011							2,6±0,06*	-	-		
2014	5	4,6±0,4*	-	-	1,5±0,11*	3±0,41*					
2015	6	-	-	-	-	-					
2016	9	5,63±0,7*	0,1±0,01*	-	1±0,02*	4,6±0,47*					
2017	8	-	-	-	-	-					

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

### 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. В таблице 3.8 показано распределение количества изолированных культур по периодам, в зависимости от единственного фактора – проведенной в 1970-80-х годах массовой дезинсекции ареала проживания основного носителя чумного микроба – серого сурка. Как видно из таблицы, массовая дустация нор сурков ДДТ, проведенная в ИК области в 1970-80-х годах, имела очень сильный эффект на активность чумного микроба. Количество выделенных культур снизилось в ВН в 70 раз, в СД – в 90 раз.

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	$\frac{1943-1973}{1974-2023}$	$\frac{838}{19}$	$\frac{405}{12}$	$\frac{6}{6}$	$\frac{267}{1}$	$\frac{148}{0}$	$\frac{12}{0}$	$\frac{31.8}{7,7}$
СД	$\frac{1944-1976}{1980-2023}$	$\frac{462}{24}$	$\frac{225}{14}$	$\frac{2}{2}$	$\frac{207}{6}$	$\frac{28}{2}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{23.5}{4,5}$

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

Среди всех выделенных в ВН до дустации культур половина была изолирована от главных носителей – сурков, но большая половина всех культур была выделена от их эктопаразитов: блох, клещей и в единичных случаях от вшей (рис. 3.11, а).

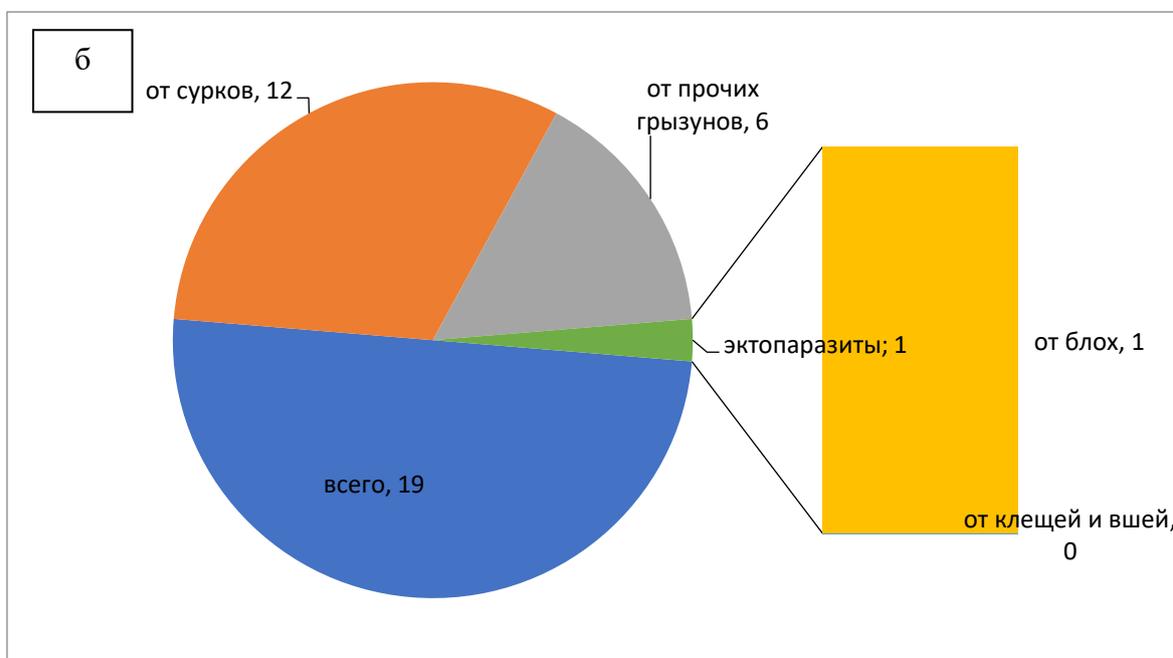
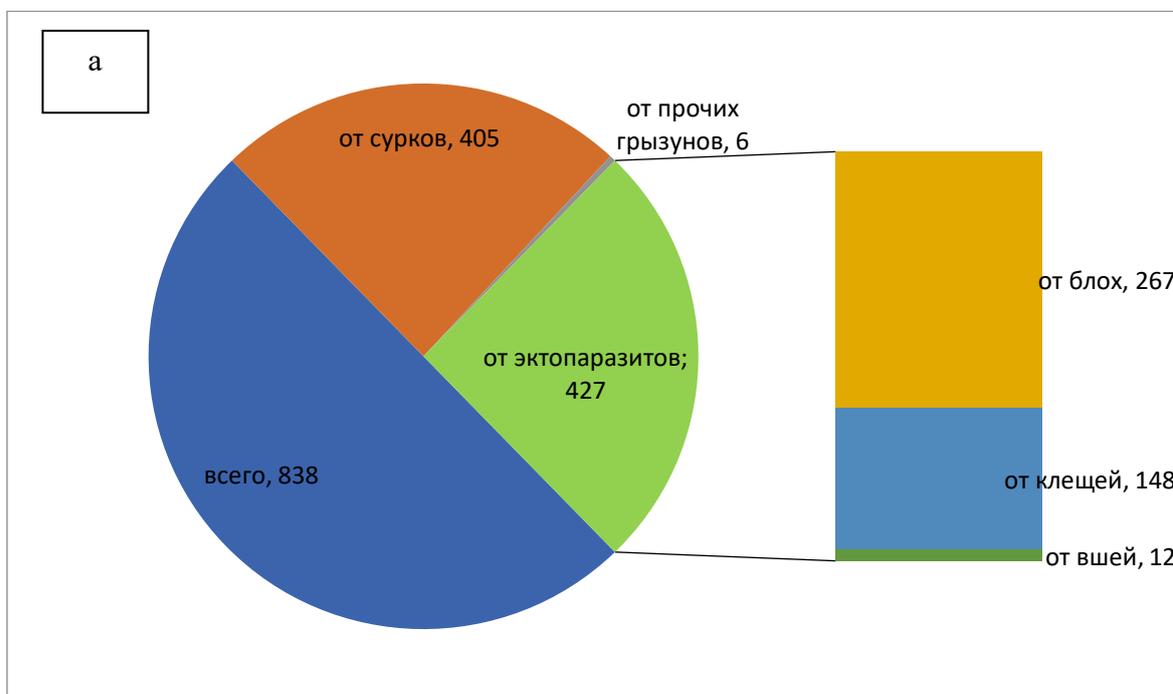


Рисунок 3.11 – Количество штаммов *Yersinia pestis*, выделенных в Верхненарынском очаге до массовой дустации в 1970-х (а) и после (б)

После массовой дустации носителями чумного микроба в ВН остаются теплокровные животные – сурки, и мелкие мышевидные грызуны.

Среди всех выделенных в СД до массовой дезинсекции культур микроба половина была выделена от сурков (рис. 3.12, а), и вторая половина – от их эктопаразитов: блох и клещей в соотношении 8:1.

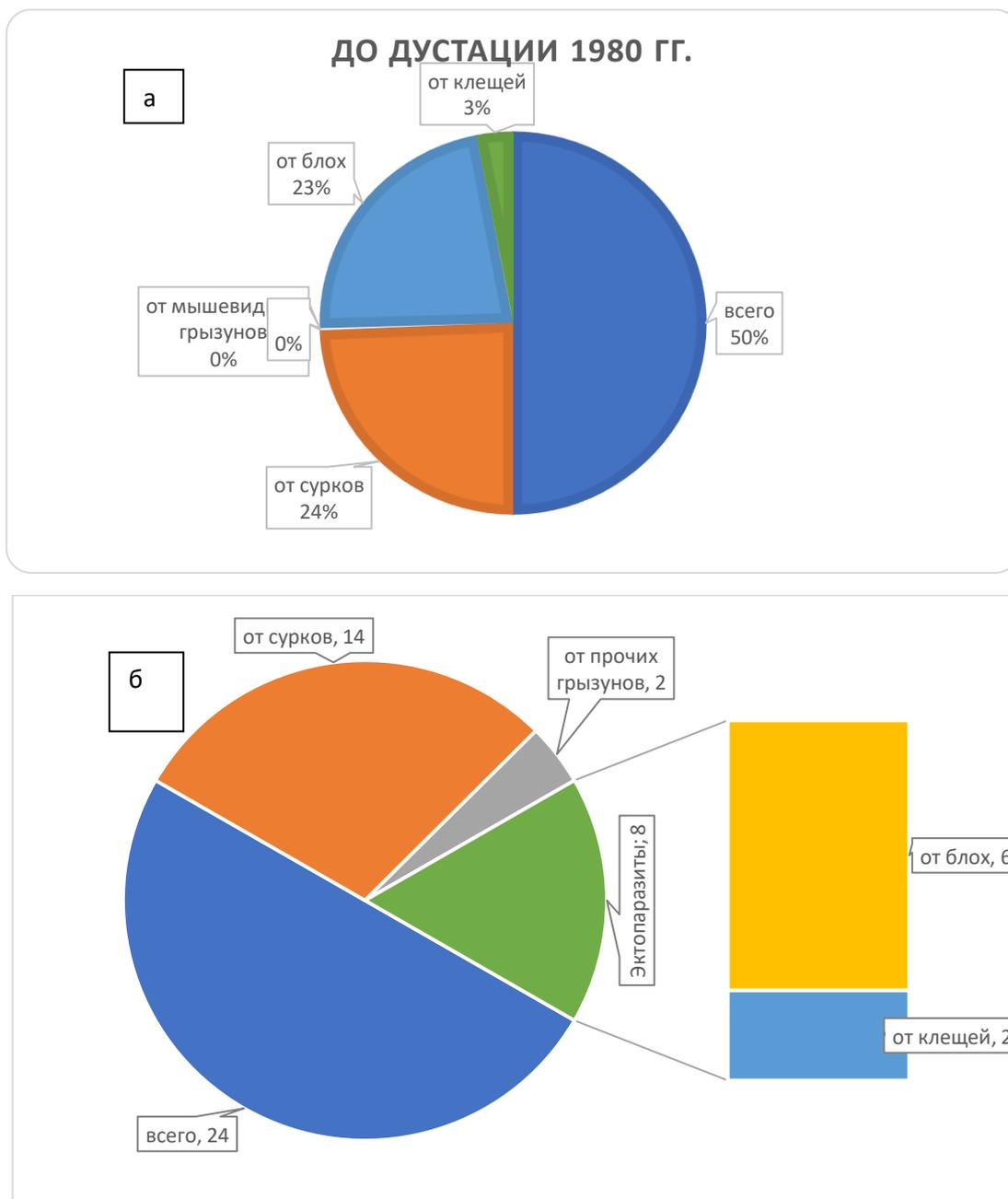


Рисунок 3.12 – Количество штаммов *Yersinia pestis*, выделенных в Сарыджазском очаге до массовой дустации в 1980-х (а) и после (б)

После дезинсекции число культур значительно уменьшилось, а также изменилось соотношение носителей микроба: блохи и клещи в одинаковой степени являются носителями микроба в последние 20 лет, при этом большая часть культур чумы выделена от сурков (рис. 3.12, б).

Нами также было проведено изучение генотипических свойств возбудителя чумы, изолированного в СД автономном очаге. 14 штаммов *Y. pestis*, выделенных в СД природном очаге чумы в период 1947-2015 гг., были проанализированы совместно с некоторыми казахстанскими штаммами. Всего для анализа было выбрано 16 штаммов из Казахстана и 14 из Кыргызстана, а также один штамм *Y. pseudotuberculosis* 2841 из коллекции КНЦКЗИ (Казахстан).

Результаты ПЦР 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: pMT1 (ген *caf1*) и pPCP1 (ген *pst*).

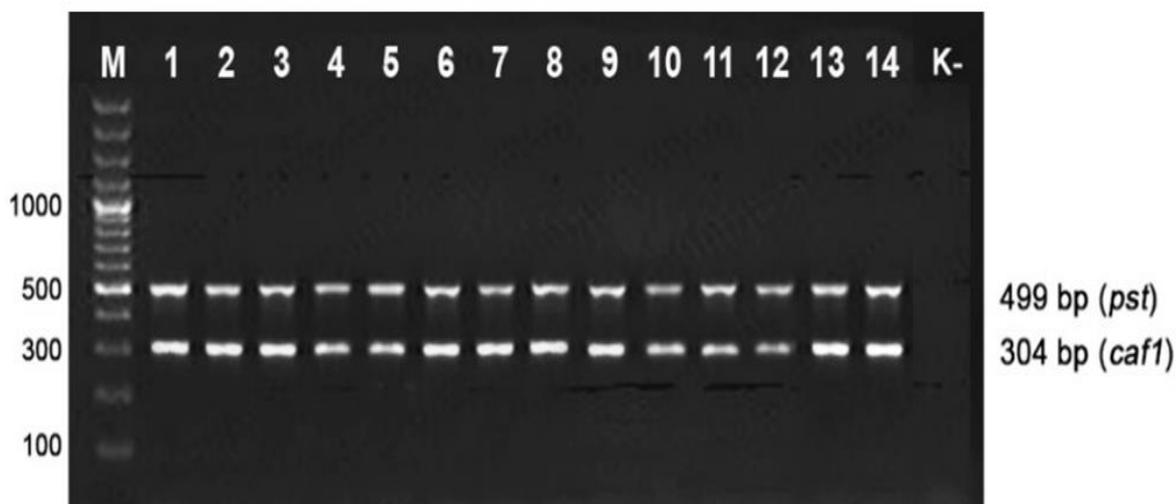


Рисунок 3.13 – Результаты амплификации штаммов чумы, выделенных в СД природном очаге с тест-системой «Pest-Quest» (КНЦКЗИ, Казахстан)

М – маркер молекулярной массы, 1-14 – штаммы чумы (Кыргызстан), К<sup>-</sup> – отрицательный контроль (дистиллированная вода)

Дальнейший анализ методом MLVA-7 показал, что все Сары-Джазские штаммы *Y. pestis* и *Y. pseudotuberculosis* как ближайшего родственного образца делятся на 5 кластеров. Кластер F представлен *Y. pestis* из казахстанской части СД (13 штаммов), а также 6 штаммами из его кыргызской части (рис. 3.14).

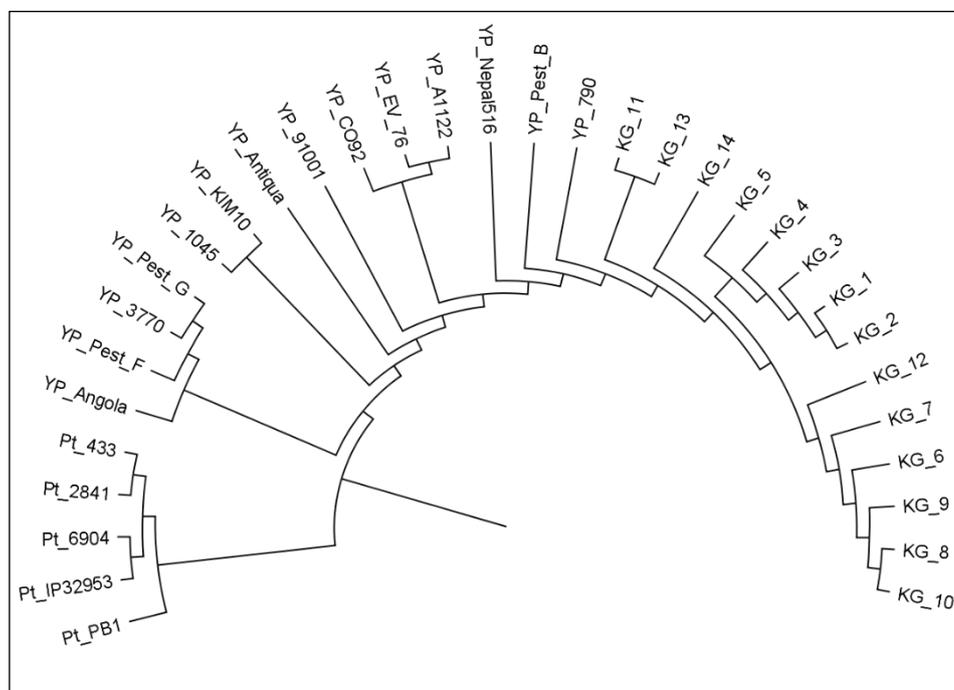


Рисунок 3.14 – Филогенетическое древо 14 штаммов *Y. pestis*, выделенных в Сары-Джазском природном очаге чумы

По биохимическим признакам все они могут быть отнесены к биовару *Antiqua*. Филогенетическая связь между различными кластерами и их вторичными ветвями в кластере F, а также принадлежность изучаемых штаммов к конкретной ветви того или иного биовара были подтверждены дальнейшим анализом SNP-локусов. Как видно из таблицы 3.9, исследуемые штаммы относятся к биовару *Antiqua* микроба чумы.

Более точную локализацию относительно ветвей филогенетического древа можно уточнить при изучении других локусов SNP, а также путем секвенирования.

Таблица 3.9 – Внутривидовая дифференциация исследуемых штаммов *Y. pestis* КГ1-КГ6, Сары-Джазский природный очаг

Штамм	SNP-локус (предок / потомок)										Биовар	Ветвь
	s3 C/T	s10 T/C	s20 G/T	s24 C/T	s85 C/T	s87 T/G	s32 0 G/A	s32 8 C/T	s35 5 C/T	s36 0 C/A		
KG-1	C	T	G	C	T	G	A	C	C	C	<i>Antiqua</i>	0.ANT, 3.ANT2, 3.ANT3
KG-2	C	T	G	C	T	G	A	C	C	C	<i>Antiqua</i>	0.ANT, 3.ANT2, 3.ANT3
KG-3	C	T	G	C	T	G	A	C	C	C	<i>Antiqua</i>	0.ANT, 3.ANT2, 3.ANT3
KG-4	C	T	G	C	T	G	A	C	C	C	<i>Antiqua</i>	0.ANT, 3.ANT2, 3.ANT3
KG-5	C	T	G	C	T	G	A	C	C	C	<i>Antiqua</i>	0.ANT, 3.ANT2, 3.ANT3
KG-6	C	T	G	C	T	G	A	C	C	C	<i>Antiqua</i>	0.ANT, 3.ANT2, 3.ANT3

На основании полученного филогенетического дерева были сделаны следующие предварительные выводы:

- 1) Исследуемые штаммы *Y. pestis*, выделенные в СД природном очаге, относятся к биовару *Antiqua*
- 2) Штамм КГ-14, а также штаммы КГ-11 и КГ-13 образуют отдельные ветви, изолированные от других ветвей биовара *Antiqua*.

Для уточнения локализации этих штаммов на общем филогенетическом древе 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.

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

#### **3.2.1. Эпидемиологическая характеристика СД и ВН очагов чумы. 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. Для достижения данной цели были решены следующие задачи:

1. Создан набор секторов, входящих в СД автономный очаг чумы, с их числовым обозначением.
2. Создан и приведен в рабочий вид цифровой банк данных для СД автономного очага чумы.
3. За геоинформационную единицу цифрового банка данных был принят сектор. Это обусловлено двумя причинами: во-первых это общепринятая единица для стран бывшего СССР и информация из отчетов прошлых лет привязана к секторам; во-вторых каждый сектор имеет уникальный номер, по которому можно связывать информацию из разных баз.
4. Созданный цифровой банк данных в настоящее время включает следующую информацию:

- информационную базу данных в Microsoft Excel – База.xlsx;
- геоинформационную базу данных в ArcGIS – База.mxd;
- отчеты, фото и картографические материалы.

## 5. **Информационная база** данных состоит из трех баз:

### 1. База общей информации:

- номер сектора;
- топографическое наименование карты;
- пастбища. Отношение площади, используемой под выпас скота, к общей площади сектора в %;
- туризм. Отношение площади, используемой для туризма, к общей площади сектора в процентах;
- население. Количество постоянно проживающего в пределах данного сектора населения.

### 2. База выделения микроорганизма:

- номер сектора;
- дата выделения;
- местоположение выделения;
- наименование микроорганизма;
- источник выделения;
- дополнительная информация.

### 3. База данных обследования:

- номер сектора;
- год обследования;
- материалы обследования.

**Геоинформационная база данных** содержит цифровую карту района, месторасположение секторов, точки обследования. Кроме этого, к данной базе динамически подключена информационная база, что позволяет просматривать ее непосредственно из ArcGIS. На рис. 3.15 представлен пример просмотра информации для отдельного сектора.

При выборе сектора, например, сектор 3124406312, в информационном окне выводится информация по сектору из геоинформационной базы. Ниже выведены вкладки с информацией из информационной базы Excel, которую программа нашла по совпадению номера сектора). При выборе из левого поля вкладки интересующей информации, соответствующая информация из базы выводится в правом поле окна. Кроме этого, данная база содержит информацию по результатам предыдущих обследований (рис. 3.15).

**Цифровой банк данных** содержит отчеты, фото, картографические материалы и по мере сбора наполняется различными материалами исследований.

Топографические карты секторов подключены динамически к геоинформационной базе данных посредством инструмента «гиперлинк», что дает возможность просмотреть карту любого сектора непосредственно из ArcGIS (рис. 3.15). Интересующий участок карты открывается программой просмотра фотографий непосредственно при нажатии инструментом «гиперлинк» на секторе карты. Это очень удобно, как для подготовки экспедиционных работ, так и при камеральной обработке материалов. Здесь использованы топографические карты масштаба 1:100 000, т.к. они не являются секретными, и в то же время хорошо отражают район исследования.

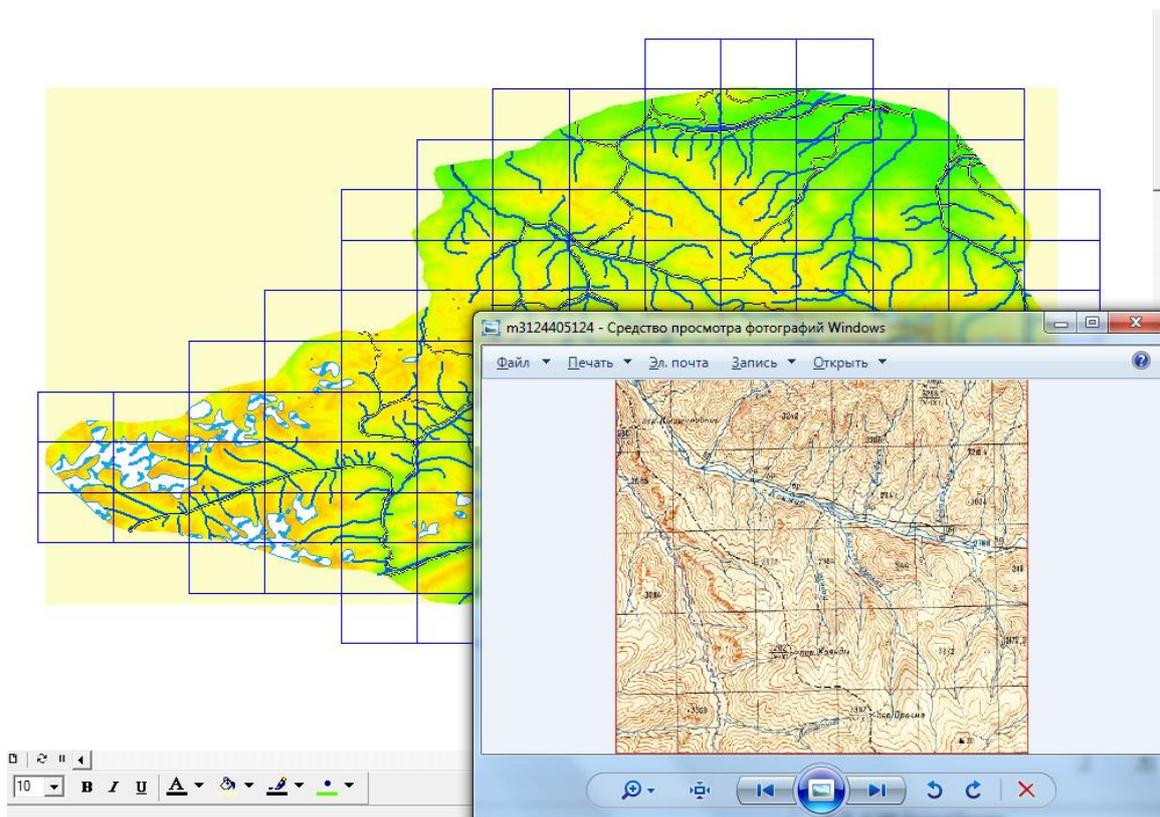


Рисунок 3.15 – Вызов интересующего участка топографической карты из программы ArcGIS

Электронная база данных «Эпидемиология и эпизоотология чумы в СД природном очаге Кыргызстана» имеет следующие функциональные возможности – база представлена в различных форматах: *Word*, *Excel* и постоянно обновляется по мере поступления информации о выделениях культур чумного микроба от носителей и переносчиков в СД автономном очаге чумы.

**Основные технические характеристики** указаны в Методике исследования.

**Область применения:** Электронной базой «Эпидемиология и эпизоотология чумы в СД природном очаге Кыргызстана» пользуются учреждения противочумной службы, санитарно-эпидемиологического надзора, ветеринарные и научно-исследовательские учреждения (Приложение 4, 5). Базу данных можно использовать в качестве учебного материала для подготовки

специалистов в области эпидемиологии особо опасных инфекций и в качестве матрицы при создании других баз данных по зоонозным инфекциям.

Разработанная нами электронная база данных «Эпидемиология и эпизоотология чумы в СД природном очаге Кыргызстана» может использоваться для: 1) дифференциации территории СД автономного очага по степени риска заражения людей чумой 2) определения зависимости заболевания чумой от социальных и экологических факторов 3) исследований вспышек чумы среди людей в других природных очагах Кыргызстана и Центральной Азии 4) совершенствования эпидемиологического мониторинга за чумой на основе рекомендаций, разработанных по результатам анализа базы данных 5) эпидемиологического анализа с использованием программ ArcGIS 10 и статистической программы R. В настоящее время 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).

**Примеры использования базы данных:** на основе созданной базы данных впервые в Кыргызстане был проведен количественный анализ уязвимости территории СД природного очага. Были рассчитаны следующие показатели:

- *эпидемиологическая опасность* как вероятность существования и распространения культур чумы на данной территории в течение заданного интервала времени;

- *эпидемиологический риск* как вероятность заражения и распространения чумы на данной территории в течение заданного интервала времени;

- *эпидемиологическая уязвимость* как степень риска, с которой может реализоваться опасность вспышки чумы на данной территории в течение заданного интервала времени.

### **3.2.2. Оценка уязвимости населения Иссык-Кульской области от чумы**

Территория СД природного очага чумы разбивается на 103 сектора в соответствии с топографическими картами масштаба 1 : 25 000 (рис. 1.1).

Расчеты *Индекса эпидемиологической опасности* (ИЭО) на 2016 г. проявили значительное варьирование этого показателя в пределах от 0 до 99 % (рисунок 3.16), при этом максимально высокие значения (96-99 %) имели три сектора в западной части очага. Это связано со случаями выделения культур чумы на данной территории в 2014, 2016 годах. Такое же высокое значение ИЭО (94 %) имеет также один сектор в южной части очага, в котором штаммы *Y. pestis* были выделены в июне 2012 года. В остальных секторах, где этот показатель варьирует в пределах 27-49%, культуры *Y. pestis* были выделены гораздо раньше, в период 1940 – 80 гг. (рисунок 3.16).

*Индекс эпидемиологического риска* (ИЭР) является косвенным показателем риска заражения населения чумой в ходе хозяйственной деятельности - освоения данной территории под постоянные или временные поселения, использования под пастбища и туристические объекты. Наши расчеты 2016 г. показали, что ИЭР распределяется также неравномерно по всей территории очага с диапазоном от 0 до 70 % (рисунок 3.17). Пространственный анализ распределения обоих показателей – ИЭО и ИЭР на исследуемой территории показал, что наибольший риск потенциального заражения населения характерен для северо-восточной части очага, вопреки нулевому уровню выделения культур за весь период наблюдений (рис. 3.16, 3.17).

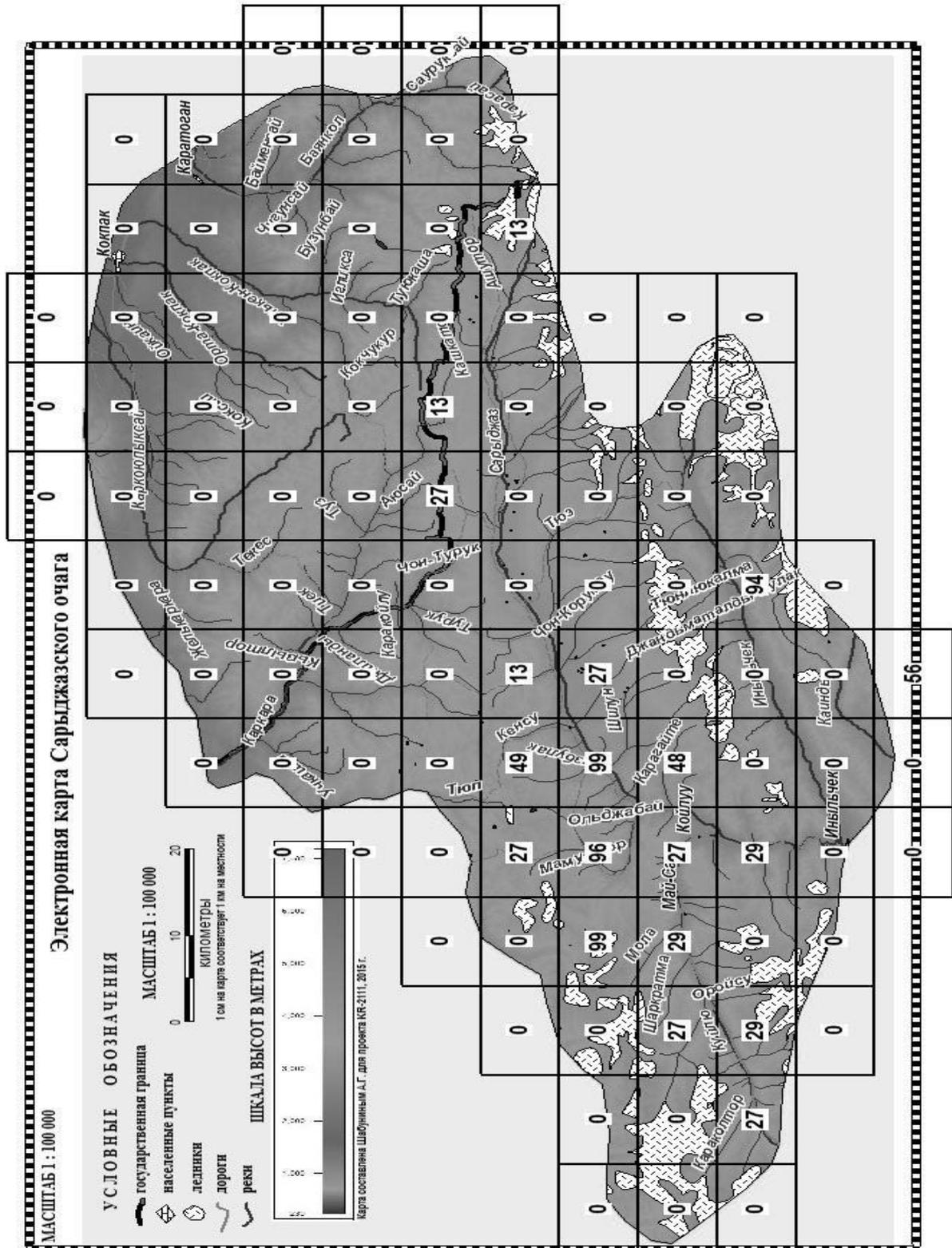


Рисунок 3.16 – Индекс Эпидемиологической опасности (%) по секторам Сары-Джазского природного очага чумы



Используя оба показателя, мы рассчитали Индекс эпидемиологической уязвимости (ИЭУ), распределение которого на территории показано в итоговой карте СД очага чумы (рис. 3.18). Значения ИЭУ на исследуемой территории также варьируют от 0 до 80%. При этом наиболее уязвимым в 2016 г. можно считать население сектора 114406312 (при постоянном проживании 26 человек 90% земель используется под пастбища, 81% - под туризм и охоту, а в 2016 году в результате экспедиционных работ КПЧО была обнаружена вспышка чумы среди животных – сурков и мелких мышевидных грызунов).

Также высокий ИЭУ характерен для сектора 114406342 (река Энильчек, урочище Атжайлоо). Принимая во внимание случай выделения культур *Y. pestis* в июне 2012 г., использование 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 114406311 (реки Оттук, Ольджабай, Кичине-Буркут, Момунтор), где в июле 2014 г. была зарегистрирована эпизоотия чумы, 55% территории используется под пастбища, 5% - под туризм, а постоянно проживающее население отсутствует, эпидемиологическая опасность была оценена нами в 96%, эпидемиологический риск - в 18%, а уязвимость - в 57%. И в секторе 114406222 при выделении *Y. pestis* в 2016 г., отсутствии постоянно проживающего населения, использовании 8% данной территории под пастбища и 0% - под туризм, эпидемиологическая опасность на 2016 г. была оценена нами в 99%, эпидемиологический риск - в 2%, а уязвимость - в 51%.

В итоге, на состояние 2016 г. эти три сектора на территории СД природного очага чумы мы условно занесли в группу с наибольшей потенциальной уязвимостью - от 50 до 80%. Вторую группу со средней уязвимостью (от 30 до 40%) составили сектора 114406313 (реки Койлю, Сарыджаз, урочище Майсаз, Арпатакыр, Шукур, село Койлю) и 114406314 (реки Карагайте, Мукача, Шилун).

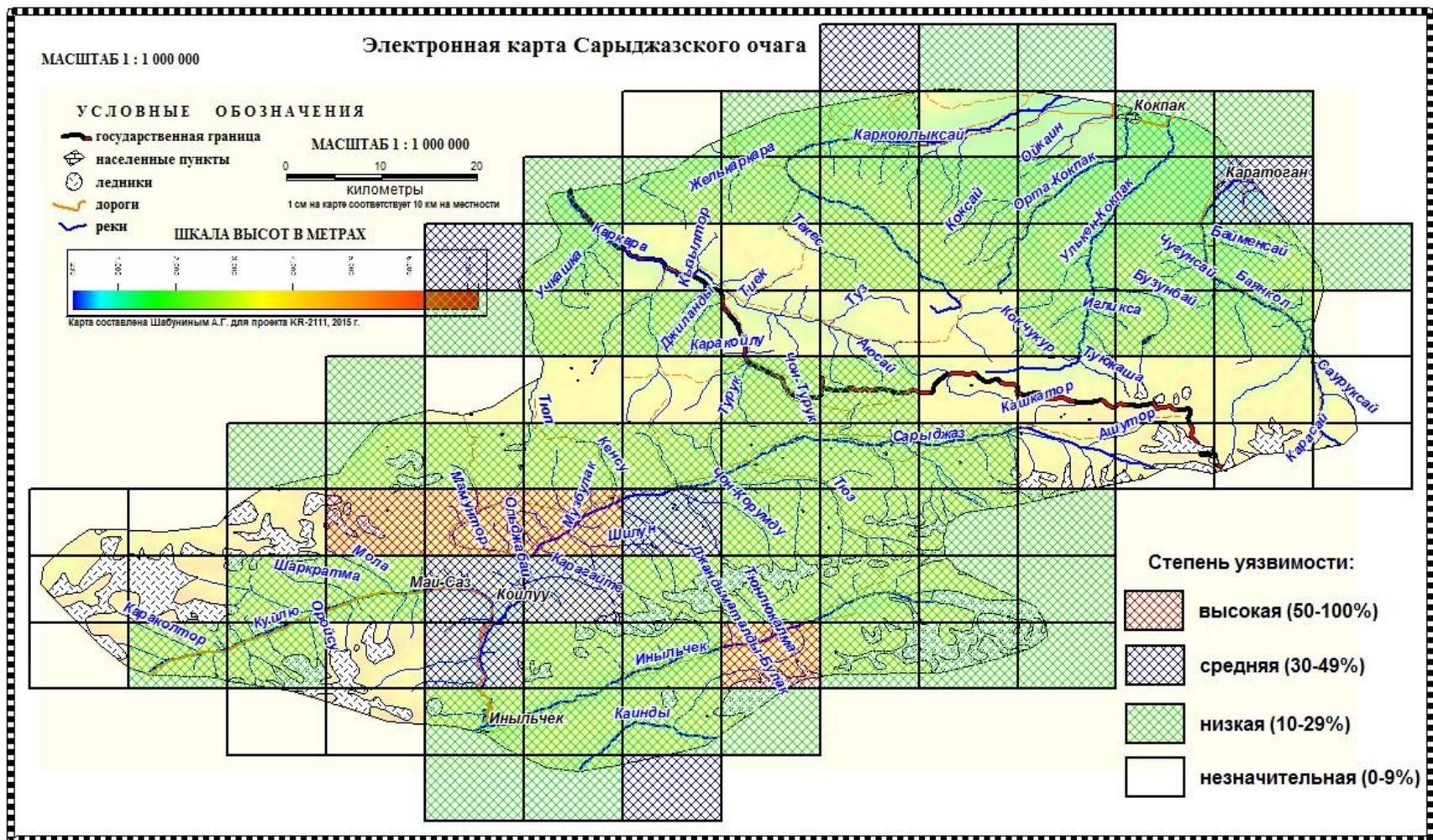


Рисунок 3.18 – Карта эпидемиологической уязвимости населения Сары-Джазского очага ИК области на 2016 г.

Остальные сектора, на территории которых никогда не было зарегистрировано вспышек чумы, нет постоянно проживающего населения, пастбищ, туристических и охотничьих зон, имеют нулевую потенциальную уязвимость.

### **3.2.3. Прогнозирование**

Анализ территории СД очага по уровню эпидемиологической уязвимости показал большой разброс значений, от 0 до 80%, что позволило условно разделить анализируемую местность на 4 группы: первая - с относительно высокой уязвимостью (50-100%), вторая - со средней уязвимостью (30-49%), третья - с низкой уязвимостью (10-29%) и четвертая - с незначительной уязвимостью (0-9%). Карта территории с разбиением на получившиеся группы показана на рисунке 3.18. В первую группу входит 4 сектора, во вторую – 8, в третью – 61 и в четвертую – 30 секторов. Таким образом, наиболее крупные территории СД природного очага представляли в 2016-17 гг. незначительную и низкую уязвимость для населения. Однако, учитывая, что данные расчеты были произведены в 2016 г., нам было интересно провести прогнозирование развития эпидемиологической ситуации на данной территории на 2050 г. Для такого прогноза нужно было выполнить следующие подзадачи:

**Подзадача №1** - оценить изменение ИЭУ в период 2016-2050 гг. при сохранении тенденции изменения плотности **населения** на данной территории.

На 2016 год на территории СД очага чумы было расположено 14 населенных пунктов (2 из которых находятся на границе секторов и учитываются в обоих граничащих секторах, и 2 находятся в одних секторах и их население суммируется). По данным НСК КР в 2000-2010 гг. на исследуемой территории прирост численности постоянного сельского населения составил 0,7% в год. Учитывая данный показатель, мы можем ожидать, что за 34 года (в период с 2016 по 2050 г.) численность постоянного сельского населения на данной территории увеличится на 23,8%. В таблице 3.10 приведена фактическая численность населения в населенных пунктах исследуемой

территории и ее прогнозируемые значения. Как видно из таблицы, при сохраняющейся тенденции роста населения на данной территории, этот параметр не повлияет на степень риска, а соответственно и на степень уязвимости.

Таблица 3.10 - Прогнозируемая численность постоянного сельского населения в населенных пунктах, расположенных на территории СД очага чумы

Населенный пункт	Фактическая на 2016 г.		Прогнозируемая на 2050 г.	
	Численность населения (чел.)	Индекс населения (%)	Численность населения (чел.)	Индекс населения (%)
Коолю	15	10	19	10
Коккыя	23	10	28	10
Кенсу	26	10	32	10
Эчкилиташ	58	10	72	10
Мынжилкы	76	10	94	10
Эныльчек	394	20	488	20
Джергалан	1014	30	1255	30
Ынтымак + Каратоган	3114	40	3855	40
Кайнар	3241	40	4012	40
Кокпак	3793	40	4696	40
Сарыжаз	4011	40	4965	40
Текес + Жана-Текес	4406	40	5455	40

**Подзадача №2:** оценить изменение уязвимости до 2050 г. при изменении площадей пастбищ на данной территории.

Площадь земель, используемых под пастбища на территории СД очага чумы, в настоящее время составляет 2 890 кв. км. По данным НСК КР, в

последние десятилетия наблюдается снижение площадей пастбищ на исследуемой территории на 0,02% в год вследствие их деградации. В этом случае в период с 2016 по 2050 г. площадь земель, используемых под пастбища, на данной территории уменьшится на 0,68% к 2050 году и составит 2870 км<sup>2</sup>. Наши расчеты показали, что в период 2016-2050 гг. площадь и распределение пастбищных земель на территории будут меняться незначительно.

**Подзадача №3:** оценить изменение уязвимости на 2050 г., при изменении **площадей туристических зон** на данной территории.

Территория СД природного очага чумы богата живописными ландшафтами, что делает ее очень привлекательной для внутреннего и международного туризма. Здесь на 2016 г. было расположено много туристических зон и маршрутов, которые по данным НСК КР продолжают функционировать. В Таблице 1 Приложения 3 приведена фактическая площадь земель, используемых под туризм (в % от площади сектора) на исследуемой территории, ее прогнозируемые значения на 2050 г., а также дано краткое описание перспективных для туризма объектов (представлены только сектора, где площадь поменялась относительно фактической).

В таблице 1 Приложения 4 представлены фактические и прогнозируемые на 2050 г. индексы развития туризма, риска и уязвимости населения от туризма. При сохраняющейся тенденции развития туризма на данной территории относительная степень уязвимости в 4-х секторах поменяется от незначительной к низкой и в 2-х секторах от низкой к средней.

**Подзадача №4:** оценить изменение уязвимости до 2050 г., при сохранении актуальной тенденции **изоляции чумного патогена** из его природных носителей на данной территории.

Для выполнения этой подзадачи мы разбили рассматриваемую территорию на 3 группы по частоте выделения чумного микроба:

1 группа включает сектора, в которых никогда не было зарегистрировано вспышек чумы.

2 группа - сектора, в которых вспышки были описаны в 1940-1980-е гг., до массовой обработки района дустом ДДТ.

3 группа - сектора, в которых чумные культуры были выделены в недавнем времени (2012-2016).

Зонирование СД очага чумы по степени уязвимости населения:

**1 Группа.** Сектора, в которых никогда не был выделен чумной патоген. Отсутствие фактов выделения чумной культуры в этих секторах может быть связано со сложившимся неблагоприятными условиями для сохранения и/или заноса чумного микроба, и, следовательно, вероятность его выделения очень мала. В связи с этим мы предполагаем, что в данных секторах возбудитель чумы не будет выделен и в ближайшем будущем (до 2050 г.).

**2 Группа.** Сектора, в которых чумные культуры были выделены до массовой дезинсекции района в 1970-80 гг. В данной группе секторов ситуация не такая простая. Данные, полученные в ходе нашего исследования, а также архивные источники указывают на то, что новые вспышки в этой группе секторов вполне ожидаемы, и если в ближайшее время не будет произведено массовой дезинсекции популяций сурков и мелких мышевидных грызунов на данной территории, то вероятность вспышек эпизоотий чумы здесь есть.

**3 Группа.** Сюда относятся сектора, в которых были выделены культуры чумы в 2012-2016 гг. В данной группе секторов мы предполагали, что вероятность новых эпизоотий чумы очень высока.

В результате проведенных работ была получена прогнозная карта степени уязвимости населения на территории СД очага чумы в 2050 году (рис. 3.19), на которой видно, что уязвимость населения на территории очага к 2050-му году повысится значительно при сохранении настоящих тенденций роста численности населения, изменения площадей, используемых под пастбища и туризм.

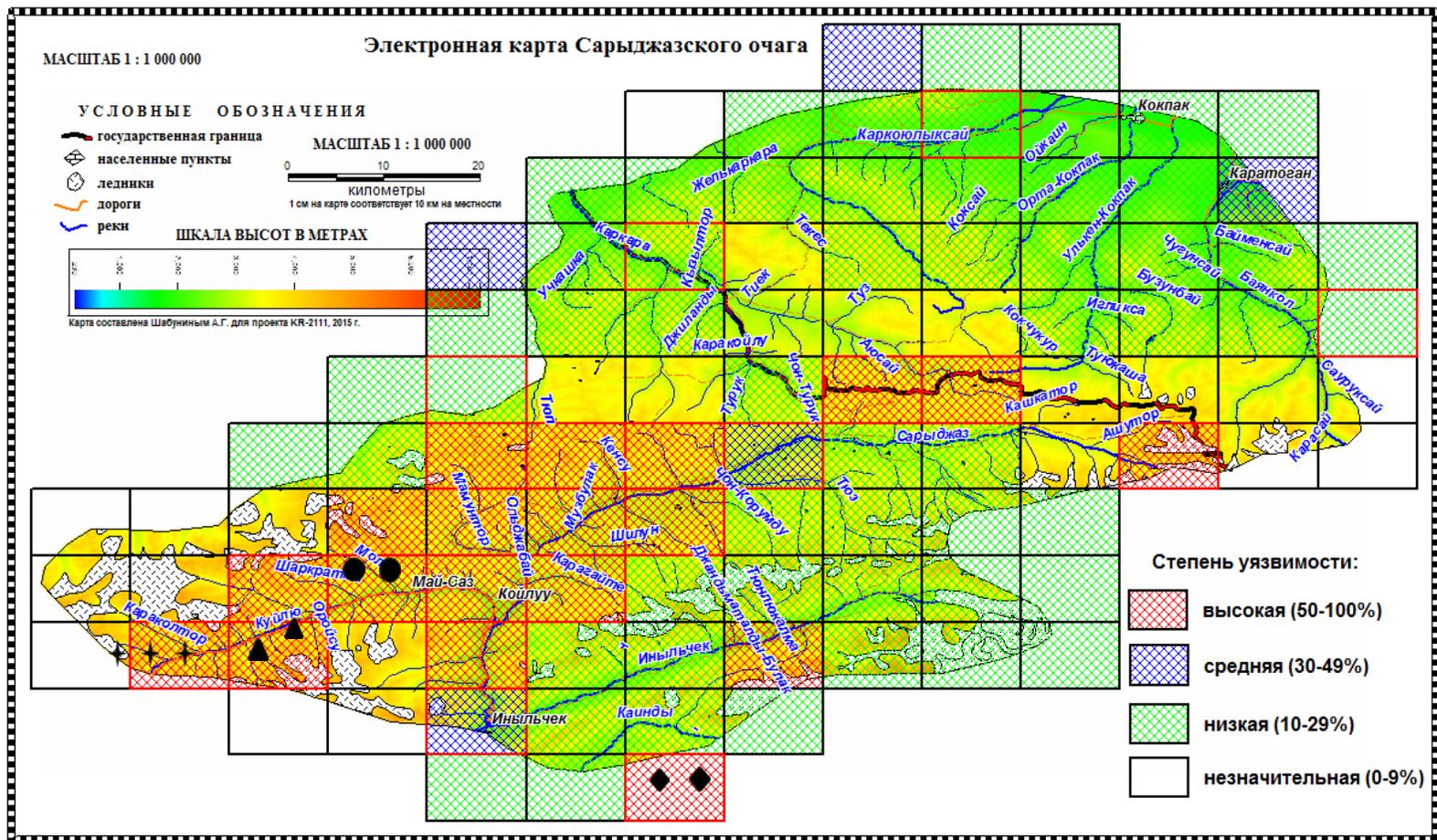


Рисунок 3.19- Прогноз степени уязвимости населения на территории Сары-Джазского очага чумы на 2050 год

Примечание - ✦ - место выделения культур *Y. pestis* в 2016 г.; ● - место выделения культуры *Y. pestis* в 2019 г.; ▲ - место выделения культуры *Y. pestis* в 2020 г.; ◆ - место выделения культуры *Y. pestis* в 2023 г.

Поскольку прогноз основан на расчёте индекса выделения культур чумы, развития животноводства, туризма и роста численности населения, данная методика требует постоянного обновления актуальных данных по численности населения, количеству выпасаемого КРС, МРС, интенсивности использования летних пастбищ и развития местного туризма на энзоотичной по чуме территории. Поэтому целью следующего исследования является оценка точности и достоверности прогноза состояния эпидемиологической уязвимости населения СД природного очага от чумы на основе обновленных данных плотности населения, площади используемых пастбищ, количества КРС, МРС и развития туристической деятельности на территории.

Анализ данных КПЧО по территориальному распределению зарегистрированных в 2016-2023 гг. эпизоотий чумы показал, что все последние культуры *Y. pestis* были выделены в секторах с рассчитанной Шабуниным и соавт. [173] высокой потенциальной уязвимостью (рис. 3.19).

Основываясь на том, что год выделения культур чумы входит в расчет индекса эпидемиологической опасности, мы сравнили территориальное распределение данного показателя в центральной части СД очага (40 секторов, охватывающих долины рек Сары-Джаз и Эныльчек со своими притоками – Коолю, Оттук) 2016 и 2024 гг. Сравнение показывает, что последние эпизоотии чумы 2016-2023 гг. были выделены в секторах, соседних с территорией, для которой в 2016 г. был характерен высокий ИЭО (от 28 до 95%, рис. 3.20).

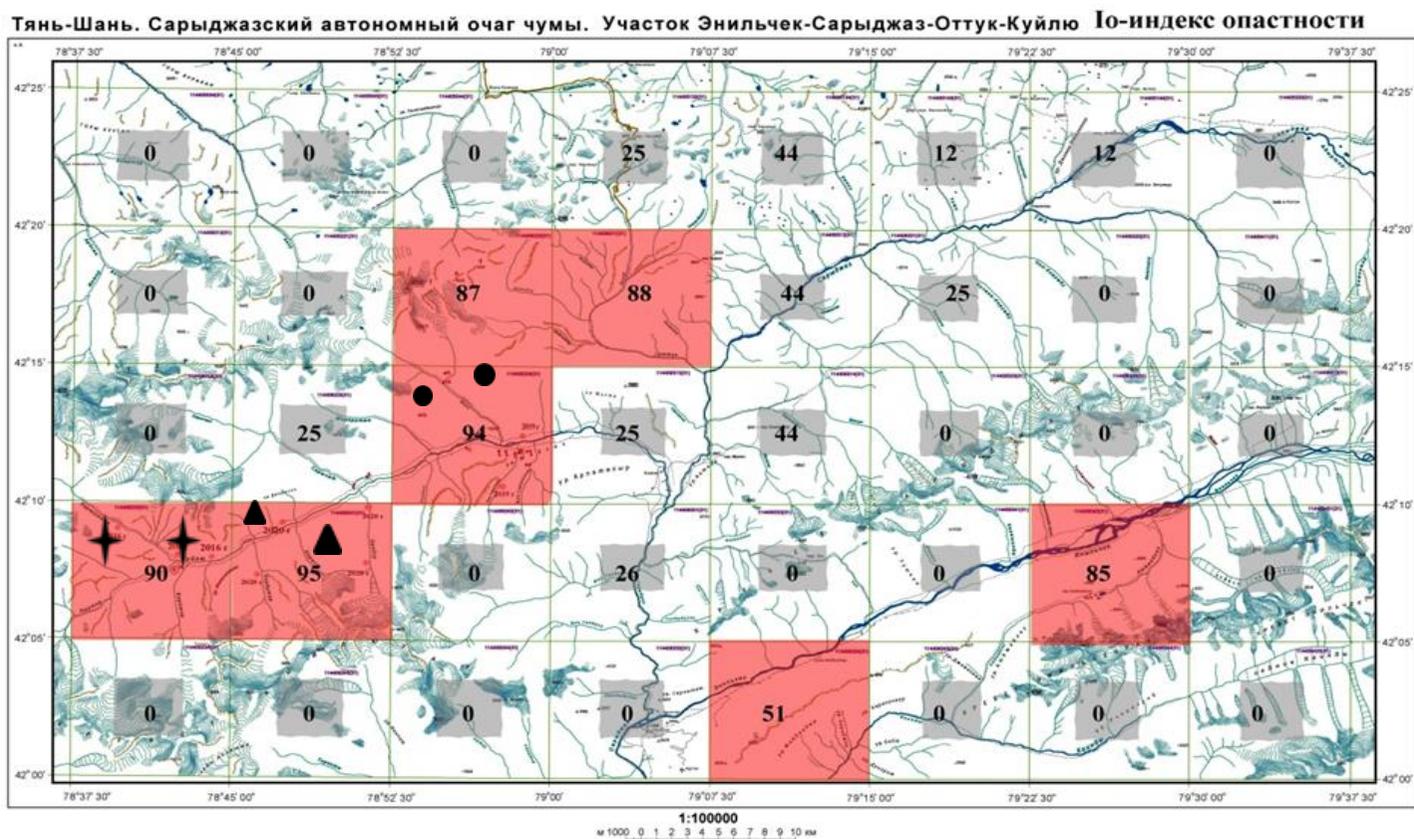


Рисунок 3.20 – Карта эпидемиологической опасности на 2024 год для основной территории Сары-Джазского природного очага чумы:

Примечание - ■ - зоны с высокими значениями ИЗО (выше 50%); + - место выделения культур *Y. pestis* в 2016 г.; ● - место выделения культуры *Y. pestis* в 2019 г.; ▲ - место выделения культуры *Y. pestis* в 2020 г.

По нашим данным, для центральной территории СД очага (40 секторов), представленной на рис. 3.20, характерна на данный момент различная эпидемиологическая опасность: наиболее опасными территориями остаются, как и в 2016 г., бассейн рек Коолу, Оттук, верхнее (урочище Атажайлоо) и нижнее течение реки Эныльчек (место впадения в реку Сары-Джаз). В этих секторах ИЭО варьирует от 51 до 85 % (восточная часть СД очага). В западной части индекс опасности значительно выше и составляет 87 - 95% (рис. 3.20). Представленные нами данные подтверждают расчеты 2016 г. [173] и согласуются с теорией ландшафтной локализации микроочагов чумы, характерной именно для высокогорных сурочьих очагов [10,192]. Таким образом, мы подтверждаем стабильную активизацию СД природного очага, приуроченную, по-видимому, к нескольким микроочагам, расположенным в наиболее густонаселенных сурками долинах рек Коолу, Оттук, Эныльчек, питающих крупную реку Сары-Джаз. Регулярные случаи выделения возбудителя чумы за последние 10 лет, включая эпизоотии в Верхненарынском и Аксайском очаге 2024 г., подтверждают факт активизации высокогорных очагов сурочьего типа, расположенных в Кыргызстане [199, 10]. Основным фактором такой активизации очагов считается изменение климата, а также восстановление численности второстепенных носителей – мышевидных грызунов и эктопаразитов сурков и мышей – блох и клещей [65]. О росте численности последних сообщается [65]. Также в литературе довольно интенсивно обсуждается вопрос о роли второстепенных переносчиков патогенов в природных очаговых территориях, которые могут являться не только пассивными переносчиками инфекционного начала, но и инициаторами эпизоотии [1]. По-видимому, рост численности эктопаразитов в популяциях сурков и мелких мышевидных грызунов способствует циркуляции чумного возбудителя и проявлению единичных эпизоотий. Но, поскольку одна и та же природная территория активно используется человеком для хозяйственной

деятельности (животноводство, туризм, охота и др.), риск распространения инфекции и выноса ее из ядровой зоны очага возрастает.

Для уточнения прогноза 2020 г. нами был повторно рассчитан ИЭР, составляющими которого являются индекс развития животноводства, туризма и плотности населения на исследуемой территории. По полученным расчётным данным мы построили карту эпидемиологического риска, на которой совмещены плотность населения, зоны пастбищного использования, туризма и охоты. Сравнение фактического распределения ИЭР и полученных в 2016 г. данных показало, что в 2016 г. ИЭР был распределен по территории СД природного очага равномерно и варьировал от 18 до 58% [173]. В прогнозе на 2050 г. значения данного показателя возрастают по всей территории равномерно на 5-10 %. Расчет, проведенный на основе обновленных данных, показывает четкую градацию данного показателя по территории: в северо-восточной части очага ИЭР в 2024 г. увеличился до 60%, в центральной части – от 51 до 80% (в секторе 114406333, где расположено село Эныльчек, в котором в данный момент активно развивается горно-добывающая деятельность), и в северо-западной части до 59-77% (таб. 3.11). Как показало сравнение предыдущих расчетов (2016 г., прогноза на 2050 г.) и фактических показаний ИЭР на 2024 г., в 6 секторах из центральной части СД очага расчетный показатель значительно превысил прогнозируемое значение (таб. 3.11). Это связано, прежде всего, с интенсивным развитием туризма на исследуемой территории и возобновлением горнодобывающей деятельности в селе Эныльчек.

Таблица 3.11 - Сравнение фактических и прогнозируемого индексов эпидемиологического риска по территории Сары-Джазского природного очага чумы

Номер сектора	Индекс риска в 2016 г., %	Индекс риска, прогнозируемый на 2050 г., %	Индекс риска в 2024 г., %
114405034	0	Н.о.	77
114405044	22	28	36
114405133	4	10	30
114405144	55	59	60
114406212	18	Н.о.	59
114406223	8	13	15
114406224	18	27	27
114406312	99	62	60
114406321	27	44	57
114406313	45	54	54
114406232	7	10	21
114406331	38	42	54
114406333	58	63	80
114406334	40	45	51

Сравнение значений ИЭР, рассчитанного нами по актуальным данным площадей пастбищ, туристических объектов и количества населения (2024 г.), со значениями 2016 г. показало, что в 14 секторах из 40 фактические значения данного показателя на 2024 г. значительно превысили прогнозируемые к 2050 г. (таб. 3.11). В основном, это обусловлено интенсивным развитием туризма (индекс туризма почти в 2 раза превышает прогнозируемое значение), которое отмечено в этих секторах (рис. 3.21).

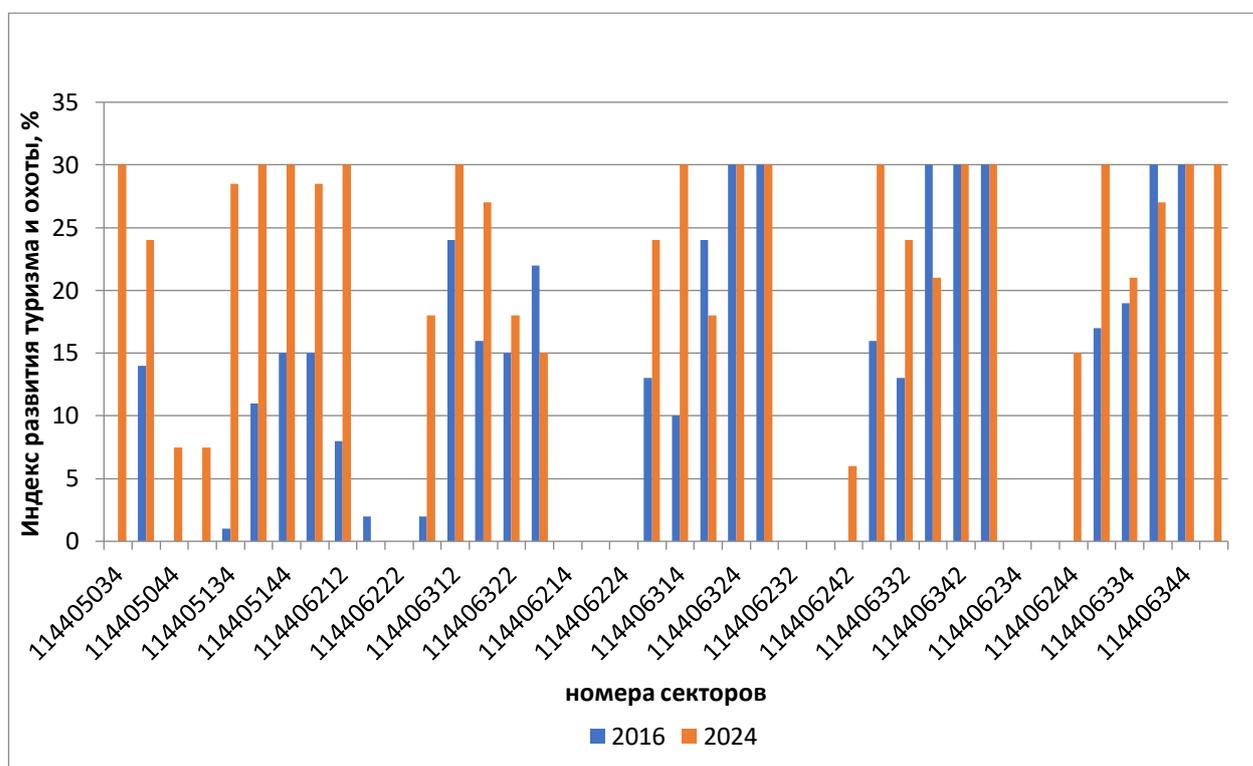


Рисунок 3.21 – Индексы развития туризма и охоты на территории Сары-Джазского природного очага чумы в 2016-2024 гг.

ИЭУ – комплексный показатель, отражающий плотность населения, площади, используемые под пастбища, туризм и охоту, таким образом, указывает на потенциальную опасность населения быть вовлеченным в эпидемию в ходе своей хозяйственной деятельности на природно-очаговой территории. Итоговые расчеты ИЭУ на 2024 г. представлены в виде карты (рис. 3.22).

При сравнении рассчитанного нами ИЭУ с данными 2016 г. обнаружено, что по всей территории СД очага уязвимость населения повысилась (рис. 3.18, 3.22). Это связано с интенсивным развитием туризма, нарастающим использованием пастбищ под выпас КРС, МРС, а также активизацией микроочагов чумы. Такая ситуация совпадает с прогнозом на 2050 г., согласно которому к этому моменту эпидемиологическая уязвимость населения от чумы должна возрасти и превысить уровень 50% в 11 секторах из 40 (рис. 3.19).

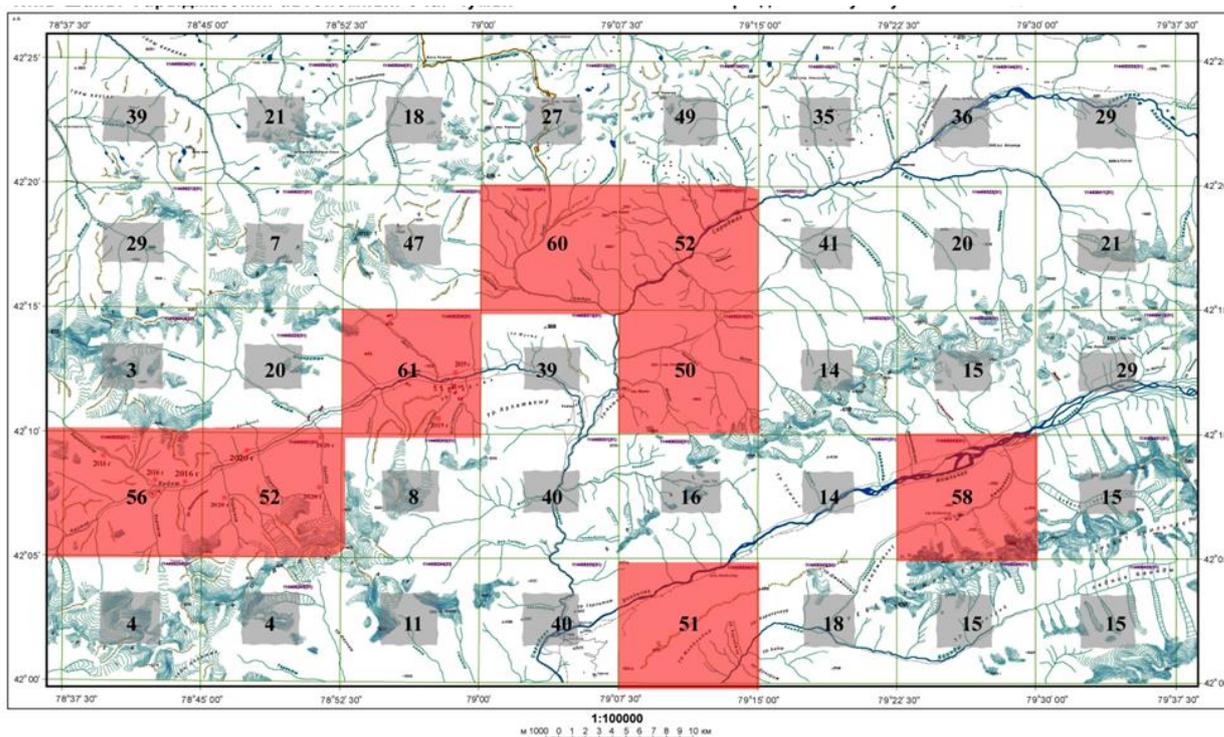


Рисунок 3.22 – Карта распределения индекса эпидемиологической уязвимости 2024 г. на центральной территории Сары-Джазского природного очага чумы  
■ - зоны с высокими значениями ИЭУ (выше 50%)

Наши расчёты показали, что в 2024 г. уже половина из прогнозируемой территории достигла высокого уровня уязвимости (рис. 3.22), и площадь с ИЭУ выше 50% (8 секторов) в настоящее время в два раза превышает таковую в 2016 г. (4 сектора). Дальнейшее сравнение полученных нами значений с прогнозом показало, что в настоящее время в 19 секторах из 40 анализируемых ИЭУ совпадает с прогнозируемым, в этой группе находятся все сектора с высокой ЭУ (выше 50%). В 9 секторах значения ИЭУ в данный момент не достигли прогнозируемых значений.

Что касается территориального распределения уязвимости населения от чумы, наши данные полностью совпадают с прогнозом, т.к. все сектора с высоким ИЭУ в 2024 г. располагаются в зонах высокой уязвимости, указанных в прогнозе. Исключение составляет сектор 11406334, в котором фактическое

значение ИЭУ 2024 г. значительно превышает прогнозируемое, что связано с резким увеличением количества постоянного населения в селе Эныльчек.

Таким образом, данные обследования СД очаговой территории за последние 8 лет показывают, что методика расчета эпидемиологической уязвимости на основе индексов эпидемиологической опасности и риска вполне обоснованно отражает риск для местного населения, занятого на данной территории животноводством или туризмом/охотой, быть вовлеченным в эпидемию чумы. Согласно данному прогнозу, уязвимость на территории очага повысится к 2050-му году значительно при сохранении настоящих тенденций роста численности населения, изменения площадей, используемых под пастбища, роста поголовья скота (КРС, МРС, лошади) и, в большей степени, увеличения туризма. При продолжении активации СД природного очага чумы, а также отсутствия или недостаточной эффективности проведения дезинсекционных работ в данном районе существует большая вероятность увеличения относительной степени уязвимости большей части рассматриваемой территории.

Данная методика внедрена в работу КПЧО (Приложение 4, 5). Использование базы данных помогло определить потенциально наиболее опасные эпидемиологические сектора на территории СД очага. Таким образом, база данных и построенные на ее основе карты могут быть использованы для организации ежегодного эпизоотологического обследования высокогорных труднодоступных территорий.

### **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 дикую фауну ИК области, но и на разнообразие сельскохозяйственных культур фруктовых деревьев и диких ягодных культур. В этой связи было интересно провести оценку агоразнообразия плодовых и ягодных культур, произрастающих в Ак-Суйском и Джеты-Огузском районах ИК области. Для этого мы использовали методику фокусного опроса местных жителей для выявления знаний местных фермеров по агро- и биоразнообразию.

В результате опроса в 2014-2016 гг. было выявлено, что местное население различает следующие сорта плодовых культур (Таблица 3.12): наиболее известными сортами груши в обоих районах (Ак-Суйский и Джеты-Огузский) являются Лесная Красавица, Талгарка, Дубок и Дюшес, всего 4 сорта. Из них местными являются сорта Лесная Красавица, Дубок и Дюшес. Однако последние два 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 сильно распространилась в Кыргызстане, начиная с 2009 г. [142, с. 5]. По результатам опроса фермеров, в данное время почти все грушевые деревья в обоих районах поражены этой болезнью, выкорчевываются и заменяются другими плодовыми культурами.

По абрикосу фермерам хорошо известны 9 сортов, из них местными можно считать 4 – кыргызский урюк дикий, абрикос, Баткентский абрикос, май-урюк – разновидность кыргызского урюка. Среди местных сортов 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. В последнее время в регионе, по словам фермеров, хорошо распространяются сорта абрикоса Королевский и Ташкентский, поскольку имеют высокие вкусовые качества, хороший товарный вид и пользуются большим спросом на рынке.

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

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

Наибольшее разнообразие сортов в ходе опроса выявлено у яблони – фермеры назвали 26 сортов, 21 сорт можно считать местными/традиционными, из них 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, кроваво-красный апорт, Шафран, Пепин шафрановый, Пеструшка, Голден Делишес, Мезгут, Гранштейн, Скороспелка. 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 известными среди местного населения являются облепиха, шиповник и барбарис, а также орех, но практически никто из опрошенных групп не использует ягоды для медицинского назначения, лишь некоторые подтвердили, что собирают ягоды для продажи или приготовления компота для собственного употребления. Состояние диких насаждений этих ягодных кустарников внутри сел и вблизи них фермеры оценили как исчезающие по различным объективным и субъективным причинам, указанным в таблице 3.13.

Таблица 3.13 - Характеристика и состояние диких ореховых и ягодных культур Иссык-Кульской области

<b>Культура</b>	<b>Количество видов</b>	<b>Использование</b>	<b>Состояние насаждений вблизи сел</b>	<b>Причины исчезания</b>
Грецкий орех ( <i>Júglans régia</i> )	1	пища, продажа	единичные деревья	нет саженцев, требуют большой территории
Облепиха крушиновидная <i>Hippophaë rhamnoides</i> [13]	1	продажа ягод, лекарственное средство (масло, варенье)	сильно уменьшаются	вырубка пойменных лесов для освобождения под с/х участки, разрушение прибрежных ландшафтов (выем камней, гальки, обустройство пляжей), варварский сбор ягод, уничтожение мужских кустов, бесконтрольный выпас скота в пойменных лесах, загрязнение

Барбарис разноножковый ( <i>Berberis heteropoda</i> ), Тунберга (В. <i>thunbergii</i> ), кашгарский (В. <i>kaschgarica</i> Rupr), обыкновенный ( <i>B. vulgaris</i> L.)	4	очень редко в медицинск их целях, использова ние для приготовле ния компота	Уменьша- ются	-//-, вырубка для освобождения площади под стихийные туристические стоянки, лагеря, кампусы
Дикая смородина ( <i>Ribes meyeri</i> )	1	-//-	-//-	вырубка, бесконтрольный выпас скота
Калина обыкновенная ( <i>Viburnum opulus</i> )	1	не знают	редко	бесконтрольный выпас скота, туристический бизнес
Шиповник иглистый ( <i>Rosa acicularis</i> ), шиповник гунтский (R. <i>huntica</i> Chrshan.), шиповник Беггера ( <i>R. beggeriana</i> Schrenk.)	3	очень редко в медицинск их целях	Уменьша- ются	бесконтрольный выпас скота, вырубка для освобождения площади под стихийные туристические стоянки, лагеря, кампусы, варварский сбор ягод

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, В<sub>3</sub> и железу (рис. 3.23 – 3.25). Например, у всех изученных сортов яблонь среднее содержание вит. С

составляет 10 мг/100 г, и в то же время у шиповника – 914 мг/100 г, у барбариса – 437, у калины – 97.

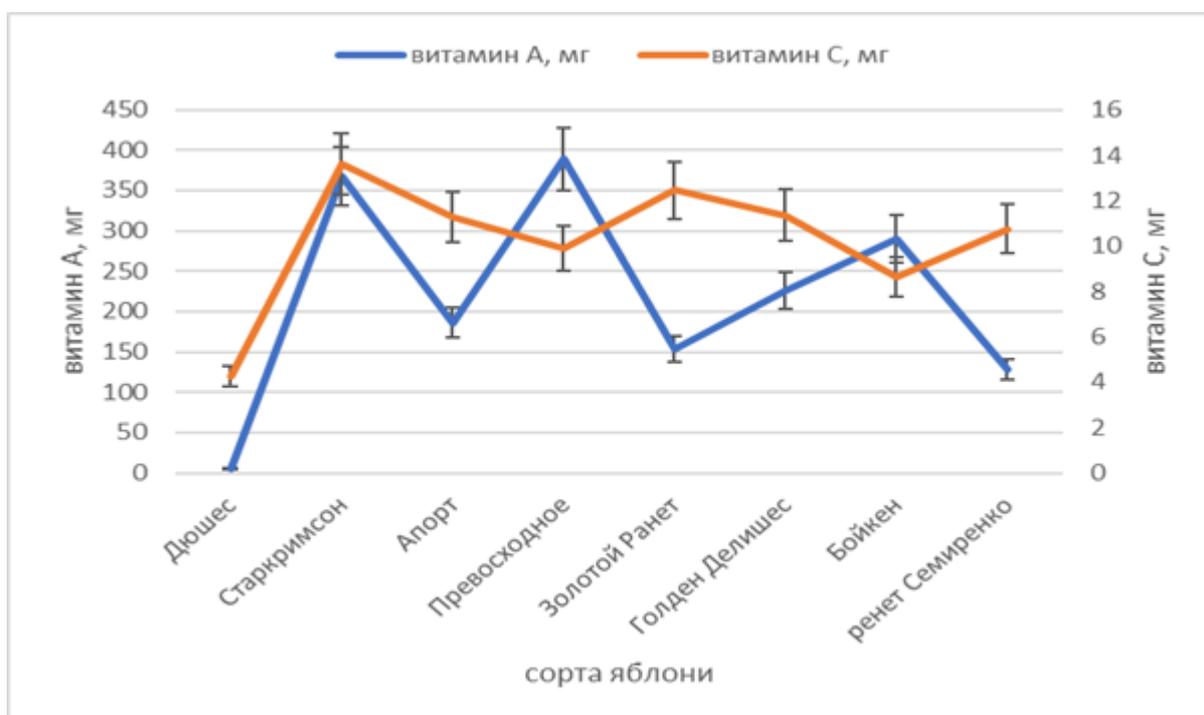


Рисунок 3.23 – Содержание витаминов А и С в плодах местных плодовых культур после 4 месяцев хранения

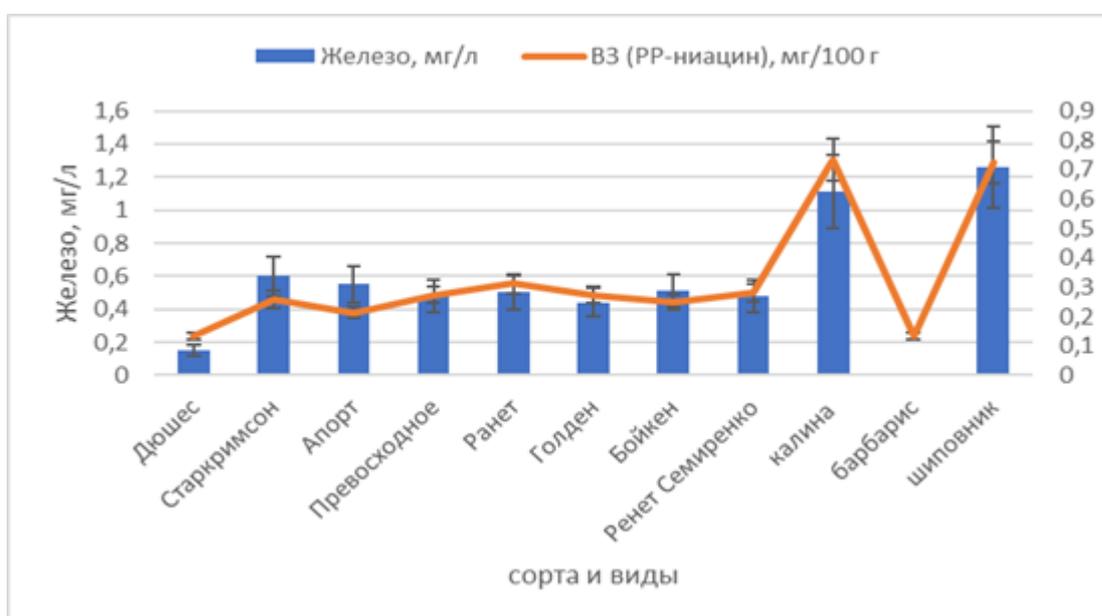


Рисунок 3.24 – Содержание железа и витамина В<sub>3</sub> (РР-ниацина) в плодах и ягодах местных плодовых культур после 4 месяцев хранения

Нами замечена обратная корреляция между содержанием витамина А и С среди диких ягодных культур: максимальное количество вит. С обнаружено у калины, минимальное – у шиповника и, наоборот, у калины – максимальное содержание витамина А и минимальное содержание витамина С (рис. 3.22).

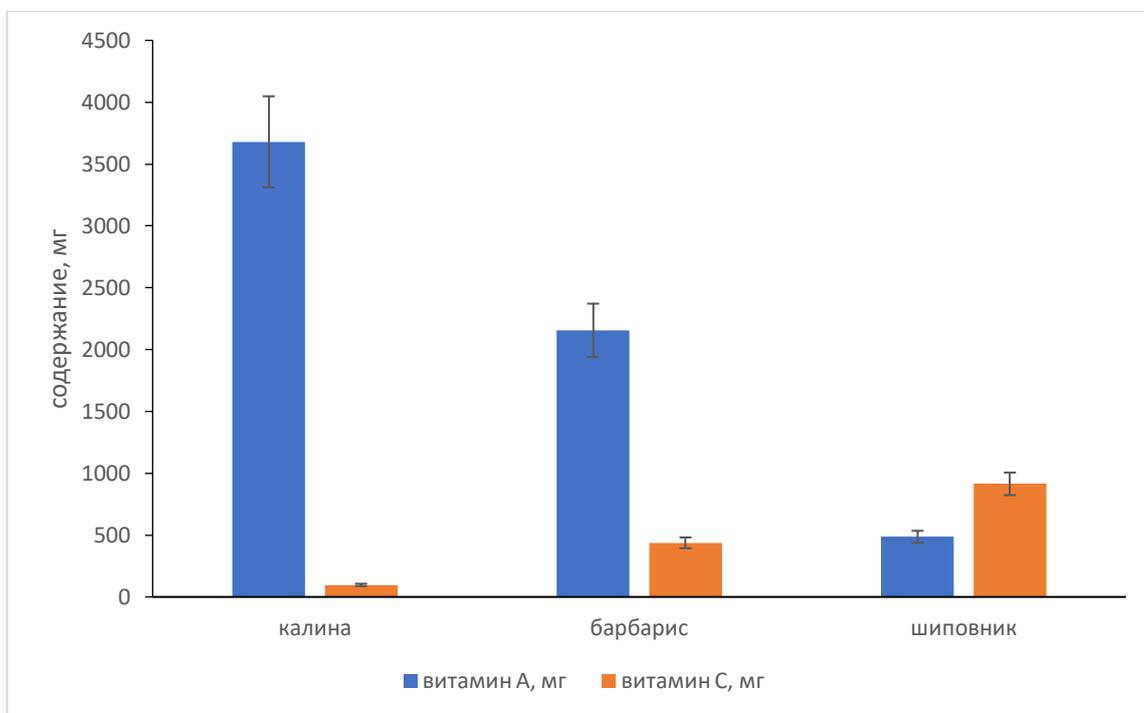


Рисунок 3.25 – Содержание витаминов А и С в плодах диких ягодных культур

Плоды барбариса наиболее богаты  $\beta$ -каротином, а по содержанию железа и ниацина (витамин В<sub>3</sub>) они значительно отстают от плодов калины и шиповника (рисунок 3.24, 3.26). Точно так же плоды барбариса после 4 месяцев хранения не содержат вит. Е, В<sub>6</sub> и кальций (рис. 3.27, 3.28).

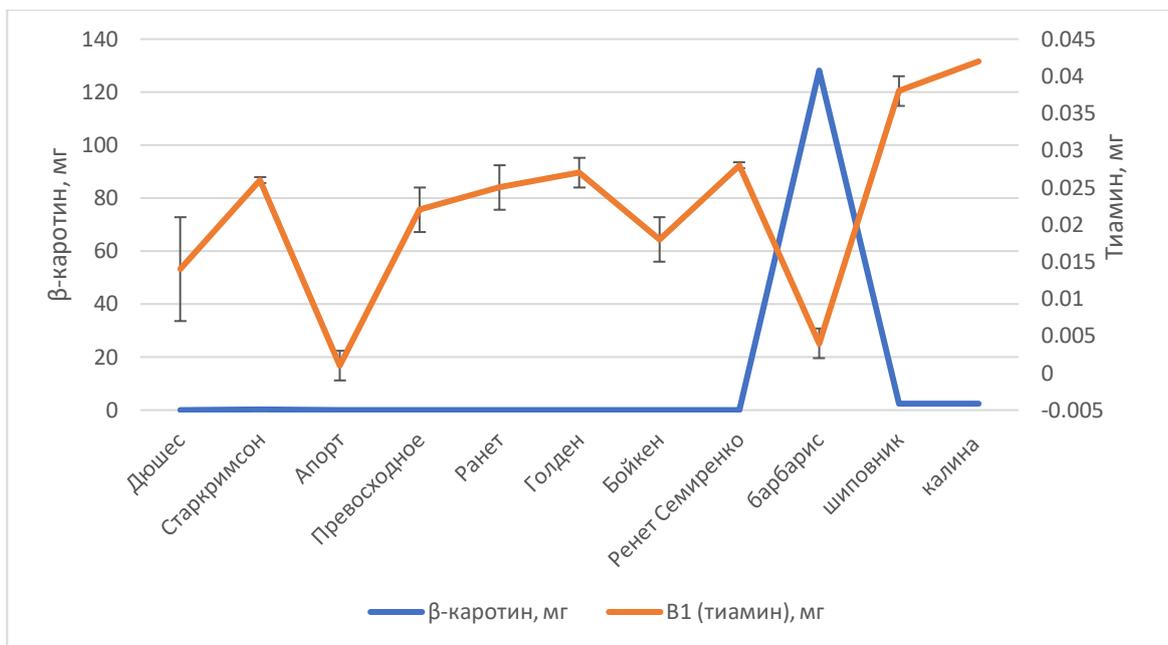


Рисунок 3.26 – Содержание  $\beta$ -каротина и В<sub>1</sub> (тиамина) в плодах и ягодах местных плодовых культур и диких ягодных кустарников после 4 месяцев хранения

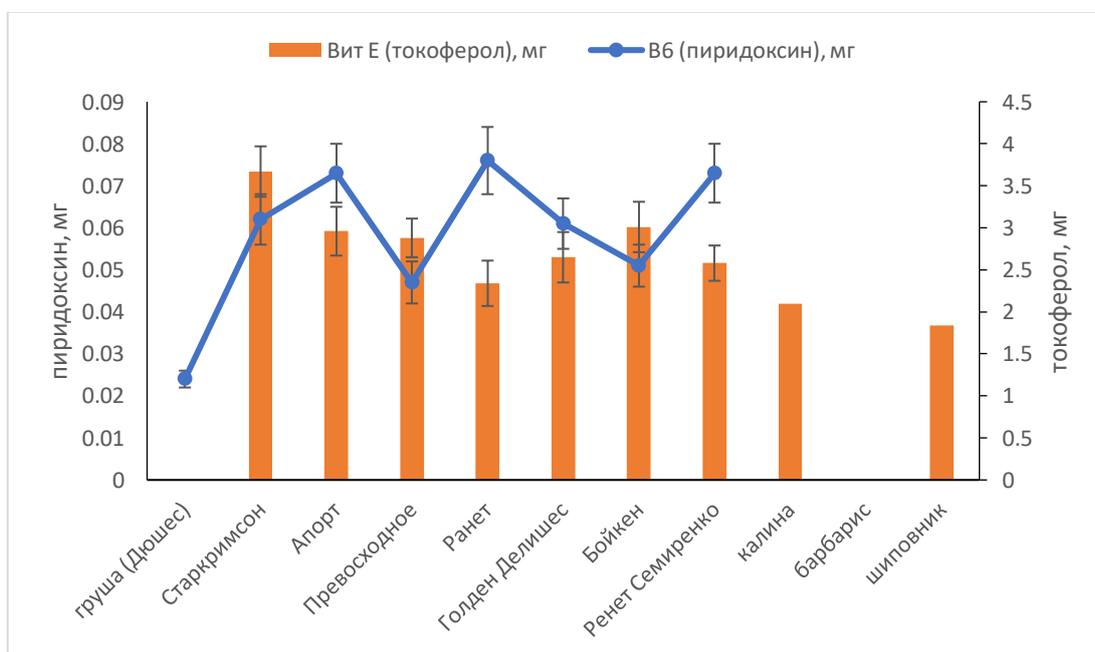


Рисунок 3.27 - Содержание витамина В<sub>6</sub> (пиридоксина) и Е (токоферола) в плодах и ягодах после 4 месяцев хранения

Между сортами яблонь были также обнаружены некоторые отличия по содержанию витаминов: максимальные показатели вит. А обнаружены у сортов Старкримсон и Превосходное, вит. В<sub>1</sub> – у Старкримсон, Золотой Ранет, Голден Делишес, Превосходное, вит. Е – у Старкримсон (рис. 3.23). По остальным витаминам (С, В<sub>3</sub>) и содержанию железа сортовых различий выявлено не было (рисунок 3.24).

Плоды груши сорта Дюшес показали значительно более низкие значения содержания по всем витаминам и железу по сравнению с яблоками (рисунок 3.23-3.27).

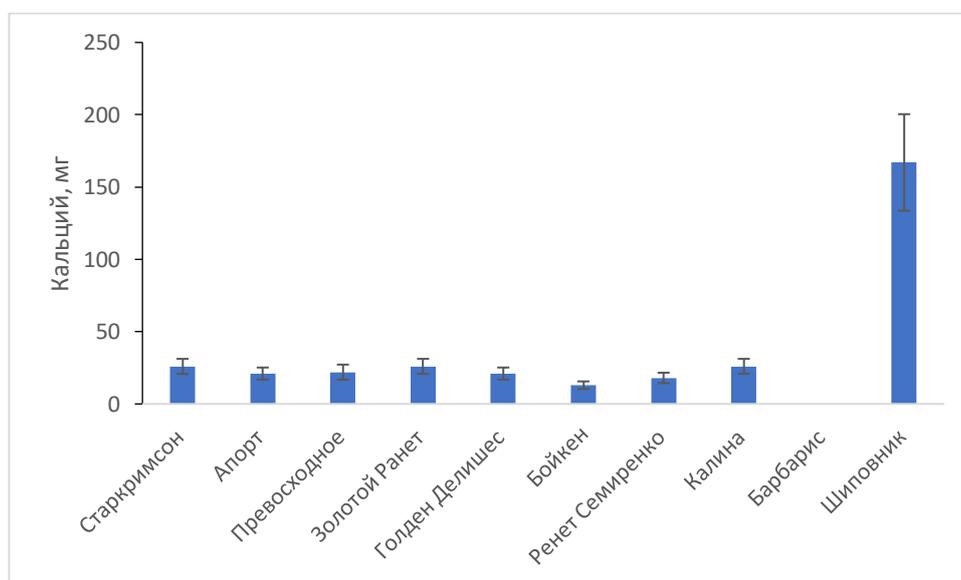


Рисунок 3.28 – Содержание кальция в плодах и ягодах местных сортов плодовых и диких ягодных культур после 4 месяцев хранения

По данным опроса местных жителей была создана база данных «Биоразнообразие плодовых и ягодных культур в ИК области Кыргызстана» (Приложение 3), которая зарегистрирована в Государственной службе интеллектуальной собственности и инноваций при правительстве КР, получено

свидетельство №40 от 22.02.2018 (Приложение 6). Технические характеристики указаны в Методике.

**Область применения:** Электронной базой «Биоразнообразие плодовых деревьев, ягодных культур и их диких сородичей в Иссык-Кульской области Кыргызстана» могут пользоваться государственные сельскохозяйственные, фитосанитарные, биологические и экологические учреждения. Базу данных можно использовать в качестве учебного материала для подготовки специалистов в области фитопатологии, экологии, агрономии, биотехнологии и в качестве матрицы при создании других баз данных по агро- и биоразнообразию.

**Назначение:** Электронная база данных «Биоразнообразие плодовых деревьев, ягодных культур и их диких сородичей в Иссык-Кульской области Кыргызстана» используется для: 1) дифференциации культур и сортов по степени исчезновения; 2) для определения зависимости исчезновения от социально-экономических, биологических и экологических факторов; 3) является платформой для исследований агробиоразнообразия в других природных областях; 4) для совершенствования мониторинга за биоразнообразием в Кыргызстане на основе рекомендаций, разработанных по результатам анализа базы данных; 5) база данных может быть использована для статистического анализа. 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 (Приложение 7).

### 3.3.2. Изучение микробиологического разнообразия филлосферы плодовых культур (груша, яблоня) Иссык-Кульской и Нарынской области

Опрос фермеров показал, что многие частные фруктовые сады страдают из-за болезней, природа которых неизвестна. В этой связи целью нашего исследования было определить некоторых возбудителей бактериальных болезней фруктовых деревьев различными методами. Из образцов пораженных деревьев яблони и груши из ИК и Нарынской областей нами было выделено более 50 штаммов предположительно *Erwinia amylovora*. Первоначально вид был подтвержден культуральным тестом - ростом на полуидентификационных средах Кинга Б и Левановой (рис. 3.29).

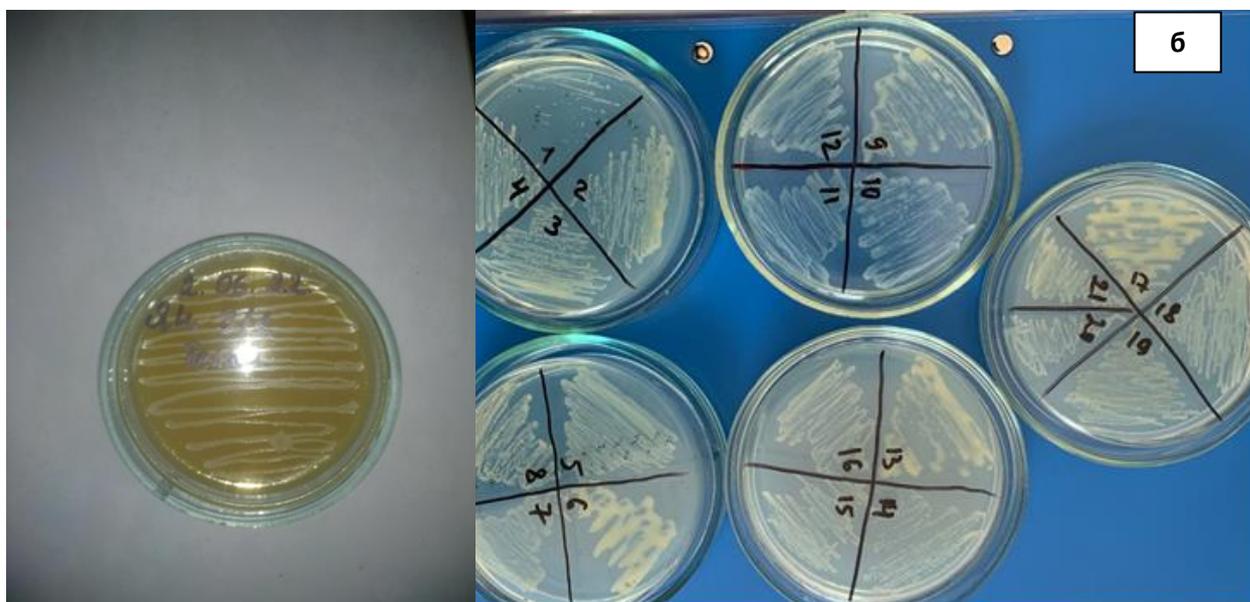


Рисунок 3.29 – Рост возбудителя на среде Кинг Б (а) и среде Левана (б)

По морфологии большинство культур совпадало с описанием в литературе вида *Erwinia amylovora*: на Левановой среде колонии белые, круглые, с плоским краем, зернистые (рис. 3.29, б). На среде Кинга Б – белые, круглые, куполообразные (рис. 3.29, а). Однако среди выделенных штаммов на обеих средах были выделены также желтые колонии (№2, 3, 6, 9, 13, 17, 19, 21).

Морфология культур изолятов №4, 7, 8, 14, 18, 19, 20, 21 на левановой среде соответствовала литературным данным, согласно которым все изоляты молдавских штаммов *E. amylovora* образовывали выпуклые куполообразные колонии S-типа [191, с. 274]. Основные морфологические признаки исследуемых штаммов приведены в таблице 1 Приложения 7.

Для подтверждения вида мы провели биохимические исследования, которые показали, что белые культуры больше соответствуют *E. amylovora* (таб. 3.14), так как быстро гидролизуют сахарозу, маннит, маннозу.

Таблица 3.14 - Биохимический ряд культур предположительно *E. amylovora*

Штамм	Полиуглеводная среда	Сахароза	Маннит	Манноза	Хью
№5 (груша, Нарын, белая)	+	+	+	+	+
№6 (груша, Нарын, желтая)	-	+	+/-	-	+
№4 (груша, Маман, белая)	-/+	+	+	+	+

Желто-окрашенная культура №6 в отличие от бело-окрашенных разлагала полиуглеводную среду и маннит позже.

### **Выделение ДНК и идентификация штаммов с помощью молекулярно-генетических методов**

Как видно из бактериологического теста, точно установить вид бактериального возбудителя только по морфологии штамма и биохимическим свойствам не удастся. Поэтому следующим шагом было проведение молекулярно-генетических тестов. 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. 3.30). Следовательно, из всех изолятов, исследованных на бактериальный ожог, культуры № 7 и 8 являются культурой *E. amylovora*.

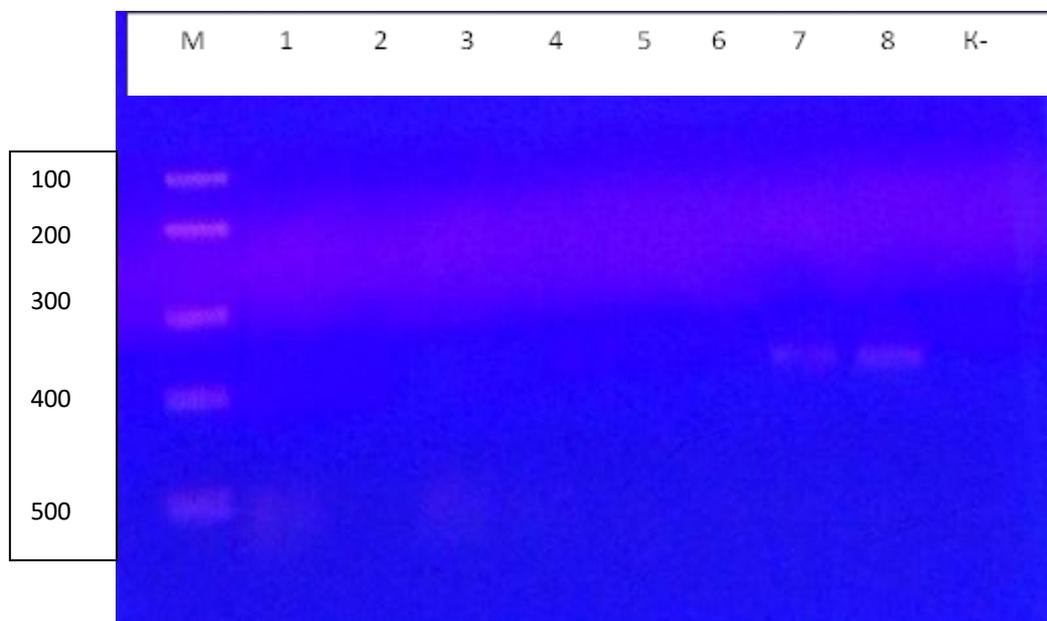


Рисунок 3.30 – Электрофореграмма продуктов амплификации с праймерами PEANT 1 / PEANT 2 (391 п.о.)

М – маркер молекулярного веса, 1 - 6 – неизвестный вид, 7, 8 – *E. amylovora*, К<sup>-</sup> - отрицательный контроль (вода)

Для идентификации остальных культур была поставлена ПЦР с другими специфическими для семейства *Enterobacter* праймерами. Результаты ПЦР со специфическими для семейства *Enterobacter* праймерами показаны на рисунках 3.31 - 3.33. ПЦР гена, кодирующего 16S рРНК, показала образование отчетливых положительных ампликонов у всех исследуемых штаммов (рис. 3.31).

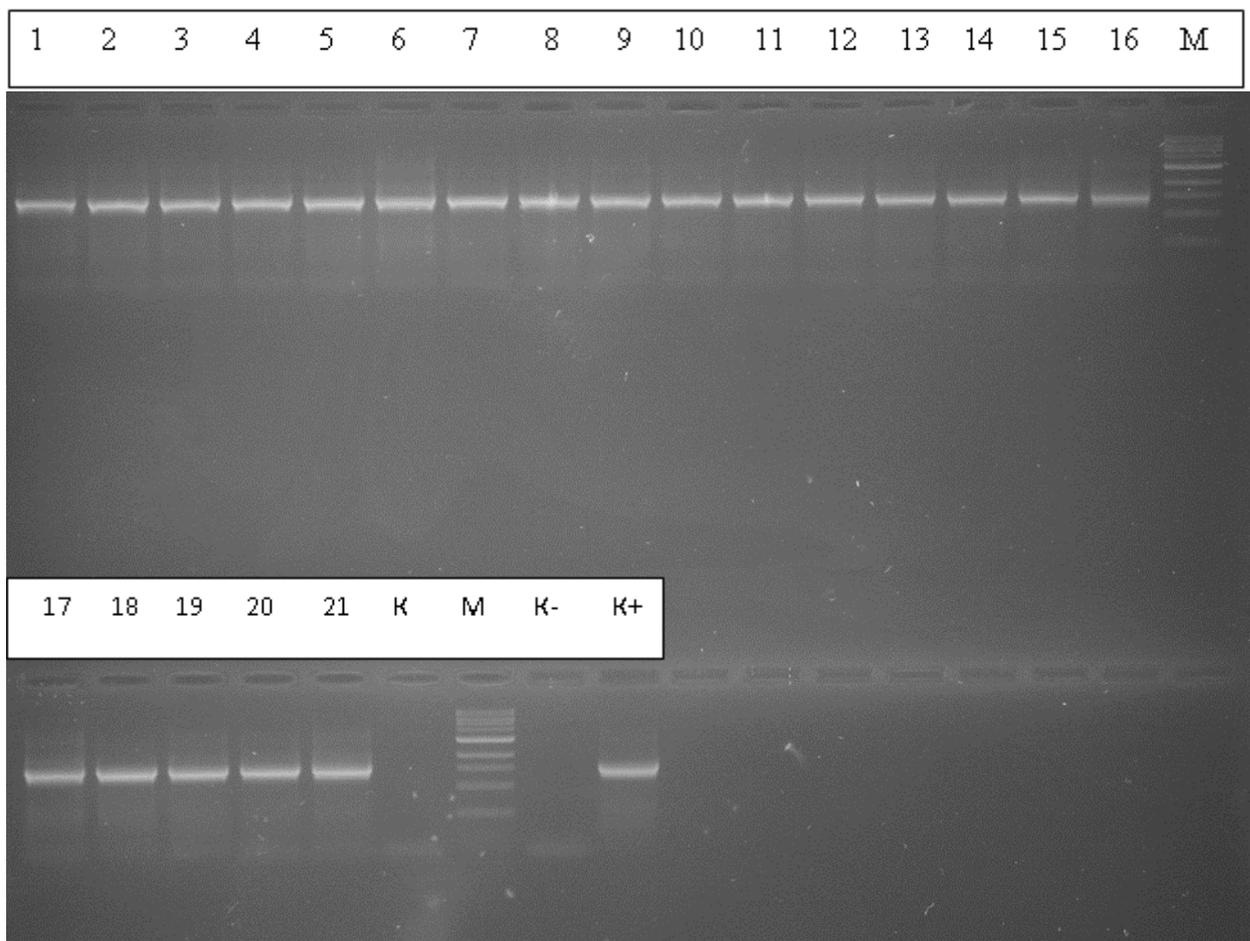


Рисунок 3.31 – Результаты ПЦР штаммов бактерий на 16S рРНК

1-21 – штаммы, М-молекулярный маркер веса ДНК, К – контроль выделения ДНК, К<sup>-</sup> – отрицательный контроль К<sup>+</sup> – положительный контроль (*E. oleae*)

Кроме того, все выделенные из яблонь и груш Иссyk-Кульской и Нарынской области штаммы показали положительную ПЦР по гену домашнего хозяйства groV (рис. 3.32).

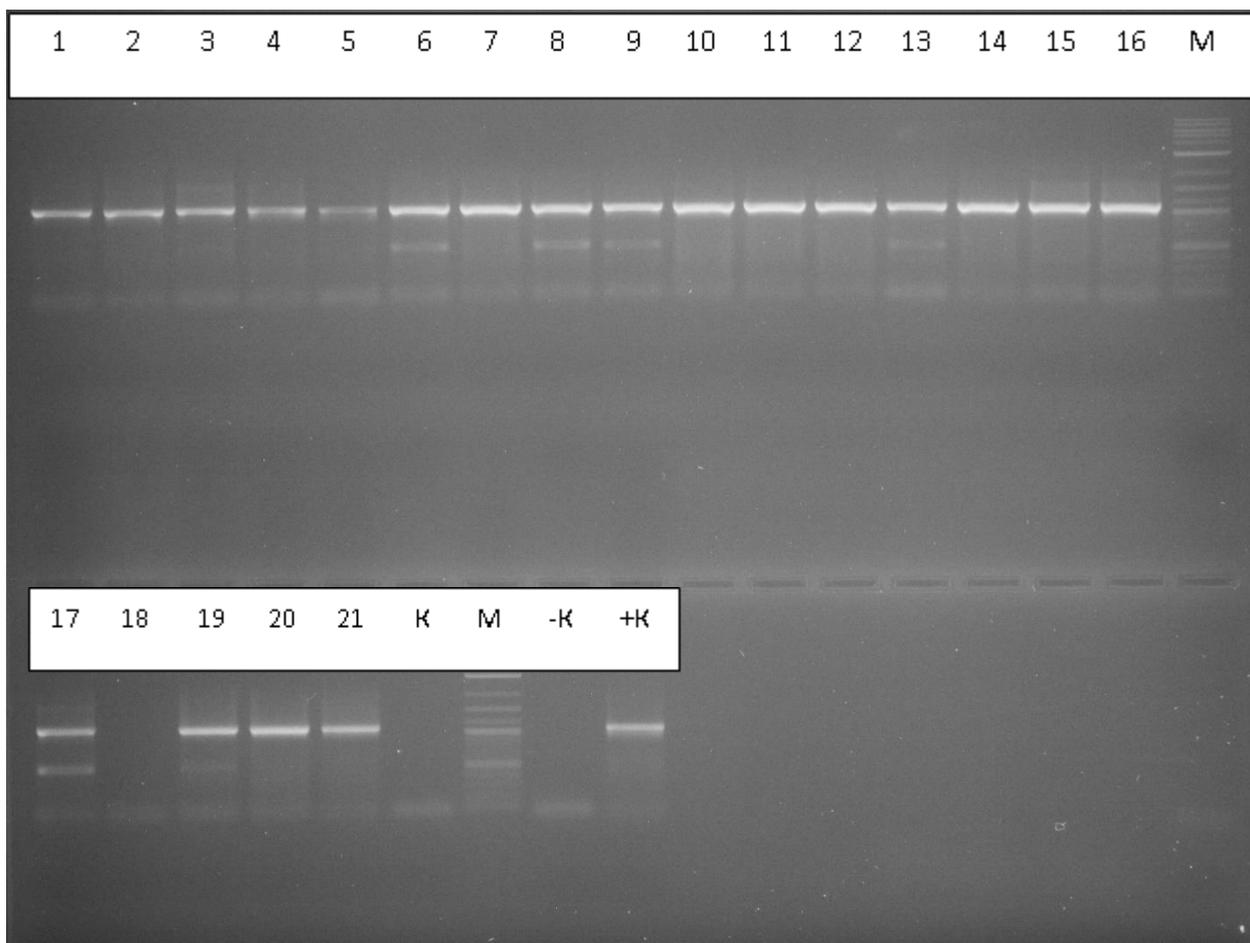


Рисунок 3.32 – Результаты ПЦР штаммов бактерий с симптомами бактериального ожога с праймерами groV CM7-F/groV CM31b-R

1-21 – образцы, М-молекулярный маркер веса ДНК, К – контроль выделения ДНК, К<sup>-</sup> – отрицательный контроль К<sup>+</sup> – положительный контроль (*E. oleae*)

По гену *atpD* все штаммы также были положительными, за исключением штамма 18 (рис. 3.33).

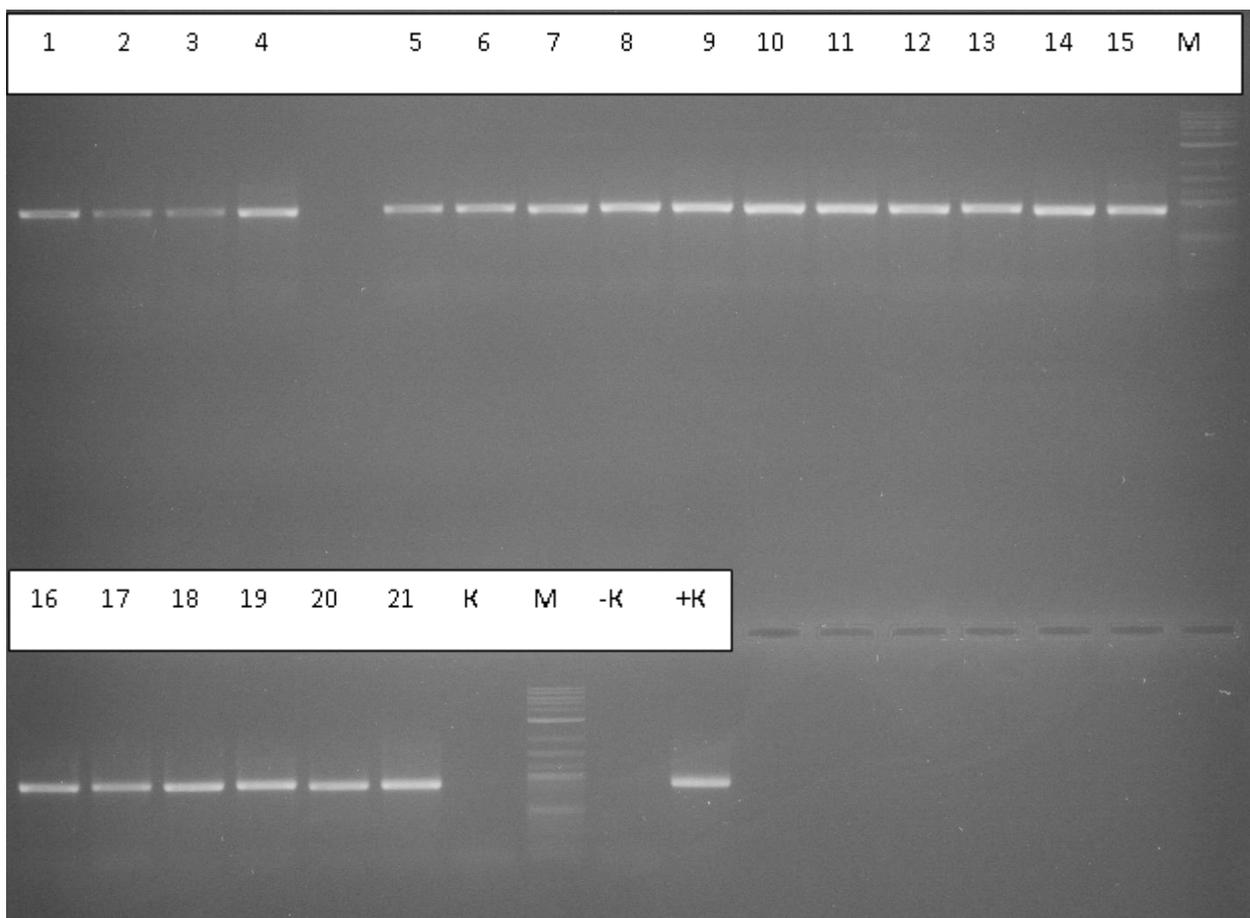


Рисунок 3.33 – Результаты ПЦР штаммов бактерий от яблони и груши с симптомами бактериального ожога с праймерами *atpD*  
 1-21 – образцы, М-молекулярный маркер веса ДНК, К – контроль выделения ДНК, К<sup>-</sup> – отрицательный контроль К<sup>+</sup> – положительный контроль (*E. oleae*)

По гену *infB* положительными оказались лишь штаммы 8, 9 и 18 (рис. 3.34).

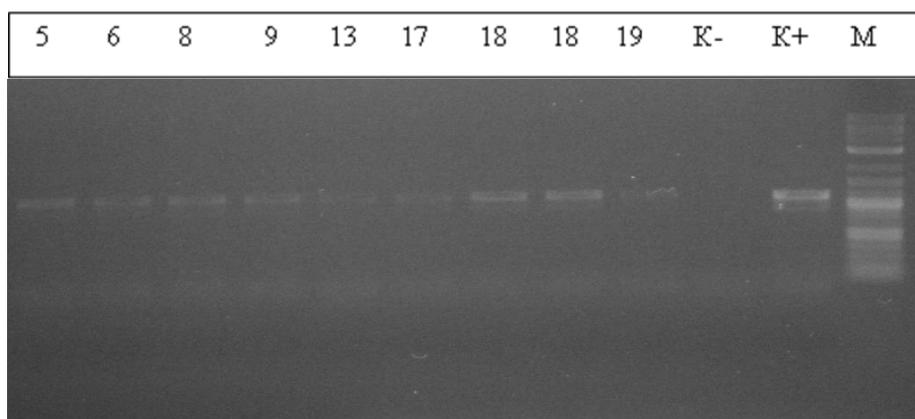


Рисунок 3.34 – Результаты ПЦР некоторых штаммов бактерий от яблони и груши с симптомами бактериального ожога с праймерами *infB*.

Для окончательного определения вида мы провели секвенирование полученных после ПЦР ампликонов. Секвенирование ампликонов гена *groB* штаммов 6, 8, 9, 13, 19 (Таблица 3.15) показало 100% сходство с полным хромосомным геном эталонного изолята *P. agglomerans* CFSAN047153 (GenBank). Секвенирование ампликонов гена *atpD* (540 п.н.; Таблица 3.15) 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* (рис. 3.35).

От этих штаммов отличается 5 штамм с белыми колониями, выделенный из группы Нарынского филиала ботанического сада, результаты секвенирования по обоим генам *groB* и *atpD* показали 100% сходство со штаммом B011483 *Pantoea brenneri* (рис. 3.35).

Штамм №4, выделенный из группы 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). При построении филогенетического древа на основе 2 генов этот штамм вместе со штаммами 20, 21, 10, 12 оказался в одной группе ниже *Escherichia coli* (рис. 3.35).

В одной группе между *E. coli* и родом *Erwinia* оказались штаммы 1, 2, 7, 11, 14 (рис. 3.35). При сравнении фрагментов в базе данных NCBI штамм 2 показал сходство со штаммом 4928STDY7071515 *Pseudoescherichia vulneris* на 99,88% (489 п.н. фрагмент гена *groB*), по гену *atpD* – на 100% (525 п.н.), по гену 16S рРНК на 99,75% (398 п.н.). У штамма 1 получилось расшифровать только одну последовательность гена *atpD*, которая показала сходство на 100% (725 п.н.) с *Pseudoescherichia vulneris*, по остальным генам «домашнего хозяйства» секвенирование провести не удалось.

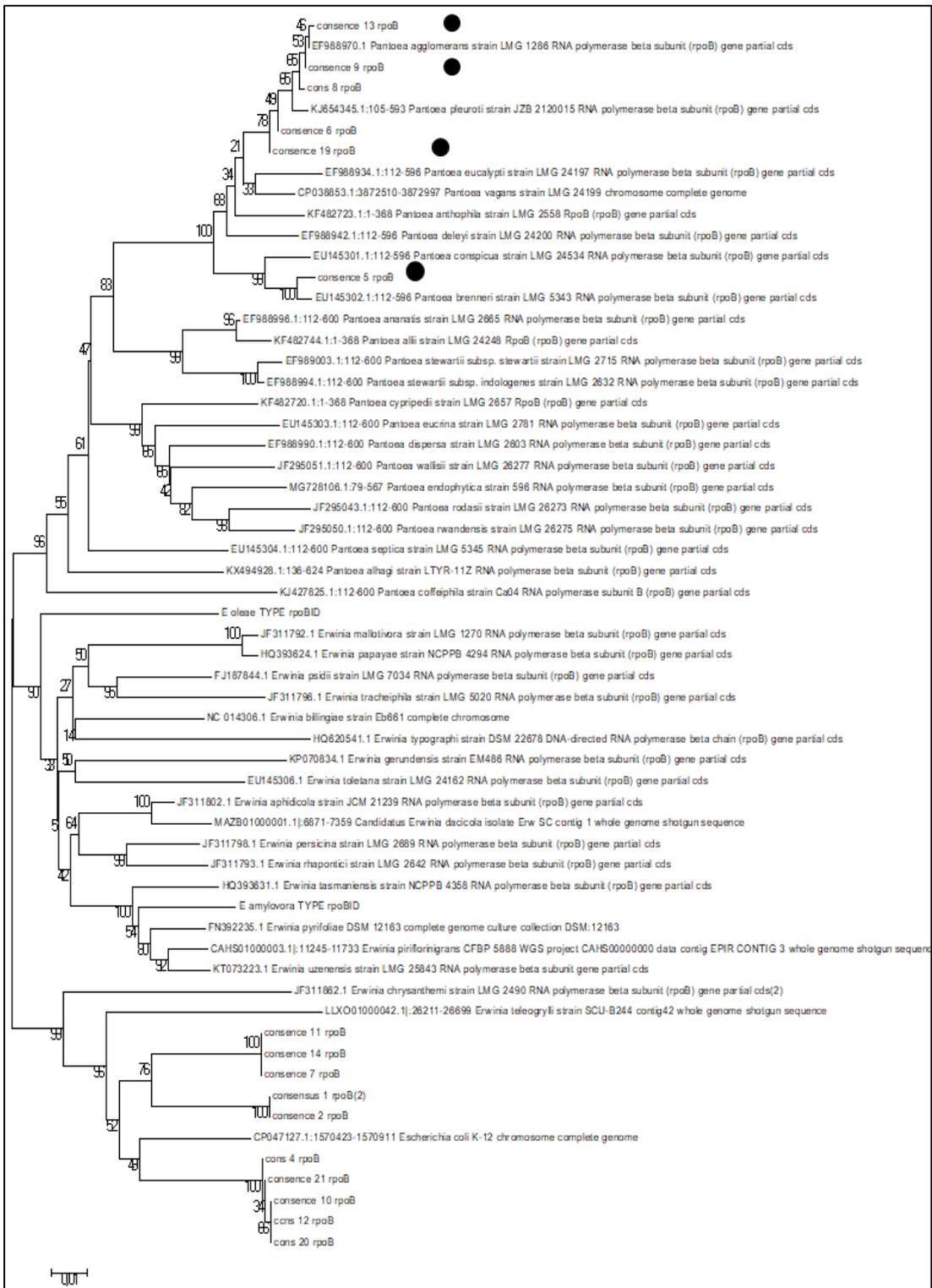


Рисунок 3.35 – Филогенетическое родство изученных штаммов, выделенных из яблони и груши Иссук-Кульской области, с культурами рода *Erwinia* и *Pantoea*, основанная на области 489 п.н. гена *rpoB* и 540 п.н. гена *atpD*, установлена с использованием метода минимальной эволюции.

Исследуемый штамм — ●

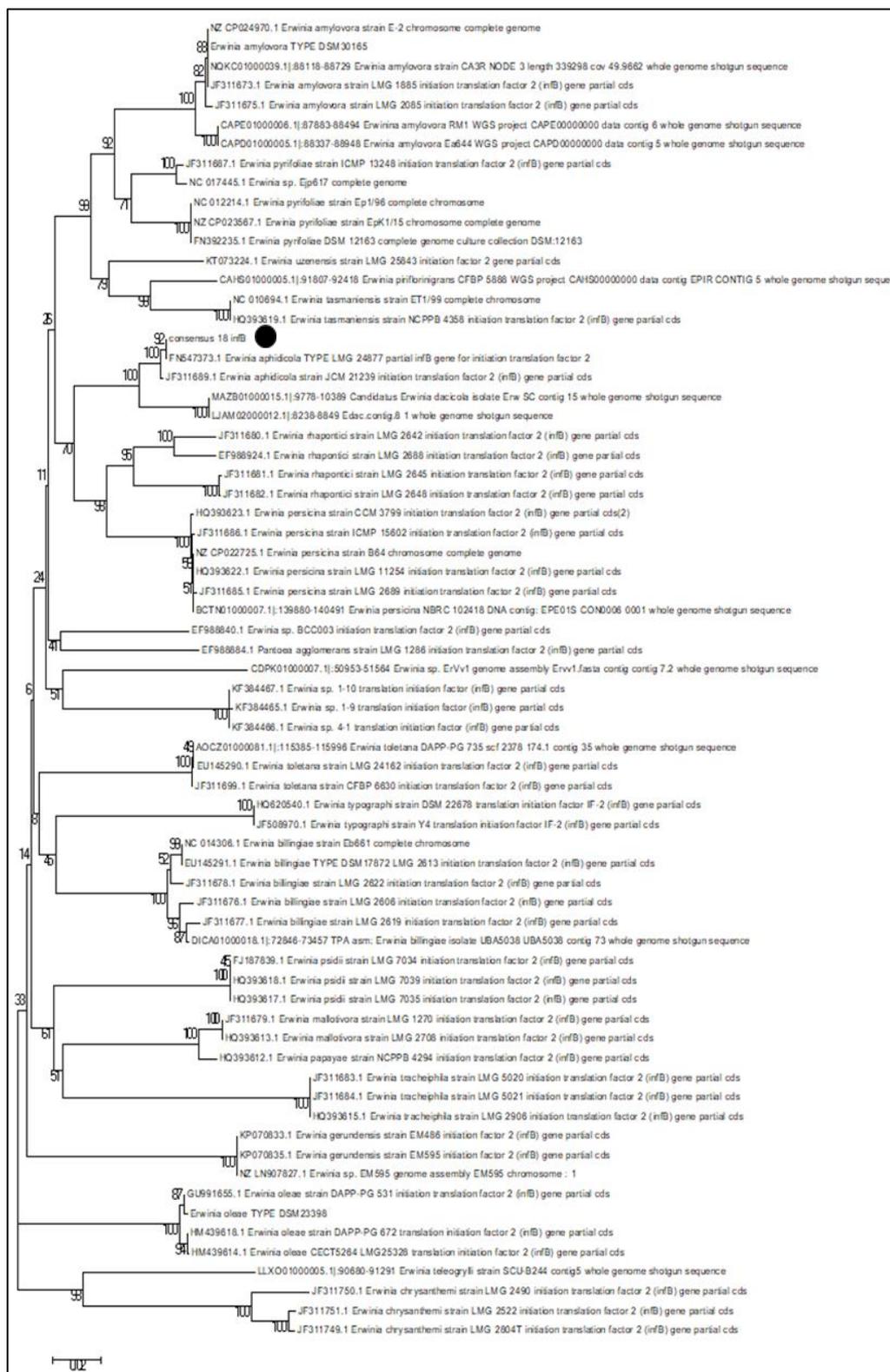


Рисунок 3.36 – Связь штамма 18 с культурами рода *Erwinia*, основанная на области гена *infB* длиной 612 п.н.

Исследуемый штамм – ●

Штамм 7 по всем трем генам (16S рРНК – 1054 п.н., *groB* - 489 п.н., и *atpD*-525 п.н.) показал сходство от 99,91% до 100% со штаммом *Enterobacter kobei* JCM 8580 DN (таблица 3.15).

Штамм 18 по двум секвенированным генам *atpD* и *infB* показал 100% сходство с видом *Erwinia aphidicola*. Филогенетические деревья, построенные для обоих генов, подтвердили видовую идентификацию штамма 18 (рис. 3.36-3.37).



Рисунок 3.37 – Связь штамма 18 с культурами рода *Erwinia aphidicola*, основанная на области гена *atpD* длиной 540 п.н

Исследуемый штамм - ●

Таблица 3.15 - Анализ секвенирования генов *rpoB*, *atpD*, *infB* и 16sРНК штаммов бактерий, выделенных из яблони и груши с симптомами бактериального ожога в ИК и Нарынской области (наиболее схожих по базе данных NCBI)

Штамм №	Источник	Гомологичный микроорганизм (100 % идентичность)			
		<i>rpoB</i>	<i>atpD</i>	<i>infB</i>	16S
3	Яблоня, г. Каракол	-	-	-	P. <i>agglomerans</i> strain DY1 16S ген pPHK
4	Груша, с. Маман, Ак-Суйский р-н	<i>Leclercia tamirae</i>	<i>Leclercia adecarboxylata</i> штамм L21	-	
5	Груша, Нарынский филиал ботанического сада им. Гареева	<i>Pantoea brenneri</i> штамм B011483	<i>Pantoea brenneri</i> штамм B016381	-	
6	Груша, Нарынский филиал ботанического сада им. Гареева	P. <i>agglomerans</i> , штамм SP04022	P. <i>agglomerans</i> штамм ASB05 ПХГ		

8		P. <i>agglomerans</i> штамм SP03383	P. <i>agglomerans</i> штамм ASB05		
9		P. <i>agglomerans</i> штамм CFSAN047 153 ПХГ	P. <i>agglomerans</i> штамм ASB05 ПХГ		
13		P. <i>agglomerans</i> штамм CFSAN047 153 ПХГ	P. <i>agglomerans</i> штамм ASB05 ПХГ		
17		-	P. <i>agglomerans</i> штамм ASB05 ПХГ	-	
18		-	<i>Erwinia aphidicola</i> частичный ген atpD для β субчастицы АТФ- синтазы	<i>Erwinia aphidicola</i> штамм JCM 21239	

Таким образом, из 21 штамма, выделенного из яблони и груши с различными симптомами поражения, были выделены: 1 культура *Erwinia*

*aphidicola*, 1 культура *Pantoea brenneri*, 6 штаммов *Pantoea 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.

Добавление препарата «ЖВ» на 5-й, 12-й и 19-й дни роста существенно увеличивало ростовые характеристики проростков пшеницы: масса листьев у опытных проростков сортов Манас 20 и Интенсивная возросла на 30%. При этом длина листьев увеличилась на 2-2,5 см (рис. 3.38). У сорта Казахстанская 10 видимого эффекта препарата на длину и массу листьев не наблюдали.

Наиболее яркий стимулирующий эффект был обнаружен на корнях проростков пшеницы: добавление препарата в ростовую среду увеличивало длину корней у всех трех сортов: на 17% у сорта Казахстанская 10 и на 31% у сорта Интенсивная (рис. 3.39), но наиболее сильно у сорта Манас 20 (почти в 3 раза). Что касается массы корней, препарат увеличивает массу корней у сортов Казахстанская 10 и Манас 20 почти в 2 раза (рис. 3.39-3.40), и у сорта Интенсивная на 30%.

Препарат «Живая вода» также улучшал энергию прорастания семян пшеницы 3-х сортов на 10% (таб. 3.16) и всхожесть семян (на 15%).

Таблица 3.16 – Энергия прорастания и всхожесть семян пшеницы в зависимости от обработки биопрепаратом «Живая вода»

	Энергия прорастания, %		Всхожесть, %	
	контроль	опыт	контроль	опыт
Казахстанская 10	94	96	98	98
Манас 20	95	98	96	97
Интенсивная	96	100	97	100

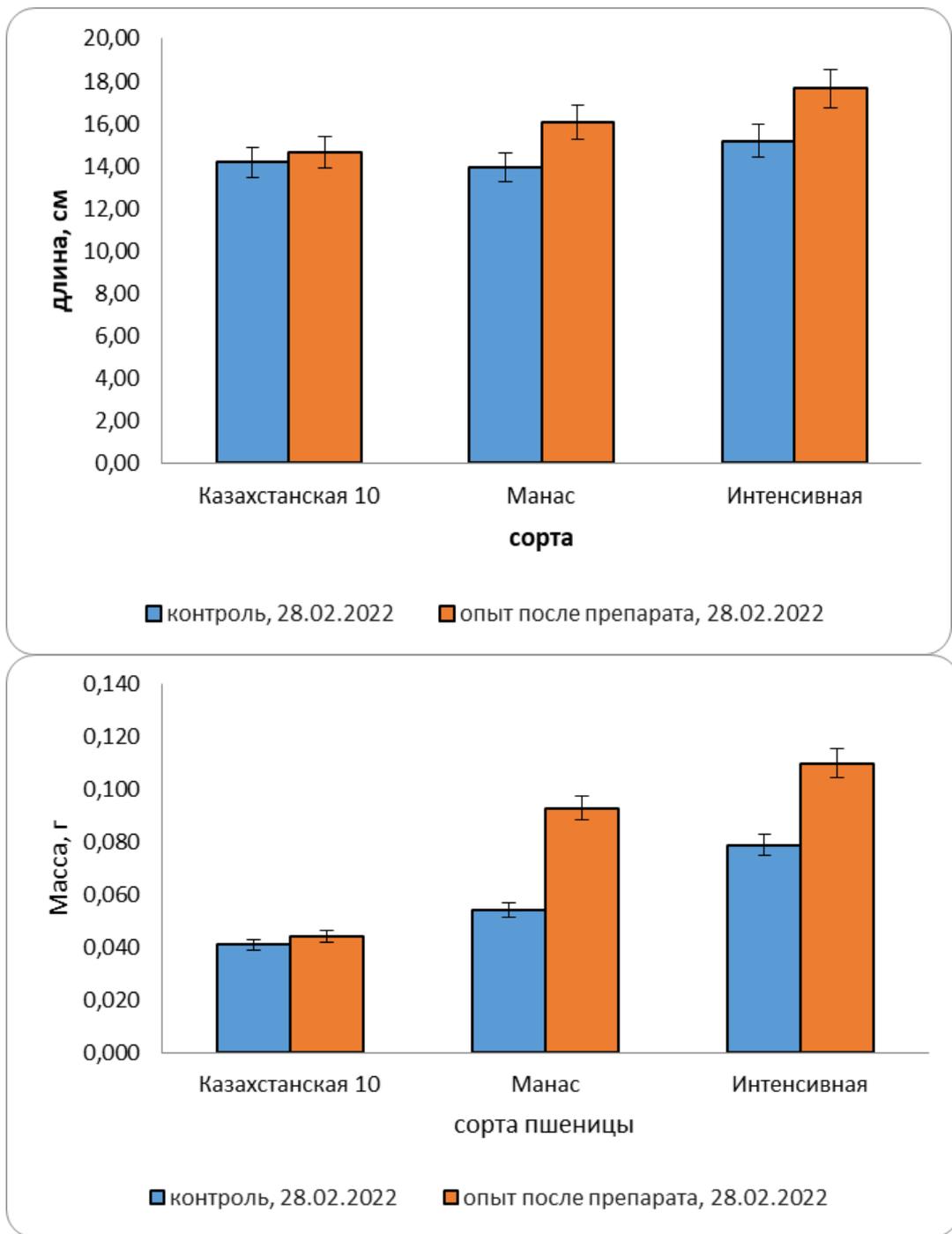


Рисунок 3.38. Влияние препарата «Живая вода» на длину (а) и массу (б) листьев проростков пшеницы

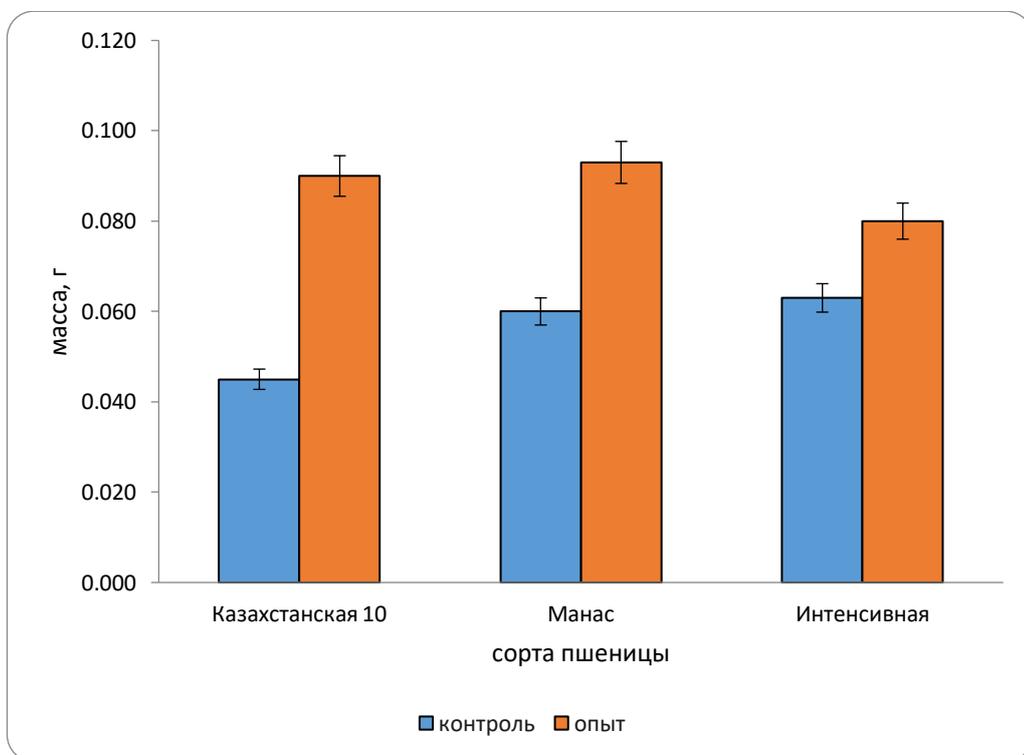
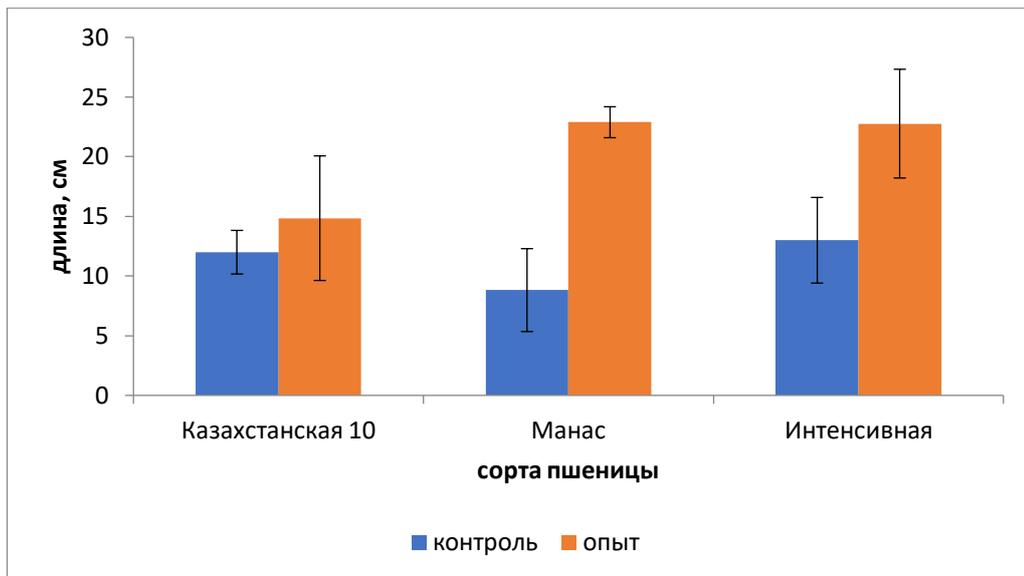


Рисунок 3.39 - Влияние препарата «ЖВ» на длину (а) и массу (б) корней проростков пшеницы



Рисунок 3.40 – Влияние препарата ЖВ на длину корней сорта Манас

Для изучения защитных свойств препарата ЖВ были обработаны более 30 деревьев яблони и груши в Ботаническом саду ИГУ им. К. Тыныстанова (рис. 3.41), 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.



Рисунок 3.41 – Обработанные препаратом ЖВ в разведении с глиной деревья

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

## ГЛАВА 4. ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Начиная с 1950-х гг., большая часть СД и ВН природных очагов чумы изучались ежегодно одновременно и при обнаружении эпизоотии чумы этот район неоднократно обследовался в последующие годы. Такой систематический подход позволяет нам сравнивать две территориально разделенные области происхождения и циркуляции чумы по ее эпизоотологическому состоянию.

В Тянь-Шаньском высокогорном очаге чумы, частями которого являются ВН и СД мезоочаги, серый сурок известен как основной носитель возбудителя чумы, а другие мелкие мышевидные грызуны играют второстепенную роль [38, с. 101; 54, с.108; 55, с. 42; 192, с. 19]. Пространственное распределение сурков в пределах очага связано как с местными ландшафтно-климатическими условиями, так и с различной хозяйственной деятельностью человека – выпасом скота, охотой и туризмом, интенсивно развивающимся в последние десятилетия. Однако в 1950-х, как видно по архивным данным КПЧО, количество сурков на обеих исследуемых территориях было одинаково высоким (рис. 3.1). Значительное снижение численности животных на обеих территориях практически до 0 в течение 50 лет (с 1950 по 2005 г.) не может быть связано только с климатическими или ландшафтными изменениями, например, повышением температуры или годовой нормы выпадения осадков. Повышение температуры в Кыргызстане, начиная с 1960-х г. шло постепенно (на 2,39°C, рис. 1.4) и не могло оказать такого сильного действия ни на качество кормовой базы, ни на численность сурков – основных обитателей альпийских лугов и сыртов Тянь-Шаня. При математическом анализе влияния климатических факторов на численность видов травоядных в различных ландшафтно-климатических зонах России было подтверждено, что основным фактором снижения численности за последние 50 лет является не изменение климата, а антропогенное влияние [193, с. 7; 194]. В ИК области антропогенная деятельность в разных секторах очаговой территории велась неравномерно.

Единственным фактором значительного уменьшения численности популяции серых сурков одновременно в обоих очагах к 2005 г. может быть целенаправленное профилактическое истребление их с целью прореживания плотности поселений, уменьшения контакта животных внутри популяции, что должно было привести к снижению эпизоотологической напряженности по чуме. Такой метод широко применялся в Советском Союзе для оздоровления природных очаговых территорий по чуме [9, с. 18; 195, с. 8, 196, с. 139]. Уничтожение сурков в горных районах Кыргызстана проводилось в 1930–60-х годах с помощью отстрела, применения химических родентицидов (цианплав, хлорпикрин, бромистый метил), отлова капканами [7, с.116; 60, с. 157]. Официальное разрешение на промысел сурков позволило добывать ежегодно до 10 тыс. особей. Истребительные работы против сурков проведены на 820 тыс. га, а суммарная площадь обработок, с учетом повторности, составила 2280 тыс. га. Полевая дезинсекция осуществлена на 1350 тыс. га, путем 4-кратной dustации нор сурков. Все это позволило изъять с пространства 86461 га около 29 тыс. сурков [197, с. 14]. Только с 1975 по 1985 год с оздоровленной территории Тянь-Шаньского очага было сдано 200 тыс. шкурок сурков, что составляет 50% всех заготовок по Республике [9, с. 19]. В итоге численность сурков в Тянь-Шанском автономном очаге к концу 90-х годов колебалась в пределах 5–15 особей на 1 кв. км, т.е. сурки были практически уничтожены. Охота была запрещена в 2009 г., собственно, с этого времени мы и наблюдаем постепенный прирост численности серого сурка на исследуемых территориях.

Численность популяции является результатом взаимодействия двух процессов - размножения и вымирания. Интенсивность этих процессов является одной из характеристик популяции, если интенсивность размножения превышает вымирание, то численность популяции увеличивается [194]. Анализ состава популяций сурков в СД показал, что на протяжении 50 лет соотношение взрослых особей к молодым кардинально не менялось и было примерно 1:1 (рис. 3.2, 3.3), что сохраняет хороший потенциал для дальнейшего

возрождения популяции. Половое соотношение в этой же популяции в 2014-17 гг. показывает преобладание взрослых самцов над самками, а среди молодых особей наоборот. По данным Поле (1974) небольшое преобладание доли самок наблюдается в период роста численности популяции [198, с. 79]. Следовательно, преобладание доли молодых самок над самцами в 2014-17 гг. указывает на рост численности популяции. На благоприятный прогноз прироста популяции сурков в СД также указывает возрастание доли оценившихся самок и общего показателя интенсивности размножения, который обнаружен в 2014-17 гг. (рис. 3.5). Таким образом, состав популяции сурков в данное время имеет хороший потенциал для успешного воспроизводства. Аналогичная ситуация наблюдается и в ВН очаге. Следует отметить, что более высоко расположенные летние высокогорные пастбища для лошадей и овец, так называемые «сырты», на которых проводится исследование популяций сурков, в ВН очаге более удалены от населенных пунктов, чем в СД. Территориальная отдаленность и труднодоступность для человека и домашних животных может быть причиной более быстрого увеличения популяции сурков в ВН в период с 2005 по 2011 гг. по сравнению с СД, где большая часть сыртов плотно используется под летние сезонные пастбища и для внутреннего/международного туризма.

Второстепенным носителем чумы в высокогорных очагах являются мелкие мышевидные грызуны. Раньше штаммы чумы выделяли в соседнем Аксайском очаге из *M. gregalis* (1968) и *S. migratorius* (1983–1984 гг.) и в ВН очаге из *Alticola argentatus* и *S. migratorius* [197]. Также есть факт выделения одного штамма *Y. pestis* от *S. migratorius* в СД очаге [10], 2 штаммов от трупа и группы пойманных хомячков в ВН очаге в 1993 году.

Подобные факты были зарегистрированы в высокогорных очагах чумы Алтая и Тувы, Россия [199, с. 24] и Северо-Аральском песчаном очаге чумы Казахстана [200]. Известно, что второстепенные носители могут выступать не

только в качестве «пускового механизма» эпизоотии, но своей высокой численностью способствовать ее обострению [201, с. 15]

Мы обнаружили тенденцию к изменению видового состава мелких мышевидных грызунов: в обоих очагах за 50 лет узкочерепная полевка (*Microtus gregalis*) стала преобладать в численности над лесной мышью (*Apodemus uralensis*). Из других композиционных изменений следует отметить, что, начиная с 1990-х г., в ВН очаге не обнаруживается серебристая полевка (*Alticola argentatus*). Плотность других мелких грызунов в исследованных очагах чумы примерно одинакова, но численность их значительно сократилась (таб. 3.2, 3.3). Такие сложные изменения могут быть вызваны как абиотическими (климат), так и биотическими факторами, в т.ч. и антропогенными. Известно, что численность мелких мышевидных грызунов зависит от многих факторов: от обеспечения пищей, которая отвечает требованиям вида, наличия укрытий, взаимоотношений с другими видами, входящими в сообщество данного биотопа [202, с. 93; 203, с. 175]. Явное преобладание *M. gregalis* в популяции мелких мышевидных грызунов, обнаруженное нами на территории обоих горных очагов, указывает на полизональность данного вида (эвритропность), 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. Известно, что в высокогорных условиях Республики Тыва, граничащих с Монгольским сурочьим очагом, поселения серебристых полевок тяготеют как к увлажненным участкам, разнотравным лугам, расположенным, как правило, вдоль рек, так и к склонам, которые покрыты богатой травянистой растительностью, скалам, каменистым осыпям [205, с. 58]. Хотя в Южном Кыргызстане на территории государственного природного парка Кара-Шоро основным местом обитания данного вида являются только еловые леса [206, с. 9]. По-видимому, в условиях резко-

континентального климата высокогорного Тянь-Шаня данный вид сужает свои биотопы.

Эвритопные виды играют особо важную роль среди второстепенных носителей очаговых инфекций, так как в период эпизоотии они способствуют циркуляции возбудителя, в том числе и через увеличение количества эктопаразитов в популяции [204, с. 17, 207, с. 101]. В литературе достаточно свидетельств об этой важной роли вторичных носителей как активизаторов эпизоотического процесса в природных очагах чумы [195, с. 245; 201]. 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 остальных видов – *C. migratorius*, *Sicista tianschanica*, *Lepus tolai*) указывают на сокращение биоразнообразия, которое, в свою очередь, изменяет состав биологических сообществ очаговых территорий и динамику передачи возбудителя чумы. Такие биоценотические изменения могут привести к осложнению эпизоотологической ситуации в очаге. Что касается хищного вида каменной куницы (*Martes stone*), этот вид занесен в Красную Книгу Кыргызстана и остается очень редко встречающимся видом.

В последние годы экологами по всему миру обсуждается взаимосвязь уровня биоразнообразия с распространением различных инфекционных болезней. Утрата даже одного вида из экосистемы может изменить «эффект разбавления», обеспечиваемый наличием нескольких неспецифических хозяев возбудителя [17, 4, с. 723]. В нашем исследовании видно, что в последние 20 лет увеличивается плотность совместного проживания грызунов с сурками, при этом происходящее доминирование 1 вида (*M. gregalis*) над другим (*A. uralensis* и *A. argentatus*) на фоне уменьшения численности остальных видов (*C. migratorius*, *Sicista tianschanica*, *Lepus tolai*) уменьшает «эффект разбавления», что может привести к обострению эпизоотического процесса в будущем.

Кроме носителей, очень важным звеном трансмиссии чумного микроба в очаге являются эктопаразиты сурков и мелких мышевидных грызунов (блохи, клещи и вши), выполняя роль активных переносчиков возбудителя между остальными звеньями цепи. Показанная в данной работе многолетняя динамика индекса обилия эктопаразитов (блох, клещей и вшей), найденных в шерсти пойманных сурков СД очага, указывает на их численное изобилие в 1950-х годах, что сопровождалось также высокой зараженностью сурков чумным микробом. С 1977 по 2005 гг. популяции сурков в обоих очагах были подвергнуты обработке инсектицидом дихлордифенилтрихлорэтаном (ДДТ), что позволило оздоровить около 80% энзоотийной территории [9, с. 19; 207, с. 8]. Такие масштабные мероприятия привели к значительному снижению количества эктопаразитов в конце 1990 – начале 2000-х, что видно на рисунках 14-17. Однако сейчас мы наблюдаем четкую тенденцию восстановления численности эктопаразитов в шерсти сурков. Особенно это видно по индексу обилия (ИО) двух специфических блох серого сурка - *O. silantiewi* и *R. li ventricosa* (таб. 3.5), где после почти полного их уничтожения в 1990-е г. снова наблюдается рост численности в 2000-е г. Следует отметить, что начальное значение ИО блохи *O. silantiewi* в шерсти монгольских сурков в Туве в 1975-1977 гг. также было аналогично нашему [208, с. 246]. Многолетняя динамика численности данного вида в Сары-Джазе повторяет общую тенденцию для блох (таб. 3.5), но *O. silantiewi* восстанавливается медленнее, чем *R. li ventricosa*. Известно, что в этой паре специфических блох серого сурка наиболее строгим в отношении хозяина является вид *O. silantiewi*, а *R. li ventricosa* в отличие от первого вида может паразитировать на широком круге животных - прокормителей [209, с. 220]. Такая экологическая особенность, скорей всего, и позволяет виду *R. li ventricosa* лучше поддерживать свою популяцию в данное время, когда численность основного хозяина низкая, а второстепенных – высокая.

Что касается других видов блох сурков в СД очаге, мы обнаружили изменение их видового состава: в 1977 г. основными блохами сурков были *O. silantiewi* (63%) и *R. li ventricosa* (37%, табл. 3.5). В 2014-2017 гг. по-прежнему доминирует *O. silantiewi* с долей 67% от общего количества, но 2 место заняла *Amphipsylla primary* – 14%, сдвинув *Rh. li ventricosa* на 3 место с 6,5% и на 4 место вышла *N. mana* с 4% (табл. 3.5). По-видимому, повышение численности *A. primary* в последние годы связано с обнаруженным нами 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* [210]. Поэтому ей проще выжить в данное время, чем остальным видам своего рода, которые имеют узкий выбор своих хозяев. Что касается вида *A. anceps*, этот вид является строго специфичным паразитом по отношению к единственному хозяину – *Cricetulus migratorius* (211, с. 168]. Наши данные показывают высокую численность серых хомячков в СД очаге в 2014-2017 гг., что и объясняет наличие данной пары хозяин - паразит. Такой же механизм, по-видимому, работает и для пары второго специфического по хозяину паразита – блохи *A. asiatica*, которую обнаружили в шерсти сурков в 2014 г. и ее хозяина – узкочерепной полевки *M. gregalis* (таб. 3.5). Что касается вида блохи *Neopsylla mana* (*Neopsylla mana*, Wagner, 1927), численность которой достаточно возросла в 2016-2017 гг., этот вид так же, как и *A. primary* является паразитом с широким спектром хозяев, среди которых есть все обнаруженные нами грызуны (сурок, серый хомячок, узкочерепная полевка) а также каменка-плясунья, хищники и т.д. [210, с. 201]. Такая экологическая особенность объясняет появление данного вида неспецифической блохи в шерсти сурков, пойманных в СД очаге. Следует также отметить, что данный вид неспецифических блох довольно часто является активным участником цикла циркуляции патогена чумы в

высокогорных природных очагах Монголии, Тувы, Горного Алтая, поскольку в полевых условиях доказана способность блох *N. mana* сохранять возбудитель чумы на протяжении 228 дней без контакта с прокормителем [212, с. 208]. Уместно добавить, что в полевых исследованиях КПЧО как в ВН, так и СД очагах этот вид блохи часто обнаруживали в шерсти их основного хозяина – узкочерепной полевки, что еще раз подтверждает экологическую универсальность данного вида.

Кроме эктопаразитов, обитающих на теле животных, важнейшим элементом циркуляции чумного микроба в очаге являются гнездовые блохи сурков. При этом блоха *O. silantiewi* по-прежнему выполняет функции основного переносчика инфекции, а *Rh. li ventricosa* – функции основного хранителя чумного микроба [209, 210, 69]. Как отмечалось выше, представители рода *Rhadinopsylla* относятся к экологической группе «блох гнезда», сохраняют возбудитель чумы до 420 дней [213, с. 189, 214, с. 145], т.е. могут переваривать кровь в течение очень продолжительного срока и относительно редко нападают на прокормителей для питания. Такие экологические особенности определяют и роль хранителя данной группы в трансмиссии чумы. В нашем исследовании в норах и гнездах сурков в Сары-Джазе обнаружены только блохи видов *O. silantiewi* и *R.li ventricosa*. Общий индекс обилия блох в гнездах имеет тенденцию к восстановлению по сравнению с 1977 г, когда он был очень высоким (23,5 для блох и 0,37 для клещей, соответственно), затем дустационные работы в течение 18 лет практически уничтожили эктопаразитов в гнездах сурков (индекс обилия упал до 0), но в последние годы этот показатель снова медленно возрастает, достигнув значения 5,63 для блох в 2015 г. (таб. 3.7). В ВН в гнездах в 1975 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 только один вид блох *O. silantiewi* и клещи, количество которых в последние годы также показывает тенденцию на увеличение. Таким образом, особенностью нашего исследования является

отсутствие в гнездах сурков в ВН очаге норových блох *R. li ventricosa* в 2010 г. (таб. 3.7), одних из основных хранителей чумы в горных сурочьих очагах. Этот факт, по всей вероятности, является результатом многолетней глубинной дезинсекции нор сурков, которая оказала наиболее сильное воздействие на популяцию этого вида блох, а также снижения численности сурков.

Среди всех изученных нами эктопаразитов одинаковую с блохами многолетнюю динамику обилия в шерсти сурков имеют клещи (рис. 3.9). В последние годы в СД очаге (2014-2017) их численность в шерсти сурков практически достигла уровня 1977 г. (таб. 3.4). В ВН очаге их численность возрождается, но слабее чем у блох и вшей (таб. 3.4). Это подтверждает высокую значимость данных групп эктопаразитов в трансмиссии чумного патогена в популяциях грызунов, имеющих норовой тип проживания. Известно, что именно норовые микробиоценозы придают характер устойчивых элементарных очагов чумы благодаря большому видовому разнообразию и высокой численности различных групп паразитов (блох, клещей), выполняющих различные роли в передаче и сохранении чумного микроба, а также наличию нескольких видов блох, взаимозаменяющих и дополняющих друг друга в разные сезоны года [215, с. 37]. Различные виды клещей имеют разное отношение к чумному патогену: некоторые виды погибают, некоторые живут длительно и переносят чумной микроб в течение своего жизненного цикла. Высокая эффективность иксодовых клещей как переносчиков чумного микроба определяется уникальностью их питания: это временные паразиты с длительным питанием [216, с. 57], кроме того за 1 раз они выпивают крови в 100 раз больше своей собственной массы и в таком большом объеме могут получить достаточное для переноса количество чумной бактерии. Поэтому наибольшее эпизоотическое значение имеют трех- и двуххозяинные иксодовые клещи, которые и обеспечивают циркуляцию возбудителя чумы в очаге [158]. Следует отметить увеличение числа эндемичных районов по КГЛ, ИКБ в последние 10 лет по России, что связано с расширением ареала клещей –

переносчиков возбудителей инфекций [216, с. 49; 217, с. 87]. При трансмиссивных природно-очаговых болезнях, в т.ч. чуме, увеличение количества клещей под влиянием природных условий (пороговые температуры воздуха и сумма эффективных температур, необходимые для развития всех стадий иксодид, положительные значения температур почвы в декабре–марте на глубинах 20, 40, 80 см) может стать предпосылками эпидемий. К внешним признакам благоприятной эпидемической ситуации относятся: увеличение количества фоновых видов мелких млекопитающих, падеж грызунов, насекомоядных, птиц и другие [217, с. 85, 218, с. 174].

Что касается отрицательной динамики численности вшей с общей многолетней тенденцией на уменьшение их количества в шерсти сурков (рис. 3.10), это можно объяснить низкой численностью сурков - основных постоянных хозяев этого вида эктопаразитов. Вши, в отличие от клещей, являются облигатными паразитами теплокровных животных, и требуют постоянного присутствия хозяина, этим можно объяснить явно выраженную скачкообразную тенденцию изменения численности вшей в шерсти сурков, обнаруженную нами. Однако в 2014-2017 гг. виден явный рост численности вшей в шерсти сурков на обеих исследованных территориях (таб. 3.4).

Таким образом, за 56 лет исследований (1960-2016 гг.) мы наблюдаем не только падение численности основных и второстепенных носителей и переносчиков чумного микроба на территории Северного Кыргызстана в результате антропогенной деятельности, но и изменение их видового состава в целях приспособления к изменяющимся условиям окружающей среды и сохранения устойчивости экосистемы. Вытеснение одного вида мышевидных грызунов другим (*A. argentatus*/*A. uralensis* – *M. gregalis*) на фоне резкого уменьшения основного носителя – серого сурка приводит к появлению видового разнообразия их эктопаразитов, среди которых начинают преобладать не узко-специфичные по виду-хозяину, 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 ИК области Кыргызстана.

Данный прогноз подтверждается ежегодными фактами выделения штаммов чумы от сурков и их эктопаразитов (большой частью блох, затем клещей) в ВН и СД очагах в 2012-2016 гг. (таб. 3.8). Итак, в ИК области энзоотичные по чуме территории снова начинают проявлять свою активность, предпосылками которой является возобновление численности сурков и мышевидных грызунов, а также изменение видового состава носителей (утрата одного вида и расселение второго) и их эктопаразитов на фоне постепенного возрастания их численности. Такая ситуация хорошо объясняется активно обсуждаемым в последнее время механизмом «эффекта разбавления», в основе которого лежит наличие нескольких видов - хозяев возбудителя, т.е. большое биоразнообразие, характерное для здоровых естественных экосистем. Естественные экосистемы могут регулировать передачу возбудителя через эффект «разбавления», что приводит к снижению риска контакта между человеком и дикой природой [17, 1]. Утрата вида/видов из экосистемы может потушить «эффект разбавления» и привести к обострению эпизоотического процесса, что мы и наблюдаем в данное время в ВН и СД очагах чумы.

Всего за период наблюдения (1950-2016) в СД автономном очаге было выделено 474 культуры чумного микроба от серых сурков, мелких грызунов, их эктопаразитов, в ВН очаге – 852 (таб. 3.8). Мы отобрали 14 штаммов, выделенных в различные годы и в разных секторах СД очага, территориально удаленных друг от друга, и впервые в Кыргызстане провели их генотипический анализ. Результаты показали, что все 14 штаммов относятся к виду *Y. pestis*, имеют две основные плазмиды вирулентности: рMT1 (ген *cafI*) и рPCP1 (ген *pst*). Дальнейший анализ методом MLVA-7 показал, что все Сары-Джазские штаммы *Y. pestis* делятся на 5 кластеров. Кластер F представлен *Y. pestis* из

казахстанской части Сары-Джаза (13 штаммов), а также 6 штаммами из его кыргызской части (рис. 3.14). По биохимическим признакам, а также анализу 3 SNP-локусов все они относятся к биовару *Antiqua* микроба чумы (0.ANT). Данный биовар филогенетически является самым древним и наиболее вирулентным среди рода *Yersinia*, циркулирует в очагах Китая [10, с. 84]. По недавним результатам полного секвенирования генома и анализа 1646 выявленных SNPs у 29 штаммов кыргызского происхождения, проведенного российскими учеными, этот биовар доминирует в высокогорных очагах чумы Кыргызстана [10, 219]. Более того, кыргызские штаммы, выделенные в Тянь-Шанском очаге, в том числе и анализируемые нами, представляют новую уникальную ветвь данного биовара 0.ANT5, микроочаги происхождения которой находятся в СД и ВН очагах и больше нигде в мире. Проанализировав зоологические, эпидемиологические, генетические явления, мы предполагаем, что в ближайшие 50 лет следует ожидать распространение данного клона штаммов внутри очага, связанное с естественными процессами восстановления экосистемы, признаки которого мы наблюдаем.

Распространение штаммов ветви 0.ANT5 по территории очага может привести к вспышкам заболевания среди населения, которое представлено достаточно плотно, но неоднородно на территориях ИК области. В 2013 г. уже был случай заражения человека чумой во время охоты на сурка в Ак-Суйском районе на территории СД очага, закончившийся летальным исходом. Данные генетического анализа штамма от этого пациента подтвердили его принадлежность к ветви 0.ANT5 [10]. Следовательно, население на территории ИК области постоянно находится под угрозой эпидемиологического риска, так как проживает и занимается животноводством, растениеводством, туризмом и другими видами деятельности на или близко к очаговым территориям, что и оправдывает беспрецедентную по масштабам дезинсекционную кампанию, проведенную в 1970-1980-х. Чтобы оценить потенциальный риск эпидемиологической опасности и уязвимости населения, проживающего на

территории СД очага, мы впервые в Кыргызстане провели математическую обработку накопленных за 70 лет статистических данных по эпидемиологии и эпизоотологии чумы в ИК области, создали электронную базу данных и, основываясь на ней, проанализировали территорию очага по степени эпидемиологического риска, опасности и уязвимости населения. Как видно из карты (рис. 3.18), в группу с высокой уязвимостью населения от чумы входят 4 сектора, в группу со средней уязвимостью – 8 секторов, с низкой уязвимостью – 61 сектор, с незначительной уязвимостью – 30 секторов. В основном, высокая уязвимость характерна для северо-восточной части СД очага. Это связано с активной хозяйственной деятельностью человека в этой части – большинство территории со средней плотностью населения используется под пастбища и туризм. Следующая наша задача была провести прогноз развития эпидемиологической ситуации на исследуемой территории до 2050 г. Чтобы решить ее, мы выполнили 4 подзадачи:

1. Оценить изменение степени уязвимости населения СД очага от чумы на 2050 г., при сохранении существующей тенденции роста **населения** на данной территории. Результаты показали, что при сохраняющейся тенденции роста населения на данной территории этот параметр не повлияет на степень риска, а соответственно и на степень уязвимости;

2. Оценить изменение степени уязвимости населения СД очага от чумы на 2050 г., при сохранении существующей тенденции изменения **площадей пастбищ** на данной территории. Расчеты показали, что при сохраняющейся тенденции незначительного сокращения пастбищных земель на данной территории, этот параметр не повлияет на степень эпидемиологического риска, а соответственно и на степень уязвимости населения от чумы. Однако, следует оставить некоторую вероятность ошибочности данного прогноза, так как мы основывались на официальных статистических данных пастбищных площадей, в которых могут быть неточности;

3. Оценить изменение степени уязвимости населения СД очага от чумы на 2050 г., при сохранении сегодняшней тенденции изменения **площадей туристических зон** на данной территории. Анализ показал, что этот параметр повлияет на степень уязвимости, но не сильно (в 4-х секторах поменяется от незначительной к низкой и в 2-х секторах от низкой к средней, таб. 3.11). Здесь так же, как и с предыдущим показателем, индексом использования пастбищ, этот прогноз может быть заниженным, если взять во внимание случайные неточности открытых статистических данных.

4. Оценить изменение степени уязвимости СД очага чумы на 2050 г., при сохранении настоящей тенденции **выделений чумного микроба** на данной территории. Расчеты показали (таб. 3.11), что уязвимость населения на территории очага к 2050-му году практически не изменится при сохранении настоящих тенденций роста численности населения, изменения площадей, используемых под пастбища и туризм. Однако, почти вся центральная часть территории СД очага к 2050 г. сохранит высокий риск переноса возникающих среди природных носителей эпизоотий чумы на человека, активно расширяющего свое хозяйственное влияние в зонах летних выпасов КРС, МРС и туризма, на которых расположены популяции носителей чумного микроба. Благодаря различным множественным 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 и повышения эпидемиологического риска для населения этих территорий Сарыджаза. Этот риск сохранится в ближайшем будущем, так как горные экосистемы требуют длительного времени для своего восстановления.

Таким образом, хозяйственная и направленная на улучшение эпидемиологической ситуации деятельность человека в течение 50 - 70 лет привела к изменению биоразнообразия высокогорных экосистем внутреннего Тянь-Шаня, где расположены СД и ВН очаги чумы. Восстановление

численности основных и второстепенных носителей, а также их эктопаразитов, признаки которого мы наблюдаем в последние 20 лет, может служить показателем устойчивости высокогорных экосистем.

Помимо животного мира, горные экосистемы Кыргызстана имеют богатейшее биоразнообразие растений, грибов и микроорганизмов, которое было хорошо описано многими учеными [40, с. 25; 44]. Территория Кыргызстана входит в Центрально-Азиатский центр происхождения и окультуривания многих глобально значимых сельскохозяйственных растений [64, с. 16]. Здесь появились и получили свое развитие зерновые, овощные, кормовые и плодовые растения. Непосредственно Южный Кыргызстан известен происхождением многих плодовых и ягодных культур, которые встречаются также в горных экосистемах северного Кыргызстана. В Иссык-Кульской области произрастают дикие виды яблони - *Malus sieversii*, *M. niedzwezkyana*, *M. kirghisorum*, обладающие повышенной морозо- и засухоустойчивостью [106, с. 18], устойчивостью к бактериальным и вирусным болезням [220, с. 113], а также высоким содержанием органических веществ [106, с. 18]. Полученные в результате нашего исследования данные показывают очень высокое разнообразие сортов яблони в ИК области: всего фермерами было названо 26 сортов, 21 сорт можно считать местными/традиционными, из них 19 сортов находятся на грани вырождения. Это Желтый Бельфлер, Белый налив, Ак-алма, Кымыз-алма, Кандиль-китайка, Кандиль Синап – «Стаканчик», Рашида, Раечка, Таш-алма (Лимонка), Кыргызское зимнее, апорт Александр, Криво-красный апорт, Шафран, Пепин шафрановый, Пеструшка, Голден Делишес, Мезгут, Гранштейн, Скороспелка. При опросе фокусных групп было выяснено, что основными причинами исчезновения этих сортов являются плохой спрос на рынке из-за низкой транспортабельности плодов на большие расстояния, плохой лёжкости, скороспелости, отсутствии саженцев. По сведениям фермеров, эти сорта постепенно замещаются новыми, коммерческими, такими как Превосходное, Старкримсон, Томсон, Ренет

Семиренко) имеющими хорошие вкусовые качества, лежкость, транспортабельность.

Из 4 сортов груши, известной фермерам, три являются местными/традиционными и два сорта, Дубок и Дюшес, в последнее время практически исчезли из садов, так как их плоды не пользуются спросом на рынке, хотя имеют высокие вкусовые качества. Плоды сорта Дюшес отличаются большой сочностью и высоким содержанием сахара, но совершенно не пригодны для длительного хранения. Кроме того, в ИК области практически нет перерабатывающих фруктов и ягоды предприятий, поэтому в конце лета - начале осени, когда фрукты и ягоды поспевают массово, нет возможности их переработать. По этим причинам летние сорта яблок и груш, которые не хранятся до зимы, не пользуются популярностью у местных фермеров и постепенно заменяются сортами, хорошо хранящимися долгое время и, соответственно, приносящими доход.

По абрикосу половина известных сортов являются местными, из них 2 сорта находятся на грани исчезновения, так как не представляют собой коммерческой ценности. Таким образом, в ИК области имеется большое разнообразие сортов яблони, абрикоса, груши, основанное местными (традиционными) сортами, которые представляют собой ценнейший генетический ресурс или «Золотой генофонд» Кыргызстана. Эти данные подтверждаются проведенными в 2012 г. международными исследованиями по агроразнообразию «*In situ/on-farm* сохранение и использование сельскохозяйственного биоразнообразия (плодовые культуры и дикорастущие плодовые виды) в Центральной Азии» (2006-2012 гг.). Согласно созданному по этому проекту Реестру, в фермерских и крестьянских хозяйствах Кыргызстана на 2012 г. выращивался 31 сорт яблони, из которых 24 являются местного происхождения [11, с. 15]. В государственный Реестр сельскохозяйственных растений, рекомендованных к использованию на территории КР, включены 183 сорта 18 видов плодовых культур, из которых более 30% составляют сорта

народной селекции [125]. Селекционная работа по яблоне в Кыргызстане начата в 1936 г. и ведется по настоящее время. С 1936 по 1945 г. она проводилась на бывшей плодоовощной опытной станции (в настоящее время КыргНИИЗ), а с 1946 г. в Ботаническом саду НАН КР [220, с .110]. Основными направлениями селекции яблони было создание сортов с высокими вкусовыми качествами и хорошо акклиматизированными к высокогорным условиям Северного Кыргызстана [111, с. 221, 130]. Результатами такой многолетней научно-практической деятельности и является современное богатое сортовое разнообразие плодовых культур в Кыргызстане.

Плоды яблони ценятся во всем мире за вкус, высокое содержание витаминов, органических кислот, пектиновых веществ, микроэлементов. Химический состав плодов всегда является главным приоритетом при селекции яблони. Полученные нами результаты биохимического анализа показали, что после 4 месяцев хранения сорта яблони Северного Кыргызстана отличались между собой по содержанию витаминов: максимальные показатели вит. А обнаружены у сортов Старкримсон и Превосходное, вит. В<sub>1</sub> – у Старкримсон, Золотой Ранет, Голден Делишес, Превосходное, вит. Е – у Старкримсон (рис. 3.23). По остальным витаминам (С, В<sub>3</sub>) и содержанию железа сортовых различий выявлено не было (рис. 3.24-3.28). Таким образом, сорт Старкримсон помимо скороплодности, высокой урожайности и хороших вкусовых качеств плодов, а также транспортабельности и лежкости отличается от остальных сортов, используемых в нашем исследовании (Апорт, Превосходное, Голден Делишес, Ренет Семиренко, Бойкен) стабильным содержанием витаминов А, В<sub>1</sub>, В<sub>3</sub>, В<sub>6</sub>, Е, кальция, железа в процессе зимнего хранения плодов. Такие свойства делают данный сорт очень перспективным для дальнейшего возделывания в ИК области Кыргызстана.

По содержанию вит. С между сортами не было выявлено отличий, при этом у всех изученных сортов яблони содержание витамина С в плодах через 4 месяца хранения варьировало в пределах 8-13 мг/100 г, что является хорошим

показателем сортов яблони кыргызской селекции [130, с. 24]. Известно, что высококачественные сорта яблони в свежих плодах имеют содержание вит. С в пределах 25 - 40 мг/100 г. [221 с. 546]. При этом, селекция на повышение витамина С в плодах яблони идет с большими трудностями, т.е. для переноса и стабилизации данного признака в селекционных работах нужно использовать хорошие родительские формы – доноры данного сложного признака. Следовательно, сорта, культивируемые в Северном Кыргызстане (Старкримсон, Апорт, Превосходное, Золотой ранет, Голден Делишес), которые в данный момент очень популярны у местного населения, сохраняют высокое содержание данного витамина в процессе осенне-зимнего хранения плодов и могут быть хорошим источником генов стабильного содержания витамина С в селекционных работах в будущем.

Кроме плодовых культур, в северном Кыргызстане широко представлены дикие ягодные растения: облепиха, смородина, шиповник, барбарис, калина, боярышник и др. Из этих видов наиболее известными для фермеров ИК являются облепиха, шиповник и барбарис, но состояние насаждений этих кустарников внутри сел и вблизи них фермеры оценили как исчезающие по следующим причинам: вырубка пойменных лесов для освобождения под с/х участки, разрушение прибрежных ландшафтов рек (выем камней, гальки), варварский сбор ягод, уничтожение мужских кустов, бесконтрольный выпас скота в пойменных лесах, внутри сел загрязнение пойменных мест бытовыми отходами.

Проведенные нами исследования показали, что плоды диких ягодных культур (барбариса, шиповника и калины) в десятки раз превышают культурные сорта яблони по содержанию витамина А после 4 месяцев хранения (рис. 3.25). При этом каждый вид имеет свои особенности химического состава: ягоды калины сохраняют максимальное содержание вит. А, В<sub>3</sub> и Е, ягоды барбариса - β-каротина и вит. С, а шиповник – вит. С, Е и В<sub>3</sub>. Плоды барбариса по содержанию вит. Е, В<sub>3</sub>, В<sub>6</sub>, кальция и железа значительно отстают от плодов

калины и шиповника (рис. 3.25). Из литературы хорошо известно, что барбарис содержит очень много вит. С (462-970 мг%) [221, с. 514], количество которого, как мы показали, не теряется во время зимнего хранения. Так же хорошо известно, что ягоды калины богаты вит. А и Е, каротином, минеральными веществами [135], а плоды шиповника превышают лимон, смородину – известные источники вит. С во много раз. Таким образом, наши данные подтверждают литературные, и, благодаря стабильно высокому содержанию витаминов А, С, В<sub>3</sub>, каротина после 4 месяцев хранения ягоды диких кустарников могут служить их источником в каждодневном рационе местного сельского населения. Однако, опрос фермеров показал очень низкую осведомленность местного населения о пищевой ценности и медицинском назначении диких ягод. В то же время согласно отчету НСК КР в 2012 г 35% женщин и 43% детей в возрасте от 6 до 59 месяцев страдали от умеренной и средней анемии [222]. Женщины и дети ИК области имели наивысший процент анемии по сравнению с другими областями Республики (50,9 и 49%, соответственно). Этот показатель остается стабильно высоким в течение последних 15 лет [223]. Как показали наши исследования, 86% от опрошенного населения ИК области полностью реализует плодовую продукцию (яблоки, груши, абрикосы) осенью или зимой, чтобы обеспечить семью доходом от их продажи. Только 14% семей оставляют примерно 50% выращенной в своих садах плодовой продукции для собственного потребления. При этом 65% опрошенных участников (большой частью, женщин) имеют общее понятие о роли фруктов для витаминного обеспечения каждодневного пищевого рациона, однако не пользуются этими знаниями. Очень низкая доля участников опроса знакома с полезными свойствами диких ягодных культур – шиповника, барбариса, калины, однако у большинства населения нет представления о том, как нужно перерабатывать, хранить и использовать ягодную продукцию. Восполнение знаний в этой области может помочь улучшить пищевой рацион в семьях фермеров и в результате уменьшить распространение анемии у женщин

и детей в ИК области Кыргызстана, т.е. способствовать продовольственной безопасности населения данного региона.

В результате опроса нами была создана база данных «Биоразнообразие плодовых и ягодных культур в ИК области Кыргызстана», на основе которой впервые в Кыргызстане был проведен количественный и качественный анализ биоразнообразия плодовых и диких ягодных культур, произрастающих на территории ИК области. Анализ данных позволил определить местные сорта, находящиеся на грани исчезновения: Апорт, Желтый Бельфлер, Белый налив, Ак-Алма, Кымыз-Алма, Кандиль-Китайка, Кандиль Синап - Стаканчик, Раечка, Таш-алма (Лимонка), апорт Александр, Кроваво-красный Апорт, Шафран, Пепин шафрановый, Пеструшка, Голден Делишес, Мезгут, Гранштейн, Скороспелка, а также факторы, вызывающие исчезновение данных сортов, оценить степень распространения коммерческих сортов. Таким образом, база данных была использована для оценивания биоразнообразия плодовых культур в ИК области и выявления наиболее уязвимых сортов и видов.

Уникальные почвенно-климатические условия, обусловленные наличием долины вокруг озера Иссык-Куль, замкнутостью горных систем, опоясывающих ИК долину почти со всех сторон [37, 187], создают очень благоприятные условия для произрастания плодовых и ягодных культур. Созданное здесь агроразнообразие плодовых культур и имеющееся биоразнообразие диких ягодных культур является очень богатым. Однако переход к рыночной экономике после распада Советского Союза и отсутствие планомерной политики развития аграрного сектора экономики в течение 25 лет привели к значительному ухудшению естественного биологического и аграрного разнообразия в данном регионе. Результаты нашего исследования показали, что по всем основным плодовым культурам происходит уменьшение сортового разнообразия. При этом десятки традиционных/местных сортов заменяются единицами коммерческих, приносящих доход фермерам. Единственный критерий выбора сорта в данный момент – его коммерческая

ценность, т.е. возможность сохранить продукцию и продать её ранней весной при максимально высокой цене. Основные факторы такого поведения фермеров - отсутствие качественных здоровых саженцев традиционных сортов и навыков прививок, плохой спрос на рынке из-за низкой транспортабельности плодов на большие расстояния и отсутствия перерабатывающей промышленности, плохая лёжка плодов, скороспелость. Кроме того, серьезной проблемой для Кыргызстана стала завезенная из соседнего Казахстана болезнь, бактериальный ожог, которая поразила почти 90% грушевых деревьев, некогда славившихся своими большими, сочными и сладкими плодами далеко за пределами Республики.

Как показал проведенный нами опрос, на 2015 г. почти все 4 сорта груши в обоих районах ИК области практически исчезли благодаря полному поражению бактериальным ожогом, который распространился в Кыргызстане, начиная с 2009 г. Пораженные этой болезнью деревья выкорчевываются и заменяются другими плодовыми или ягодными культурами.

Диагностику бактериального ожога, как и всех бактериальных инфекций, рекомендуют проводить комплексно классическими бактериологическими и современными молекулярно-генетическими методами [188]. Наши результаты показали, что недостаточно полагаться только на культуральные бактериологические методы. Они не позволяют точно определить вид растительных патогенов только по фенотипическим признакам представителей такого обширного семейства как *Enterobacteriaceae*.

Только проведя серию ПЦР с тремя парами праймеров, нацеленных на 3 гена «домашнего хозяйства» *groB*, *atpD* и *infB*, а также ПЦР на 16S рРНК и, в завершение, проведя секвенирование полученных положительных ампликонов, мы смогли определить вид большинства штаммов. Результаты секвенирования фрагментов двух или трех генов из комбинации *groB-atpD-infB* позволили идентифицировать вид с точностью от 99,25% до 100%. В результате мы констатируем, что в Северном Кыргызстане на яблонях и грушах

распространены следующие патогенные и эпифитные представители семейства *Enterobacter*: *Erwinia aphidicola* из рода *Erwinia*, *Pantoea brenneri* и *Pantoea agglomerans* из рода *Pantoea*, *Leclercia adecarboxylata* из рода *Leclercia*, *Pseudoesherichia vulneris*, *Enterobacter*. Самого возбудителя бактериального ожога *E. amylovora* также удалось определить. Данный вид был зафиксирован в нескольких регионах Кыргызстана [138, с. 848]. Вероятно, в смешанных частных садах ИК области поражения плодовых культур с внешними признаками бактериального ожога представляют собой микс-инфекцию, которая состоит не только из основного патогена *E. amylovora*, но и сопутствующим близкородственным представителем этого же рода *E. aphidicola*, видами *P. brenneri* и *P. agglomerans* - представителями очень близкого к *Erwinia* рода *Pantoea*, а также представителями соседних родов *Leclercia*, *Enterobacter*, *Pseudoesherichia*.

Вид *E. aphidicola* был открыт относительно недавно и филогенетически относится ко 2 кластеру в роду *Erwinia* вместе с двумя эволюционно близкородственными видами, связанными с насекомыми *E. persicina* и *E. rhapontici* [224, с. 127]. О последних видах сообщается, что они регулярно выявляются как совместные изоляты во время обследований бактериального ожога [225, с. 540], что, скорее всего, объясняет наш случай. *E. aphidicola* была идентифицирована как возбудитель пятнистости листьев у фасоли обыкновенной, хлороза и некроза гороха [226; 227], коричневой пятнистости плодов перца в Китае и мягкой гнили растительного сырья в России [228; 229, с. 109]. Кроме того, что бактерия вызывает болезни растений и снижает овощное производство более чем на 50% [230, с. 484], *E. aphidicola* также проявляет патогенность по отношению к гороховой тле *Acyrtosiphon pisum*. Бактерия может продуктивно расти в кишечнике тли и приводит к гибели взрослого насекомого, хотя считается, что тля наряду с растением является организмом-хозяином для данного патогена [231, с. 364]. Характер взаимодействия между бактерией и насекомым пока остается не выясненным,

так же, как и факторы патогенности для растения и насекомого [232]. Сейчас уже понятно, что фитопатогенные представители семейства *Enterobacteriaceae*, включая *Erwinia*, *Dickeya*, *Serratia* и *Pantoea*, относительно плотно удерживают патогенные и непатогенные ассоциации с травоядными и растительноядными насекомыми, используя их как вторичных хозяев [233, с. 352; 234-235]. Современные фитопатогены, ассоциирующие с насекомыми, возможно, имеют наследственные связи с ними и эволюционируют вместе в одном направлении. Предполагается, что к развитию фитопатогенности мог привести генетический обмен с другими фитопатогенами, обнаруженными в филлосфере или ризосфере растения-хозяина после попадания бактерии на него с помощью насекомого – переносчика [232]. Все эти вопросы требуют дальнейшего изучения. Мы обнаружили этот малоизвестный представитель фитопатогенного рода в Кыргызстане и Центральной Азии впервые, что внушает определенные опасения для сохранения биоразнообразия традиционных сортов плодовых и ягодных культур, а также овощного растениеводства. Роль данного представителя в поражении плодовых садов Кыргызстана и его взаимосвязь с возбудителем бактериального ожога еще предстоит изучить.

Наряду с *E. aphidicola* из деревьев яблони и груши ИК области с симптомами бактериального ожога была выделена группа штаммов наиболее близкородственного к *Erwinia* рода *Pantoea*: 6 штаммов *P. agglomerans* и 1 штамм *P. brenneri*. Известно, что *P. agglomerans* — эпифитная бактерия, обитающая в экосистеме сада или филлосфере растений [145, с. 975; 236, с. 1239]. Будучи близким родственником *E. amylovora*, *P. agglomerans* проявляет антагонистические свойства против неё же за счет конкурентного исключения и продукции противомикробных препаратов [237]. В связи с антагонистическими к патогенам свойствами интерес ученых всего мира к представителям рода *Pantoea* очень возрос, в результате за последние несколько лет количество описанных видов рода *Pantoea* значительно расширилось. Род *Pantoea* тесно связан с родами *Tatumella* и *Erwinia* [146, 147], все трое образуют

монофилетическую группу, вложенную друг в друга, в пределах других родов семейства *Enterobacter*: *Escherichia*, *Salmonella*, *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Klebsiella* и *Cronobacter* [145, с. 975]. Штаммы рода *Pantoea* были выделены из ряда источников, но в основном из множества растений. Филогенетическое древо штаммов рода *Pantoea*, сконструированных с использованием генов *gyrB*, *groB* и 16S рРНК, показывает, что виды *P. deleyi*, *P. anthophila*, *P. allii*, *P. cypripedii*, *P. wallisi*, *P. rodasii* и *P. rwandensis* были выделены только из растительных источников, *P. conspicua*, *P. brenneri*, *P. septica* и *P. eucrina* - только из клинических источников и *P. gavinae* - только из источников окружающей среды [145]. Большая часть видов - патогены растений и человека. В то же время есть мнение, что все изоляты *P. agglomerans*, выделенные от представителей семейства Розоцветных, являются эпифитными организмами, а не патогенными [231]. Такой факт дает возможность предположить, что выделенные нами многочисленные штаммы *P. agglomerans* являются не патогенами для яблони и груши, а симбионтами, которые способны усилить иммунную реакцию растений по отношению к болезнетворным микроорганизмам, снижая численность населения вредных микробов [238, с.13].

В микробиологии в последнее время активно изучается вопрос использования представителей рода *Pantoea* в качестве средств биоконтроля, в частности, уже доказано, что эпифитная колонизация растений бактериями рода *Pantoea* снижает заболеваемость растений [150-152, с. 242]. Было показано, что многие штаммы *Pantoea* устойчивы к воздействию окружающей среды, т.е. являются конкурентами, которые производят разнообразные натуральные продукты с антибиотической активностью, такие как пантоцины, гербиколины, микроцины и феназины [151, с. 236; 155, с. 315; 154, с. 770; 156, с. 392; 157]. В более поздних работах было показано, что природный продукт ПНП-1, полученный из штамма *P. ananatis* BRT175, обладал ингибирующей активностью против *E. amylovora* [158, с. 37; 159; 160]. Точно так же

производство каротиноидов, отвечающих за ярко-желтый пигмент бактерий данного вида, по-видимому, играет важную роль в устойчивости к ультрафиолетовому излучению, которое обеспечивает успешную эпифитную колонизацию [237, с. 6861].

Обобщая вышеизложенное, можно заключить, что штаммы *P. agglomerans*, выделенные на территории Северного Кыргызстана в филлосфере плодовых деревьев, представляют собой довольно однородную группу эпифитных бактерий, близкую по своим характеристикам к типовым штаммам, изолированным на географически удаленных территориях. Предполагаемая функция этого вида – повышение сопротивляемости растения к патогенным бактериям, в т.ч. *E. amylovora*.

Мы также обнаружили вид *P. brenneri* в штамме №5, выделенном из груши с симптомами бактериального ожога Нарынского филиала Ботанического сада, который был подтвержден секвенированием по двум генам «домашнего хозяйства» *groV* и *atpD* с точностью 100% как штамм B011483 *Pantoea brenneri* (рис. 39). В современной литературе нет случаев выделения данного вида от растений, поэтому считается, что *P. brenneri* является патогеном человека [147, с. 2431]. Но большое разнообразие известных на сегодня видов *Pantoea* с их широким диапазоном выстраивания паразитических или симбиотических отношений с организмами из различных таксонов (растения, насекомые, животные) позволяют предположить, что клинические изоляты, возможно, обладают потенциалом колонизировать растения-хозяева, так как имеется множество доказательств обратного, когда изоляты из окружающей среды также колонизировали людей [175]. Возможности колонизации хозяина изолятами *Pantoea* остаются в настоящий момент непредсказуемыми, с неизвестным диапазоном растений или животных-хозяев. Поэтому мы предполагаем, что обнаружение вида *P. brenneri* на деревьях груши демонстрирует широкую вариабельность данного рода по способности занимать различные ниши в экосистемах. Роль данного вида пока не известна.

Скорей всего, это патоген, вызывающий поражение груши, схожее с бактериальным ожогом.

Инвазивные чужеродные виды могут иметь прямое и косвенное воздействие на виды и целые экосистемы, они могут изменить состав хозяев в дикой природе и могут принести новых патогенов в экосистему. Поэтому, отслеживая динамику их появления, можно получить хорошее представление о деградации и связанных с ней изменениями экосистемы в обычной эколого-эпидемиологической динамике [17].

Обнаруженные нами штаммы 4, 10, 12, 20, 21 с бело-кремовыми колониями, при построении филогенетического древа на основе 2 генов «домашнего хозяйства» оказались в одной группе, и сравнение последовательностей с базой данных GenBank показало 99,8% идентичность с видом *Leclercia tamurae* и 100% схожесть с видом *Leclercia adecarboxylata*. В пользу последнего вида говорит факт изменения окраски колоний бактерий штамма 21 от кремового до желтого, что является известной особенностью, связанной с *Leclercia* [239, с. 301]. В научной литературе довольно хорошо описан генетический профиль этих представителей семейства *Enterobacteriaceae*, близких родственников рода *Pantoea*, но физиологическая роль их пока остается мало понятной. Есть сведения, что данный вид обитает в ризосфере многих растений и способствует улучшению устойчивости к различным абиотическим стрессам (засоление, недостаток минеральных веществ), благодаря индукции синтеза индолилуксусной кислоты, улучшению усвоения неорганического фосфора и другим механизмам [240, с. 86; 241, с. 1580], но также часто эти виды изолировали от людей как патогены [242, с. 2779]. Недавние исследования показали, что *L. adecarboxylata* является эндофитом пшеницы, т.е. живет внутри растения в корнях и является важнейшим симбионтом растения [243, с. 287]. По-видимому, поражение деревьев груши и яблони в ИК и Нарынской областях представляет собой микс-инфекцию, состоящую из нескольких близкородственных представителей семейства *Enterobacteriaceae*: *Leclercia*,

*Pantoea*, а также *Erwinia*, которые составляют одно микросообщество, могут передаваться различными способами (насекомыми-вредителями или опылителями), но какие выполняют роли, пока остается непонятным.

Таким образом, в Северном Кыргызстане поражение плодовых деревьев (яблонь и груш) вызывается не одним патогеном, а несколькими, механизмы их патогенности для растения-хозяина, а также насекомых – переносчиков, так же как и роль этих видов (*P. agglomerans*, *L. adecarboxylata*) в устойчивости растения к родственным патогенным агентам (*P. brenneri*, *E. amylovora*, *E. aphidicola*) требуют дальнейшего изучения.

Химический состав золы каменного и бурого угля различных месторождений России и Казахстана достаточно хорошо изучен. Так, известно, что зола углей содержит до 30 различных макро- и микроэлементов, многие из которых жизненно необходимы для растений (Ca, Ba, Mn, Fe), а также не содержит солей и органических веществ [245, с. 32]. В то же время зола угля богата подвижными формами P ( $P_2O_5$ ) и K ( $K_2O$ ), которые очень важны для нормального роста и урожайности растений. Оба эти элемента в большинстве почв в регионах интенсивного земледелия являются высоко-дефицитными, так как ежегодно в большом количестве выносятся из почвы растениями. Это приводит к снижению активности ферментов, контролирующих клеточный метаболизм, и веществ, участвующих в синтезе РНК, белков и делении клеток растений [246, с. 124]. Соответственно, при недостатке фосфора рост растений замедляется, что отрицательно сказывается на урожае. Что касается калия, этот элемент выносится из почвы растениями еще в большей мере, чем фосфор. Лишь 1% от общего запаса калия в почве входит в состав почвенного поглощающего комплекса и почвенного раствора, непосредственно участвуя в минеральном питании растений. При этом в почвах с сильным дефицитом калия продуктивность выращиваемых культур существенно падает [247, с. 21].

Таким образом, химический состав препарата «ЖВ» с его богатым содержанием катионов Ca, Mg, K, P на фоне высокой концентрации анионов

сульфата и низким содержанием нитратов и нитритов (не более 2 мг/л) может служить сбалансированным минеральным удобрением и стимулятором роста для растений. По крайней мере, пять очень нужных микроэлементов представлены в препарате «ЖВ» в достаточно высоком количестве. Это Р, К, Mg, Са и S (перечислены в порядке возрастания). Все они очень важны для роста и урожайности растений. Например, магний входит в состав молекулы хлорофилла и принимает непосредственное участие в фотосинтезе [248], входит в состав пектиновых веществ, фитина. Известно, что при недостатке магния у злаковых культур нижние листья становятся полосатыми, при этом осветление листа начинается с краев листовой пластинки и развивается к середине. Это замедляет рост и уменьшает урожайность культур. Кальций - крайне важный элемент для растений. Без кальция не возможен рост корневой системы, формирование клеточных стенок, проницаемость мембран, активность ферментов, секреция, деление клеток [248]. При недостатке кальция в первую очередь страдают корни. Прекращается рост боковых корней и корневых волосков. Сульфат аммония также положительно влияет на развитии корневой системы и повышение надземной массы растений риса [249, с. 38].

В научной литературе изредка встречаются примеры использования золы или самого бурого угля в качестве органоминерального препарата для подкормки и повышения иммунитета растений [245, 162, 253]. Так, 50 лет назад высказывалось мнение, что золу каменных и бурых углей можно использовать в качестве местных источников микроудобрений [245]. В Кыргызстане такой минеральный препарат на основе золы бурого угля получен и изучается впервые, и результаты нашего исследования показали, что препарат «ЖВ» имеет очевидный ростостимулирующий эффект. При этом, максимальный эффект проявляется на корневой системе проростков пшеницы. Корни являются более отзывчивой системой на минеральные подкормки, и быстрее реагируют на стимуляторы роста. Вероятнее всего, это вызвано высоким содержанием микроэлементов, прежде всего S, Са, Mg, К и Р, причем

в растворенном виде и подвижной форме, которая облегчает всасывание этих элементов корнями растений и быстрое вступление их в метаболизм клетки. Таким образом, улучшение роста проростков пшеницы осуществляется за счет обеспечения сбалансированного питания микро- и ультрамикроэлементами.

Препарат «ЖВ» также улучшал энергию прорастания и всхожесть семян всех трех сортов пшеницы. Аналогичные данные были получены при испытании многих других биопрепаратов: содержащих органические кислоты [163], микробиологические агенты [254]. Например, в опытах с другим биопрепаратом Российского происхождения было показано, что разница во всхожести между опытными (обработка заявляемым биопрепаратом) и контрольными (обработка водой) семенами составляет 19%, в энергии прорастания - 10%, в биомассе наземной и корневой частей проростков - 29 и 47% соответственно [255]. Показанный в наших исследованиях эффект препарата «ЖВ» вполне согласуется с этими данными. Таким образом, БП оказывает значительное стимулирующее действие на процессы прорастания семян, рост и развитие растений. Данные показатели характеризуют испытуемый препарат как обладающий хорошим потенциалом для использования его в качестве ростостимулирующего агента.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе было проанализировано влияние длительной хозяйственной деятельности человека на видовое разнообразие высокогорных экосистем внутреннего Тянь-Шаня, а также разнообразие плодовых и ягодных культур в ИК долине. Уникальный материал многолетних наблюдений был впервые собран в единую цифровую базу данных, проанализирован с помощью различных методов и представлен в данной работе, в том числе, в виде прогноза эпидемиологической ситуации на 2050 г. Основными объектами наблюдения являются животные травоядные обитатели высокогорных экосистем Северного Кыргызстана – серый сурок, мелкие мышевидные грызуны (узкочерепная полевка, лесная мышь, серебристая полевка, серый хомячок), их эктопаразиты (блохи, клещи и вши). Растительными объектами служили сорта яблони, груши, абрикоса, грецкий орех, а также дикие ягодные культуры – калина, барбарис и шиповник, произрастающие в ИК долине. В качестве бактериальных объектов, связанных тесными экологическими и эволюционными связями с наблюдаемыми животными и растениями, были выбраны возбудитель чумы – эндемичный для внутреннего Тянь-Шаня биовар 0.ANT5 вида *Yersinia pestis* и другие представители семейства *Enterobacteriaceae* - патогенных и свободноживущих бактерий (виды родов *Erwinia*, *Pantoea*, *Leclercia*, *Enterobacter*). Основные наблюдения проводились в рамках ежегодных мероприятий биологического контроля на энзоотичных по возбудителю чумы высокогорных территориях северного Кыргызстана – СД и ВН автономных очагах чумы, локализующиеся во внутреннем Тянь-Шане.

В результате пространственно-временного анализа собранных за более чем 50 лет экспедиционных наблюдений было обнаружено, что распределение серого сурка как основного вида животного – носителя *Y. pestis* в пределах очага связано как с местными ландшафтно-климатическими условиями, так и с различной хозяйственной деятельностью человека, прежде всего с целенаправленным отловом для уменьшения численности популяции, выпасом

скота, охотой и туризмом, интенсивно развивающимся в последние 20 лет. В 1950-х годах XX в, как видно по архивным данным, количество сурков на территориях СД и ВН природных очагов было одинаково высоким. Снижение численности животных практически до нуля в течение 50 лет (с 1950 по 2005 г.) связано с регулярным и достаточно интенсивным прореживанием популяций сурка в целях улучшения эпизоотологического состояния по чуме, в результате которого эпидемиологический риск переноса данной особо опасной инфекции на человека, действительно, был минимизирован. Снижение санитарно-эпидемиологического и промыслового давления как со стороны государства, так и местного населения в начале 2000-х стимулировало подъем численности сурка в ИК области, который продолжается сейчас. Как показали результаты оценки состава популяций сурков, в данное время идет возрастание их численности за счет стабильного репродуктивного потенциала, оптимального соотношения полов в популяции, возрастающей доли самок среди молодых особей. Таким образом, популяции сурков в северном Кыргызстане сохранили потенциал для успешного воспроизводства, который должен реализоваться при условии ослабления антропогенного влияния.

Мелкие мышевидные грызуны населяют те же биотопы, что и сурки и являются вторичными носителями, способствующими переносу микроба внутри очага. Обнаруженные нами изменения в их видовом составе (увеличение доли одного вида – *M. gregalis*, исчезновение видов *A. uralensis* и *A. argentatus* и сокращение численности остальных видов *S. migratorius*, *S. tianschanica*, *L. tolai*, указывают на сокращение биоразнообразия травоядных грызунов, по-видимому, также вызванное агрессивным антропогенным воздействием. Явное преобладание *M. gregalis* в популяции мелких мышевидных грызунов, обнаруженное нами на территории обоих горных очагов, указывает на эвритропность данного вида, т.е. способность заселять различные биотопы, что дает этому виду преимущество по сравнению с *A. argentatus* и *A. uralensis*.

Совместно со своими хозяевами приспособляются к окружающей среде и их эктопаразиты. В популяциях сурков и мелких мышевидных грызунов важнейшую роль в циркуляции чумного микроба выполняют, главным образом, блохи и клещи, и в меньшей мере вши, от которых в прошлом также выделяли культуры чумы. Анализ уникальных данных изменений численности специфических блох серого сурка *O. silantiewi* и *Rh. li ventricosa* за 56 лет наблюдений показал схожий характер динамики с численностью вида-хозяина. Масштабные мероприятия по прореживанию популяций сурков и глубинная дустация их нор ДДТ в 1960-80-х гг. привели к значительному снижению количества эктопаразитов в шерсти животных в конце 1990 – начале 2000-х. Однако сейчас идет процесс восстановления их численности, при этом в паре специфических блох вид *O. silantiewi* восстанавливается медленнее, чем *Rh. li ventricosa*. Такое отличие, по-видимому, связано с экологическими особенностями: *O. silantiewi* является узко-специфичным паразитом, а *Rh. li ventricosa* может паразитировать на широком круге животных – прокормителей. Такая вариабельность позволяет виду *Rh. li ventricosa* быстрее восстанавливать свою популяцию в данное время, когда численность основного хозяина (серый сурок) низкая, а второстепенных (узкочерепная полевка) высокая. Среди неспецифических для сурка блох также отмечена тенденция увеличения численности видов с широким кругом хозяев *A. primary*, *N. mana*. Увеличение численности вида *A. anceps* в 2017 г. может быть связано с обнаруженной высокой численностью его основного хозяина – серого хомячка. Интересные изменения происходят также среди гнездовых блох: общий индекс обилия блох *O. silantiewi* и *Rh. li ventricosa* в гнездах сурков в 1977 г. был очень высоким, затем дустационные работы в течение 18 лет практически уничтожили эктопаразитов в гнездах сурков (индекс обилия упал до 0), но в последние годы этот показатель снова медленно возрастает, достигнув 24% от величины 1977 г., при этом в СД очаге также быстрее восстанавливается гнездовая блоха *Rh. li ventricosa*, а в ВН очаге в гнездах сурков ее численность пока очень мала. Это

может быть связано с особыми климатическими условиями или более интенсивной дустацией нор сурков на данной территории.

Среди всех изученных нами эктопаразитов одинаковую с блохами многолетнюю динамику обилия в шерсти сурков показали клещи, однако, в отличие от блох, клещи быстрее восстановили свою численность: в 2014-2017 гг. в СД очаге их обилие в шерсти сурков практически достигло уровня 1977 г., но в гнездах пока остается низкой. В ВН очаге их численность в шерсти и гнездах также возрождается, но слабее, чем в СД. Наиболее быстро на всей исследованной территории восстановили свою численность вши, которые, в отличие от клещей, являются облигатными паразитами теплокровных животных и требуют постоянного присутствия хозяина. Этим можно объяснить явно выраженную скачкообразную тенденцию изменения численности вшей в шерсти сурков, обнаруженную нами.

Таким образом, за 56 лет исследований (1960-2016 гг.) мы наблюдаем не только падение численности основных и второстепенных носителей и переносчиков чумного микроба на территории Тянь-Шанского высокогорного очага в результате антропогенной деятельности, но и изменение их видового состава в целях приспособления к изменяющимся условиям окружающей среды и сохранения устойчивости экосистемы. 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 не узко-специфичные по хозяину, а 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 в целях сохранения равновесия экосистемы и приведет к активизации эпизоотии чумы в ИК области Кыргызстана.

Обнаруженные нами биоценологические изменения, несомненно, связаны с осложнением эпизоотологической ситуации в очагах, которое проявляется в виде спорадических вспышек чумы, наблюдаемых регулярно в ВН и СД очагах, начиная с 2012 г. В данных экосистемах мы наблюдаем, по-видимому, уменьшение «эффекта разбавления», когда циркуляция патогена в экосистеме регулируется сохранением разнообразия видов неспецифических хозяев и специфических/неспецифических переносчиков данного возбудителя. Исчезновение одного или нескольких видов из экосистемы влечет за собой проявление других взаимозаменяющих и дополняющих видов, что поддерживает постоянную циркуляцию «аборигенного» патогена в экосистеме, в результате чего наблюдаются вспышки эпизоотии, которые происходили в различных секторах очаговой территории в период 2012-2023 гг.

Всего за период наблюдения (1950-2016) в СД автономном очаге было выделено 474 культуры чумного микроба от серых сурков, мелких грызунов, их эктопаразитов, в ВН очаге – 852. После проведения различных многолетних мероприятий количество культур чумного микроба, выделенных в СД автономном очаге снизилось в 38 раз, в ВН очаге – в 60 раз. По биохимическим признакам, а также анализу трёх SNP-локусов 14 из этих штаммов, выделенных в разные годы и от разных объектов, относятся к биовару *Antiqua* микроба чумы (0.ANT). Данный биовар филогенетически является самым древним и наиболее вирулентным среди рода *Yersinia*, циркулирует также в трансграничных с кыргызскими очагах Китая. Однако недавно расшифрованная российскими учеными полногеномная последовательность кыргызских штаммов показала, что на территории СД и ВН очагов чумы циркулирует отдельная ветвь данного биовара 0.ANT5, которая является уникальной, так как нигде в мире, кроме Северного Кыргызстана, не обнаружена.

Чтобы оценить потенциальную эпидемиологическую опасность и уязвимость населения, проживающего на территории СД очага, впервые в Кыргызстане была создана электронная база данных «Эпидемиология и

эпизоотология чумы в СД природном очаге Кыргызстана», которая имеет как фундаментальную, так и практическую ценность. Фундаментальная ценность заключается в том, что на основе данной базы впервые в Кыргызстане проведен математический анализ территории очага по эпидемиологической опасности, риску и уязвимости населения. Результаты показали, что высокая и средняя уязвимость населения от чумы характерна для 12 из 103 секторов, в основном, северо-западной части СД очага. Это связано с активной хозяйственной деятельностью человека в этой части – большинство очаговых территорий со средней плотностью населения активно используется под пастбища и туризм.

На основе базы данных, используя имеющееся ранжирование по степени уязвимости населения от чумы, был разработан прогноз развития эпидемиологической ситуации на территории СД очага до 2050 г. В прогнозе мы учитывали реальную тенденцию роста населения, использования высокогорных пастбищ, развития туризма и регистрации вспышек чумы на территории очага. Результаты расчетов показали, что 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. будет подвержена высокому риску потенциального заражения населения. Такой прогноз подтверждается: в 2024 г. уже половина из прогнозируемой территории достигла высокого уровня уязвимости, и площадь с ИЭУ выше 50% в настоящее время в два раза превышает таковую в 2016 г. Дальнейшее сравнение полученных нами значений с прогнозом показало, что в настоящее время в 19 секторах из 40 анализируемых ИЭУ совпадает с прогнозируемым, в этой группе находятся все сектора с высокой ЭУ (выше 50%).

Благодаря множественным 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 и повышения эпидемиологического риска для

населения этих территорий Сары-Джаза. Этот риск сохранится в ближайшем будущем, так как горные экосистемы требуют длительного времени для своего восстановления. Таким образом, хозяйственная и направленная на контролирование эпидемиологической ситуации деятельность человека в течение 70 лет привела к изменению биоразнообразия высокогорных экосистем внутреннего Тянь-Шаня. Восстановление численности основных и второстепенных носителей, а также их эктопаразитов, признаки чего мы наблюдаем в последние 20 лет, может служить показателем устойчивости высокогорных экосистем.

Кроме уникального биоразнообразия Северный Кыргызстан известен также своим богатым агроразнообразием, то есть имеет исторически сложившееся большое разнообразие сельскохозяйственных культур. Особенно широко представлены здесь яблоня, груша и абрикос, из диких ягодных культур - облепиха, смородина, шиповник, калина и др. Полученные в результате нашего исследования данные показывают очень высокое разнообразие сортов яблони на относительно небольшой территории Иссык-Кульской области: всего фермерами было названо 26 сортов, 21 сорт можно считать местным/традиционным, однако 19 из них 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, Кроваво-красный апорт, Шафран, Пепин шафрановый, Пеструшка, Голден Делишес, Мезгут, Гранштейн, Скороспелка. Основными причинами исчезновения этих сортов являются плохой спрос на рынке из-за низкой транспортабельности плодов на большие расстояния, плохой лёжки плодов, скороспелости, отсутствии качественного посадочного материала. В последние годы эти сорта постепенно замещаются новыми, такими как Превосходное, Старкримсон, Томсон, имеющими хорошие вкусовые качества, лежкость, транспортабельность, рыночную рентабельность. Из 4 сортов груши, известным фермерам, три являются

местными/традиционными и два сорта, Дубок и Дюшес, в последнее время практически исчезли из садов, так как их плоды не пользуются спросом на рынке, хотя имеют высокие вкусовые качества. Остальные два сорта, Лесная красавица и Талгарка, 20 лет назад занимающие 80% фруктовых садов Иссык-Кульской области, также практически исчезли из-за полного поражения бактериальным ожогом, опасной карантинной инфекцией, возбудителем которой является инвазивный вид *Erwinia amylovora*, представитель рода *Erwinia* семейства *Enterobacteriaceae*. По абрикосу половина распространённых в области сортов являются местными, из них 2 сорта находятся на грани исчезновения, так как не представляют собой коммерческой ценности. Таким образом, в ИК области имеется большое агроразнообразие сортов яблони, абрикоса, груши, основу которого составляют местные (традиционные) сорта, созданные путем скрещивания перспективных сортов богатейшей Союзной коллекции с местными культурными сортами и дикими видами яблони. Эти сорта, а также дикие виды яблони, встречающиеся в Северном Кыргызстане, представляют собой сейчас ценнейший генетический ресурс или «Золотой генофонд» Кыргызстана, который может быть источником генов устойчивости к абиотическим и биотическим факторам, хорошего качества плодов и других важных селекционных признаков.

Химический состав плодов фруктовых и ягодных культур является основным селекционным критерием. Наши результаты показали, что сорта яблони, культивируемые в Северном Кыргызстане (Старкримсон, Апорт, Превосходное, Золотой ранет, Голден Делишес), сохраняют высокое содержание витамина С в процессе осенне-зимнего хранения плодов и могут быть хорошим источником генов высокого содержания данного витамина в селекционных работах в будущем. Кроме того, из 8 сортов, хорошо сохраняющихся в зимний период (Превосходное, Голден Делишес, Ренет Семиренко, Бойкен), сорт Старкримсон показал стабильное содержание

витаминов А, В<sub>1</sub>, В<sub>3</sub>, В<sub>6</sub>, Е, кальция, железа в процессе зимнего хранения плодов и может быть перспективным для дальнейшей селекции яблони.

Кроме плодовых культур, в северном Кыргызстане широко представлены дикие ягодные растения: облепиха, смородина, шиповник, барбарис, калина, боярышник и др. Из этих видов наиболее известными для фермеров являются облепиха, шиповник и барбарис, но состояние насаждений этих кустарников вблизи сёл оценивается как исчезающее по следующим причинам: вырубка пойменных лесов для освобождения под с/х участки, разрушение прибрежных ландшафтов рек (выем камней, гальки), варварский сбор ягод, уничтожение мужских кустов, бесконтрольный выпас скота в пойменных лесах, внутри сёл загромождение бытовым мусором.

Проведенные нами исследования показали, что после 4 месяцев хранения плоды барбариса, шиповника и калины в десятки раз превышают культурные сорта яблони по содержанию витамина А, в разы - по содержанию витаминов С, группы В, РР, кальция, каротина, железа, хотя каждый вид имеет свои особенности. Ягоды диких кустарников могут служить хорошим источником витаминов А, С, В<sub>3</sub>, биологически активных и минеральных веществ в зимнее время для местного населения. Однако, фермеры очень плохо осведомлены о пищевой ценности и медицинском назначении диких ягод.

В результате опроса нами была создана электронная база данных «Биоразнообразие плодовых и ягодных культур в ИК области Кыргызстана», на основе которой впервые в Кыргызстане был проведен количественный и качественный анализ биоразнообразия плодовых и диких ягодных культур, произрастающих на территории ИК области. В Северном Кыргызстане за долгое время развития сельского хозяйства было создано богатейшее агроразнообразие плодовых культур, а также имеется богатое разнообразие диких ягодных культур. В настоящее время это уникальное генетическое разнообразие находится под угрозой исчезновения (культivarы) или уменьшения (дикие ягодники). В связи с переходом страны на рыночную

экономику в последние 30 лет идет неконтролируемый сбор диких плодов и орехов, бессистемный круглогодичный выпас домашних животных в предгорных и пойменных лесах, вырубка деревьев и кустарников для освобождения территории под застройку, сельскохозяйственные уголья, на дрова, что ограничивает естественное возобновление диких видов. Замена десятков традиционных сортов плодовых культур, хорошо акклиматизированных к местным почвенно-климатическим условиям, на единицы однообразных коммерческих сортов, требующих постоянного внесения минеральных удобрений, пестицидов и других затрат для обеспечения высокой продуктивности, уменьшает уникальное сортовое разнообразие плодовых культур, создававшееся в течение многих десятков лет в Кыргызстане. Такая ситуация свидетельствует об угрозе продовольственной безопасности в регионе.

Кроме социального очень важным фактором уменьшения агроразнообразия в Кыргызстане являются болезни плодовых культур, в том числе опасные карантинные, вызванные инвазивными видами бактериальных патогенов. В результате проведенного скрининга более 20 штаммов бактерий, выделенных от яблони (бессимптомных и с симптомами бактериального ожога) и груши (с симптомами) ИК и Нарынской областей, мы определили, что в Северном Кыргызстане распространены следующие как патогенные, так и эпифитные представители семейства *Enterobacter*: *Erwinia aphidicola* из рода *Erwinia*, *Pantoea brenneri* и *Pantoea agglomerans* из рода *Pantoea*, *Leclercia adecarboxylata* из рода *Leclercia*, *Pseudoescherichia vulneris*, *Enterobacter kobei* из рода *Enterobacter*. Такое разнообразие видов и родов бактерий позволяет предположить, что в смешанных частных садах ИК области поражения плодовых культур представляют собой микс-инфекцию, которая состоит не только из основного патогена *E. amylovora*, но и сопутствующего близкородственного представителя этого же рода *E. aphidicola*, а также видом из ближайшего рода *P. brenneri*. Мы впервые обнаружили этот малоизвестный

представитель фитопатогенного рода *Erwinia* *E. aphidicola* в Кыргызстане и Центральной Азии, что внушает определенные опасения для сохранения агроразнообразия, так как известно, что данный вид поражает овощные растения. Роль данного представителя в поражении плодовых садов Кыргызстана и его взаимосвязь с возбудителем бактериального ожога и характер отношений с растением – хозяином требует дальнейшего изучения.

Также впервые в Кыргызстане обнаружен вид *P. brenneri* в штамме №5, выделенном из груши с симптомами бактериального ожога из Нарынского филиала Ботанического сада им. Гареева. Обнаружение данного вида на деревьях груши подтверждает широко известную вариабельность рода *Pantoea* по способности занимать различные ниши в экосистемах. Скорей всего, это патоген, вызывающий поражение груши, схожее с бактериальным ожогом, хотя может быть также эпифитным организмом.

Среди изученных штаммов самыми многочисленными были группы видов *P. agglomerans* и *L. adecarboxylata*. Штаммы *P. agglomerans*, выделенные на территории Северного Кыргызстана из филлосферы плодовых деревьев, представляют собой довольно однородную группу эпифитных бактерий, близкую по своим характеристикам к типовым штаммам, изолированным на географически удаленных территориях. Предполагаемая функция этого вида – повышение сопротивляемости растения к патогенным бактериям, в т.ч. *E. amylovora*. Физиологическая роль обнаруженного нами вида *L. adecarboxylata*, близких родственников рода *Pantoea*, пока остается мало понятной.

Таким образом, поражение плодовых деревьев (яблонь и груш) вызывается не одним патогеном, а несколькими близкородственными, механизмы их патогенности для растения-хозяина, а также насекомых – переносчиков, так же, как и роль этих видов (*P. brenneri*, *E. amylovora*, *E. aphidicola*) в поражении растения или повышения устойчивости к родственным патогенным агентам (*P. agglomerans*, *L. adecarboxylata*) требуют дальнейшего изучения.

## ВЫВОДЫ

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 внутреннего Тянь-Шаня 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. tolay*), 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 (культивары) 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

Представленные в данной работе результаты имеют большое практическое значение. Впервые в Кыргызстане мы провели комплексный анализ многолетних данных изменения видового состава высокогорных экосистем под влиянием санитарно-эпидемиологической и хозяйственной деятельности человека и выявили негативные последствия. Прореживание популяций сурков методом отлова и охоты в 1950-60-х гг. привело к драматическому снижению их численности на всей территории внутреннего Тянь-Шаня, которое компенсируется в данное время более быстрым восстановлением численности и видовым замещением мелкими мышевидными грызунами. Масштабная кампания по дезинсекции популяций сурков сильнодействующим высокотоксичным дустом ДДТ, проведенная в 1970-80-х гг., привела к затуханию эпизоотической активности очагов в последующие 30 лет. При этом комплексное вмешательство человека в деятельность высокогорных экосистем имеет более сильный и долговременный эффект на животных, но меньший эффект на насекомых-эктопаразитов, численность и видовой состав которых, как мы видим, восстанавливается быстрее, чем численность основного носителя чумного патогена – серого сурка. Начиная с 2012 г., высокогорные очаги северного Кыргызстана снова проявляют свою активность, что видно по ежегодным спорадическим эпизоотиям чумы среди ее носителей и переносчиков. Таким образом, значительное уменьшение численности и видового разнообразия носителей и переносчиков чумного микроба в результате целенаправленной деятельности человека достигло своей цели – количество регистрируемых вспышек чумы снизилось в десятки раз, но не прекратилось совсем. Приведенный в данной работе прогноз потенциальной уязвимости населения Ак-Суйского района ИК области показал, что при реальных тенденциях роста населения, увеличения поголовья КРС, МРС, лошадей, деградации летних и перенагрузки сыртовых пастбищ, развития туризма и продолжающейся циркуляции чумного патогена почти вся

центральная часть территории СД очага к 2050 г. будет подвержена высокому риску потенциального заражения населения. На основе ранжирования территории СД очага по уязвимости населения, можно ожидать распространения эпизоотий чумы из секторов с высокой уязвимостью в соседние и повышения эпидемиологического риска для населения этих территорий Сарыджаза. Таким образом, несмотря на беспрецедентные усилия по контролю за особо опасной инфекцией в Северном Кыргызстане эпидемиологический риск значительно уменьшился, но сохранился и может усилиться в ближайшие годы.

Антропогенная нагрузка на высокогорные экосистемы слишком высокая, потому что они используются в Кыргызстане одновременно и как животноводческие и как туристические ресурсы. Высокогорные экосистемы внутреннего Тянь-Шаня должны рассматриваться не только как источник эпидемиологического риска по чуме и/или другим зоонозным инфекциям, не только как пастбища или зона туризма. Исходя из этого, мы предлагаем следующие **Практические рекомендации**:

1. Для восстановления численности сурков 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 сороричей 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 («Биолигнин», «Триходермин», «ЖВ»).

5. Для защиты плодовых культур от бактериального ожога, мучнистой росы, парши нужно опрыскивать деревья, почву в саду или питомнике биопрепаратом «ЖВ» 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 ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. **Morand, S.** Emerging diseases, livestock expansion and biodiversity loss are positively related at global scale [Text] / S.Morand // *Biological Conservation*. – 2020. – №248. – P.1- 9.
2. **Hechinger, R.F.** Host diversity begets parasite diversity: bird final hosts and trematodes in snail intermediate hosts [Text] / R.F.Hechinger, K.D.Lafferty // *Proc.Royal Soc.London*. – В.: 2005. – 1064 p. 272 1059-1066.
3. **Magnusson, M.,** Fischhoff I.R., Ecke, F., Hornfeldt, B., Ostfeld, R. [Text] / M.Magnusson, I.R.Fishhoff, F.Ecke et al. // *Ecology*. – 2020. - №101(3). – P. 1-7. [http://refhub.elsevier.com/S0006-3207\(20\)30765-5/rf0125](http://refhub.elsevier.com/S0006-3207(20)30765-5/rf0125)
4. **Ostfeld, R.** Biodiversity and disease risk: the case of Lyme disease [Text] / R.Ostfeld, F.Keesing // *Conserv. Biol*. – 2000. – №14. – P.722-728.
5. **Johnson, P.T.J.** Frontier in research on biodiversity and disease [Text] / P.T.J.Jonson, R.S.Ostfeld, F.Keesing // *Trends in Ecology and Evolution*. – 2015. - №18. – P.1119-1133.
6. **Шукуров, Э.Дж.** Прогноз развития экологической ситуации в Кыргызстане. Сочинения [Текст] / Э. Дж. Шукуров. – Б., 2007. – 41 с.
7. Природные очаги чумы сурков в СССР [Текст] / Д.И Бибииков, С.А. Берендяев, Л.А. Пейсахис и др. - М.: Медицина, 1973. - 192 с.
8. **Гаврилова, О.Н.** Эпидемиологическая ситуация по особо опасным инфекциям в Кыргызской Республике как элемент биологических угроз и меры противодействия [Текст] / О.Н.Гаврилова, Р.О.Касымова, О.Т.Касымов // *Современные проблемы науки и образования*. – 2017. – № 3. – С.39 – 47.
9. **Ибрагимов, Э.Ш.** Неспецифическая профилактика в Тянь-Шанском высокогорном природном очаге чумы: прошлое и настоящее [Текст] / Э.Ш. Ибрагимов // *Проблемы особо опасных инфекций*. -2015. - №4. - С. 18-21.
10. **Ерошенко, Г.А.** Филогеография штаммов *Yersinia pestis* ветви O.ANT, выделенных в Тянь-Шане и Памиро-Алае в XX–XXI веках [Текст] /

Г.А.Ерошенко, А.К.Джапарова, Е.Г.Оглодин и др. // Проблемы особо опасных инфекций. – 2020. - №1, Вып.1. - С. 76-84.

11. **Солдатов, И.В.** Рекомендации по использованию местных /стародавних сортов яблони Кыргызстана в селекционных работах [Текст] / И.В.Солдатов. - 2010. – 13 с.

12. Биоразнообразие — наша самая сильная естественная защита от изменения климата [Электронный ресурс]: Режим доступа. - <https://www.un.org/ru/climatechange/science/climate-issues/biodiversity>. – Загл.с экрана.

13. Третий национальный отчет по сохранению биоразнообразия Кыргызской республики. – Б., 2006. – 130 с.

14. **Бектемирова, А.К.** Состояние и перспективы развития скотоводства в Кыргызской Республике (1990-2017 гг.). [Электронный ресурс]: Режим доступа. - Общество: философия, история, культура. – 2018. - №11 (55). – С.100-104 (элек).

15. **Шукуров, Э.Дж.** Систематический список птиц Кыргызстана [Текст] / Э.Дж.Шукуров // Фауна и экология наземных позвоночных Кыргызстана. – Б.: Илим, 1991. – С.3-22.

16. **Гаврилова, О.Н.** Эпидемиологическая и эпизоотологическая характеристика сибиреязвенной инфекции в КР [Текст] / А. М. Айкимбаев, О. Н. Гаврилова, Д. Ш. Гайбулин и др.// Окружающая среда и здоровье населения. - Алматы, 2011. - № 2/58. - С. 14-17.

17. **Caceres-Escobar, H.** Operationalizing One Health: Environmental Solutions for Pandemic Prevention. [Электронный ресурс]: Режим доступа. - EcoHealth. – 2023. <https://doi.org/10.1007/s10393-023-01644-9>. – Загл.с экрана.

18. **Newbold, T.** Has land use pushed terrestrial biodiversity beyond the planetary boundary? [Text] / T.Newbold, L.N.Hudson, A.P.Arnell et al. // A global assessment Science. – 2016. -№353. – P. 288–291.

19. **Wilcox, B.A.** Disease ecology and the global emergency of zoonotic pathogens [Text] / B.A.Wicox, D.J.Gubler // Environmental Health preventive Medicine. – 2005. - №10. – P.263-272.
20. **Wolfe, N.D.** Origin of major human infectious diseases [Text] / N.D.Wolfe, C.P.Diamond, J.Diamond // Nature. – 2007. - №447. – P.279-283.
21. **Jones, K.E.** Global trends in emerging infectious diseases [Text] / K.E.Jones, N.G.Patel, M.A.Levy et al. // Nature. – 2008. - №451. – P.990-994.
22. **Morand, S.** Climate variability and outbreaks of infectious diseases in Europe [Text] / S.Morand, K.Owers, A.Waret-Szkuta, K.McIntayre et al. // Science Report. – 2013. - №3. - P.1774.
23. **Smith, K.F.** Global rise in human infectious disease outbreaks [Электронный ресурс]. – K.F.Smith, M.Golbber, S.Rosenthal et al. Режим доступа: // J.Royal Society Interface – 20140950. <https://royalsocietypublishing.org/doi/epdf/10.1098/rsif.2014.0950> . – Загл.с экрана.
24. **Poisott, T.** Ongoing worldwide homogenization of human pathogens [Электронный ресурс]. – T.Poisott, C.Nunn, S.Morand // BioRxiv Режим доступа: <https://doi.org/10.1101/009977>. – Загл.с экрана.
25. **Morand, S.** Determinants of human infectious diseases in Europe: biodiversity and climate variability influences [Text] / S.Morand, A.Waret-Szkuta // Bull Epidemiologique Hebdomadaire. – 2012. - №12-13. – P.156-159.
26. **Keesing, F.** Impact of biodiversity on the emergency and transmission of infectious diseases [Text] / F.Keesing, L.K.Belden, P.Daszak et al. // Nature. 2010. - №468. – P.647-652.
27. **Dunn, R.R.** Global drivers of human pathogen richness and prevalence [Text] / R.R.Dunn, R.J.Harris, M.C.Gavin et al. // Proc.Royal Soc. – B.: 2010. – №277. – P.2587- 2595.
28. **Keesing, F.** Effect of species diversity on disease risk [Text] / F.Keesing, R.D.Hold, R.S.Ostfeld // Ecol. Letter. – 2006. - №9 – P.485-498.

29. **Steinfeld, H.** Livestock's long shadow: environmental issues and options. Food and agriculture Organization of the United Nations. Roma. [Электронный ресурс] / H.Steinfeld, P.Gerber, T.D.Wassenaar et al. – Режим доступа: <https://www.fao.org/4/a0701e/a0701e00.htm> 2006. – Загл.с экрана.
30. **Reid, R.C.** Global livestock impacts on biodiversity [Text] / R.S.Reid, C.Bedelian, M.Y.Said et al. // In: Livestock in a Changing landscape. Drivers, consequences, and responses. – 2010. – Vol.1. – P.111-138.
31. **Alkemade, R.** Assessing the impacts of livestock production on biodiversity in rangeland ecosystems [Text] / R.Alkemade, R.C.Reid, R.Van den Berg et al. // Proc.national Acad.Sc.USA. – 2013. - №110. – P.20900-20905.
32. Анализ подсекторов животноводства и пастбищ для пересмотра ОНУВ в Кыргызстане. 2021. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/14fbd2da-c219-4ee9-a703-2ab86f8a729a/content>. – Загл.с экрана.
33. В январе - мае 2023 года обеспечен рост валового продукта [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.stat.kg/ru/news/v-yanvare-mae-2023-goda-obespechen-rost-valovogo-vnutrennego-produkta/>. Загл.с экрана.
34. **Исаков, А.** Оценка состояния земель в Кыргызской Республике с точки зрения выпаса скота и возможное развитие системы квотирования на уровне местного самоуправления 2015 [Электронный ресурс]. А.Исаков, Й.Торссон. - Режим доступа: [http://www.naturalresources-centralasia.admin.koomtalkuu.gov.kg/uploads/npa\\_versions/6141ebd0033fa1.48745238.pdf](http://www.naturalresources-centralasia.admin.koomtalkuu.gov.kg/uploads/npa_versions/6141ebd0033fa1.48745238.pdf). – Загл.с экрана.
35. [http://www.cawater-info.net/review/agri\\_kyrg.htm](http://www.cawater-info.net/review/agri_kyrg.htm)
36. **Аубакиров, С.А.** Инструкции по ландшафтно-эпизоотическому зонированию природных очагов чумы в Центральной Азии и Казахстане [Текст] / С.А.Аубакиров, О.С.Сержанов, И.М.Фомушкин и др. - Алма-Ата, 1990. – С.20–21.

37. **Маматканов, Д. М.** Влияние изменений климата на горную экосистему Тянь-Шаня (на примере Иссык-Кульско-Чуйского бассейнов) [Текст] / Д.М.Маматканов, Л.В.Бажанова, В.А.Кузьмиченок и др. – Б.: Нур-Ас. –2014. – 273 с.
38. **Бибиков, Д. И.** Горные сурки Центральной Азии и Казахстана [Текст] / Д.И.Бибиков. – 1967. – 197 с.
39. **Поле, С. Б.** Современное состояние природных очагов чумы Тянь-Шаня и Алая. Тезисы докладов IX Международного Совещания по суркам стран СНГ (Россия, Кемерово, 31 августа – 3 сентября 2006 г.) [Текст] / С.Б.Поле. – Кемерово: ИПК Графика. – 2006. – 42 с.
40. **Ионов, Р.Н.** Растительный мир Кыргызстана. Исследование живой природы Кыргызстана [Текст] / Р.Н.Ионов, Л.П.Лебедева. 2019. - №1.- С. 24-33.
41. **Головкова, А.Г.** Геоботаническое районирование Центрального Тянь-Шаня [Текст] / А.Г.Головкова. – Ф., 1962. – 140 с.
42. **Выходцев, И.В.** Растительность Тянь-Шане-Алайского горного сооружения [Текст] / И.В.Выходцев. – Ф.: Илим, 1976. – 215 с.
43. **Сариева, Г.Е.** Атлас Сарыджазского природного очага чумы в Кыргызстане: пространственная и временная характеристика [Текст] / Г.Е.Сариева, Г.Д.Базарканова, З.А.Сагиев и др. – Б.: Глобалпринт, 2018. – 164 с.
44. **Челпакова, Ж. М.** Животный мир Кыргызстана [Текст] / Ж.М.Челпакова, А.Т.Давлетбакова, Л.А.Кустарева. – Б.: Аль Салам. – 2011. – 264 с.
45. **Сариева, Г.Е.** Marmots and Yersinia pestis Strains in Two Plague Endemic Areas of Tien Shan Mountains [Текст] / Г.Е.Сариева, Г.Д.Базарканова, З.А.Сагиев и др. // Frontiers in Veterinary Sciences, section Parasitology. – 2019. – Vol.6. – P.207.
46. **Ильясов, Ш.** Климатический профиль Кыргызской Республики [Текст] / Ш.Ильясов, О.Забенко, Н.Гайдамак и др. // Государственное агентство

охраны окружающей среды и лесного хозяйства при Правительстве КР, Программа развития ООН. – Бишкек. – 2013. – 99 с.

47. **Усенбаев, А.У.** Актуальные вопросы эпиднадзора в природных очагах чумы [Текст] / А.У.Усенбаев и др. - Ставрополь, 1985. – 63 с.

48. **Астаев, А.А.** Микроэлементный состав растений ущелья Джеты-Огуз [Текст] / А.А.Астаев, А.М.Мурсалиев // В сб. Исследования растительного и животного мира Киргизии. – Ф.: Илим, 1984. – С. 38-40.

49. **Соболев, Л.Н.** Сезонное развитие некоторых травянистых сообществ хребта Терской-Ала-Тоо [Текст] / Л.Н.Соболев // В сб. Биogeографические аспекты растительного и животного мира Прииссыккуля. - Ф.: Илим, 1975. – С.43-97.

50. **Попова, Л.И.** Сезонная динамика развития основных фитоценозов Верхне-Нарынских сыртов Центрального Тянь-Шаня [Текст] / Л.И.Попова. – Ф.: Изд. АН КиргССР, 1963. – 75 с.

51. **Дмитриев, П.П.** Избранные главы медицинской зоологии [Текст]: Учебное пособие / П.П.Дмитриев. – М.: Товарищество научных изданий. КМК, 2015. – 150 с.

52. В Кыргызстане открылся сезон охоты на сурка [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://24.kg/obschestvo/161856\\_vkyrgyzstane\\_otkrylsya\\_sezon\\_ohoty\\_i\\_nasurka/](https://24.kg/obschestvo/161856_vkyrgyzstane_otkrylsya_sezon_ohoty_i_nasurka/) . – Загл.с экрана.

53. **Айзин, Б.М.** Грызуны и зайцеобразные Киргизии [Текст] / Б.М.Айзин. – Ф.: Илим, 1979. – 200 с.

54. **Поле, С. Б.** Состояние сурочьих очагов чумы Казахстана и Средней Азии (прошлое и настоящее) [Текст] / С.Б.Поле //Сб.ХI Межд.совещ.по суркам «Сурки Евразии: экология и практическое значение». – Москва. – 2015. – С. 107-112.

55. **Атшабар, Б.Б.** Атлас распространения бактериальных и вирусных зоонозных инфекций в Казахстане [Текст] / Б.Б.Атшабар, Л.А.Буделов, В.С.Агеев. – Алматы. – 2010. – 122 с.
56. **Ибрагимов, Э.Ш., Усенбаев, Н.Т.** Динамика эпизоотической активности мезоочагов Сарыджазского автономного очага чумы [Текст] / Э.Ш.Ибрагимов, Н.Т.Усенбаев // Вест.КГМА им. И.К. Ахунбаева. – 2014. - №2. – С.37-40.
57. **Иофф, И.Г.** Arhania Киргизии. В кн. Эктопаразиты [Текст] / И.Г.Иофф. - М., 1949. – Вып.1. – 89 с.
58. **Шварц, Е.А.** Блохи грызунов Фрунзенской области [Текст] / Е.А.Шварц // Тр. Средаз. Науч.-исслед. Противочум.ин-та. – 1958. – Вып.4. – 46 с.
59. **Айзин, Б.М.** Эпизоотологическая эффективность работ по истреблению сурков в Тянь-Шане: природная очаговость и эпидемиология особо опасных инфекционных заболеваний (тезисы) [Текст] / Б.М.Айзин. - Саратов- Коммунист, 1957. – 39 с.
60. **Сартбаев, С.К.** Эктопаразиты грызунов и зайцеобразных Киргизии [Текст] / С.К.Сартбаев. – Ф.: Илим, 1975. – 208 с.
61. **Тюлембаев, М.А.** О выявлении эпизоотии чумы среди мышевидных грызунов в Таласском автономном очаге [Текст] / М.А.Тюлембаев, О.С.Соорбеков, Б.М.Якунин // В кн: Вопросы природной очаговости зоонозов. – Саратов, 1982. – С. 40–41.
62. **Зими́на, Р.П.** Каменистые осыпи Терской Ала-Тоо и населяющие их животные [Текст] / Р.П.Зими́на // Тр.ин-та геогр. АН СССР Тянь-Шанского физ.-геогр. Станции. – 1962. - Вып.7. – 29 с.
63. **Алтыбаев, К.И.** Влияние антропогенных факторов и оздоровительных мероприятий на численность красного сурка (*M. caudata*) и его эктопаразитов Алайского природного очага чумы [Текст] / К.И.Алтыбаев, Б.К.Кулназаров, К.К.Шекеев // Вест.БПИ НАН КР. – 2013. – С.115-117.

64. **Шукуров, Э.Дж.** Зоогеография Кыргызстана [Текст] / Э.Дж.Шукуров. – Б., 2016. – 186 с.
65. **Ибрагимов, Э.Ш.** О роли мышевидных грызунов в эпизоотической активности Тянь-Шаньского природного очага чумы [Текст] / Э.Ш.Ибрагимов //Здравоохранение Кыргызстана. –2017. – № 4. – С.34-38.
66. **Бердыев, А.** Экология иксодовых клещей Туркменистана и их роль в эпизоотологии природно-очаговых болезней [Текст] / А.Бердыев, отв.ред. И.М. Гроховская. – А.: «Гылым», 1980. – 284 с.
67. **Федянина, Т.Ф.** Материалы по численности и экологии гребенщиковой песчанки [Текст] / Т.Ф.Федянина // В кн.: Вредные грызуны. – Ф.: Илим, 1966. – 154 с.
68. **Алымкулова, А.А.** Многолетние исследования грызунов Кыргызстана как переносчиков зоонозных инфекций [Текст] / А.А.Алымкулова, Т.В.Мека-Меченко, Л.А.Бурделов и др. // Приволж. науч. вестн. 2016. –№10 (62). – С.24–28.
69. **Сунцов, В.В.** Личиночный паразитизм *Oropsylla silantiewi* как экологический фактор эволюции чумы [Текст] / В.В.Сунцов, Н.И.Сунцова // Карантинные и зоонозные инфекции в Казахстане. – 2000. - Вып. 2. – Алматы. – С. 201-207.
70. **Ващенко, В.С.** Роль блох (*Siphonaptera*) в эпизоотологии чумы [Текст] / В.С.Ващенко // Паразитология. – 1999. – № 3. – С.198-209.
71. **Слудский, А. А.** Эпизоотология чумы [Текст] / А.А.Слудский. – Саратов. – 2014. – 182 с.
72. **Полулях, П.А.** Выделение возбудителя чумы от гребенщикковых песчанок на южном побережье оз. Иссык-Куль [Текст] / П.А.Полулях // Тр.VI конф. по природной очаговости болезней и вопросам паразитологии в республиках Средней Азии и Казахстане. 26-31 окт. 1965 г. – Душанбе: Дониш, 1969 – С.53-62.

73. **Нельзина, Е.Н.** Гнездово-норовые микробиоценозы: место и значение в природных очагах чумы [Текст] / Е.Н.Нельзина, М.Г.Протопян // Паразитологический сб. – 1987. - С.6-47.
74. **Галузо, И.Г.** Кровососущие клещи Казахстана [Текст] / И.Г.Галузо. – Алматы: Изд. АН Каз. ССР, 1950. – 145 с.
75. **Рапопорт, Л.П.** О природной очаговости лихорадки Ку в Чуйской долине [Текст] / Л.П.Рапопорт, Т.Л.Прорешная, Т.А.Вариводина // Тр. VI конф. по природной очаговости болезней и вопросам паразитологии в республиках Ср. Азии и Казахстане. 26-31 окт. 1965 г. – Душанбе: Дониш, 1969 – С.74-75.
76. **Мамыров, З.А.** Результаты идентификации полевых сборов клещей с территории Кыргызской Республики [Текст] / З.А.Мамыров, С.Т.Абдикаримов, Н.Т.Усенбаев и др. //Здравоохранение Кыргызстана. – 2017. - №4. – С.47-50.
77. **Галузо, И.Г.** Кровососущие клещи Казахстана. III. Роды *Dermacentor* *Rhipicephalus* [Текст] / И.Г.Галузо. – Алма -Ата: Изд. АН КазССР, 1948. – 48 с.
78. **Рапопорт, Л.П.** Природн. очаги болезней и вопросы паразитологии [Текст] / Л.П.Рапопорт, А.Ф.Лаврентьев. – Ф.: Изд. АН Киргиз. ССР , 1964. – Вып.1. – С.72.
79. **Полулях, П.А.** Изучение клещей *Dermacentor* как переносчиков *B. pestis* в экспериментальных условиях (сообщение 2) [Текст] / П.А.Полулях, Р.В.Гребенюк // Изв. АН Киргиз. ССР, Сер.биол.наук. – 1962. - №4. – С.27-32.
80. **Гребенюк, Р.В.** Изучение возможной роли иксодовых клещей как хранителей и переносчиков чумных микробов [Текст] / Р.В.Гребенюк, Л.Н.Классовский, С.К. Сартбаев и др. // Тр.ин-та зоол. и паразитол. АН Киргиз. ССР. – 1956. – С.19-24.
81. **Пинчук, Л.М.** Гамазовые клещи млекопитающих Днестровско-Прутского междуречья [Текст] / Л.М.Пинчук. – Кишинев: Шнитца, 1974. – 174 с.

82. **Губерман, Р.И.** Труды Кишиневского гос. пед. института [Текст] / Р.И.Губерман. – Кишинев, 1961. – Т.ХІУ. – С.13-17.
83. **Земская, А.А.** Паразитические гамазовые клещи и их медицинское значение [Текст] / А.А.Земская. – М., 1971. – 198 с.
84. **Балашов, Ю.С.** Кровососущие клещи (Ixodoidea) – переносчики болезней человека и животных [Текст] / Ю.С.Балашов. - Л.: Наука, 1967. – 104 с.
85. **Белозеров, В.Н.** Возникновение зимней диапаузы и реакция на длину дня у клещей *Dermacentor marginatus* в Центральном Казахстане [Текст] / В.Н.Белозеров, А.И.Ламанова // Мед.паразитология и паразитарные болезни. – 1967. – Т.36. – Вып 4. – С.15-21.
86. **Бердыев, А.** Типы жизненных схем у иксодовых клещей (Parasitiformes, Ixodidae) [Текст] / А.Бердыев // Паразитология. – 1974. – Т.8. – Вып.3. – С.11-19.
87. **Петрищева, П.А.** Современное состояние учения о природной очаговости болезней человека [Текст] / А.Петрищева // Тр. VI конф. по природной очаговости болезней и вопросам паразитологии в республиках Средней Азии и Казахстане. 26-31 окт. 1965 г. – Душанбе: Дониш, 1969. – С. 45-48.
88. **Безукладникова, Н.А.** Вши грызунов и их вредоносное значение [Текст] / Н.А.Безукладникова // Тр. VI конф. по природной очаговости болезней и вопросам паразитологии в республиках Средней Азии и Казахстане. 26-31 окт. 1965 г. – Душанбе: Дониш, 1969. – С. 226-227.
89. **Алтыбаев, К.** Грызуны и их эктопаразиты Алайского природного очага чумы [Текст]: автореферат дис. ... канд.биол.наук: 03.00.08 / К.И.Алтыбаев. – Б., 2007. – 25 с.
90. **Айзин, Б.М.** Некоторые факторы пространственного размещения элементарных очагов и микроочагов чумы в Киргизии [Текст] / Б.М.Айзин // Изв. АН Киргиз. ССР, Сер.биол.наук. – 1964. – Т.6. - Вып.2. – С.17-23.

91. **Пейсахис, Л.А.** К патогенезу чумы у серых сурков: О значении сезонной чувствительности сурков в эпизоотологии чумы [Текст] / Л.А.Пейсахис // Тр. Среднеаз. Науч.-исслед.противочум. ин-та. – Алма-Ата,1958. – Вып.7. – С.49.
92. **Васильева, И.С.** Численность клеща *Ornithodoros papillipes* и антропогенные факторы, ее определяющие [Текст] / И.С.Васильева, А.С.Ершова // Тез. Докл. XI Всесоюз. Конф. По природной очаговости болезней. Алма-Ата: Наука, 1984. – 172 с.
93. **Айзин, Б.М.** Противоэпизоотийная эффективность работ по истреблению сурка в Тянь-Шане [Текст] / Б.М.Айзин // Тр. Средаз. научн.-исслед. противочумн. ин-та. Алма-Ата – Фрунзе. – 1961. – Вып.7. – С.19-23.
94. **Попов, В.К.** 1967. Некоторые результаты экспериментально-производственной дезинсекции нор серых сурков в Тянь-Шане [Текст] / В.К.Попов // Мат. 5 конф. противочумн. учреждений Средней Азии и Казахстана. – Алма-Ата. – 1967. – С. 34-36.
95. **Новокрещенова, Н.С.** Дезинсекция нор грызунов [Текст] / Н.С.Новокрещенова, Д.Г. Савостин, Б.К. Фенюк // Грызуны и борьба с ними: сб. науч. тр. – 1957. – Вып.5. – С.347-363.
96. **Вугмейстер, О.И.** К вопросу об истреблении блох в норах путем отравления крови их хозяев – грызунов [Текст] / О.И.Вугмейстер, Д.Г. Савостин, Б.К. Фенюк и др. // Грызуны и борьба с ними: сб. науч. тр. –1957. – Вып.5. – С.364-376.
97. **Колесников, В.В.** Ресурсы и управление популяциями степного (*Marmota bobak*), серого (*M. baibacina*) и монгольского (*M. sibirica*) сурков [Текст]: дис. д-ра биол. наук. / В.В.Колесников. — ВНИИОЗ. — Киров. — 2011. – 286 с. [www.vniioz.kirov.ru](http://www.vniioz.kirov.ru)
98. **Машкин, В.И.** Экология, поведение и использование сурков Евразии [Текст] / В.И. Машкин, А.Л. Батурин, В.В. Колесников. – Киров: Вят. С-х. акад., 2010. – 254 с.

99. **Токарский, В.А.** Ключевые экологические факторы возрождения европейского подвида степного сурка в середине XX века и депрессии его численности на рубеже XX-XXI веков [Текст] /В.А.Токарский, В.И. Ронкин, Г.А.Савченко // Вісник Харківського національного університету імені В.Н.Каразіна. - 2006. – Вип.3, №729. – С. 193–201.

100. В Кыргызстане обитают свыше 341 тысячи сурков [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://kabar.kg/news/v-kyrgyzstane-obitaiut-svyshe-341-tysiachi-surkov-foto/#:~:text> . – Загл.с экрана.

101. **Бенюк, С.П.** О преодолении животными отрицательных антропогенных воздействий (на примере млекопитающих бассейна Среднего Днепра) [Текст] / С.П.Бенюк, С.Л.Самарский, Е.А.Лебедь // Тез.Всесоюз.совещ. «Влияние антропогенной трансформации ландшафта на население наземных позвоночных животных». - М., 1987. – Ч.1. – 310 с.

102. **Фомушкин, В.М.** Влияние хозяйственной деятельности человека на распространение грызунов и эпизоотологическое значение этого фактора в природных очагах чумы [Текст] / В.М.Фомушкин, В.П.Попов, В.В.Сальвестров и др. // Тез.Всесоюз.совещ. «Влияние антропогенной трансформации ландшафта на население наземных позвоночных животных». – М., 1987. – Ч.1. – 310 с.

103. **Варшавский, С.Н.** Биоценотические последствия антропогенной трансформации ландшафтов на европейском юго-востоке СССР [Текст] / С.Н.Варшавский, М.Н.Шилов, Н.В.Попов и др. // Тез.Всесоюз.совещ. «Влияние антропогенной трансформации ландшафта на население наземных позвоночных животных». – М., 1987. – Ч.1. – 310 с.

104. **Клименко, Л.Е.** Характеристика естественных яблонников Южной Киргизии и классификация форм дикорастущей яблони на внутривидовом уровне [Текст] / Л.Е. Клименко, А.Ф. Клименко, В.С. Шевченко // Биоэкологические исследования в орехово-плодовых лесах Южной Киргизии: сб. науч. тр. – Ф.: Изд. АН Киргиз. ССР, 1978. – С. 28-49.

105. **Зубарев, Ф.П.** Яблони Северной Киргизии [Текст] / Ф.П. Зубарев. – Ф.: Изд. АН Киргиз. ССР, 1968. – 314 с.
106. **Содомбеков, И.С.** Биохимическая характеристика плодов дикорастущих яблонь Южного Кыргызстана [Текст] / И.С.Содомбеков, К.Т.Тургунбаев, К.Т.Шалпыков // Вестник КНАУ. – 2011. - №2 (20). – С.16-19.
107. **Клименко, Л.Е.** Перспективные формы яблони в орехоплодовых лесах [Текст] / Л.Е.Клименко // Тр. Южно-Киргизской лесоплодовой опытной станции. – Ф.: Кыргызстан, 1966. – Вып.1. – 312 с.
108. **Файзулдаев, К.Ф.** Редкие и исчезающие виды деревьев и кустарников Южной Киргизии и вопросы их охраны [Текст] /К.Ф. Файзулдаев, В.С. Шевченко // Биоэкологические исследования в орехово-плодовых лесах Южной Киргизии: сб. науч. тр. –1978. – С.107-116.
109. **Джангалиев, А.Д.** Рост и развитие яблоневых лесов в связи с особенностями микроклимата высотных зон Заилийского и Джунгарского алатау [Текст] / А.Д.Джангалиев. – Алма-Ата, 1973. – 130 с.
110. **Тургунбаев, К.Т.** Продуктивность яблони в условиях юга Кыргызстана [Текст] / К.Т.Тургунбаев, К.Т.Шалпыков, В.А.Султанбаев // Вест.науки и образования. – 2018. – №9 (45). – С. 59-63. - <https://cyberleninka.ru/article/n/produktivnost-yablони-v-usloviyah-yuga-kyrgyzstana/viewer> .- Загл.с экрана.
111. **Гареев, Э.З.** Основы плодоводства Кыргызстана [Текст] / Э.З.Гареев, У.Г.Аракелян. – Ф.: Илим, 1971. –С. 331.
112. **Колов, О.В.** Качественная характеристика плодов ореха грецкого, произрастающего в Южной Киргизии [Текст] / О.В. Колов, В.С. Шевченко // Биоэкологические исследования в орехово-плодовых лесах Южной Киргизии: сб. науч. тр. –1978. – С.20-27.
113. **Шалпыков, К.Т.** Биологические ресурсы плодов барбариса, шиповника, рябины в предгорных и горных районах Иссык-Кульской

котловины Кыргызстана [Текст] / К.Т. Шалпыков, Н.А. Рогова, А.К. Долотбаков и др. // Научное обозрение. Биол.науки. – 2021. – № 1. – С. 16-21.

114. **Ткаченко, В.И.** Деревья и кустарники дикой флоры Кыргызстана и их интродукция [Текст] / В.И. Ткаченко. – Ф.: Илим, 1972. – 327 с.

115. **Боряев, К.И.** Запасы облепихи в Иссык-Кульской впадине [Текст] / К.И. Боряев, М.Г. Пименова, Р.М. Супрунова // Витаминные ресурсы растений и их использование. – М., 1977. – С.129-131.

116. **Бикиров, Ш.Б.** Биологическое разнообразие лесных экосистем Кыргызстана и их сохранение [Текст] / Ш.Б. Бикиров, Р.Т. Мурзакматов, Н.К. Уметалиева и др. // Сибирский лесной журнал. – 2016. - № 6. – С.3–12.

117. **Солодухин, Е. Д.** Аптека в лесу [Текст] / Е. Д. Солодухин. – М.: Агропромиздат, 1989. – 348 с.

118. **Асанбаев, А.М.** Отбор хозяйственно-ценных форм облепихи технология её выращивания [Текст] / А.М. Асанбаев // Вест.КНАУ. – Б., 2011. – С.19-25.

119. **Алимбаева, П.К.** Лекарства вокруг нас [Текст] / П.К.Алимбаева, Ж.С.Нуралиева. – Ф., 1987. – С.14-17.

120. **Ткаченко, В.И.** 1984. Новые виды и формы шиповника из гор Тянь-Шаня и Алая [Текст] / В.И. Ткаченко // В кн.: Интродукция и акклиматизация деревьев и кустарников в Киргизии. – Ф.: Илим, 1984. – С.3-9.

121. **Кудайбергенова, А.К.** Биологические особенности шиповника в условиях Иссык-Кульской области Кыргызстана [Текст] / А.К.Кудайбергенова // Научные ведомости. – Сер. Ест. Науки. - 2011. – №3 (98). – Вып. 14. – С.21-25.

122. **Джакипов, У.Д.** Шиповники Киргизии и их использование для подвоя роз [Текст] / У.Д. Джакипов. – Ф.: Илим, 1978. – 105 с.

123. **Умралина, А.Р.** Перспективы сохранения и практического использования генофонда садовых культур Кыргызстана [Текст] /

А.Р.Умралина, Т.П. Чернышова, Г.П.Пиндурина // Вест.КНАУ. – 2011. - №2 (20). – С.61-64.

124. **Тургунбаев, К.Т.** Плодовые культуры и их возделывание в Кыргызстане [Текст] / К.Т.Тургунбаев, М.К.Турдиева, К.Т.Шалпыков и др. – Б., 2012. – 27 с.

125. Государственный реестр сортов и гибридов растений, допущенных к использованию на территории Кыргызской Республики [Текст]: официальное издания // ОсОО Бишкектранзит. – Б., 2010. –С. 35.

126. **Криворучко, В.П.** Садоводство в Кыргызстане [Текст] / В.П.Криворучко // Изв. НАН Кыргызской Республики. – 1995. –№2. - С. 43-45.

127. **Аракелян, У.Г.** Рекомендации по интенсификации садоводства Иссык-Кульской области [Текст] / У.Г. Аракелян, Ю.В. Куземо, С.Ш. Маленчинов и др. - Ф.: Типография АН Кирг. ССР, 1987. – 30 с.

128. **Гареев, Э.З.** Новые гибридные сорта яблони, районированные по Республике [Текст] / Э.З. Гареев. – Ф.: Илим, 1974. – 10 с.

129. **Бикиров, Ш.Б.** Хозяйственно-ценные формы ореха грецкого в Иссык-Кульской области, рекомендуемые для создания маточных и промышленных плантаций [Текст] /Ш.Б. Бикиров. – Б.: КРСУ, 2020. – 84 с.

130. **Криворучко, В.П.** Экологические и биологические основы для улучшения продуктивности яблоневого сада Северного Кыргызстана [Текст]: автореф.д-ра биол.наук / В.П.Криворучко. – Ф., 1998. <https://www.dissercat.com/content/ekologo-biologicheskie-osnovy-povysheniya-produktivnosti-yablonevykh-sadov-severnogo-kyrgyzs/read> . – Загл.с экрана.

131. **Криворучко, В.П.** Интродукция и акклиматизация растений в Кыргызстане [Текст] / В.П. Криворучко. – Б., 1996. – 158 с.

132. **Жапарбаев, Т.А.** Углеводный обмен яблони и ее зимостойкость [Текст] / Т.А. Жапарбаев, В.П. Криворучко // Интродукция и акклиматизация

деревьев, кустарников и плодовых растений в Северный Киргизии. – Ф., 1989. – С.33-39.

133. **Бессчетнов, В.П.** Облепиха [Текст] / В.П. Бессчетнов, Г.П. Никитина, Ю.В. Жуков // Облепиха. Шиповник. Черноплодная рябина. – 1989. – С. 6-134.

134. **Клименко, А.Ф.** Биологические и экологические особенности Киргизии [Текст] / А.Ф. Клименко, Л.Е. Клименко, В.С. Шевченко // Биоэкологические исследования в орехово-плодовых культурных плодовых пород в поясе орехово-плодовых лесов Южной лесов Южной Киргизии: сб. науч. тр. –1978. – С.73-106.

135. **Хохрякова, Л.** Сибирская калина [Текст] / Л. Хохрякова // Главный агроном. – 2006. - №10. – С. 47-49.

136. **Norelli, J.** Fire blight management in the twenty-first century using new technologies that enhance host resistance in apple [Text] / J.Norelli, A.Jones, H.S.Aldwinckle // Plant Disease. – 2003. – Vol.87. – No.7. – P.756-765.

137. **Дренова, Н.А.** Бактериальный ожог плодовых культур в Республике Казахстан [Текст] / Н.А.Дренова, М.М.Исин, А.А.Джаймурзина и др. // Карантин растений. – 2013. - №1. – С.20-23.

138. **Doolotkeldieva, T.** Fire Blight Disease Caused by *Erwinia amylovora* on Rosaceae Plants in Kyrgyzstan and Biological Agents to Control This Disease [Text] / T.Doolotkeldieva, S.Bobusheva // Advances in Microbiology. – 2016. – Vol.6. – P.831-851.

139. **Stockwell, V.O.** Compatibility of bacterial antagonists of *Erwinia amylovora* with antibiotics used to control fire blight [Text] / V.O. Stockwell, R.B. Johnson, J.E.Loper // Phytopathology. – 1996. – Vol.86. – P.834-840.

140. **Jurgens, A.G.** Sensitivity of *Erwinia amylovora* in Illinois apple orchards to antibiotics and cooper [Text] / A.G. Jurgens, M. Babadoost // In: 13<sup>th</sup> ISHS Int. Fire Blight Workshop abstract book. – 2013. – P.33.

141. **Pussy, P.L.** Relation of apple flower age to infection of hypanthium by *Erwinia amylovora* [Текст] / P.L. Pussy, T.J. Smith // Plant Diseases. – 2008. – Vol.92. – P.137-142.
142. **Чакаев, Дж. Ш.** Ожог плодовых деревьев в Кыргызстане [Текст] / Дж.Ш. Чакаев // Кыргызпатенттин кабарлары: интеллектуалдык менчик жана инновациялар маселелери. – 2013. - №2. – С.5-8.
143. **Павловский, Е.Н.** О природной очаговости инфекционных и паразитарных болезней [Текст] / Е.Н. Павловский // В кн. Вест.АН ССР. – 1939. №10. – С.98-108.
144. **Нарзикулов, М.Н.** О природной очаговости насекомых и других беспозвоночных животных – вредителей сельскохозяйственных культур [Текст] / М.Н.Нарзикулов // Тр. VI конф. по природной очаговости болезней и вопросам паразитологии в республиках Средней Азии и Казахстане. 26-31 окт. 1965 г. – Душанбе: Дониш, 1969 – С.29-36.
145. **Walterson, A.M.** Pantoea: insights into a highly versatile and diverse genus within the Enterobacteriaceae [Text] / A.M.Walterson? J.Stavriniades // FEMS Microbiology Reviews. – 2015.- Vol.39. – No.6. – P.968–984.
146. **Brady, C.** Phylogeny and identification of *Pantoea* species associated with plants, humans and the natural environment based on multilocus sequence analysis (MLSA) [Text] / C. Brady, I.Cleenwerck, S.Venter et al. // Syst Appl Microbiol. – 2008. – Vol.31. – P.447–60.
147. **Brady, C.** Emended description of the genus *Pantoea*, description of four species from human clinical samples, *Pantoea septica* sp. nov., *Pantoea eucrina* sp. nov., *Pantoea brenneri* sp. nov. and *Pantoea conspicua* sp. nov., and transfer of *Pectobacterium cypripedii* (Hori 1911) Brenner et al. 1973 emend. Hauben et al. 1998 to the genus as *Pantoea cypripedii* comb. nov. [Text] / C.Brady, I.Cleenwerck, S.Venter et al. // Int J Syst Evol Micr. - 2010a. – Vol.60. – P.2430–40.

148. **Popp, A.** *Pantoea gaviniae* sp nov and *Pantoea calida* sp nov., isolated from infant formula and an infant formula production environment [Text] / A. Popp, I. Cleenwerck, C. Iversen et al. // *Int J Syst Evol Micr.* – 2010. – Vol.60. – P.2786–92.
149. **Johnson, K.B.** Effect of antagonistic bacteria on establishment of honey bee-dispersed *Erwinia amylovora* in pear blossoms and on fire blight control [Text] / K.B. Johnson, V.O. Stockwell, R.J. McLaughlin et al. // *Phytopathology.* – 1993. – Vol.83. – P.995–1002.
150. **Johnson, K.B.** Assessment of environmental factors influencing growth and spread of *Pantoea agglomerans* on and among blossoms of pear and apple [Text] / K.B. Johnson, V.O. Stockwell, T.L. Sawyer et al. // *Phytopathology.* – 2000. – Vol.90. – P.1285–94.
151. **Johnson, K.B.** Management of fire blight: a case study in microbial ecology [Text] / K.B. Johnson, V.O. Stockwell // *Annu Rev Phytopathol.* – 1998. – Vol.36. – P.227–48.
152. **Wright, S.** Genes for biosynthesis of pantocin A and B by *Pantoea agglomerans* Eh318. [Text] / S. Wright, S. Beer // *Acta Hortic.* – 2002. – Vol.590. – P.237–41.
153. **Vanneste, J.** The peptide antibiotic produced by *Pantoea agglomerans* Eh252 is a microcin [Text] / Vanneste, D. Cornish, J. Yu et al. // *Acta Hortic.* – 2002. – Vol.590. – P.285–90.
154. **Giddens, S.** Characterization of a novel phenazine antibiotic gene cluster in *Erwinia herbicola* Eh1087 [Text] / S. Giddens, Y. Feng, H. Mahanty // *Mol Microbiol.* – 2002. – Vol.45. – P.769–83.
155. **Wright, S.** The biosynthetic genes of pantocin A and pantocin B of *Pantoea agglomerans* Eh318 [Text] / S. Wright, M. Jin, J. Clardy et al. // *Acta Hortic.* – 2006. – Vol.704. – P.313–20.
156. **Vanneste, J.** Presence of genes homologous to those necessary for synthesis of microcin MccEh252 in strains of *Pantoea agglomerans* [Text] / J. Vanneste, J. Yu, D. Cornish // *Acta Hortic.* – 2008. – Vol.793. – P.391–6.

157. **Smits, T.** Metabolic versatility and antibacterial metabolite biosynthesis are distinguishing genomic features of the fire blight antagonist *Pantoea vagans* C9-1. [Text] / T.Smits, F.Rezzonico, T.Kamber et al // PloS One. – 2011. Vol.6. - e22247.

158. **Halgren, A.** Genetics of germinationarrest factor (GAF) production by *Pseudomonas fluorescens* WH6: identification of a gene cluster essential for GAF biosynthesis [Text] / A.Halgren, M.Maselko, M.Azevedo et al. // Microbiol-SGM. – 2013. – Vol.159. – P.36–45.

159. **Trippe, K.** *Pseudomonas fluorescens* SBW25 produces furanomycin, a non-proteinogenic amino acid with selective antimicrobial properties [Text] / K.Trippe, K.McPhail, D.Armstrong // BMC Microbiol. – 2013. – Vol.13. – P.111.

160. **Walterson, A.M.** Identification of a *Pantoea* biosynthetic cluster that directs the synthesis of an antimicrobial natural product [Text] / A.M. Walterson, D.D.N. Smith, J. Stavrinides // PLoS One. – 2014. Vol.9. – P.e96208–8.

161. **Pussy, P.L.** Biological control agents for fire blight of apple compared under conditions limiting natural dispersal [Text] / P.L.Pussy // Plant Dis. – 2002. – Vol.86. – P.639–44.

162. **Абдурахимова, А.В.** Органоминеральный препарат для некорневой подкормки озимой пшеницы [Текст] / А.В.Абдурахманов, Е.В.Голосной, Ю.Ю. Сагалаев // Пат. 2753584 С1, РФ МПК С05D 9/00, А01N 59/00.: №2020141982: заявл. 18.12.2020: опубл. 18.08.2021.

163. **Гончарова, Н.М.** Влияние биопрепаратов на семенную продуктивность тыквы крупноплодный [Текст] / Н.М.Гончарова, Е.Д.Белокобыльская // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2021. - №1(29). – С.93-99.

164. **Ежлова, Е.В.** Сбор, учет и подготовка к лабораторному исследованию кровососущих членистоногих в природных очагах опасных инфекционных заболеваний [Text]: Методические указания / У.В.Ежлова,

Н.Д.Пакскина, В.П.Попов и др. // МУ 3.1.3012–12. Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора. – 2011. – Т.55. – С.14.

165. **Weaver, M.L.** Biosafety in the Field: An account of a Kyrgyz antiplague expedition [Text] / M.L.Weaver, G.E. Sariyeva, Dzh.U.Kendirbaev // Applied Biosafety. – 2014. – Vol.19 (2). – P.74-86.

166. **Июфф, И.Г.** Определитель блох Центральной Азии и Казахстана [Текст] / И.Г.Июфф, М.А.Микулин, О.И. Скалон. – М.: Медицина, 1965. – С.11–21.

167. **Сулейменов, Б.М.** Основы индивидуальной биобезопасности при работе с возбудителем чумы [Text] / Б.М.Сулейманов, А.А.Абдирассилова. - Алматы: Эверо, 2014. – С.200–201.

168. **Сулейменов, Б.М.** Энзоотия и эпизоотия чумы [Текст] / Б.М. Сулейманов. – Алматы: Эверо, 2015. – 514 с.

169. **Le Flèche, P.** A tandem repeats database for bacterial genomes: application to the genotyping of *Yersinia pestis* and *Bacillus anthracis* [Text] / P.Le Fleche, Y.Hauck, L.Onteniete et al. // BMC Microbiol. – 2001. – No.1. – P.2-11.

170. **Morelli, G.** Phylogenetic diversity and historical patterns of pandemic spread of *Yersinia pestis* [Text] / G.Morelli, Y.Song, C.J.Mazzoni et al.// Nat Genet. – 2010. – Vol.42. – P.1140–43.

171. **Birdsell, D.N.** Melt Analysis of Mismatch Amplification Mutation Assays (Melt-MAMA): A Functional Study of a Cost-Effective SNP Genotyping Assay in Bacterial Models [Text] / D.N.Birdsell, T.Pearson, E.P.Price et al.// Plos one. – 2012. – Vol.7. – P.e32866.

172. **Сариева, Г.Е.** Создание и возможности применения базы данных «Эпидемиология и эпизоотология чумы в Сары-Джазском природном очаге Кыргызстана» [Text] / Г.Е.Сариева, З.А.Сагиев, А.Г.Шабунин и др. // Изв.НАН КР. – 2020. - №2. – С.133-137.

173. **Шабунин, А.Г.** Оценка степени уязвимости населения на территории Сары-Джазского автономного мезоочага чумы, Кыргызстан [Текст]

/ А.Г.Шабунин, Г.Е.Сариева, С.Т.Абдикаримов и др. // Acta Biomedica Scientifica. – 2017. - № 4. – Том 2. – С.107-114.

174. Национальный статистический комитет Кыргызской Республики. «Перепись населения и жилищного фонда Кыргызской Республики 2009 г. Книга III (в таблицах), Регионы Кыргызстана». – Бишкек, 2010. – 244 с.

175. Республиканское производственное объединение радиорелейных магистралей телевидения и радиовещания. «Охват по Иссык-Кульской области». 2017. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://rpo.kg/охват-по-иссык-кульской-области/> . -Загл.с экрана.

176. Комитет по статистике Министерства национальной экономики Республики Казахстан. «Алматинская область. Итоги Национальной переписи населения Республики Казахстан 2009 года. Том 1». [Текст]. – Астана, 2011. – 128 с.

177. Кыргызстан: пастбища как национальная идея [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.fergananews.com/articles/8311> . – Загл.с экрана.

178. Открытый Кыргызстан. «Схема расположения туристских зон» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.open.kg/tourist/tourist-routes/108-turisticheskie-zony.html>, 2014. – Загл.с экрана.

179. **Рынкевич, Е.Г.** «Карта охотничьих хозяйств Алматинской области». Агентство Республики Казахстан по управлению земельными ресурсами [Текст] / Е.Г.Рынкевич. – Астана, 2007.

180. **Бекбергенов, Т.Б.** Туристская карта. Алматинская область [Текст] / Т.Б.Бекбергенов, М.К.Назарчук, О.К.Чехович. – Алматы: РКП Картография, 2002 – 144 с.

181. World Risk Report 2014. United Nations University [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://i.unu.edu/media/ehs.unu.edu/news/4070/11895.pdf> . – Загл.с экрана.

182. **Briguglio, Lino.** "Preliminary study on the construction of an index for ranking countries according to their economic vulnerability." UNCTAD/LDC/Misc 4 (1992): 1992. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=2447864> . – Загл.с экрана.
183. **Земцов, С.П.** Социально-экономическая оценка риска наводнений в прибрежных зонах Азово-Черноморского побережья Краснодарского края [Электронный ресурс] / С.П.Земцов, И.Н.Крыленко, Н.М.Юмина. – Режим доступа: [https://istina.msu.ru/media/publications/articles/369/7a5/3711952/Zemtsov\\_S.P.\\_Statya\\_po\\_uязvimosti\\_rajonov\\_Krasnodarskogo\\_kraya.pdf](https://istina.msu.ru/media/publications/articles/369/7a5/3711952/Zemtsov_S.P._Statya_po_uязvimosti_rajonov_Krasnodarskogo_kraya.pdf). – Загл.с экрана.
184. **Bankoff, G.** (2004). Mapping Vulnerability: Disasters, Development and People. London: Earth scan. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://en.wikipedia.org/wiki/Vulnerability> . – Загл.с экрана.
185. **Лареса, М.** Conservation of fruit tree diversity I., Turdieva in Central Asia: policy options and challenges [Text] / М.Лареса, N.I.Lopez, W.G.Ayad et al. – Rome: Bioversity International. –2014. – 12 с.
186. **Куренкеев, Т.К.** Changes in humus content on the territory of agricultural lands in the Issyk-Kul basin of Kyrgyzstan // Bio Web of Conferences 100, A., 040256 2024 [Электронный ресурс] / Т.К. Куренкеев, Г.Е. Сариева, Ч.А.Асанбекова и др. – Режим доступа: <https://doi.org/10.1051/bioconf/202410004025> . – Загл.с экрана.
187. **Мамытов, А.М.** Аширахманов, Ш.А., Воронов, С.И. Почвы Киргизской ССР [Текст] / А.М. Мамытов. – Ф.: Илим, 1974. – 105 с.
188. Diagnostics PM 7/20 (2)\* *Erwinia amylovora* // Bulletin OEPP/EPPO Bulletin (2013) 43 (1), 21–45 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/epp.12019>. – Загл.с экрана.

189. **King, E.O.** Two simple media for the demonstration of pyocyanin and fluorescein [Text] / E.O.King, M.Bard, D.E.Raney // J.Laboratory and Clinical Medicine. – 1954. – Vol.44. – P.301–307.

190. **Tamura, K.** Estimation of the number of nucleotide substitutions in the control region of mitochondrial DNA in humans and chimpanzees [Text] / R.Tamura, M.Nei // Molecular Biology and Evolution. – 1993. – Vol.10. – P.512–526.

191. **Самойлова, А.В.** Некоторые свойства изолятов бактерий *Erwinia amylovora*, выделенных из растений подсемейства *Prunoideae* [Текст] / А.В.Самойлова // Межд. Симп. «Защита растений – достижения и перспективы». - Кишинев, 2015. – С.273-276.

192. **Бурделов, Л.А.** Современные представления о состоянии природных очагов чумы: обзор [Текст] / Л.А.Бурделов // Проблемы карантинных и зоонозных инфекций в Казахстане. Алма-Ата: Казахский научный центр карантинных и зоонозных инфекций. – 1999. – С.18–23.

193. **Ревуцкая, О.Л.** Влияние климатических факторов (температуры и осадков) на динамику численности копытных (на примере Еврейской автономной области) [Текст] / О.Л.Ревуцкая // Региональные проблемы. – 2012. – Т.15, №2. – С.5-11.

194. **Сорокин, П.А.** Моделирование биологических популяций с учетом свойств отдельной особи. Электронный журнал «Исследовано в России» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://zhurnal.ape.relarn.ru/articles/2002/103.pdf> . – Загл.с экрана.

195. **Матросов, А.Н.** Место дезинсекции и дератизации в системе неспецифической профилактики заболеваний населения в природных очагах чумы на территории стран СНГ [Текст] / А.Н. Матросов, А.А. Кузнецов, А.А. Слудский и др. // Проблемы особо опасных инфекций. – 2020. – №.3. – С.6–16.

196. **Фенюк, Б.К.** Грызуны и их эктопаразиты [Текст] / Б.К.Фенюк // Сб.науч.работ противочум. Учрежд. Страны. – Саратов: Изд. Сарат.ун-та, 1968. – 480 с.

197. **Крылов, Д.Г.** Зоологическая характеристика Сарыджазского участка среднеазиатского горного очага чумы [Текст]: автореферат дис...канд.б.наук / Д.Г.Крылов. – 1964. – 22 с. <http://www.referun.com>

198. **Поле, С.Б.** К итогам изучения природных очагов чумы в Казахстане [Текст] / С.Б.Поле // Изв.Мин-ва образов. и науки РК, НАН РК. Сер. биол. и медиц. - Алматы: РИО ВАК РК, 1999. - № 4. – С. 77-83.

199. **Попов, Н.В.** Влияние современного изменения климата на состояние природных очагов чумы России и других стран СНГ [Текст] / Н.В. Попов, В.Е. Бессмертный, А.И. Удовиков и др. // Проблемы особо опасных инфекций. – 2013. - Вып.3. – С.23-28.

200. **Варшавский, В.С.** Пространственная и биоценотическая структура чумного очага на северной окраине ареала большой песчанки (Северное Аральское море) [Текст]: автореферат док. дисс. / В.С.Варшавский Астраханская противочумная станция, Астрахань, Россия, 1985. – 28 с.

201. **Бурделов, Л.А.** К вопросу о соотношении микроочаговой и миграционной форм существования возбудителя чумы в Северном Приаралье [Текст] / Л.А.Бурделов, Б.С.Варшавский // В кн.: Эпидемиол. И эпизоотология чумы. – 1980. – С.14-18.

202. **Петров, П.А.** Ландшафтная приуроченность эпизоотий чумы в Центрально-Кавказском очаге в связи с задачами эпизоотологического районирования этого очага [Текст] / П.А. Петров, П.Е. Найден, В.В. Ивановский // Проблемы природной очаговости чумы. - 1981. - №1. – С.48-49.

203. **Потапов, Д.В.** К вопросу о видовом составе мышевидных грызунов Гомельского района [Текст] / Д.В. Потапов // Молодой ученый. – 2013. - №7(54). – С.92-95. — URL: <https://moluch.ru/archive/54/7241/> . – Загл.с экрана.

204. **Наглов, В.** Статистический анализ приуроченности видов и структуры сообществ [Текст] / В. Наглов, И. Загороднюк // Proceedings of Theriological School. – 2006. – Vol.7. – P.291.

205. **Бояркин, И. В.** Биотопическое распределение зайцеобразных и грызунов западной части Республики Тыва [Текст] / И.В.Бояркин // Изв.Иркутского гос.ун-та. – 2012. – Т.5, № 4. – С.55–63.
206. **Кулбаев, А.З.** Видовой состав и количественные показатели мышевидных грызунов в территории Государственного природного парка Кара-Шоро [Текст] / А.З.Кулбаев, К.Ы.Стамалиев // Межд.журнал прикладных и фундаментальных исслед. – 2021. – № 6 – С.7-10.
207. **Герасименко, Е.В.** Биотопическое распределение мелких мышевидных грызунов [Текст] / Е.В.Герасименко, А.Ю.Газиева, А.Х.Халидов и др. // Наука.Инновации. Технологии. – 2022. - №2. – С.89-103.
208. **Федоров, В.Н.** Профилактика чумы [Текст] / В.Н.Федоров, И.И.Рагозин, Б.К.Фенюк. - М.: Медгиз, 1955. – 228 с.
209. **Сунцов, В.В.** Чума. Происхождение и эволюция эпизоотической системы (экологические, географические и социальные аспекты) [Текст] / В.В.Сунцов, Н.И.Сунцова. – М.: Товарищество научных изданий. КМК, 2006. – 247 с.
210. **Shenbrot, G.** Geographical range size and host specificity in ectoparasites: a case study with *Amphipsylla* fleas and rodent hosts [Text] / G. Shenbrot, B. Krasnov, L.Lu // *J.Biogeography*. – 2007/ - Vol.34. – P.1679–1690.
211. **Медведев, С.Г.** Разнообразие переносчиков возбудителя чумы: полигостальные паразиты – блохи рода *Rhadinopsylla* Jordan et Rothschild, 1911 (Siphonaptera: Hystrichopsyllidae) [Текст] / С.Г.Медведев, Д.Б.Вержуцкий, Б.К.Котти // *Паразитология*. – 2020. - Т.54, №3. – С.205-230.
212. **Медведев, С.Г.** Разнообразие переносчиков чумы: блохи рода *Neopsylla* Wagner 1903, (Siphonaptera, Hystrichopsyllidae) [Текст] / С.Г.Медведев, Д.Б.Вержуцкий, Б.К. Котти // *Паразитология*. – 2021. – Т.55, №3. – С.179-203.

213. **Ивженко, Н.И.** Сохранение возбудителя чумы в зимующих блохах в Горно-Алтайском природном очаге [Текст] / Н.И.Ивженко, В.Т.Климов, А.А.Бондаренко, и др. // Доклады Иркутского противочумн. ин-та. – 1974.- Т.10. – С.208–209.
214. **Шарец, А.С.** Эпизоотологическая эффективность разового истребления сурков [Текст] / А.С.Шарец, С.А.Берендяев, Л.С.Красникова и др. // Тр.Среднеаз. н.-и. против.ин-та. – Алма-Ата, 1958. – В. 4. – С.145-147.
215. **Шварц, Е.А.** Распределение и численность блох в гнездах сурков и их эпизоотологическое значение [Текст] / Е.А.Шварц, С.А.Берендяев, Э.Л.Берендяева и др. // В сб.: Тр.Средне-Азиатского научно-исслед. противочумного ин-та. – 1961. - №7. – С.41–54.
216. **Балашов, Ю.С.** Организм иксодных клещей как среда обитания возбудителей трансмиссивных инфекций [Текст] / Ю.С.Балашов // Паразитологический сб. – 1987. – Т.34. – С.48-69.
217. **Смелянский, В.П.** Современное состояние проблемы природно-очаговых инфекций на территории Волгоградской области [Текст] / В.П. Смелянский, К.В. Жуков, Н.В. Бородай и др. // Здоровье населения и среда обитания. – 2021. - Т.29, № 11. – С.83–93.
218. **Москвитина, Э.А.** Предэпидемическая диагностика: факторы, определяющие предпосылки осложнения эпидемиологической ситуации при природно-очаговых инфекциях [Текст] / Э.А.Москвитина, И.В.Орехов, Н.Л.Пичурина и др. // Инфекция и иммунитет. – 2012. – Т.2, № 1–2. – С.174.
219. **Eroshenko, G.A.** Yersinia pestis strains of ancient phylogenetic branch O.ANT are widely spread in the high mountain plague foci of Kyrgyzstan [Text] / G.A. Eroshenko, N.Y.Nosov, Y.M.Krasnov et al. // PLoS ONE. – 2017. – Т.12(10). – P.e0187230.

220. **Тургунбаев, К.Т.** Сорты и формы яблони в условиях юга Кыргызстана [Текст] / К.Т. Тургунбаев // Межд.журнал прикладных и фундаментальных исслед. – 2018. – № 3. – С.110-114;

221. **Седов, Е.Н.** Генофонд яблони и селекция на улучшение биохимического состава плодов [Текст] / Е.Н.Седов, М.А.Макаркина, З.М.Серова // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2014. – Т.18, № 3. – С.540-547.

222. Национальный статистический комитет Кыргызской Республики (Нацстатком), Министерство здравоохранения (Кыргызская Республика) и ICF International. 2013. Медико-Демографическое Исследование Кыргызской Республики. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://sun-kg.org/uploads/resources/diemoghrafichieskoie-issliedovaniie\\_KR\\_2012.pdf](http://sun-kg.org/uploads/resources/diemoghrafichieskoie-issliedovaniie_KR_2012.pdf) . – Загл.с экрана.

223. Оценка качества госпитальной помощи детям в Кыргызстане. ВОЗ, 2012. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://www.euro.who.int/data/assets/pdf\\_file/0005/180707/e96733-Rus.pdf?ua=1&ua=1](http://www.euro.who.int/data/assets/pdf_file/0005/180707/e96733-Rus.pdf?ua=1&ua=1) . – Загл.с экрана.

224. **Rezzonico, B.** Erwinia species identification using matrix-assisted laser desorption ionization-time of flight mass spectrometry [Text] / B. Rezzonico, T.N.M. Duffy et al. // J.Plant Pathology. – 2017. – Vol.99 (Special issue). – P.121-129.

225. **Stockwell, V.O.** Pink Erwinia amylovora: colony discoloration in diagnostic isolations by co-cultured bacteria [Text] / V.O. Stockwell, K.Hockett, C.Marie et al. // Acta Horticulturae – 2008. -Vol.793. – P.539-542.

226. **Gonzalez, A.J.** First report of Erwinia persicina from Phaseolus vulgaris in Spain [Text] / A.J.Gonzalez, J.C.Tello, M.de Cara // Plant Disease. – 2005. - Vol.89. – P.109-119.

227. **Santos, M.** First report of *Erwinia aphidicola* from *Phaseolus vulgaris* and *Pisum sativum* in Spain [Text] / M.Santos, F.Dianez, J.Minano et al. // *Plant Pathol.* – 2009. – Vol.58. – P.1171-1178.
228. **Luo, M.** First Report of Fruit Spot on Pepper Caused by *Erwinia aphidicola* in China [Text] / M. Luo, Q.Sheng, C.L.Wang et al. // *Plant disease.* – 2018. – Vol.102. - No.7. - P. 348.
229. **Prosekov, A.Yu.** Antimicrobial activity of fruit and vegetables' natural microflora as a source of receiving biopreservatives [Text] / A.Yu. Prosekov, O.O.Babich, S.A.Suckikh et al. // *Science Evolution.* – 2016. - Vol.1. - No.1. – P.103–112.
230. **Marín, F.** *Erwinia aphidicola* isolated from commercial bean seeds (*Phaseolus vulgaris*) [Text] / A.Marin, M.Santos, F.Carretero et al. // *Phytoparasitica.* – 2011. – Vol.39. – P.483–489.
231. **Harada, H.** Experimental pathogenicity of *Erwinia aphidicola* to pea aphid, *Acyrtosiphon pisum* [Text] / H.Harada, H.Ishikawa // *J.Gen Microbiol.* – 1997. – Vol.43. – P.363–367.
232. **Nadarasah, G.** Insects as alternative hosts for phytopathogenic bacteria [Text] / G.Nadarasah, O.Stavrinides // *FEMS Microbiol.Rev.* – 2011. -Vol.35. – P.555-575.
233. **Harada, H.** *Erwinia aphidicola*, a new species isolated from pea aphid, *Acyrtosiphon pisum* [Text] / H.Harada, H.Oyaizu, Y.Kozako et al. // *J. Gen Microbiol.* 1997. – Vol.43. – P.349–354.
234. **de Vries, E.J.** The association of western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*, with a near *Erwinia* species gut bacteria: transient or permanent? [Text] / E.J. de Vries, J.A.J. Breeuwer, G.Jacobs et al. // *J.Invertebr Pathol.* -2001a. – Vol.77. – P.120–128.
235. **de Vries, E.J.** Growth and transmission of gut bacteria in the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* [Text] / E.J.de Vries, G.Jacobs, J.A.J. Brewer // *J.Invertebr Pathol.* – 2001b. – Vol.77. – P.129–137.

236. **Pussy, P.L.** Antibiosis activity of *Pantoea agglomerans* biocontrol strain E325 against *Erwinia amylovora* on apple flower stigmas [Text] / P.L. Pussy, V.O.Stockwell, C.L. Readon // *Phytopathology* – 2011. – Vol.101. – P.1234-1241.

237. **Mohammadi, M.** The biological role of pigment production for the bacterial phytopathogen, *Pantoea stewartii* subsp. *Stewartia* [Text] / M. Mohammadi, L. Burbank, C. Roper // *Appl Environ Microb.* – 2012. – Vol.78. – P.6859–65.

238. **Приходько, С.И.** Исследование качественного состава эпифитных микроорганизмов некоторых культурных и сорных растений Тамбовской и Московской областей [Текст] / С.И.Приходько, О.В.Селицкая // *Агрехимический вестник.* – 2014. - № 3. – С.12-15.

239. **Maddock, D.** Description of a novel species of *Leclercia*, *Leclercia tamurae* sp. nov. and proposal of a novel genus *Silvania* gen. nov. containing two novel species *Silvania hatchlandensis* sp. nov. and *Silvania confinis* sp. nov. isolated from the rhizosphere of oak [Text] / B. Maddock, D. Arnold, S. Denman et al. // *BMC Microbiology.* – 2022. – Vol.22. – P.289-307.

240. **Kang, S.-M.** Indole-3-acetic-acid and ACC deaminase producing *Leclercia adecarboxylata* MO1 improves *Solanum lycopersicum* L. growth and salinity stress tolerance by endogenous secondary metabolites regulation [Text] / S.-M. Kang, R.Shahzad, S. Bilal et al. // *BMC Microbiology.* – 2019. – Vol.19. – P.80-93.

241. **Melo, J.** Crop management as a driving force of plant growth promoting rhizobacteria physiology [Text] / J.Melo, M.Carolino, L. Carvalho et al. // *SpringerPlus.* – 2016. – Vol.5. – P.1574-1589.

242. **Xu, Y.Y.** Complete genome sequences of *Leclercia* sp. W6 and W17 isolated from a gastric Cancer patient [Text] / Y.Y.Xu, C.J.Huang, L.Xu et al. // *Curr Microbiol.* – 2020. – Vol.77. – P.2775–82.

243. **Pang, F.** Plant organ- and growth stage-diversity of endophytic bacteria with potential as biofertilisers isolated from wheat (*Triticum aestivum* L.) [Text] /

F.Pang, A. Tao, C.Ayra Pardo et al. // BMC Plant Biology. – 2022. – Vol.22. – P.276-291.

244. **Adisasmito, W.B.** One Health: A new definition for a sustainable and healthy future [Text] / W.B.Adisasmito, S.Almuhairi, C.B.Behravesh // PLOS Pathog. – 2022. – Vol.18. – P.e1010537.

245. **Пасынкова, М.В.** Зола углей как субстрат для выращивания растений [Текст] / М.В.Пасынкова // Растения и промышленная среда. 3. 1974. С.29-44.

246. **Ковда, В.А.** Почвоведение. Часть 1. Почва и почвообразование [Текст] / В.А. Ковда, Б.Г. Розанов. – М.: Высшая школа, 1988. – 400 с.

247. **Якименко, В.Н.** Баланс калия, урожайность культур и калийное состояние почвы в длительном полевом опыте в лесостепи Западной Сибири [Текст] / В.Н. Якименко // Агрохимия. – 2019. - №10. – С.16-24.

248. **Полевой, В.В.** Физиология растений [Text] / В.В. Полевой. – М.: Высшая школа, 1989. – 464 с.

252. **Гергель, В.В.** Влияние сульфата аммония на ростовые процессы растений риса [Текст] / В.В.Гергель // Зернобобовые и крупные культуры. - 2014. - №4(12). – С.37-38.

253. **Мамаева, Е.Г.** Местные источники удобрений в зеленом строительстве городов Свердловской области [Text] / Е.Г. Мамаева, Н.А. Луганский, В.Г. Левченко и др. // «Растительность и промышленные загрязнения. Охрана природы на Урале. -1966. – Вып.5. – С.15.

254. **Захарова, Н.Г.** Создание биопрепаратов, перспективных для сельского хозяйства [Text] / Н.Г. Захарова, З.Ю. Сираева, И.П. Демидова и др. // Уч.зап.Казанского гос.ун-та. – 2006. – Т.148. - Кн.2. – С.102-111.

255. **Сираева, З.Ю.** Патент «Биопрепарат для стимуляции роста и защиты растений от болезней, повышения урожайности и почвенного плодородия [Text]: патент / З.Ю. Сираева, Н.Г. Захарова // РФ №2478290, МПК

A01N 63/00, C12N 1/20, C12R 1/065, C12R 1/07, опубл. 2011.

**КЫРГЫЗСКАЯ РЕСПУБЛИКА**



**КЫРГЫЗПАТЕНТ**

**СВИДЕТЕЛЬСТВО**

№ 33

Название базы данных:  
*Эпидемиология и эпизоотология чумы в Сары-Джазском природном очаге Кыргызстана*

Правообладатель (и), страна:  
*Учреждение "Республиканский центр карантинных и особо опасных инфекций  
Министерства здравоохранения Кыргызской Республики,  
Кыргызская Республика*

Автор (ы), гражданство:  
*Абдыраман Сапаржан Токтокумович, Сарина Гульнора Едылбекова, Сагын Зурбек Ахматович, Вакриятора Гульнора Джусуповна,  
Шабуня Антон Геннадьевич, Мамытов Рамзанбек Касымович, Айтбаева Жаркынай Табылтыевна, Джомарова Абдуль Кудубековна,  
Мусхалимова Райкан Сафаровна, Абдыраманов Абдуль Ахтамович, Абдыл Эман Жусупович, Сафиева Эльмир Гусмановна,  
Курманов Бержан Коргозович, Кыргызская Республика*

Дата первого опубликования базы данных:

Заявка № *20170007.7*

Зарегистрировано в Государственном реестре баз  
данных Кыргызской Республики *19 апреля 2017 года*

## Приложение 2.

«УТВЕРЖДАЮ»

Начальник Каракольского противочумного  
отделения Республиканского центра  
кариатинных и особо опасных инфекций

*Маймулов Р.К.*

« 5 » 02

2024 г.



### АКТ

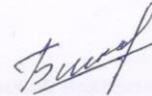
внедрения результатов научно-исследовательской деятельности

1. **Авторы внедрения:** Сариева Гульмира Едигеевна, Сагиев Заурбек Акимханович, Шабунин Антон Геннадьевич, Базарканова Гульнара Джумакадыровна
2. **Наименование научно-исследовательской деятельности:** Ретроспективное исследование многолетних архивных данных по эпизоотологии и эпидемиологии чумы в Сары-Джазском природном очаге
3. **Краткая аннотация:** Электронная база данных «Эпидемиология и эпизоотология чумы в Сары-Джазском природном очаге Кыргызстана» имеет следующие функциональные возможности – база представлена в различных форматах: *Word, Excel* и постоянно обновляется по мере поступления информации о заболеваемости людей чумой, выделения культур чумного микроба от носителей и переносчиков в Сары-Джазском автономном очаге чумы Кыргызстана. Электронная база данных представляет собой таблицу, включающую следующую информацию: столбец 1 представляет порядковый номер каждой вспышки чумы среди людей, выделение культур чумного микроба от переносчиков и носителей в Сары-Джазском автономном очаге чумы; Столбец 2 – место регистрации вспышки; Столбец 3 – сектор регистрации вспышки или выделения культуры чумного микроба; Столбец 4 – наименование микроорганизма; Столбец 5 – объект выделения чумного микроба; Столбец 6 – географическую северную широту вспышки; Столбец 7- географическую восточную долготу вспышки; Столбец 8 – год регистрации вспышки; Столбец 9 – месяц регистрации вспышки; Столбец 10 – день регистрации выделения штамма чумного микроба или заболевания людей; Столбец 11 – дополнительная информация.
4. **Эффект от внедрения:** база данных «Эпидемиология и эпизоотология чумы в Сары-Джазском природном очаге Кыргызстана» используется в работе Каракольского противочумного отделения для анализа и дифференциации территории Сары-Джазского автономного очага по степени риска заражения людей чумой; для определения зависимости заболевания чумой от социальных и экологических факторов; для совершенствования эпидемиологического мониторинга за чумой в высокогорных районах Кыргызстана, для расчетов потенциального эпидемиологического риска, эпидемиологической опасности и уязвимости населения Ак-Суйского района Иссык-Кульской области. База данных может быть цифровой платформой для исследований вспышек чумы среди людей в

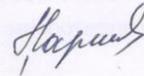
других природных очагах чумы, локализованных в Иссык-Кульской области – Верхненарынском, и за ее пределами.

5. **Место и время внедрения:** г. Каракол, февраль.2021 г.
6. **Форма внедрения:** информационная основа для расчетов фактической и потенциальной опасности, уязвимости населения Ак-Суйского района от чумы, прогноза и планирования ежегодных противоэпидемических экспедиций.

Гульнара Джумакадыровна Базарканова  
Заведующий отделом зоологии и паразитологии  
Каракольского противочумного отделения  
РЦКиООИ



Гульмира Едигеевна Сариева  
доцент кафедры естественных наук  
ИГУ им. К. Тыныстанова



ПРИЛОЖЕНИЕ 3.

Таблица П 3.1. - Фактическая и прогнозируемая площадь земель, используемых под туризм, на территории СД очага чумы

<b>Номер сектора</b>	<b>Фактическая площадь туристических зон в 2016 г. (%)</b>	<b>Прогнозируемая площадь туристических зон в 2050 г. (%)</b>	<b>Описание перспективного для туризма объекта</b>
114404013	51	70	с. Сарыджаз
114404023	0	20	с. Кайнар
114403941	0	10	с. Мынжилкы
114404032	39	100	русло р. Текес
114404042	0	20	с. Кокпак
114404131	0	20	с. Текес
114404043	90	100	русло р. Орто-Кокпак
114404044	55	80	русла рек Улькен-Кокпак и Баянгал
114404133	48	90	с. Каратоган, с. Ынтымак и русло р. Баянгал
114405111	0	50	с. Джергалан и русло р. Тюя
114405112	6	20	ур. Чаркулук
114405121	22	50	русло р. Каркара
114405113	0	30	русла рек Жергалан и Тюя
114405114	0	25	ур. Кескенкия и русло р. Тюп

114405123	0	20	русло р. Чон-Жыланач
114405124	0	30	русло р. Кокджар
114405213	0	25	русла рек Кокджар и Тюз
114405314	38	60	верховье р. Нарынкол
114405042	0	30	русло р. Тургенаксу
114405131	0	35	верховья рек Жергалан и Шаркыратма
114405132	0	10	русло р. Тюп
114405044	0	20	русло р. Тургенаксу
114405133	0	20	русло р. Чонашу
114405144	49	60	русло р. Тюз
114405234	48	80	русла рек Адыртор и Тургензынсай
114405243	31	40	русло р. Сарыджаз
114406412	77	90	русло р. Адыртор
114406223	0	15	русло р. Сарычат
114406224	0	30	русло р. Коолу и ур. Майсаз
114406313	43	70	русло р. Коолу и ур. Майсаз
114406232	0	10	русло р. Коолу (вост.)
114406331	52	60	русла рек Мал. Галдысу и Бол.

			Талдысу
114406333	58	70	русло р. Эныльчек
114406334	64	80	русло р. Эныльчек
114407512	31	40	русло р. Каинды

ПРИЛОЖЕНИЕ 4.

Таблица П. 4.2. Прогнозируемая относительная степень уязвимости населения Сары-Джазского очага чумы от туризма на 2050 г.

Номер сектора	Фактические на 2016 г.				Прогнозируемые на 2050 г.			
	Индекс туризма (%)	Индекс риска (%)	Индекс уязвимости (%)	Относительная степень уязвимости	Индекс туризма (%)	Индекс риска (%)	Индекс уязвимости (%)	Относительная степень уязвимости
114404013	15	60	30	средняя	22	66	33	средняя
114404023	0	42	21	низкая	6	48	24	низкая
114403941	0	10	5	незначит.	3	13	7	незначит.
114404032	12	19	9	незначит.	30	37	18	<b>низкая</b>
114404042	0	41	21	низкая	6	47	24	низкая
114404131	0	40	20	низкая	6	46	23	низкая
114404043	27	44	22	низкая	30	47	23	низкая
114404044	17	27	14	низкая	25	36	18	низкая
114404133	14	70	35	средняя	28	83	42	средняя
114405111	0	60	30	средняя	16	76	38	средняя
114405112	2	30	15	низкая	6	35	17	низкая
114405121	7	16	8	незначит.	16	26	13	<b>низкая</b>
114405113	0	28	14	низкая	9	37	19	низкая
114405114	0	24	12	низкая	8	32	16	низкая

114405123	0	25	13	низкая	6	31	16	низкая
114405124	0	4	2	незначит.	9	13	6	незначит.
114405213	0	0	0	незначит.	8	8	4	незначит.
114405314	11	19	9	незначит.	19	27	13	<b>низкая</b>
114405042	0	33	17	низкая	9	42	21	низкая
114405131	0	13	7	незначит.	11	24	12	<b>низкая</b>
114405132	0	13	7	незначит.	3	16	8	незначит.
114405044	0	22	11	низкая	6	28	14	низкая
114405133	0	4	15	низкая	6	10	18	низкая
114405144	15	55	27	низкая	19	59	30	<b>средняя</b>
114405234	14	33	17	низкая	25	44	22	низкая
114405243	9	9	5	незначит.	13	13	7	незначит.
114406412	23	29	14	низкая	28	34	17	низкая
114406223	0	8	18	низкая	5	13	20	низкая
114406224	0	18	23	низкая	9	27	28	низкая
114406313	13	45	36	средняя	22	54	41	средняя
114406232	0	7	17	низкая	3	10	19	низкая
114406331	16	38	33	средняя	19	42	35	средняя
114406333	17	58	29	низкая	22	63	32	<b>средняя</b>
114406334	19	40	20	низкая	25	45	23	низкая
11440751	9	26	13	низкая	13	29	15	низкая



КЫРГЫЗ РЕСПУБЛИКАСЫ



КЫРГЫЗПАТЕНТ

КУБӨЛҮК

№ 40

Маалымат базасынын аталышы:

*“Кыргызстандын Ысык-Көл облусунун мөмө, жемиши өсүмдүктөрүнүн жана алардын жапайы түрлөрүнүн биоартүрдүүлүгү”*

Автору (авторлору), граждандыгы:

*Сариева Гульмира Едигеевна (РК), Турдиева Мухаббат Кузиевна (РУ), Шабунин Антон Геннадьевич (КР), Алмазбек Диас Алмазбек уулы (КР), Курманбек уулу Нурсулман (КР)*

Укук ээси (ээлери), өлкөсү:

*Сариева Гульмира Едигеевна (РК), Турдиева Мухаббат Кузиевна (РУ), Шабунин Антон Геннадьевич (КР), Алмазбек Диас Алмазбек уулы (КР), Курманбек уулу Нурсулман (КР)*

Маалымат базасынын алгачкы жарыяланган күнү:

Өтүнмөнүн № 20180004.7

Кыргыз Республикасынын Маалымат базаларынын мамлекеттик реестринде катталган: 2018-жылдын 22-февралында

Төрага

Эсеналиев Д.А.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 6.

«УТВЕРЖДАЮ»  
Директор Регионального управления в  
Иссык-Кульской области  
Департамента перерабатывающей  
промышленности и органического  
сельского хозяйства  
Доконбаев У.И.  
« 20 » 2024 г.

### АКТ

внедрения результатов научно-исследовательской деятельности

1. **Авторы внедрения:** Сариева Гульмира Едигеевна, Турдиева Мухаббат Кузиевна, Шабунин Антон Геннадьевич
2. **Наименование научно-исследовательской деятельности:** Исследование видового и внутривидового разнообразия плодовых, орехоплодных и ягодных культур Северного Кыргызстана
3. **Краткая аннотация:** Внедряется цифровая база данных «Биоразнообразие плодовых, ягодных культур и их диких сородичей в Иссык-Кульской области Кыргызстана», созданная путем систематизации традиционных знаний сельских жителей Ак-Суйского и Джеты-Огузского районов Иссык-Кульской области о сортовом разнообразии культурных и диких плодовых и ягодных культур, особенностях их использования и причинах исчезновения. Электронная база данных «Биоразнообразие плодовых и ягодных культур в Иссык-Кульской области Кыргызстана» представляет собой таблицу, включающую следующую информацию: столбец 1 представляет дату проведенного опроса. Столбец 2 – село проведения опроса. Столбец 3 – группу опроса; Столбец 4 - культуру; Столбец 5 – название сорта (местное или научное); Столбец 6 – современный или местный сорт; Столбец 7-12 – форму, размер плода, цвет, вкус, наружную оболочку и состояние мякоти плода; Столбец 13 – применение плодов; Столбец 14 – распространение сорта; Столбец 15 – преимущества; Столбец 16 - недостатки. БД имеет формат Excel и может постоянно обновляться по мере поступления новой информации о распространении новых коммерческих сортов, способах использования и сохранения плодов и ягод на севере Кыргызстана
4. **Эффект от внедрения:** База данных «Биоразнообразие плодовых, ягодных культур и их диких сородичей в Иссык-Кульской области Кыргызстана» используется в работе Регионального управления Департамента перерабатывающей промышленности и органического сельского хозяйства в Иссык-Кульской области, его учебного центра «Агрохаб» с 1.04.2024, в качестве демонстрационного материала для информирования фермеров о состоянии агро- и биоразнообразия плодовых, ягодных культур и их диких сородичей, анализа факторов, вызывающих замещение традиционных акклиматизированных к почвенно-климатическим

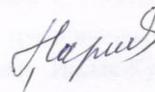
условиям Иссык-Кульской области сортов привозными коммерческими, которые требуют длительного времени для акклиматизации, вследствие этого в определенной мере имеют низкую устойчивость к инфекционным болезням, стрессовым факторам (заморозки, засуха, высокая инсоляция). Электронная база данных дополняется сведениями, полученными при опросе фермеров, проживающих в Тюпском, Иссык-Кульском, Тонском районах, и после заключительного анализа будет использоваться для прогноза ситуации по сохранению местного разнообразия сортов плодовых и ягодных культур, а также их диких сородичей

5. **Место и время внедрения:** г. Каракол, 1.04.2024
6. **Форма внедрения:** демонстрационный материал, материал для анализа состояния агроразнообразия по всей области и прогноза ситуации.

Касымова Кыял Турдыгуловна  
Главный специалист Регионального управления  
в Иссык-Кульской области Департамента  
перерабатывающей промышленности  
и органического сельского хозяйства



Сариева Гульмира Едигеевна  
доцент кафедры естественных наук  
ИГУ им. К. Тыныстанова



ПРИЛОЖЕНИЕ 7.

Таблица П 7.1 - Характеристика роста штаммов бактерий от груши и яблони с симптомами бактериального ожога на твердых питательных средах

Изолят бактерий	Наименование питательной селективной среды		Морфология на среде Леванова
	Кинг Б	Леванова	
№1	Колонии без флуоресцирующего пигмента, белые	Очень слабый рост, колонии белые	колонии круглые, выпуклые, зернистые
№2	Колонии без флуоресцирующего пигмента, желтые	Хороший рост, желтые	Конусообразная, неравномерная, с выростами
№3	Колонии без флуоресцирующего пигмента, желтые	Хороший рост, желтые	Конусообразная, неравномерная, с выростами, зернистая
№4	Колонии без флуоресцирующего пигмента, белые	Хороший рост, белые	Крупная, прозрачная, выпуклая, куполообразная, зернистая
№5	Колонии без флуоресцирующего пигмента, белые	Хороший рост, белые	Как №2 и 3, конусообразная, зернистая
№6	Колонии без флуоресцирующего пигмента, желтые	Хороший рост, желтые	Конусообразная, с ровными краями, сплошной рост, зернистая
№7	Колонии без флуоресцирующего пигмента, белые	Хороший рост, белые	Плоские, округлые, куполообразные, прозрачные, блестящие
№8	Колонии без флуоресцирующего пигмента, белые	Хороший рост, белые	округлые, куполообразные, прозрачные, зернистые
№9	Колонии без флуоресцирующего пигмента, желтые	Хороший рост, желтые	Сплошной рост, конусовидные, прозрачные, края гладкие, округлая, зернистая

№10	Колонии без флуоресцирующего пигмента, белые	Хороший рост, белые	Края ровные, гладкие, прозрачные, незернистые
№11	Колонии без флуоресцирующего пигмента, белые	Хороший рост, белые	Прозрачные, круглые
№12	Колонии без флуоресцирующего пигмента, белые	Хороший рост, белые	Прозрачные, круглые, ровные края, незернистые
№13	Колонии без флуоресцирующего пигмента, желтые	Хороший рост, желтые	Маслянистые, черная сердцевина, конусообразные, зернистые
№14	Колонии без флуоресцирующего пигмента, белые	Слабый рост, как №1	Куполообразные, в центре зернистые, край ровный, прозрачные
№15	Колонии без флуоресцирующего пигмента, белые	Хороший рост, белые	Круглые, полупрозрачные, с центром
№16	Колонии без флуоресцирующего пигмента, белые	Хороший рост, белые	С плоским краем, гладкие, прозрачные, слабо зернистые
№17	Колонии без флуоресцирующего пигмента, желтые	Хороший рост, желтые	Маслянистые, полупрозрачные, зернистые,
№18	Колонии без флуоресцирующего пигмента, белые	Хороший рост, белые	Зернистые, ровный край, куполообразные,
№19	Колонии без флуоресцирующего пигмента, желтые	Хороший рост, желтые	Зернистые, центр темный, круглые, куполообразные
№20	Колонии без флуоресцирующего пигмента, белые	Хороший рост, белые	Округлые, куполообразные, слабо зернистые,
№21	Колонии без флуоресцирующего пигмента, желтые	Хороший рост, желтые	Темная сердцевина, куполообразная, зернистая

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор Регионального управления  
в Иссык-Кульской области  
Департамента перерабатывающей  
промышленности и органического  
сельского хозяйства

  
Доконбаев У.И.  
« 6 » *июль* 2024 г.

АКТ

внедрения результатов научно-исследовательской деятельности

1. **Авторы внедрения:** Сариева Гульмира Едигеевна, Эсенгожоев Руслан Докдурбекович

2. **Наименование научно-исследовательской деятельности:** Исследование влияния органо-минерального препарата «Живая вода» на рост, продуктивность и устойчивость к бактериальным и грибковым болезням плодовых культур

3. **Краткая аннотация:** 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. По своему химическому составу данный препарат соответствует очень жесткой щелочной слабосоленовой сульфатной магниево-кальциевой минеральной воде с высоким содержанием Р и К. После изучения стимулирующих рост свойств препарата в молекулярно-генетической лаборатории и Ботаническом саду ИГУ им. К. Тыныстанова на тестовых культурах (пшеницы, ячмень, томаты, огурцы, яблоня, груша, абрикос) рекомендуется обработка стволов деревьев груши, яблони, абрикоса адаптированным составом препарата «Живая вода» и глины (в соотношении 3: 2) после весенней и осенней обрезки старых и поврежденных веток. Также проводить опрыскивание крон деревьев жидкой фракцией препарата «ЖВ» в разведении 1: 5 (вода) и корневую подкормку приствольных кругов препаратом «Живая вода» в разведении 1 : 3 (вода) в летний период с интервалом в 10-14 дней.

4. **Эффект от внедрения:** После 4-х кратной обработки стволов плодовых деревьев адаптированным составом препарата «Живая вода» и глины наблюдается положительная внешняя динамика: поражение деревьев мучнистой росой ослабевает, молодые побеги хорошо отрастают, внешние

симптомы поражения бактериальным ожогом – усыхание ветвей, завязей, поражения коры основного ствола – исчезают, раны на коре затягиваются. Черный налет на коре деревьев исчезает полностью. Обработанные 2-х кратно опрыскиванием жидкой фракцией препарата «ЖВ» в разведении 1: 5 (вода) молодые деревья яблони хорошо плодоносят, плоды крупнее, чем у необработанных. Корневую подкормку приствольных кругов препаратом «Живая вода» в разведении 1 : 3 (вода) в летний период с интервалом в 10-14 дней дает прибавку в урожае на 20%.

5. **Место и время внедрения:** г. Каракол, октябрь 2021 г.

6. **Форма внедрения:** демонстрация препарата «Живая вода» вместе с другими биоорганическими препаратами.

Касымова Кыял Турдугуловна  
главный специалист  
Регионального управления  
в Иссык-Кульской области  
Департамента перерабатывающей промышленности  
и органического сельского хозяйства

Сариева Гульмира Едигеевна  
доцент кафедры естественных наук  
ИГУ им. К. Тыныстанова

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор Ак-Суйской

Государственной

Сортостанционной станции

Бейшекеев А.А.

2024 г.



### АКТ

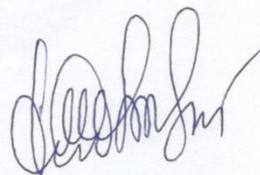
внедрения результатов научно-исследовательской деятельности

1. **Авторы внедрения:** Сариева Гульмира Едигеевна, Эсенгожоев Руслан Докдурбекович, Ибраева Назгуль Илиязовна
2. **Наименование научно-исследовательской деятельности:** Исследование влияния органоминерального препарата «Живая вода» на рост и продуктивность зерновых культур
3. **Краткая аннотация:** препарат «Живая вода», приготовленный по технологии ЧП Эсенгожоева Руслана (г. Каракол, Иссык-Кульская область) путем настаивания золы бурого угля месторождения «Кара-Кече», Нарынской области Кыргызстана на горной проточной воде до максимального растворения минеральных веществ. По своему химическому составу данный препарат соответствует очень жесткой щелочной слабосолоноватой сульфатной магниевно-кальциевой минеральной воде с высоким содержанием подвижных форм  $P_2O_5$  и  $K_2O$ . После изучения стимулирующих рост свойств препарата в молекулярно-генетической лаборатории ИГУ им. К.Тыныстанова на тестовых культурах рекомендуется обработка посевов зерновых путем опрыскивания жидкой фракцией препарата в разведении 1:3 с интервалом в 10-14 дней во время вегетации.
4. **Эффект от внедрения:** 3-х кратная обработка зерновых культур путем опрыскивания повышает количество стеблей, высоту главного колоса, количество колосков и массу 1000 зерен, что дает прибавку в урожайности озимой пшеницы и ячменя на 4-5 ц/га, повышает качество зерна, уменьшает количество невыполненного щуплого «белобочкового» зерна, что особенно важно на фоне бедного химического состава почвы с низким содержанием гумуса,

характерного для большинства почв Иссык-Кульской области. Обработка посевов органоминеральным препаратом ЖВ во время фазы кущения и трубкования способствует повышению сохранности растений, как пшеницы, так и ячменя, в среднем на 10 растений и 12 растений, соответственно.

5. **Место и время внедрения:** с. Ак-Суу, Ак-Суйский р., Иссык-Кульская обл, 1.06.2022 г.
6. **Форма внедрения:** полевое испытание.

Касымалиев Акылбек Калманович  
главный агроном Ак-Суйской ГСИС



Сариева Гульмира Едигеевна  
доцент кафедры естественных наук  
ИГУ им. К. Тыныстанова

