

Наименование НТП: OR11465422 «Создание биобанка редких и исчезающих видов флоры и фауны Казахстана для сохранения биоразнообразия» за 2021-2022 годы

Актуальность программы: Создание биобанка редких и исчезающих видов флоры и фауны является актуальным для Казахстана и соответствует приоритетным государственным задачам по сохранению биологического разнообразия. Проблема сохранения биологического разнообразия является главным приоритетом Конвенции о биологическом разнообразии, которая накладывает на Казахстан ответственность за сохранение и устойчивое использование собственных генетических ресурсов. Казахстан ратифицировал Конвенцию о биологическом разнообразии в 1994 году, а в 2015 году присоединился к Нагойскому протоколу, к 2 Конвенции о биологическом разнообразии. В Послании Главы государства Касым-Жомарта Токаева народу Казахстана от 1 сентября 2020 года, Глава государства поручил Правительству приступить к реализации практических мер по улучшению экологической ситуации и утвердить долгосрочные планы сохранения и рационального использования биологического разнообразия страны. Концепцией по сохранению и генетическому разнообразию Республики Казахстан до 2030 года поставлена задача – создать инфраструктуру, обеспечивающую сохранение генетических ресурсов, доступа к ним и их использование на справедливой и равной основе. Для выполнения программы будет использован комплекс современных генетических, биотехнологических, ботанических, зоологических, культуральных, цитологических, молекулярно-генетических, биохимических, масс-спектрометрических и статистических методов. В результате выполнения программы будет создан биобанк гермоплазмы (семян, культуры изолированных меристем, клеток и тканей) редких и исчезающих видов растений, разработаны технологии культивирования клеток и тканей для сохранения и воспроизводства редких и исчезающих видов растений, созданы биобанк образцов ДНК и база данных нуклеотидных последовательностей хлоропластной ДНК редких и исчезающих видов растений, проведена видовая идентификация редких и исчезающих видов флоры Казахстана на основе секвенирования хлоропластной ДНК и использования информативных ДНК-маркеров, создан биобанк образцов ДНК и биологических материалов редких и исчезающих видов фауны Казахстана, проведена видовая идентификация редких и находящихся под угрозой исчезновения видов фауны Казахстана на основе секвенирования митохондриальной ДНК и белкового профилирования методом масс-спектрометрии, разработаны ПЦР тест-системы для видовой идентификации редких и исчезающих видов фауны Казахстана, создана электронная база данных биобанка образцов ДНК и биологических материалов редких и исчезающих видов флоры и фауны Казахстана. Новые знания и решения, полученные в ходе выполнения программы, будут использованы при разработке специальных мероприятий по сохранению редких и находящихся под угрозой исчезновения видов растений и животных на основе использования современных методов биотехнологии. Целевыми потребителями полученных результатов будут Министерство экологии, геологии и природных ресурсов РК, Министерство сельского хозяйства РК, Министерство образования и науки РК, государственные природные заповедники, национальные природные парки, природные резерваты, заповедные зоны, ботанические сады, зоологические парки, научно-исследовательские институты и университеты.

Цель программы:

Создать биобанк редких и исчезающих видов флоры и фауны Казахстана для сохранения биоразнообразия.

Задачи программы:

1. Создать биобанк образцов ДНК и гермоплазмы (семян, культуры изолированных меристем, клеток и тканей) редких и исчезающих видов флоры Казахстана, в том числе эндемичных лекарственных растений.
2. Создать биобанк образцов ДНК редких и исчезающих видов фауны Казахстана и оригинальных биологических образцов, из которых был получен образец ДНК.

3. Разработать технологии культивирования и криосохранения клеток и тканей редких и исчезающих видов флоры Казахстана.

4. Провести видовую идентификацию редких и исчезающих видов флоры Казахстана на основе секвенирования хлоропластной ДНК и использования информативных ДНК-маркеров.

5. Провести видовую идентификацию редких и исчезающих видов фауны Казахстана на основе секвенирования митохондриальной ДНК и белкового профилирования методом масс-спектрометрии.

6. Разработать ПЦР тест-системы для видовой идентификации редких и исчезающих видов фауны Казахстана.

7. Создать электронную базу данных биобанка образцов ДНК и биологических материалов редких и исчезающих видов флоры и фауны Казахстана.

Ожидаемые результаты программы:

Новые знания и решения, полученные в ходе выполнения научных исследований, будут использованы при разработке специальных мероприятий по сохранению и воспроизводству редких и находящихся под угрозой исчезновения видов растений и животных на основе использования современных методов биотехнологии. Реализация Программы будет осуществляться путем осуществления запланированных мероприятий, достижения целевых индикаторов и показателей.

В результате реализации Программы будут выполнены следующие мероприятия:

1. Создан биобанк гермоплазмы (семян, культуры изолированных меристем, клеток и тканей) 60 редких и исчезающих видов растений, в том числе эндемичных лекарственных растений в условиях консервации и путем криосохранения при температуре -196°C .

2. Разработаны технологии культивирования клеток и тканей для сохранения и воспроизводства для 15 редких и исчезающих видов растений.

3. Созданы биобанк образцов ДНК и база данных нуклеотидных последовательностей хлоропластной ДНК 30 редких и исчезающих видов растений выделены образцы ДНК, подобраны и апробированы ДНК маркеры для видовой идентификации редких и исчезающих видов флоры Казахстана.

4. Создан биобанк образцов ДНК редких и исчезающих видов фауны Казахстана и оригинальных биологических образцов, из которых был получен образец ДНК от 20 редких и исчезающих видов фауны.

5. Проведена видовая идентификация редких и исчезающих 30 видов флоры Казахстана на основе секвенирования хлоропластной ДНК и использования информативных ДНК-маркеров.

6. Проведена видовая идентификация редких и исчезающих 20 видов фауны Казахстана на основе секвенирования митохондриальной ДНК и белкового профилирования методом масс-спектрометрии.

7. Разработаны ПЦР тест-системы для видовой идентификации редких и исчезающих видов фауны Казахстана для повышения эффективности борьбы с браконьерством.

8. Создана электронная база данных биобанка образцов ДНК и биологических материалов редких и исчезающих видов флоры и фауны Казахстана, что предоставит возможность всем государственным органам и природоохранным учреждениям Казахстана получать необходимую информацию

Руководитель программы - Жабагин Максат Кизатович, 1988 года рождения, кандидат биологических наук, PhD, заведующий лабораторией генетики человека РГП на ПХВ «Национальный центр биотехнологии» КН МОН РК. Выпускник Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова, Института общей генетики имени Н.И. Вавилова РАН. Опыт работы по направлению программы – 8 лет. Автор более

30 статей, из них 19 в журналах, индексируемых в базе данных Scopus. Индекс Хирша – 7. Профиль в Scopus: 56590111900. Стипендиат международной программы «Болашақ». Отмечен независимой наградой «Лидер науки – Web of Science awards», как «Лучший молодой ученый» в Казахстане по данным международной информационно-аналитической платформы «Web of Science»

Члены исследовательской группы:

Раманкулов Ерлан Мирхайдарович, PhD, профессор, Генеральный директор . Scopus Author ID: 57218821167; Web of Science Researcher ID: E-2823-2013; ORCID: 0000-0001-6786- 3028

Какимжанова Алмагуль Апсалямовна, д.б.н., доцент, Заведующая лабораторией биотехнологии и селекции растений. Scopus Author ID: 56031411400; Web of Science Researcher ID: I-3841-2017; ORCID: 0000-0002-7797- 6867

Манабаяева Шуга Аскарровна, к.б.н., Заведующая лабораторией генетической инженерии Scopus Author ID: 55615915000; Web of Science Researcher ID: A-2529-2015; ORCID: 0000-0001-7884- 1713

Хапилина Оксана Николаевна, к.б.н., Заведующая лабораторией геномики растений и биоинформатики. Scopus Author ID: 57194829297; Web of Science Researcher ID: J-4151-2017; ORCID: 0000-0002-7256- 568X

Шевцов Александр Борисович, к.б.н., ассоциированный профессор, Заведующий лабораторией прикладной генетики. Scopus Author ID: 57201604158; Web of Science Researcher ID: P-2717-2017; ORCID: 0000-0002-0307- 1053

Мукантаев Канатбек Найзабекович, д.б.н., доцент, Заведующий лабораторией иммунохимии и иммунобиотехнологии. Scopus Author ID: 57211138932; Web of Science Researcher ID: AAM-8674-2020; ORCID: 0000-0002-6048- 0232

Муканов Касым Касенович д.в.н., профессор, Заместитель генерального директора. Scopus Author ID: 56340590800; Web of Science Researcher ID: N-4118-2017; ORCID: 0000-0002-0502- 9238

Ахметоллаев Ильяс Амирханович, к.б.н., Заведующий лабораторией. ORCID: 0000-0002-6219- 4002

Жолдыбаева Елена Витальевна, к.б.н., ассоциированный профессор, Заведующая Национальной научной лаборатории биотехнологии коллективного пользования. Scopus Author ID: 55640278400; Web of Science Researcher ID: AAB-1509-2020; ORCID: 0000-0002-9677- 008X

Хасенов Бекболат Бауржанович, к.х.н., Заведующий лабораторией генетики и биохимии микроорганизмов. Scopus Author ID: 36096620800; Web of Science Researcher ID: AAM-8657-2020; ORCID: 0000-0003-4572- 948X

Тарлыков Павел Викторович, PhD, ассоциированный профессор, Заведующий лабораторией протеомики и массспектрометрии. Scopus Author ID: 35076539700; Web of Science Researcher ID: C-2587-2012; ORCID: 0000-0003-2075- 307X

Шустов Александр Вячеславович, к.б.н., Заведующий лабораторией генетической инженерии. Scopus Author ID: 57211989685; Web of Science Researcher ID: K-1148-2013; ORCID: 0000-0001-9880- 9382

Ахметкаримова Жанар Саматовна, PhD, ассоциированный профессор, Ведущий научный сотрудник. Scopus Author ID: 55308246100; ORCID: 0000-0002-9782- 5521

Шевцов Владислав Александрович, магистр, Научный сотрудник. Scopus Author ID: 57216896596

Турсунов Канат Ахметович, PhD, Старший научный сотрудник. Scopus Author ID: 57193579180; Web of Science Researcher ID: N-6319-2017

Балтин Кайрат Канатович, к.б.н., Старший научный сотрудник. Scopus Author ID: 55437315200; Web of Science Researcher ID: AAQ-9372-2020; ORCID: 0000-0002-6187- 7223

Кирибаева Асель Калиаскаровна, PhD докторант, Научный сотрудник. Scopus Author ID: 57215499873; Web of Science Researcher ID: N-6774-2017; ORCID: 0000-0002-8293-2340

Қасымбек Қуат Тұрсынғазыұлы, магистр, Scopus Author ID: 57220190540

Достигнутые результаты:

2021 год:

По заданию 1: «Создать биобанк образцов ДНК и гермоплазмы (семян, культуры изолированных меристем, клеток и тканей) редких и исчезающих видов флоры Казахстана, в том числе эндемичных лекарственных растений» получены следующие результаты. Для создания биобанка гермоплазмы редких и исчезающих видов флоры Казахстана, в том числе эндемичных лекарственных растений проведена сбор семян 18 видов растений Казахстана (13 из которых занесены в Красную книгу Республики Казахстан, 6 - редкие и нуждающиеся в охране), семена 7 видов предоставлены филиалом РГП на ПХВ «Астанинский ботанический сад».

Проведены эксперименты по определению лабораторной всхожести образцов семян редких и исчезающих видов растений. Показатели всхожести семян после стратификации, проведенной на 7 видах растений (прострел раскрытый, пион уклоняющийся, борец мелколепестный, родиола розовая, лук молочнокветный, астрагал солодколистный, росянка круглолистная) были на уровне 50%. Исследования в данном направлении продолжаются.

По заданию 2: «Создать биобанк образцов ДНК редких и исчезающих видов фауны Казахстана и оригинальных биологических образцов, из которых был получен образец ДНК» в результате проведенных исследований было собрано 10 образцов биологических материалов для выделения ДНК редких и исчезающих видов фауны Казахстана. Из собранных образцов выделены ДНК, которые заложены на длительное хранение, также заложены на хранение сами биологические образцы (кусочки мяса от туш, лейкоциты крови от образцов).

По заданию 3: «Разработать технологии культивирования и криосохранения клеток и тканей редких и исчезающих видов флоры Казахстана» получены следующие результаты. Скрининговые исследования показали, что флора Казахстана отличается значительным разнообразием, были выявлены популяции редких и эндемичных растений, в том числе внесенных в Красную книгу Республики Казахстан, а также лекарственных и хозяйственно-ценных видов флоры: тюльпана Грейга (*Tulipa greigii*), тюльпана Кауфмана (*Tulipa kaufmanniana*), тюльпана туркестанского (*Tulipa turkestanica*), ясеня согдийского (*Fraxinus sogdiana*), полыни гладкой (*Artemisia glabella*), ольхи клейкой (*Alnus glutinosa*), ириса молочно-белого (*Iris lactea*), лука каратауского (*Allium karataviense*), можжевельника казацкого (*J. sabina* L.), шиповника коричневого (*Rosa majalis*), сибирки алтайской (*Sibiraea altaensis*), родиолы черырехранделной (*Rhodiola quadrifolia*), кандыка сибирского (*Erythronium sibiricum*), пиона степного (*Paeonia hybrida*), пиона уклоняющегося (*Paeonia anomala*).

Проведен сбор растительного материала для введения в культуру *in vitro* и криосохранения в ГПЗ «Аксу-Жабаглинский» и «Западно-Алтайский», ГНПП «Буйратау», «Баянаульский» и «Сайрам-Угамский», а также в Алтайском ботаническом саду и Мангышлакском экспериментальном ботаническом саду. Точки сбора определены с помощью GPS.

Были оптимизированы протокола введения эксплантов в культуру *in vitro* для получения жизнеспособных культур ольхи клейкой, ириса молочно-белого, тюльпана Шренка, лука Иващенко, ясеня согдийского и левзеи сафлоровидной, состоящие из этапов предварительной стерилизации эксплантов, получения стерильных проростков и индукции адвентивного побегообразования для последующего микроклонирования. Выявлена видоспецифичность морфогенетического потенциала и его зависимость от генетических и физиологических особенностей эксплантов, а также гормонального

статуса питательных сред и условий культивирования.

На основании проведенных исследований разработаны эффективные технологии микрклонального размножения 6 видов редких и эндемичных растений: ольхи клейкой, ириса молочно-белого, тюльпана Шренка, лука Иващенко, ясеня согдийского и левзеи сафлоровидной для их сохранения и воспроизводства. Исследования в данном направлении будут продолжены с целью повышения эффективности этапов укоренения и адаптации к условиям *ex vitro*.

С целью создания банка культур *in vitro* оптимизированы условия для длительного (среднесрочного) хранения и беспересадочного субкультивирования левзеи сафлоровидной и лука Иващенко. Показано, что использование маннита и хлорхолихлорида на фоне пониженных температур и светодефицита создает условия замедленного роста и способствует сохранению культур без пересадок в течение 4 месяцев. Исследования в данном направлении продолжаются.

Разработана технология криосохранения клеток суспензионной культуры цистанхе пустынной (*C. deserticola*). Тест на выживаемость клеток после обработки криопротекторами, проведенный с помощью витального красителя флуоресцеин диацетата, выявил высокую выживаемость при использовании 10% ДМСО с экспозицией в 1 и 10% ДМСО ± 0,5М сорбитола с экспозицией 2 мин, с условием предварительного культивирования клеток в течение 7 дней при 4°C. На данном этапе проводятся эксперименты по определению влияния криопротектора PVS2 на выживаемость клеток суспензионной культуры цистанхе.

Разработана технология криосохранения апикальных меристем ольхи клейкой на основе дроплет-витрификации, позволяющая сохранить жизнеспособность у 50% эксплантов.

По заданию 4: «Провести видовую идентификацию редких и исчезающих видов флоры Казахстана на основе секвенирования хлоропластной ДНК и использования информативных ДНК-маркеров» в результате проведенных исследований было проведено выделение хлоропластной ДНК и ее секвенирование по 8 образцам растений: *Malus sieversii* (яблоня Сиверса), *Tulipa patens* (тюльпан поникающий), *Allium karataviense* (лук каратавский) - 2 шт., *Tulipa kaufmanniana* (тюльпан Кауфмана), *Tulipa* (тюльпан), *Allium karelinii* (лук Карелина), *Allium nutans* (лук поникающий). Анализ качества полученных результатов секвенирования свидетельствует о пригодности данных для сборки полногеномных хлоропластных геномов.

Из 29 образцов редких и исчезающих видов растений, собранных в летний период 2021 года в Государственном природном заказнике «Урочище Бериккара», Аксу-Жабаглинском государственном природном заповеднике, Сайрам-Угамском государственном национальном природном парке, была выделена ДНК. Были подобраны олигонуклеотиды, фланкирующих ITS регион ядерной ДНК. Методом секвенирования по Сенгеру была определена последовательность ITS региона и проведена идентификация 29 образцов редких и исчезающих видов растений Казахстана.

По заданию 5: «Провести видовую идентификацию редких и исчезающих видов фауны Казахстана на основе секвенирования митохондриальной ДНК и белкового профилирования методом масс-спектрометрии» в результате проведенных исследований проведен дизайн праймеров для амплификации и секвенирования нуклеотидной последовательности митохондриальной ДНК редких и исчезающих видов фауны Казахстана. Проведено ДНК секвенирование и изучены нуклеотидные последовательности мтДНК филина обыкновенного и косули. Проведена видовая идентификация 7 редких и исчезающих видов фауны Казахстана на основе белкового профилирования методом масс-спектрометрии.

По заданию 6: «Разработать ПЦР тест-системы для видовой идентификации редких и исчезающих видов фауны Казахстана» проведен анализ нуклеотидной последовательности митохондриальной ДНК диких и домашних видов парнокопытных животных, определены переменные регионы, позволяющие конструировать праймеры

для видовой идентификации. Разработаны праймеры для идентификации косули, марала, сайгака и архара по гену *Cytb*. Определена нуклеотидная последовательность гена.

Для разработки праймеров пригодных для идентификации парнокопытных животных использованы эталонные последовательности гена митохондриальной ДНК косули, сайгака, марала, архара, домашней овцы и крупного рогатого скота, представленные в базе данных PubMed NCBI. На основе анализа митохондриальной ДНК косули, сайгака, марала, архара, домашней овцы и крупного рогатого скота отобран ген митохондриального цитохрома В (*Cytb*) как наиболее варибельного и видоспецифического гена. Сравнительный анализ нуклеотидной последовательности показал высокое межвидовое генетическое различие выбранных фрагментов гена *Cytb*. Наблюдается лишь 2 участка выбранных фрагментов гена *Cytb* длиной более 7 нуклеотидов полностью совпавшие между видами. Высокое генетическое разнообразие выбранных фрагментов гена *Cytb* каждого вида была подтверждена анализом процентной идентичности проведенной с помощью программы Clustal 2.1. В целом, идентичность выбранных фрагментов гена *Cytb* между эталонными последовательностями косули, марала, архара, сайги, овцы и коровы находилась в пределах 87,81-88,20%. Наиболее близкородственными были архар и домашняя овца, процент идентичности которых составлял 96,34%. Внутривидовой анализ нуклеотидной последовательности фрагментов гена *Cytb* показал наличие единичных нуклеотидных замен. Полученные результаты подтверждают пригодность выбранных фрагментов гена *Cytb* для разработки праймеров для идентификации косули и сайгака.

По заданию 7: «Создать электронную базу данных биобанка образцов ДНК и биологических материалов редких и исчезающих видов флоры и фауны Казахстана» разработаны вкладки для базы данных биобанка образцов ДНК и образцов биологического материала, из которых выделены ДНК редких и исчезающих видов флоры и фауны Казахстана.

Проведено тестирование работы компонентов базы данных. По результатам тестирования все элементы (добавление, удаление, редактирование, чтение и локализация) базы данных работают в штатном режиме, в дальнейшем планируется выгрузка разработанных элементов базы данных на сервер хостинга kzgenbank.com.

2022 год

По заданию 1: «Создать биобанк образцов ДНК и гермоплазмы (семян, культуры изолированных меристем, клеток и тканей) редких и исчезающих видов флоры Казахстана, в том числе эндемичных лекарственных растений» получены следующие результаты. Создан биобанк изолированных тканей и меристем (920 образцов растений 10 видов). Каждый образец биобанка сопровождается паспортом с указанием данных сбора (GPS-координаты, дата сбора). Культивирование краснокнижных видов смородины Янчевского (*Ribes janczewskii*), яблони Недзвецкого (*Malus niedzwetzkyana*), эндемичных лекарственных видов *Paeonia anomala*, *Lilium martagon*. в условиях *in vitro* проводится в соответствии с оптимизированными протоколами, позволяющими сохранять в течение длительного времени культуры с высоким регенерационным потенциалом.

Выявлены естественные природные популяции редких и исчезающих видов флоры Казахстана, в том числе эндемичных лекарственных растений: березы киргизской (*Betula kirghisorum*), прострела раскрытого/Сон-трава (*Pulsatilla patens*), адониса пушистого (*Adonis villosa*), ковыли перистого (*Stipa pennata*), тюльпана Альберта (*Tulipa alberti*), тюльпана сомнительного (*Tulipa dubia*), тюльпана позднего (*Tulipa tarda Stapf*), юноны голубой (*Juno coerulea*), юноны орхидной (*Juno orchioides*) и бересклета Коопмана (*Euonymus koopmannii*).

По заданию 2: «Создать биобанк образцов ДНК редких и исчезающих видов фауны Казахстана и оригинальных биологических образцов, из которых был получен образец ДНК». Создан биобанк образцов ДНК редких и исчезающих видов фауны Казахстана и оригинальных. Продолжаются работы по сбору образцов биологических материалов для выделения ДНК редких и исчезающих видов фауны Казахстана. В настоящее время биобанк образцов ДНК составляет (61 образец). Образцы собираются в рамках заключенного договора на базе – КГКП «Алматинский зоологический парк». При проведении процедур отбора проб биологического материала у животных использованы международные законы и правила, в которых отражены критерии гуманного обращения. В зоопарке от птиц и животных непосредственно проводился отбор крови в вакуумные системы забора крови с антикоагулянтом при плановых осмотрах питомцев ветеринарными врачами. Также биологический материал отбирался от туш животных, убитых браконьерами и изъятых егерями в регулярных рейдах патрулирования (материал доставлен из города Павлодар и города Кустанай).

По заданию 3: «Разработать технологии культивирования и криосохранения клеток и тканей редких и исчезающих видов флоры Казахстана» получены следующие результаты. Разработана технология культивирования и криосохранения клеток и тканей редких и исчезающих видов флоры Казахстана. Разработаны эффективные технологии культивирования в условиях *in vitro* редких и исчезающих видов растений – лилии кудреватой (*Lilium martagon*), пиона уклоняющегося (*Paeonia anomala*), ольхи клейкой (*Alnus glutinosa*), смородины Янчевского (*Ribes janczewskii*). Проводятся исследования по оптимизации технологии криосохранения апикальных меристем лука Иващенко (*Allium ivaschenkoae*), лука косоного (*Allium oblicum*), лука поникающего (*Allium nutans*), ольхи клейкой (*Alnus glutinosa*), смородины Янчевского (*Ribes janczewskii*).

Разработана технология культивирования можжевельника зеравшанского (*Juniperus seravschanica*) и бересклета Коопмана (*Euonymus koopmannii*). Подобраны криозащитные агенты, отработаны режимы замораживания и размораживания эксплантов редких и исчезающих видов флоры Казахстана, в том числе эндемичных лекарственных растений. Разработана технология долгосрочного хранения и создана криоколлекция эксплантов редких и исчезающих видов флоры Казахстана, в том числе эндемичных лекарственных растений.

По заданию 4: «Провести видовую идентификацию редких и исчезающих видов флоры Казахстана на основе секвенирования хлоропластной ДНК и использования информативных ДНК-маркеров». Проведена видовая идентификация редких и исчезающих видов флоры Казахстана на основе секвенирования хлоропластной ДНК и использования информативных ДНК-маркеров. Для видовой идентификации редких и исчезающих видов флоры на основе секвенирования хлоропластной ДНК был использован протокол выделения хлоропластов в буферах с высоким содержанием солей. Принцип метода заключается в гомогенизации образца в буфере с высоким содержанием солей, фильтровании через фильтр с размером пор 20 мкм, для избавления от цельных клеток и соединительной ткани, осаждении хлоропластов методом центрифугирования и выделением ДНК с использованием SDS. В качестве объектов исследований были использованы образцы свежих листьев следующих растений: яблоня Недзвецкого (*Malus niedzwetzkyana*), тюльпан Альберта (*Tulipa alberti*), тюльпан Грейга (*Tulipa greigii*), тюльпан Кауфмана (*Tulipa kaufmanniana*), тюльпан сомнительный (*Tulipa dubia*).

Проведены молекулярно-генетическая характеристика и филогенетический анализ видов редких и исчезающих видов флоры Казахстана, в том числе эндемичных лекарственных растений.

По заданию 5: «Провести видовую идентификацию редких и исчезающих видов фауны Казахстана на основе секвенирования митохондриальной ДНК и белкового профилирования методом масс-спектрометрии. Получены нуклеотидные последовательности и проведен филогенетический анализ митохондриальной ДНК редких и исчезающих видов фауны Казахстана и создана библиотека пептидных последовательностей целевого белка коллагена редких и находящихся под угрозой исчезновения видов фауны Казахстана на основе масс-спектрометрии. Проведена видовая идентификация редких и исчезающих видов фауны Казахстана на основе полученных нуклеотидных последовательностей мтДНК после секвенирования, следующих видов животных: индийский дикобраз (*Hystrix indica*), сокол-балобан (*Falco cherrug*), беркут (*Aquila chrysaetos*), степной орел (*Aquila nipalensis*). Идентификацию животных проводили, используя программу BLAST.

Проведен сбор костных останков редких и исчезающих видов фауны Казахстана, включая дикого кабана (*Sus scrofa*), индийского дикобраза (*Hystrix indica*), Тянь-шанского бурого медведя (*Ursus arctos isabellinus*), кудрявого пеликана (*Pelecanus crispus*), сокола-балобана (*Falco cherrug*), журавля-красавку (*Anthropoides virgo*). Биоматериалы были переданы кафедрой биоразнообразия и биоресурсов КазНУ им. аль-Фараби. В результате была проведена видовая идентификация вышеперечисленных видов с использованием методов масс-спектрометрии. Работа по направлению продолжается.

По заданию 6: «Разработать ПЦР тест-системы для видовой идентификации редких и исчезающих видов фауны Казахстана». Разработаны ПЦР тест-системы для видовой идентификации редких и исчезающих видов фауны Казахстана. Проведена оптимизация условий постановки ПЦР. Определена специфичность, чувствительность и воспроизводимость разработанных ПЦР тест-систем для видовой идентификации редких и исчезающих видов фауны Казахстана. Ведутся работы по разработке методических рекомендаций по видовой идентификации редких и исчезающих видов фауны Казахстана на основе ПЦР тест-систем. При определении специфичности полимеразной цепной реакции праймеры к одному виду животного исследовались на материале от других видов парнокопытных животных. Предварительно отработаны параметры полимеразной цепной реакции для повышения специфичности полученных праймеров.

По заданию 7: «Создать электронную базу данных биобанка образцов ДНК и биологических материалов редких и исчезающих видов флоры и фауны Казахстана». Создана электронная база данных биобанка образцов ДНК и биологических материалов редких и исчезающих видов флоры и фауны Казахстана.

В процессе создания базы данных (БД) образцов ДНК была использована существующая платформа, находящаяся по адресу <https://kzgenbank.com>. При создании БД использовали язык программирования C# и фреймворк ASP.net core. Тестирование БД проводилось с использованием программного обеспечения Microsoft SQL server Management studio. Для образцов ДНК и образцов биологического материала редких и исчезающих видов фауны Казахстана разработаны следующие поля: документ, идентифицирующее животное (при его наличии), фото, дата получения материала, место (институт) получения, сведения о вакцинации животного, группа крови. Для образцов ДНК исчезающих видов флоры Казахстана были разработаны следующие поля: номер образца, виды, автор, общее название культуры, образец, дата получения, местоположение, место сбора, дата сбора.

Разработана база данных для хранения и манипуляциями над данными (добавление, удаление, редактирование и поиск информации образцов) ДНК и биологических материалов редких и исчезающих видов флоры и фауны Казахстана.