

**НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ  
ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ**

**ИССЫК-КУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
им. К. ТЫНЫСТАНОВА**

Диссертационный совет Д 03.24.693

На правах рукописи  
**УДК: 634.5 (575.2) (043)**

**Бечелова Айгул Тыныбековна**

**ЭКОЛОГО-БИОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОРЕХОВО-  
ПЛОДОВЫХ ЛЕСОВ КЫРГЫЗСТАНА**

03.02.08 – экология

**Автореферат**  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата биологических наук

**Бишкек – 2024**

Работа выполнена в лаборатории биогеохимии и радиоэкологии Института биологии Национальной академии наук Кыргызской Республики.

**Научный руководитель:** **Дженбаев Бекмамат Мурзакматович**  
доктор биологических наук, профессор, член-корр. НАН КР, заведующий лабораторией биогеохимии и радиоэкологии Института биологии Национальной академии наук Кыргызской Республики

**Официальные оппоненты:** **Канаев Ашимхан Токтасынович**  
доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры биоразнообразия и биоресурсов Казахского национального университета им. аль-Фараби, г. Алматы

**Тотубаева Нурзат Эрмековна,**  
кандидат биологических наук, доцент, декан инженерного факультета Кыргызско-Турецкого университета «Манас»

**Ведущая организация:** Ошский технологический университет им. М. М. Адышева, кафедра экологии и охраны окружающей среды (723503, г. Ош, ул. Н. Исанова, 81)

Защита диссертации состоится 31 мая 2024 года в 14:00 часов на заседании диссертационного совета Д 03.24.693 по защите диссертаций на соискание ученой степени доктора (кандидата) биологических наук при Институте биологии Национальной академии наук Кыргызской Республики и соучредитель Иссык-Кульский государственный университет им. К. Тыныстанова по адресу: 720071, г. Бишкек, пр.Чуй, 265. Ссылка доступа на видеоконференцию защиты диссертации: <https://vc.vak.kg/b/032-lvf-co3-zie>

С диссертацией можно ознакомиться в Центральной библиотеке Национальной академии наук Кыргызской Республики (720071, г. Бишкек, пр. Чуй, 265а), в библиотеке Иссык-Кульского государственного университета им. К. Тыныстанова (722200, г. Каракол, ул. Тыныстанова, 26) и на сайте <https://vak.kg/>

Автореферат разослан 30 апреля 2024 года.

**Ученый секретарь диссертационного совета,**  
**кандидат биологических наук**

 **К. Д. Бавланкулова**

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы диссертации.** На юге Кыргызской Республики на склонах Ферганского и Чаткальского хребтов на высоте от 800 до 2100-2300 м. над уровнем моря находятся самые крупные в мире по площади, разнообразию и обилию реликтовых растений, орехово-плодовые леса. Орехово-плодовые леса являются ценным хранилищем биоразнообразия и генетического фонда растительного и животного мира, но и выполняют большую защитную роль (средообразующую, водорегулирующую, водоохранную и почвозащитную) в период глобального изменения климата и предотвращают эрозионные процессы в горных и предгорных территориях республики.

Наибольший интерес представляют плоды ореха грецкого, являющиеся ценным сырьем в удовлетворении потребностей населения в продуктах, которые имеют большое экономическое и социальное значения в Республике.

В настоящее время состояние орехово-плодовых лесов заметно ухудшилось, а процессы естественного возобновления протекают крайне медленно. Это объясняется рядом причин, одной из которых и основной являются антропогенные нагрузки и изменение климата [Ф. Г. Аюпов, Н. С. Жунусов, 2011, Б. А. Токторалиев, 2018]. В связи с этим исследование о влиянии антропогенных нагрузок на экологическое состояние орехово-плодовых лесов Жалал-Абадской области представляет большой научный и практический интерес. Для этого предварительно необходимо проведение исследований химического состава различных объектов орехово-плодовых лесов, что послужит основой решения проблем геохимической экологии и геохимии ландшафта, роли микроэлементов в жизни растений, агроэкологии, охраны окружающей среды и здоровья человека.

**Связь темы диссертации с приоритетными научными направлениями, крупными научными программами (проектами), основными научно-исследовательскими работами, проводимыми образовательными и научными учреждениями.** Диссертация выполнена в рамках научно-исследовательской тематики «Комплексная эколого-биогеохимическая и радиологическая оценка современного состояния природно-техногенной среды», проводимой лабораторией биогеохимии и радиоэкологии Института биологии Национальной академии наук Кыргызской Республики, госрегистрации № 0006150.

**Цель исследования.** Изучение экологии и биогеохимии орехово-плодовых лесов Кыргызстана (на примере Арсланбоб-Кок-Артского лесного массива).

**Задачи исследования:**

1. Изучить современное состояние орехово-плодовых лесов.
2. Определить уровень содержания макро- и микроэлементов в почве и

воде в различных зонах орехово-плодовых лесов (Кара-Алма, Орток и Арсланбоб).

3. Определить содержание и сезонную динамику накопления макро- и микроэлементов в листьях ореха грецкого (*Juglans regia* L.).

4. Выявить макро- и микроэлементный состав плодов ореха грецкого.

5. Составить биогеохимическую карту-схему по содержанию микроэлементов (Fe, Mn и Pb) в почвенном покрове.

**Научная новизна полученных результатов.** Установлены основные факторы, влияющие на современное состояние орехово-плодовых лесов. Определен уровень содержания макро- и микроэлементов воды р. Кара-Алма, р. Орток и р. Арсланбоб и почвенного покрова в лесных хозяйствах Кара-Алма, Орток и Арсланбоб по трем зонам расположения (верхний, средний и нижний). Изучены физико-химический состав горно-лесных черно-коричневых почв орехово-плодовых лесов и составлена биогеохимическая карта-схема микроэлементов (Fe, Mn и Pb) почв. Представлены содержание макро- и микроэлементов (N, P, S, Mg, K, N, Ca, Fe, Mn, Pb, Cr, As и др.) в листьях и плодах ореха грецкого (околоплодник, ядро и перегородка) и их сезонная динамика накопления.

**Практическая значимость полученных результатов.** Результаты диссертационной работы используются в проведении мониторинга почвы, воды и плодов ореха грецкого (*Juglans regia* L.) Ош-Жалал-Абадским региональным управлением при Министерстве природных ресурсов, экологии и технического надзора Кыргызской Республики (акт внедрения от 02.02.2023 г.).

Материалы о содержании химических элементов в плодах ореха могут применяться санитарно-эпидемиологическими службами Жалал-Абадской области и в целом по Кыргызстану при оценке качества продукции ореха, а также при заготовке продуктов леса и лекарственного сырья.

Теоретические данные используются при проведении лекционных и практических занятий по дисциплинам биологии, географии, экологии и химии окружающей среды в Жалал-Абадском государственном университете им. Б. Осмонова (акт внедрения от 20.06.2023 г.).

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

1. Современное состояние орехово-плодовых лесов Кара-Алма, Орток и Арсланбоб (возрастное состояние, плотность и общая площадь) Кыргызской Республики (по состоянию на 2022 г.).

2. Анализ результатов макро- и микроэлементов воды р. Кара-Алма, р. Орток и р. Арсланбоб и почвенного покрова в лесных хозяйствах Кара-Алма, Орток и Арсланбоб по трем зонам (верхняя – 1650-1800 м над ур.м., средняя – 1500-1650 м над ур.м., нижняя – 1350-1500 м над ур.м.).

3. Физико-химический анализ листьев (весенне-летних и осенних) ореха грецкого в лесных хозяйствах Кара-Алма, Арсланбоб и Орток.

4. Макро- и микроэлементный состав плодов (околоплодника, ядра и перегородки) ореха грецкого.

5. Биогеохимическая карта-схема по содержанию микроэлементов Fe, Mn и Pb в почвенном покрове по зонам в лесхозах Кара-Алма, Орток и Арсланбоб.

**Личный вклад соискателя.** Личный вклад автора заключается в участии разработки плана исследования, его целей и задач, были проведены экспедиционные и полевые работы, анализ собранного материала в выполнении основных этапов диссертационной работы, обобщении и интерпретации данных собственных исследований, написании статей и окончательном оформлении диссертационной работы.

**Апробации результатов диссертации.** Материалы диссертации были представлены на: 11-й Международной научно-практической конференции «Теоретические и практические проблемы развития современной науки», г. Махачкала, 31 июля 2016 г., (Махачкала, 2016); I-ом Международном конгрессе по современным наукам, г. Ташкент, 10-11 мая 2022 г., (Ташкент, 2022); Международной научно-практической конференции «Международный год гор: сохранение биологического разнообразия горных экосистем Кыргызстана», г. Бишкек, 22 сентября 2022 г., (Бишкек, 2022); Международной научно-практической конференции «НИМСИ – ключ к науке» г. Жалал-Абад, 30 ноября 2022 г., (Жалал-Абад, 2022); Международном конгрессе по медицинским и спортивным наукам «Абу Али Ибн Сина» г. Ташкент, 22-23 мая 2023 г., (Ташкент, 2023); Республиканской научно-практической конференции «Биоразнообразие: результаты, проблемы и перспективы исследований» г. Бишкек, 22 мая 2023 г., (Бишкек, 2023); Международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы исследования окружающей среды для устойчивого развития в аридных зонах» г. Чолпон-Ата, 16-17 августа 2023 г., (Бишкек, 2023).

**Полнота отражения результатов диссертации в публикациях.** По теме диссертации опубликовано 12 научных статей, из них 6 статьи – в научных изданиях, рекомендованных Национальной аттестационной комиссией при Президенте Кыргызской Республики, 2 статьи – в зарубежных изданиях, индексируемых системой РИНЦ, с импакт-фактором не менее 0,1.

**Структура и объем диссертации.** Диссертационная работа состоит из введения, глав: обзор литературы, методология и методы исследования, 3 глав собственных исследований, заключения, практических рекомендаций, списка использованной литературы, приложения. Текст диссертации изложен на 156 страницах компьютерного текста, иллюстрирован 44 таблицами и 62 рисунками (в том числе 9 фото). Библиографический указатель содержит 175 источников, из них 19 работ зарубежных авторов.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

**Во введении** обоснована актуальность темы исследования, представлены цель и задачи, научная новизна, практическая значимость полученных результатов, основные положения диссертации, выносимые на защиту.

**Глава 1. Орехово-плодовые леса Кыргызстана.** В данной главе отражены краткая история исследования орехово-плодовых лесов Кыргызстана. Проанализированы собранные литературные материалы по содержанию микро- и макроэлементов в воде, почве, листьях и плодах ореха грецкого. Приведена характеристика природно-климатических условий исследуемого района.

### **Глава 2. Методология и методы исследования**

#### **2.1 Объекты экологических исследования**

*Объект исследования:* Вода, почва, листья и плоды (околоплодник, ядро и перегородка) ореха грецкого (*Juglans regia* L.) орехово-плодовых лесов Кыргызстана.

*Предмет исследования:* Физико-химические свойства почв, биогеохимия макро- и микроэлементов в воде, почвах, листьях и плодах ореха грецкого по трем зонам верхняя – 1650-1800 м над ур.м., средняя – 1500-1650 м над ур.м., нижняя – 1350-1500 м над ур.м.).

**2.2 Методы исследования.** Полевые, физико-химические и аналитические. Исследования проводили в течение 2016-2022 гг. Все образцы отбирали с 3-х участков в разных зонах в зависимости от их местоположения и высоты над уровнем моря (верхний, средний и нижний).

Отбор проб почв проводили согласно ГОСТам 17.4.3.01-83, 17.4.4.02-84 «Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб». Пробы воды отбирали согласно ГОСТу 31862-2012 «Вода питьевая. Отбор проб» и листьев по методическим указаниям (Б. М. Дженбаев, Б. К. Калдыбаев, 2014). Определение физико-химических свойств почв осуществляли общепринятыми методами в почвоведении. Определение элементного состава почвы и растений проводили методом АЭСА (Атомно-эмиссионного спектрального анализа) и методом ААС (Атомно-абсорбционной спектроскопии). Воду анализировали методом ИСП-МС (Масс спектрометрия с индуктивно связанной плазмой) где комбинируется использование индуктивно связанной плазмы в качестве источника ионов с квадрупольным масс-спектрометром, выступающим в роли масс-анализатора (фильтра). Содержание элементов в растениях определяли эмиссионными спектральными методами и методом ОЭС-ИСП/ИСП-МС (Опτικο-эмиссионный спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой) после микроволнового разложения.

Графические иллюстрации построены с использованием программных пакетов Microsoft Excel. Карта-схема содержания тяжелых металлов в почвенном покрове дана по геоинформационной программе «Surfer-15».

Участки отбора проб представлены на карте, выполненной с помощью программы Google Earth Pro.

### **Глава 3. Результаты собственных исследований**

#### **3.1 Видовое разнообразие древесных пород орехово-плодовых лесов.**

В орехово-плодовых лесах состав растительности довольно беден, однообразно представлены деревья и кустарники.

#### **3.2 Физико-химические особенности почвенного покрова.**

Лесорастительный покров ореховых лесов сформирован горно-лесными черно-коричневыми почвами, которые характеризуются высоким плодородием и отличаются богатым содержанием гумуса, питательных веществ и широкой емкостью поглощения. Кислотность почвенного покрова в основном нейтральная (рН – 6,70-7,45). Концентрации макроэлементов фосфора (P), калия (K) и натрия (Na), а также обменной окиси калия ( $K_2O$ ) в среднем во всех зонах на одном уровне с небольшими отклонениями. В зависимости содержания от физической глины (сумма частиц размером  $<0,01$  мм), почвы орехово-плодовых лесов относят к тяжелым суглинкам. Плотный остаток в почвах равен всего лишь нескольким сотым (0,041–0,077) процентов и можно сказать, что они не засолены и не солонцеватые.

**3.3 Содержание макро- и микроэлементов в воде.** Содержание макро- и микроэлементов в водах р. Кара-Алма и р. Арсланбоб, в целом, невысокие, ниже предельно допустимых нормы. Однако, по некоторым макро- и микроэлементам наблюдается повышение концентраций в р. Арсланбоб по сравнению с р. Кара-Алма. Например, калий (K), кобальт (Co) и мышьяк (As) в р. Арсланбоб выше до 3 раз, алюминий (Al) и ванадий (V) до 2 раз, особенно в нижних зонах с большей антропогенной нагрузкой. В р. Кара-Алма Mn до 6 раз выше в верхней зоне, по сравнению с р. Арсланбоб, что, вероятно, связано с горными породами, поскольку здесь имеются марганцевые месторождения.

Установлено, что концентрация Na ( $25 \pm 4,2$  мг/л) в р. Кара-Алма сравнительно выше в весенний период (до 2,5 раз) по отношению к осеннему периоду, калия больше в воде р. Кара-Алма осенью ( $2,2 \pm 0,6$  мг/л) по отношению к весне ( $0,62 \pm 0,11$  мг/л), до 3 раз. (таблица 3.3.1).

*Микроэлементы.* Железо (Fe) – его количество повышено в осенний период в р. Кара-Алма ( $64 \pm 5,6$  мкг/л) и Арсланбоб ( $76 \pm 5,1$  мкг/л) до 2 раз; марганец (Mn) – больше в р. Кара-Алма весной ( $34 \pm 5,1$  мкг/л) и осенью ( $21 \pm 3,1$  мкг/л) по сравнению с р. Арсланбоб; мышьяк (As) – в р. Арсланбоб повышено содержание в весенний ( $13 \pm 3,5$  мкг/л) и осенний ( $21 \pm 4,2$  мкг/л) периоды по сравнению с р. Кара-Алма; свинец (Pb) – повышены значения в осенний период в р. Кара-Алма и Арсланбоб ( $P < 0,01$ ).

Таблица 3.3.1 – Среднее содержание макро- и микроэлементов в р. Кара-Алма и р. Арсланбоб по сезонам года (мг/л, мкг/л)

| Химические<br>элементы | Содержание (мг/л, мкг/л) |           |              |           |
|------------------------|--------------------------|-----------|--------------|-----------|
|                        | Весна                    | Осень     | Весна        | Осень     |
|                        | р. Кара-Алма             |           | р. Арсланбоб |           |
| Макроэлементы - мг/л   |                          |           |              |           |
| Na                     | 25±4,2                   | 9±1,7     | 17,1±2,8     | 12±3,1    |
| K                      | 0,62±0,11                | 2,2±0,6   | 2,2±0,4      | 1,7±0,3   |
| Ca                     | 52±4,1                   | 105,5±8,2 | 48± 5,1      | 98,4± 8,3 |
| Mg                     | 45± 4,1                  | 28,4± 3,8 | 26,3±5,1     | 19,5±3,5  |
| Микроэлементы - мкг/л  |                          |           |              |           |
| Al                     | 27±4,2                   | 17±4,1    | 57±6,5       | 25±4,2    |
| Fe                     | 43±4,3                   | 64±5,6    | 41±7,2       | 76±5,1    |
| Mn                     | 34±5,1                   | 21±3,1    | 6,3±1,2      | 4±0,7     |
| As                     | 4,3±0,7                  | 7,2±1,5   | 13±3,5       | 21±4,2    |
| Pb                     | 3,4±0,6                  | 5±0,8     | 2,1±0,4      | 7±1,2     |
| Se                     | 3,1±0,5                  | 5,6±1,2   | 4,1±0,7      | 7±0,9     |

### 3.4 Содержание тяжелых металлов в воде (Pb, Mn, Fe)

Свинец – менее доступный металл, который осаждается из атмосферы в почву. Из исследований выявлено, что среднее содержание свинца в воде р. Арсланбоб варьирует от 3,5±0,6 до 8,2±3,1 мкг/л, р. Кара-Алма - от 1,1±0,4 до 2,1±0,3 мкг/л, а в р. Орток изменяется от 1,5±0,3 мкг/л до 2,5±0,3 мкг/л. Превышений предельно-допустимых концентраций не обнаружено (таблица 3.4.1).

Марганец – важный биогенный микроэлемент. Согласно нашим данным, содержание марганца в воде р. Кара-Алма в среднем варьирует от 10,2±0,3 мкг/л до 41±3,4 мкг/л. В р. Арсланбоб оно колеблется в пределах 11,9±1,3 - 28±2,3 мкг/л, а в р. Орток - 10,1±1,5 - 16±1,2 мкг/л.

Железо – микроэлемент, имеющий большое значение для человека и животных, а также для растительного мира. Из исследований следует, что содержание железа в р. Кара-Алма меняется от 41±5,4 до 65±6,1 мкг/л, в р. Арсланбоб от 52±7,2 до 109± 5,6 мкг/л, а в р. Орток в пределах 45±6,4 до 75±4,0 мкг/л.

Таблица 3.4.1 – Среднее содержание Mn, Pb и Fe воды рек орехово-плодовых лесов (мкг/л)

| Реки      | Место отбора пробы | Химические элементы |          |         |
|-----------|--------------------|---------------------|----------|---------|
|           |                    | Mn                  | Pb       | Fe      |
| Кара-Алма | нижняя зона        | 41±3,4              | 2,1±0,3  | 65±6,1  |
|           | средняя зона       | 27,8±3,2            | 1,4±0,14 | 46 ±3,5 |

(Продолжение см. с.9)



|           |              |          |         |          |
|-----------|--------------|----------|---------|----------|
|           | верхняя зона | 10,2±0,3 | 1,1±0,4 | 41±5,4   |
| Орток     | нижняя зона  | 16±1,2   | 2,5±0,3 | 75±4,0   |
|           | средняя зона | 17,2±2,3 | 1,5±0,3 | 45±6,4   |
|           | верхняя зона | 10,1±1,5 | 1,5±0,4 | 61±4,4   |
| Арсланбоб | нижняя зона  | 28±2,3   | 8,2±3,1 | 109± 5,6 |
|           | средняя зона | 22,1±2,5 | 3,6±0,4 | 56±5,3   |
|           | верхняя зона | 11,9±1,3 | 3,5±0,6 | 52±7,2   |
| ПДК       |              | 100      | 30      | 300      |

Концентрации Mn в трех зонах невысокие, ниже ПДК. Но в двух зонах р. Кара-Алма (нижней и средней) они повышены до 3-4 раз, по сравнению с верхней.

**3.5 Содержание тяжелых металлов в почвах (Pb, Mn, Fe).** В почвах в весенний период в орехово-плодового леса Кара-Алма показатели по свинцу (Pb) колеблются в пределах 7±1,8-12±3,1 мг/кг, в летний период – 9±3,1-10±2,4 мг/кг, в осенний период – 10±3,1-18±3,4 мг/кг почвы. Количество марганца (Mn) в весенний период изменяется от 81±6,3 до 98±7,6 мг/кг, в летний – от 80±2,7 до 112±6,7 мг/кг, осенью – от 90±10,7 до 123±9,7 мг/кг. Значение железа (Fe) в весенний период – 3040±43,6 мг/кг (нижняя зона), 3080±23,4 мг/кг (верхняя зона), 3090±32,6 мг/кг (средняя зона), летом обнаружено – 3090±164 мг/кг (нижняя зона), 3060±123 мг/кг (средняя зона) и 2990±62 мг/кг (верхняя зона), осенью – 3370±164 мг/кг (нижняя зона), 3270±123 мг/кг (средняя зона) и 3190±62 мг/кг (верхняя зона) (таблица 3.5.1).

Таблица 3.5.1 – Результаты атомно-абсорбционного анализа почв орехово-плодового леса Кара-Алма по зонам и сезонам года

| Химические элементы | Содержание, мг/кг сух. вещества (весна) |              |             | ПДК   |
|---------------------|---|--------------|-------------|-------|
|                     | Верхняя зона                            | Средняя зона | Нижняя зона |       |
| Pb                  | 7±1,8                                   | 8±2,0        | 12±3,1      | 32    |
| Mn                  | 98±7,6                                  | 81±6,3       | 83±5,2      | 1500  |
| Fe                  | 3080±23,4                               | 3090±32,6    | 3040±43,6   | 27533 |
| Химические элементы | Содержание, мг/кг сух. вещества (лето)  |              |             | ПДК   |
|                     | Верхняя зона                            | Средняя зона | Нижняя зона |       |
| Pb                  | 9±3,1                                   | 9,5±1,3      | 10±2,4      | 32    |
| Mn                  | 112±6,7                                 | 86±4,2       | 80±2,7      | 1500  |
| Fe                  | 2990±62                                 | 3060±123     | 3090±164    | 27533 |
| Химические элементы | Содержание, мг/кг сух. вещества (осень) |              |             | ПДК   |
|                     | Верхняя зона                            | Средняя зона | Нижняя зона |       |
| Pb                  | 10±3,1                                  | 12,5±2,5     | 18±3,4      | 32    |
| Mn                  | 123±9,7                                 | 92±6,2       | 90±10,7     | 1500  |
| Fe                  | 3190±62                                 | 3270±123     | 3370±164    | 27533 |

В орехово-плодовых лесах Арсланбоб уровень свинца (Pb) в 3 раза меньше ПДК ( $10 \pm 2,1$  мг/кг), марганца (Mn) ниже ( $91 \pm 12$  мг/кг) в весенне-летний период. По другим зонам данные особо не меняются. Концентрация железа (Fe) в верхнем слое почвенного покрова по отношению к ПДК значительно меньше, однако, по участкам наблюдаются некоторые повышения на нижних участках.

*Осенний период.* Содержание свинца (Pb) в нижней зоне ( $20 \pm 3,5$  мг/кг) выше по сравнению с верхней ( $8,1 \pm 2,5$  мг/кг) и средней ( $11,4 \pm 2,0$  мг/кг). Марганец (Mn), в целом, на одном уровне во всех зонах, а у Fe в нижних зонах наблюдается ( $3180 \pm 522$  мг/кг) небольшое увеличение (рисунок 3.5.1).

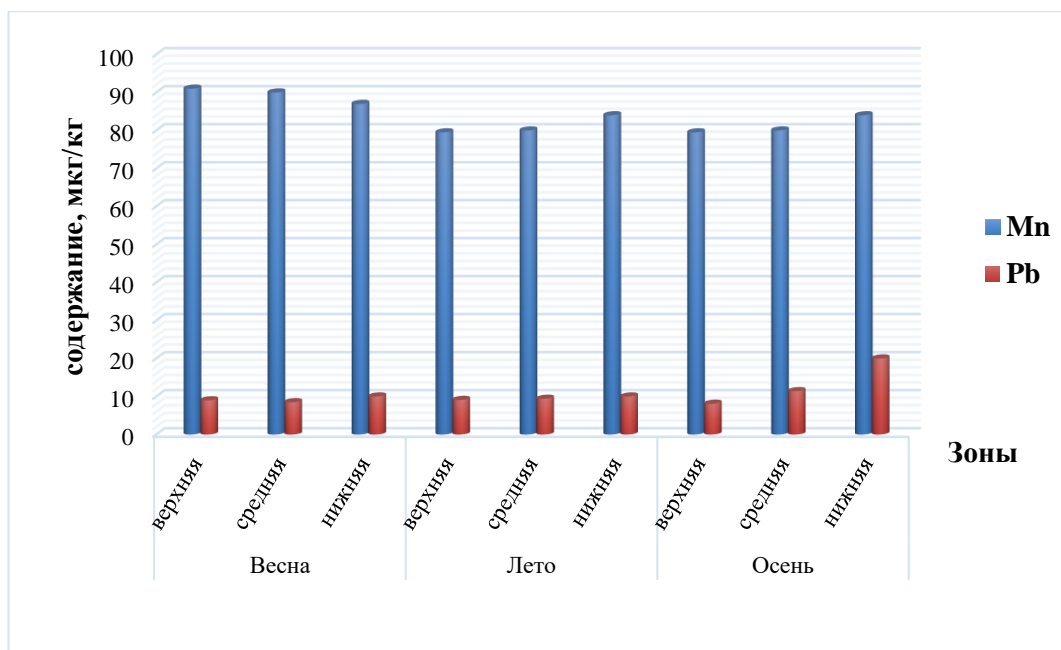


Рисунок 3.5.1 – Уровни марганца (Mn) и свинца (Pb) в почвах орехово-плодового леса Арсланбоб в осенний период

Проведенные исследования показали, что в орехово-плодовом лесу Орток значения свинца (Pb) составили от  $9,5 \pm 2,2$  до  $11,1 \pm 2,7$  мг/кг почвы, количество марганца (Mn) колеблется с  $83,9 \pm 8$  мг/кг до  $92 \pm 10,0$  мг/кг. Среднее значение по железу (Fe) равно  $3090 \pm 25$  мг/кг почвы.

Среднее содержание тяжелых металлов (Pb, Mn и Fe) в почвенном покрове орехово-плодовых лесов Кара-Алма, Орток и Арсланбоб не высокое, ниже ПДК, принятых норм и на уровне фоновых значений.

**3.6 Содержание и сезонная динамика накопления макро- и микроэлементов в листьях ореха грецкого.** Анализы осенних листьев (опад) ореха грецкого показывают, что, в целом, химические элементы имеют невысокую концентрацию. По накоплению в листьях химические элементы разделили на 3 группы: *первая группа* более устойчивая с низкой концентрацией (Ag, Be, Ca, Mg, Mn, Si, Tl). Во *второй группе* химические элементы с низкой концентрацией, на отдельных участках выше до 2 раз (B, Ba, Cd, Co, Cu, Fe, Li, P, Sr, U, Zn). В *третьей группе* у некоторых химических

элементов повышены значения на отдельных участках до 3 раз (Al, Mo, Ni, Na, Se, V) и более 3 раз (Ti, Sn, Sb, Hg, K, As, Cr) мг/кг сухого вещества.

В весенне-летних листьях ореха грецкого установлены невысокие концентрации хрома (Cr), циркония (Zr), меди (Cu) и бария (Ba), уровень марганца (Mn) (38–93 мг/кг) до 2,5 раз отличается по участкам, особенно повышено значение в средней зоне Кара-Алма. Содержание титана (Ti) в верхней зоне Кара-Алма до 10 раз больше, молибдена (Mo) (0,4–2,1 мг/кг) и свинца (Pb) (0,3–2,2 мг/кг) выше в 5–6 раз в отдельных точках, в основном средних и верхних зон. Необходимо отметить уровень накопления стронция (Sr), минимум (25 мг/кг) и максимум (108 мг/кг) наблюдается в верхней зоне (Кара-Алма) (таблица 3.6.1).

Таблица 3.6.1 – Общее содержание химических элементов в весенне-летних листьях ореха грецкого (мг/кг сухого вещества)

| Пробы      | Содержание химических элементов, мг/кг |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
|------------|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|
|            | Mn                                     | Ti  | Cr  | Mo  | Zr  | Cu  | Pb  | P   | Sr  | Ba |
| ОПЛ -А-НЗ  | 73                                     | 20  | 0,7 | 1,1 | 2,0 | 2,4 | 0,3 | 550 | 30  | 12 |
| ОПЛ -А-СЗ  | 38                                     | 25  | 1,2 | 0,9 | 2,1 | 4,1 | 0,5 | 690 | 40  | 15 |
| ОПЛ -А-ВЗ  | 45                                     | 30  | 0,6 | 0,4 | 2,2 | 3,2 | 0,8 | 450 | 25  | 10 |
| ОПЛ -КА-СЗ | 50                                     | 200 | 0,9 | 0,5 | 4,1 | 3,6 | 2,2 | 500 | 108 | 14 |
| ОПЛ -КА-ВЗ | 93                                     | 20  | 1,0 | 2,1 | 2,0 | 3,1 | 0,3 | 560 | 31  | 12 |
| ОПЛ -КА-НЗ | 63                                     | 100 | 0,8 | 0,4 | 2,3 | 3,5 | 0,8 | 630 | 63  | 14 |

На основании полученных данных для более детального анализа выбраны следующие микроэлементы – марганец (Mn), железо (Fe), свинец (Pb) и стронций (Sr) двух лесных хозяйств (Кара-Алма и Арсланбоб). Из таблицы 3.6.2 видно, что уровень марганца (Mn) ( $93 \pm 8,1$  мг/кг) больше в средней зоне Кара-Алма; железа (Fe) и фосфора (P) особых колебаний по участкам не обнаружено, значения свинца (Pb) в нижней зоне Кара-Алма различаются в пределах от 2 до 6 раз, стронций (Sr) в нижних зонах Арсланбоб ( $121 \pm 9$  мг/кг) и Кара-Алма ( $101 \pm 6$  мг/кг) превышает до 3 раз ( $P < 0,01$ ).

Таблица 3.6.2 – Среднее содержание химических элементов в весенне-летних листьях ореха грецкого (мг/кг сухого вещества)

| Пробы     | Среднее содержание химических элементов, мг/кг |              |                |              |             |
|-----------|--|--------------|----------------|--------------|-------------|
|           | Mn   | Fe           | Pb             | P            | Sr          |
| ОПЛ-А-НЗ  | $71 \pm 8,2$                                   | $412 \pm 23$ | $0,3 \pm 0,07$ | $534 \pm 32$ | $121 \pm 9$ |
| ОПЛ-А-СЗ  | $36 \pm 4,3$                                   | $363 \pm 33$ | $0,5 \pm 0,05$ | $641 \pm 45$ | $82 \pm 7$  |
| ОПЛ-А-ВЗ  | $42 \pm 3,5$                                   | $424 \pm 45$ | $0,8 \pm 0,2$  | $404 \pm 38$ | $64 \pm 5$  |
| ОПЛ-КА-НЗ | $51 \pm 6,2$                                   | $263 \pm 21$ | $2,2 \pm 0,8$  | $460 \pm 46$ | $101 \pm 6$ |
| ОПЛ-КА-СЗ | $93 \pm 8,1$                                   | $312 \pm 19$ | $0,6 \pm 0,4$  | $521 \pm 32$ | $32 \pm 5$  |
| ОПЛ-КА-ВЗ | $63 \pm 5,6$                                   | $409 \pm 20$ | $0,9 \pm 0,1$  | $617 \pm 21$ | $61 \pm 6$  |

Анализ химических элементов весенне-летних листьев ореха грецкого по годам показал, что концентрация марганца (Mn) и стронция (Sr) в Кара-Алма на одном уровне, а в Арсланбобе содержание стронция (Sr) до 50% выше. Как видно из рисунка уровень железа (Fe) в среднем в 2 раза ниже в Орток, чем в лесах Кара-Алма и Арсланбоб. Марганец (Mn) и стронций (Sr) во всех трех лесных хозяйствах на одном уровне с небольшими отклонениями (рисунок 3.6.1 и 3.6.2).

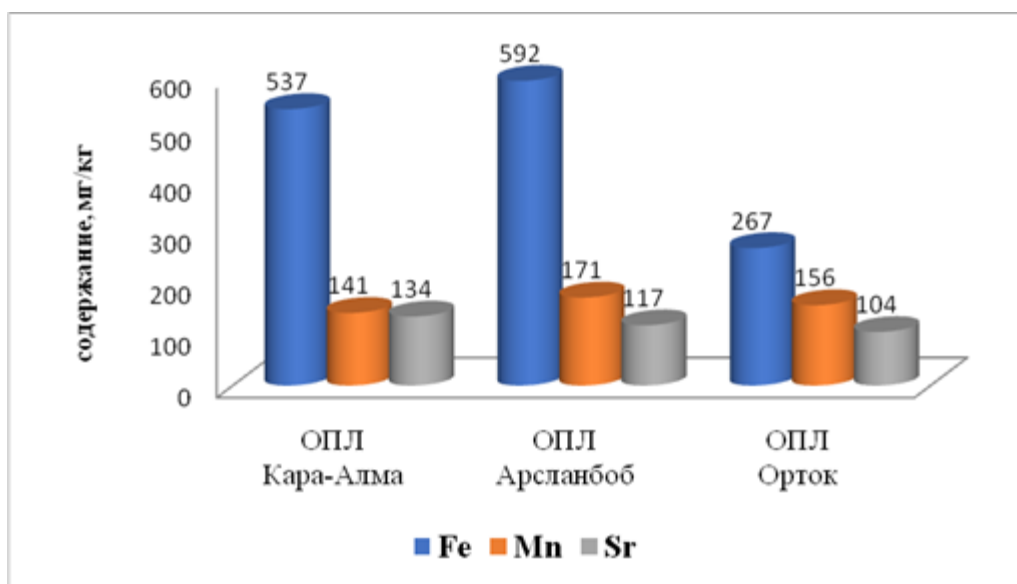


Рисунок 3.6.1 – Среднее содержание Fe, Mn и Sr в листьях ореха грецкого за 2020 г.

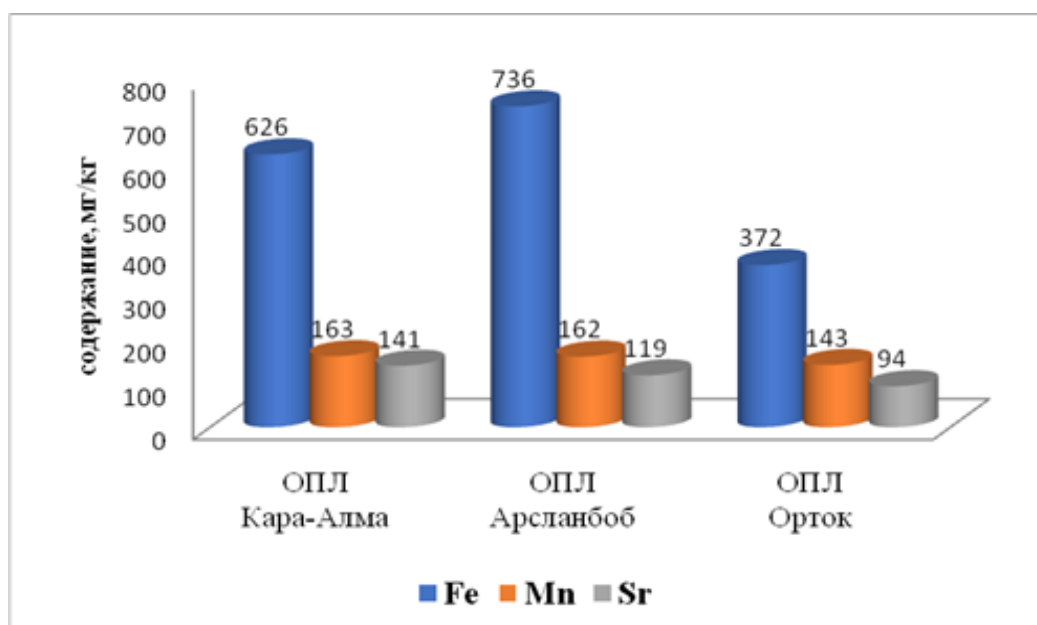


Рисунок 3.6.2 – Среднее содержание Fe, Mn и Sr в листьях ореха грецкого за 2021 г.

Среднее содержание химических элементов осеннего листа ореха грецкого по трем лесным хозяйствам показал, что, кальций (Ca) и фосфор (P) находятся приблизительно на одном уровне, железо (Fe) в 2 раза меньше в Орток. Следует отметить, в отдельных зонах имеются отличия в концентрациях Pb и Sr. Так, в средней зоне Кара-Алма - Pb ( $14,13 \pm 2,1$  мг/кг), концентрация Sr в нижней и средней зонах составляет ( $143 \pm 20$  мг/кг) и ( $132 \pm 15$  мг/кг) соответственно. Pb на уровне ПДК, а Sr в 2 раза больше кларка (40 мг/кг) (таблица 3.6.3).

Таблица 3.6.3 – Среднее содержание химических элементов в осенних листьях ореха грецкого (мг/кг сухого вещества)

| Места отбора и номера проб |             | Среднее содержание химических элементов, мг/кг |               |              |              |                 |              |
|----------------------------|-------------|--|---------------|--------------|--------------|-----------------|--------------|
|                            |             | Ca   | Fe            | Mn           | P            | Pb              | Sr           |
| Кара-Алма                  | КА-L-1.н.з. | 24217 $\pm$ 982                                | 645 $\pm$ 98  | 152 $\pm$ 34 | 531 $\pm$ 52 | 3,2 $\pm$ 0,3   | 143 $\pm$ 20 |
|                            | КА-L-2.с.з. | 25723 $\pm$ 534                                | 565 $\pm$ 79  | 133 $\pm$ 21 | 443 $\pm$ 51 | 14,13 $\pm$ 2,1 | 132 $\pm$ 15 |
|                            | КА-L-3.в.з. | 30073 $\pm$ 441                                | 477 $\pm$ 121 | 142 $\pm$ 18 | 856 $\pm$ 62 | 3,14 $\pm$ 1,1  | 127 $\pm$ 18 |
| Арсланбоб                  | AR-L-1.н.з. | 28342 $\pm$ 2321                               | 742 $\pm$ 103 | 161 $\pm$ 41 | 421 $\pm$ 33 | 2,5 $\pm$ 0,7   | 102 $\pm$ 9  |
|                            | AR-L-2.с.з. | 23654 $\pm$ 1982                               | 573 $\pm$ 89  | 132 $\pm$ 22 | 743 $\pm$ 72 | 3,25 $\pm$ 0,8  | 94 $\pm$ 7   |
|                            | AR-L-3.в.з. | 32261 $\pm$ 2987                               | 410 $\pm$ 74  | 173 $\pm$ 39 | 576 $\pm$ 43 | 2,91 $\pm$ 0,7  | 123 $\pm$ 11 |
| Орток                      | O-L-1.н.з.  | 24468 $\pm$ 1787                               | 235 $\pm$ 43  | 149 $\pm$ 23 | 524 $\pm$ 36 | 1,72 $\pm$ 0,4  | 103 $\pm$ 8  |
|                            | O-L-2.с.з.  | 28038 $\pm$ 3465                               | 262 $\pm$ 39  | 154 $\pm$ 31 | 442 $\pm$ 61 | 2,03 $\pm$ 0,3  | 112 $\pm$ 7  |
|                            | O-L-3.в.з.  | 29945 $\pm$ 978                                | 341 $\pm$ 56  | 161 $\pm$ 37 | 351 $\pm$ 52 | 1,8 $\pm$ 0,2   | 82 $\pm$ 9   |

**3.7 Макро- и микроэлементы в грецком орехе недозрелом (ядро и околоплодник).** Результаты анализов показали, что изученные химические элементы (титан Ti, хром Cr, молибден Mo, медь Cu, сурьма Sb, висмут Bi, стронций Sr, барий Ba, торий Th, таллий Tl, уран U, золото Au, мышьяк As, олово Sn и др.) в орехово-плодовых лесах (Кара-Алма, Орток и Арсланбоб) в целом на уровне фона. Нужно отметить сравнительно высокие концентрации Mn в лесхозах Кара-Алма по сравнению с Орток и Арсланбоб до 10 раз и фосфор 9 раз больше. Содержание Pb в лесхозе Арсланбоб по отношению к Кара-Алма превышает в 10 раз. Повышенные концентрации Mn в составе недозрелого ореха грецкого, по-видимому, связаны с тем, что в данной зоне имеются запасы марганцевых руд и молодой плод более чувствителен. Повышенное содержание свинца наблюдается в лесах Арсланбоб. Сурьма (Sb), стронций (Sr), мышьяк (As), торий (Th) и уран (U) на территории лесного хозяйства Кара-Алма в среднем до 2 раз выше, чем в Орток и Арсланбоб (таблица 3.7.1).

Таблица 3.7.1 – Среднее содержание химических элементов в недозрелых плодах (околоплодник и ядро, мг/кг сухого вещества)

| Пробы    | Среднее содержание химических элементов, мг/кг |           |         |      |        |        |         |
|----------|--|-----------|---------|------|--------|--------|---------|
|          | Mn   | Pb        | Sb      | Sr   | As     | Th     | U       |
| ОПЛ-КА-1 | 51±12  | 0,56±0,11 | 9,1±2,4 | 49±7 | 52±4   | 21±2,5 | 8,2±2,1 |
| ОПЛ-О-2  | 4,1±1,1  | 1,6±0,4   | 5,5±1,3 | 21±3 | 23±3,2 | 11±2   | 4,7±1,1 |
| ОПЛ-А-3  | 3,5±0,9  | 5,4±1,2   | 4,4±0,9 | 18±4 | 31±3   | 12±3   | 5,1±2,1 |

Если сравнить с принятыми нормами, то уровень марганца (Mn) и свинца (Pb) в лесхозе Орток и Кара-Алма ниже, а в лесном хозяйстве Арсланбоб свинец (Pb) на уровне ПДК. Содержание таких токсичных элементов, как стронций (Sr) до 2 раз, мышьяк (As) до 8 раз, торий (Th) и уран (U) до 5 раз выше кларка (Глазовский, 1988).

**3.8 Макро- и микроэлементный состав плодов ореха грецкого (ядер и перегородок).** Результаты анализов ядер плодов показаны в таблице 3.8.1.

Таблица 3.8.1 – Общий элементный анализ ядер плодов ореха грецкого (мг/кг сухого вещества)

| Элем<br>енты | Л/х Кара-Алма/зоны |                 |                 | Л/х Арсланбоб/зоны |                 |                 | Л/х Орток/зоны |                 |                 |
|--------------|--------------------|-----------------|-----------------|--------------------|-----------------|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|
|              | К-А1<br>нижняя     | К-А2<br>средняя | К-А3<br>верхняя | АБ-1<br>нижняя     | АБ-2<br>средняя | АБ-3<br>верхняя | ОК-1<br>нижняя | ОК-2<br>средняя | ОК-3<br>верхняя |
| <b>Al</b>    | 3,00               | 1,50            | 3,08            | 1,51               | 1,33            | 1,00            | 1,11           | 1,28            | 1,52            |
| <b>B</b>     | 12,49              | 9,64            | 11,50           | 11,88              | 12,22           | 13,11           | 11,83          | 12,06           | 13,76           |
| <b>Ba</b>    | 5,61               | 6,45            | 5,04            | 4,98               | 5,51            | 5,68            | 5,80           | 5,94            | 5,61            |
| <b>Ca</b>    | 891                | 1133            | 990             | 807                | 886             | 1036            | 910            | 1066            | 964             |
| <b>Co</b>    | 0,028              | 0,056           | 0,033           | 0,035              | 0,030           | 0,042           | 0,070          | 0,042           | 0,037           |
| <b>Cr</b>    | 0,54               | 0,60            | 0,44            | 0,47               | 0,43            | 0,51            | 0,43           | 0,39            | 0,44            |
| <b>Cu</b>    | 15,15              | 16,07           | 14,91           | 16,22              | 13,61           | 18,73           | 18,10          | 15,72           | 15,37           |
| <b>Fe</b>    | 40,28              | 43,53           | 40,54           | 40,54              | 35,24           | 38,23           | 46,02          | 38,16           | 37,60           |
| <b>K</b>     | 3889               | 4231            | 3850            | 3319               | 3884            | 3883            | 3980           | 3570            | 3929            |
| <b>Mg</b>    | 1728               | 2009            | 1844            | 1565               | 1311            | 1651            | 1646           | 1454            | 1507            |
| <b>Mn</b>    | 30,56              | 43,36           | 34,74           | 40,81              | 37,02           | 49,73           | 36,82          | 39,14           | 36,49           |
| <b>Na</b>    | 27,79              | 16,20           | 11,39           | 12,74              | 12,49           | 9,89            | 8,43           | 4,30            | 71,68           |
| <b>Ni</b>    | 2,33               | 3,09            | 2,37            | 2,10               | 1,66            | 2,21            | 1,95           | 2,76            | 2,07            |
| <b>P</b>     | 4415               | 5690            | 5024            | 3934               | 3056            | 4307            | 4188           | 3891            | 4308            |
| <b>Se</b>    | 0,030              | 0,053           | 0,022           | 0,01               | 0,01            | 0,01            | 0,020          | 0,059           | 0,044           |

(Продолжение см. с.15)

|           |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| <b>Si</b> | 40,39 | 38,42 | 41,06 | 36,31 | 34,09 | 33,11 | 37,08 | 35,35 | 40,23 |
| <b>Sr</b> | 7,40  | 15,27 | 8,27  | 3,31  | 4,59  | 3,25  | 6,28  | 4,60  | 4,29  |
| <b>Ti</b> | 2,60  | 2,96  | 2,69  | 2,10  | 1,63  | 2,36  | 2,24  | 1,98  | 2,02  |
| <b>Tl</b> | 0,010 | 0,004 | 0,003 | 0,004 | 0,003 | 0,003 | 0,002 | 0,019 | 0,005 |
| <b>Zn</b> | 24,53 | 24,84 | 23,62 | 25,96 | 22,72 | 30,08 | 24,24 | 23,46 | 25,37 |

Следующие основные *макроэлементы* в ядрах ореха грецкого по трем лесным хозяйствам и зонам – кальций (Ca) (891–1066), фосфор (P) (3056–5690) и натрий (Na) (4,3–71,68 мг/кг) накапливаются с большими колебаниями значений, особенно в Орток. В верхней и нижней зоне содержание калия (K) (3319–4231 мг/кг) и магния (Mg) (1311–1728 мг/кг) сухого вещества.

*Микроэлементы* в ядре ореха грецкого составляют: алюминий (Al) 1,00–3,08 мг/кг; барий (Ba) – 4,98–6,45; бор (B) – 9,64–13,76; медь (Cu) – 13,61–18,73; железо (Fe) – 25,34–46,02; марганец (Mn) – 30,56–49,73; никель (Ni) – 1,66 – 3,09; кремний (Si) – 33,11–41,06; титан (Ti) – 1,63–2,96; и цинк (Zn) – 22,79–30,08 мг/кг сухого вещества. Микроэлементы, которые имеют сравнительно большие колебания по участкам – ртуть (Hg) – 0,022–0,307, селен (Se) – 0,01–0,059, стронций (Sr) – 3,25–15,27 и таллий (Tl) – 0,002–0,019 мг/кг сухого вещества. Нужно отметить, повышения концентрации олова (Sn) до 4 раз в средней зоне лесхоза Орток, стронций (Sr) до 5 раз в средней зоне Кара-Алма, таллий (Tl) до 9 раз выше в средней зоне Орток по сравнению с другими участками, но все они ниже ПДК ( $P < 0,05$ ).

На основании общего анализа ядер плодов ореха грецкого нами выделены основные макро- (Ca, K, Mg и P) и микроэлементы (Mn, Fe и Cu). Были проведены более детальные исследования по двум зонам – нижней и средней (таблица 3.8.2).

Таблица 3.8.2 – Среднее содержание макро- и микроэлементов в ядрах плодов ореха грецкого (мг/кг сухого вещества)

| Химические элементы  | Л/х Кара-Алма  |                 | Л/х Арсланбоб  |                 | Л/х Орток      |                 |
|----------------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|
|                      | К-А1<br>нижняя | К-А2<br>средняя | АБ-1<br>нижняя | АБ-2<br>средняя | ОК-1<br>нижняя | ОК-2<br>средняя |
| <b>Макроэлементы</b> |                |                 |                |                 |                |                 |
| Ca                   | 956±156        | 1109±93         | 1123±201       | 856±211         | 902±78         | 1098±188        |
| K                    | 3845±365       | 4122±322        | 3512±412       | 3810±123        | 42450±243      | 3680±322        |
| Mg                   | 1811±271       | 2096±256        | 1659±191       | 1287±98         | 1836±211       | 1387±87         |
| P                    | 4327±122       | 5739±203        | 4364±242       | 3002±252        | 4281±301       | 3747±139        |
| <b>Микроэлементы</b> |                |                 |                |                 |                |                 |
| Cu                   | 17,10±3,2      | 14,07±1,2       | 19,21±2,6      | 12,51±2,1       | 20,2±2,3       | 14,93±1,9       |

(Продолжение см. с.16)

|    |           |            |           |           |           |           |
|----|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Fe | 42,29±4,7 | 47,68±2,8  | 43,47±4,8 | 36,43±4,1 | 48,22±5,1 | 35,64±2,7 |
| Mn | 31,72±2,8 | 46,563±4,1 | 42,92±2,9 | 35,52±3,1 | 38,63±2,5 | 40,50±3,2 |

Из таблицы 3.8.2 видно, что макроэлементы (Ca, K, Mg, P) повышены в средней зоне лесхозах Кара-Алма, по сравнению с нижней зоной. В Арсланбоб, наоборот, в нижней зоне больше, чем в средней зоне, за исключением калия ( $3810 \pm 123$  мг/кг). В Орток показатели макроэлементов в нижней зоне больше по сравнению со средней зоной, кроме кальция (Ca) ( $902 \pm 78$  мг/кг).

*Микроэлементы* – марганец (Mn), железо (Fe) и медь (Cu) повышены в нижней зоне Арсланбоб и Орток, за исключением марганца (Mn) ( $40,50 \pm 3,2$  мг/кг) в средней зоне Орток (таблица 3.8.2).

**Перегородки ореха грецкого.** Результаты показывают, что серебро Ag, бериллий Be, уран U, кадмий Cd, ртуть Hg, таллий Tl, сурьма Sb имеют достаточно низкие концентрации. Первая группа элементов (бор B, кальций Ca, литий Li, молибден Mo) более устойчивые в биогеохимическом отношении во всех зонах с небольшими отклонениями. Вторая группа (кобальт Co, хром Cr, медь Cu, железо Fe, калий K, магний Mg, стронций Sr) элементов колеблется с повышением до 2 раз по зонам. В целом результаты анализов показали, что уровень изученных микроэлементов ниже принятых норм.

**3.9 Коэффициент биологического поглощения.** Коэффициент биологического поглощения свинца (Pb), марганца (Mn), железа (Fe) в листьях ореха грецкого сделан по сезонам (весенне-летнего и осеннего) года. Из таблицы 3.9.1 видно, что содержание свинца (Pb) в осенних листьях во всех лесных хозяйствах выше (Кара-Алма – 0,712; Орток – 0,227; Арсланбоб – 0,204) по сравнению с весенне-летними (Кара-Алма – 0,146; Орток – 0,089; Арсланбоб – 0,052). По марганцу (Mn)  $K_b$  в листьях ореха грецкого в целом высокий от 0,567 до 1,834,  $K_b$  железа (Fe) установлен не высокий и сравнительно с другими элементами колеблется от 0,109 до 0,202 (таблица 3.9.1).

Таблица 3.9.1 – Коэффициент биологического поглощения Pb, Mn, Fe в листьях ореха грецкого

| Место отбора  | Орех грецкий          | Наличие химических элементов |       |       |
|---------------|-----------------------|------------------------------|-------|-------|
|               |                       | Pb                           | Mn    | Fe    |
| Л/х Кара-Алма | весенне-летние листья | 0,146                        | 1,182 | 0,136 |
|               | осенние листья        | 0,712                        | 1,318 | 0,189 |
| Л/х Орток     | весенне-летние листья | 0,089                        | 0,940 | 0,134 |
|               | осенние листья        | 0,227                        | 1,834 | 0,109 |
| Л/х Арсланбоб | весенне-летние листья | 0,052                        | 1,187 | 0,130 |
|               | осенние листья        | 0,204                        | 0,567 | 0,202 |

Расчет коэффициента биологического поглощения в зрелых плодах (ядро) ореха грецкого показали, что в целом сравнительно высокое значение меди Cu (0,917), марганца Mn (0,498) и магния Mg (0,332), низкое - железа Fe (0,016) и



Ca (0,08). Ряд интенсивности поглощения: Cu (0,917) > Mn (0,498) > Mg (0,332) > Ca (0,08) > Fe (0,01) (таблица 3.9.2).

Таблица 3.9.2 – Коэффициент биологического поглощения Fe, Mn, Cu, Mg и Ca в зрелых плодах (ядро) ореха грецкого

| Место отбора  | Наличие химических элементов |       |       |       |        |
|---------------|------------------------------|-------|-------|-------|--------|
|               | Fe                           | Mn    | Cu    | Mg    | Ca     |
| Л/х Кара-Алма | 0,015                        | 0,422 | 0,739 | 0,332 | 0,0800 |
| Л/х Орток     | 0,016                        | 0,467 | 0,917 | 0,220 | 0,0801 |
| Л/х Арсланбоб | 0,013                        | 0,498 | 0,564 | 0,263 | 0,0802 |

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Уточнено современное возрастное состояния ореховых лесов: спелые - 60%, приспевающие – 20 %, на молодняки приходится всего 4,21% (1 класс) и 4,03% (2 класс) площадей; высокополнотные насаждения составляют 30%, низкополнотные (0,4 и меньше) – 20%. Общая площадь орехово-плодовых лесов Кыргызской Республики (по состоянию на 2022 г.) 630,9 тыс.га, из них ореховые леса – 47832,7 тыс. га и в целом леса находятся под антропогенным воздействием и в изреженном состоянии.

2. Выявлен макро- и микроэлементный анализ воды р. Кара-Алма, р. Орток и р. Арсланбоб и почвенного покрова в лесных хозяйствах Кара-Алма, Орток и Арсланбоб по трем зонам (верхняя – 1650-1800 м над ур.м., средняя – 1500-1650 м над ур.м., нижняя – 1350-1500 м над ур.м.).

3. Установлены средние уровни концентрации – Mn, Fe, Pb и Sr в весенне-летних листьях ореха грецкого (*Juglans regia* L.). В лесных хозяйствах Кара-Алма и Арсланбоб, уровень Mn ( $93 \pm 8,1$  мг/кг) больше в средней зоне; Pb в нижней зоне Кара-Алма и их значения различаются в пределах от 2 до 6 раз; Sr в нижних зонах Арсланбоб ( $121 \pm 9$  мг/кг) и Кара-Алма ( $101 \pm 6$  мг/кг) до 3 раз сравнительно. В осенних листьях ореха грецкого лесных хозяйств Кара-Алма, Арсланбоб и Орток содержание Ca, Fe, Mn и P по зонам особо не отличаются, P и Fe с небольшими отклонениями по участкам до 2 раз. В отдельных зонах концентрации Pb и Sr сравнительно высоки, в средней зоне Кара-Алма содержания Pb  $14,13 \pm 2,1$  мг/кг, но на уровне ПДК, Sr  $143 \pm 20$  мг/кг в нижних зонах, в 2 раза больше кларка (40 мг/кг).

4. Выявлены превышенные концентрации Mn в орехе незрелом в лесхозе Кара-Алма (54 мг/кг) по сравнению с Орток и Арсланбоб до 10 раз, Pb в Арсланбобе (5 мг/кг) до 10 раз выше по отношению к Орток и Кара-Алма. Содержания Mn во всех лесхозах ниже ПДК, Pb в лесхозах Арсланбоб на уровне ПДК, а Sr до 2 раз, As до 8 раз, Th и U до 5 раз выше кларка. Микро- и

макроэлементы в плодах ореха грецкого (в ядре и перегородке) на уровне фоновых значений и ниже ПДК. Установлен достаточно низкий уровень Ag, Be, Pb, U, V и Cd в ядре ореха грецкого. Содержание микроэлементов – Al, As, Co, Fe, Ni и Sb не высокое и по зонам меняется до 2 раз. В перегородках ореха грецкого достаточно низкие концентрации Ag, Be, U, Cd, Hg, Tl и Sb. Незначительно повышены Mn ( $46,563 \pm 4,1$  мг/кг), Fe ( $47,68 \pm 2,8$  мг/кг) и Cu ( $19,21 \pm 2,6$  мг/кг) мг/кг в нижней и средней зоне Арсланбоб, Кара-Алма и Орток.

5. Составлена биогеохимическая карта-схема по содержанию микроэлементов (Fe, Mn и Pb) в почвенном покрове по зонам в лесных хозяйствах Кара-Алма и Арсланбоб.

### **ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ:**

1. Результаты исследований макро- и микроэлементов воды, почвы и растений (ореха грецкого - *Juglans regia* L.) послужат основой для мониторинга почвенно-растительного покрова орехово-плодовых лесов Кыргызстана.

2. Данные о содержании химических элементов в плодах, перегородках и околоплодниках ореха грецкого рекомендуется применять для контроля при заготовке плоды ореха и экспорте плодов ореха.

3. Для повышения устойчивости почв и обогащению гумусом рекомендуются следующие мероприятия: урегулирование бессистемного выпаса скота, сенокошения и сбора урожая ореха, своевременное проведение санитарной очистки, сокращение мест массового отдыха в буферных зонах.

### **СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

1. Бечелова, А. Т. Анализ воды из родника «Беш-Бочка» [Текст] / А. Т. Бечелова, С. Т. Асанова, Б. К. Эрназарова // Теоретические и практические проблемы развития современной науки: сборник материалов XI межд. научно-практической конференции. – Махачкала, 2016. – С. 9-11. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26646776>

2. Бечелова, А. Т. Орехово-плодовые леса Кыргызстана [Текст] / А. Т. Бечелова, Б. М. Дженбаев // Исследование живой природы Кыргызстана. – Б., 2020. – № 1-2. – С. 4-7. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=45602364>

3. Бечелова, А. Т. Тяжелые металлы в почвенном покрове орехоплодных лесов Южного Кыргызстана [Текст] / А. Т. Бечелова, Б. М. Дженбаев, Н. М. Баширова // Экологический вестник северного Кавказа. – Краснодар, 2022. – Т. 18, № 3. – С. 84-88. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=49376630>

4. Бечелова, А. Т. Анализ химического состава наземных вод орехоплодовых лесов Кара-Алма (Кыргызстан) [Текст] / А. Т. Бечелова, Б. М.

Дженбаев // Вестник Ошского государственного университета. – 2022. – № 2. – С. 21-26. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=48706689>

5. Бечелова, А. Т. Тяжелые металлы в почвенном покрове орехоплодового леса Кара-Алма (Южный Кыргызстан) [Текст] / А. Т. Бечелова, Б. М. Дженбаев // Известия Национальной академии наук Кыргызской Республики. – 2022. – № 1. – С. 6-9. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=48308224>

6. Бечелова, А. Т. Биогеохимические особенности почвенного покрова орехоплодового леса Арсланбоб (Кыргызстан) [Текст] / Б. М. Дженбаев, А. Т. Бечелова, У. У. Асакеева // Исследование живой природы Кыргызстана. – 2022. – № 2. – С. 51-54. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=49928591>

7. Анализ химического состава наземных вод орехоплодовых лесов Арсланбоб (Южный Кыргызстан) [Текст] / А. Т. Бечелова, Б. М. Дженбаев, Н. Ж. Айтикеев, А. А. Мирзаилов // Материалы 2-го Международного конгресса по современным наукам. – Ташкент, 2022. – С. 59-64. [Электронный ресурс] – Режим доступа: [https://www.scienceuzbekistan.org/files/ugd/614b1f\\_428bc0b8ee6d470e853ef72d63a1c1a8.pdf](https://www.scienceuzbekistan.org/files/ugd/614b1f_428bc0b8ee6d470e853ef72d63a1c1a8.pdf)

8. Бечелова, А. Т. Элементный состав листьев ореха грецкого орехово-плодовых лесов Кыргызстана /А. Т. Бечелова, Н. Ж. Айтикеев [Текст] // Наука. Образование. Техника. – Ош, 2023. – № 1. – С. 28-35. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=50354258>

9. Түштүк Кыргызстандагы Арсланбап жаңгак-мөмө токойлорундагы грек жаңгагынын (*Juglans regia* L.) жалбырактарынын элементтик курамы [Текст] / А. Т. Бечелова, Б. М. Дженбаев, Н. Ж. Айтикеев, А. А. Мирзаилов // Вестник Центрально-Азиатского международного медицинского университета. – Джалал-Абад, 2023. – № 2. – С. 33-36. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://new.nimsi.kg/storage/files/vestnik-baemu-1-2-2023-inter-036813500-1697270091.pdf>

10. Бечелова, А. Т. Содержание макро- и микроэлементов в листьях ореха грецкого (*Juglans regia* L.) (Южный Кыргызстан) [Текст] / А. Т. Бечелова // Бюллетень науки и практики. – Нижневартовск, 2023. – Т. 9, № 1. – С. 81-88. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=50113410>

11. Бечелова, А. Т. Определение физических свойств орехов (*Juglans regia* L.), собранных из орехово-плодовых лесов Кыргызстана [Текст] / А. Т. Бечелова // Вестник Кыргызского государственного университета им. И. Арабаева. – Б., 2023. – № 2. – С. 51-55. [Электронный ресурс] – Режим доступа: [https://jarchy.arabaev.kg/admin-admin/fotogalere/1689240732\\_b923fe2bd7826ad4c938e34afd12fe65.pdf](https://jarchy.arabaev.kg/admin-admin/fotogalere/1689240732_b923fe2bd7826ad4c938e34afd12fe65.pdf)

12. Бечелова, А. Т. Кыргызстандын жаңгак-мөмө токойлорунан жыйналган жаңгактардын мөмөсүндөгү оор металлдарды изилдөө [Текст] / А. Т. Бечелова, Б. М. Дженбаев // Наука, новые технологии и инновации Кыргызстана. – Б., 2023 – № 6 – С. 23-26. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=54898927>

**Бечелова Айгүл Тыныбековнанын «Кыргызстандын жаңгак-мөмө токойлорунун экологиялык-биогеохимиялык өзгөчөлүктөрү» деген темада 03.02.08 – экология адистиги боюнча биология илимдеринин кандидаты окумуштуулук даражасын изденип алууга жазылган диссертациясынын**

### **РЕЗЮМЕСИ**

**Негизги сөздөр:** токой, топурак, суу, микро- жана макроэлементтер, оор металлдар, грек жаңгагы.

**Изилдөөнүн объектиси:** Кыргызстандын жаңгак-мөмө токойлорунун суусу, топурагы, грек жаңгагынын (*Juglans regia* L.) жалбырактары жана мөмөсү (перикарпы, маңызы жана мөмө калканы).

**Изилдөөнүн предмети.** Үч зонадагы (жогорку, ортонку жана төмөнкү) топурактардын физикалык-химиялык касиеттери, суудагы, топурактагы, грек жаңгагынын жалбырактарындагы жана мөмөлөрүндөгү макро- жана микроэлементтердин биогеохимиясы.

**Изилдөөнүн максаты:** Кыргызстандын жаңгак-мөмө токойлорунун экологиясын жана биогеохимиясын изилдөө (Арсланбап-Көк-Арт токой массивинин мисалында).

**Изилдөө усулдары:** талаа, физикалык-химиялык, аналитикалык.

**Алынган натыйжалар жана алардын жаңылыктары.** Жаңгак-мөмө токойлорунун учурдагы абалына таасир этүүчү негизги факторлор аныкталды. Кара-Алма, Орток жана Арсланбап дарыяларынын суусунун жана Кара-Алма, Орток жана Арсланбап токой чарбаларынын үч зонасынын (жогорку, ортонку, төмөнкү) топурак жабууларындагы макро- жана микроэлементтердин кармалышы аныкталды. Жаңгак-мөмө токойлорунун кара күрөң топурактарынын физикалык-химиялык курамы изилденип, топурактагы микроэлементтердин (Fe, Mn жана Pb) биогеохимиялык картасы-схемасы түзүлдү. Жаңгактын жалбырактарында жана алардын сезондук топтолуусунда, жаңгак мөмөлөрүндө (перикарпы, маңызы жана мөмө калканы) макро- жана микроэлементтердин (N, P, S, Mg, K, N, Ca, Fe, Mn, Pb, Cr, As ж. б.) кармалышы көрсөтүлдү.

**Пайдалануу боюнча сунуштар:** иштин материалдарын Жалал-Абад областынын жаратылышты коргоо мекемелери пайдалана алышат. Илимий иштин теориялык маалыматтары Б.Осмонов атындагы Жалал-Абад мамлекеттик университетинин окуу процессинде, экология жана токой чарба тармагындагы адистерге колдонууга сунушталат.

**Колдонуу тармагы:** экология, биогеохимия, айлана- чөйрөнүн химиясы, топурак таануу

## РЕЗЮМЕ

диссертации Бечеловой Айгул Тыныбековны на тему: «Эколого-биогеохимические особенности орехово-плодовых лесов Кыргызстана» на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.02.08 – экология

**Ключевые слова:** лес, почва, вода, микро- и макроэлементы, тяжелые металлы, орех грецкий.

**Объект исследования:** вода, почвы, листья и плоды (околоплодник, ядро и перегородка) ореха грецкого (*Juglans regia* L.) орехово-плодовых лесов Кыргызстана.

**Предмет исследования.** Физико-химические свойства почв, биогеохимия макро- и микроэлементов в воде, почвах, листьях и плодах ореха грецкого по трем зонам расположения (верхний, средний и нижний).

**Цель исследования:** изучение экологии и биогеохимии орехово-плодовых лесов Кыргызстана (на примере Арсланбоб-Кок-Артского лесного массива).

**Методы исследования:** полевые, физико-химические и аналитические.

**Полученные результаты и их новизна.** Установлены основные факторы, влияющие на современное состояние орехово-плодовых лесов. Определен уровень содержания макро- и микроэлементов воды р. Кара-Алма, р. Орток и р. Арсланбоб и почвенного покрова в лесных хозяйствах Кара-Алма, Орток и Арсланбоб по трем зонам расположения (верхний, средний, нижний). Изучены физико-химический состав горно-лесных черно-коричневых почв орехово-плодовых лесов и составлена биогеохимическая карта-схема микроэлементов (Fe, Mn и Pb). Представлены содержание макро- и микроэлементов (N, P, S, Mg, K, N, Ca, Fe, Mn, Pb, Cr, As и др.) в листьях и плодах ореха грецкого (околоплодник, ядро и перегородка) и их сезонная динамика накопления.

**Рекомендации к использованию:** материалы работы могут быть использованы природоохранными организациями в области растениеводства. Теоретические данные рекомендуются использовать в учебном процессе для студентов, специалистов в области экологии и лесного хозяйства.

**Область применения:** экология, биогеохимия, химия окружающей среды, почвоведение.

## SUMMARY

**The dissertation of Bechelova Aigul Tynybekovna on the topic: «Ecological and biogeochemical features of the nut-fruit forests of Kyrgyzstan» submitted for the degree of candidate of biological sciences in the specialty 03.02.08-ecology**

**Key words:** forest, soil, water, micro- and macroelements, heavy metals, walnut, plants.

**Objects of research:** water, soils leaves and fruits (pericarp, kernel and septum) of walnut (*Juglans regia* L.) in walnut-fruit forests of Kyrgyzstan.

**Subject of research:** the physico-chemical properties of soils, biogeochemistry of macro- and microelements in water, soils, walnut leaves and fruits in three zones (upper, middle and lower).

**Purpose of the study:** study of ecology and biogeochemistry of nut-fruit forests of Kyrgyzstan (on the example of Arslanbob-Kokartsky forest).

**Research methods:** field, laboratory, physical and chemical, analytical.

**The results obtained and their novelty.** For the first time, macro- and microelement analysis of the water of the Kara-Alma, Ortok and Arslanbob rivers and soil cover in the Kara-Alma, Ortok and Arslanbob forests in three zones (upper, middle, lower) is presented. The studied soils differ in physical and chemical properties. A biogeochemical map-scheme of trace elements (Fe, Mn and Pb) in the soil cover by zones has been compiled. The content of macro- and microelements (N, P, S, Mg, K, N, Ca, Fe, Mn, Pb, Cr, As, etc.) in walnut leaves (*Juglans regia* L.) and their seasonal accumulation dynamics, mineral (elemental) composition of walnut fruits (kernel, septum) and an immature nut (kernel and pericarp).

**Recommendations for use:** the materials of the work can be used by research institutes and environmental organizations of the Jalal-Abad region. Theoretical data are used in the educational process after B. Osmonov JASU and specialists in the field of ecology and forestry.

**The area of application:** ecology, biogeochemistry, environmental chemistry. soil science

