

ГЕНОФОНД ЯБЛОНИ СИВЕРСА (*MALUS SIEVERSII* LEDEB. M. ROEM.) ГЛАВНОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА: СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

Мұқан Г.С., Ситпаева Г.Т.

РГП на ПХВ «Институт ботаники и фитоинтродукции» КЛХЖМ МЭПР РК, Казахстан

Аннотация: В статье представлены результаты многолетней работы по изучению генофонда яблони Сиверса в условиях *in-situ* и *ex-situ*. В Институте ботаники и фитоинтродукции собрана коллекция из 170 сорт-клонов *M. sieversii*, что делает ее богатейшим генофондом для лесовосстановления, селекции и агропромышленного комплекса. Рассматриваются возможности и преимущества использования коллекции *ex-situ* для сохранения и восстановления лесообразующего вида *M. sieversii*. Кроме того, подчеркивается важность проведения прикладных и фундаментальных исследований для развития плодоперерабатывающей промышленности. Важно уделять внимание сохранению и восстановлению яблони Сиверса, оценивая современное состояние и проводя лесовосстановительные работы с использованием сортов-клонов казахстанской селекции, соответствующих генетическим свойствам природных популяций.

Ключевые слова: коллекция сорт-клонов *ex-situ*, генетические ресурсы, лесовосстановление.

С начала 1980-х годов было признано, что дикая яблоня Сиверса находится под угрозой исчезновения из природных экосистем [1]. За последние 50–60 лет площадь яблоневого леса сократилась на 80 % [2]. В настоящее время на высотах 700–800 метров яблоневые леса не существуют, тогда как 100 лет назад они были обычным явлением. Практически исчезли массивы *M. sieversii* во многих ущельях Иле Алатау (Большое и Малое Алматинское, Кенсай и др.) [3, 4]. Полученные данные подчеркивают необходимость принятия срочных мер по сохранению генофонда яблони в лесах Иле и Жонгарского Алатау и экологических системах, где сосредоточено приоритетное плодовое разнообразие.

Реальную угрозу для редких и исчезающих видов представляют такие процессы, как деградация экосистем, связанная с сортовой генетической эрозией природных популяций видов, составляющих агробиоразнообразие, распространение инвазивных видов, а также изменение климата в результате усиления антропогенного воздействия [4]. Сохранение биоразнообразия растений – важнейшая задача ботанических садов. Эту деятельность регулирует ряд программных документов и законодательных актов различного уровня, принятых в последние годы: Конвенция о биологическом разнообразии [5], Глобальная стратегия сохранения растений [6], Международная программа ботанических садов по охране растений [7], закон РК от 7 июля 2006 г. №175-III «Об особо охраняемых природных территориях» (с изменениями и дополнениями по состоянию на 01.05.2023 г.) [8], закон Республики Казахстан от 2 января 2023 года № 183-VII ЗРК «О растительном мире» (подпункты 3), 4), 8), 9), 10) пункта 1 статьи 9; пункт 4 статьи 18) [9].

Целью исследований является сохранение *in-situ*, пополнение и изучение генофонда яблони Сиверса *ex-situ* и возможность его использования для сохранения и восстановления деградированных природных популяций, развития отечественного садоводства.

Получению сортов-клонов яблони Сиверса предшествовала многолетняя работа по изучению биологических особенностей, зимостойкости, продуктивности, хозяйственно ценных признаков в условиях *in-situ* и *ex-situ*. Хозяйственно ценные формы яблони Сиверса отбирались в результате экспедиционных обследований природных популяций в горных системах Казахстана (Иле Алатау, Жонгар Алатау, Таласский Алатау, Кетпентау, Каратау, Тарбагатай), начиная с 1948 года по настоящее время, которые были успешно интродуцированы в полевую коллекцию *ex situ* [10–14]. Коллекция заложена в 1990–1992 гг. по схеме 6 × 7 м². Каждая форма в коллекции представлена 5–6 деревьями. Коллекционный сад сортов-клонов яблони Сиверса занимает территорию, простирающуюся с севера на юг на 560 м, расположенную в пределах абсолютных высот от 877 м (северная граница) до 892 м (южная граница). Специфичность климатических условий зоны вызвана высотой над уровнем и рельефом местности. Сорта-клоны яблони находятся на предгорной равнине и произрастают на светло- и темно-каштановых почвах. Почвообразующими породами на всей площади участка служат опесчаненные пылеватые суглинки и супеси, подстилаемые валунно-галечниковыми отложениями, вскрываемые на различной глубине [15]. Климат нижнегорной зоны Иле Алатау континентальный. Сравнительное изучение по хозяйственным признакам образцов, которые находятся в одинаковых климатических и агротехнических условиях, позволяет выделять

источники ценных хозяйственных признаков для сельского хозяйства и селекции, проводить прикладные научные исследования.

Изучение и сохранение яблони Сиверса *in-situ*

После принятия «Конвенции о биоразнообразии» еще в 1992 году сохранение генетического разнообразия в условиях их естественного обитания (*in-situ*) становится в мире приоритетным направлением [16]. Сохранение целых экосистем в их естественной среде обитания, включая создание заповедников и национальных природных парков, является эффективным способом сохранения генетического разнообразия.

В настоящее время основные площади яблоневых лесов находятся на особо охраняемых природных территориях национального значения такие как Государственный национальный природный парк Иле Алатау (ГНПП), Жонгар Алатау ГНПП, Тарбагатай ГНПП и Сайрам-Угамский ГНПП. Существуют также охраняемые заповедные территории для экосистем *M. sieversii*, например, Алматинский государственный заповедник. По данным мониторинговых исследований в 2005–2007 годы площадь яблоневых лесов в Иле Алатау сократилась на 80 %, а в Жонгар Алатау на 28 % [17, 18, 19]. В условиях интенсивного антропогенного пресса, и особенно, применения несовершенных методов землепользования в Казахстане, а также изменения климата сокращение площадей яблоневых лесов растет с каждым годом [20]. В последние годы на территориях государственных природных парков помимо природоохранной деятельности наблюдается интерес к экологическому просвещению и развитию экологического туризма.

Комплексные систематические исследования, начатые академиком НАН РК А.Д. Джангалиевым, на фитоценоотическом, популяционном и видовом уровнях в яблоневых лесах Казахстана позволили выделить 15 резерватов как базу для дальнейших селекционно-генетических и лесовосстановительных работ. В Иле Алатау были выделены резерваты под названиями: Каменское плато, Богданова-Шапова, Анучина щель, Прямая щель, Микушино, Каменная щель, Кузнецова щель, Котыр булак; в Жонгар Алатау: Пихтовая и Солдатская, Кок жота –1, Кок жота – 2, Черная речка, Черный ключ –1, Черный ключ – 2. В основу выделения резерватов был положен групповой и индивидуальный отбор лучших плюсовых насаждений и деревьев для восстановления естественного генофонда горных лесов [21].

Начиная с 2008 года по настоящее время в рамках 5-ти научно-технических программ нами проведены работы по обследованию дикоплодовых лесов на хребтах: Тарбагатай, Жонгар Алатау, Иле Алатау, Кетпен и Западный Тянь-Шань на основе разработанной А.Д. Джангалиевым методики «Комплексная селекционная инвентаризация и таксация плодовых лесов Казахстана». В результате реализации этих исследований (2008–2024 гг.) нами были отобраны ценные формы яблони Сиверса: на хребтах: Тарбагатай – 25 форм, Жонгар Алатау – 8, Иле Алатау – 25, Западном Тянь-Шане – 15 [12, 13, 21, 22, 23]. Все они успешно проходят интродукционное испытание в условиях Главного ботанического сада г. Алматы (Рисунок 1).

Для исключения внесения в живую коллекцию гибридов яблони Сиверса с культурными сортами начата работа по молекулярно-генетическому анализу сортов-клонов *M. sieversii* коллекции *ex-situ*, а также генотипов яблони в природных популяциях Жонгар Алатау с использованием 8 полиморфных межмикросателлитных маркеров (ISSR). Работа выявила высокое генетическое разнообразие как сортов-клонов, так и генотипов *M. sieversii* в природных популяциях Жонгар Алатау [24].





Рисунок 1 – Цветение и плодоношение яблони Сиверса в Иле Алатау и Жонгар Алатау, 2020–2022 гг.

Изучение и сохранение яблони Сиверса *ex-situ*

Сохранение растений с помощью методов *ex-situ* является важным дополнением к методам *in situ*, а в некоторых случаях – единственным способом сохранения определенных видов [2]. Методы сохранения генофонда растений *ex-situ* основаны на создании генетических банков [25, 26]. По данным Международного центра генетических ресурсов, эти генетические банки можно разделить на банки семян, полевые генные банки (также известные как "живые" коллекции) и банки меристем *in-vitro*. Ботанические сады играют важную роль в исследованиях по сохранению биоразнообразия [27–30]. Главный ботанический сад (ГБС) в Алматы – это охраняемая природная территория, предназначенная для проведения исследований по охране, сохранению, воспроизводству и использованию растительного мира, включая редкие и исчезающие виды растений. Институт ботаники и фитоинтродукции (ИБФ) – головная научно-исследовательская организация в стране, занимающаяся изучением и сохранением биологического разнообразия и растительного мира. Институт проводит фундаментальные и прикладные инновационные исследования состояния биологического разнообразия в Казахстане, разрабатывает меры по сохранению биоразнообразия и его охране в природных и культурных условиях. В 2024 году на базе института был создан центр по изучению и сохранению яблони Сиверса. Ключевыми аспектами центра является сохранение *in-situ* и *ex-situ* яблони Сиверса, а также внедрение в производство коммерчески ценных сортов-клонов яблони Сиверса.

Создание и поддержание коллекционного фонда диких плодовых растений Казахстана считаются приоритетными направлениями в нашей стране, что отражено в соответствующих международных и национальных стратегических документах. Сохранение коллекций *ex-situ* ценных генотипов лесообразующих видов как яблони Сиверса и абрикоса обыкновенного в Казахстане крайне важно в связи с истощением и сокращением генофонда лесов, вызванным деятельностью человека и глобальным изменением климата.

Коллекция яблони Сиверса *ex-situ* развивается путем пополнения новыми формами. На сегодняшний день проходят интродукционное испытание 170 форм яблони Сиверса. Коллекция *ex-situ* – это не только стратегический резерв ценного генофонда нашей страны, но и генетический ресурс, а также модель для проведения фундаментальных и прикладных исследований в области агропромышленного комплекса и селекции. В качестве примера фундаментальных исследований можно назвать разработку кадастра объектов растительного мира для Алматинской области [23, 31]. Эти работы должны получать дальнейшее развитие как в плане вовлечения всех областей Казахстана, так и в аспекте постоянного мониторингового режима выполнения таких работ по каждой области. На основе коллекции *ex-situ* нами выполняются прикладные исследования для решения вопросов продовольственной безопасности нашей страны. Реализованы инновационный и грантовый проекты: «Внедрение в производство новых иммунных и высокоустойчивых к парше сортов и форм дикой яблони для сокового производства»; «Антиоксидантная активность плодов сортов-клонов яблони Сиверса и абрикоса обыкновенного для обеспечения продовольственной безопасности страны». В рамках этих проектов разработан проект химико-технологических требований к плодovому сырью 42 сортов-клонов яблони Сиверса для использования в соковом производстве, получен патент РК на способ получения высоковитаминного сока [32–36]. В результате химико-технологического скрининга разработан перечень 42 новых высокопродуктивных отборных сорт-клонов, устойчивых к неблагоприятным абиотическим и биотическим факторам среды с плодами высоких потребительских качеств, содержащих

повышенное количество биологически активных веществ. Краткое описание некоторых из них представлено ниже (рисунок 2).



Сорт-клон - Асия



Сорт-клон- Аскар



Сорт-клон-Заилийкая зеленоплодная

Масса плодов – 106 г
 Выход сока – 89,5 %
 Сухое вещество – 28,8 %
 Общий сахар – 9,6 %
 С/К – 16,5
 Органические кислоты – 0,58 %
 Активная кислотность – 3,41
 Пектиновые вещества – 1,57%
 Катехины – 34,5 мг/100 г
 Лейкоантоцианидины – 57,6 мг/100 г
 Вкус сока кисло-сладкий,
 дегустационная оценка сока 4,9 балла
 Масса плодов – 148 г
 Выход сока – 67,2%
 Сухое вещество – 17,8%
 Общий сахар – 15%
 С/К – 12,9
 Органические кислоты – 0,98%
 Активная кислотность – 3,3
 Пектиновые вещества – 1,26%
 Катехины – 21,65 мг/100 г
 Лейкоантоцианидины – 73,5 мг/100 г
 Вкус сока – кисло-сладкий,
 дегустационная оценка сока – 4,0 балла
 Масса плодов – 88,5 г
 Выход сока – 75,5 %
 Сухое вещество – 26,9 %
 Общий сахар – 11,4 %
 С/К – 24
 Органические кислоты – 0,4 %
 Активная кислотность – 3,62
 Пектиновые вещества – 1,4 %
 Катехины – 9,45 мг/100 г
 Лейкоантоцианидины – 15,8 мг/100 г
 Вкус сока – сладкий
 дегустационная оценка сока – 4,7 балла

Рисунок 2 – Коммерческие сорта-клоны яблони Сиверса

Лесовосстановление на основе коллекции *ex-situ*

Джангалиев А.Д. в своих публикациях пишет о том, что для сохранения и воспроизводства яблони Сиверса нельзя ограничиваться одними природоохранными методами, так как процесс обезлесения и генетической эрозии популяций зашел слишком далеко, во многих местах не сохранилось даже чистых природных насаждений, которые могли бы служить исходным материалом для естественного восстановления. Кроме того, одной из необходимых мер стабилизации генетической структуры природных популяций яблони Сиверса является ведение лесовосстановительных работ с обязательным учетом внутривидового разнообразия этого растения и его экологической специализации. Поддержание естественной генетической структуры популяций предполагает определенность формовой принадлежности каждого саженца, используемого в лесовосстановлении. Такая определенность может быть достигнута лишь при использовании клонового посадочного материала [37].

Лесовосстановление должно быть обеспечено формированием популяций яблони Сиверса с соблюдением их естественной генетической структуры. Это требует решения следующих задач [17]:

- разработка проектов лесовосстановительных работ, которые должны базироваться на ведение лесовосстановления прежде всего на территориях, освобождаемых от лесного покрова мероприятиями, на сопредельных с ними территориях, располагающихся в зоне экологической стабилизации ГНПП;

- из-за интенсивного развития генетической эрозии природных популяций яблони в Иле и Жонгар Алатау недопустимо ведение лесовосстановительных работ семенным материалом. Использование такого материала приведет к дальнейшему развитию генетической эрозии природных популяций;

- поддержание естественной генетической структуры популяции предполагает определенность генотипа каждого саженца, используемого в лесовосстановлении. Такая определенность может быть достигнута лишь при использовании клонового посадочного материала селекции Института ботаники и фитоинтродукции. Каждый сорт-клон характеризуется генетически обусловленными ценными биолого-хозяйственными признаками, и, в месте с тем, соответствует разнообразию структуры природных популяций;

- гарантия чистоты природных генотипов и у сортов-клонов яблони Сиверса коллекции *ex-situ*, отобранных из генетически разнообразных природных популяций Казахстана, должна подтверждаться результатами генетического анализа.

Ex-situ коллекция яблони Сиверса – это важный компонент научной инфраструктуры, поддерживаемой Центром изучения и сохранения яблони Сиверса на базе Института ботаники и фитоинтродукции с целью повышения эффективности научных исследований и разработок. Уникальная живая коллекция открытого грунта яблони Сиверса предназначена для проведения фундаментальных и прикладных комплексных исследований в области селекции и сортоизучения плодовых растений, в частности – для получения сортов-клонов, отличающихся высокими товарными и потребительскими качествами, устойчивостью к комплексу биотических и абиотических факторов.

Изучение, сохранение и пополнение генофонда яблони Сиверса важны для лесовосстановления и продовольственной безопасности страны. Тщательная оценка современного состояния генетических ресурсов дикорастущих плодовых лесов Казахстана должна стать основой для разработки национальной политики в области сохранения биоразнообразия. Это будет стимулировать использование генетического потенциала яблони Сиверса, развитие устойчивого сельского хозяйства и технологический прогресс в садоводстве и плодоперерабатывающей промышленности.

Anotation: The article presents the results of long-term work on the study of the gene pool of *M. sieversii* apple tree under in-situ and ex-situ conditions. The Institute of Botany and Phytointroduction has collected a collection of 170 variety-clones of *M. sieversii*, which makes it the richest gene pool for reforestation, breeding, and agroindustrial complex. The possibilities and advantages of using the ex-situ collection to conserve and restore the forest-forming species *M. sieversii* are discussed. In addition, the importance of applied and fundamental research for the development of the plot-processing industry is emphasized. It is important to pay attention to the conservation and restoration of *M. sieversii* apple tree by assessing the current state and conducting reforestation works using variety-clones of Kazakhstani selection, corresponding to the genetic properties of natural populations.

Keywords: ex-situ clone collection, genetic resources, reforestation

Список литературы

- 1 Джангалиев А.Д., Нatina Л.И., Салова Т.Н., Уварова Е.И. Яблоня Сиверса // Красная книга Казахской ССР. Часть 2. Растения. – Алма-Ата, 1981. С. 98.
- 2 Джангалиев А.Д., Чекалин С.В., Салова Т.Н., Туреханова Р.М. Генетическая эрозия видов прародителей культурных растений и роль отбора в стабилизации их природных популяций. – В сб.: Сохранение и устойчивое использование растительных ресурсов. – Бишкек, 2003. – С. 87–42.
- 3 Джангалиев А.Д. К итогам 60-летних исследований яблоневых лесов Заилийского и Джунгарского Алатау // Растительный мир и его охрана // Тр. Междунар. научн. конф., посвящ. 75-летию Института ботаники и фитоинтродукции (г. Алма-Ата, 12–14 сентября 2007 г.). – Алма-Ата, 2007. – С. 208–212.
- 4 Анализ генетической угрозы и разработка действий по стабилизации популяций агробиоразнообразия в Заилийском и Джунгарском Алатау. Отчетный документ ТОО «Генофонд растений» и Института ботаники и фитоинтродукции МОН РК. – Алматы, 2000. – Т. 1. – 65 с. – Т. 2. – 69 с.
- 5 Конвенция о биологическом разнообразии: Текст и прил. NEP/CBD/COP/8/12, 2006.

- 6 Global Strategy Plant Conservation. URL: www.bgci.org.uk/files/7/0/global_
- 7 Международная программа ботанических садов по охране растений. – М., 2000.
- 8 Закон Республики Казахстан «Об особо охраняемых природных территориях»: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/Z060000175>
- 9 Закон Республики Казахстан «О растительном мире»: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/Z2300000183>
- 10 Джангалиев А.Д. Дикая яблоня Казахстана. – Алма-Ата, 1977. – 294 с.
- 11 Джангалиев А.Д. Формовой состав популяции яблонников и их селекционно-генетическое значение. – Алма-Ата, 1969. – 92 с.
- 12 Муканова Г.С., Мурзахметов С.Н., Смаилова М.К. Современное состояние диких яблонников хребта Тарбагатай, их охрана и рациональное использование // Интродукция, сохранение и использование биологического разнообразия мировой флоры: матер. Междунар. конф., посвящ. 80-летию Центрального ботанического сада
- 13 Национальной академии наук Беларуси. (19–22 июня 2012, Минск, Беларусь). В 2 ч. Ч. 2 / Нац. акад. Наук Беларуси, Централ. ботан. сад; редкол.: В.В. Титок /и др./ – Минск, 2012. – С. 325–328.
- 14 Муканова Г.С., Санкайбаева А.Г., Куджабергенова Ш.Н., Шадманова Л.Ш. Отбор ценных форм яблони Сиверса по биохимическим и помологическим показателям в естественных горных лесах Западного Тянь-Шаня // Проблемы сохранения биологического разнообразия и использования биологических ресурсов: матер. III Междунар. научно-практ. конф., посвящ. 110-летию со дня рождения академика Н.В. Смольского (7–9 октября 2015, Минск, Беларусь). – Ч. 1. – Минск, 2015. – С. 158–162.
- 15 Муканова Г.С., Санкайбаева А.Г., Шадманова Л.Ш., Куджабергенова Ш.Н., Смаилова М.К. Биохимическая и технологическая характеристика новых сортов-клонов яблони Сиверса из Джунгарского Алатау // Пути повышения эффективности садоводства // Сб. научных трудов ГНБС. – 2017. – Т. 144. – Часть 1. – С. 206–210.
- 16 Джангалиев А.Д. Отчёт о научно-исследовательской работе за 1971 г. и задачах исследования по внедрению и акклиматизации плодовых расчисток на 1972–1975 гг. – Алма-Ата.
- 17 Конвенция о биологическом разнообразии. ЮНЕП № 92-7809, 1992.
- 18 Анализ генетической угрозы и разработка действий по стабилизации популяций агробиоразнообразия в Заилийском и Джунгарском Алатау: отчет о НИР ТОО «Генофонд растений» и Института ботаники и фитоинтродукции МОН РК. – Алматы, 2000. – Т. 1. – 65 с. – Т. 2. – 69 с.
- 19 Карта-схема реализации проекта. Участок Заилийского Алатау Иле-Алатауского национального природного парка. Тургенское региональное отделение // Проект «Сохранение *in-situ* горного агробиоразнообразия в Казахстане». – Алматы, 2000.
- 20 Карта-схема реализации проекта. Участок Заилийского Алатау Иле-Алатауского национального природного парка. Талгарское региональное отделение // Проект «Сохранение *in-situ* горного агробиоразнообразия в Казахстане». – Алматы, 2000.
- 21 Tian, Z.; Song, H.; Wang, Y.; Li, J.; Maimaiti, M.; Liu, Z.; Zhang, H.; Zhang, J. Wild Apples Are Not That Wild: Conservation Status and Potential Threats of *Malus sieversii* in the Mountains of Central Asia Biodiversity Hotspot. *Diversity* 2022,14, 489. <https://doi.org/10.3390/d14060489>
- 22 Джангалиев А.Д. Интродукционное обогащение генофонда ботанических садов Казахстана, создание технологий введения в культуру и размножения растений: отчет о НИР Института ботаники и фитоинтродукции КН МОН РК. – Алматы, 2008. – 185 с.
- 23 Ситпаева Г.Т., Грудзинская Л.М., Гемеджиева Н.Г., Грудзинская Л.М., Кердяшкин А.В., Кудабаева Г.М., Муканова Г.С., Мурзатаева Т.Ш., Рахимов Е.В., Саметова Э.С., Усен К. Комплексные исследования диких сородичей культурных растений Западного Тянь-Шаня. – Алма-Ата, 2014. – 194 с.
- 24 Мұқан Г.С., Ситпаева Г.Т., Санкайбаева А.Г., Шадманова Л.Ш., Кидарбек Т., Мурзахметов С.Н. Каталог особо ценных дикоплодовых растений дикоплодовых растений Алматинской области // Тр. Института ботаники и фитоинтродукции. – Т. 26 (9). – Алматы, 2023. – 84 с.
- 25 Shadmanova L., Sitpayeva G., Mukanova G., Friesen N. (2019). Molecular-genetic analysis of *Malus sieversii* – comparison of Dzungarian populations *in-situ* and *ex-situ* // *Turczaninowia*. 22 (2): P. 187–198. <https://doi.org/10.14258/turczaninowia.22.2.15>.
- 26 Pence V.C., Clark J.R., Plair B.L. Wild and endangered species // *In vitro* collecting techniques for germplasm conservation. – Rome, 2002. – P. 76–82.

- 27 Молканова О.И. Генетические банки растений в ботанических садах России // Сб. научн. тр. Никитского ботанического сада, 2009. – Т. 131. – С. 22–27.
- 28 Botanic gardens and the world: Conservation strategy. – 1987. – London: Acad. Press. – 367 p.
- 29 Laliberte B. 1997. Botanic garden seed banks / Genebanks Worldwide: their facilities, connections and network // Botanic gardens conservation news. – V. 2. №9. – P. 18–23.
- 30 Kuzevanov V.Y., Sizykh S.S. 2006. Botanic Gardens Resources: Tangible and Intangible Aspects of Linking Biodiversity and Human Well-Being. Hiroshima Peace Science. № 28. – P. 113–134. <http://dx.doi.org/10.15027/15310>.
- 31 Mukan, G., Duman, A., Shadmanova, L., Sankaibaeva, A. and Kidarbek, T. (2024). Evaluation of promising genotypes of *Malus sieversii* in the Almaty bioserve. Acta Hort. 1412, 61–68. DOI: 10.17660/ActaHortic.2024.1412.9
- 32 Гемеджиева Н.Г., Грудзинская Л.М., Каржаубекова Ж.Ж., Рамазанова М.С., Арысбаева Р.Б., Кердяшкин А.В., Токенова А.М., Рыбаков И.А. Кадастр ресурсных видов хозяйственно ценных растений Алматинской области. – Алматы, 2023. – 180 с.
- 33 Муканова Г.С., Санкайбаева А.Г., Шадманова Л.Ш., Куджабергенова Ш.Н. Сорта-клоны яблони Сиверса как перспективный источник натуральных антиоксидантов // Плодоводство и ягодоводство России. Изд-во: Всероссийский селекционно-технологический институт садоводства и питомниководства. – Москва, 2017.
- 34 Муканова Г.С., Санкайбаева А.Г., Шадманова Л.Ш., Куджабергенова Ш.Н. Биохимическая оценка сортов-клонов яблони Сиверса казахстанской селекции для плодopерерабатывающей промышленности // Плодоводство Беларуси: традиции и современность: матер. междунар. научн. конф., посвященной 90-летию образования РУП «Институт плодopовдства. – Минск, 2015. – С. 122–124.
- 35 Муканова Г.С., Санкайбаева А.Г., Шадманова Л.Ш., Куджабергенова Ш.Н. Способ производства яблочного сока из сортов-клонов яблони Сиверса // Патент РК на полезную модель №3863, 09.04. 2019 г.
- 36 Mukanova G.S., Sitpayeva G.T., Sankaibaeva A.G., Shadmanova L.Sh., Kudzhabergenova Sh.N., Smailova M.K. Perspective variety-clones of *Malus sieversii*. Printed in the Republic of Korea within the framework of the “Cental Asia Green Road Project”/Governmental publication number in the Republic of Korea: 11-1400119-000365-01. – 78 pp.
- 37 Mukan, G., Shadmanova, L., Sankaibaeva, A. (2024). Biological traits of clone varieties of *Malus sieversii* from the *ex-situ* collection in Almaty. *Proceedings of the 21st International Conference on Organic Fruit-Growing*, Filderstadt 2024.02.19-21. Ed. FOEKO e. V. 2024: 24–31.
- 38 Джангалиев А.Д., Салова Т.Н. Сорта-клоны диких яблони и абрикоса Казахстана – практическая основа восстановления диких плодовых лесов Республики // Проблемы сохранения горного растительного агробиоразнообразия в Казахстане. – 2007.– С. 32–35.