ISSN 3079-7373

ВАЗОРАТИ МАОРИФ ВА ИЛМИ ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН
ДОНИШГОҲИ ДАВЛАТИИ ХОРУҒ ба номи М. НАЗАРШОЕВ

ПАЁМИ
ДОНИШГОҲИ ХОРУҒ
(Бахши илмҳои табиатшиносӣ ва риёзӣ)

ВЕСТНИК
ХОРОГСКОГО УНИВЕРСИТЕТА
(Серия естественных и математических наук)

BULLETIN
OF THE KHOROG UNIVERSITY
(series of natural and mathematical sciences)

№ 3 (07) 2026



ПАЁМИ ДОНИШГОҲИ ХОРУҒ

(Бахши илмҳои табиатшиносӣ ва риёзӣ: 1.1. Математика ва механика, 1.4. Химия, 1.5. Биология)

ВЕСТНИК ХОРОГСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

(Серия естественных и математических наук: 1.1. Математика и механика, 1.4. Химия, 1.5. Биология)

BULLETIN OF THE KHOROG UNIVERSITY

(Series of natural and mathematical sciences: 1.1. Mathematics and mechanics, 1.4. Chemistry, 1.5. Biology)

№ 3 (07) 2026

ХОРУҒ 2026

ПАЁМИ ДОНИШГОҲИ ХОРУҒ

САРМУҲАРРИР:
Комилбек Амид Ёрбек – Ректор, доктори илмҳои сиёсӣ, профессор
МУОВИНИ САРМУҲАРРИР:
Қодиров Дилшод Сайдаллоевич – муовини ректор оид ба илм ва инноватсия, номзади илмҳои филологӣ, дотсент.

ҲАЙАТИ ТАҲРИРИЯ:
М. Шаҳбозов – доктори илмҳои физика-математика, профессор, академики АМИТ.
М. Илолов – доктори илмҳои физика-математика, профессор, академики АМИТ.
С. Сафармамадов – доктори илмҳои химия, профессор.
А. Мамадризохонов – доктори илмҳои биологӣ, профессор
Ш.Неккадамов – номзади илмҳои физика-математика, дотсент.
Ш. Абдулофизов – номзади илмҳои физика-математика, профессор.
Б. Имомназаров – номзади илмҳои химия, дотсент.
М. Давлятназарова – номзади илмҳои химия, дотсент.
С. Давлатбек – номзади илмҳои биологӣ, дотсент.
Ж.Олифтаева – номзади илмҳои химия, дотсент.
Т. Содатқадамова – номзадии илмҳои биологӣ, дотсент.
Ф. Асматбекова – номзади илмҳои биологӣ.

МУҲАРРИРОН:

Д. Бобова – муаллими калони кафедраи филологияи англис,

М. Тойчиев – номзади илмҳои филологӣ

КОТИБИ МАСЪУЛ:
Н. Офаридаев – доктори илмҳои филологӣ, профессор.
САҲИФАБАНД:
Р. Худоберди – сардори шуъбаи табъу нашр ва иттилоот

СУРОҒА:
Ҷумҳурии Тоҷикистон, ВМКБ. Донишгоҳи давлатии Хоруғ ба номи Моёншо Назаршоев 736000, шаҳри Хоруғ, кӯчаи Ш.Шоҳтемур 109.
Тел./Fax (+992-8) 22779
СОМОНА:
донишгоҳ – https://www.khogu.tj маҷалла – https://www.payom.khogu.tj/tabiati
Маҷалла 05.07.2024 ба руйхати маҷалаҳои тақризшавандаи Комиссияи олии аттестатсионии назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон ворид карда шудааст.
Маҷалла аз тарафи Вазорати фарҳанги Ҷумҳури Тоҷикистон (№447/МҶ- 97 аз 22.12.2025) ба қайд гирифта шудааст.
Маҷалла дар Индекси Иқтибосоварии Илмии Россия № 297/2023 аз 22.05.2023 сабти ном шудааст.

Масъулият ва дақиқии маводи чопшуда ба зиммаи муаллифон вогузор аст.

Суроғаи бонкӣ: “Амонатбанк”
ВМКБ. ИНН 700000710
С/ҳ 20200681090000156000
КХ 22402972000002
МФО (БИК) 350101626
20402972316264

© «Паёми Донишгоҳи Хоруғ», 2026.

ВЕСТНИК ХОРУГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:
Комилбек Амид Ёрбек – ректор, доктор политических наук. профессор
ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА:
Кодиров Дилшод Сайдаллоевич – проректор по науке и инновациям, кандидат филологических наук, доцент.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:
М. Шахбозов – доктор физико-математических наук, профессор, академик НАНТ.
М. Илолов – доктор физико-математических наук, профессор, академик НАНТ.
С. Сафармамадов – доктор химических наук, профессор.
А. Мамадризоханов – доктор биологических наук, профессор.
Ш.Неккадамов – кандидат физико - математических наук, доцент.
Ш. Абдулофизов – кандидат физико-математических наук, профессор.
Б. Имомназаров – кандидат химических наук, доцент.
М. Давлятназарова – кандидат химических наук, доцент.
С. Давлатбек – кандидат биологических наук, доцент.
Ж. Олифтаева – кандидат химических наук, доцент.
Т. Содаткадамова – кандидат биологических наук, доцент.
Ф. Асматбекова – кандидат биологических наук.

РЕДАКТОРЫ:
Д. Бобова – старший преподаватель кафедры английской филологии,
М. Тойчиев – кандидат филологических наук.

ОТВЕТСТВЕННЫЙ СЕКРЕТАРЬ:
Н. Офаридаев – доктор филологических наук, профессор.
ДИЗАЙНЕР:
Р. Худоберди – начальник отдела информации и публикаций.

АДРЕС:
Республика Таджикистан, ГБАО. Хорогский государственний университет имени Мойоншо Назаршоева, г. Хорог, улица Шахтемур, 109, 736000. Тел./Факс (+992-8) 22779
ВЕБ-САЙТ:
университет – https://www.khogu.tj
журнал – https://www.payom.khogu.tj/tabiati
Журнал включен в список рецензируемых журналов Высшей аттестационной комиссии при Президенте Республики Таджикистан от 05.07.2024 года.
Журнал зарегистрирован Министерством культуры Республики Таджикистан (№447/ МЖ-97 от 22.12.2025).
Журнал зарегистрирован в Индексе научного цитирования России № 297/2023 от 22.05.2023.

Ответственность и достоверность публикуемого материала несут авторы.

Адрес банка: «Амонатбанк»
ВМКБ. ИНН 700000710
№ 20200681090000156000
КХ 22402972000002
МФО (БИК) 350101626
20402972316264

© «Вестник Хорогского университета»,2026.

VESTNIK KHORUG UNIVERSITY

CHIEF EDITOR:
Komilbek Amid Yorbek -- rector, doctor of political Sciences, Professor
DEPUTY CHIEF EDITOR:
Qodirov Dilshod Saydaloevich – Vice Rector for Science and Innovation, Candidate of Philological Sciences, Associate Professor.

EDITORIAL TEAM:
M. Shakhbozov – Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Academician of ANST.
M. Ilolov – Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Academician of ANST.
S. Safarmamadov – Doctor of Chemical Sciences, Professor.
A. Mamadrizokhanov – Doctor of Biological Sciences, Professor.
Sh. Nekqadamov – Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor.
Sh. Abdulofizov – Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Professor.
B.Imomnazarov – Candidate of Chamical Sciences, Associate Professor.
M. Davlyatnazarova – Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor.
S. Davlatbek – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor.
Zh. Oliftaeva – Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor.
T. Sodatqadamova – Candidate of Biologiical Sciences, Associate Professor.
F. Asmatbekova – Candidate of Biological Sciences.

EDITORS:
D. Bobova - Senior Lecturer at the Department of English Philologyc.
M. Toychiev - Candidate of Philological Sciences.

EXECUTIVE SECRETARY:
N. Ofaridaev - Doctor of Philological Sciences, Professor.
DESIGNER:

R.Khudoberdi - Head of the Publications and Infomation Department

ADDRESS:
Republic of Tajikistan, VMKB. Khorog State University named after Moyonsho Nazarshoev, Khorog city, Shakhtemur street, 109, 736000 Tel./ Fax (+992-8) 22779

WEB SITE:
university – https://www.khogu.tj
magazine – https://www.payom.khogu.tj/tabiati
On July 05.2024, the journal was included in the list of peer-reviewed journals of the Higher Attestation Commission under the President of the Republic of Tajikistan.
The journal is registered by the Ministry o f Culture of the Republic of Tajikistan (No. 447/ МЖ-97 of 22/12/2025).
The journal is registered in the Science Citation Index of Russia No. 297/2023 of 05/22/2023.

Responsibility and reliability of the published material are borne by the authors.

Bank address: “Amonatbank”
VMKB. TIN 700000710
No. 20200681090000156000
KX 22402972000002
MFO (BIC) 350101626
20402972316264

© Bulletin of Khorog University, 2026

МАТЕМАТИКА ВА МЕХАНИКА
МАТЕМАТИКА И МЕХАНИКА

УДК: 004.032.26:519.6

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ И АЛГОРИТМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ПРЯМОГО РАСПРОСТРАНЕНИЯ С МЕТОДОМ ОБРАТНОГО РАСПРОСТРАНЕНИЯ ОШИБКИ: ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

Амонбекова З.А., Абдулофизова У.А.
Хорогский государственный университет им. М. Назаршоева

Искусственный интеллект в XXI веке прошел путь от теоретических концепций до фундаментальной технологии, определяющей развитие цифровой экономики. В основе большинства современных достижений — от компьютерного зрения до обработки естественного языка — лежат нейронные сети прямого распространения[1].

Актуальность данной темы обусловлена необходимостью глубокого понимания внутренних механизмов «черного ящика» нейронных сетей. Несмотря на наличие готовых программных библиотек, понимание математического базиса является критически важным для разработки новых архитектур и оптимизации существующих моделей[1–5].

Идея искусственных нейронных сетей возникла как попытка имитировать архитектуру коры головного мозга человека. Рассмотрим структуру головного мозга разделяя его на части (Рисунок 1.).

Биологический нейрон состоит из трех основных частей:

1. **Дендриты** — входные каналы, принимающие сигналы от других нейронов.
2. **Тело (сома)** — вычислительный центр, где происходит суммирование входящих импульсов.
3. **Аксон** — выходной канал, передающий сигнал дальше при достижении определенного порога возбуждения.

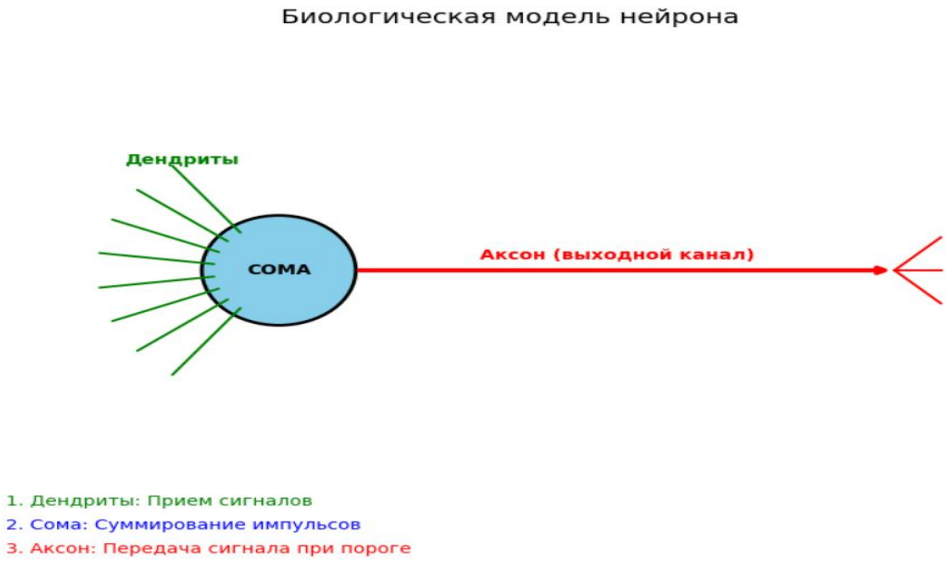


Рисунок 1. Биологическая модель нейрона.

Математическая интерпретация модели. Процесс обработки данных в нейроне можно разделить на два последовательных этапа(Рисунок 2.):

1. **Линейное комбинирование (Сумматор):**

Каждый входной сигнал x_i умножается на соответствующий ему вес w_i. Затем эти произведения суммируются, и к ним добавляется значение смещения b (*bias*). Результат называется взвешенной суммой или чистым входом (*net input*):

$$net = \sum_{i=1}^{n} (x_i \cdot w_i) + b$$

2. **Нелинейное преобразование (Функция активации):**

Полученное число net пропускается через функцию активации f(net). Это позволяет сети решать нелинейные задачи, с которыми не справилась бы обычная линейная регрессия.

$$y = f(net)$$

Математический Нейрон (Базовая Модель)

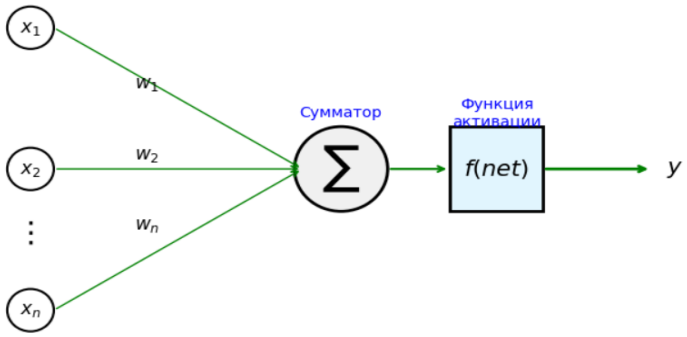


Рисунок 2. Математическая интерпретация модели.

На основе этой схемы введем следующие описания:

1. **Входные сигналы (x_1,x_2,…,x_n):** Представляют собой данные, поступающие в нейрон (например, значения пикселей изображения или параметры датчиков).

2. **Весовые коэффициенты (w_1,w_2,…,w_n):** Определяют степень важности каждого входа. Именно эти параметры подстраиваются в процессе обучения сети.

3. **Сумматор (∑):** Вычисляет взвешенную сумму всех входных сигналов. К результату часто добавляется параметр смещения (bias), который позволяет сдвигать график функции активации.

4. **Функция активации (f):** Преобразует полученную сумму в выходной сигнал. Она определяет, «возбуждается» ли нейрон и какой интенсивности сигнал он передает дальше.

Математическая модель Маккаллока — Питтса

В 1943 году Уоррен Маккаллок и Уолтер Питтс предложили первую формальную модель нейрона. Она представляла собой логическое устройство с бинарными входами и

выходами. Несмотря на простоту, эта модель доказала, что сеть из таких элементов может вычислять любую логическую функцию (И, ИЛИ, НЕ)[1–3].

Математически это выражалось формулой:

$$y = f(\sum_{i=1}^{n} w_i x_i - \theta)$$

где x_i — входные сигналы, w_i — веса связей, θ — порог активации.

Визуализируем эту модель с помощью кода и запускаем ее на открытой платформе Colab – исход этой логики рассмотрим на рисунке ниже (Рисунок 3.).

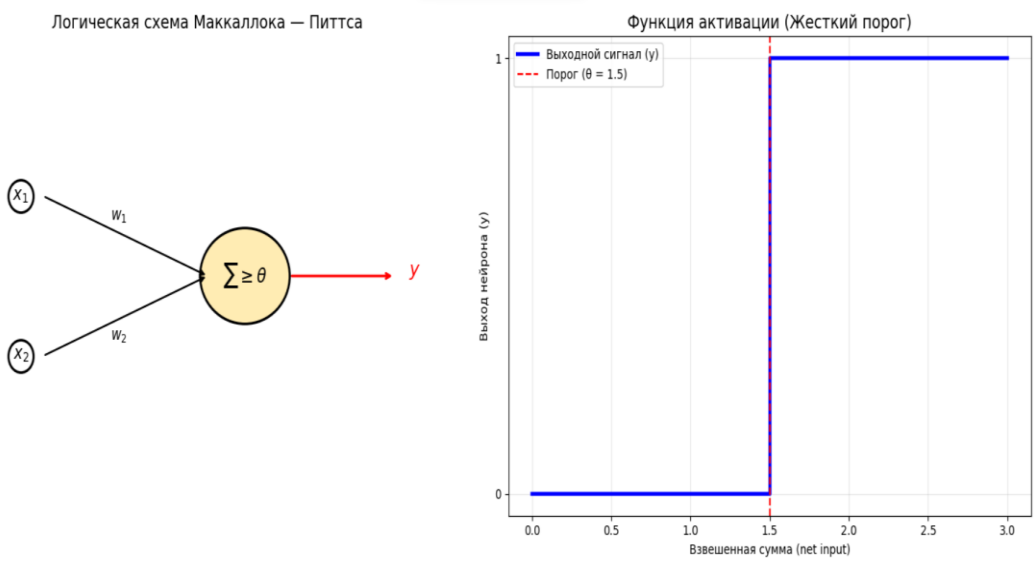


Рисунок 3. Математическая модель Маккаллока — Питтса.

Эволюция архитектур: От Перцептрона к MLP

Фрэнк Розенблатт в 1957 году представил «Марк–1» — первый обучаемый перцептрон. В отличие от модели Маккаллока — Питтса, веса здесь не задавались жестко, а подстраивались в процессе обучения. Однако в 1969 году Минский и Паперт доказали ограниченность однослойных перцептронов, показав их неспособность решать задачу «исключающего ИЛИ» (XOR)[6]. Это привело к временному застою в исследованиях, известному как «зима ИИ».

Многослойный перцептрон (**MLP**) – это вид нейронной сети прямого распространения, состоящий из входного, выходного и как минимум одного скрытого слоя нейронов. Он обучает нелинейные функции с помощью алгоритма обратного распространения ошибки, позволяя классифицировать сложные данные и решать задачи регрессии, где линейный подход неэффективен. Рассмотрим ниже (Рисунок 4.) базовую структуру многослойного перцептрона.

Многослойный перцептрон состоит из:

- **Входного слоя**, принимающего признаки данных.
- **Одного или нескольких скрытых слоев**, формирующих абстрактные представления.
- **Выходного слоя**, выдающего результат предсказания.

Без нелинейной функции активации любая многослойная сеть остается эквивалентной однослойной.

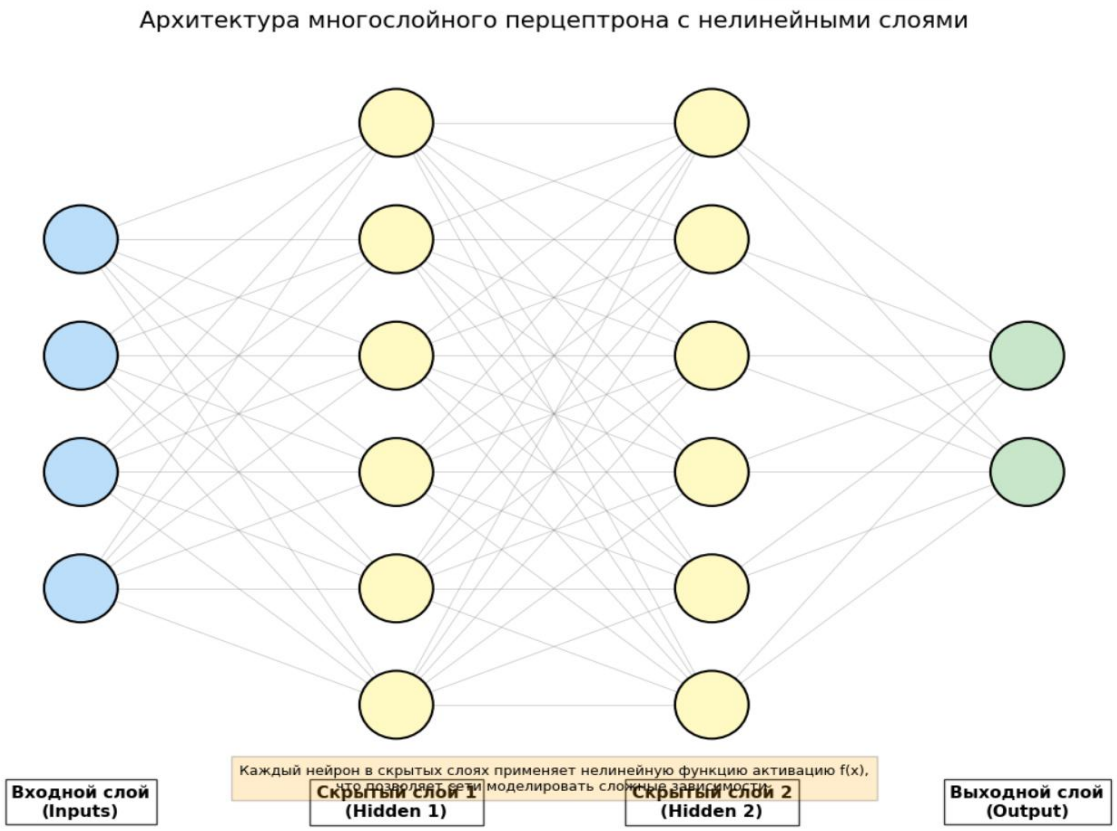


Рисунок 4. Многослойный перцептрон

Исторически первой популярной функцией была логистическая сигмоида:

$$\sigma(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}}$$

Она сжимает входное значение в диапазон (0, 1), что удобно для интерпретации выхода как вероятности.

Гиперболический тангенс (tanh)

Функция *tanh(x)* симметрична относительно нуля, что ускоряет сходимость при обучении:

$$tanh(x) = \frac{e^{x} - e^{-x}}{e^{x} + e^{-x}}$$

Современные стандарты: ReLU

В современных глубоких сетях чаще используется ReLU (Rectified Linear Unit):

$$f(x) = max(0, x)$$

Она позволяет избежать проблемы затухающих градиентов, которая характерна для сигмоиды.

Процесс обучения и функции потерь. Обучение нейронной сети — это итеративный процесс подбора весов *W*, минимизирующий разницу между ответом сети и эталоном.

Среднеквадратичная ошибка (MSE)

Для задач регрессии часто используется MSE:

$$E = \frac{1}{2n} \sum_{i=1}^{N} (y_{pred} - y_{true})^2$$

Для задач классификации предпочтительнее использовать кросс–энтропию, которая сильнее штрафует сеть за уверенные, но неправильные предсказания.

Алгоритм обратного распространения ошибки (Backpropagation)

Это центральная часть обучения. Алгоритм основан на цепном правиле дифференцирования из математического анализа.

Прямой проход (Forward Pass)

Данные проходят через все слои:

$$z^{(l)} = w^{(l)}a^{l-1} + b^{l}$$
$$a^{(l)} = f\left(z^{(l)}\right)$$

Вычисление градиента

Ошибка на выходном слое вычисляется напрямую. Далее она «пробрасывается» назад:

$$\delta^{(l)} = \left(\left(w^{(l+1)}\right)^{T}\delta^{(l+1)}\right)\odot f'(z^{(l)})$$

Обновление весов

Используя градиентный спуск, мы корректируем веса:

$$w_{new} = w_{old} - \eta(\frac{\partial N}{\partial w})$$

где η — скорость обучения (learning rate).

Режимы и стратегии обучения

Веса обновляются после обработки всего датасета. Это дает стабильный градиент, но требует огромных объемов памяти.

Обновление происходит после каждого примера. Это вносит шум, который помогает «выпрыгивать» из локальных минимумов, но замедляет финальную сходимость.

Золотая середина, используемая в 99% случаев. Данные делятся на группы (например, по 32 или 64 примера).

Проблемы переобучения и методы регуляризации

Ситуация, когда сеть идеально запоминает обучающие данные, но теряет способность к обобщению на новых данных.

1. **L1/L2 Регуляризация**: Штраф за слишком большие значения весов.
2. **Dropout**: Случайное «выключение» нейронов во время обучения, что заставляет сеть быть более устойчивой.
3. **Ранняя остановка (Early Stopping)**: Прекращение обучения, когда ошибка на валидационной выборке начинает расти.

Современное состояние и будущее нейроинформатики

С 2012 года (момент триумфа AlexNet) нейронные сети прямого распространения эволюционировали в специализированные структуры (Рисунок 5):

- **Сверточные сети (CNN)** для работы с изображениями.
- **Рекуррентные сети (RNN)** для последовательностей.
- **Трансформеры (Transformers)**, совершившие революцию в обработке текстов.



Рисунок 5. Современная структура нейронных сетей.

Сегодня ведутся активные исследования в области «зеленого ИИ» (сокращение энергопотребления при обучении) и интерпретируемости моделей.

Понимание механизмов прямого и обратного распространения ошибки является фундаментом для любого исследователя в области ИИ. Несмотря на сложность биологического мозга, математические модели позволяют создавать системы, способные решать задачи, ранее считавшиеся прерогативой исключительно человеческого разума.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс, 2–е издание. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2006. – 1104 с.
2. Гудфеллоу Я., Бенджио И., Курвилль А. Глубокое обучение. – М.: ДМК Пресс, 2018. – 652 с.
3. Осовский С. Нейронные сети для обработки информации / Пер. с польского И.Д. Рудинского. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 344 с.
4. Розенблатт Ф. Принципы нейродинамики: Перцептроны и теория механизмов мозга. – М.: Мир, 1965. – 480 с..
5. Минский М., Пейперт С. Перцептроны. – М.: Мир, 1971. – 392 с..
6. Николенко С., Кадурин А., Архангельская Е. Глубокое обучение. Погружение в мир нейронных сетей. – СПб.: Питер, 2018. – 480 с..
7. Галушкин А. И. Теория нейронных сетей. Кн. 1. – М.: ИПРЖР, 2000. – 416 с..
8. Тархов Д.А. Нейронные сети. Модели и алгоритмы. – М.: Радиотехника, 2005. – 256 с.
9. Круглов В.В., Борисов В. В. Искусственные нейронные сети. Теория и практика. – М.: Горячая линия – Телеком, 2002. – 382 с..
10. Рутковская Д., Пилинский М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы. – М.: Горячая линия – Телеком, 2006. – 452 с..
11. Горбань А. Н. Обучение нейронных сетей. – М.: изд. СССР–США СП Пара Граф, 1990. – 160 с..

12. Уоссермен Ф. Нейрокомпьютерная техника: Теория и практика. – М.: Мир, 1992. – 240 с..
13. Каллан Р. Основные концепции нейронных сетей. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2001. – 287 с..
14. Терехов В. А., Ефимов Д.В., Тюкин И.Ю. Нейросетевые системы управления. – М.: Высшая школа, 2002. — 183 с.
15. Яхъяева Г. Э. Нечеткие множества и нейронные сети: Учебное пособие. – М.: Интернет–Университет Информационных Технологий; БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. – 315 с.
16. Воронцов К.В. Лекции по искусственным нейронным сетям. — М.: МФТИ, 2017..
17. Шитиков В.К., Мастицкий С.Э. Классификация, регрессия и алгоритмы построения деревьев с использованием R. — Тольятти: Кассандра, 2017. – 350 с..
18. Борисов А.Н., Алексеев А.В. и др. Моделирование и управление сложными системами. – Рига: РТУ, 2010.

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ И АЛГОРИТМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ПРЯМОГО РАСПРОСТРАНЕНИЯ С МЕТОДОМ ОБРАТНОГО РАСПРОСТРАНЕНИЯ ОШИБКИ:ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

В данной работе представлен комплексный анализ архитектур искусственных нейронных сетей (ИНС), начиная с их биологических прототипов и заканчивая современными методами оптимизации. Рассматривается переход от простейших линейных классификаторов к многослойным нелинейным системам. Основной акцент сделан на математическом выводе алгоритма обратного распространения ошибки (Backpropagation) и анализе различных режимов обучения. Работа предназначена для специалистов в области информационных технологий и студентов старших курсов технических специальностей.

Ключевые слова: Нейронные сети, прямое распространение, обратное распространение ошибки, многослойный перцептрон, функции активации, глубокое обучение, оптимизация.

Сведения об авторах: Амонбекова Зухро Абдулвахидовна – старший преподаватель кафедры информационных технологии и компьютерной безопасности Хорогского государственного университета имени М.Назаршоева, 736000, город Хорог, улица Иджубова 152, телефон: (+992) 9355556581; e–mail: zuhroamonbekova148@.com.

Абдулофизова Уснибегим Абдулоризовна – старший преподаватель кафедры дошкольного и начального образования Хорогского государственного университета имени М.Назаршоева, 736000, город Хорог, улица Шонасим 49, телефон: (+992) 935598260; e–mail: uabdulofizova@gmail.com

АСОСҲОИ МАТЕМАТИКӢ ВА АЛГОРИТМИИ ШАБАКАҲОИ НЕЙРОНИИ ПАҲНШАВИИ МУСТАҚИМ БО УСУЛИ БОЗГАШТИ ХАТО: ТАҲҚИҚОТИ НАЗАРИЯВӢ

Дар ин мақола таҳлили ҳамаҷонибаи архитектураи шабакаҳои нейронии сунъӣ (ШНС), аз прототипҳои биологӣ то усулҳои муосири оптимизатсия оварда шудааст. Гузариш аз классификаторҳои оддии хаттӣ ба системаҳои бисёрқабатаи ғайрихаттӣ баррасӣ мешавад. Диққати асосӣ ба баровардани ҳалли математикии алгоритми бозгашти паҳнкунандаи хатоҳо (Backpropagation) ва таҳлили шеваҳои гуногуни омӯзиш дода шудааст. Мақола барои мутахассисони соҳаи технологияҳои иттилоотӣ ва донишҷӯёни курсҳои болоии ихтисосҳои техникӣ пешбинӣ шудааст.

Калимаҳои калидӣ: Шабакаҳои нейронӣ, паҳншавии мустақим, бозгашти хато, перцептрони бисёрқабата, функсияҳои активатсия, омӯзиши амиқ, оптимизатсия.

Маълумот дар бораи муаллифон: Амонбекова Зуҳро Абдулваҳидовна — муаллими калони кафедраи технологияҳои иттилоотӣ ва амнияти компютерии Донишгоҳи давлатии Хоруғ ба номи М. Назаршоев, 736000, шаҳри Хоруғ, кӯчаи Иҷубов 152, (+992) 9355556581, zuhroamonbekova148@.com.

Абдулофизова Уснибегим Абдулоризовна — муаллими калони кафедраи таҳсилоти томактабӣ ва ибтидоии Донишгоҳи давлатии Хоруғ ба номи М. Назаршоев, 736000, шаҳри Хоруғ, кӯчаи Шонасим 49, (+992) 935598260, uabdulofizova@gmail.com

MATHEMATICAL AND ALGORITHMIC FOUNDATIONS OF FEEDFORWARD NEURAL NETWORKS WITH THE BACKPROPAGATION METHOD: A THEORETICAL STUDY

This paper presents a comprehensive analysis of artificial neural network (ANN) architectures, ranging from their biological prototypes to modern optimization methods. It explores the transition from simple linear classifiers to multi–layer non–linear systems. The primary focus is on the mathematical derivation of the backpropagation algorithm and the analysis of various training regimes. The work is intended for IT specialists and senior undergraduate students in technical fields.

Keywords: Neural networks, feedforward, backpropagation, multi–layer perceptron, activation functions, deep learning, optimization.

Authors Information: Amonbekova Zukhro Abdulvakhidovna – Senior Lecturer of the Department of Information Technology and Computer Security at Khorog State University named after M. Nazarshoev, 152 Idzhubova Street, Khorog, 736000, (+992) 9355556581, zuhroamonbekova148@.com.

Abdulofizova Usnibegim Abdulorizovna – Senior Lecturer of the Department of Preschool and Elementary Education at Khorog State University named after M. Nazarshoev, 49 Shonasim Street, Khorog, 736000, (+992) 935598260, uabdulofizova@gmail.com.

ТДУ: 004.8:519.6

ҲАМГИРОИИ УСУЛҲОИ ЗЕҲНИ СУНЪӢ ЗИМНИ ТАҲИЯ ВА ТАКМИЛИ МОДЕЛҲОИ МАТЕМАТИКӢ

Раҳимзода А.О., Ёров М.Р., Қосимов А.А.
Институти математикаи ба номи академик А.Ҷӯраеви АМИТ,
Донишгоҳи милии Тоҷикистон
ДТТ ба номи академик М.С.Осимӣ

Моделсозии математикӣ дар илм ва техника ҳамчун яке аз воситаҳои муҳими омӯзиши равандҳо, системаҳо ва падидаҳои воқеӣ ташаккул ёфтааст. Бо ёрии моделҳои математикӣ имконият пайдо мешавад, ки рафтори система пешакӣ арзёбӣ карда шуда, таъсири омилҳои гуногун ба натиҷаи ниҳоӣ муайян ва сенарияҳои эҳтимолии рушди раванд таҳлил карда шаванд.

Аммо, системаҳои муосир аксар вақт ин шартҳоро қонеъ намекунанд. Дар бисёр ҳолатҳо сохтори пурраи система маълум нест, қисми параметрҳо аз таҷриба муайян карда мешаванд ё раванд дорои муносибатҳои ғайрихаттӣ ва тағйирёбанда мебошад [8, 17]. Ҳатто вақте ки муодилаи асосии математикӣ маълум аст, муайян намудани параметрҳои он метавонад аз ҳисоби ҳаҷми зиёди маълумоти таҷрибавӣ ва тағйирёбии шароити муҳит мушкил гардад.

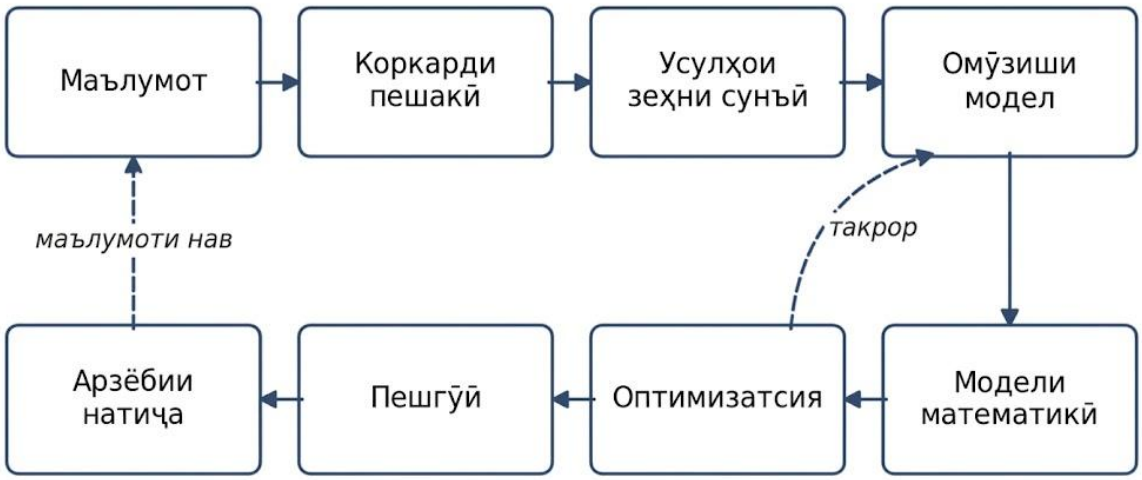
Дар чунин шароит зеҳни сунъиро на танҳо ҳамчун воситаи коркарди маълумот, балки ҳамчун механизми такмилдиҳандаи худи модели математикӣ истифода намудан мумкин аст. Мафҳуми истифодаи зеҳни сунъӣ дар моделсозии математикӣ аз ғояи одии «омӯзиши модел аз маълумот» хеле васеътар мебошад. Дар равиши муосир зеҳни сунъӣ дар якчанд марҳилаи сохтани модели математикӣ иштирок карда метавонад: аз ҷамъоварӣ ва коркарди маълумот то интихоби сохтори модел, баҳодиҳии параметрҳо, омӯзиш, оптимизатсия, санҷиш ва мутобиқсозии минбаъда [3, 14, 18].

Масъалаи илмии мақола аз он иборат аст, ки то кадом андоза ва бо кадом усулҳо зеҳни сунъӣ дар марҳалаҳои гуногуни сохтан ва такмили модели математикӣ иштирок карда метавонад.

2. Мавод ва усулҳои таҳқиқот

Таҳқиқот ҳамчун таҳлили назариявӣ ва муқоисавӣ ба роҳ монда шудааст. Он ба адабиёти бунёдӣ ва корҳои солҳои охир оид ба омӯзиши мошинӣ, шабакаҳои нейронӣ ва моделҳои гибридӣ такя менамояд [3, с. 11, 15, с. 18]. Дар доираи он модели умумии концептуалӣ сохта ва бо модели классикӣ муқоиса карда шудааст.

Марҳилаҳои моделсозӣ дар заминаи технологияҳои зеҳни сунъӣ пайдарпайии муайяни равандҳоро дар бар мегирад. Ин амал аз ҷамъоварии додаҳо оғоз ёфта, бо коркарди пешакӣ ва бамеъёрдарории онҳо идома меёбад [8, с. 14]. Сипас, бо мақсади ошкор намудани қонуниятҳои ниҳонӣ, алгоритмҳои омӯзиши мошинӣ татбиқ гардида, архитектураи мувофиқи модел интихоб карда мешавад [6, с. 9, 13, с. 16]. Дар марҳилаҳои баъдӣ раванди омӯзиши модел, баҳодиҳии параметрҳо ва санҷиши натиҷаҳо амалӣ мегарданд. Пас аз анҷоми оптимизатсия, модел барои ташаккули пешгӯиҳо истифода шуда, қобилияти мутобиқшавии он ба додаҳои нав таъмин карда мешавад (Расми 1).



Расми 1 – Схемаи умумии ҳамгироии зеҳни сунъӣ ва моделсозии математикӣ

Расми мазкур инъикос менамояд, ки раванди моделсозӣ на хаттӣ, балки даврӣ мебошад. Алоқамандии марҳилаи арзёбии натиҷаҳо бо ҷамъоварии додаҳои нав ва таъсири раванди оптимизатсия ба марҳилаи омӯзиш, механизми робитаи баръаксро ба вуҷуд оварда, сикли мунтазами такмили моделро таъмин менамоянд.

Модели анъанавӣ ва модели интеллектуалӣ. Дар модели анъанавӣ сохтор пешакӣ аз рӯи назария муайян мешавад ва танҳо параметрҳо аз маълумот ёфта мешаванд:

$$y = f(x;\theta) \tag{1}$$

дар ин ҷо x – маълумоти воридотӣ, y – натиҷаи модел, f – функсияи модел, θ – маҷмӯи параметрҳо. Дар доираи моделсозии интеллектуалӣ шакли функсионалии модел бевосита дар заминаи додаҳои омӯзишӣ ташаккул меёбад. Масалан, шабакаи нейронии бисёрқабата ҳамчун пайдарпайии табдилдиҳиҳои хаттӣ ва функсияҳои фаъолсозӣ чунин ифода карда мешавад [5, 10, 11, 16]:

$$f_\theta(x) = W_L\,\sigma(W_{L-1}\,\sigma(\cdots\sigma(W_1x + b_1)\cdots) + b_{L-1}) + b_L \tag{2}$$

ки дар он W_l– матритсаи вазнҳои қабати l–ум, b_l– вектори ҷойивазкунии қабати l–ум, $\sigma(\cdot)$ – функсияи фаъолсозӣ ва L– шумораи қабатҳои модел мебошад. Тибқи теоремаи аппроксиматсияи универсалӣ, шабакаҳои нейронии дорои миқдори кофии нейронҳо ва интихоби мувофиқи функсияи фаъолсозӣ қодиранд синфи васеи функсияҳои мураккабро бо сатҳи дилхоҳи саҳеҳӣ ифода намоянд.

Омӯзиш ва оптимизатсия. Параметрҳо бо кам кардани функсияи хатогӣ муайян мешаванд [2, 12]:

$$L(\theta) = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}\big(y_i - f_\theta(x_i)\big)^2 \tag{3}$$

$$\theta_{k+1} = \theta_k - \eta\nabla_\theta L(\theta_k) \tag{4}$$

ки дар он N – шумораи мушоҳидаҳо, x_i – вектори маълумоти воридотии мушоҳидаи –ум, y_i – арзиши воқеии натиҷа, $f_\theta(x_i)$ – қимати пешгӯишудаи модел барои

мушоҳидаи i–ум, η – қадами омӯзиш, θ_k – маҷмӯи параметрҳои модел дар итератсияи k–ум ва $\nabla_\theta L(\theta_k)$ – градиенти функсияи хатогӣ нисбат ба параметрҳои модел мебошад.

Регрессия ва тасниф. Усулҳои регрессионӣ барои ифода ва баҳодиҳии вобастагиҳои миқдорӣ татбиқ гардида, усулҳои тасниф бошанд, ҳолатҳои гуногуни системаро гурӯҳбандӣ менамоянд. Истифодаи ин усулҳо ҷиҳати ташхиси ҳолати система ва интихоби реҷаи мувофиқи фаъолияти модел ҳамчун воситаи муассир маҳсуб меёбад [1, 3, 8].

Моделҳои гибридӣ. Дар ин ҳолат қисми маълумии қонуният бо модели математикӣ ва қисми номаълум бо шабакаи нейронӣ ифода карда мешаванд:

$$\frac{dz}{dt} = F(z;\theta_m) + N(z;\theta_n) \qquad (5)$$

дар ин ҷо z – вектори ҳолати система, $F(z;\theta_m)$ – қисми маълум ва назариявии модели математикӣ, θ_m– маҷмӯи параметрҳои модели математикӣ, $N(z;\theta_n)$ – қисми нейронии модел, ки барои ифодаи қонуниятҳои номаълум ё мураккаби система истифода мешавад, ва θ_n –маҷмӯи параметрҳои шабакаи нейронӣ мебошад. Чунин сохтор имкон медиҳад, ки донишҳои назариявӣ бо қобилияти омӯзишии шабакаҳои нейронӣ якҷоя карда шуда, барои таҳияи моделҳои дақиқтар ва чандиртар истифода шаванд [12, 15].



Расми 2 – Схемаи муқоисавии моделсозии анъанавӣ ва интеллектуалӣ

Фарқи асосӣ дар он аст, ки равиши якум як самт дошта, равиши дуюм бошад ҳалқаи баргарданда дорад.



Расми 3 – Схемаи модели гибридии «модели математикӣ ва зеҳни сунъӣ»

Дар ин раванд қонуниятҳои математикӣ сохтори базавии системаро муайян мекунанд. Додаҳо ва алгоритмҳои омӯзиши мошинӣ бошанд, барои пурра намудан ва ҷуброн кардани он хусусиятҳое хидмат мерасонанд, ки аз доираи назарияи классикӣ берун мондаанд. Бо воридшавии маҷмӯи додаҳои нав, параметрҳои модел мунтазам саҳеҳ ва навсозӣ мегарданд.

Шабакаҳои нейронӣ, ки қонунҳои физикиро ба назар мегиранд. Маънои ин идея дар он аст, ки шабакаи нейронӣ на танҳо аз рӯйи маълумоти таҷрибавӣ, балки бо дарназардошти муодилаҳои математикӣ низ омӯзонида мешавад [15, с. 18]. Бигзор муодилаи дифференсиалӣ дар шакли

$$\mathcal{N}[u](t,x) = 0$$

дода шуда, $u_\theta(t,x)$ — шабакаи нейронӣ бошад. Барои омӯзиши чунин модел функсияи хатогии умумӣ метавонад ба шакли зерин муайян карда шавад:

$$L(\theta) = \lambda_d L_{\mathrm{d}} + \lambda_r L_{\mathrm{r}} + \lambda_b L_{\mathrm{b}}$$

дар ин ҷо L_{d} – фарқи байни натиҷаҳои шабака ва маълумоти мушоҳидашуда, L_{r} – хатои қонеъ намудани муодилаи математикӣ дар нуқтаҳои интихобшуда, L_{b} – хатои риоя нашудани шартҳои сарҳадӣ ё ибтидоӣ, λ_d, λ_r ва λ_b – вазнҳои мувофиқи ин ҷузъҳои функсияи хатогӣ мебошанд. Ҳосилаҳои u_θ бо истифода аз дифференсиатсияи автоматӣ ҳисоб карда мешаванд.

Ҳамин тавр, равиши шабакаҳои нейронии қонунҳои физикиро баназаргиранда имконият медиҳад, ки маълумоти таҷрибавӣ бо маҳдудиятҳои математикӣ якҷоя карда шуда, модели интеллектуалии ба қонунҳои система асосёфта сохта шавад. Ин усул махсусан барои масъалаҳои мустақим ва баръакси математикӣ мувофиқ буда, дар як қатор усулҳои муосири омӯзиши нейронӣ истифода мешавад [1, 7, 8, 13].

3. Натиҷаҳо

Натиҷаи таҳлил дар ҷадвали 1 ҷамъбаст шудааст. Ҷадвал дар асоси муқоисаи назариявӣ таҳия карда шудааст.

Ҷадвали 1. Муқоисаи моделсозии анъанавӣ ва интеллектуалӣ

Нишондиҳандаҳо	Моделсозии анъанавӣ	Моделсозии интеллектуалӣ
Ташаккули модел	Дар асоси сохтор ва қонуниятҳои математикии пешакӣ муайяншуда ташаккул меёбад	Бевосита дар заминаи додаҳои омӯзишӣ ва ошкорсозии қонуниятҳо ташаккул меёбад
Ифодаи вобастагиҳои мураккаб	Иқтидори маҳдуд	Сатҳи баланд
Коркарди додаҳои калон (Big Data)	Иқтидори маҳдуд	Сатҳи баланд ва самаранок
Қобилияти мутобиқшавӣ	Аксар вақт тасҳеҳи дастии параметрҳоро тақозо мекунад	Мутобиқшавии автоматикӣ ҳангоми воридшавии додаҳои нав
Саҳеҳии пешгӯӣ	Бевосита аз дурустии сохтори интихобшудаи модел вобаста аст	Дар ҷараёни омӯзиш мунтазам такмил меёбад
Оптимизатсия	Татбиқи усулҳои махсуси аналитикӣ ё ададиро талаб мекунад	Тавассути алгоритмҳои дохилии омӯзиши мошинӣ амалӣ мегардад
Тафсирпазирӣ	Сатҳи баланд	Аксар вақт паст

4. Муҳокима

Зеҳни сунъӣ имкониятҳои моделсозии анъанавиро васеъ менамояд, зеро шабакаҳои нейронӣ вобастагиҳои мураккабро бидуни додани шакли аналитикии пешакӣ омӯхта метавонад. Аммо модели танҳо ба маълумот асосёфта берун аз ҳудуди маълумоти омӯзиш дақиқии паст дошта, ба қонунҳои маълуми система мухолифат кунад. Аз ин рӯ, моделҳои гибридӣ ва шабакаҳои нейронии қонунҳои физикиро баназаргиранда аҳамияти махсус пайдо мекунанд. Онҳо маълумоти таҷрибавиро бо қонуниятҳо ва маҳдудиятҳои математикӣ муттаҳид намуда, имкони сохтани моделҳои боэътимодтарро фароҳам меоранд.

Масъалаи дигар тафсирпазирӣ ва эътимоднокии натиҷаҳо мебошад. Барои истифодаи моделҳои зеҳни сунъӣ дар масъалаҳои амалӣ зарур аст, ки натиҷаҳо бо маълумоти мустақил, моделҳои классикӣ ва баҳодиҳии номуайянӣ санҷида шаванд.

Дар маҷмӯъ, зеҳни сунъӣ ҷойгузини донишҳои мутахассис ва моделҳои математикӣ нест, балки воситаи пуркуввати такмили онҳо мебошад. Омезиши маълумот, қонунҳои математикӣ ва усулҳои зеҳни сунъӣ имконият медиҳад, ки моделҳои дақиқтар, мутобиқшаванда ва самаранок таҳия карда шаванд.

Хулоса

Таҳқиқот нишон дод, ки зеҳни сунъӣ дар моделсозии математикӣ на танҳо ҳамчун воситаи коркарди маълумот, балки ҳамчун механизми таҳия, омӯзиш, оптимизатсия ва мутобиқсозии моделҳо истифода шуда метавонад. Истифодаи усулҳои омӯзиши мошинӣ ва шабакаҳои нейронӣ имконият медиҳад, ки вобастагиҳои мураккаб ошкор гардида, параметрҳои модел аз маълумоти таҷрибавӣ муайян ва натиҷаҳои пешгӯӣ такмил дода шаванд. Дар ин раванд модели математикӣ ва маълумоти таҷрибавӣ метавонанд ҳамчун унсурҳои ба ҳамдигар пуркунанда истифода шаванд.

Натиҷаҳои таҳлили муқоисавӣ нишон медиҳанд, ки моделҳои гибридӣ ва шабакаҳои нейронии қонунҳои физикиро ба назаргиранда барои ҳамгироии донишҳои назариявӣ бо имкониятҳои зеҳни сунъӣ махсусан муҳим мебошанд. Ин равишҳо имкон

медиҳанд, ки маҳдудиятҳои математикӣ дар раванди омӯзиш ба назар гирифта шуда, устуворӣ ва мувофиқати модели ҳосилшуда ба қонуниятҳои система беҳтар карда шавад.

Ҳамзамон, истифодаи зеҳни сунъӣ маҳдудиятҳои худро дорад. Сифати маълумоти омӯзишӣ, қобилияти умумисозии модел берун аз ҳудуди маълумоти мавҷуда, тафсирпазирӣ ва хароҷоти ҳисоббарорӣ аз масъалаҳои асосие мебошанд, ки ҳангоми таҳияи чунин моделҳо бояд ба назар гирифта шаванд. Барои баланд бардоштани эътимоднокии натиҷаҳо зарур аст, ки моделҳо бо маълумоти мустақил, усулҳои классикӣ ва нишондиҳандаҳои мувофиқи номуайянӣ санҷида шаванд.

Ҳамин тавр, зеҳни сунъӣ ҷойгузини моделсозии математикӣ нест, балки воситаи такмили он мебошад. Омезиши маълумот, қонуниятҳои математикӣ ва усулҳои зеҳни сунъӣ заминаи таҳияи моделҳои дақиқтар, мутобиқшаванда ва самаранокро фароҳам меорад.

АДАБИЁТ:

1. Барский, А.Б. Нейронные сети: распознавание, управление, принятие решений / А.Б. Барский. – М. : Финансы и статистика, 2004. – 176 с.
2. Васильев, Ф. П. Методы оптимизации / Ф.П. Васильев. – М. : Факториал Пресс, 2002. – 824 с.
3. Вьюгин, В.В. Математические основы машинного обучения и прогнозирования : учеб. пособие / В. В. Вьюгин. – М. : МЦНМО, 2014. – 304 с.
4. Гаврилова, Т.А. Базы знаний интеллектуальных систем : учебник / Т. А. Гаврилова, В.Ф. Хорошевский. – СПб. : Питер, 2000. – 384 с.
5. Галушкин, А. И. Нейронные сети : основы теории / А. И. Галушкин. – М. : Горячая линия –Телеком, 2017. – 496 с.
6. Дьяконов, В.П. Математические пакеты расширения MATLAB : специальный справочник / В. П. Дьяконов, В. В. Круглов. – СПб. : Питер, 2001. – 480 с.
7. Ёров, М.Р. Таҳлили моделҳои математикии системаҳои хизматрасонии оммавӣ дар масиргузории экосистемаҳои рақамии тақсимшуда / М. Р. Еров // Вестник Филиала Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова в городе Душанбе. – 2026. – Vol. 1, No. 3(57). – P. 20–45. – EDN OENDTT.
8. Загоруйко, Н.Г. Прикладные методы анализа данных и знаний / Н. Г. Загоруйко. – Новосибирск : ИМ СО РАН, 1999. – 270 с.machinelearning
9. Комилиен, Ф.С. Таҳаввули архитектураи системаҳои ҳисоббарории тақсимшуда: аз технологияҳои абрӣ то экосистемаҳои рақамии зеҳнии микросервисӣ / Ф.С. Комилиен, М. Р. Еров // Фурӯғи илм. – 2026. – No. 2(10). – P. 252–261. – DOI 10.24412/3078–395X–2026–2–10–252–261. – EDN KXVSVE.
10. Комилов, Ф.С. Идоракунии компютерии системаҳои иттилоотию хизматрасонӣ (Монографияи илмӣ) / Ф.С. Комилов, М. Р. Ёров. – Душанбе : Нӯшбод, 2023. – 154 р. – EDN ITPBXW.

11. Круглов, В.В. Искусственные нейронные сети : теория и практика / В. В. Круглов, В. В. Борисов. – 2–е изд., стереотип. – М.: Горячая линия–Телеком, 2002. – 382 с
12. Крутиков, В. Н. Методы оптимизации : электронное учеб. пособие / В. Н. Крутиков, В. В. Мишечкин. – 2–е изд., доп. и перераб. – Кемерово : КемГУ, 2019. – 106 с.
13. Методы нейроинформатики : сб. науч. тр. / под ред. А. Н. Горбаня ; отв. за вып. М. Г. Доррер. – Красноярск : КГТУ, 1998. – 205 с.
14. Нейронные сети. STATISTICA Neural Networks : методология и технологии современного анализа данных / под ред. В. П. Боровикова. – 2–е изд., перераб. и доп. – М.: Горячая линия–Телеком, 2008. – 392 с.
15. Особенности применения физически информированных нейронных сетей для решения обыкновенных дифференциальных уравнений / И. В. Конюхов, В.М. Конюхов, А.А. Черница, А. Дюсенова // Компьютерные исследования и моделирование. – 2024. – Т. 16, № 7. – С. 1621–1636. – DOI: 10.20537/2076–7633–2024–16–7–1621–1636.
16. Ростовцев, В. С. Искусственные нейронные сети : учебник / В. С. Ростовцев. – 4–е изд., стер. – СПб.: Лань, 2024. – 216 с.moodle.kazgau
17. Самарский, А.А. Математическое моделирование : идеи, методы, примеры / А.А. Самарский, А. П. Михайлов. – 2–е изд., испр. – М. : Физматлит, 2001. – 320 с.
18. Фундаментальные исследования и разработки в области прикладного искусственного интеллекта / Е. В. Бурнаев [и др.] // Доклады Российской академии наук. Математика, информатика, процессы управления. – 2022. – Т. 508, № 1. – С. 19–27. – DOI: 10.31857/S2686954322070049.

ҲАМГИРОИИ УСУЛҲОИ ЗЕҲНИ СУНЪӢ ЗИМНИ ТАҲИЯ ВА ТАКМИЛИ МОДЕЛҲОИ МАТЕМАТИКӢ

Дар мақола масъалаҳои истифодаи усулҳои зеҳни сунъӣ барои таҳия, такмил ва мутобиқсозии моделҳои математикӣ баррасӣ карда мешаванд. Мақсади таҳқиқот муайян намудани имкониятҳои зеҳни сунъӣ дар марҳилаҳои гуногуни моделсозӣ, аз ҷумла коркарди додаҳо, интихоби сохтори модел, баҳодиҳии параметрҳо, омӯзиш, оптимизатсия ва пешгӯӣ мебошад. Дар асоси таҳлили назариявӣ ва муқоисавӣ хусусиятҳои моделсозии анъанавӣ ва интеллектуалӣ таҳлил гардида, имкониятҳои шабакаҳои нейронӣ барои ошкор намудани вобастагиҳои мураккаб ва такмили параметрҳои модел нишон дода шудаанд. Диққати махсус ба моделҳои гибридӣ ва шабакаҳои нейронии қонунҳои физикиро ба назаргиранда равона шудааст, ки дар онҳо донишҳои назариявӣ бо маълумоти таҷрибавӣ ва қобилияти омӯзишии зеҳни сунъӣ муттаҳид карда мешаванд. Натиҷаҳои таҳлил нишон медиҳанд, ки чунин равишҳо метавонанд саҳеҳӣ, мутобиқшавӣ ва самаранокии моделҳои математикӣ–ро баланд бардоранд. Ҳамзамон, масъалаҳои сифати додаҳои омӯзишӣ, тафсирпазирӣ, қобилияти умумисозӣ ва эътимоднокии натиҷаҳо ҳамчун омилҳои муҳими истифодаи зеҳни сунъӣ дар моделсозии математикӣ муайян карда шудаанд..

Калидвожаҳо: *зеҳни сунъӣ, моделсозии математикӣ, омӯзиши мошинӣ,*

шабакаҳои нейронӣ, модели гибридӣ, оптимизатсия, моделсозии интеллектуалӣ, пешгӯӣ, моделҳои физикии нейронӣ.

Маълумот оид ба муаллифон:Раҳимзода Алишер Орзу – номзади илмҳои физикаю математика, директори Институти математикаи ба номи академик А.Ҷӯраевӣ АМИТ. Суроға: Тоҷикистон, 734063, ш. Душанбе, кӯч. Айнӣ 299/1. Тел.(+992) 933535307, E–mail: rao8787@mail.ru

Ёров Мехрдод Раҳматуллоевич – номзади илмҳои техникӣ, муаллими калони кафедраи информатикаи Донишгоҳи миллии Тоҷикистон. Суроға: Тоҷикистон, 734025, ш. Душанбе, х. Рӯдакӣ, 17. Тел.(+992) 933055003, E–mail: yorov.mehrdod@gmail.com.

Қосимов Абдунаби Абдурауфович – доктори илмҳои техникӣ, дотсенти кафедраи "Зеҳни сунъӣ ва барномасозӣ"–и Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С.Осимӣ. Суроға: Тоҷикистон, 734042, ш. Душанбе, хиёбони академикҳо Раҷабовҳо, 10. Тел.(+992) 928436453, E–mail: abdunabi_kbtut@mail.ru

ИНТЕГРАЦИЯ МЕТОДОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ПРИ РАЗРАБОТКЕ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ

В статье рассматриваются вопросы использования методов искусственного интеллекта для разработки, совершенствования и адаптации математических моделей. Цель исследования заключается в определении возможностей искусственного интеллекта на различных этапах моделирования, включая обработку данных, выбор структуры модели, оценку параметров, обучение, оптимизацию и прогнозирование. На основе теоретического и сравнительного анализа исследованы особенности традиционного и интеллектуального моделирования, а также показаны возможности нейронных сетей в выявлении сложных зависимостей и совершенствовании параметров модели. Особое внимание уделено гибридным моделям и физически информированным нейронным сетям, в которых теоретические знания объединяются с экспериментальными данными и способностью искусственного интеллекта к обучению. Результаты анализа показывают, что такие подходы позволяют повысить точность, адаптивность и эффективность математических моделей. Вместе с тем качество обучающих данных, интерпретируемость, способность к обобщению и надежность результатов определены как важные факторы, которые необходимо учитывать при использовании искусственного интеллекта в математическом моделировании.

Ключевые слова: искусственный интеллект, математическое моделирование, машинное обучение, нейронные сети, гибридная модель, оптимизация, интеллектуальное моделирование, прогнозирование, физически информированные нейронные сети.

Сведения об авторах: Рахимзода Алишер Орзу – кандидат физико–математических наук, директор Института математики имени академика А. Джураева Национальной академии наук Таджикистана. Адрес: Республика Таджикистан, 734063, г. Душанбе, ул. Айни, 299/1. Тел.: (+992) 933535307, E–mail: rao8787@mail.ru

Ёров Мехрдод Рахматуллоевич – кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры информатики Таджикского национального университета. Адрес: 734025, Республика Таджикистан, г. Душанбе, пр. Рудаки, 17. Тел.: (+992)

933055003. E–mail: yorov.mehrdod@gmail.com.

Косимов Абдунаби Абдурауфович – доктор технических наук, доцент кафедры «Искусственный интеллект и программирование» Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими. Адрес: 734042, Республика Таджикистан, г. Душанбе, проспект академиков Раджабовых, 10. Тел.: (+992) 928436453, E–mail: abdunabi_kbtut@mail.ru

INTEGRATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE METHODS IN THE DEVELOPMENT AND IMPROVEMENT OF MATHEMATICAL MODELS

The article examines the use of artificial intelligence methods for the development, improvement, and adaptation of mathematical models. The aim of the study is to identify the capabilities of artificial intelligence at various stages of modeling, including data processing, model structure selection, parameter estimation, training, optimization, and prediction. Based on a theoretical and comparative analysis, the features of traditional and intelligent modeling are examined, and the capabilities of neural networks for identifying complex dependencies and improving model parameters are demonstrated. Particular attention is paid to hybrid models and physics–informed neural networks, in which theoretical knowledge is combined with experimental data and the learning capabilities of artificial intelligence. The results of the analysis demonstrate that such approaches can improve the accuracy, adaptability, and efficiency of mathematical models. At the same time, the quality of training data, interpretability, generalization capability, and reliability of results are identified as important factors that should be considered when applying artificial intelligence to mathematical modeling.

Keywords: *artificial intelligence, mathematical modeling, machine learning, neural networks, hybrid model, optimization, intelligent modeling, prediction, physics–informed neural networks.*

Information about the authors: Rahimzoda Alisher Orzu – Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Director of the Institute of Mathematics named after Academician A. Dzhuraev of the National Academy of Sciences of Tajikistan. Address: 299/1 Ayni Street, Dushanbe 734063, Republic of Tajikistan. Tel.: (+992) 933535307, E–mail: rao8787@mail.ru

Yorov Mehrdod Rahmatulloevich – Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer of the Department of Informatics, Tajik National University. Address: 17 Rudaki Avenue, Dushanbe 734025, Republic of Tajikistan. Tel.: (+992) 933055003. E–mail: yorov.mehrdod@gmail.com.

Kosimov Abdunabi Abduraufovich – Doctor of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Artificial Intelligence and Programming, Tajik Technical University named after Academician M.S. Osimi. Address: 10 Academicians Rajabov Avenue, Dushanbe, 734042, Republic of Tajikistan. Tel.: (+992) 928436453. E–mail: abdunabi_kbtut@mail.ru

ХИМИЯ

УДК: 547.466:615.322

КОМПОЗИТСИЯ ДАР АСОСИ ДИПЕПТИДИ ИЗОЛЕЙСИЛ–ТРИПТОФАН ВА ЭКСТРАКТИ МАРЗАНГӮШ (ORIGANUM VULGARE L.)

Бобизода Г.М., Қодиров М.З., Зафарзода С.З., Олифтаева Жола, Шарипова Д.А.
Донишгоҳи миллии Тоҷикистон
Донишгоҳи давлатии Хоруғ ба номи М.Назаршоев

Муқаддима ва мубрамияти таҳқиқот

Марзангӯш яке аз растаниҳои доруворию хушбӯйи маъруфи ҷинси Origanum L. ва оилаи Lamiaceae мебошад. Дар тибби мардумӣ ва амалияи фитотерапевтӣ қисмҳои рӯизаминии он истифода мешаванд. Аҳамияти фармакогностии растанӣ пеш аз ҳама ба мавҷудияти маҷмӯи моддаҳои фаъоли биологӣ — равғанҳои эфирӣ, пайвастҳои фенолӣ, флавоноидҳо, фенилпропаноидҳо ва моддаҳои даббоғӣ вобаста аст [1–5].

Маълумоти адабиёти илмӣ нишон медиҳад, ки профили химиявии Origanum vulgare аз шароити ҷуғрофӣ, иқлимӣ ва хемотипи растанӣ вобаста буда, таркиби равғани эфирӣ метавонад ба таври назаррас тағйир ёбад. Аз ин рӯ, барои ҳар ашёи маҳаллӣ муайян намудани нишондиҳандаҳои хоси стандартизатсия ва шароити оптималии экстраксия аҳамияти мустақими фармасевтӣ дорад [14, 15].

Самти дигари муҳими таҳқиқот сохтани композитсияҳоест, ки моддаҳои табиӣ ва пептидҳои фаъоли биологиро муттаҳид мекунанд. Дар маводи ибтидоӣ таҷрибаи таҳияи композитсияҳои дорои дипептиди изолейсил–триптофан ва экстрактҳои растанӣ зикр шудааст [6–12]. Дар чунин системаҳо зарур аст, ки ҳам таркиби фитохимиявӣ, ҳам нишондиҳандаҳои технологӣ ва ҳам фаъолияти биологӣ дар маҷмӯъ арзёбӣ карда шаванд.

Навгонии кори мазкур дар таҳияи композитсияи дорои дипептиди изолейсил–триптофан ва экстракти марзангӯши дар шароити Ҷумҳурии Тоҷикистон ҷамъоваришуда, муайян кардани параметрҳои муҳими экстраксия ва пешниҳод намудани маҷмӯи нишондиҳандаҳои стандартизатсияи маҳсулоти ҳосилшуда ифода меёбад.

Мақсад ва вазифаҳои таҳқиқот

Мақсади таҳқиқот — таҳия ва арзёбии ибтидоии композитсия дар асоси дипептиди изолейсил–триптофан ва экстракти марзангӯш мебошад.

1. муайян намудани миқдори равғани эфирӣ, моддаҳои фенолӣ, флавоноидҳо, моддаҳои даббоғӣ ва кислотаи аскорбинӣ дар ашёи растанӣ;
2. омӯзиши таъсири таносуби ашё ва экстрагент, инчунин давомнокии экстраксия ба баромади моддаҳои муайяншаванда;
3. муайян намудани вақти ташаккули ранги устувор дар реаксияи спектрофотометрии флавоноидҳо бо хлориди алюминий;
4. таҳияи таркиби композитсия ва нишондиҳандаҳои стандартизатсияи он;
5. арзёбии захролудшавии шадид ва фаъолияти зиддиилтиҳобии композитсияи таҳияшуда.

Мавод ва усулҳои таҳқиқот

Маводи растанӣ — қисми рӯизаминии марзангӯши маъмулӣ (Origanum vulgare L.) буд, ки моҳи июли соли 2024 дар дараи Ромити Ҷумҳурии Тоҷикистон ҷамъоварӣ

шудааст. Барои таҳлил ашёи хушкшудаи қисми рӯизаминӣ истифода гардид.

Равғани эфирӣ бо усули гидродистилятсия дар дастгоҳи Клевенҷер ҷудо карда шуд. Миқдори кислотаи аскорбинӣ бо титркунонӣ тавассути 2,6–дихлорфенолиндофенол, моддаҳои даббоғӣ бо титркунонии перманганатометрӣ ва ҳисоб нисбат ба танин муайян карда шуданд. Барои ҷудо намудани моддаҳои дар спирт ҳалшаванда экстраксия бо этаноли 70%–а гузаронида шуд. Моддаҳои фенолӣ бо усули Фолин–Чокалтеу ва флавоноидҳо баъди реаксия бо хлориди алюминий бо усули спектрофотометрӣ, бо ҳисоб нисбат ба лютеолин, муайян карда шуданд.

Барои арзёбии устувории марҳилаҳои таҳлил таъсири таносуби ашё:экстрагент ва вақти экстраксия омӯхта шуд. Барои реаксияи флавоноидҳо бо $AlCl_3$ инчунин вобастагии зичии оптикӣ аз ҳаҷми реагент ва вақти инкишофи ранг таҳлил гардид.

Фаъолияти зиддиилтиҳобӣ дар калламушҳо аз рӯи модели варами каррагенинии панҷаи ақиб арзёбӣ карда шуд [13]. Композитсия як соат пеш аз ворид намудани 0,1 мл маҳлули 1%–аи каррагенин ворид карда шуда, баъди 3 соат тағйирёбии ҳаҷми панҷа бо усули онкометрӣ муайян гардид. Самараи зиддиилтиҳобӣ нисбат ба гурӯҳи назоратӣ бо фоиз ифода карда шуд.

Заҳролудшавии шадид дар мушҳо дар вояҳои 100, 500, 1000, 2500 ва 5000 мг/кг омӯхта шуд. Барои ҳар воя 10 ҳайвон истифода гардида, мавҷудият ё набудани фавт ва нишонаҳои заҳролудшавӣ ба қайд гирифта шуд. Дар гурӯҳи назоратӣ композитсия ворид карда нашуд.

Натиҷаҳо ва муҳокима

Дар марҳилаи аввал таркиби асосии фитохимиявии экстракти марзангӯш муайян карда шуд. Миқдори равғани эфирӣ 0,11%–ро ташкил дод. Дар экстракти обӣ кислотаи аскорбинӣ 0,34% ва моддаҳои даббоғӣ 9,6% муайян гардиданд. Дар экстракти обию спиртӣ миқдори моддаҳои фенолӣ 3,97% ва флавоноидҳо 1,66% буд.

Ҷадвали 1. Таркиби моддаҳои фаъоли биологии муайяншуда

Нишондиҳанда	Миқдор, %
Моддаҳои фенолӣ	3,97
Флавоноидҳо	1,66
Моддаҳои даббоғӣ	9,6
Кислотаи аскорбинӣ	0,34
Равғани эфирӣ	0,11

Пайдарпайии таҳлил чунин муқаррар карда шуд: аввал равғани эфирӣ ҷудо карда мешавад; сипас экстракти обӣ барои муайян намудани моддаҳои даббоғӣ ва кислотаи аскорбинӣ омода мегардад; баъдан экстракти обию спиртӣ бо этаноли 70%–а гирифта шуда, дар он моддаҳои фенолӣ ва флавоноидҳо муайян карда мешаванд.

Ҷадвали 2. Марҳилаҳои интиқодии таҳлил

Марҳила	Параметрҳои назоратшаванда
Муайян намудани равғани эфирӣ	Таносуби ашё ва об; вақти гидродистилятсия
Гирифтани экстракти обӣ	Таносуби ашё ва об; вақти экстраксия
Экстраксия бо этаноли 70%–а	Таносуби ашё ва экстрагент; вақти экстраксия
Муайян намудани флавоноидҳо	Вақти ташаккули ранги устувор баъди иловаи $AlCl_3$

Натиҷаҳо нишон доданд, ки вақти нокифояи экстраксия метавонад боиси кам нишон дода шудани миқдори моддаҳои муайяншаванда гардад. Барои равғани эфирӣ,

новобаста аз таносубҳои санҷидашуда, баъди 2 соат нишондиҳанда ба 0,11% расид ва то 3 соат тағйир наёфт.

Ҷадвали 3. Баромади равғани эфирӣ вобаста ба таносуби ашё:об ва вақт

Ашё:об	30 дақ.	1 соат	2 соат	3 соат
1:25	0,07	0,10	0,11	0,11
1:50	0,08	0,10	0,11	0,11
1:100	0,08	0,09	0,11	0,11

Ҳангоми муайян намудани кислотаи аскорбинӣ низ таъсири вақт равшан буд: дар 30 дақиқа арзишҳо 0,21–0,27% буда, баъди 2 соат дар ҳамаи таносубҳо ба 0,34% расиданд. Ин натиҷа интихоби давомнокии на камтар аз 2 соатро барои гирифтани натиҷаи устувор асоснок мекунад.

Ҷадвали 4. Таъсири таносуби ашё: об ва вақти экстраксия ба миқдори кислотаи аскорбинӣ

Ашё:об	30 дақ.	1 соат	2 соат	3 соат
1:25	0,21	0,27	0,34	0,34
1:50	0,26	0,31	0,34	0,34
1:100	0,27	0,30	0,34	0,34

Барои флавоноидҳо экстраксия бо этаноли 70%–а гузаронида шуд. Дар таносуби 1:25 миқдори муайяншуда аз 1,05% дар 30 дақиқа то 1,66% баъди 2 соат афзуд. Дар таносубҳои 1:50 ва 1:100 ба мувозинати экстраксионӣ зудтар наздик шудан мушоҳида гардид, аммо дар ҳамаи ҳолатҳо арзиши ниҳоии 1,66% баъди 2 соат ба даст омад.

Ҷадвали 5. Вобастагии миқдори флавоноидҳо аз таносуби ашё:этаноли 70%–а ва вақт

Ашё:этаноли 70%	30 дақ.	1 соат	2 соат	3 соат
1:25	1,05	1,54	1,66	1,66
1:50	1,60	1,63	1,66	1,66
1:100	1,62	1,64	1,66	1,66

Дар реаксияи комплексҳосилшавии флавоноидҳо бо хлориди алюминий зичии оптикӣ бо гузашти вақт зиёд шуда, баъди 30 дақиқа ба 0,654 расид ва то 40 дақиқа тағйир наёфт. Аз ин рӯ, 30 дақиқа ҳамчун вақти ташаккули ранги устувор қабул карда шуд.

Ҷадвали 6. Тағйирёбии зичии оптикӣ вобаста ба ҳаҷми $AlCl_3$ ва вақти инкишофи ранг

Ҳаҷми $AlCl_3$	10 дақ.	20 дақ.	30 дақ.	40 дақ.
1 мл	0,320	0,600	0,654	0,654
2 мл	0,480	0,632	0,654	0,654
3 мл	0,540	0,600	0,654	0,654

ТАҲИЯИ КОМПОЗИТСИЯ ВА СТАНДАРТИЗАТСИЯ

Пас аз муайян намудани параметрҳои таҳлили экстракт, композитсия дар таносуби дипептид:экстракт = 1:4 пешниҳод карда шуд. Барои як воҳиди таркиб 100 мг дипептиди изолейсил–триптофан ва 400 мг экстракти марзангӯш пешбинӣ гардид.

Барои стандартизатсияи композитсия нишондиҳандаҳои умумии технологӣ, физикию химиявӣ ва миқдори моддаҳои фаъоли биологӣ ба назар гирифта шуданд. Дипептид аз қисми растанӣ бо экстраксияи секаратаи н–бутанол ҷудо карда шуда, аз рӯи

ҷаббиш дар 278 нм муайян карда шуд.

Ҷадвали 7. Спецификатсияи пешниҳодии композитсия

Нишондиҳанда	Усули таҳлил	Меъёр/натиҷа
Намуди зоҳирӣ	Визуалӣ	Хокаи аморфии қаҳваранги равшан бо бӯй ва таъми хос
Зичии рехташавӣ, г/см³	Гравиметрӣ	0,30–0,41
Зичии баъди фишурдашавӣ, г/см³	Гравиметрӣ	0,64–0,72
Ҷоришавӣ, г/с	Гравиметрӣ	1,39–1,52
Флавоноидҳо, %	Спектрофотометрӣ баъди реаксия бо $AlCl_3$	то 1,66
Моддаҳои даббоғӣ, %	Титриметрӣ бо $KMnO_4$	то 9,6
Витамини C, %	Титриметрӣ бо 2,6–дихлорфенолиндофенол	то 0,34
Дипептид	Спектрофотометрӣ	100 мг/капсула

Арзёбии захролудшавии шадид

Дар ҳамаи гурӯҳҳои таҷрибавӣ, ки композитсияро дар вояҳои аз 100 то 5000 мг/кг гирифтанд, фавти ҳайвонот ва нишонаҳои захролудшавии шадид ба қайд гирифта нашуданд. Азбаски дар вояи максималии санҷидашуда фавт мушоҳида нагардид, аз ин таҷриба арзиши дақиқи LD_{50} ҳисоб карда намешавад; танҳо метавон гуфт, ки дар шароити ин озмоиш LD_{50} аз 5000 мг/кг зиёдтар аст. Ин баёни эҳтиёткорона аз ҷиҳати илмӣ нисбат ба истилоҳи мутлақи «безахр» саҳеҳтар мебошад.

Ҷадвали 8. Натиҷаҳои арзёбии захролудшавии шадид

Гурӯҳ/воя, мг/кг	100	500	1000	2500	5000
Композитсия (зинда/фавтида)	10/0	10/0	10/0	10/0	10/0
Нишонаҳои захролудшавӣ	нест	нест	нест	нест	нест
Назорат (зинда/фавтида)	10/0	10/0	10/0	10/0	10/0

Фаъолияти зиддиилтиҳобӣ

Дар модели варами каррагенинӣ ворид намудани композитсия боиси 15% кам шудани варам нисбат ба гурӯҳи назоратӣ гардид. Ин натиҷа мавҷудияти фаъолияти зиддиилтиҳобиро дар шароити модели истифодашуда нишон медиҳад. Бо вуҷуди ин, барои хулосаи пурраи фармакологӣ ворид намудани гурӯҳи муқоисавӣ бо доруи стандартӣ, нишон додани шумораи ҳайвонот дар ҳар гурӯҳ, арзишҳои миёна ± хатои стандартӣ ва таҳлили омории фарқиятҳо зарур аст.

Маълумоти муосири адабиёт низ барои Origanum vulgare мавҷудияти пайвастҳои фенолӣ, флавоноидҳо ва ҷузъҳои равғани эфириро, ки бо фаъолияти антиоксидантӣ ва зиддиилтиҳобӣ алоқаманданд, тасдиқ мекунад [14, 15]. Аммо натиҷаи мазкур ба худи композитсияи таҳияшуда тааллуқ дорад ва барои исботи синергизм байни экстракт ва

дипептид таҷрибаҳои муқоисавии алоҳида бо ҳар як компонент заруранд.

Муҳокимаи илмии натиҷаҳо

Маҷмӯи натиҷаҳои гирифташуда нишон медиҳад, ки вақти экстраксия яке аз омилҳои калидии такроршавандагии таҳлил мебошад. Барои се нишондиҳандаи омӯхташуда — равғани эфирӣ, кислотаи аскорбинӣ ва флавоноидҳо — баъди 2 соат ба платои миқдорӣ расидан мушоҳида гардид. Аз нуқтаи назари технологӣ, идома додани экстраксия то 3 соат афзалияти миқдорӣ надод. Аз ин рӯ, барои протоколи корӣ вақти 2 соат метавонад ҳамчун нуқтаи асосноки оптимизатсия баррасӣ шавад.

Ҳамзамон, таносуби ашё ва экстрагент ба суръати расидан ба баромади максималӣ таъсир расонд. Барои флавоноидҳо дар таносубҳои 1:50 ва 1:100 аллакай дар 30 дақиқа арзишҳои баландтар нисбат ба 1:25 ба даст омаданд. Бо вуҷуди ин, дар 2 соат ҳамаи вариантҳо ба 1,66% расиданд. Ин ҳолат нишон медиҳад, ки интихоби таносуб бояд на танҳо аз рӯи баромад, балки аз рӯи сарфи экстрагент, арзиши раванд ва имконияти миқёсбандӣ анҷом дода шавад.

Барои стандартизатсияи маҳсулоти ниҳоӣ танҳо нишондиҳандаи як моддаи фаъол кофӣ нест. Мавҷудияти фраксияи растанӣ ва дипептид зарурати назорати ҳамзамони аломатҳои технологӣ, нишондиҳандаҳои фитохимиявӣ ва миқдори пептидро ба миён меорад. Ҷадвали спецификатсия чунин равиши маҷмӯиро инъикос мекунад.

Маҳдудияти муҳими таҳқиқот дар он аст, ки маълумоти ибтидоӣ натиҷаҳои муфассали оморӣ, тавсифи рандомизатсия ва кӯркунии таҷриба, инчунин муқоисаи мустақими композитсия бо экстракти танҳо ва дипептиди танҳо надорад. Аз ин рӯ, дар мақола хулосаҳо ба доираи маълумоти воқеан бадастомада маҳдуд карда шуданд ва даъвои синергизми фармакологӣ пешниҳод намегардад.

Хулоса

1. Дар ашёи марзангӯши ҷамъоваришуда миқдори моддаҳои фенолӣ 3,97%, флавоноидҳо 1,66%, моддаҳои даббоғӣ 9,6%, кислотаи аскорбинӣ 0,34% ва равғани эфирӣ 0,11% муайян карда шуд.

2. Барои равғани эфирӣ, кислотаи аскорбинӣ ва флавоноидҳо дар шароити таҷриба баъди 2 соати экстраксия ба арзиши устувори ниҳоӣ расидан мушоҳида гардид.

3. Дар реаксияи спектрофотометрии флавоноидҳо бо $AlCl_3$ ранги устувор баъди 30 дақиқа ташаккул ёфт.

4. Композитсия дар таносуби дипептид:экстракт = 1:4, яъне 100 мг изолейсил–триптофан ва 400 мг экстракти марзангӯш пешниҳод гардид.

5. Дар озмоиши заҳролудшавии шадид то вояи 5000 мг/кг фавт ва нишонаҳои заҳролудшавӣ ба қайд гирифта нашуданд.

6. Дар модели варами каррагенинӣ композитсия варамро нисбат ба назорат 15% кам кард; барои тасдиқи қувваи таъсир ва аҳамияти оморӣ таҳқиқоти васеътар зарур аст.

Тавсияҳо барои идомаи таҳқиқот

Барои баланд бардоштани сатҳи далелнокии кор тавсия дода мешавад: такрори таҷрибаҳо бо нишон додани n, M±m ва p; истифодаи доруи стандартии муқоисавӣ; гурӯҳҳои алоҳидаи «экстракт» ва «дипептид»; муайян намудани профили хроматографии маркерҳо; омӯзиши устуворӣ ва шароити нигоҳдорӣ; инчунин арзёбии фаъолияти антиоксидантӣ ва иммуномодуляторӣ бо усулҳои валидатсияшуда.

АДАБИЁТ:

1. Мирович В.М. Исследование фенольных соединений душицы обыкновенной // Ресурсоведческое и фармакогностическое изучение лекарственной флоры СССР: сб. науч. тр. НИИФ. М., 1987. Т. 25. С. 105–109.
2. Старцева Н.А. Флавоноиды душицы обыкновенной // Изыскание фармакологических и химиотерапевтических средств из продуктов синтеза и природных веществ. Пермь, 1987. С. 51–53.
3. Пешкова В.А., Федосеев А.П., Мирович В.М. Способ получения суммы флавоноидов, обладающих противовоспалительным и спазмолитическим действием: пат. РФ № 2095075; заявл. 23.06.1993; опубл. 10.11.1997.
4. Морохина С.Л., Боков Д.О. Сравнительное изучение химического состава БАВ и анатомо–диагностических признаков травы душицы обыкновенной и душицы турецкой // Бутлеровские сообщения. 2012. Т. 32, № 11. С. 69–74.
5. Мирович В.М. Фармакогностическое исследование представителей родов Origanum L. и Rhododendron L. флоры Восточной Сибири: автореф. дис. ... д–ра фарм. наук. Улан–Удэ, 2010. 41 с.
6. Бобиев Г.М. Результаты клинических испытаний нового иммуномодулирующего препарата тимоцин // Вакцинология–2008: тез. Всерос. науч.–практ. конф. М., 2008. С. 25.
7. Бобиев Г.М. Способ получения иммуностимулирующего препарата тимоцин: патент Республики Таджикистан № TJ 282; приоритет 08.05.1998.
8. Наботов М.Ш., Холназаров Б.М., Бобиев Г.М. Влияние тимофера на клинико–иммунологические показатели у больных в послеоперационный период // Вестник педагогического университета. 2011. № 5. С. 66–70.
9. Холназаров Б.М. Токсические свойства лекарственной формы тимофера // Известия АН РТ. Отделение физико–математических, химических, геологических и технических наук. 2011. № 1(142). С. 98–100.
10. Холназаров Б.М., Гулмуродов Т.Г., Бобиев Г.М. и др. Экспериментальная и клиническая эффективность тимофера // Здравоохранение Таджикистана. 2011. № 3. С. 48–52.
11. Мансуров Х.Х., Мироджов Г.К., Мансурова Ф.Х., Бобиев Г.М., Холназаров Б.М. Тимоцин в терапии хронических диффузных заболеваний печени // Проблемы гастроэнтерологии. 2010. № 1–2. С. 40–49.
12. Мирзоева Д.С., Бобиев Г.М., Анохина И.В. Применение тимоцина при лечении рака молочной железы // VI съезд онкологов и радиологов стран СНГ: материалы съезда. – Душанбе, 2010.
13. Руководство по проведению доклинических исследований лекарственных средств. Часть первая. М.: Гриф и К, 2012. 944 с.
14. Lombrea A., Antal D., Ardelean F. et al. A Recent Insight Regarding the Phytochemistry and Bioactivity of Origanum vulgare L. Essential Oil // International Journal of Molecular Sciences. 2020. Vol. 21, No. 24. Art. 9653. DOI: 10.3390/ijms21249653.
15. Oniga I., Pușcaș C., Silaghi–Dumitrescu R. et al. Phytochemical constituents,

biological activities, and health–promoting effects of the genus Origanum // Phytotherapy Research. 2021. Vol. 35, No. 1. P. 95–121. PMID: 32789910.

КОМПОЗИТСИЯ ДАР АСОСИ ДИПЕПТИДИ ИЗОЛЕЙСИЛ–ТРИПТОФАН ВА ЭКСТРАКТИ МАРЗАНГӮШ (ORIGANUM VULGARE L.)

Дар таҳқиқот композитсияи фармасевтӣ дар асоси экстракти марзангӯш (Origanum vulgare L.) ва дипептиди иммуномодулятории изолейсил–триптофан таҳия ва арзёбӣ гардид. Дар экстракти растанӣ миқдори равғани эфирӣ, флавоноидҳо, моддаҳои фенолӣ ва даббоғӣ, инчунин кислотаи аскорбинӣ муайян карда шуд. Миқдори моддаҳои фенолӣ 3,97%, моддаҳои даббоғӣ 9,6%, кислотаи аскорбинӣ 0,34%, равғани эфирӣ 0,11% ва флавоноидҳо 1,66%–ро ташкил дод. Таркиби пешниҳодшуда аз 100 мг дипептид ва 400 мг экстракти марзангӯш иборат аст. Дар арзёбии таҷрибавӣ нишонаҳои захролудшавии шадид то вояи 5000 мг/кг ба қайд гирифта нашуданд; дар модели варами каррагенинӣ пастшавии варам нисбат ба назорат 15% буд. Натиҷаҳо имконияти стандартизатсияи композитсияро аз рӯи нишондиҳандаҳои технологӣ, физикию химиявӣ ва фармасевтӣ нишон медиҳанд.

Калидвожаҳо: марзангӯш, Origanum vulgare L., экстракт, дипептид, изолейсил–триптофан, флавоноидҳо, моддаҳои фенолӣ, моддаҳои даббоғӣ, витамини С, равғани эфирӣ, фаъолияти зиддиилтиҳобӣ.

Маълумот дар бораи муаллифон: Бобизода Ғуломқодир Муккамал – доктори илмҳои биологӣ, доктори илмҳои фарматсевтӣ, профессор, ходими пешбари илмии ИИТ ДМТ. Нишона: 734025, Ҷумҳурии Тоҷикистон, ш. Душанбе, х. Рӯдакӣ, 17. E–mail: **bobievgm@mail.ru**. ***Телефон: +992–(918)–17–03–60.***

Қодиров Мурод Зокирович– номзади илмҳои химия, ходими пешбари илмии ИИТ ДМТ. Нишона: 734025, Ҷумҳурии Тоҷикистон, ш. Душанбе, х. Рӯдакӣ, 17. E–mail: kaf.org.chem@mail.ru. Телефон: 935983847.

Зафарзода Сорбон Зафар – номзади илмҳои химия, ходими пешбари илмии ИИТ ДМТ. Нишона: 734025, Ҷумҳурии Тоҷикистон, ш. Душанбе, х. Рӯдакӣ, 17. E–mail: Szafarov91@mail.ru. Телефон: 93–770–03–95.

Олифтаева Жола Абдулниёзовна- номзади илмҳои химия, дотсенти кафедраи химияи умумии Донишгоҳи давлатии Хоруғ ба номи М.Назаршоев. Телефон: 935704888. Email: zhola_oliftaeva@mail.ru Суроға:736000, Ҷумҳурии Тоҷикистон,ВМКБ, ш.Хоруғ, хиёбони Ш.Шоҳтемур 109.

Шарипова Дилрабо Азизбеговна – номзади илмҳои химия, муаллими калони кафедраи химияи органикии Донишгоҳи миллии Тоҷикистон. Суроға: Ҷумҳурии Тоҷикистон, 734025, шаҳри Душанбе, хиёбони Рӯдакӣ, 17. Телефон: (+992)–90 003 38 17. Почтаи электронӣ: dilrabo.sharipova.83@bk.ru.

КОМПОЗИЦИЯ НА ОСНОВЕ ДИПЕПТИДА ИЗОЛЕЙЦИЛ–ТРИПТОФАНА И ЭКСТРАКТА ДУШИЦЫ ОБЫКНОВЕННОЙ (Origanum vulgare L.)

Разработана и охарактеризована композиция на основе экстракта душицы обыкновенной (Origanum vulgare L.) и иммуномодулирующего дипептида изолейцил–триптофан. Определены эфирное масло (0,11%), фенольные вещества (3,97%), флавоноиды (1,66%), дубильные вещества (9,6%) и аскорбиновая кислота (0,34%).

Предложен состав: 100 мг дипептида и 400 мг экстракта. В опыте острой токсичности до 5000 мг/кг гибели животных и признаков интоксикации не зарегистрировано. На модели каррагенинового отека композиция уменьшала отек на 15% по сравнению с контролем.

Ключевые слова: Origanum vulgare L., душица, экстракт, изолейцил–триптофан, флавоноиды, эфирное масло, противовоспалительная активность.

Сведения об авторах: Бобизода Гуломкодир Муккамал – доктор биологических наук, доктор фармацевтических наук, профессор, ведущий научный сотрудник НИИ ТНУ. Адрес: 734025, Республика Таджикистан, г. Душанбе, пр. Рудаки, 17. E mail: bobievgm@mail.ru. Телефон: +992–(918)–17–03–60.

Кодиров Мурод Зокирович– кандидат химичеких наук, ведущий научный сотрудник НИИ ТНУ. Адрес: 734025, Республика Таджикистан, г. Душанбе, пр. Рудаки, 17. E–mail: kaf.org.chem@mail.ru. Телефон: 935983847.

Зафарзода Сорбон Зафар – кандидат химичеких наук, ведущий научный сотрудник НИИ ТНУ. Адрес: 734025, Республика Таджикистан, г. Душанбе, проспект Рудаки 17. E–mail: Szafarov91@mail.ru. Телефон: 93–770–03–95.

Олифтаева Жола Абдулниёзовна - кандидат химических наук, доцент, кафедры общей химии Хорогского государственного университета имени М. Назаршоева. Телефон: 935704888. Email: zhola_oliftaeva@mail.ru Адрес: 736000, Республика Таджикистан, ГБАО, город Хорог, проспект Ш. Шохтемура 109.

Шарипова Дилрабо Азизбеговна– кандидат химических наук, старший преподаватель кафедры органической химии Таджикский Национальный Университет. Адрес:Республика Таджикистан, 734025, город Душанбе, проспект Рудаки, 17. Телефон: (+992)–90 003 38 17. Электронная почта:dilrabo.sharipova.83@bk.ru.

COMPOSITION BASED ON THE ISOLEUCYL–TRYPTOPHAN DIPEPTIDE AND COMMON OREGANO EXTRACT (Origanum vulgare L.)

A pharmaceutical composition based on Origanum vulgare L. extract and the immunomodulatory dipeptide isoleucyl–tryptophan was developed and characterized. The extract contained essential oil (0.11%), total phenolic compounds (3.97%), flavonoids (1.66%), tannins (9.6%), and ascorbic acid (0.34%). The proposed composition contained 100 mg of the dipeptide and 400 mg of oregano extract. In the acute toxicity experiment, no deaths or signs of intoxication were recorded at doses up to 5000 mg/kg. In the carrageenan–induced paw edema model, the composition reduced edema by 15% compared with control.

Keywords: Origanum vulgare L., oregano, extract, isoleucyl–tryptophan, flavonoids, essential oil, anti–inflammatory activity.

Кор дар доираи лоиҳаи «Синтез ва тахкикоти маводхои безахри зиддивируси ва зиддибактерияви дар асоси фуллерен C_{60} бо аминокислотахо ва пептидхо»–и ИИТ ДМТ гузаронида шудааст.

Information about the authors: Bobizoda Gulomkodir Mukkamal – Doctor of Biological Sciences, Doctor of Pharmaceutical Sciences, Professor, Leading Researcher of the Scientific Research Institute of TNU. Address: 734025, Republic of Tajikistan, Dushanbe, Rudaki Ave., 17. E mail: bobievgm@mail.ru. Phone: +992–(918)–17–03–60.

Kodirov Murod Zokirovich– Candidate of Chemical Sciences, Leading Researcher at the Research Institute of TNU. Address: 17 Rudaki Ave., Dushanbe, 734025, Republic of Tajikistan. E–mail: kaf.org.chem@mail.ru. Phone: 935983847.

Zafarzoda Sorbon Zafar – Candidate of Chemical Sciences, Leading Researcher at the Research Institute of TNU. Address: 17 Rudaki Avenue, Dushanbe, Republic of Tajikistan, 734025. E–mail: Szafarov91@mail.ru. Phone: 93–770–03–95.

Zhola Abdulniyozovna Oliftaeva – Candidate of Chemical Sciences (PhD in Chemistry), Associate Professor, Department of General Chemistry, Khorog State University named after M. Nazarshoev. Phone: +992 935 704 888. Email: zhola_oliftaeva@mail.ru Address: 109 Sh. Shohtemur Avenue, Khorog 736000, GBAO, Republic of Tajikistan.

Sharipova Dilrabo Azizbegovna– Candidate of Chemical Sciences, Senior Lecturer of the Department of Organic Chemistry, Tajik National University. Address: Republic of Tajikistan, 734025, Dushanbe, Rudaki Avenue, 17. Phone: (+992)–90 003 38 17. E–mail: dilrabo.sharipova.83@bk.ru.

УДК: 544.2.3.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЯ СЕРЕБРА(I) С АЛЬБЕНДАЗОЛОМ В ОРГАНИЧЕСКОМ РАСТВОРИТЕЛЕ

Ёрмамадова С.Г[1]., Бойназарзода К.У. [1], Рачабов У. [2], Камолзода И.У. [2]

[1]Таджикского национального университета

[2]Таджикский государственный медицинский университет имени Абуали ибни Сино

В работе исследовано комплексообразование ионов серебра(I) с альбендазолом в водно–уксуснокислой среде. Определены кислотно–основные свойства альбендазола и установлено распределение его протонированных, нейтральных и депротонированных форм в зависимости от pH раствора. Показано, что в диапазоне pH 4,0–10,5 преобладает молекулярная форма лиганда, что создает благоприятные условия для его взаимодействия с ионами Ag(I).

Для исследования равновесий комплексообразования использован обратимый серебряный электрод Ag/Ag^+. Определён стандартный потенциал системы Ag^+–CH_3COOH–H_2O, который составил 837,52 мВ. Потенциометрическим методом изучена зависимость электродного потенциала от концентрации альбендазола при различных температурах и постоянной ионной силе раствора (I = 0,1 моль/л $NaNO_3$). Установлено образование двух последовательных комплексных форм Ag(I) с альбендазолом, что соответствует составам AgL и AgL_2.

Равновесные концентрации компонентов системы и общие константы устойчивости комплексов определены с использованием методов Фридмана и наименьших квадратов. Полученные результаты позволяют оценить влияние температуры на устойчивость комплексов Ag(I) с альбендазолом и определить термодинамические характеристики процессов комплексообразования. Полученные данные могут представлять интерес для дальнейшего изучения координационных соединений серебра(I) с биологически активными азольными лигандами.

Экспериментальная часть

При синтезе координационных соединений серебра(I) в качестве исходных материалов использовались соли Ag_2SO_4 и $AgNO_3$, предварительно очищенные перекристаллизацией. В качестве лиганда использовался альбендазол (водн.). В качестве растворителей использовались органические и неорганические растворители, включая этанол, ДМФ, ДМСО, эфир, серную кислоту и хлорид. Соль $NaNO_3$ перекристаллизовывали с использованием концентрированного водного раствора. Азотную кислоту (водн.) использовали без дополнительной очистки.

Концентрацию гидроксида натрия определяли методом прямого титрования с использованием 0,1 М раствора соляной кислоты в присутствии индикатора метилового оранжевого. Раствор гидроксида натрия определяли с использованием янтарной кислоты. Химические емкости, используемые в экспериментальной работе, промывали смесью хрома и дистиллированной воды. Кислотно–хромовую смесь готовили по методу [1].

Обсуждение результатов

Константа кислотной ионизации альбендазола была определенна с помощью pH – метрического титрования (см. рисунок 1). Этот анализ показал, что альбендазол в этих условиях видет себя как нейтральная молекула.

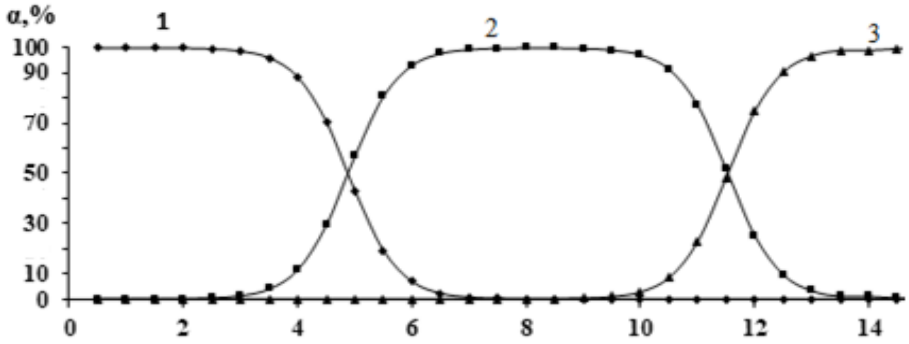


Рисунок 1.– Диаграмма распределения альбендазола и продукта его ионизации в растворе уксусной кислоты в широком диапазоне pH. Кривые: 1–L+, 2–L, 3–L–.

Таким образом, диаграмма распределения альбендазола показывает, что в диапазоне pH от 4,0 до 10,5 лиганд находится в молекулярной форме. Это свидетельствует о его высокой стабильности в нейтральной среде и способности участвовать в комплексообразовании в этой среде.

При изучении комплексообразующих свойств ионов серебра с органическими лигандами, особенно с альбендазолом, важную роль играет обратимость серебряного электрода (Ag/Ag+) в окислительно–восстановительной системе.

По этой причине для определения стандартного потенциала системы Ag+–CH_3COOH–H_2O была изучена зависимость окислительного потенциала от различных концентраций серебра в нейтральной среде.

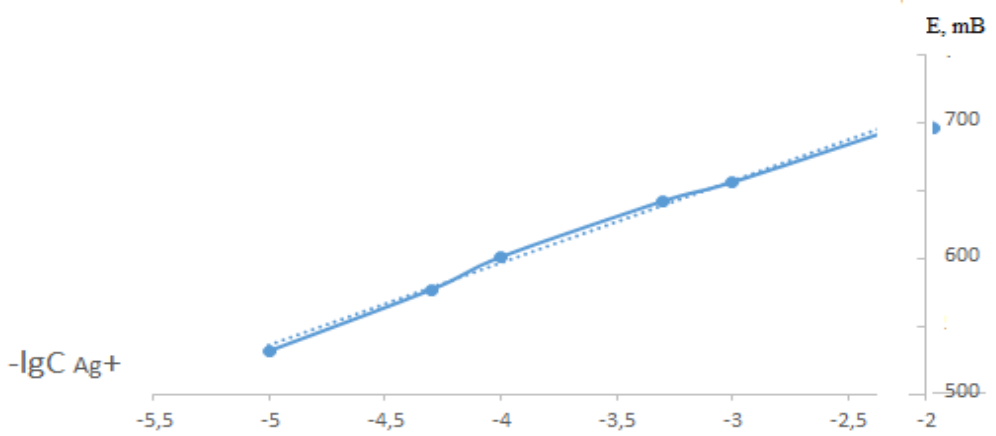


Рисунок 2. –Обратимость серебряного электрода в системе Ag+–CH_3COOH при концентрациях моль/л: 1) $1\cdot10^{-5}$;2) $5\cdot10^{-5}$; 3) $1\cdot10^{-4}$; 4) $5\cdot10^{-4}$;5) $5\cdot10^{-3}$

Как видно из рисунка, зависимость окислительного потенциала (E) от концентрации ионов серебра (Ag+) линейна, а тангенс её угла равен 60,36°. При экстраполяции прямой к оси абсцисс был определён стандартный потенциал системы, равный 837,52 мВ.

Максимальное число комплексов альбендазола с ионами серебра(I), т.е. координированных, было определено по зависимости ΔE от $-lgC_L$ (см. рис. 3) с последовательным увеличением органического лиганда.

Наклон этой зависимости приведён при различных температурах и ионной силе 0,1 моль/л.

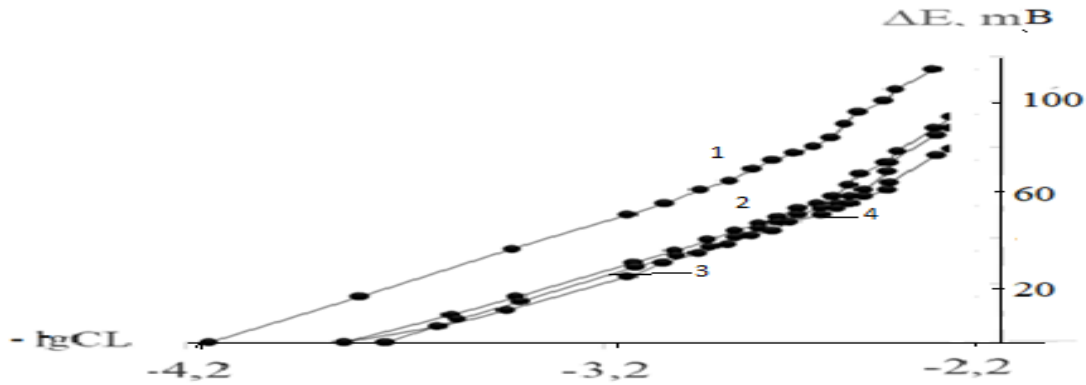


Рисунок 3.–Зависимости ΔE от $-lgC_L$ для комплексных частиц серебра(I) с альбендазолом при темпетарурах от 288,16–318,16 К., I=0,1 мол/л ($NaNO_3$).

T(1)=288,16 К,T(2)=298,16 К, T(3)=308,16 К, T(4)=318,16 К

На рисунке 2 показана зависимость ΔE от –lgCL при различных температурах и ионной силе 0,1 моль/л. Как видно из рисунка, эти зависимости нелинейны и состоят из двух прямолинейных участков. Тангенс угла наклона в этих зависимостях равен следующим величинам: при температурах 288,16 К – 0,57168 В/моль, 298,16 К – 0,59153 В/моль, 308,16 К – 0,61136 В/моль, 318,16 К – 0,63124 В/моль.

Из этих результатов следует, что в системе Ag+–CH_3COOH–H_2O в комплексообразовании с серебром участвуют две молекулы албендазола.

В таблице 1 в качестве примера приведены результаты потенциометрического

титрования и рассчитанные данные lg[Ag(I)], lg[L], lgφ и F0 для системы Ag(I) – албендазол–CH_3COOH при температурах 288,16–318,16 К.

Таблицы 1. –Данные по определению равновесных концентраций ионов серебра (I) и албендазола при 298,16К; C_L=1,0·10^{-2} моль/л; $C_{Ag(I)=}$ 1·10^{-4} моль/л; J=0,1 моль/л $NaNO_3$.

ΔE, мВ	C_L	C_{Ag}	lgϕ	[L]
1,00	1,5·10^{-4}	9,8·10^{-5}	1,6 ·10^{-2}	1,4 ·10^{-4}
13,00	3,4 ·10^{-4}	9,6 ·10^{-5}	2,1 ·10^{-1}	2,7·10^{-4}
21,00	4,9 ·10^{-4}	9,5 ·10^{-5}	3,5 ·10^{-1}	3,8·10^{-4}
36,00	8,7 ·10^{-4}	9,1 ·10^{-5}	6,0 ·10^{-1}	7,3 ·10^{-4}
41,00	1,0 ·10^{-3}	8,9 ·10^{-5}	6,9 ·10^{-1}	9,2 ·10^{-4}
46,00	1,2 ·10^{-3}	8,7 ·10^{-5}	7,7 ·10^{-1}	1,1 ·10^{-3}
50,00	1,4 ·10^{-3}	8,5 ·10^{-5}	8,4 ·10^{-1}	1,2 ·10^{-3}
53,00	1,6 ·10^{-3}	8,3 ·10^{-5}	8,9 ·10^{-1}	1,4 ·10^{-3}
56,00	1,7 ·10^{-3}	8,2 ·10^{-5}	9,4 ·10^{-1}	1,6 ·10^{-3}
60,00	1,9 ·10^{-3}	8,0 ·10^{-5}	1,014	1,8 ·10^{-3}
61,00	2,1 ·10^{-3}	7,8 ·10^{-5}	1,031	2,0 ·10^{-3}
63,00	2,3 ·10^{-3}	7,6 ·10^{-5}	1,064	2,2 ·10^{-3}
66,00	2,5 ·10^{-3}	7,4 ·10^{-5}	1,115	2,3 ·10^{-3}
69,00	2,7 ·10^{-3}	7,2 ·10^{-5}	1,166	2,5 ·10^{-3}
77,00	3,0 ·10^{-3}	6,9 ·10^{-5}	1,301	2,9 ·10^{-3}
81,00	3,2 ·10^{-3}	6,7 ·10^{-5}	1,369	3,1 ·10^{-3}
93,00	3,9 ·10^{-3}	6,0 ·10^{-5}	1,572	3,8 ·10^{-3}
97,00	4,3 ·10^{-3}	5,6 ·10^{-5}	1,639	4,2 ·10^{-3}

Как видно из этих таблиц, с увеличением концентрации лиганда разница потенциальной энергии возрастает, что указывает на уменьшение окислительного потенциала в системе. Причиной уменьшения окислительного потенциала является образование в исследуемой системе частиц комплекса серебра(I) с альбендазолом. Для того чтобы рассчитать общие константы устойчивости образовавшихся комплексов, были задействованых наименьших квадратов (НМНК). Используя метод Фридмана, мы получили график зависимости lgϕ то lgC_L. Этот график оказался нелинейным и имел вид двух соединенных под углом прямых линий. Определив точки пересечения каждой из этих прямых с осью абсцисс путем экстраполяции, мы смогли вычислить значения констант общей устойчивости для частиц данного комплекса (см. рис.4.)

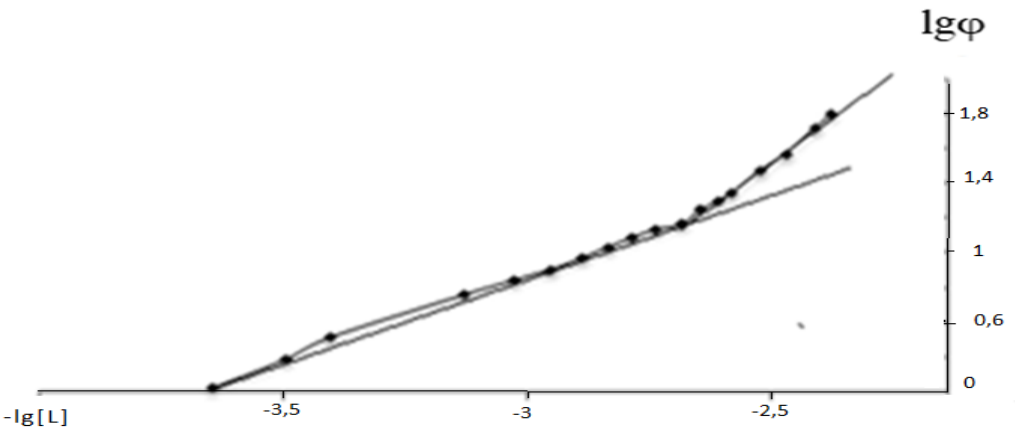


Рисунок 4. – Зависимость Δϕ от –lg[L] для комплексов серебра(I) с альбендазолом при температуре 298,16 К и ионной силе 0,1 моль/л.

Для того чтобы узнать насколько прочно серебра () связывается с альбендазолом, мы использовали специальные комьпюторные программы.Эти программы работают по принципу поиски наилучщего соответствия данных, минизируя ошибки.

Отмечается, что «использование нелинейных вычислительных методов позволяет определять термодинамические параметры с высокой точностью» [2]. Согласно данным, приведённым в истечнике [3], для расчёта констант стабильности комплексов серебра(I) с альбендазолом применялись компьютерные программы, использующие метод нелинейных наименьшиш квадратов. Авторы отмечают, что использование нелинейных вычислительных методов обеспечивает высокую точность определения теромодинамических параметров. Кроме того, общая константа стабильности была рассчитана тем же методом, а результаты, полученные двумя независимыми способами, показали хорошее совпадение[2–4]. Итоговые значения представлены в таблице 6.

Таблица 3. –**Константы устойчивости комплексов серебра(I) с альбендазолом при температуре 288,16 –318,16 К и ионной силе 0,1 моль/л ($NaNO_3$).**

Методы	β / T, K	288,16	298,16	308,16	318,16
Фридман	$lg\beta_1$	4,19±0,06	3,75±0,05	3,61±0,04	3,40±0,03
	$lg\beta_2$	7,12±0,09	6,61±0,08	6,47±0,07	6,21±0,08
НМНК	$lg\ \beta_1$	4,17±0,07	4,01±0,06	3,63±0,05	3,42±0,04
	$lg\beta_2$	7,14±0,08	6,93±0,07	6,51±0,06	6,25±0,09
Усредённое значение	$lg\beta_1$	4,18±0,065	3,88±0,055	3,62±0,045	3,41±0,035
	$lg\beta_2$	7,13±0,085	6,77±0,075	6,49±0,065	6,23±0,085

Как видно из таблицы, для расчета константы стабильности комплексов были использованы два современных метода. Результаты, полученные обоими методами,

очень близки друг к другу, что указывает на правильность механизма реакции. Если мы снова посмотрим на таблицу, то увидим, что с повышением температуры значения $lg\beta_1$ и $lg\beta_2$ постепенно уменьшаются, то есть стабильность комплексного соединения серебра с альбендазолом снижается с повышением температуры.

После проведения исследования и определения значений их констант стабильности с использованием следующего уравнения

$$\Delta E_{\text{назариявӣ}} = \frac{2,3RT}{nFlog(1+\beta\mathbf{1}[\mathbf{Alb}]+lg\beta 2)} + + + \qquad (1)$$

Мы сравнили экспериментальные результаты с теоретическими и подтвердили достоверность предложенной модели, а именно комплексообразования серебра (I) с альбендазолом.

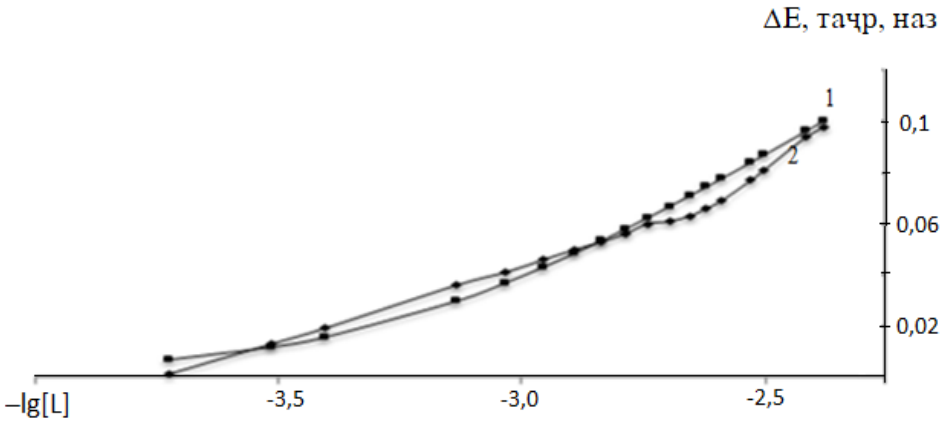
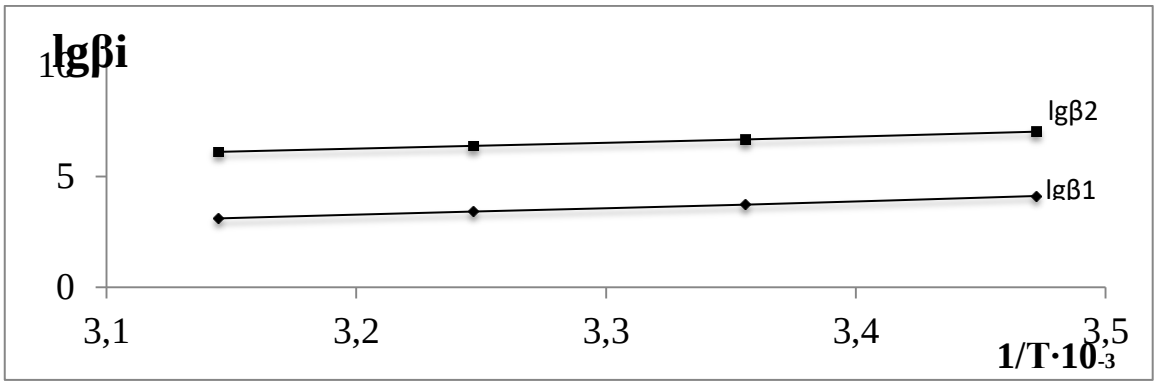


Рисунок 5.– Зависимость ΔE от –lg[L] для системы Ag–альбендазол–ДМСО при температуре 298,2 К. Кривые: 1) – ΔEтеоретическое 2) – Δеэкспериментальное

Аназил процесса образования комплексов между серебром(I) и альбендазолом в среде уксусной кислоты продемонстрировал, что в данной системе формируются два типа комплексов.

Общая константа стабильности $lg\beta_2$ для имидазольного комплекса составила 4,12 единиц.

С помощью метода температурного коэффициента из уравнения ΔH–TΔC=–RTlgβi графически были найдены значения ΔH и ΔC реакций комплексообразования серебра(I) с альбендазолом (рис. 6). Значение ΔG было определено из уравнения ΔG=ΔH–TΔS.



Расми 6. –Зависимости $lg\beta_i$ от 1/T доя комплекснҷ частиц состава: 1 – $[Ag(L)NO_3]^+$; 2 – $[Ag(L)_2(NO_3)_2]^+$ при 298,16К

Как видно из рисунка 6, в температурном диапазоне 298,16 К зависимость lgβi от 1/T для всех комплексов является линейной. Для определения термодинамических функций (ΔH, ΔG) использовалось уравнение Кларка–Глю.

В этом уравнении анализировалась зависимость lgβi от 1/T. Значение ΔH определялось по наклону прямой, а значение ΔG — по точке пересечения прямой с осью ординат. Значение ΔS рассчитывалось по уравнению Гиббса. В таблице 7 представлены термодинамические функции реакции образования комплексов серебра(I) с альбендазолом, рассчитанные методом температурных коэффициентов (а) и с использованием уравнения Кларка–Глю (б).

Таблица 3. –Величины термодинамических функций процесса образования комплексов серебра(I) с альбендазолом по методу Кларка–Глю.

Реаксияии образования комплексов	ΔH,кДж/мол	ΔG,кДж/мол	ΔS,кДж/мол
$Ag+L\rightarrow[AgL]^{+}$	–58,62 ±2,3	–21,40 ±4,8	–61,13±7,8
$Ag+2L\rightarrow[Ag(L)_2]^{+}$	–53,0 ±0,8	–43,16 ±1,6	–49,89±0,7

Данные в таблице показывают, что термодинамические функции, рассчитанные двумя методами, очень близки друг к другу. Как известно, на всех стадиях комплексообразования серебра(I) с альбендазолом значение ΔG отрицательно, что указывает на спонтанный характер процесса. С точки зрения энергии, образование биядерных комплексов серебра с альбендазолом более стабильно, чем моноядерных. То есть, при образовании моноядерного комплекса серебра(I) с альбендазолом выделяется 21,0 кДж/моль энергии, а для биядерных комплексов — 43,16 кДж/моль энергии.

Если известны константы стабильности комплексного соединения, можно легко рассчитать его молярную долю.

С этой целью, для определения области образования комплексных соединений в системе $AgNO_3$–альбендазол–CH_3COOH при температуре 298,16 К, была построена диаграмма распределения комплексных частиц, образовавшихся в системе (рис. 7).

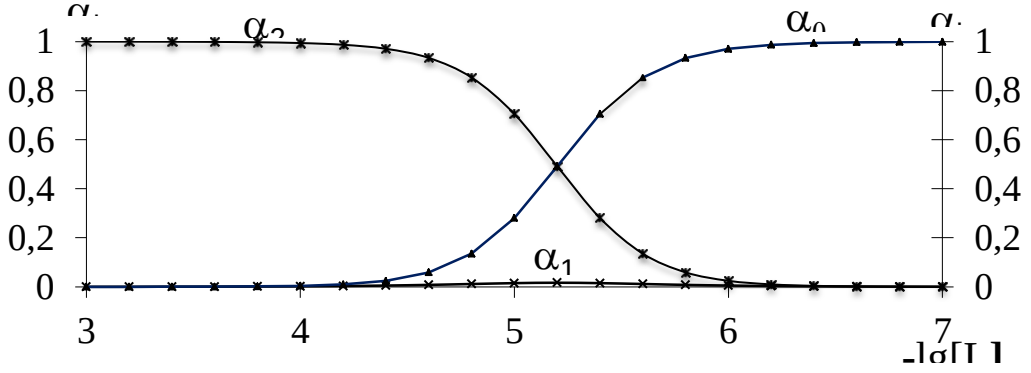


Рисунок 7.– Кривые диссоциации комплексов альбендазола с Ag(I) при 298,16 К, где α_0– Ag+ ;α_1–$[AgL]^+$; α_2–$[AgL_2]^+$

Диаграммы распределения продемонстрировали, что при реакции ионов серебра(I) с альбендазолом в растворе образуется около 99% моноядерных комплексов. Это говорит о высокой термодинамической стабильности таких комплексов.

Вывод

В результате потенциометрического исследования изучено взаимодействие ионов серебра(I) с альбендазолом в 6 моль/л растворе уксусной кислоты при ионной силе (I=0,1) моль/л $NaNO_3$. Установлено, что в диапазоне pH 4,0–10,5 альбендазол преимущественно находится в нейтральной молекулярной форме, что обеспечивает возможность его эффективного участия в процессах комплексообразования с Ag(I).

Исследована обратимость серебряного электрода Ag/Ag^+ и определён стандартный потенциал системы $Ag^+–CH_3COOH–H_2O$, равный 837,52 мВ. Установлена линейная зависимость электродного потенциала от концентрации ионов серебра, подтверждающая возможность использования Ag/Ag^+–электрода для количественного исследования равновесий комплексообразования.

По зависимости изменения потенциала от концентрации альбендазола установлено образование двух последовательных комплексных форм серебра(I). Полученные результаты свидетельствуют о взаимодействии Ag(I) с одной и двумя молекулами альбендазола с образованием частиц типа AgL и AgL_2.

.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Карякин, Ю.В. Чистые химические вещества / Ю.В. Карякин, И.И. Ангелов. – М.: Химия, 1974. – 209 с.
2. Сангов М.М. Комплексообразование серебра(I) с тиокарбогидразидом в интервале 288–328К./Сафармамадов С.М.// Вестник ТНУ – 2015. № 1/6 (191). – С.74–79.
3. Ёрмамадова С.Г.,Камолова И.У., Раҷабов У., Комплексҳосилкунии оҳан (II) бо мерказолил дар 298 К ва қувваи ионӣ 1,0 мол/л/. // Доклад Академияи илмҳои Ҷумҳурии Тоҷикистон. 2021. Т.64. –№11–12. –С. 694–700.
4. Гессе Ж.Ф. Комплексообразования серебра(I) с глицинат–ионом в водно–органических растворителях.// Автореф. дисс. канд. хим. наук. Иваново – 2010. – 16с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЯ СЕРЕБРА(I) С АЛЬБЕНДАЗОЛОМ В ОРГАНИЧЕСКОМ РАСТВОРИТЕЛЕ

В работе исследованы процессы комплексообразования ионов серебра(I) с альбендазолом в водно–уксуснокислой среде. Потенциометрическим методом с использованием обратимого серебряного электрода Ag/Ag^+ изучены кислотно–основные свойства альбендазола и установлено распределение его протонированной, нейтральной и депротонированной форм в зависимости от pH раствора. Показано, что в интервале pH 4,0–10,5 преимущественно присутствует молекулярная форма альбендазола, способная к взаимодействию с ионами Ag(I).

Показано, что с повышением температуры значения $lg\beta_1$ и $lg\beta_2$ уменьшаются, что свидетельствует о снижении устойчивости комплексов Ag(I) с альбендазолом. Рассчитаны термодинамические характеристики процессов комплексообразования — энтальпия, энергия Гиббса и энтропия.

Ключевые слова: серебро(I), альбендазол, комплексообразование, координационные соединения, потенциометрия, серебряный электрод Ag/Ag⁺, константы устойчивости, метод Фридмана, нелинейный метод наименьших квадратов, термодинамические характеристики, азольные лиганды.

Сведение об авторах: Ёрмамадова Саврибегим Гулмамадовна–доцент, кандидат химических наук, кафедры прикладной химии Таджикского национального университета, ЕАдрес: 734025, г. Душанбе, проспект Рудаки, 17. (+992)93-503-76-59. - mail: ermamadova2015@mail.ru/тел. 935037659,

Бойназарзода Кибриё Усмон,– ассистент кафедры прикладной химии Таджикского национального университета, 734025, Республика Таджикистан, г. Душанбе, пр. Рудаки, 17, Адрес: 734025, г. Душанбе, проспект Рудаки, 17. (+992)93-533-80-30. kunduzmoh.boynazarova@mail.ru

Рачабов Умарали – доктор химических наук, профессор кафедры фармацевтической и токсикологической химии Таджикский государственный медицинский университет имени Абуали ибни Сино, 734003 г.Душанбе. пр.Рудаки 139. ТГМУ имени Абуали ибни Сино .+992-907-46-48-29. umarali55@mail.ru

Камолзода Иклима Усмон, доктор Ph.D, ассистент кафедры фармацевтической и токсикологической химии ГОУ «ТГМУ имени Абуали ибни Сино» 734003 г.Душанбе. пр.Рудаки 139. МДТ "ТГМУ имени Абуали ибни Сино". тел. моб.(992)203040053, E-mail:kamolzoda.1994@mail.ru

INVESTIGATION OF SILVER(I) COMPLEXATION PROCESSES WITH ALBENDAZOLE IN AN ORGANIC SOLVENT

This study investigates the complexation processes of silver(I) ions with albendazole in an aqueous–acetic acid medium. The acid–base properties of albendazole were studied using a potentiometric method with a reversible Ag/Ag⁺ electrode, and the distribution of its protonated, neutral, and deprotonated forms was determined as a function of solution pH. It was shown that within the pH range of 4.0–10.5, the molecular form of albendazole—which is capable of interacting with Ag(I) ions—predominates.

It was demonstrated that the values of $\log\beta_1$ and $\log\beta_2$ decrease with rising temperature, indicating reduced stability of the Ag(I)–albendazole complexes. Thermodynamic parameters of the complexation processes—enthalpy, Gibbs energy, and entropy—were calculated.

Keywords: silver(I), albendazole, complexation, coordination compounds, potentiometry, Ag/Ag⁺ silver electrode, stability constants, Friedman method, nonlinear least–squares method, thermodynamic parameters, azole ligands.

Information about the authors: Savribegim Gulmamadovna Yormamadova — Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor at the Department of Applied Chemistry, Tajik National University. Address: 17 Rudaki Avenue, Dushanbe 734025, Republic of Tajikistan. Tel.: +992 93 503 76 59. E-mail: ermamadova2015@mail.ru.

Kibriyo Usmon Boynazarzoda — Assistant Lecturer at the Department of Applied Chemistry, Tajik National University. Address: 17 Rudaki Avenue, Dushanbe 734025, Republic of Tajikistan. Tel.: +992 93 533 80 30. E-mail: kunduzmoh.boynazarova@mail.ru.

Umarali Rajabov — Doctor of Chemical Sciences, Professor at the Department of Pharmaceutical and Toxicological Chemistry, Avicenna Tajik State Medical University. Address: 139 Rudaki Avenue, Dushanbe 734003, Republic of Tajikistan. Tel.: +992 90 746

48 29. E-mail: umarali55@mail.ru.

Iklima Usmon Kamolzoda — PhD, Assistant Lecturer at the Department of Pharmaceutical and Toxicological Chemistry, Avicenna Tajik State Medical University. Address: 139 Rudaki Avenue, Dushanbe 734003, Republic of Tajikistan. Tel.: +992 20 304 00 53. E-mail: kamolzoda.1994@mail.ru.

ОМӮЗИШИ КОМПЛЕКСАЦИЯИ НУҚРА(I) БО АЛБЕНДАЗОЛ ДАР ҲАЛКУНАНДАИ ОРГАНИКӢ

Ин таҳқиқот комплексшавии ионҳои нуқра(I)–ро бо албендазол дар маҳлули обии кислотаи сирко таҳқиқ кард. Бо истифода аз усули потенциометрӣ ва электроди Ag/Ag^+ нуқраи баръаксшаванда, хосиятҳои кислота–асосии албендазол омӯхта шуданд ва тақсимоти шаклҳои протонӣ, бетараф ва депротонии он вобаста ба pH маҳлул муайян карда шуд. Нишон дода шуд, ки дар диапазони pH аз 4.0 то 10.5, шакли молекулавии албендазол, ки қодир аст бо ионҳои Ag(I) ҳамкорӣ кунад, асосан мавҷуд аст.

Нишон дода шуд, ки бо афзоиши ҳарорат, арзишҳои log β_1 ва log β_2 коҳиш меёбанд, ки аз паст шудани устувории комплексҳои Ag(I) бо албендазол шаҳодат медиҳад. Хусусиятҳои термодинамикии равандҳои комплексшавӣ – энтальпия, энергияи озоди Гиббс ва энтропия – ҳисоб карда шуданд.

Калимаҳои калидӣ: нуқра(I), албендазол, комплексшавӣ, пайвастагиҳои ҳамоҳангсозӣ, потенсиометрия, электроди нуқраи Ag/Ag^+, доимиҳои устуворӣ, усули Фридман, усули хурдтарин квадратҳои ғайрихаттӣ, хусусиятҳои термодинамикӣ, лигандҳои азолӣ.

Маълумот дар бораи муаллифон: Ёрмамадова Саврибегим Гулмамадовна — номзади илмҳои химия, дотсенти кафедраи химияи Донишгоҳи миллии Тоҷикистон. Суроға: 734025, Ҷумҳурии Тоҷикистон, шаҳри Душанбе, хиёбони Рӯдакӣ, 17. Тел.: (+992) 93-503-76-59. Почтаи электронӣ: ermamadova2015@mail.ru.

Бойназарзода Кибриё Усмон — ассистенти кафедраи химияи Донишгоҳи миллии Тоҷикистон. Суроға: 734025, Ҷумҳурии Тоҷикистон, шаҳри Душанбе, хиёбони Рӯдакӣ, 17. Тел.: (+992) 93-533-80-30. Почтаи электронӣ: kunduzmoh.boynazarova@mail.ru.

Раҷабов Умаралӣ — доктори илмҳои химия, профессори кафедраи химияи фарматсевтӣ ва токсикологии Муассисаи давлатии таълимии «Донишгоҳи давлатии тиббии Тоҷикистон ба номи Абуалӣ ибни Сино». Суроға: 734003, Ҷумҳурии Тоҷикистон, шаҳри Душанбе, хиёбони Рӯдакӣ, 139. Тел.: (+992) 90-746-48-29. Почтаи электронӣ: umarali55@mail.ru.

Камолзода Иклима Усмон — доктори фалсафа (PhD), ассистенти кафедраи химияи фарматсевтӣ ва токсикологии Муассисаи давлатии таълимии «Донишгоҳи давлатии тиббии Тоҷикистон ба номи Абуалӣ ибни Сино». Суроға: 734003, Ҷумҳурии Тоҷикистон, шаҳри Душанбе, хиёбони Рӯдакӣ, 139. Тел.: (+992) 20-304-00-53. Почтаи электронӣ: kamolzoda.1994@mail.ru.

УДК: 666.942

МУАЙЯН НАМУДАНИ ТАРКИБИ ХИМИЯВИИ АШЁИ ХОМИ МАҲАЛЛӢ ВА ТАРКИБИ МИНЕРАЛОГИИ КЛИНКЕРИ ПОРТЛАНДСЕМЕНТ АЗ ОМЕХТАҲОИ ДУКОМПОНЕНТА ВА СЕКОМПОНЕНТА

Садриддинзода С.С., Маҳмадраҳимов Р.Қ., Назаров Х.Ё., Исоев Ф.Б.
Донишгоҳи давлатии Данғара

Дар замони муосир бо мақсади ба даст овардани гилхок, намакҳои алюминий, сода, поташ, сулфати калий, шлам барои истеҳсоли семент, металҳои камёб ва ғайра диққати асосӣ дар ташкил намудани технологияи коркарди комплексии ашёи хоме, ки миқдори зиёди силитсий дорад, ба монанди нефелинҳо, алунитҳо, каолинҳо ва гилхок, қисми минералии ангиштҳо ва ғайра равона карда шудааст [1, с.109].

Ҷумҳурии Тоҷикистон дорои захираҳои фаровони ашёи хоми минералӣ мебошад, ки метавонанд барои истеҳсоли масолеҳи сохтмонӣ, аз ҷумла портландсемент, истифода шаванд. Бо вуҷуди ин, қисми зиёди ашёи хоми маҳаллӣ аз нуқтаи назари технологӣ ба таври кофӣ омӯхта нашудааст. Аз ин рӯ, омӯзиши имконияти истифодаи ашёи хоми кони Пусхур барои истеҳсоли клинкери портландсементӣ аҳаммияти назариявӣ ва амалӣ дорад [2, с.43].

Мақсади таҳқиқот муайян намудани таркиби мувофиқи омехтаи дукомпонентии ашёи хоми кони Пусхур ва муқаррар намудани шароити оптималии гудохтани клинкери портландсементӣ дар шароити лабораторӣ вобаста ба раванди таҳқиқот таъсири таносуби оҳаксанг ва гил, ҳарорати гудохтан ва давомнокии нигоҳдорӣ ба ташаккули таркиби оксидӣ ва фазаҳои асосии клинкер омӯхта шудааст [3, с.54].

Аз ин рӯ, мо бо чунин параметрҳои асосии раванди амалӣ ва ҳисоб кардани нақшаи коркарди сементи дукомпонента ва секомпонентаро бо усули хушк бо параметрҳои асосии технологии пурра сарфи назар мегирем: миқдори оксиди таркиби маъдан, модули гидравликӣ, модули асосӣ, модули гилхокӣ ва коэффитсиенти сершавӣ. Барои ҳосил намудани клинкери семент гил ва оҳаксанги кони Пусхур истифода гардидааст.

Кони оҳаксанги Пусхур дар қисмати ноҳияи Ёвон, дар интиҳоёбии шимолии қаторкӯҳи Қаратоғ (шимолӣ), дар 34 км ҷониби ҷануб ва ҷанубу–шарқ аз шаҳри Ваҳдат ва 14 км ҷониби шимолу шарқ аз шаҳраки Ёвон ва дар масофаи 1 км ҷониби ҷанубу шарқ аз деҳаи Пусхур ҷойгир аст. Роҳи мошингарди куҳан дар ҳудуди мавзеи Ёвон–Ваҳдат маҳсуб мешавад. Қони мазкур ба 2 қитъаи баробар шимолу–ғарбӣ ва ҷанубу–шарқӣ тақсим мешавад. Сатҳи болоии кон 900–1250 м аст. Дар муносибати маъмурӣ, кони мазкур дар ҳудуди ноҳияи Ёвони вилояти Хатлон ҷой гирифтааст.

Кони мазкур ҳануз соли 1964 аз ҷониби Саридораи геологияи назди Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон ҳангоми гузаронидани корҳои ҷустуҷӯӣ барои таъминоти сохтмони биноҳо дар ноҳияи Ёвон бо маводи сохтмонӣ (шағал, пуркунандаҳо, барои истифодаи асфалту бетон дар корҳои роҳсозӣ) ошкор карда шуда буд. Дар маҷму, 3 қитъа мавриди ҷустуҷӯ қарор дошт, ки миёни онҳо кони Пусхур дар наздикии роҳи мошингарди Ваҳдат–Ёвон воқеъ гардида, ба шароитҳои мусоидаткунандаи куҳӣ–техникӣ ва иқтисодӣ ҷавобгӯ мебошад.

Дар натиҷаи корҳои иктишофӣ мансубияти табақаи файзнокӣ оҳаксангҳои қитъа ба яруси кампани болоии бури болоӣ дақиқ карда шуд. Дар қитъаи ғарбӣ бошад, 2–шахта

ва 6–буриши геологӣ гузаронида шудааст, ки табақаи файзнокии оҳаксангҳои дар инҷо мавҷудбуда, ба қабатҳои бухорои давраи палеоген тааллуқ доштанд. Мутобиқи таҳлилҳои кимиёвӣ ва натиҷаҳои таҳқиқоти лабораторӣ дақиқ карда шуд, ки оҳаксангҳои қитъаи Ғарбӣ дар истеҳсоли карбити калсий истифода мешаванд. Аз рӯйи натиҷаҳои корҳои иктишофӣ дар қитъаи Шарқӣ ҳисоби захираҳои маводи сохтмонӣ бо усули буришҳои вертикалӣ гузаронида шудаанд. Захираҳои таносубӣ аз ҷониби комиссияи давлатӣ оид ба захираҳои назди Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон ҳазорҳо $м^3$ (аз рӯи категорияҳо): А–384,9; В–773; $С_1$–2472,7; А+В+$С_1$–3630,6 муайян карда шудааст.

Оҳаксангҳои фраксияшудаи зиёда аз 200 мм аз нав дар таҷҳизоти махсус майда карда шуданд. Фраксияҳои 40–200 мм 87,4 % ва 40 мм камтар 12,6 %–ро ташкил медиҳад. Баромади умумии масолеҳи сангӣ (фраксияҳои аз 40–200 мм) бо назардошти майда кардани фраксияҳои зиёда аз 200 мм аз қисмати ҶҒ–70–98% ва дар канорҳои ҶШ–65,05 %–ро ташкил додаанд. Фраксияҳои 40 мм аз 32 % пасттар буданд, ки ҳамчун партовҳои истихроҷӣ метавонанд дар истеҳсолоти семент истифода шаванд. Ҳаҷми ҷинсҳои кушодашуда дар марзҳои ҳисоби захираҳои кон дар ҷадв. 1, оварда шудааст.

Ҷадвали 1

Хусусиятҳои геологии кони Пусхур

Қитъаҳо	Кушоиши беруна дар болои блокҳо, ҳаз.$м^3$			Кушоиши дохили дар блокҳо, ҳаз.$м^3$			Ҳаҷми умумии блокҳои кушодашуда		Коэффит–сиенти кушоиш
	В	$С_1$	$С_2$	В	$С_1$	$С_2$	В+$С_1$	$С_2$	
ШҒ	1633	8720	–	346	856	–	11555	–	0,17–1,29
ҶШ	838	13343	41764	24	223	65	14428	41829	0,33–1,12
Умумӣ:	2471	22063	41764	370	1079	65	25983	41829	

Захираҳо бе ворид намудани коэффитсиенти тафтишӣ ва бе баромади оҳаксангҳои кондитсионӣ ҳисоб карда шудааст. Тибқи маълумот дар марзҳои захираҳо, ки барои истеҳсоли содаи калсийкунонидашуда 2454 ҳазор тонна, оҳаксангҳои ғайрикондитсионӣ мутобиқанд, ки аз он 513 ҳаз. тонна дар қитъаи ҶШ ва 1941 ҳаз. тонна дар қисмати ШҒ маҳфузанд. Баромади масолеҳи сангӣ тахминан 70 %–ро аз рӯи фраксияҳои аз 40–200 мм ташкил медиҳанд. Партовҳои оҳаксангҳоро (фраксияҳои аз 40 мм хурд) метавонанд дар истеҳсолоти семент мавриди истифода қарор диҳанд. Вазни ҳаҷми оҳаксангҳо 1,85–2,52 г/$см^3$ буда, ба ҳисоби миёна 2,23 г/$см^3$–ро ташкил медиҳад.

Таркиби химиявии оҳаксангҳо бо гирифтани 5–намуна аз кон аз ҷониби озмоишгоҳи Саридораи геологияи назди Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон ва корхонаи истеҳсоли семент муайян карда шудааст (ҷадв. 2).

Ҷадвали 2

Таркиби химиявии оҳаксангҳо (бо %)

№ р/т	Компонентҳои химиявӣ, %										Ҳамагӣ
	П.П.П.	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	SO_3	K_2O	Na_2O	R_2O	
Намуна 1	43,21	1,4	0,82	0,11	52,42	1,45	0,2	0,06	0,15	0,17	99,99
Намуна 2	43,18	1,02	0,72	0,08	53,55	0,79	0,19	0,04	0,14	0,17	99,88
Намуна 3	43,42	0,99	0,75	0,09	53,12	1,09	0,15	0,05	0,13	0,16	99,95
Намуна 4	42,37	1,16	0,77	0,1	52,01	1,77	1,43	0,06	0,14	0,18	99,99
Намуна 5	42,35	0,98	0,72	0,08	52,57	1,18	1,79	0,03	0,13	0,15	99,98
Миёна	42,91	1,11	0,76	0,09	52,73	1,26	0,75	0,05	0,14	0,17	99,95

Компоненти дуюм, ки барои истеҳсоли клинкер истифода бурда мешавад, ин гил мебошад. Барои ҳосил кардани клинкер асосан ҷинсҳои оҳакӣ, мергелӣ ва гилро истифода мебаранд. Дар бисёр ҳолатҳо барои танзими таркиби моддаҳои часпак дар ашёи хоми асосӣ ҷинсҳои гилхоки таҳшиншуда ва вулканӣ, дажғол (шлак), хокистарҳо, ҷинсҳои кӯҳӣ ва дигар масолеҳҳои сунъиро илова мекунанд. Чунин иловакунандаҳоро дар истеҳсоли бисёр моддаҳои часпак (аз он ҷумла семент) истифода мебаранд. Гиле, ки барои истеҳсоли клинкер истифода мегардад дар қисмати ҷанубии кони оҳаксанги Пусхур ҷойгир аст. Гилҳои хокистари сафедхокӣ, ки қабати файзноки оҳаксангҳоро пушонидаанд, ҷинсҳои кушода ҳисоб мешаванд. Аз ин рӯ бо мақсади ҳалли масъалаҳои азхудкунии комплексии кон 5–намуна барои таҳлили химиявӣ гирифта шуд, ки дар ҷадв. 3 оварда шудааст.

Ҷадвали 3

Таркиби химиявии гилҳои хокистарӣ (бо %)

№ р/т	Компонентҳои химиявӣ, %										Ҳамагӣ
	т.з.т.	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	SO_3	K_2O	Na_2O	R_2O	
Намуна 1	14,8	47,84	12,93	4,02	12,13	1,16	1,53	1,48	1,36	2,66	99,91
Намуна 2	13,7	47,2	12,25	3,97	14,3	1,07	0,8	2,15	1,35	2,76	99,88
Намуна 3	13,3	48,93	12,6	4,81	12,32	2,25	1,04	1,31	1,48	2,86	99,95
Намуна 4	13,1	47,75	12,1	4,98	12,12	2,31	0,46	2,38	1,34	2,98	99,99
Намуна 5	12,4	49,15	13,68	4,98	12,02	1,38	0,83	1,85	1,49	2,02	99,98
Миёна	13,46	48,174	12,712	4,552	12,578	1,634	0,932	1,834	1,404	2,656	99,942

Дар соли 2007 аз рӯи натиҷаҳои “баланси давлати захираҳои ашёи карбонатӣ барои саноати химиявӣ, аз ҷумла семент” дар кони Пусхур захираи оҳаксанг ба миқдори (аз рӯи категорияҳо дар ҳаҷми ҳаз. тон): B–18455,9; C_1–67513; B+C_1–85968,98; C_2–107998 муайян карда шудааст.

Барои ҳосил кардани клинкер натиҷаи таҳқиқоти озмоишгоҳӣ гузаронида шуд, ки таркиби химиявии маъданҳои дар ҷадв. 2 ва 3 овардашударо барои ҳосилсозии клинкер аз маъданҳои ашёии маҳаллии оҳаксанг ва гил (ҷадв. 4) муайян менамоем.

Ҳисобҳои гузаронидашудаи таркиби омехтаи ашёвӣ бо мақсади муайянсозии таносубҳои миқдории компонентҳои ба таркиби омехта дохилшаванда ва инчунин ҳосилкунии клинкер бо таркибҳои химиявӣ ва минералогии муайян гузаронида шуданд. Зимни ин усулҳои гуногуни ҳисобкуниҳо аз усулҳои соддатарин то ба хеле муҳим ичро карда шуд. Асосашро таркиби химиявии ашёи хоми маҳаллӣ, ки дар шароити озмоишӣ муайян карда шудааст ташкил медиҳад. Таркиби химиявии клинкери сементро мувофиқи СТ (стандарти давлатӣ) ба эътибор гирифта, таркиби компонентҳои омехтаи ашёӣ ва клинкер дар таносубҳои гуногун муайян карда шудааст, ки натиҷаи онҳо дар ҷадв. 4 оварда шудааст.

Ҷадвали 4

Таркиби химиявии ашёи хом, омехта ва клинкер

Компонентҳо	$CaCO_3$	Гил	$CaCO_3$ 73 %	Гил 27 %	Омехтаи ашёвӣ 100 %	Клинкер
SiO_2	1,11	48,17	0,7992	13,488	14,2868	21,8588
AI_2O_3	0,76	12,71	0,5472	3,5588	4,106	6,2822
Fe_2O_3	0,09	4,55	0,0648	1,274	1,3388	2,0484
CaO	52,73	12,57	37,9656	3,5196	41,4852	63,4724
MgO	2,26	1,63	1,6272	0,4564	2,0836	3,1879
SO_3	0,75	0,93	0,54	0,2604	0,8004	1,2246
K_2O	0,05	1,83	0,036	0,5124	0,5484	0,8391
Na_2O	0,14	1,4	0,1008	0,392	0,4928	0,7540
R_2O	0,17	2,65	0,1224	0,742	0,8644	1,3225
Талафот зимни тафсонидан	42,91	13,46	30,8952	3,7688	34,664	–
Ҳамагӣ, %	100	100	72	28	100	100,0

Коэфитсиенти гузариш ба клинкер:

$$Kn = \frac{100}{100 - 35{,}5475} = 1{,}537$$

Барои муайянсозии ду компоненти ба таркиби омехта дохилшаванда усули таносуби зимни таносубҳои гуногуни ашёи масрафӣ истифода шуд, ки бо миқдори таркибии $CaCO_3$–91,78 % ва гил бо миқдори $CaCO_3$–17,39 % ҳиссаи фоизии омехта $CaCO_3$ ва гилӣ = 73 ва 27 ҳисоб мекунем.

Клинкери портландсемент аз пайвастагиҳои зерин иборат аст: силикати секалсийдор (алит) – $3CaO{\bullet}SiO_2$; силикати дукалсийдор (белит) – $2CaO{\bullet}SiO_2$; алюминати секалсийдор (алюминат) – $3CaO \bullet AI_2O_3$; алюмоферрити чоркалсийдор (феррит) – $4CaO{\bullet}AI_2O_3{\bullet}Fe_2O_3$

Алит. Минерали асосии клинкери портландсемент ба шумор меравад. Се шакли алит вуҷуд дорад C_3S, ки бо таркиб ва характери кристаллооптикӣ аз ҳам фарқ доранд. Ғайр аз он C_3S – и тоза дар таркиби клинкер ба шакли силикати секалсийдор, ки миқдори на он қадар зиёди омехтаҳои Fe_2O_3, MgO, P_2O_3, AI_2O_3 ва ғ. дорад. Барои C_3S–и тоза ду нуқтаи ҳароратӣ 1900–2070^oC муқаррар шудааст, ки дар ин миён раванди баръакси тағзияшавии алит ба C_2S ва CaO рух медиҳад. Алит мустаҳкамии баланд, тезтар сахтшавӣ ва дигар хосиятҳои портландсементро муайян мекунад ва бо формулаи зерин ифода карда мешавад:

$C_3S = 4{,}071 \cdot CaO – (7{,}6 \cdot SiO_2 + 6{,}718 \cdot Al_2O_3 + 1{,}430 \cdot Fe_2O_3)$

$C_3S = 4{,}071 \cdot 63{,}4724 – (7{,}6 \cdot 21{,}8588 + 6{,}313 \cdot 6{,}282 + 1{,}430 \cdot 2{,}048) = 49{,}683\%$

Белит. Мавҷудияти шакли сеполиморфии белит α–C_2S, β ва γ муқаррар шудааст. Барои клинкери портландсемент белит шакли β– C_2S–ро мегирад ва бо формулаи зерин муайян карда мешавад:

$C_2S = 2{,}867 \cdot SiO_2 – 0{,}754 \cdot C_3S$

$C_2S = 2{,}867 \cdot 21{,}8588 – 0{,}754 \cdot 49{,}683 = 25{,}2\%$

Инчунин таркиби минералогии клинкер (алюминат ва феррит)–ро бо формулаҳои зерин муайян менамоем:

Алюминат:

$C_3A = 2,650 \cdot Al_2O_3 – 1,692 \cdot Fe_2O_3$

$C_3A = 2,650 \cdot 6,282 – 1,692 \cdot 2,048 = 13,18$ %

Феррит:

$C_4AF = 3,043 \cdot Fe_2O_3$

$C_4AF = 3,043 \cdot 2,048 = 6,23$ %

Чи тавре ки аз формулаҳо бармеояд, миқдори алит (C_3S) дар таркиби клинкер 49,68 %–ро (аз рӯи СТ, 40–60 %) ташкил медиҳад ва ин аз он шабоҳат медиҳад, ки алити таркиби клинкер бо СТ мувофиқ аст. Миқдори маъданҳои асосӣ дар таркиби клинкери портландсементи оддӣ дар фосилаҳои зерин (% массавӣ) чунин мебошад: $3CaO \cdot SiO_2$= 40–65 %; $2CaO \cdot SiO_2$ =15–50 %; $3CaO \cdot Al_2O_3$=4–15 % ва $4CaO \cdot Al_2O_3 \cdot Fe_2O_3$=10 –18 %.

Белиту алюминат низ бо СТ мувофиқ буда, танҳо феррит ё 4–калсий алюмо–феррит (C_4AF), мувофиқи СТ бояд ин минерал 10–18 % ташкил диҳад, мувофиқат намеояд. Барои ҳосил кардани сементи дукомпонента миқдори оксиди оҳан нокифоя мебошад, бинобар ин барои ба даст овардани ин минерал бояд сементи секомпонента ҳосил намоем. Барои ҳосил кардани сементи секомпонента бояд иловаҳои танзимӣ яъне магнетит, ки миқдори зиёди оксиди оҳан дорад, илова намудан лозим меояд.

Ҳангоми муқоисакунии натиҷаҳои таҳлили химиявии портландсемент муқаррар карда шудааст, ки байни миқдори фоизии оҳак аз як тараф ва аз тарафи дигар бошад, байни оксидҳои силитсий, оҳан ва алюминий банди муайяне мавҷуд аст. Ин банди байни оксидҳо тавассути модули гидравликӣ муайян карда мешавад. Бинобар ин модули гидравликии (МГ) таносубҳои гуногуни клинкерро аз рӯи формулаи зерин ҳисоб мекунем.

$МГ = CaO/SiO_2 = 63,4724/21,8588 = 2,9$

МГ бояд мувофиқи СТ, аз 1,7÷2,3 бошад.

Сементҳои сифаташон хуб модули гидравликии тақрибан ба 2 баробарро доранд. Сементҳои МГ<1,7 оддатан мустаҳкамии нокифоя доранд; сементҳои МГ–ашон баробар ба 2,4 ва ё зиёда аз он ҳаҷми доимӣ надоранд.

Ҳисоби модули силикатӣ (MS). Нисбати SiO_2 – ро аз рӯи масса ба суммаи оксидҳои Al_2O_3 ва Fe_2O_3 мефаҳмонад:

$MS = SiO_2/Al_2O_3 + Fe_2O_3 = 21,8588/6,282 + 2,0484 = 2,62$

Модули силикатӣ одатан дар фосилаҳои 1,9÷3,2 ва нишондоди нисбатан хуби модули силикатӣ дар фосилаҳои 2,2÷2,6 мехобанд. Бо афзоиши модули силикатӣ қобилияти пухташавии клинкер аз ҳисоби пастравии миқдори фазаҳои моеъ, эҳтимолияти ташкилёбии часпакиро дар хумдон кам мекунад. Ғайр аз он афзоиши модули силикатӣ сабабгори камшавии қобилияти часпакӣ ва сахтшавии семент ба шумор меравад.

Ҳангоми пастшавии модули силикатӣ миқдори фазаҳои моеъ зиёд гашта, сабабгори нағз пухташавии клинкер ва ташкилёбии часпакиҳо дар хумдон мегардад ва бо ин мақсад барои сементҳо модули силикатӣ мувофиқи ҳисобҳои миёна то ба 2,62 баробар мебошад.

Ҳисоби модули гилхокӣ (ТМ). Таносуби массавии гилхок бо оксиди оҳан тавсиф дода мешавад:

$ТМ = Al_2O_3/Fe_2O_3 = 6,282/2,0484 = 3,06$

Модули гилхокӣ оддатан дар фосилаҳои 1,5–2,5 мехобад. Сементҳои миқдори

зиёди гилхокдошта ТМ – и баробар ба 2,5 ва зиёда аз онро дорад. Модули гилхокӣ дар муайянсозии миқдори фазаи моеъ дар клинкер аҳамияти ниҳоӣ дорад. Чи тавре ки дар боло қайд карда шуд, барои мувофиқ гардидани ҳисоби модули гилхокӣ, норасоии оксиди оҳан дар ҳосил кардани сементи дукомпонента ба назар мерасад, аз ин рӯ барои мустаҳкамӣ ва сахтии семент бояд иловаҳои танзимӣ илова намоем.

Чунин ҳодиса дар сементи бо номи Феррарӣ ҷой дорад, ки он бо хусусияти ҳароратӣ, гидрататсияи паст доштан, сахтшавии суст ва фурӯхамии пасту кам аз дигарон фарқ мекунад. Модули баланди гилхокӣ зимни модули пасти силикатӣ доштан ба сементҳои суръати сахтшавиашон баланд, ки зарурати иловаи миқдори зиёди гаҷ барои танзими суръати сахтшавиашон пеш меояд, хос аст.

Бинобар нокифоя будани феррит, модули гидравликӣ ва модули силикатӣ ба мо муяссар гардид, ки сементи секомпонентаро ҳисоб намоем, ки барои ҳосил кардани сементи секомпонента, магнетит илова кардан лозим аст.

Магнетит аслан аз кони Харангон, ки дар ҳудуди ноҳияи Варзоб ҷойгир аст, ба клинкери секомпонента истифода бурда мешавад. Нишонаи ҳадди аққали кон 920,2 м дар ҷараёни поёнии дарёи Варзоб ҷойгир аст.

Ҷисми ягонаи маъдани магнетитии шакли линза, ки дар самти шимолу ғарб ба се ҷисми мустақили маъдан ҷудо мешавад, муайян карда шудааст. Захираҳои ҳисобшудаи маъданҳои магнитӣ аз рӯи категорияи C_1 291831 т, аз рӯи категорияи C_2 811725 т ва захираҳои пешбинишуда аз рӯи категорияи P_1 459752 т.–ро ташкил медиҳанд. Дар баъзе минтақаҳои кон миқдори миёнаи Fe_2O_3+FeO дар маъдани магнетит то ба 63,1% мерасад.

Аз кони мазкур чанд намуда барои гузаронидани таркили химиявӣ гирифта шуд, ки натиҷаҳои онҳо дар ҷадв. 5 оварда шудааст.

Ҷадвали 5

Таркиби химиявии маъдани магнетит (бо %)

№ р/т	Компонентҳои химиявӣ, %										Ҳамагӣ
	т.з.т.	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	SO_3	K_2O	Na_2O	R_2O	
Намуна 1.	8,3	28,36	4,96	38,77	9,68	8,19	0,99	0,24	0,11	0,27	99,87
Намуна 2.	7,3	28,24	5,88	36,41	10,71	8,91	1,36	0,23	0,07	0,22	99,33
Намуна 3.	7,2	29,55	5,55	36,86	9,39	9,61	0,57	0,24	0,11	0,27	99,35
Намуна 4.	4	28,85	5,84	39,46	10,49	8,8	0,57	0,23	0,06	0,21	99,51
Намуна 5.	7,2	28,57	5,86	37,87	11,36	7,2	0,35	0,24	0,11	0,27	99,03
Миёна	6,8	28,714	5,618	37,874	10,326	8,542	0,768	0,236	0,092	0,248	99,418

Барои ҳосил кардани клинкери секомпонента натиҷаи таҳқиқоти химиявии дар ҷадв. 5 овардашударо бо таносубҳои муайян илова менамоем. Таркиби химиявии клинкери сементро, ки мувофиқи СТ ба эътибор гирифта, омехтаи ашёӣ ва клинкер бо таносубҳои гуногун муайян карда шудаанд, ки натиҷаи он дар ҷадв. 6 оварда шудааст.

Ҷадвали 6

Таркиби химиявии ашёи хом, омехта ва клинкер

Компо–нентҳо	$CaCO_3$	Гил	Магне–тит	$CaCO_3$ 71 %	Гил 26 %	Магне–тит 3 %	Омехтаи ашёвӣ 100 %	Клинкер
SiO_2	1,11	48,17	28,714	0,788	12,765	0,718	14,271	21,678
AI_2O_3	0,76	12,71	5,618	0,540	3,3682	0,140	4,048	6,149
Fe_2O_3	0,09	4,55	37,874	0,064	1,2058	0,947	2,217	3,367
CaO	52,73	12,57	10,326	37,438	3,3311	0,258	41,028	62,321
MgO	2,26	1,63	8,542	1,605	0,432	0,214	2,250	3,418
SO_3	0,75	0,93	0,768	0,533	0,2465	0,019	0,798	1,212
K_2O	0,05	1,83	0,236	0,036	0,485	0,006	0,526	0,800
Na_2O	0,14	1,4	0,092	0,099	0,371	0,002	0,473	0,718
R_2O	0,17	2,65	0,248	0,121	0,7023	0,006	0,829	1,259
т.з.т.	42,91	13,46	6,8	30,466	3,5669	0,170	34,203	–
Ҳамагӣ, %	100	100	100	71	26,5	2,5	100	100

Коэфитсиенти гузариш ба клинкер

$$Кп = \frac{100}{100 - 34{,}176} = 1{,}519$$

Муайян кардани минералҳои асосии сементи секомпонента:

Алит:

$C_3S = 4{,}071 \cdot CaO – (7{,}6 \cdot SiO_2 + 6{,}718 \cdot Al_2O_3 + 1{,}430 \cdot Fe_2O_3)$

$C_3S = 4{,}071 \cdot 62{,}321 – (7{,}6 \cdot 21{,}678 + 6{,}718 \cdot 6{,}149 + 1{,}430 \cdot 3{,}367) = 41{,}22$ %

Белит:

$C_2S = 2{,}867 \cdot SiO_2 – 0{,}754 \cdot C_3S$

$C_2S = 2{,}867 \cdot 21{,}678 – 0{,}754 \cdot 41{,}22 = 31{,}07$ %

Алюминат:

$C_3A = 2{,}650 \cdot Al_2O_3 – 1{,}692 \cdot Fe_2O_3$

$C_3A = 2{,}650 \cdot 6{,}149 – 1{,}692 \cdot 3{,}367 = 10{,}6$ %

Феррит:

$C_4AF = 3{,}043 \cdot Fe_2O_3$

$C_4AF = 3{,}043 \cdot 3{,}367 = 10{,}24$ %

Тавре ки дида мешавад, миқдори маъданҳои асосӣ дар таркиби клинкери портландсементи секомпонента аз рӯи СТ алит 40–65 %, белит 15–50 %, алюминат 4–15 % ва феррит 10 –18 % мувофиқат менамояд.

Модули гидравликӣ:

$МГ = CaO/SiO_2 = 62{,}321/21{,}678 = 2{,}8$

Ҳисоби модули силикатӣ:

$MS = SiO_2/AI_2O_3 + Fe_2O_3 = 21{,}678/6{,}149 + 3{,}367 = 2{,}3$

Ҳисоби модули гилхокӣ:

$ТМ = AI_2O_3/Fe_2O_3 = 6{,}149/3{,}367 = 1{,}8$

Мувофиқи стандарти давлати модули гидравликӣ, силикатӣ ва гилхокӣ ба талаботҳои семент ҷавобгӯ мебошанд.

Дар клинкери модули гилхокиаш оддӣ ва на он қадар баланд *КС* дар шакли C_5A_3 вомехурад, дар баробари алюмоферрити калсий инчунин пайвастагиҳои ишқордори $Na_2O•8CaO•AI_2O_3$ ва $K_2O•23CaO•12SiO_2$ мушоҳида мешаванд.

Коэффитсиенти сершавиро дар таркиби клинкер бо формулаи зерин муайян намудем:

$$Кс = \frac{CaO}{2{,}8 \cdot SiO_2 + 1{,}18 \cdot Al_2O_3 + 0{,}65 \cdot Fe_2O_3} = \frac{62{,}321}{2{,}8 \cdot 21{,}678 + 1{,}18 \cdot 6{,}149 + 0{,}65 \cdot 3{,}367} = 0{,}88$$

Коэффитсиенти сершавӣ дар таркиби клинкер аз рӯи стандарт бояд дорои қиматҳои аз 0,8–0,95 гардад. Барои сементҳои фаъол ва мустаҳкам ин қимат аз 0,92 то 0,95 – ро ташкил медиҳад.

Дар натиҷаи таҳқиқоти гузаронидашуда имконияти муайян намудани таркиби клинкери портландсемент аз омехтаҳои дукомпонента ва секомпонентаи маъданҳои маҳаллӣ бо усули ҳисобӣ асоснок карда шуд. Натиҷаҳои таҳлилҳои кимиёвии оҳаксанг ва гили кони Пусхур нишон доданд, ки онҳо метавонанд ҳамчун ашёи хоми асосӣ барои истеҳсоли клинкер истифода шаванд. Ҳисобҳои минералогӣ ва модулҳои технологӣ нишон доданд, ки клинкери дукомпонента аз рӯи таркиби алит, белит ва алюминат ба талаботи стандарт ҷавобгӯ буда, аммо аз сабаби нокифоя будани оксиди оҳан миқдори минерали феррит (C_4AF) ба меъёрҳои муқаррарнамудаи СТ мутобиқат намекунад.

Бо илова намудани маъдани магнетити кони Харангон ҳамчун компоненти сеюм таркиби минералогии клинкер ислоҳ гардида, миқдори минералҳои асосӣ, инчунин модулҳои гидравликӣ, силикатӣ ва гилхокӣ ба талаботи стандарт мувофиқ гардиданд. Ҳамин тавр, муайян карда шуд, ки истифодаи усули ҳисобӣ дар интихоби таносуби оптималии компонентҳои ашёи хом имкон медиҳад, ки бе гузаронидани шумораи зиёди озмоишҳои истеҳсолӣ таркиби клинкери сифатнок пешакӣ асоснок карда шавад.

Натиҷаҳои бадастомада аз ҷиҳати илмӣ ва амалӣ барои ташкили истеҳсоли портландсемент бо истифодаи маъданҳои маҳаллии Ҷумҳурии Тоҷикистон аҳамияти муҳим дошта, метавонанд барои рушди саноати семент, истифодаи самараноки захираҳои табиӣ ва коҳиш додани харочоти истеҳсолот заминаи мусоид фароҳам оваранд.

АДАБИЁТ:

1. Тураев С.С., Маҳмадраҳимов Р.Қ., Рузиев Ҷ.Р. Таҳлили физикӣ–химиявӣ ва муайян намудани захираҳои маъданҳои кони пусхури ноҳияи ёвон барои истеҳсоли семент. Паёми Донишгоҳи давлатии Данғара. Бахши илмҳои табиӣ – 2025. – №1 (31).– С.109–119.
2. Азизхонова, Р.Г. Рушди саноати семент дар остонаи ҳадафи чоруми стратегӣ “Саноаткунонии босуръат” [Матн] / Р.Г. Азизхонова // Гузоришҳои Академияи илмҳои Ҷумҳурии Тоҷикистон, Шӯъбаи илмҳои ҷамъиятшиносӣ. – 2020. – №3 (011).– С.43–46.
3. Маҳмадраҳимов Р.Қ., Рузиев Ҷ.Р. Таҳлили физикӣ–химиявии маъданҳо барои истеҳсоли семент. Маводи конференсияи илмӣ–назариявии байналмилалӣ дар мавзӯи «Рушди илмҳои химия, технология ва экология» бахшида ба 20–солагии таъсисёбии кафедраи «Технология ва экологияи химиявӣ» ва «Бистсолаи омӯзиш ва рушди фанҳои табиатшиносӣ, дақиқ ва

риёзӣ дар соҳаи илму маориф» (12–13–уми майи соли 2023) / саҳ.54–56. – Душанбе – 2023.

4. Мирзоев П., Бобоев Х.Э., Мирзоев Б., Туйчиев Х. Исследования получения клинкера для производства цемента из отходов алюминийсодержащих сырья. // Материалы Х111–Международной научно – практической конференции «Переспективы развития науки и образования» ТТУ.им. М.С.Осими. – Душанбе–2016 г. часть–2 С. 35 – 38.
5. Тураев С.С., Эмомов И.А. Технологии ҳосил кардани портландсемент аз маъданҳои алюминийдор. Маводи конфренсияи дуюми ҷумҳуриявии илмӣ–назариявии олимон ва муҳаққиқони ҷавони ДМТ «ДМТ– Маркази тайёр кардани мутахассисони соҳибунвон» бахшида ба «25–солагии Истиқлолияти давлатии Ҷумҳурии Тоҷикистон», – Душанбе, 2016. –С.193–196.
6. Эмомов Б.Ф., Мирзоев Б., Бобохонов Ф.Ш. Расчет компонентов шихты и клинкера из отходов местных алюмосодержащих минералов после выщелачивания. // Материалы Международной научно – практической конференции «Ускоренная индустриализация – основной факторов развития Таджикистана» – Кушониён, 2019 г. –С.343–347.

МУАЙЯН НАМУДАНИ ТАРКИБИ ХИМИЯВИИ АШЁИ ХОМИ МАҲАЛЛӢ ВА ТАРКИБИ МИНЕРАЛОГИИ КЛИНКЕРИ ПОРТЛАНДСЕМЕНТ АЗ ОМЕХТАҲОИ ДУКОМПОНЕНТА ВА СЕКОМПОНЕНТА

Дар мақолаи мазкур натиҷаҳои таҳлилҳои химиявӣ ва минералогии маъданҳои маҳаллӣ барои ҳосил намудани клинкери сементи дукомпонента ва секомпонента омухта шудааст. Дар клинкери семент минералҳои асосии он алит, белит, алюминат ва феррит муайян карда шудааст. Инчунин дар пайвастагиҳо оксидҳои клинкер, таркиби минералогии он, модулҳо ва коэффитсиентҳои дахлдор дар таркиби клинкери ҳосилшуда муайян карда шудааст.

Калидвожаҳо: клинкер, семент, гил, оҳаксанг, магнетит, модули гидравликӣ, модули силикатӣ, модули гилхокӣ.

Маълумот дар бораи муаллифон: Садриддинзода Сабур Садриддин – номзади илмҳои техникӣ, дотсенти кафедраи сохтмон ва меъморӣ, Донишгоҳи давлатии Данғара. Телефон: (+992) 93–544–10–70. E–mail: Turaev–S@mail.ru

Маҳмадраҳимов Раҷабалӣ Қурбоналиевич – муаллими калони кафедраи сохтмон ва меъморӣ, Донишгоҳи давлатии Данғара. Телефон: (+992) 206–70–06–06. E–mail: mahmadrahimovrajabali@mail.ru

Назаров Хуҷавалӣ Ёдихуҷаевич – муаллими калони кафедраи сохтмон ва меъморӣ, Донишгоҳи давлатии Данғара. Телефон: (+992) 93–560–60–65. E–mail: hucavalinazarov889@gmail.com

Исоев Фаррух Бозорович – ассистенти кафедраи сохтмон ва меъморӣ, Донишгоҳи давлатии Данғара. Телефон: (+992) 90–133–33–18. E–mail: isozoda_0404@mail.ru

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА МЕСТНОГО СЫРЬЯ И МИНЕРАЛОГИЧЕСКОГО СОСТАВА ПОРТЛАНДЦЕМЕНТНОГО КЛИНКЕРА ИЗ ДВУХКОМПОНЕНТНЫХ И ТРЁХКОМПОНЕНТНЫХ СМЕСЕЙ

В данной статье изучены результаты химико–минералогического анализа местных минералов для получения двухкомпонентного и трехкомпонентного цементного клинкера. В клинкере цемента определены его основные минералы алит, белит, алюминат и феррит. Также в соединениях оксидов клинкера определен его минералогический состав, модули и соответствующие коэффициенты в составе получаемого клинкера.

Ключевые слова: клинкер, цемент, глина, известняк, магнетит, гидравлический модуль, силикатный модуль, глиноземный модуль.

Свидения об авторах: Садриддинзода Сабурд Садриддин – к.т.н., доцент, кафедры строительство и архитектура, Дангаринского государственного университета. Телефон: (+992) 93–544–10–70. E–mail: Turaev–S@mail.ru

Махмадрахимов Раджабали Курбоналиевич – старший преподователь кафедры строительство и архитектура, Дангаринского государственного университета. Телефон: (+992) 206–70–06–06. E–mail: mahmadrahimovrajabali@mail.ru

Назаров Худжавалӣ Ёдихуджаевич – старший преподователь кафедры строительство и архитектура, Дангаринского государственного университета. Телефон: (+992) 93–560–60–65. E–mail: hucavalinazarov889@gmail.com

Исоев Фаррух Бозорович – ассистент кафедры строительство и архитектура, Дангаринского государственного университета. Телефон: (+992) 90–133–33–18. E–mail: isozoda_0404@mail.ru

DETERMINATION OF THE CHEMICAL COMPOSITION OF LOCAL RAW MATERIALS AND THE MINERALOGICAL COMPOSITION OF PORTLAND CEMENT CLINKER FROM TWO–COMPONENT AND THREE–COMPONENT MIXTURES

This article examines the results of chemical and mineralogical analysis of local minerals to obtain two–component and three–component cement clinker. The main minerals of cement clinker are alite, belite, aluminate and ferrite. Also, in the compounds of clinker oxides, its mineralogical composition, modules and corresponding coefficients in the composition of the resulting clinker are determined.

Keywords: clinker, cement, clay, limestone, magnetite, hydraulic module, silicate module, alumina module.

Information about the authors: Sadriddinzoda Sabur Sadriddin – Ph.D., Associate Professor, Department of Construction and Architecture, Dangara State University. Phone: (+992) 93–544–10–70. E–mail: Turaev–S@mail.ru

Makhmadrakhimov Rajabali Kurbonalievich – senior lecturer at the Department of Construction and Architecture, Dangara State University. Phone: (+992) 206–70–06–06. E–mail: mahmadrahimovrajabali@mail.ru

Назаров Худжавалӣ Ёдихуджаевич – senior lecturer at the Department of

Construction and Architecture, Dangara State University. Phone: (+992) 93–560–60–65. E–mail: hucavalinazarov889@gmail.com

Исоев Фаррух Бозорович – assistant at the Department of Construction and Architecture, Dangara State University. Phone: (+992) 90–133–33–18. E–mail: isozoda_0404@mail.ru

УДК: 546.49–386

КОМПЛЕКСНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ РТУТИ (II) С N – АЦЕТИЛТИОМОЧЕВИНОЙ

Халимова Р.С., Сафаров С.И., Курбонова Ф.Ш.
Таджикский национальный университет

Ртуть, соединения ртути и сплавы на её основе, нашли широкое применение в различных отраслях науки и техники: медицине, фармации, химической технологии, производстве красителей, сельском хозяйстве и др. В современной химии координационных соединений, комплексы на основе ртути (II) с органическими лигандами ввиду их физико–химических особенностей и прикладному использованию нашли свое широкое применение. Среди различных органических лигандов важно отметить значимое место N– ацетилтиокарбамида, так как в его системе имеются несколько функциональных тиольных (–SH–SH) и амидных ($–CONH_2–CONH_2$) групп, способных к координации с переходными металлами. Имеются некоторые литературные данные о снижении отравляющего действия некоторых тяжелых металлов (кадмий, ртуть, свинец) в процессе комплексообразования с органическими аддентами. Также имеется информация о негативном влиянии ртути и его соединений на окружающую среду. В ряду органических лигандов, способных к реакции комплексообразования с ионами ртути, особое место занимают серусодержащие соединения. Комплексные соединения ртути (II) с N – ацетилтиокарбамидом могут быть использованы в аналитической химии (в качестве реагентов для определения ионов металлов), в биохимии (моделирование металлферментов), а также в материаловедении (при получении функциональных материалов).

В работе [1] представлены данные по определению электрической проводимости оксохлоридных и оксобромидных комплексных соединений рения (V) с N – ацетилтиомочевиной. Показано, что диметилформамидные растворы комплексных соединений в средах 6 моль/л HCl и 5 моль/л HBr при температуре 298К имеют значения молярной электрической проводимости характеризующих как электролиты типа 1:1. Выявлено, что замена хлоридных ионов на бромидные в составе комплексов приводит к возрастанию значений μ независимо от температуры опыта. Исследование зависимости молярной электрической проводимости от концентрации показало, что с разбавлением электропроводность растворов увеличивается.

В работе [2] методом инфракрасной спектроскопии были исследованы комплексные соединения рения (V) с N – ацетилтиомочевиной. Установлено, что органический лиганд координируется к металлу через атом серы тионной группы. Аминогруппы и ацетильная группа, которые сами содержат донорные атомы, в координации с атомом металла не участвуют. Смещение линий поглощения υ(C=S) в область низких частот свидетельствует о монодентатной координации между

органическим лигандом и атомом металла. Авторами работы [3] определены оптимальные условия синтеза комплексных соединений рения (V) с ацетилтиомочевиной. Установлено, что на состав образующихся комплексов существенное влияние оказывает концентрация кислоты. Показано, что в координации с рением (V) участвует атом серы молекулы лиганда.

Синтез комплексного соединения состава $[HgL(H_2O)(NO_3)_2]$

0,5 г N–ацетилтиомочевины (**L**) растворили в 10 мл 2 моль/л раствора азотной кислоты. Затем добавили 10 мл раствора HNO_3, в котором растворили 1,45 г соли $Hg(NO_3)_2 \cdot H_2O$. Реакционную смесь перемешивали в течение 5–6 часов, в результате чего образовался серый осадок. Осадок промыли 2 моль/л раствором HNO_3 (50 мл) и дистиллированной водой. Затем высушили его в вакуумном эксикаторе над KOH. Полученное комплексное соединение растворимо в диметилформамиде, диметилсульфоксиде и ацетоне (частично). В результате выход комплексного соединения составил 70%.

Синтез комплексного соединения состава $[HgL_2(NO_3)_2]$

Мы растворили 0,5 г N–ацетилтиомочевины в 10 мл 2 моль/л раствора азотной кислоты. Затем добавили 10 мл раствора HNO_3, в котором находилось 0,72 г соли $Hg(NO_3)_2 \cdot H_2O$. Реакционную смесь перемешивали в течение 5–6 часов, в результате чего образовался темно–серый осадок. Полученный осадок промыли 2 моль/л раствором HNO_3 (50 мл) и дистиллированной водой. Затем высушили его в вакуумном эксикаторе над KOH. Полученное комплексное соединение растворимо в диметилформамиде, диметилсульфоксиде и ацетоне (частично). Выход комплексного соединения составил 65%.

Синтез комплексного соединения $[HgL_3(NO_3)]NO_3$

Мы растворили 0,5 г N–ацетилтиомочевины в 10 мл 2 моль/л раствора азотной кислоты. Затем добавили 10 мл раствора HNO_3, в котором растворилось 0,49 г соли $Hg(NO_3)_2 \cdot H_2O$. Реакционную смесь перемешивали в течение 5–6 часов, в результате чего образовался темно–серый осадок. Полученный осадок промыли 2 моль/л раствором HNO_3 (50 мл) и дистиллированной водой. Затем высушили его в вакуумном эксикаторе над KOH. Полученное комплексное соединение растворимо в диметилформамиде, диметилсульфоксиде и ацетоне (частично). Выход комплексного соединения составил 72%.

Синтез комплексного соединения состава $[HgL_4](NO_3)_2$

Мы растворили 0,5 г N–ацетилтиомочевины в 10 мл 2 моль/л раствора азотной кислоты. Затем добавили 10 мл раствора HNO3, в котором растворилось 0,36 г соли $Hg(NO_3)_2 \cdot H_2O$. Реакционную смесь перемешивали в течение 5–6 часов, в результате чего образовался темно–серый осадок. Полученный осадок промыли 2 моль/л раствором HNO_3 (50 мл) и дистиллированной водой. Затем высушили его в вакуумном эксикаторе над KOH. Полученное комплексное соединение растворимо в диметилформамиде, диметилсульфоксиде и ацетоне (частично). Выход комплексного соединения составил 60%.

В таблице 1 приведены данные элементного анализа комплексных соединений ртути (II) с N – ацетилтиомочевиной.

Таблица 1. – Данные элементного анализа комплексных соединений ртути (II) с N – ацетилтиомочевиной

Состав комплекса	Массовые доли элементов, %											
	Экспериментальные						Рассчитанные					
	Hg	N	O	S	H	C	Hg	N	O	S	H	C
$[HgL(H_2O)(NO_3)_2]$	44, 2	14,	26,6	7,6	1,7	8,2	43,6	12,1	27,7	6,9	1,5	7,8
$[HgL_2(NO_3)_2]$	34,9	15,2	22,9	12,6	2,7	12,9	35,7	15,0	22,9	11,4	2,1	12,9
$[HgL_3(NO_3)]NO_3$	30,2	17,8	20,9	13,7	2,1	16,6	29,6	16,5	21,2	14,1	2,6	15,9
$[HgL_4](NO_3)_2$	24,0	15,8	19,9	14,5	3,0	18,5	25,1	17,6	20,1	16,1	3,0	18,1

Для идентификации донорных атомов, посредством которых происходит координация органического лиганда с атомом металла комплексообразующего агента, нами были проведены спектроскопические исследования свободного лиганда и синтезированных соединений в диапазоне частот 4000–400 $см^{-1}$. Следует отметить, что изучаемый лиганд содержит несколько донорных атомов, способных к координации с атомом металла.

Инфракрасный спектр органического лиганда N–ацетилтиомочевины представлен в работе авторов [4]. Они отнесли полосы на частотах 1710 и 1690 $см^{-1}$ к рассеянию карбонильной группы. Полоса C=S видна в диапазоне частот 835, 732 и 620 $см^{-1}$.

Различие в полосах C–N указывает на наличие нескольких пиков валентной полосы CN, которые обозначаются как υas(NCN), υs(NCN), υas(NCC), υs(NCC) и появляются в диапазоне 1550 и 1000; 1370 и 835 $см^{-1}$. Пики полосы υ(CO) появляются в диапазоне 1865 $см^{-1}$ и 1700 $см^{-1}$. В непрерывном инфракрасном спектре комплекса $[HgL(NO_3)_3]$ пики полос групп CN слегка меняют свое положение и появляются в диапазоне 1560 и 1005; 1373 и 852. Этот экспериментальный фактор указывает на отсутствие группы CN в координации с ртутью (II).

Ацетильная группа лиганда, имеющая полосу высокой интенсивности при 1700 $см^{-1}$, появляется при 1699 $см^{-1}$ в непрерывном спектре комплекса $[HgL_2(NO_3)_2]$, тогда как в спектре поглощения комплекса $[HgL_4](NO_3)_2$ она не меняет своё положение и появляется при 1700 $см^{-1}$. Этот экспериментальный факт доказывает отсутствие ацетильной группы в координации с ртутью (II).

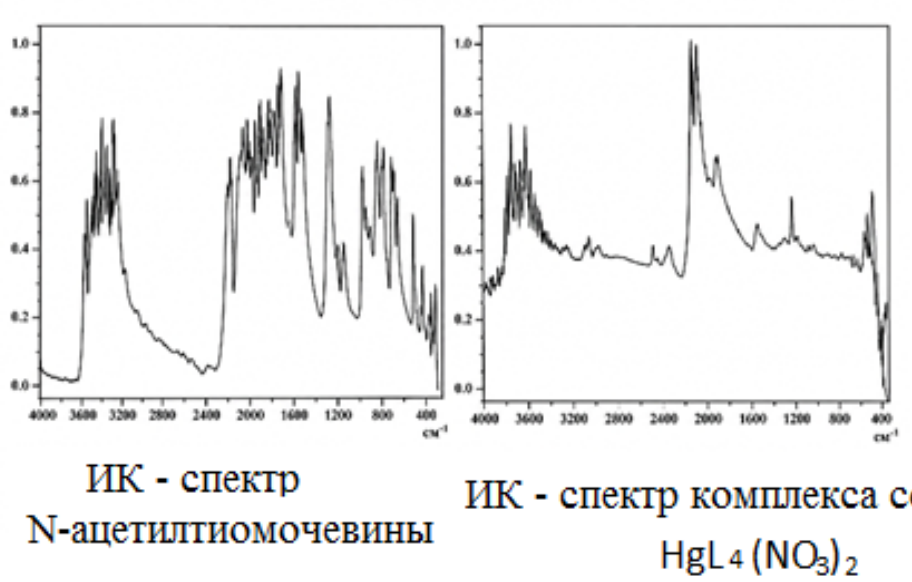


Рисунок 1. ИК – спектры N –ацетилтиомочевины и комплекса состава $HgL_4(NO_3)_2$

В инфракрасных спектрах свободного нитрат–иона характерны полосы, поглощения относящиеся к нелинейным деформационным колебаниям в области 830 $см^{-1}$, валентным колебаниям при 1390 $см^{-1}$ и линейным деформационным колебаниям при 720 $см^{-1}$. Согласно данным [5], симметрия нитрат–иона уменьшается при координации с атомом металла. В случае любой координации нитратного лиганда должны присутствовать шесть одинаково активных пиков. Валентные полосы координированного нитрат–иона расщепляются на два пика, появляющихся в диапазоне частот 1480–1530 $см^{-1}$ и 1250–1290 $см^{-1}$. Деформационные колебания проявляются в области частот 815–830 $см^{-1}$.

Пики, принадлежащие группе C=S в спектрах комплексных соединений, изменяют свое положение с 17 $см^{-1}$ до 31 $см^{-1}$ и становятся видимыми в областях 852, 749 и 651. Этот экспериментальный фактор указывает на координацию N–ацетилтиомочевины с монодентатным атомом ртути через группу C=S.

Таким образом, на основании анализа инфракрасных спектров N–ацетилтиомочевины и комплексов ртути (II) было установлено, что изучаемый лиганд координируется с ионом ртути через атом серы тионной группы. Аминогруппы и ацетильная группа, содержащие донорные атомы, не участвуют в координации с атомом металла.

Для определения параметров кристаллической элементарной ячейки мы провели рентгенофазовый анализ синтезированных комплексных соединений. Рентгенограммы комплексных соединений, состава $[HgL_2(NO_3)_2]$ и $[HgL_4](NO_3)_2$, имеют множество рефлексов, что указывает на высокую степень кристалличности комплексных соединений. Интенсивность линий оценивалась по стобальной шкале. Интерпретация рентгенограмм проводилась по методу Липсона [6]. Параметры элементарной ячейки определялись с точностью ±0,02°А. На рисунке 1 показаны рентгенограммы N–ацетилтиомочевины и ее комплексных соединений со ртутью (II).

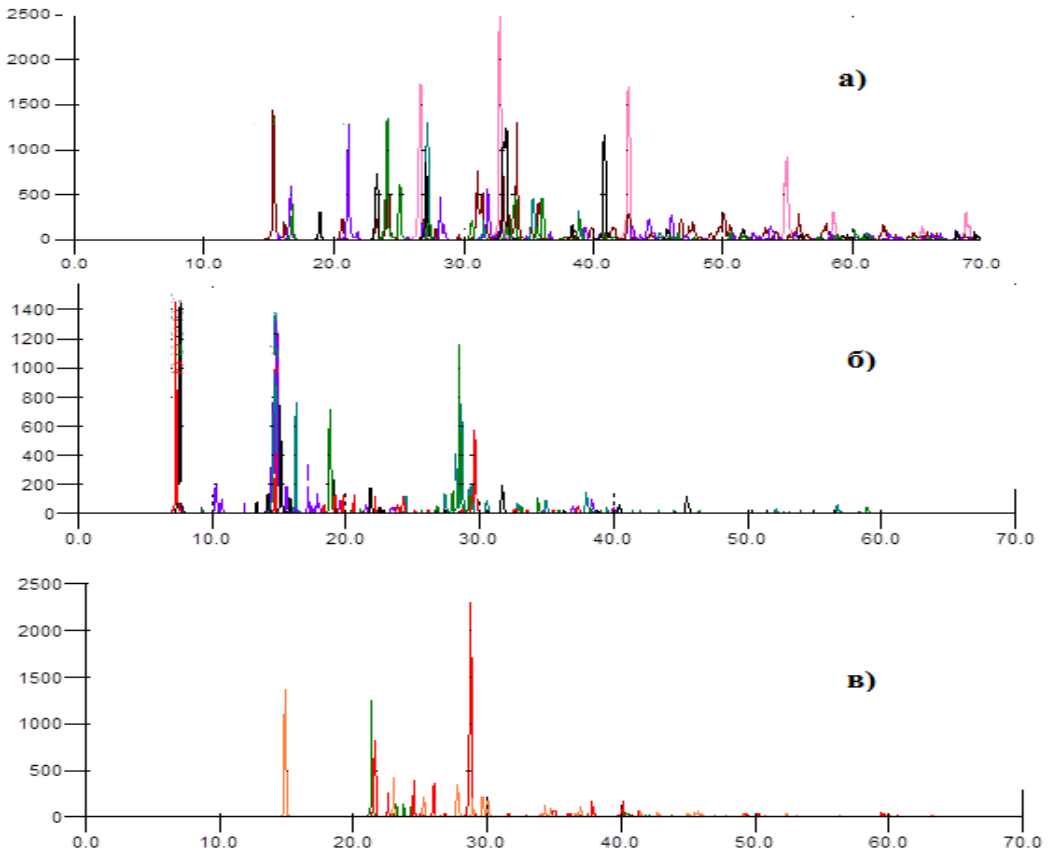


Рисунок 2. – Рентгенограммы: а) $Hg(NO_3)_2$; б) $[HgL_2(NO_3)_2]$; в) $[HgL_4](NO_3)_2$

Из рисунка 2 видно, что комплексные соединения ртути (II) с N–ацетилтиомочевиной обладают высокой кристалличностью и множеством отражений. В ходе анализа рентгенограмм было обнаружено, что по сравнению с солью $Hg(NO_3)_2$ характерные линии комплексных соединений появляются при низких значениях 2Ѳ. Такие изменения связаны с изменением параметра элементарной ячейки при замене нитрат–ионов органическим лигандом.

Сравнение рентгенограмм комплексов ртути $[HgL_2(NO_3)_2]$ и $[HgL_4](NO_3)_2$ показало, что общие характеристики рентгенограмм не изменяются, что указывает на их изоструктурность. На рентгенограммах наблюдается лишь перераспределение интенсивности отражений и их изменение, что свидетельствует об увеличении расстояния между атомами в определенных кристаллографических направлениях.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Курбонова, Ф.Ш. Определение электрической проводимости растворов комплексных соединений рения (V) с N – ацетилтиомочевиной / Ф.Ш. Курбонова, С.И. Сафаров // Материалы конференции Аналитическая химия и её значение в развитии естественных и технических наук. Душанбе. 2025. С. 114–118.
2. Курбонова Ф.Ш. Комплексные соединения рения (V) с N–ацетилтиомочевиной и 1–ацетил–4–метилтиосемикарбазидом. Автореф. дисс. канд. хим. наук. Душанбе. 2015. –22С.
3. Аминджанов, А.А. Комплексные соединения рения (V) с ацетилтиомочевиной / А.А. Аминджанов, С.М. Сафармамадов, Ф.Ш.

Курбонова // Доклады академии наук РТ. Том: 54. Выпуск: 10 Год: 2011 С. 831–836. УДК: 541.4:(4546.74.2+548.736).
4. Харитонов Ю.Я. ИК спектры поглощения N – ацетилтиокарбамида. / Ю.Я. Харитонов, Т.Н. Гущина // Журн. неорган. химии. 1988. Т.33. №9. С.2228–2233.
5. Кукушкин, Ю.Н. Химия координационных соединений/Ю.Н.Кукушкин. – Москва, 1987. 454 с.
6. Липсон Г., Стипл Г., Интерпретация порошковых рентгенограмм. – М.: Мир, 1972. – С.384.

КОМПЛЕКСНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ РТУТИ (II) С N – АЦЕТИЛТИОМОЧЕВИНОЙ

Синтезированы и исследованы методами ИК – спектроскопии и рентгенографии новые комплексные соединений ртути (II) с N – ацетилтиомочевиной. Методом инфракрасной спектроскопии доказана монодентатная координация N–ацетилтиомочевины к ртути (II) посредством атома серы тионной группы. Кристалличность синтезированных комплексов была определена методом рентгенофазового анализа.

Ключевые слова: *комплексные соединения, ртуть (II), N – ацетилтиомочевина, координация, ИК–спектроскопия, рентгенофазовый анализ, кристалличность, тионная группа.*

Сведение об авторе: Халимова Рухшона Султановна соискатель кафедры неорганической химии ТНУ. Адрес: 734025, Республика Таджикистан, г. Душанбе, проспект Рудаки, 17. Телефон: +992 988 07 66 32.

Сафаров Саймуҳамад Исломович заведующий кафедрой неорганической химии Таджикского национального университета, кандидат химических наук, доцент.г. Душанбе, пр. Рудаки, 17, Таджикский национальный университет. Тел.: (+992) 918–26–55–35. E–mail: saimuhamad@mail.ru

Курбонова Фируза Шамсуллоевна кандидат химических наук, доцент кафедры аналитической химии ТНУ. Адрес: 734025, Республика Таджикистан, г.Душанбе, проспект Рудаки, 17. Телефон: +992 00 144 29 92. E–mail: firuza.kurbonova@internet.ru

ПАЙВАСТАҲОИ КОМПЛЕКСИИ СИМОБ (II) БО N – АТСЕТИЛТИОМОЧЕВИНА

Пайвастаҳои нави координатсионии симоб (II) бо N – атсетилтиомочевина синтез карда шуда, бо усулҳои спектроскопияи инфрасурх ва рентгенографӣ таҳқиқ карда шудаанд. Бо усули спектроскопияи инфрасурх координатсияи монодентатии N–атсетилтиомочевина ба симоб (II) тавассути атоми сулфури гурӯҳи тионӣ исбот карда шуд. Кристаллнокии пайвастаҳои синтезкарда бо усули таҳлили рентгенӣ муайян карда шудааст.

Калимаҳои калидӣ: пайвастаҳои комплексӣ, симоб (II), N–атсетилтиомочевина, спектроскопияи ИС, таҳлили рентгенӣ, кристаллнокӣ, гурӯҳи тионӣ.

Маълумот дар бораи муаллифон: Ҳалимова Рухшона Султановна унвонҷӯи кафедраи химияи ғайриорганикии ДМТ. Суроға: 734025, Ҷумҳурии Тоҷикистон, ш. Душанбе, хиёбони Рӯдакӣ, 17. Телефон:+992 988 07 66 32.

Сафаров Саймуҳамад Исломович мудири кафедраи химияи ғайриузвии факултети химияи Донишгоҳи миллии Тоҷикистон, номзади илмҳои химия, дотсент ш. Душанбе, х. Рудакӣ, 17, Донишгоҳи миллии Тоҷикистон. Тел.: (+992) 918–26–55–35. E–mail: saimuhamad@mail.ru

Курбонова Фируза Шамсуллоевна дотсенти кафедраи химияи таҳлилии факултети химияи Донишгоҳи миллии Тоҷикистон, номзади илмҳои химия, дотсент ш. Душанбе, х. Рудакӣ, 17, Донишгоҳи миллии Тоҷикистон. телефон: (+992) 00–144–29–92; E–mail: firuza.kurbonova@internet.ru

MERCURY(II) COMPLEXES WITH N–ACETYLTHIOUREA

New mercury(II) complexes with N–acetylthiourea have been synthesized and investigated using IR spectroscopy and X–ray diffraction. Infrared spectroscopy demonstrated the monodentate coordination of N–acetylthiourea to mercury(II) via the sulfur atom of the thione group. The crystallinity of the synthesized complexes was determined by X–ray phase analysis.

Keywords: complex compounds, mercury(II), N–acetylthiourea, coordination, IR spectroscopy, X–ray phase analysis, crystallinity, thione group.

About athors: Halimova Rukhshona Sultanovna applicant for the Department of Inorganic Chemistry, TNU. Address: 734025, Republic of Tajikistan, Dushanbe, Rudaki Avenue, 17. Phone: +992 988 07 66 32.

Safarov Saimuhamad Islomovich Head of the Inorganic Chemistry Department at the Tajik National University, PhD in Chemistry, Associate Professor. Dushanbe, 17 Rudaki Ave., Tajik National University. Tel.: (+992) 918–26–55–35. Email: saimuhamad@mail.ru

Kurbonova Firuza Shamsulloevna Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor of the Department of Analytical Chemistry, TNU. Address: 734025, Republic of Tajikistan, Dushanbe, Rudaki Avenue, 17. Phone: +992 00 144 29 92. E–mail: firuza.kurbonova@internet.ru

УДК: 581.1:633.88:535.37

ВЛИЯНИЕ ПРЕДПОСЕВНОГО УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ОБЛУЧЕНИЯ СЕМЯН НА РОСТ И РАЗВИТИЕ РАЗЛИЧНЫХ СОРТОВ КАЛЕНДУЛЫ ЛЕКАРСТВЕННОГО (CALENDULA OFFICINALIS L.)

Довутова С., Худжаназарова Г., Наврузбекова М.

Памирский биологический институт им. академика Х.Юсуфбекова АН Республики Таджикистан

Введение

В условиях возрастающей нагрузки на агроэкосистемы особую актуальность приобретает поиск приёмов, позволяющих повышать устойчивость растений без применения химических стимуляторов. Один из таких подходов является использование физических факторов, в частности ультрафиолетового излучения, как средство предпосевной обработки семян.

Ранее установлено, что воздействие УФ–облучение может вызывать разнонаправленный эффекты от активации физиологических процессов до их угнетение, что определяется интенсивности и продолжительностью облучения[1.2]. УФ– радиация по разному влияет на растения, по этому каждый вид имеет свою, определённую реакцию на разные зоны спектра и дозы облучения. Характер действия облучения завесить от продолжительности экспозиции. Так на основах многолетних экспериментов показано, что УФ радиация подавляет рост основных органов растений не зависима от степени их адаптации к экстремальным фактором высокогорий. Отзывчивость на УФ облучение у всех изученных растений проявлялось в период их интенсивного роста [Худжаназарова.Г.С.,2003,с.11.]. Существенное значение при этом имеет способность растений к восстановлению после стрессового воздействия.

Не смотря на имеющийся данные, сравнительные исследования сортов календулы в условиях высокогорья остаются ограниченными, что и определила цель настоящей работы.

Материалы и методы

Семена перед посевом подвергались ультрафиолетовому облучению УФ С–254нм. Опыты были заложены на экспериментальном участке Варцушдашт, расположенном на высоте 2100 м над уровнем моря в течение 30,60 и 90мин. Контрольный вариант не обрабатывался.

В качестве Объектам служили 5 сортов календулы лекарственной (*Calendula officinalis L*): Тути Фрути, Арт Шадес, Махровый золотой Император, Гейша и Махровый оранжевый.

В течение вегетационного периода проводились фенологические наблюдения и биометрические измерения по методике Байдемана. Учёты проводились еженедельно, при этом каждые 10 дней фиксировались следующие показатели: высота растений, размер листовой пластинки, и формирование вегетативных и генеративных органов, по методике Байдемана [3]

Результаты и их обсуждение

Анализ получены данных показал, что реакция растений на ультрафиолетовое воздействие не является однотипной и существенно вирирует в зависимости от сорта.

Таблица 1. Влияние УФ–облучения на ростовые параметры сорта «Арт Шадес»

Вариант опыта	Высота (см)	Длина листья (см)	Ширина листья (см)
Контроль	25,4 ± 0,6	18,2 ± 0,5	6,8 ± 0,5
УФ–254нм 30 мин	24,2 ± 0,4	14,9 ± 0,5	5,6 ± 0,3
УФ–254нм 60 мин	22,9 ± 0,4	15,6 ± 0,3	4,8 ± 0,3
УФ–254нм 90 мин	21,8 ± 0,4	14,8 ± 0,6	3,6 ± 0,3

У сорта Арт Шадес с увеличением продолжительности облучения наблюдалась снижение ростовых показателей. Максимальное угнетение зафиксировано при 90–минутной обработке: высота растений снизилась на 14,2%, ширина листа — почти в 2 раза по сравнению с контролем,(Табл.1) Такая динамика указывает на преобладанию стрессовых эффектов и недостаточную эффективность зашитых механизмов.

Иная картина отмечена у сорта «Махровый золотой Император (Таблица 2)

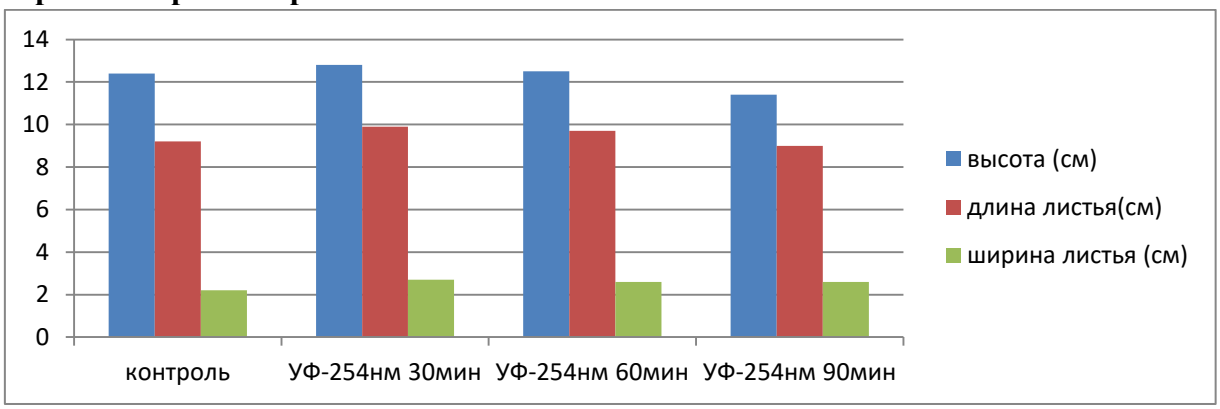
Таблица 2. Изменение ростовых показателей у сорта «Махровый золотой Император под влиянием УФ– лучей»

Варианты опыта	Высота (см)	Длина листья(см)	Ширина листья
Контроль	10,2 ± 0,6	7,2 ± 0,5	1,85 ± 0,5
УФ–254нм 30 мин	10,7 ± 0,4	9,0 ± 0,5	1,93 ± 0,3
УФ–254нм 60 мин	9,2 ± 0,4	7,35 ± 0,3	1,75 ± 0,3
УФ–254нм 90 мин	9,6 ± 0,4	7,75 ± 0,6	2,23 ± 0,3

Реакция данного сорта носила фазовый характер. После стимулирующей эффекта при кратковременном воздействии (30–минут увеличение всех показателей до 25%), следовала снижение показателей, а затем частичное их восстановление. Это может свидетельствовать о включении компенсаторных процессов, аналогичных описанным в исследованиях [5]

Сорт «Махровый оранжевый» продемонстрировал наибольшую устойчивость (Таблица 3)

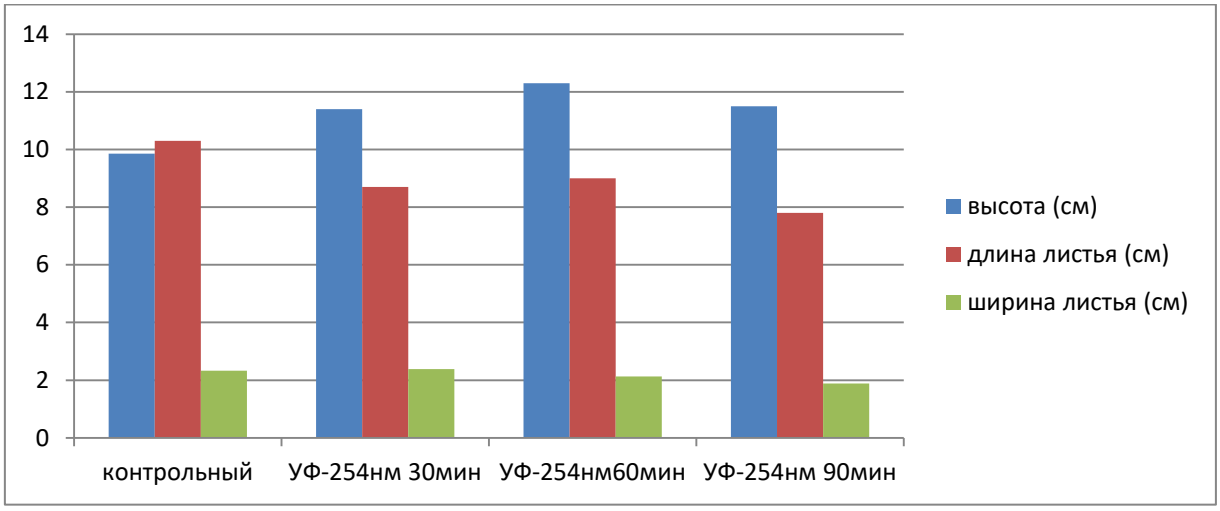
Диаграмма 1. Действие ультрафиолета разной экспозиции на рост и развития сорта «Махровый оранжевый»



Анализ ростовых параметров растений показал, что воздействие УФ–излучения оказало неоднозначное влияние на изучаемые показатели. Наиболее благоприятный эффект наблюдался при экспозиции 30–60 минут. В этих вариантах отмечалось увеличение высоты растений на 3,8–6,7%, количества листьев на 32,2%, длины листьев на 5,4–8,2% и ширины листьев на 14,0–18,4% по сравнению с контролем.

Максимальные значения большинства показателей были зарегистрированы при УФ–облучении в течение 30 минут, что свидетельствует о стимулирующем действии данного режима облучения на рост и развитие растений. При увеличении продолжительности воздействия до 90 минут наблюдалось снижение высоты растений на 5,3% и длины листьев на 2,2% относительно контроля, однако количество листьев и ширина листьев оставались выше контрольных значений.

Диаграмма 4. Влияние УФ– радиации на ростовые параметры Сорта «Тути Фрути»



У сорта «Тути–Фрути» максимальный эффект наблюдался при 60 минутной экспозиции (увеличение до 25–28%), что позволяет рассматривать данные режим как наиболее благоприятный для данного генотипа.

Таблица 5. Зависимость ростовых параметров Сорта «Гейша» от действии ультрафиолета

Вариант опыта	Высота	Количество Листья	Длина листья	Ширина листья
Контроль	10,7 ± 0,6	9,4 ± 0,9	10,3 ± 0,5	2,33 ± 0,5
УФ 30 мин	11,1 ± 0,4	9,85 ± 0,4	9,0 ± 0,5	2,35 ± 0,3
УФ 60 мин	12,2 ± 0,4	8,1 ± 0,4	8,7 ± 0,3	2,10 ± 0,3
УФ 90 мин	11,45 ± 0,4	7,85 ± 0,4	7,8 ± 0,6	1,88 ± 0,3

Сорт характеризуется умеренной реакцией. Максимальный рост наблюдается при 60 мин (увеличение высоты на 14%). При дальнейшем увеличении экспозиции происходит снижение всех показателей.

Оптимальным режимом обработки является 60 минут, что указывает на средний уровень устойчивости к УФ–излучению.

В целом выявленный различия свидетельствуют о том, что ответ растений

определяется балансом между повреждавшими и восстановительными процессами. установлено, что:

При умеренном воздействии активируются адаптационный механизмы, тогда как при усилении стрессового фактора доминируют ингибирующие эффекты [1,4,5,].

Заключение

Установлено, что предпосевное УФ–С облучение семян оказывает значимое влияние на рост и развитии растении Calendula officinalis L. Характер реакции определяется длительности воздействия и сортовыми особенностями.

Показана, что умеренные режимы обработки могут способствовать активации ростовых процессов, тогда как их усиление приводить к угнетению у чувствительных форм. У отдельных сортов выявлены признаки восстановления после первоначального ингибирования, что согласуется с результатами ряда исследователей.[1,5,6,].

Практическая значимость работы заключается в возможности использования УФ–обработки как приёма регулирования роста растений, и отбора устойчивых сортов для условий высокогорья.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Шомансуров С., Акназаров О.А Экологические условия Памира и жизнидеятельность растенийе.– Душанбе: Дониш, 2005, 168с.
2. Кондратьева, Н.П., Сторчевой, В.Ф., Большин, Р.Г. (2024). Применение ультрафиолета для предпосевной обработки семян. Агроинженерия, 26(5), 59–65.
3. Бейдеман И.Н. Методика фенологических наблюдений при геоботанических исследованиях. – М.–Л.: Изд–во АН СССР, 1954. – 130 с.
4. Худжаназарова Г.С. Действие ультрафиолетовой радиации на ростовые процессы и анатомическое строение листьев растений , 2003,с.11
5. Худжаназарова Г.С, Довутова С.Т Реакция растений на отдельные экологические факторы. Х–ой международной конференции «Экологической особенности биологического разнообразия», – Душанбе– 2023, с.154

ВЛИЯНИЕ ПРЕДПОСЕВНОГО УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ОБЛУЧЕНИЯ СЕМЯН НА РОСТ И РАЗВИТИЕ РАЗЛИЧНЫХ СОРТОВ КАЛЕНДУЛЫ ЛЕКАРСТВЕННОГО (CALENDULA OFFICINALIS L.)

В статье рассматривается влияние предпосевной обработки семян ультрафиолетовый излучением (254нм) на рост и развитие различных сортов календула лекарственное (Calendula Officinalis L) различного сортового происхождения. Экспериментально оценено действие 3–х режимов экспозиции (30,60 и 90 мин) на морфометрический показатели растений.

Установлено, что реакция растений определяется как длительностью воздействия, так и их генетическими особенностями. Выявлена, что умеренные режиме облучение способствуют активации ростовых процессов, тогда как увеличение времени воздействия приводит к из угнетению у чувствительных форм. Показана наличие различий в адаптационном потенциале сортов.

Ключевые слова: календула, ультрафиолет, предпосевная обработка, рост развитий, стресс, адаптация.

Сведения об авторе: Довутова Сафина Тохировна — младший научный сотрудник Института биологии Памира имени академика Х. Юсуфбекова. Адрес: ГБАО, г. Хорог, Республика Таджикистан. Телефон: +992 937 164 466, E-mail: safinadovutova@gmail.com

Сведения об авторах: Худжаназарова Гулбахт Султоназаровна — кандидат биологических наук, Памирский биологический институт имени Х. Юсуфбекова. Адрес: Горно-Бадахшанская автономная область, г. Хорог, Республика Таджикистан. Тел.: 111 144 068. E-mail: gulbakht@internet.ru.

Наврузбекова Мунира Давлатшоевна — кандидат биологических наук, Памирский биологический институт имени Х. Юсуфбекова. Адрес: Горно-Бадахшанская автономная область, г. Хорог, Республика Таджикистан. Тел.: 93 440 99 66.

EFFECT OF PRE–SOWING ULTRAVIOLET IRRADIATION OF SEEDS ON THE GROWTH AND DEVELOPMENT OF DIFFERENT CULTIVARS OF CALENDULA OFFICINALIS L.

This study investigates the effect of pre–sowing ultraviolet (UV–C, 254 nm) irradiation of seeds on the growth and development of different cultivars of pot marigold (Calendula officinalis L.) of various genetic origins. The effects of three irradiation exposure regimes (30, 60, and 90 min) on plant morphometric characteristics were experimentally evaluated.

The results demonstrated that plant responses depended both on the duration of UV exposure and on cultivar–specific genetic traits. Moderate irradiation treatments stimulated growth processes and enhanced plant development, whereas prolonged exposure resulted in growth inhibition in more sensitive cultivars. Significant differences in the adaptive potential of the studied cultivars were observed, indicating genotype–dependent responses to UV treatment.

The findings suggest that pre–sowing UV irradiation may be used as an effective approach to regulate growth and development in Calendula officinalis, provided that optimal exposure conditions are selected for each cultivar.

Keywords: Calendula officinalis, ultraviolet irradiation, pre–sowing treatment, plant growth and development, stress response, adaptation.

About the author: Safina Tohirovna Dovutova is a Junior Researcher at the Pamir Biological Institute named after Academician Kh. Yusufbekov. Address: Khorog, Gorno-Badakhshan Autonomous Region (GBAO), Republic of Tajikistan. Phone: +992 937 164 466, E-mail: safinadovutova@gmail.com

Information about the authors: Gulbakht Sultonazarovna Khujanazarova — Candidate of Biological Sciences, Kh. Yusufbekov Pamir Biological Institute. Address: Khorog, Gorno-Badakhshan Autonomous Region, Republic of Tajikistan. Tel.: 111 144 068. E-mail: gulbakht@internet.ru.

Munira Davlatshoevna Navruzbekova — Candidate of Biological Sciences, Kh. Yusufbekov Pamir Biological Institute. Address: Khorog, Gorno-Badakhshan Autonomous Region, Republic of Tajikistan. Tel.: 93 440 99 66

ТАЪСИРИ НУРБОРОНКУНИИ ПЕШ АЗ КИШТ БА САБЗИШ ВА ИНКИШОФИ НАВҲОИ ХУҶАСТАИ ДОРУГӢ

Дар мақола таъсири коркарди пеш аз кишти тухмии растании хуҷастаи доругӣ (Calendula officinalis L.) бо нурҳои ултрабунафш (254 нм) ба сабзиш ва инкишофи навъҳои гуногуни ин растанӣ, ки дорои пайдоиши навъии мухталиф мебошанд, баррасӣ шудааст.

Таъсири се реҷаи гуногуни нурдиҳӣ (30, 60 ва 90 дақиқа) ба нишондиҳандаҳои морфометрии растаниҳо ба таври таҷрибавӣ арзёбӣ гардид.

Муайян карда шуд, ки вокуниши растаниҳо ҳам аз давомнокии таъсири нурдиҳӣ ва ҳам аз хусусиятҳои генетикии онҳо вобаста мебошад. Натиҷаҳо нишон доданд, ки реҷаҳои мӯътадили нурдиҳӣ ба фаъолшавии равандҳои рушд мусоидат менамоянд, дар ҳоле ки зиёд шудани вақти таъсир дар шаклҳои ҳассос боиси сустшавӣ ва боздошти равандҳои афзоиш мегардад.

Ҳамчунин мавҷудияти фарқиятҳо дар иқтидори мутобиқшавии навъҳои гуногуни хуҷаста муайян карда шуд.

Калимаҳои калидӣ: календула, нурҳои ултрабунафш, коркарди пеш аз кишт, сабзиш ва инкишоф, стресс, мутобиқшавӣ.

Маълумот дар бораи муаллифон: Маълумот дар бораи муалиф: Довутова Сафина Тоҳировна- ходими хурди илмии Институти биологии Помир ба номи Х.Юсуфбеков: Нишонӣ: ВМКБ, ш.Хоруғ: Тел: 937164466, E-mail:safinadovutova@gmai.com

Худжаназарова Гулбахт Султоназаровна- номзади илмҳои биологии Институти биологии Помир ба номи Х.Юсуфбеков:Нишонӣ:ВМКБ,ш.Хоруғ: Тел:111144068, E-mail:gulbakht@internet.ru

Наврузбекова Мунира Давлатшоевна-номзади илмҳои биологии Институти биологии Помир ба номи Х.Юсуфбеков: Нишонӣ:ВМКБ, ш.Хоруғ:Тел: 934409966

УДК: 631.1: (575.32)

ЛАБОРАТОРНАЯ И ПОЛЕВАЯ ВСХОЖЕСТЬ, СЕМЯН ЛЮЦЕРНЫ СЕРПОВИДНОЙ (MEDICAGO FALCATF L.) В УСЛОВИЯХ ПАМИРСКОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА

Завкиева С.М.

Памирский биологический институт им. академика Х.Ю. Юсуфбекова НАН Таджикистана

Люцерна серповидная (Medicago Falcata L.) многолетнее травянистое растение, которое введено в культуру в виде ряда сортов, отобранных из дикорастущих зарослей или полученных путём гибридизации. По кормовым качествам и производительности люцерна серповидная относится к числу лучших кормовых трав и мало уступает люцерне синей. При пастбищном использовании её можно стравить примерно столько же раз, сколько люцерну посевную. Большое значение при введении растений в культуру имеет способность вида к размножению. При размножении семенами требуется высокое качество посевного материала. Основным качеством семян является их всхожесть [4].

Семена люцерны серповидной мелкие, почковидные зерна, жёлто – бурой или коричневей окраски. Плоды многосемянной бобовидной формы, около 2 мм длины и 1,5 мм ширины, жёлтые или коричневые. Люцерна серповидная морозостойкая, холодостойкая выдерживающая кратковременные заморозки (до -5^0С). Весной и осенью – скороспелая, влаголюбивая и в тоже время устойчивая к летним засухам. Успешно растёт на плодородных, рыхлых, склонах. Масса 1000 семян составляет 15–20 г. Используется для залужения пастбищ и производства кормов [2].

Важной проблемой в изучении биологических особенностей семян является вопрос о длительности сохранения ими всхожести, которая у семян дикорастущих видов отличается от культурных видов по своим биологическим качествам. Длительность периода покоя у них не одинакова, благодаря чему они сохраняются как виды и хорошо переносят неблагоприятные условия [4].

Семена люцерны серповидной сохраняют всхожесть до 10–лет. На территории Таджикистана люцерна серповидная в естественных условиях не встречается. Х.А. Акназаровым и др., [1] семена люцерны серповидной впервые были получены в 1980 году из центрального ботанического сада Академии наук республики Белорусия, а в дальнейшем были использованы семена местной репродукции.

Изучение вопросов, касающихся прорастания и всхожести семян любого вида растения, является первой задачей исследования их биологии. Всхожесть семян является самым важным из всех посевных качеств. Для семян каждого вида растений существуют свои оптимальные условия проращивания.

Целью данной работы являлось изучение лабораторной и полевой всхожести семян люцерны серповидной в условиях ПБС на высоте 2320 м над ур., моря.

Объекты и методы исследования

Объектом исследования служили семена люцерны серповидной (Medicago Falcata L.), полученных на опытном участке ПБС на высоте 2320 м над ур моря. Была определена лабораторная, полевая всхожесть и энергия прорастания семян названного вида растения, собранных в разные годы. Лабораторную всхожесть семян определяли путем проращивания 100 шт. семян в 4–х кратной повторности в чашках Петри, на фильтровальной бумаге при температуре +18…–+20^0С. Энергию прорастания и жизнеспособность семян определяли по методике И.Г. Строна [4]. Энергия прорастания учитывалась по количеству семян, проросших за первые 5 дней от начала всходов. Дружность прорастания семян (Дн) подсчитывалась по формуле:

$$\text{Дн} = \frac{\text{В}}{\text{Д}}\% \quad \text{где}$$

Дн – число семян, проросших за день, выраженное в процентах к общему числу семян, заложенных на проращивание.

В – окончательная всхожесть семян (в % к общему числу семян).

Д – число дней прорастания от первого до последнего всходов.

Полевую всхожесть определяли путем подсчета количества всходов, появившихся после весеннего посева, для чего высевали в грунт по 100 шт. семян в 3–кратной повторности. Проросшие семена подсчитывали через каждые 3 дня в течение 4 дней.

Результаты и их исследования

Начальная интродукционная оценка семенного материала выявила низкое качество семян у дикорастущих представителей рода люцерны. Исключение составила

люцерна серповидная, продемонстрировавшая в опытах высокую лабораторную всхожесть.

Результаты определения всхожести семян люцерной серповидной в зависимости от сроков хранения в лабораторных условиях показали, что наибольшую всхожесть проявили семена двухгодичного хранения, всхожесть, которых составила 81.2%, на 100 шт семян. При этом наименьший показатель всхожести оказался у свежесобранных семян, который составил 61.2%. Показатель энергии прорастания семян было наибольшей у семян после годичного хранения, который составил 35.9% . Между остальными вариантами особой разницы не наблюдалось. Дружность прорастания семян была сравнительно высокой у семян годичного и двухгодичного хранения и составила 4.3 и 4.1%. У свежесобранных семян отмечен наименьший процент дружности прорастания по сравнению с другими вариантами опыта.

Полевая всхожесть – это процент семян, проросших и давших всходы в реальных условиях почвы и погоды. Она всегда ниже лабораторной из–за влияния внешних факторов(табл. 1).

Таблица 1

Лабораторная всхожесть семян люцерны серповидной в зависимости от сроков их хранения (%)

Вид растений	Продолжительность хранения		Показатели качества семян	
		Всхожесть	Энергия прорастания	Дружность прорастания
Люцерна серповидная	Свежесобранные	61.2	31.7	2.2
	После 6–месячного хранения	79.6	33.6	3.1
	После годичного хранения	80.1	35.9	4.3
	После двухгодичного хранения	81.2	33.7	4.1

Также в течение трёх лет определяли полевую всхожесть люцерны серповидной. Полевую всхожесть определяли путём подсчёта количества всходов, появившихся после весеннего посева, для чего высевали в грунт по 100 шт. семян в 3– кратной повторности. Проросшие семена подсчитывали через каждые 3 дня в течение 30 дней. Как видно из таблицы, наибольший процент полевой всхожести проявили семена трёхгодичного срока хранения, которые составили 80 шт. При этом наименьший показатель полевой всхожести оказался у семян годичного года хранения– 43 шт. у семян после годичного хранения, эти показатели приравнивались к 68 шт (табл. 2).

Полевая всхожесть семян (%) люцерны серповидной, произрастающей в культурных условиях Памирского ботанического сада им. А.В. Гурского

Таблица 2

Год хранения	Дата проведения полевой всхожести семян							
	9.07.25	12.07.25	17.07.25	21.07.25	24:07.25	27.07.25	Всего (шт.)	Всхожесть семян (%).
2021	20	18	16	15	7	4	80	80
2022	18	16	14	12	5	3	68	68
2023	16	14	5	7	1	0	43	43

При наблюдении за всхожестью семян в полевых условиях выявлено, что пониженная полевая всхожесть семян в год посева отчасти может быть связана с биологическими особенностями люцерны. У люцерны встречаются семена с набухающей оболочкой, которые получили название твёрдых семян. Твёрдые семена большей частью образуются из зелёных и жёлтых семян, которые внезапно прекратили своё развитие из–за засухи, похолодания и других причин (см. табл. 2)

Выводы

- Сроки хранения семян и условия выращивания растений напрямую влияют на их лабораторную всхожесть.
- Самые высокие показатели зафиксированы при двухлетнем хранении семян, собранных с растений в культурных условиях.
- Семена люцерна, выращенные в культурных условиях, полностью пригодны для посева и использования в сельском хозяйстве.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Акназаров.Х.А «Продуктивность кормовых растений в условиях Памира», Издательство «Дониш», Душанбе–2007, с. 42–43
2. А.Е. Касач В.В Гайшун Интродукция дикорастущих видов люцерны в Белоруссии. Г1988 стр –21
3. М.С. Трусов. «Кормовые растения» Саратовское Государственное издательство, 1985, стр. –43.
4. Строна И Г. «Общее семеноведение полевых культур». – М,1966, – 464 с.

ҚОБИЛИЯТ САБЗИШИ ЛАБОРАТОРӢ ВА САҲРОИИ ТУХМИ ЮНУЧҚАИ ДОСМОНАНД (*MEDICAGO FALCATA* L.) ДАР ШАРОИТИ БОҒИ БОТАНИКИИ ПОМИР

Дар мақола натиҷаҳои таҳлили муқоисавии сабзиши лабораторӣ ва саҳроии тухмии юнучқаи досмонанд (Medicago falcata L.), ки дар шароити Боғи ботаникии Помир меруӯяд, оварда шудаанд. Муайян карда шуд,ки намояндагони юнучқаи ҷинси худрӯй бо нишондиҳандаҳои нисбатан пасти сифати маводи тухмӣ тавсиф мешаванд. Вобастагии қобилияти ҳаётии тухмиҳо аз муҳлати нигоҳдории онҳо ошкор карда шуд,ки сабзиши максималии лабораторию онҳо – 81,2% аз 100 донаро ташкил дод. Муайян гардид,ки нишондиҳандаи пастарин сабзиши тухмиҳои навҷамъоваришуда– 61,2%–ро ташкил дод, вале дар тухмиҳои пас аз як соли нигоҳдорӣ–80.1% – ро ташкил медод. Якҷоя ва ҳамбаста сабзидани тухмиҳои навҷамъоваришуда фоизи пасттарини ҳамбастагии сабзиш нисбат ба дигар вариантҳои таҷриба қайд карда шуд.

Калимаҳои калидӣ: юнучқаи досмонанд,тухмиҳо,сабзиш, энергия сабзиш, боғи ботаникии Помир

Маълумот дар бораи муаллиф: Завқиева Сакина Миродбековна – ходими хурди илмии Институти биологии Помир ба номи Х. Юсуфбекови АМИ Тоҷикистон.Тел:(+992) 939553522 Email: sakina@mail.ru

ЛАБОРАТОРНАЯ И ПОЛЕВАЯ ВСХОЖЕСТЬ, СЕМЯН ЛЮЦЕРНЫ СЕРПОВИДНОЙ (MEDICAGO FALCATF L.) В УСЛОВИЯХ ПАМИРСКОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА

В статье представлены результаты сравнительного анализа лабораторной и полевой всхожести семян люцерны серповидной (Medicago falcata L.), произрастающей в условиях Памирского ботанического сада. Установлено, что дикорастущие представители рода люцерны характеризуются относительно низкими показателями качества семеного материала. Выявлена зависимость жизнеспособности семян от сроков их хранения, максимальная лабораторная всхожесть которых составила– 81.2 % из 100 шт. Выявлено, что наименьшей показатель всхожести семян оказался у свежесобранных – 61.2 % а у семян после годичного хранения и составил 80.1%. Дружность прорастания семян была сравнительно высокой у семян годичного и двухгодичного хранения, что составило 4.3 и 4.1 %. У свежесобранных семян отмечен наименьший процент дружности прорастания по сравнению с другими вариантами опыта.

Ключевые слова: люцерна серповидная, семена, всхожесть, энергия прорастания, дружность прорастания, Памирский ботанический сад.

Сведения об авторе: Завкиева Сакина Мародбековна – младший научный сотрудник Памирского биологического Института им. академика Х. Юсуфбекова НАН Таджикистана. Тел(992) 939553522 E–mail:sakina@mail.ru

LABORATORY AND FIELD GERMINATION OF SICKLE (Medicago falcata L.) SEEDS UNDER THE CONDITIONS OF THE PAMIR BOTANICAL GARDEN

The article presents the results of a comparative analysis of the laboratory and field germination of seeds of sickle medick (Medicago falcata L.) cultivated under the conditions of the Pamir Botanical Garden. The study revealed that the seed material of the studied Medicago specimens was characterized by relatively low seed quality indicators. A dependence of seed viability and germination capacity on storage duration was established. The maximum laboratory germination rate reached 81.2% per100 seeds. The lowest germination rate was recorded in freshly harvested seeds, amounting to 61.2 %, whereas seeds stored for one year demonstrated a higher germination rate of 80.1%. The results indicate that seeds storage duration significantly affects germination parameters. The lowest values of the studied germination indicators were recorded in comparison with the other experimental variants.

Keywords: sickle medick, Medicago falcate L., seeds, seed germination, laboratory germination, field germination, seed viability, germination energy, Pamir Botanical Garden.

About the author: Zavkieva Sakina Marodbekovna – Junior Researcher of the Pasture Biological Institute named after Academician Kh. Yusufbekov National Academy of Sciences of Tajikistan.

УДК 635.621:631.531 (735.3)

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ХРАНЕНИЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ СОРТОВ ТЫКВЫ В УСЛОВИЯХ КУЛЯБСКОГО РЕГИОНА ТАДЖИКИСТАНА

Зухуров Ш.С.

Университет инновации и цифровых технологий Таджикистана

Кулябская зона Хатлонской области расположена в юго–восточной части Таджикистана и характеризуется резко континентальным, переходящим к субтропическому, климатом: жарким и продолжительным летом, мягкой короткой зимой и значительной суммой активных температур за вегетационный период [7, 8]. Такие условия благоприятны для возделывания теплолюбивых бахчевых культур, в том числе тыквы, однако создают и специфические трудности при её послеуборочном хранении — прежде всего из–за высоких летне–осенних температур, низкой относительной влажности воздуха и интенсивной инсоляции. В этой связи изучение биологических особенностей плодов перспективных для региона сортов тыквы, определяющих их лёжкость, приобретает практическое значение для снижения послеуборочных потерь и продления сроков потребления свежей продукции [1, 2].

Формирование биологических признаков плода, определяющих его сохранность (толщина коры, восковой налёт, содержание сухих веществ), в значительной степени зависит от условий вегетации — теплообеспеченности, влагообеспеченности и продолжительности безморозного периода [7, 8].

Таблица 1. Обобщённая агроклиматическая характеристика Кулябской зоны

Показатель	Характеристика
Тип климата	Резко континентальный, субтропического типа
Средняя температура июля	+28…+32 °C
Средняя температура января	0…+3 °C
Продолжительность безморозного периода	220–240 дней
Сумма активных температур (>10 °C)	4800–5200 °C
Среднегодовое количество осадков	500–700 мм, с максимумом в весенний период
Относительная влажность воздуха летом	30–40 %
Почвы	Сероземы, аллювиально–луговые, среднего и тяжёлого механического состава

Источники: [7, 8].

Продолжительный тёплый период и высокая сумма активных температур обеспечивают полное вызревание плодов и накопление в них сухих веществ и сахаров, что положительно сказывается на лёжкости [1, 3]. Вместе с тем низкая влажность воздуха и высокие температуры в период уборки (август–сентябрь) требуют защиты убранных плодов от прямого солнечного нагрева и обезвоживания коры [4].

Для условий Кулябской зоны наибольший практический интерес представляют среднеспелые и позднеспелые сорта тыквы твердокорого и мускатного типов, отличающиеся плотной корой, высоким содержанием сухих веществ и способностью к длительному хранению [2, 3].

Таблица 2. Сравнительная биологическая характеристика перспективных сортов тыквы

Сорт (тип)	Период вегетации, дней	Средняя масса плода, кг	Толщина коры	Содержание сухих веществ, %	Ориентировочный срок хранения
Мускатная Ленинободӣ (Паловкаду, Витаминӣ	120–130	4–7	Средняя, плотная	12–14	4–6 месяцев
Твердокорая Иродӣ Ошкаду, Сабчакаду	100–115	3–6	Очень толстая	9–11	4–6 месяцев

Источники: обобщённые агробиологические характеристики сортотипов по данным [1, 2, 9].

Как видно из приведённых данных, наибольшей потенциальной лёжкостью отличаются сорта крупноплодного и мускатного типов, для полного вызревания которых Кулябская зона обеспечивает достаточную сумму тепла [2]. Твердокорые скороспелые сорта, несмотря на очень плотную кору, уступают им по продолжительности хранения из–за меньшего накопления сухих веществ к моменту уборки [1].

В условиях интенсивной инсоляции и высоких температур вегетационного периода у плодов тыквы формируется более плотный восковой налёт и утолщённый слой коры по сравнению с плодами, выращенными в более прохладном и влажном климате [9]. Это естественным образом повышает устойчивость плодов к испарению влаги и механическим повреждениям — важное преимущество для условий длительного хранения без искусственного охлаждения [4].

Высокая теплообеспеченность региона способствует полному прохождению всех фаз развития плода и максимальному накоплению крахмала и сахаров к моменту технической и биологической зрелости [3]. Чем выше содержание сухих веществ в мякоти, тем ниже интенсивность дыхания плода при хранении и, соответственно, выше его лёжкость [1, 3].

В условиях сухого жаркого лета Кулябской зоны развитие возбудителей влажной гнили в период вегетации ограничено, что снижает риск скрытого заражения плодов ещё в поле. Однако при хранении в условиях повышенной осенне–зимней влажности складских помещений сохраняется риск развития грибных гнилей, в том числе вызываемых видами рода *Fusarium*, особенно на плодах с механическими повреждениями коры [5].

Таблица 3. Рекомендуемые параметры послеуборочной подготовки и хранения плодов для условий Кулябской зоны

Этап	Рекомендуемые параметры	Обоснование
Уборка	Полная биологическая зрелость, утро или вечер (избегать полуденной жары)	Снижение теплового стресса плодов и коры [4]
Кюринг (лечение)	25–30 °C, влажность 60–70 %, 7–10 дней, в тени	Формирование раневой перидермы, заживление микротравм [4, 9]
Защита от прямого солнца при уборке и транспортировке	Укрытие плодов, исключение перегрева коры	Предотвращение солнечных ожогов и растрескивания коры [4]
Хранилище	Затемнённое, вентилируемое помещение	Снижение температуры и защита от инсоляции [4]
Температура хранения	+10…+15 °C	Замедление дыхания без риска переохлаждения [3, 6]
Относительная влажность воздуха при хранении	60–75 %	Предотвращение излишнего усыхания плодов при местной сухости воздуха [4, 6]
Укладка плодов	В один слой, плодоножкой вверх, без соприкосновения	Снижение риска распространения гнилей [5]

Особое значение для Кулябского региона имеет обеспечение достаточной влажности воздуха в хранилище (60–75 %), поскольку естественная сухость местного климата в осенне–зимний период способна вызывать чрезмерную потерю влаги плодами и преждевременное увядание коры, если хранение организовано в неприспособленных, слишком сухих помещениях [4, с. 6].

Заключение

Агроклиматические условия Кулябского региона Таджикистана — продолжительный тёплый период, высокая сумма активных температур и достаточная инсоляция — способствуют полноценному формированию покровных тканей и накоплению сухих веществ в плодах тыквы, создавая биологические предпосылки для их длительного хранения [1–3, 7, 8]. Наибольшей лёжкостью в этих условиях отличаются позднеспелые сорта мускатного и крупноплодного типов [2]. Вместе с тем специфика региона — жаркое лето и сухой воздух — требует адаптированных приёмов послеуборочной подготовки (кюринг, защита от перегрева) и поддержания повышенной влажности при хранении для предотвращения избыточного усыхания плодов [4, 6]. Учёт этих биологических и агроклиматических факторов позволяет обоснованно подходить к выбору сортов и организации хранения тыквы применительно к условиям Кулябской зоны.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Тыква (лат. Cucurbita): обзор биологических и пищевых свойств // КиберЛенинка. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/tykva–lat–cucurbita
2. Литвинов, С.С. Борисов А., Романова А.В., Поляков А. А. Продуктивность, качество и лёжкость различных сортов и гибридов овощных культур в России // Растениеводство № 1 (59) 2012. –С. 20–21.
3. Гончаров А.В. Видовые и сортовые особенности формирования урожая тыквы, кабачка и патиссона в условиях Московской области / Автореф. канд.дис.. – М., 2005.–22с.
4. Широков, Е. П. Хранение и переработка продукции растениеводства с основами стандартизации и сертификации : учебник для студентов. Ч. 1 : Картофель, плоды, овощи. – М.: Колос, 1999. – 254 с.
5. Лыйвеке Х.М. Распространение, возбудители и меры борьбы с фузариозом огурца в закрытом грунте Эстонской ССР // Автореферат на соискание канд. с/х. наук. – МСХ СССР, Эст. СХА, Таллин, 1972.–22 с.
6. Скрипников, Ю.Г. Технология выращивания, хранения и переработки тыквы / Ю.Г. Скрипников, В.Ф. Винницкая. –Мичуринск: Мич ГАУ 2002. –20 с.
7. Национальная программа действий по борьбе с опустыниванием в Республике Таджикистан. – UNCCD, 2001. URL: https://www.unccd.int/sites/default/files/naps/tajikistan–rus2001.pdf
8. Климат Таджикистана // Википедия — свободная энциклопедия. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Климат_Таджикистана
9. Хлебородова А.Я., Провоторовой О.С. Межсортовая изменчивость хозяйственно–биологических признаков семян твердокорой тыквы (Cucurbita pepo L.) белорусской селекции»// Овощеводство. – Минск: Белорусский научно–исследовательский институт картофелеводства и плодоовощеводства, 2021. — Вып. 29. – С. 222–229.

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ХРАНЕНИЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ СОРТОВ ТЫКВЫ В УСЛОВИЯХ КУЛЯБСКОГО РЕГИОНА ТАДЖИКИСТАНА

В статье рассмотрены биологические особенности плодов тыквы, определяющие их лёжкость в условиях Кулябского региона Таджикистана, характеризующегося резко континентальным субтропическим климатом. Проанализированы агроклиматические факторы зоны, дана сравнительная характеристика перспективных сортов мускатного, крупноплодного и твердокорого типов по показателям вегетационного периода, толщины коры и содержания сухих веществ. Раскрыты физиолого–биохимические механизмы лёжкости — дыхательный обмен, формирование покровных тканей, устойчивость к патогенам. Предложены практические рекомендации по послеуборочной подготовке и режимам хранения плодов с учётом климатических особенностей региона.

Ключевые слова: *тыква,* Cucurbita*, лёжкость, хранение, Кулябский регион, Таджикистан, сорта, послеуборочная обработка, агроклиматические условия.*

Сведения об авторе: Зухуров Ш.С. — главный специалист отдела магистратуры и докторантуры (PhD) Университет инновации и цифровых

технологий Таджикистана. Телефон: 918–13 01 12.

BIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF STORING PROMISING PUMPKIN VARIETIES UNDER THE CONDITIONS OF THE KULOB REGION OF TAJIKISTAN

This article examines the biological characteristics of pumpkin fruits that determine their keeping quality under the conditions of the Kulyab region of Tajikistan, characterized by a sharply continental subtropical climate. The agroclimatic factors of the zone are analyzed, and a comparative characterization of promising varieties of the nutmeg, large–fruited and hard–rind types is given in terms of growing–season length, rind thickness, and dry–matter content. The physiological and biochemical mechanisms of keeping quality — respiration, formation of protective tissues, and resistance to pathogens — are described. Practical recommendations for postharvest handling and storage regimes adapted to the region's climate are proposed.

Keywords: pumpkin,* Cucurbita*, keeping quality, storage, Kulyab region, Tajikistan, varieties, postharvest handling, agroclimatic conditions.

Information about the author: Zuhurov Sh.S. — Chief Specialist of the Department of Master's and PhD Studies at the Tajik University of Innovation and Digital Technology. Phone: 918–13 01 12

ХУСУСИЯТҲОИ БИОЛОГИИ НИГОҲДОРИИ НАВЪҲОИ МЕВАИ КАДУ ДАР ШАРОИТИ МИНТАҚАИ КӮЛОБИ ТОҶИКИСТОН

Дар мақола хусусиятҳои биологии меваи каду, ки нигоҳдории онҳоро дар шароити минтақаи Кӯлоби Тоҷикистон, ки бо иқлими шадидан континенталӣ–субтропикӣ хос аст, муайян мекунанд, баррасӣ шудаанд. Омилҳои агроиқлимии минтақа таҳлил шуда, тавсифи муқоисавии навъҳои ояндадори намуди мушкатӣ, калонмева ва пӯсти сахт аз рӯи давраи вегетатсия, ғафсии пӯст ва миқдори моддаҳои хушк пешниҳод шудааст. Механизмҳои физиологӣ–биохимиявии нигоҳдорӣ — нафаскашии мева, ташаккули бофтаҳои муҳофизатӣ ва тобоварӣ ба паразитҳо — кушода дода шудаанд. Тавсияҳои амалӣ оид ба омодасозии баъдиҷамъоварӣ ва режими нигоҳдории мева бо назардошти хусусиятҳои иқлимии минтақа пешниҳод гардидаанд.

Калидвожаҳо: каду,* Cucurbita*, нигоҳдорӣ, анбор кардан, минтақаи Кӯлоб, Тоҷикистон, навъҳо, коркарди баъдиҷамъоварӣ, шароити агроиқлимӣ.

Маълумот дар бораи муаллиф: Зуҳуров Ш.С. сармутахассиси шуъбаи магистратура ва докторантура (Phd)–и Донишгоҳи инноватсия ва технологияҳои рарами Тохикистон. Телефон: 918–13 01 12.

УДК 634.1 (575)

ВЕГЕТАТИВНОЕ РАЗМНОЖЕНИЕ СЕМЕЧКОВЫХ ПЛОДОВЫХ КУЛЬТУР НА ЗАПАДНОМ ПАМИРЕ.

Исмоилов М.Т., Содаткадамова Т.М., Шикориева Ш.П.

Памирский биологический институт им.академика Х.Ю.Юсуфбекова
Хорогский государственный университет им. М.Назаршоева

Главной задачей в развитии садоводства республики Таджикистан является рост урожайности садов на основе всемерной интенсификации, основанной на повышении производительности труда и ускорение научно–технического прогресса. Неслучайно на форуме работников агропромышленного комплекса 12 февраля 2002 года президент Республики Таджикистан Э.Ш. Рахмонов поставил важную задачу в ближайшие годы обеспечить продовольственную независимость страны. В период формирования новых экономических отношений в республике решение таких важных вопросов приобретает особую остроту. Для решения этой сложной задачи прежде всего необходимо применить комплекс агротехнических мероприятий, выявить и использовать в каждом горном районе Западного Памира перспективные плодовые и ягодные культуры с высоким потенциалом урожайности [1,6].

Семечковые плодовые породы являются одними из высокоурожайных плодовых культур для горных условий. Яблоня является ценной пищевой культурой, представляющей особый интерес для народного хозяйства [1].

В целях получения однородного потомства и сохранения ценных качеств сортов и форм, большинство плодовых и ягодных растений размножают вегетативно. Вегетативное размножение основано на способности растений, восстанавливать целостность организма из отдельных органов и тканей. [3,4,5].

Исходя из этого, наиболее целесообразным способом размножения является вегетативное, а именно, прививка.

В настоящее время основной способ прививки в питомниках – окулировка, или прививка щитком. Щитком называют часть стебля, срезанную с побега в зоне узла, длинной 25–30 мм и шириной 4–6 мм, состоящую из почек, части черешка, полоски коры, камбия и тонкого слоя древесины (иногда без древесины) [4].

Лучшие сроки окулировки спящей почки определяются временем максимальной активности камбия, когда вследствие интенсивного деления клеток у подвоя очень легко отделяется кора (фаза осеннего сокодвижения) и достаточно хорошо одревеснены побеги на маточных деревьях, с которых заготавливают черенки [4].

Проводить окулировку можно и ранней весной, после начала сокодвижения, до окончания цветения плодовых растений.

Исходя из вышеизложенного, необходимо было исследовать различные приемы окулировки семечковых культур (яблони и груши) и выявить оптимальные сроки окулировки для этих культур в условиях аридного и континентального климата Западного Памира (г. Хорог, 2100 м н. у. м.).

В 2025 г. были испытаны 2 способа окулировки – щитком в «Т»– образной надрез и трехугольным щитком. Эксперименты начали в третьей декаде июня и закончили в первой декаде сентября. Черенки заготавливали в день окулировки.

Приживаемость во всех испытанных сроках, при летних и ранне–осенних

окулировках наблюдалась высокая.

Нами также выявлена закономерность зависимости приживаемости от способов окулировки. Окулировка щитком в «Т»–образный надрез оказалась более эффективной, чем трехугольным щитком. Учет перезимовки окулянтов показал, что сохранность глазков зависит как от сроков проведения окулировки, так от способа ее проведения.

Так окулировка, проведенная с конца июня по третью декаду июля, имела 33–47 % сохранности при «Т»–образном способе, 23–42 % трехугольным щитком; тогда как, окулировки, проведенные во второй декаде июля до первой декады сентября, при первом способе имели сохранность глазков 75–85 %, а при втором – 62–70 %.

Следует отметить, что при окулировке, проведенной в конце сентября, сохранность глазков резко снижается до 10 %. Это объясняется тем, что к этому времени у семечковых плодовых культур деятельность камбия ослаблена. В результате этого у многих растений зазор не полностью затягивается каллусом, и в зимний период такие окулировки погибают.

Изучение динамики роста побегов у окулированных и не окулированных саженцев показало (рис. 6), что последние прекращали свой рост в конце июля, тогда как окулированные саженцы продолжали расти до начала августа. Средняя длина побега у привитых саженцев к концу вегетации составила 48,6 см, а у не окулированных – 33,6 см. Нами также проводилась окулировка с вегетирующими побегами (высота до 60 мм).

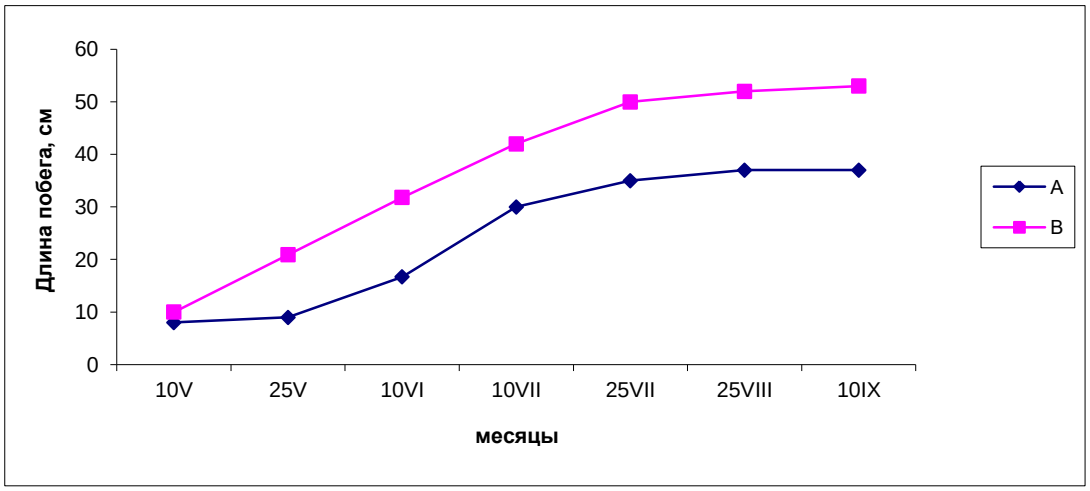


Рис. 1. **Динамика роста побега окулированных (А) и не окулированных (В) 3–летних саженцев яблони в условиях плодопитомника (Хорог, 2100 м)**

В результате наших исследований установлена зависимость приживаемости вегетирующих побегов от их длины. Показано (рис. 7), что при окулировке вегетирующим побегом длиною до 30–40 мм приживаемость составляет 60–70%, при длине от 40–50 мм приживаемость резко падает до 15%. Оптимальная длина побега для этого типа окулировки – 30–40 мм.

Окулировку с вегетирующим побегом обычно проводили со второй декаде мая до первой декады июня. Преимущество окулировки с вегетирующим побегом перед окулировкой со спящей почкой заключается в том, что в первом случае прижившиеся побеги через неделю трогаются в рост и до конца вегетации достигают 60–90 см длины.

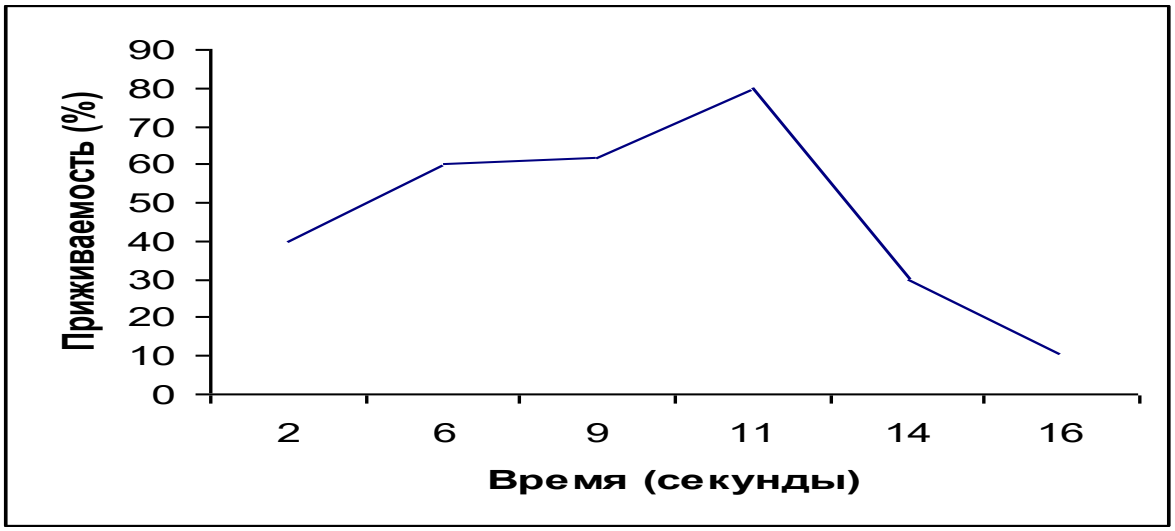


Рис. 2. **Приживаемость окулировки вегетирующего побега груши.**

Таким образом, для улучшения сортов семечковых плодовых культур (яблони и груши) районов Западного Памира наиболее эффективным является «Т»–образный способ окулировки со спящей почкой в летне–осенний (2–ая декада августа и 1–ая декада сентября) период. Все выше разработанные приемы окулировки можно с успехом применять в специально созданных питомниках, а качестве подвоя использовать 2–3 годичные саженцы.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Исмоилов М.Т. Культура яблони на Западном Памире Таджикистана. Диссертация на соискание ученой степени кандидата,с.–х.н. наук. Мичуринск. 2003. – 239с.
2. Рыбин В.А. Росинтез слива. Prunus domestika и его теоретическое и практическое значение. //Цитология и генетика //. Наукова думка. – Киев, – 1966. – С. 64 – 73.
3. Самощенков. Е.Г. Биологические основы размножения плодовых и ягодных культур // Плодоводство. – М.: Колос, 2000. – С.25 – 177
4. Тарасенко Л.И. Персик в Донбассе// Садоводство и виноградарство. –2000. – №1. – С. 21.
5. Турецкая Р.Х., Поликарпова Ф.Я. Вегетативное размножения растений с применением стимуляторов роста. – М.: Наука, 1978. – 164с.
6. Фелалиев А.С., Шакармамадов М., Исмоилов М.Т. Плодовые культуры горных обитаний/ // Садоводство и виноградарство. Москва:, 1997. – № 4. – С.19

АФЗОИШИ НАШВИИ РАСТАНИҲОИ МЕВАДИҲАНДАИ ТУХМАКДОР ДАР ПОМИРИ ҒАРБӢ

Дар мақола маълумотҳо оиди усулхои самараноки афзоиши нашвии растаниҳои мевадиҳандаи тухмакдор (махсусан себ ва амруд) дар шароити стационарии ниҳолхонаи «Варҷушдашт»–и озмоишгоҳи мевапарварӣ дар шароити баландкӯҳии Институти биологии Помири Помири Ғарбӣ оварда шудаанд. Инчунин мӯҳлат ва

усулҳои гузаронидани муғчапайванди ниҳолҳои 3–4 сола ва дарахтони себу ноки мевадиҳанда, ки дар соли дуюми баъди калкунӣ қарор доранд, оварда шудаанд. Муғчапайванд бо усули буриши Т монанд ва пайвандкунӣ бо навдаҳои сабз гузаронида шуд.

Калимаҳои калидӣ: нашвӣ, афзоиш, тухмакдорон, себ, амруд, муғчапайванд, самаранок, усулҳо, мӯҳлат

Маълумот оиди муаллифон: Исмоилов М.Т.– номзади илмҳои кишоварзӣ, крманди илмии Институти биологии Помир ба номи Х.Юсуфбеков. Тел:+992935146667, E–mail, mutribsho@list.ru.

Содатқадамова Т.М.– номзади илмҳои биологӣ, мудири кафедраи биологияи Донишгоҳи давлатии Хоруғ ба номи М.Назаршоев,. Тел: +992935834619, E–mail, tahmina88@inbox.ru

Шикориева Шарофат Паҳлавоншоевна – докторант PhD аз руйи ихтисоси биологияи назди Донишгоҳи давлатии Хоруғ ба номи М.Назаршоев, Суроға: 736000, шаҳри Хоруғ, Ҷумҳурии Тоҷикистон, кучаи Ш.Шоҳтемор 109. Тел: 772220897 E–mail sharofatshikorieva@icloud/com

ВЕГЕТАТИВНОЕ РАЗМНОЖЕНИЕ СЕМЕЧКОВЫХ ПЛОДОВЫХ КУЛЬТУР ЗАПАДНОГО ПАМИРА

В статье проведены наиболее эффективные способы вегетативного размножение семечковых плодовых культур (особенно яблони и груши) в стационарном условие питомника Варцушчдашт лаборатории высокогорного плодоводства Памирского биологического института на Западном Памире. Показаны сроки и способы проведение окулировки 3–4 летных сеянцев и плодоносящих деревьев яблони и груши на второй год после омолаживающей обрезки. Окулировка проведена способом в Т –образный разрез и прививкой вегетирующим побегом.

Ключевые слова: вегетативное, размножение, семечковые, яблоня, груша, окулировка, эффективное, способы, сроки.

Сведения об авторах: Исмоилов М.Т.–кандидат сельскохозяйственных наук, главный сотрудник лаборатории высокогорного плодоводства памирского биологического института им. Х. Юсуфбекова. Тел: +992935146667,

Содаткадамова Т.М.– кандидат биологических наук, зав.кафедрой биологииХорогского государственного университета им. М.Назаршоева. +992935834619,

Шикориева Шарофат Пахлавоншоевна — докторант PhD по специальности «Биология» при Хорогском государственном университете имени М. Назаршоева. Адрес: 736000, Республика Таджикистан, г. Хорог, ул. Ш. Шохтемур, 109. Тел.: 772220897

VEGETATIVE PROPAGATION OF POME FRUIT CROPS IN THE WESTERN PAMIR

The article presents the most effective methods of vegetative propagation of pome fruit crops (particularly apple and pear) under stationary nursery conditions at the Vartsushchdasht site of the High–Mountain Horticulture Laboratory of the Pamir Biological Institute in the Western Pamir. The timing and methods of budding (oculation) of 3–4–year–old seedlings, as well as fruit–bearing apple and pear trees in the second year after rejuvenating pruning, are

described. Budding was carried out using the T–shaped incision method, as well as by grafting with a vegetative shoot.

Keywords: vegetative propagation, pome crops, apple, pear, budding, effective methods, timing.

About authors: Ismoilov M.T. – Candidate of Agricultural Sciences, Chief Researcher of the High–Mountain Horticulture Laboratory of the Pamir Biological Institute named after Ch.Usufbekov. Тел:+992935146667, E–mail, mutribsho@list.ru.

Sodatkadamova T.M.– Candidate of biology sciences, Head of biology department of Khorog state University named after M.Nazarshoev, Phone:+992935834619, E–mail, tahmina88@inbox.ru

Sharofieva Sharofat Pahlavonshoevna — PhD doctoral student in Biology at Khorog State University named after M. Nazarshoev. Address: 109 Sh. Shokhtemur Street, Khorog 736000, Republic of Tajikistan. Tel.: +992 772220897 E-mail: sharofatshikorieva@icloud.com

УДК 551.324 (051.4) (575.3)

ПРИОРИТЕТНЫЕ ЗАДАЧИ ПО СОХРАНЕНИЮ ЛЕДНИКОВ ГОРНЫХ РЕГИОНОВ ТАДЖИКИСТАНА И АДАПТАЦИИ К ИЗМЕНЕНИЯМ КЛИМАТА В ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ

Мамадризохонов А.А., Пайшамбиева М.Л.
Хорогский государственный университет им.М.Назаршоев

Изменение климата остаётся одной из приоритетных тем на международной повестке дня. Всё большее внимание мировое сообщество уделяет вопросам уязвимости окружающей среды, человека и экономической деятельности к климатическим изменениям. Это подтверждается растущим числом мероприятий, направленных на разработку эффективной политики по смягчению негативных последствий изменения климата в социально–экономической сфере [1, 2].

Горные экосистемы особенно чувствительны к глобальному потеплению. Антропогенные изменения климата в горных районах Центральной Азии (ЦА) уже приводят к серьёзным экологическим последствиям глобального масштаба. На протяжении последних десятилетий наблюдается ускоренная деградация горных ледников, включая полное исчезновение отдельных ледников. Этот тревожный процесс с каждым годом набирает обороты.

Одной из самых острых проблем региона становится водный дефицит, вызванный изменением объёмов и сезонности речного стока вследствие таяния ледников. Это не только усиливает угрозу катастрофических оползней, но и нарушает устойчивость экосистем. Сокращение снежного покрова оказывает существенное негативное влияние на сельское хозяйство и другие отрасли экономики. При этом вода, образующаяся в результате таяния ледников Центральной Азии, имеет стратегическое значение — она обеспечивает жизненно важные потребности более миллиарда человек в соседних странах.

Памир является крупнейшим центром современного оледенения в регионе. Ледники Памира формируют почти две трети речного стока, обеспечивая водоснабжение значительной части Центральной Азии. По последним оценкам, на Памире

насчитывается более 5500 ледников, что составляет около 60% от общего количества ледников в регионе. Современная площадь оледенения Памира превышает 7900 км², что примерно в 3,5 раза больше площади всех ледников Кавказа [3,5,6].

Согласно прогнозам специалистов, глобальное потепление приведёт к значительной утрате ледниковых масс. За последние 50 лет, по данным учёных, ледники на территории Таджикистана уже потеряли около одной трети своего объёма. В частности, крупнейший ледник Евразии — ледник Федченко — сократился почти на один километр, а ледник Гармо утратил более шести квадратных километров своей площади. Кроме того, на Памире наблюдается сокращение зимних осадков из–за более тёплых и коротких зим, что, в сочетании с ростом летних температур, ускоряет процесс деградации ледников. Эти изменения вызывают серьёзную обеспокоенность специалистов. Согласно прогнозам Гидрографического центра Таджикистана, к 2050 году площадь оледенения в республике может сократиться на 1 000 км² [4].

В условиях стремительного потепления вопросы смягчения последствий таяния горных ледников Памира становятся приоритетными для обеспечения экологической безопасности, устойчивого развития и нормальной жизнедеятельности не только на региональном, но и на глобальном уровне. Под угрозой оказываются источники существования населения горных районов и тех территорий, чьё продовольственное обеспечение, водные ресурсы и экосистемные услуги зависят от состояния высокогорий.

В краткосрочной перспективе ускоренное таяние ледников может привести к временному увеличению объёмов доступной воды для горных и прибрежных районов. Однако в долгосрочной перспективе, по мере сокращения ледников и подъёма снеговой линии, объём речного стока будет неуклонно снижаться, обостряя проблему водного дефицита.

Потеря ледников Памира может вызвать массовые миграции населения, особенно в засушливых районах Центральной Азии. Изменения климата также повлияют на характер осадков — вместо снега будет выпадать больше дождей, что повысит риск наводнений и затопления сельскохозяйственных угодий как в горах, так и в низменностях.

Такие процессы окажут влияние на гидроэнергетику, лесное хозяйство, а также на водозависимые экосистемы, включая болота и прибрежные зоны. Изменения в доступности воды в низовьях горных рек могут привести к обострению конфликтов за ресурсы.

Климатические изменения также представляют угрозу для здоровья населения и животных. Расширение ареала таких заболеваний, как малярия, может затронуть новые территории. Для дикой флоры и фауны повышение температуры может означать утрату естественной среды обитания и, как следствие, вымирание отдельных видов.

В условиях обострения климатических вызовов особую актуальность приобретают вопросы организации комплексного мониторинга горных ледников Центральной Азии. В последние годы усилилось внимание к разработке и реализации практических механизмов совместной деятельности, направленной на наблюдение за динамикой ледников и прорывоопасных озёр. Наряду с этим активно обсуждаются пути совершенствования систем мониторинга и раннего оповещения как на национальном, так и на региональном уровнях. Особый акцент делается на интеграцию космического дистанционного зондирования, технологий измерений в реальном времени, а также

современных цифровых решений в сфере наблюдения за ледниками и водными объектами.

С учетом значимости данной проблематики, существует острая необходимость в активизации региональных консультаций с целью выработки конкретных предложений для их последующего включения в тексты новых международных соглашений по климату, включая пост–Киотский режим. Такие предложения должны учитывать специфические аспекты региональной климатической безопасности, а также опираться на успешный опыт адаптации в других странах и регионах мира.

Немаловажное значение имеет обеспечение доступа к международным финансовым институтам и климатическим фондам, которые рассматривают изменение климата как один из ключевых приоритетов для финансирования устойчивого развития.

Сохранение ледников Памира должно рассматриваться как неотъемлемая часть национальных и региональных стратегий развития. Это требует глубокой проработки экологических, экономических и социальных последствий таяния ледников, а также разработки соответствующих адаптационных и управленческих мер.

Одним из главных вызовов при анализе последствий климатических изменений остаётся отсутствие достоверных данных о степени уязвимости. Это ограничивает возможности включения таких оценок в национальное стратегическое планирование. Причины — слабая система мониторинга, ограниченный доступ к существующим базам данных, нехватка технических и аналитических ресурсов для корректной обработки информации и повышения её качества.

В этих условиях необходимо:

- определить существующие и недостающие научные, технические и организационные ресурсы;
- сформулировать основные направления деятельности по укреплению устойчивости;
- выявить приоритетные мероприятия для предупреждения и смягчения негативных последствий.

Для эффективного регулирования климатических и природных процессов требуется наличие специализированных знаний, нормативных требований и механизмов управления. В этом контексте экологическая стратегия, разработанная в ряде стран региона, включая Республику Таджикистан на период до 2050 года, предусматривает создание устойчивой национальной инновационной системы.

Однако достижение этой цели сопряжено с рядом вызовов — в первую очередь, это необходимость создания прозрачной системы взаимодействия между наукой, образованием и производственным сектором. Без налаженного межсекторального диалога реализация экологических и климатических стратегий будет затруднена.

Ключевое значение в решении экологических проблем принадлежит системе квалифицированного образования. Образование — это не только процесс передачи знаний, но и целостная сфера деятельности, охватывающая обучение, подготовку кадров, воспитание, формирование грамотности и экологического мышления.

Однако анализ состояния современной образовательной системы, особенно в экологических вузах и средне–специальных учреждениях Центральной Азии, показывает, что она в значительной мере не отвечает требованиям времени. Технологические подходы, применяемые в обучении экологическим дисциплинам, часто

сводятся к устаревшим методическим разработкам, а содержание образования не соответствует вызовам и потребностям современного общества. В ряде случаев образовательные практики даже подвергаются обоснованной критике за несоответствие международным стандартам.

В этой связи реформирование экологического образования должно стать приоритетным направлением государственной социальной политики**.** Необходимо:

- Обновить все уровни образовательной системы — от дошкольных учреждений до высших учебных заведений;
- Совершенствовать содержание, методы и инструменты обучения с учётом потребностей общества и доступных региональных ресурсов;
- Повысить уровень подготовки и квалификации педагогических и научных кадров в соответствии с современными глобальными стандартами.

Одним из важнейших шагов является укрепление материально–технической и методической базы высших и средних специальных учебных заведений Центральной Азии на основе прогрессивных международных практик в области устойчивого природопользования и охраны окружающей среды.

На фоне падения конкурентоспособности существующих учреждений по подготовке специалистов для экологической отрасли и слабой интеграции науки и производства**,** всё более очевидной становится необходимость создания новых, принципиально иных учебных заведений**,** ориентированных на современные вызовы устойчивого развития и климатической безопасности.

К числу ключевых приоритетов в области устойчивого развития и климатической устойчивости Республики можно отнести следующие задачи:

- Проведение всестороннего анализа текущего состояния ледников Памира, расширение и углубление гляциологических исследований, а также изучение сопутствующих экологических и социально–экономических проблем. Эти меры должны лечь в основу комплексной стратегии по преодолению последствий климатических изменений в горных районах.
- Активное участие в реализации национальных, региональных и глобальных стратегий и планов действий**,** включая:
  - разработку и координацию проектов по исследованию ледников;
  - подготовку и реализацию национальных проектов в области гляциологии;
  - координацию программ по сокращению выбросов парниковых газов;
  - участие в межправительственных консультациях по вопросам изучения и охраны ледников;
  - оценку потенциальных проектов по сохранению ледников на основе экологических, экономических и стратегических критериев;
  - привлечение инвестиций в экологически значимые инициативы.
- Укрепление межрегионального сотрудничества и диалога по вопросам защиты ледников и минимизации воздействия глобального потепления. Это сотрудничество должно быть направлено на разработку согласованной климатической политики в соответствии с приоритетами устойчивого развития региона.
- Разработка и реализация адаптационных мер в секторах сельского хозяйства, энергетики, лесного хозяйства, промышленности и в жилой инфраструктуре. Эти меры

должны способствовать смягчению негативных последствий таяния ледников, особенно в горных и предгорных районах Центральной Азии.

- Расширение участия в международных и региональных гляциологических форумах, с целью:
  - укрепления научного и технического сотрудничества;
  - развития систем мониторинга и раннего оповещения;
  - обмена информацией и передовыми практиками для повышения устойчивости региона к климатическим рискам.
- Поддержка инициатив, направленных на замедление процессов таяния горных ледников и их сохранение, а также информационное обеспечение — распространение актуальных научных данных и аналитических материалов среди населения, специалистов и политических кругов.

Заключение:

Сохранение ледников Памира и устойчивое управление водными ресурсами в условиях изменения климата является стратегически важной задачей для Центральной Азии. Решение этой проблемы требует комплексного подхода, включающего расширение научных исследований, укрепление регионального сотрудничества, реализацию адаптационных мер в ключевых секторах экономики и активное участие в международных климатических инициативах. Особое значение при этом приобретает развитие современной образовательной системы и внедрение инновационных технологий в мониторинг и защиту ледников. Только скоординированные усилия на национальном и международном уровнях позволят снизить уязвимость региона и обеспечить его устойчивое развитие.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Влияние изменения климата на систему взаимосвязей между водными ресурсами, энергией и сельским хозяйством в Центральной Азии. Режим доступа:https://www.adelphi.de/en/system/files/mediathek/bilder/osce_central_asia_ scenario_workshop_paper_ru_final.pdf / Дата обращения –24.12.2022
2. Заявление ВМО о состоянии глобального климата в 2017 году. –Режим доступа: https:// library. wmo.int/doc_num. php?explnum_id=4457/.–Дата обращения: 20.04.2022.
3. Ледники Таджикистана//Главное управление по гидрометеорологии и наблюдениям за природной средой. –Душанбе, 2003. –35 с.
4. Ледники – водные ресурсы Таджикистана в условиях изменения климата.Режим доступа: http://www.cawater–info.net/ library/rus/ water_ resourses_tj.pdf / Дата обращения – 13.08.2022.
5. Мамадризохонов А.А., Гуломнабиев Д., Миршоев К. Географияи Вилояти мухтори кӯхистони Бадахшон. – Душанбе, 2020. –302 с.
6. Мухаббатов Х.М. Природно–ресурсный потенциал горных регионов Таджикистана. Монография. М.: Граница, 1999. –335 с.

ВАЗИФАҲОИ АВВАЛИНДАРАҶАИ ҲИФЗИ ПИРЯХҲОИ МИНТАҚАҲОИ КӮҲИСТОНИИ ТОҶИКИСТОН ВА МУТОБИҚШАВӢ БА ТАҒЙИРЁБИИ ИҚЛИМ ДАР ОСИЁИ МАРКАЗӢ

Дар мақола масъалаҳои муҳими экологӣ ва иқлимӣ, ки бо обшавии босуръати пиряхҳои Помир — калонтарин минтақаи яхбастаи Осиёи Марказӣ алоқаманданд, мавриди таҳлил қарор мегиранд. Зарурати истифодаи муносибати комплексӣ дар омӯзиш ва мониторинги пиряхҳо, таҳияи стратегияҳои миллӣ ва минтақавӣ ҷиҳати ҳифзи онҳо, инчунин татбиқи чораҳои мутобиқшавӣ дар бахшҳои обрасонӣ, кишоварзӣ, энергетика ва маориф таъкид мешавад. Ба масъалаҳои таҳкими иқтидори илмӣ, навсозии низоми таҳсилоти экологӣ ва тавсеаи ҳамкориҳои байналмилалӣ ва байниминтақавӣ диққати махсус дода шудааст. Пешниҳодҳо дар бораи рушди механизмҳои огоҳсозии бармаҳал, баланд бардоштани ҷозибаи сармоягузорӣ ба лоиҳаҳои муҳити зист ва иштирок дар ташаббусҳои ҷаҳонии иқлимӣ пешниҳод мегарданд.

Калидвожаҳо: Помир, пиряхҳо, тағйирёбии иқлим, Осиёи Марказӣ, гляциология, рушди устувор, захираҳои об, мутобиқшавӣ, маорифи экологӣ, мониторинг, ҳамкории минтақавӣ, чораҳои ҳифзи муҳити зист.

Маълумот дар бораи муаллифон: Мамадризохонов А.А. профессори кафедраи география ва туризми Донишгоҳи давлатии Хоруғ ба номи М. Назаршоев.

Пайшамбиева М.Л. ассистенти кафедраи география ва туризми Донишгоҳи давлатии Хоруғ ба номи М. Назаршоев. Телефон: 93 598 45 63, 501 263011.

ПРИОРИТЕТНЫЕ ЗАДАЧИ ПО СОХРАНЕНИЮ ЛЕДНИКОВ ГОРНЫХ РЕГИОНОВ ТАДЖИКИСТАНА И АДАПТАЦИИ К ИЗМЕНЕНИЯМ КЛИМАТА В ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ

В статье рассматриваются актуальные экологические и климатические вызовы, связанные с ускоренным таянием ледников Памира — крупнейшего оледеневшего массива Центральной Азии. Подчёркивается необходимость комплексного подхода к изучению и мониторингу ледников, разработки национальных и региональных стратегий по их сохранению, а также реализации адаптационных мер в водохозяйственном, сельскохозяйственном, энергетическом и образовательном секторах. Особое внимание уделено вопросам укрепления научного потенциала, модернизации системы экологического образования и расширения международного и межрегионального сотрудничества. Представлены предложения по развитию механизмов раннего оповещения, повышению инвестиционной привлекательности природоохранных проектов и активному участию в глобальных климатических инициативах.

Ключевые слова: Памир, ледники, изменение климата, Центральная Азия, гляциология, устойчивое развитие, водные ресурсы, адаптация, экологическое образование, мониторинг, региональное сотрудничество, природоохранные меры.

Сведения об авторе: Мамадризохонов А.А. профессор кафедры география и туризма Хорогского государственного университета им.М.Назаршоев.

Пайшамбиева М.Л –ассистент кафедры география и туризма Хорогского государственного университета им.М.Назаршоев. Телефон: 93 598 45 63. 501 263011

PRIORITY TASKS FOR THE PRESERVATION OF GLACIERS IN THE MOUNTAINOUS REGIONS OF TAJIKISTAN AND ADAPTATION TO CLIMATE CHANGE IN CENTRAL ASIA

The article addresses pressing environmental and climate–related challenges associated with the accelerated melting of the Pamir glaciers — the largest glaciated region in Central Asia. It emphasizes the need for an integrated approach to glacier research and monitoring, the development of national and regional conservation strategies, and the implementation of adaptation measures in water management, agriculture, energy, and education sectors. Special attention is given to strengthening scientific capacity, modernizing environmental education systems, and expanding international and interregional cooperation. The article also presents proposals for the development of early warning systems, increasing the investment appeal of environmental projects, and active participation in global climate initiatives.

Keywords: Pamir, glaciers, climate change, Central Asia, glaciology, sustainable development, water resources, adaptation, environmental education, monitoring, regional cooperation, environmental protection measures.

Information about the authors: Mamadrizokhonov A.A. Professor, Department of Geography and Tourism, Khorog State University named after M. Nazarshoev.

Payshambieva M.L. Assistant, Department of Geography and Tourism, Khorog State University named after M. Nazarshoev. Phone: 93 598 45 63, 501 263011.

УДК: 502.14:633.88(575.3)

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОХРАНЫ И РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОЛЕЗНЫХ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ГОРНЫХ РЕГИОНОВ ТАДЖИКИСТАНА

Мирзоева Р.Д., Каримчонзода М.К., Мамадризохонов А.А.

Хорогского государственного университета им. М. Назаршоева
Кулябский государственный университет им. А.Рудаки

Горные регионы Таджикистана — Памир, Гиссаро–Алай, Дарвазский, Каратегинский и Вахшский хребты, а также прилегающие к ним предгорные и среднегорные долины — представляют собой один из наиболее флористически богатых и в то же время экологически уязвимых секторов Центральной Азии. Выраженная вертикальная поясность, резкие перепады высот, разнообразие экспозиций склонов и почвенно–климатических условий формируют исключительно высокий уровень фитоценотического и видового разнообразия, включая значительное число эндемичных, реликтовых и хозяйственно ценных видов растений [1, с. 46–49]. Многие из них — представители родов *Ferula, Allium, Tulipa, Thymus, Origanum, Glycyrrhiza* — традиционно используются местным населением в качестве лекарственного, пищевого и технического сырья, что определяет их не только природоохранную, но и социально–экономическую значимость [2, с. 54–63].

В последние десятилетия флористическое разнообразие горных регионов Таджикистана подвергается нарастающему антропогенному воздействию: расширение

пастбищного животноводства и связанная с ним перегрузка горных пастбищ, нерегулируемая заготовка лекарственного и пищевого растительного сырья, деградация почвенного покрова на крутых склонах, а также усиливающаяся климатическая изменчивость, проявляющаяся в увеличении частоты засушливых периодов и смещении сроков вегетации [3]. Совокупное действие данных факторов приводит к фрагментации местообитаний, сокращению численности популяций редких видов и упрощению структуры фитоценозов, что делает актуальным переход от разрозненных, локальных охранных мероприятий к формированию комплексной, системно организованной модели долгосрочной охраны растительного покрова.

Целью настоящей статьи является обоснование геоэкологических принципов охраны и рационального использования полезных растений в условиях горных регионов Таджикистана и разработка комплексной модели, объединяющей территориальную охрану, реставрацию популяций, биоразнообразный мониторинг и социально–экологическое взаимодействие с местным населением.

Геоэкологические условия горных территорий Таджикистана определяются сочетанием высотной поясности, сложного орографического рельефа и контрастности климатических режимов — от полупустынных предгорий до высокогорных лугово–степных и криофильных сообществ [4, с. 124–129]. Такая мозаичность создаёт множество экологических ниш, обеспечивающих высокий уровень бета–разнообразия растительности даже на относительно небольших расстояниях. Вместе с тем эта же мозаичность обусловливает повышенную уязвимость горных фитоценозов: узкая экологическая амплитуда многих видов, приуроченность популяций к специфическим микроместообитаниям — щебнистым осыпям, скальным трещинам, пойменным террасам горных рек — делает их особенно чувствительными к нарушению условий среды [5, с. 54–58].

Долинные и горно–степные экосистемы, в том числе поймы горных рек, представляют собой зоны повышенной концентрации хозяйственно ценных видов растений при одновременно повышенной хозяйственной освоенности — именно здесь сосредоточены пастбищные угодья, места традиционной заготовки лекарственного сырья и земли, вовлечённые в сельскохозяйственный оборот [6, с. 35–36]. Это формирует объективное противоречие между сохранением флористического разнообразия и социально–экономическими потребностями населения горных районов, разрешение которого требует научно обоснованного, комплексного подхода к охране растительных ресурсов.

В основу предлагаемой модели охраны флоры горных регионов Таджикистана положены принципы природоохранной геоэкологии и устойчивого природопользования, включая: принцип пространственной дифференциации охранных мер с учётом неоднородности растительного покрова; принцип экологической связности охраняемых участков, обеспечивающих миграцию и обмен генетическим материалом между популяциями; принцип адаптивного управления, предполагающий корректировку природоохранных мероприятий на основе данных мониторинга; а также принцип социально–экологического партнёрства, интегрирующего научные рекомендации с традиционными формами природопользования местного населения [7, с. 122]. Методической базой служат стандартные приёмы геоботанического обследования, популяционно–экологического анализа (оценка возрастной структуры, плотности и

жизненности ценопопуляций) и геоинформационного картографирования местообитаний [8, с. 184].

Результаты и обсуждение

Одним из приоритетных направлений охраны флоры горных регионов Таджикистана является формирование сети локальных особо охраняемых природных территорий (ООПТ), включающей микрозаповедники, ботанические заказники и памятники природы. В отличие от крупных ООПТ регионального и государственного значения, локальные формы охраны обладают высокой пространственной точностью, что особенно важно в условиях гетерогенного горного рельефа, где ценные флористические комплексы нередко занимают участки площадью в десятки или сотни гектаров [9, с. 122–129]. Подобный подход широко применяется в практике сохранения биоразнообразия горных и предгорных регионов мира и доказал свою эффективность при ограниченных ресурсах управления [10, с. 75].

Научной основой данного направления служит концепция «ключевых ботанических участков», предполагающая приоритетную охрану локалитетов с высокой концентрацией таксонов, имеющих природоохранную, лекарственную или экономическую ценность [11, с. 24–32]. В условиях горных регионов Таджикистана такие участки могут быть представлены сообществами с доминированием лекарственных видов (*Ferula spp., Glycyrrhiza glabra, Thymus spp., Origanum tyttanthum*), произрастающих в среднегорном и высокогорном поясах, а также локальными популяциями редких и эндемичных видов родов Tulipa, Allium и Iris, приуроченных к щебнистым и скальным местообитаниям. Консервация подобных биотопов предотвращает утрату видового разнообразия и обеспечивает сохранение уникальных флористических комплексов в естественном состоянии.

Чрезмерное выпасание скота на горных и высокогорных пастбищах, нерегулируемое сенокошение и бессистемная заготовка растительного сырья являются одними из основных факторов деградации фитоценозов долинных и горно–степных экосистем Таджикистана [12, с. 153]. Введение ограничительного режима землепользования на локальных ООПТ позволяет снизить интенсивность антропогенного воздействия, предотвратить разрушение маломощного горного почвенного покрова и сократить фрагментацию местообитаний. Практика введения временных или постоянных запретов на выпас в пределах охраняемых участков способствует восстановлению травяного покрова и повышению биомассы ценных видов, что подтверждается опытом организации подобных территорий в сопредельных горных регионах Центральной Азии [13, с.46–48].

Локальные ООПТ выполняют также функцию естественных семенных банков *in situ,* обеспечивая накопление и поддержание жизнеспособного семенного фонда в почве. Это особенно важно для видов с ограниченным ареалом или низкой конкурентоспособностью, приуроченных к специфическим горным местообитаниям, у которых семенное возобновление является ключевым механизмом поддержания численности. Наличие таких резервов способствует естественному расселению растений на прилегающие деградированные участки горных склонов и повышает устойчивость экосистем к внешним воздействиям, включая климатические аномалии, характерные для горных территорий, — заморозки, засухи, сход селевых потоков.

Сохранение природных условий в пределах локальных ООПТ обеспечивает

функционирование естественных процессов сукцессии, вегетативного и семенного возобновления, а также межвидовых взаимодействий. За счёт снижения антропогенного давления создаются условия для восстановления возрастной и пространственной структуры популяций, что особенно важно для многолетних травянистых и полукустарниковых форм, доминирующих в горных фитоценозах Таджикистана. Даже небольшие по площади охраняемые участки способны выполнять роль «ядер регенерации», инициируя восстановительные процессы в окружающем ландшафте [14, с. 74–79].

Научно обоснованная реставрация популяций редких и уязвимых видов растений горных регионов Таджикистана представляет собой целенаправленный комплекс мер, направленных на восстановление их численности, пространственной структуры и экологической устойчивости в пределах естественного ареала. В отличие от пассивной охраны, реставрационные мероприятия предполагают активное вмешательство, основанное на данных популяционной биологии, экологии и генетики, и реализуются в случаях, когда естественные механизмы самовосстановления оказываются недостаточными вследствие длительного антропогенного воздействия или деградации горных местообитаний [15, с. 34–38].

Базовым элементом реставрации является формирование специализированных питомников и семенных банков, обеспечивающих сохранение репродуктивного потенциала редких видов вне природных популяций. Репродуктивные питомники, организованные в предгорных и среднегорных районах, позволяют получать жизнеспособный посадочный материал без дополнительного давления на естественные ценозы, а семенные банки — сохранять диаспоры в контролируемых условиях на протяжении длительного времени. Подобный подход применяется при восстановлении популяций видов родов *Ferula, Allium и Tulipa,* где семенное размножение является основным способом поддержания численности; сохранение семян из различных высотных и локальных популяций также позволяет зафиксировать внутривидовое генетическое разнообразие, важное для адаптации к условиям различных высотных поясов.

Выращивание рассады в контролируемых условиях (*ex situ*) с последующей интродукцией в природные местообитания позволяет значительно повысить выживаемость растений на ранних стадиях онтогенеза, которые являются наиболее уязвимыми, особенно в условиях резко континентального горного климата. Интродукция проводится с учётом экологической приуроченности вида — высоты над уровнем моря, экспозиции склонов, увлажнения и фитоценотического окружения. Для горно–степных и полупустынных видов успешная интродукция возможна лишь при подборе микробиотопов, максимально приближенных к естественным условиям произрастания [16, с.122]. Такой подход способствует формированию устойчивых очагов восстановления популяций в различных высотных поясах горных регионов Таджикистана.

Неотъемлемым компонентом реставрации является долгосрочный мониторинг интродуцированных особей, направленный на оценку их приживаемости, темпов роста, репродуктивной активности и участия в структуре растительного сообщества. Практика показывает, что без последующего мониторинга интродукция часто носит формальный характер и не приводит к формированию самоподдерживающихся популяций.

Принципиальное значение имеет генетический контроль реставрационных мероприятий: использование ограниченного числа материнских растений или посадочного материала из одного источника может привести к снижению генетического разнообразия и повышению риска инбридинга. Отбор семян и рассады из нескольких природных популяций одного эколого–географического происхождения, в том числе с различных высотных поясов, способствует сохранению адаптивного потенциала вида. Это особенно важно для эндемичных и реликтовых растений горных регионов Таджикистана с узкой экологической амплитудой, где утрата генетической вариабельности напрямую снижает устойчивость популяций к внешним стрессовым факторам [17, с.17–24].

Эффективная охрана флористического разнообразия и устойчивое управление растительными ресурсами горных регионов Таджикистана невозможны без организации систематического и долгосрочного мониторинга, обеспечивающего получение объективной информации о состоянии, динамике и устойчивости популяций растений [18, с. 71]. Регулярные полевые исследования позволяют количественно оценивать пространственное распределение видов, численность популяций и их демографическую структуру. Анализ возрастных групп ценопопуляций — ювенильных, имматурных, генеративных и сенильных особей — даёт возможность судить о воспроизводственном потенциале популяций и степени их устойчивости; преобладание стареющих генеративных особей при дефиците молодых форм указывает на нарушение процессов естественного возобновления, что нередко фиксируется на интенсивно эксплуатируемых горных пастбищных угодьях.

Применение геоинформационных систем существенно повышает точность и наглядность мониторинговых исследований в условиях сложного горного рельефа. GIS–картирование позволяет интегрировать данные полевых наблюдений с информацией о рельефе, экспозиции склонов, почвах, гидрологическом режиме горных водотоков и антропогенной нагрузке, формируя пространственные модели распределения флоры. Выявление зон деградации растительного покрова — эрозионных участков на крутых склонах, пастбищной дигрессии, нарушенных пойменных экосистем горных рек — позволяет локализовать проблемные территории и определить приоритеты природоохранных и восстановительных мероприятий.

Фенологический мониторинг, включающий наблюдение за сроками прорастания, цветения, плодоношения и отмирания растений на различных высотных поясах, является важным индикатором реакции горной флоры на климатические колебания. Сдвиги фенологических фаз могут свидетельствовать о стрессовых воздействиях, характерных для горных территорий Таджикистана, — засухах, поздневесенних заморозках, нарушении режима снеготаяния. Одновременно фиксируются факторы риска — интенсивность выпаса, объёмы заготовки растительного сырья, распространение чужеродных видов, что позволяет установить причинно–следственные связи между антропогенным воздействием и состоянием популяций.

Создание централизованной цифровой базы данных, аккумулирующей результаты полевых и лабораторных исследований, картографические материалы и фенологические наблюдения по различным горным районам республики, обеспечивает их сопоставимость во времени и пространстве. Возможность регулярного обновления данных и проведения аналитических сравнений позволяет отслеживать динамику

флористических ресурсов, оценивать эффективность природоохранных мер и прогнозировать дальнейшие изменения состояния горных экосистем.

Местное население горных регионов Таджикистана выступает одним из ключевых субъектов в системе сохранения флористического разнообразия, поскольку на протяжении длительного времени непосредственно взаимодействует с горными экосистемами, используя растительные ресурсы в хозяйственных, пищевых и лечебных целях. В условиях, где традиционные формы природопользования — отгонное животноводство, сезонная заготовка лекарственного и пищевого сырья — сохраняют значительную социально–экономическую роль, вовлечение местных сообществ в природоохранную деятельность является необходимым условием эффективности и устойчивости мер по охране флоры.

Экологическое просвещение должно быть направлено на формирование у населения практических навыков рационального использования растительных ресурсов. Проведение обучающих семинаров и полевых тренингов позволяет донести до заготовителей научно обоснованные нормы сбора, включая допустимые объёмы изъятия, оптимальные сроки заготовки и методы, исключающие повреждение генеративных и подземных органов растений. Подобные программы успешно применяются в горных регионах Центральной Азии при заготовке лекарственных растений (*Ferula spp., Origanum tyttanthum, Thymus spp.),* где после внедрения обучающих мероприятий отмечалось снижение деградации популяций и повышение качества заготавливаемого сырья.

Традиционные экологические знания, накопленные местным населением горных районов Таджикистана в процессе многовекового взаимодействия с природной средой, представляют собой важный элемент устойчивого природопользования. К ним относятся практики выборочного сбора, сезонные ограничения заготовки, а также особое, нередко сакральное отношение к отдельным участкам горного ландшафта. Интеграция таких знаний в современные природоохранные стратегии позволяет повысить социальную приемлемость охранных мер и способствует сохранению культурного наследия горных сообществ.

Эффективное вовлечение местных жителей в охрану флоры требует формирования системы социальных и экономических стимулов, включая поддержку инициатив общественного мониторинга состояния растительного покрова горных пастбищ и предоставление преференций за соблюдение природоохранных режимов. Практика «общественного мониторинга» позволяет расширить охват наблюдений в труднодоступных горных районах, повысить оперативность выявления нарушений и укрепить чувство ответственности местных сообществ за сохранение природных ресурсов.

Развитие экологически ориентированных форм туризма рассматривается как один из эффективных механизмов снижения давления на природные флористические ресурсы горных регионов Таджикистана. Экотуризм, основанный на демонстрации природного и ботанического разнообразия горных ландшафтов, формировании экскурсионных маршрутов и создании локальных туристских сервисов, обеспечивает альтернативные источники дохода для местного населения. Внедрение экотуристических инициатив в ряде горных регионов Центральной Азии позволило существенно сократить масштабы неконтролируемого сбора лекарственных растений, одновременно повысив ценность

сохранённых экосистем в глазах местных сообществ.

Заключение

Проведённый анализ показывает, что сохранение флористического разнообразия горных регионов Таджикистана в условиях нарастающего антропогенного воздействия и климатической изменчивости требует перехода от разрозненных охранных мероприятий к комплексной, геоэкологически обоснованной модели долгосрочной охраны растительного покрова. Такая модель должна учитывать пространственную неоднородность горных фитоценозов, различия в их экологической устойчивости на разных высотных поясах, а также социально–экономические особенности горных сообществ республики.

Комплексное и согласованное применение рассмотренных направлений — формирования сети локальных ООПТ, научно обоснованной реставрации популяций редких и хозяйственно ценных видов, развития системы биоразнообразного мониторинга и вовлечения местного населения в природоохранную деятельность — создаёт предпосылки для стабилизации состояния природных фитоценозов горных регионов Таджикистана, сохранения их структурного и функционального разнообразия, а также обеспечения устойчивого использования флористических ресурсов без ущерба для экологической целостности горных экосистем в долгосрочной перспективе.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Камелин Р.В. Флорогенетический анализ естественной флоры горной Средней Азии. – Л.: Наука, 1973. — 355 с.
2. Ходжиматов М. Дикорастущие лекарственные растения Таджикистана. – Душанбе: Ирфон, 1989. – 368 с.
3. Сафаров Н.М. Флора и растительность Южного Памиро–Алая. ... – Душанбе: Дониш, 2013, –378 с.
4. Станюкович К.В. Растительность гор СССР. – Душанбе: Дониш, 1973. – 309 с.
5. Запрягаева В.И. Дикорастущие плодовые растения Таджикистана. – М.–Л.: Наука, 1964. – 695 с.
6. Юнусов С.Ю., Кобилов Э.Э. Растительные ресурсы горных районов Таджикистана и проблемы их рационального использования // Известия Академии наук Республики Таджикистан. Отделение биологических и медицинских наук. – 2015. – № 2. – С. 34–41.
7. Миркин Б.М., Наумова Л.Г. Основы общей экологии. — М.: Университетская книга, 2005. — 240 с.
8. Работнов Т.А. Фитоценология. — М.: Изд–во МГУ, 1983. — 296 с.
9. Соболевская К.А. Охрана редких и исчезающих видов растений и растительных сообществ. – Новосибирск: Наука, 1984. — 224 с.
10. Быков Б.А. Геоботаника. – Алма–Ата: Наука, 1978. — 288 с.
11. Плантлайф Интернешнл. Ключевые ботанические территории: методическое руководство по выявлению и охране / пер. с англ. — М.: Товарищество научных изданий КМК, 2006. — 132 с.
12. Каримов Х.Х., Куликов С.В. и др. Зимняя вегетация и летний покой растений аридной зоны Средней Азии, – Душанбе: Дониш, 1969. –210 с.

13. Сарыбаев Б.Н. Опыт создания микрозаповедников в горных регионах Центральной Азии // Проблемы освоения пустынь. – 2011. – № 1. – С. 45–51.
14. Работнов Т.А. Жизненный цикл многолетних травянистых растений в луговых ценозах // Труды Ботанического института АН СССР. Серия 3. Геоботаника. – 1950. – Вып. 6. – С. 7–204.
15. Международный союз охраны природы (МСОП). Руководящие принципы реинтродукции и других мер по восстановлению популяций / пер. с англ. – Гланд: МСОП, 2013. – 57 с.
16. Егорова Т.В. Интродукция редких и исчезающих видов растений: теория и практика. – М.: Наука, 1999. – 175 с.
17. Алтухов Ю.П. Генетические процессы в популяциях. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2003. – 431 с.
18. Викторов С.В., Чикишев А.Г. Геоботаническое картографирование и индикационная геоботаника. – М.: МГУ, 1990. – 200 с.

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОХРАНЫ И РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОЛЕЗНЫХ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ГОРНЫХ РЕГИОНОВ ТАДЖИКИСТАНА

В статье рассматриваются геоэкологические основы охраны и рационального использования полезных (лекарственных, пищевых и хозяйственно ценных) растений в условиях горных регионов Таджикистана. Показано, что нарастающее антропогенное воздействие — перевыпас, нерегулируемая заготовка растительного сырья, деградация почвенного покрова — в сочетании с климатической изменчивостью создаёт угрозу сокращения флористического разнообразия горных экосистем, характеризующихся выраженной вертикальной поясностью и высокой концентрацией эндемичных и реликтовых таксонов. Обоснована необходимость перехода от разрозненных охранных мер к комплексной, научно обоснованной модели охраны растительного покрова, включающей формирование сети локальных особо охраняемых природных территорий, научно обоснованную реставрацию популяций редких и уязвимых видов, развитие системы биоразнообразного мониторинга и экологическое просвещение с вовлечением местных сообществ. Предложенная модель адаптирована к специфике горных ландшафтов Таджикистана и может служить основой для разработки региональных программ охраны флоры.

Ключевые слова: геоэкология, горные регионы, Таджикистан, полезные растения, флористическое разнообразие, особо охраняемые природные территории, реставрация популяций, мониторинг биоразнообразия.

Сведения об авторах. Мирзоева Рухия Давлатназаровна — ассистент кафедры общей биологии Хорогского государственного университета имени М. Назаршоева. Тел. 501440171

Каримчонзода Мехрангез Каримҷон –PhD –докторант Кулябского государственного университета им. А.Рудаки Тел. +992 20 35353 99.

Мамадризохонов Акбар Алихонович – профессор кафедры ботаника и экология Хорогского государственного университета имени М. Назаршоева. Доктор биологических наук. Тел. +992 93 598 45 63.

GEOECOLOGICAL FOUNDATIONS OF THE CONSERVATION AND SUSTAINABLE USE OF USEFUL PLANTS IN THE MOUNTAIN REGIONS OF TAJIKISTAN

The article examines the geoecological foundations of the conservation and sustainable use of useful (medicinal, food and economically valuable) plants in the mountain regions of Tajikistan. It is shown that growing anthropogenic pressure — overgrazing, unregulated harvesting of plant raw materials, and soil degradation — combined with climatic variability threatens the floristic diversity of mountain ecosystems characterized by pronounced altitudinal zonation and a high concentration of endemic and relict taxa. The necessity is substantiated of moving from fragmented conservation measures toward an integrated, scientifically grounded model of vegetation–cover protection, including the establishment of a network of local specially protected natural areas, science–based restoration of populations of rare and vulnerable species, the development of a biodiversity monitoring system, and environmental education combined with the involvement of local communities. The proposed model is adapted to the specifics of Tajikistan's mountain landscapes and may serve as a basis for regional flora–conservation programmes.

Keywords: *geoecology, mountain regions, Tajikistan, useful plants, floristic diversity, protected areas, population restoration, biodiversity monitoring.*

Information about the authors. Mirzoeva Ruhiya Davlatnazarovna - Assistant, Department of General Biology, Khorog State University named after M. Nazarshoev. Phone: 501440171

Karimjonzoda Mehrangez Karimjon— PhD candidate (doctoral student), Kulyab State University named after A. Rudaki. Каримчонзода Мехрангез Каримҷон, Phone: +992 20 353 53 99

Mamadrizokhonov Akbar Alikhonovich — Professor, Department of Botany and Ecology, Khorog State University named after M. Nazarshoev, Doctor of Biological Sciences. Phone: +992 93 598 45 63

АСОСҲОИ ГЕОЭКОЛОГИИ ҲИФЗ ВА ИСТИФОДАИ ОҚИЛОНАИ РАСТАНИҲОИ ФОИДАБАХШ ДАР ШАРОИТИ МИНТАҚАҲОИ КӮҲИИ ТОҶИКИСТОН

Дар мақола асосҳои геоэкологии ҳифз ва истифодаи оқилонаи растаниҳои фоидабахш (шифобахш, хӯрокворӣ ва хоҷагӣ) дар шароити минтақаҳои кӯҳии Тоҷикистон баррасӣ мешаванд. Нишон дода шудааст, ки таъсири афзояндаи антропогенӣ — чаронидани аз ҳад зиёди чорво, ҷамъоварии беназорати ашёи растанигӣ, деградатсияи қабати хок — дар якҷоягӣ бо тағйирёбии иқлим хатари коҳиши гуногунии флористии экосистемаҳои кӯҳиро, ки бо минтақабандии амудии барҷаста ва зичии баланди намудҳои эндемикӣ ва реликтӣ хос мебошанд, ба вуҷуд меорад. Зарурати гузариш аз чораҳои пароканда ба модели маҷмуӣ ва илман асосноки ҳифзи рустании замин, аз ҷумла ташкили шабакаи ҳудудҳои махсуси ҳифзшавандаи табиии маҳаллӣ, барқарорсозии илман асосноки популятсияҳои намудҳои нодир ва осебпазир, рушди системаи мониторинги гуногунии биологӣ ва маърифати экологӣ бо ҷалби аҳолии маҳаллӣ, исбот карда шудааст. Модели пешниҳодшуда ба хусусиятҳои ландшафтҳои кӯҳии Тоҷикистон мутобиқ карда шудааст ва метавонад асоси таҳияи барномаҳои минтақавии ҳифзи флора гардад.

Калидвожаҳо: геоэкология, минтақаҳои кӯҳӣ, Тоҷикистон, растаниҳои фоидабахш, гуногунии флористӣ, ҳудудҳои махсуси ҳифзшаванда, барқарорсозии популятсия, мониторинги гуногунии биологӣ.

Маълумот дар бораи муаллифон: Мирзоева Руҳия Давлатназаровна — ассистенти кафедраи биологияи умумии Донишгоҳи давлатии Хоруғ ба номи М. Назаршоев. Тел. 501440171

Каримчонзода Мехрангез Каримҷон — PhD — докторанти Донишгоҳи давлатии Кӯлоб ба номи А. Рӯдакӣ. Тел. +992 20 353 53 99

Мамадризохонов Акбар Алихонович — профессори кафедраи ботаника ва экологияи Донишгоҳи давлатии Хоруғ ба номи М. Назаршоев, доктори илмҳои биологӣ. Тел. +992 93 598 45 63

УДК: 338.48–42(181.3)

ТАҲЛИЛИ ИҚТИДОРИ ЭКОЛОГӢ ВА ИМКОНИЯТҲОИ САЙЁҲӢ – РЕКРЕАТСИОНИИ НОҲИЯИ ДАРВОЗ

Ричабеков Н.Ч., Диловаров Р., Рештов Б.

Донишгоҳи байналмилалии сайёҳӣ ва соҳибкории Тоҷикистон

Донишгоҳи омӯзгорӣ Тоҷикистон ба номи С. Айнӣ

Донишгоҳи миллии Тоҷикистон

Муқаддима. Туризм яке аз самтҳои афзалиятноки рушди иқтисодии Ҷумҳурии Тоҷикистон ба ҳисоб меравад ва дар диверсификатсияи иқтисод, ташаккули симои мусбати кишвар ва баланд бардоштани сатҳи шуғли аҳолии минтақаҳои кӯҳистон нақши муҳим мебозад. Болооби дарёи Панҷ, ки бо мавқеи ҷуғрофии беназир, иқлими нарм, манбаъҳои шифобахш, манзараҳои зебо, мероси ғании табиӣ ва таърихию фарҳангӣ, инчунин гуногунрангии ҳунарҳои мардумӣ ва хусусиятҳои этнографӣ фарқ мекунад, дорои потенсиали нодир барои рушди намудҳои гуногуни туризм мебошад – аз туризми экологӣ ва фарҳангию маърифатӣ то туризми экстремалӣ ва этнотуризм. Бо вуҷуди ин, барои истифодаи самараноки ин потенсиал таҳкими инфрасохтори минтақавӣ, такмили механизмҳои ташкилотию иқтисодӣ ва ҷорӣ намудани абзорҳои муосири идоракунии фаъолияти сайёҳӣ, ки бар асоси принсипҳои рушди устувор асос ёфтаанд, зарур мебошад.

Қабл аз ин ки ба ҳудуди географии ноҳияи сайёҳию рекреатсионӣ Дарвоз бипардозем, лозим медонам, ки калимаи “Дарвоз”– ро, ки мусаммои он диёри бостонӣ аст, аз лиҳози топонимикӣ решаёбӣ кунем. Вожаи “дарвоз“ калимаи аслии дарӣ ва ё тоҷикӣ буда, ки “дарвозаи бузург”, “дарвозаи шаҳр” ва “дари қалъа” маъно ва мафҳум аст. Яъне вожаи “дарвоз” номи ҷой ва маконе аст, ки дорои кӯҳҳои сар ба фалак, осмонхарош, муртафеъ ва баланд, дараҳои зебо бо манзараҳои гуворо, дилангез ва дилрабо, сабзазорҳо ва обҳои шафоф буда, қулла ва домани кӯҳҳои он яхчолҳои ҳамеша табиӣ дорад [4, с. 5]

Ноҳияи сайёҳи ва рекреатсионӣ Дарвоз, ки он води дарёи Панҷ, Хубоб, ва нуқтаи сайёҳии суффакӯҳӣ Сағридаштро дар бар гирифтааст. Аз нуқтаи назари ҷойгиршавии географӣ ноҳияи сайёҳӣ дар қисмати ҷанубу ғарбии Вилояти Мухтори Кӯҳистони Бадахшон ҷойгир шудааст. Ноҳияи сайёҳи дар қисмати шимол бо ноҳияи сайёҳӣ

Сангвор, аз ғарб бо ноҳияҳои Ховалин, Муъминобод, Шамсиддини Шоҳин, аз шарқ бо ноҳияи Ванҷ ва аз ҷануб бо дарёи Панҷ бо Ҷумҳурии Исломии Афғонистон, бо масо фаи 130 км кашидааст. Бояд тазаккур дод, ки ноҳия аз нуқтаи назари ташкили ҳудудии сайёҳӣ мавқеъи хеле қулайро ишғол кардааст.

Ҷадвали 1.

Хусусиятҳои географӣ ва мавқеъи ҷойгиршавии ноҳияи сайёҳи рекреатсионӣ Дарвоз

Р/Т	Нишондиҳандаҳо	Тавсифи кӯтоҳ
1	Номи ноҳия	Дарвоз
2	Макони ҷойгиршавӣ дар Ҷ. Т	Ҷанубу ғарби Тоҷикистон
3	Координатҳои географӣ	71^0 00^0 ш.м 38^0 40^0 ғ $71^0 00^0$ ҷ
4	Ҳамсарҳади ноҳия бо дигар минтақаҳои ҷумҳурӣ	Сангвор, Ванҷ, Ховалинг, Муъимнобод, Ш. Шоҳин Ҷ.И. Афғонистон
5	Масоҳат км^2	2,8км^2
6	Баланди мутлақ аз сатҳи баҳр	6083 м (қул. Арнавад)
7	Баланди нисбӣ аз сатҳи баҳр	1200 м (Роғак)
8	Релеф	Кӯҳӣ ва анвор
9	Дарёҳои калонтарини ноҳия	Панҷ ва Хумбоб
10	Иқлимӣ	Субтропикӣ, континенталӣ ва мӯътадил
11	Ҳарорати гармтарин (мавсими тобистона)	30–35^0C
12	Ҳарорати миёна (мавсими тобистон)	25–26^0C
	Ҳарорати хунуктарин (мавсими зимистон)	0^0 С то–5^0C
	Канданиҳои фойданок	Сангҳои ороишӣ (мармар, серпентинит), тило, мис, никел ва ангишт
12	Фосилаи ноҳия аз Қалъаихумб то Душанбе	380 км^2
13	Фосилаи ноҳия аз Қалъаихумб то Хоруғ	241 км^2

Таҳияи муаллиф дар асосӣ [5, с. 250]

Чи тавре, кӣ аз руйи маълумотҳои ҷадвали боло бар меояд ноҳияи сайёҳию рекреатсионӣ Дарвоз як ҷузъи минтақаи сайёҳии болооби дарёи Панҷ ба ҳисоб рафта, аз руйи релефи кӯҳӣ, иқлими мусоид, сарватҳои табии ва манзараҳои назаррабо имконияти рушдёбии сайёҳии устуворро дорост.

Қаторкӯҳҳои Дарвоз, бузургтарин қаторкӯҳи ин ноҳия буда, дар масофаи 130 км^2 тул кашидаанд. Қаторкӯҳҳо Дарвоз бо қаторкӯҳҳои зебоманзари Пётри як, Ванҷ, Язгулом, қаторкӯҳои академияи илмҳо, Ҳазратишоҳ, пайваст мебошад. Қуллаи баландтарини ин қаторкӯҳ Арванд ном дорад, ки баландии он 6083 м аст. Ин қулла аҳмияти калони сайёҳӣ кӯҳнаварди ва кӯҳгардӣ дорад. Ичунин барои ташкили сайёҳии илмӣ, лижаронӣ дар фазои ин кӯҳҳо ва ағбаҳои ниҳоят бузург ташкил кардан ба мақсад мувофи аст [8, с. 127]

Дар қисмати ғарбии ноҳияи сайёҳию рекреатсионӣ Дарвоз кӯҳҳо боз ҳам пастар буда, баландии аз 3000 то 3700 м ташкил медиҳанд, ки онҳо ба мавзеъи миёнакӯҳ дохил

мешаванд. Ҷинсҳо кӯҳии онҳо аз оҳаксанг, регсангҳо, варақсангҳои метаморфӣ ва гранитҳои давраи полеозой ташкил медиҳанд, ки барои сафар бо аспу хар хеле қуллай мебошанд. [1, с. 60]. Бояд қайд намуд, ки дар фазои кӯҳҳои Дарвоз пиряхҳои бузургтарини Осиёи марказӣ ҷойгиранд, 429 км^2 ҳуддуди ин кӯҳҳоро ишғол менамоянд, ки онҳо барои соҳаҳои хоҷагии халқ ва соҳаи сайёҳӣ заминаи устувор мебошанд. Асосан дар нишебии кӯҳҳо дарахтони чормағз, арчаю–бодом меруянд, ки онҳо маҳаллҳои сайёҳиро зебою дилкаш гардонидаанд.

Лозим ба ёдоварист, дар ҳудуди ноҳия дарёҳои Хумбоб, Панкуноб, Жак, Ғароб, Ячов ва Обихингоб ҷойгир шудаанд, ки аҳамияти ташкили сайёҳии аквалиро надоранд, аммо маркази дистенатсияи сайёҳӣ мебошанд. Дар водии дарёи Панҷ дараҳои Зиғар, Хумбоб, Паткунов, Жак, Сағридашт, Висхарв, Курговад, Пошхарв Ёгед ва Шикев ҷойгиранд, ки хусусиятҳои табии ва рекреатсионӣ ин дараҳо бо мақсади ташкили ҳудудии сайёҳи ва фаъолияти рекреатсионӣ то ҳол омӯхта ва таҳлил карда нашудаанд. Ҳамаи дараҳои номбаршуда барои ташкили ҳудудии равияҳои сайёҳи пиёдагардӣ, варзишӣ, таърихӣ экскурсионӣ, корӣ, экологӣ ва аёдатӣ мавқеъи асосиро ишғол менамояд.

Иқлим яке аз омилҳои асосии ташаккули ноҳияи сайёҳию реатсионии Дарвоз ба шумор меравад, зеро он шароити муносиб барои истироҳат ва фароғатро фароҳам меорад. Аз нуқтаи назари илмию методӣ дар ташкили ҳудудии сайёҳӣ дар минтақаҳои кӯҳӣ, ки дар ҳар як 500 м ивазшавии иқлим ба назар мерасад, ки он ба фаъолияти сайёҳию рекреатсионӣ таъсир мерасонад. Иқлими ноҳия кӯҳӣ буда, фишори ҳаво, дараҷаи ҳарорат ва рутубат бо баланд шудани мавзеъҳои сайёҳӣ аз ғарб ба шарқ зуд тағйир меёбад. Иқлими ноҳияи сайёҳию рекреатсионӣ Дарвоз аз дигар мавзеъҳо дар он аст, ки ҳарорати миёнаи соҳили дарёи Панҷ дар моҳи январ аз 0 то 5^0 С ва дар моҳи июл 27–40^0 С ташкил медиҳад, ки он барои сайёҳон хеле муносиб буда, организми онҳо на хунуки ва на гармиро эҳсос мекунанд.

Бояд қайд кард, ки дар ноҳияи сайёҳию реркреатсионӣ Дарвоз, бо назардошти хусусиятҳои географӣ ва иқлимӣ муайян намудани мавсимҳои мусоид барои рушди фаъолияти сайёҳию рекреасионӣ нақши калидӣ дорад. Аз ин лиҳоз вобаста ба нишондордҳои иқлимӣ бунгоҳҳои обу ҳавосанҷӣ ноҳияи Дарвоз мо дар ҷадвали зерин мавсимҳои сайёҳиро вобаста ба фаслҳои сол дида мебароем.

Ҷадвал 2.

Муайянкунии мавсимҳои мусоид барои рушди равияҳои сайёҳӣ бо назардошти хусусиятҳои табиӣ ва иқлимӣ.

Моҳҳо	**Мавсим**	**Ташкили равияҳои сайёҳӣ**
Март–Май	Баҳор	Саргузаштӣ, таърихию фарҳангӣ, экосайёҳӣ маърифатӣ
Июн–Август	Тобистон	Кӯҳгардӣ, роҳпаймоӣ, фароғатӣ ва ташкили турҳои геологӣ, зоологӣ, таърихӣ ва этнографӣ
Сентябр–Ноябр	Тирамоҳ	Сайругашт бо аспу хар, сайёҳии деҳот, шикорӣ, дучархаронӣ
Декабр –Феврал	Зимистон	Лижаронӣ, сновбординг

Таҳияи муаллиф

Маълумотҳои ҷадвал нишон медиҳанд, ки дар фаслҳои баҳору тобистон барои

рушди равияҳои сайёҳии таърихию фарҳангӣ, кӯҳнавардӣ ва экосайёҳӣ дар ноҳияи сайёҳию рекреатсионии Дарвоз бештар ба мақсади сайёҳон мувофиқ аст, зеро дар ин фаслҳо иқлим гарм ва муносиб аст. Инчунин дар фаслҳои тирамоҳву зимистон барои рушди сайёҳиӣ шикорӣ, лижаронӣ ва деҳот мувофиқ аст. Сайёҳӣ шикорӣ яке аз равияҳои оммафаҳми соҳаи сайёҳӣ дар ин ноҳия ба шумор рафта, ҳамасола сайёҳони хориҷӣ бо мақсади шикор ба мавзеъҳои ин ноҳия боздид ба амал меоранд. Дар ҳудуди ноҳия як минтақаи шикор фаъолият мекунад ва барои иҷозати шикори бузи морхур аз тарафи Кумити ҳифзи муҳити зист аз охирҳои моҳи октябр то моҳи декабр иҷозати шикор дода мешавад.

Иқлими соҳилии дарёи Панҷ нисбатан муътадил ва барои зироаткорӣ мусоид аст. Бояд гуфт, ки то солҳои 2015–2016 дар шароити зимистон роҳҳои ноҳия масдуд шуда, рафту омади сайёҳон таавассути гузаргоҳои кӯҳӣ мушкил мешуд ва ин ба рушди масвимиятнокии сайёҳӣ таъсир гузошт. Акасар гузаргоҳҳои кӯҳӣи ноҳияи сайёҳию рекреатсиони Дарвоз дар баландии 2000–2500 м аз сатҳи баҳр қарор дошта, дар тирамоҳу зимистон тариқи онҳо номумкин буд. Ноҳияи сйёҳӣ Дарвоз аз дигар ноҳияҳо фарқияташ дар он аст, ки боришоти атмосфери зиёдтар буда, солона дар мавзеъ аз 500–900 мм–ро ташкил медиҳад. Ба ақидаи Амиршоҳ Маҳрамов, доктори илмҳои кишоварзӣ, қисматҳои поёнии ин ноҳия, ҳудуди ҷамоатҳои деҳоти Нулванд, Қалъаихумб ва Вишхарв иқлими субтропикӣ ва гарм дошта, барои парвариши бутта ва ниҳолҳолону дарахтоки субтропикӣ, аз қабили лимӯ, мондарину апелсин, анору анҷир ва токҳои ангур хеле мусоид аст.

Бояд тазаккур дод, ки дар баробари табиати нотакрор ноҳияи сайёҳи Дарвоз дорои мероси бойи таърихию фарҳангӣ, ёдгориҳои таърихӣ, тарзи меъмори сохтани хонаҳо ва кӯҷаҳо, ҳунарҳои мардумӣ, тарзи гузаронидани маросимҳои динӣ ва эътиқодӣ, маросимҳои масвимӣ ва табии аз дигар ноҳияҳои сайёҳии болооби дарёи Панҷ ба кулли фарқ мекунанд, дида мебароем.

Фарҳанги ноҳияи сайёҳӣ Дарвоз ба монанди дигар ноҳияҳои кӯҳҳии болооби дарёи Панҷ, дорои хусусиятҳои хосӣ этникӣ, забонӣ ва анъанавӣ дар шароити кӯҳӣ ташаккул ёфтааст. Маҳз ин паҳлуҳо имкониятҳои нодир рушди сайёҳии фарҳангӣ ва этнографирӣ фароҳам месозанд.

Яке аз омилҳои асосии ҷалби сайёҳон ба ноҳияи сайёҳию рекреатсионӣ Дарвоз маҳз ёдгориҳои таърихӣ мебошанд, ки таърихи чандҳазорсолаи ноҳияро нишон медиҳад. Дар ноҳия ёдгориҳои зиёд бо номи шаҳри Карон, қалъаи Карона, қалъаи Хум, қалъаи Хона, Ҷорф ва Шаршараи Овчуг дар водиҳо ва баландкӯҳҳо ҷогиранд, аҳамияти бузурги сайёҳӣ доранд.

Яке аз бузургтарин ва ҷолибтарин объекти ноҳия барои гардишгарон ин шаҳри Карона мебошад. Дар ҳудуди ноҳияи сайёҳӣ Дарвоз Шаҳри Карон дар масофаи яккилометрии деҳаи Рузвай ва 2 км дуртар аз деҳаи Кеврон, дар баландии 1700 метр аз сатҳи баҳр дар болои кӯҳи Зоғик воқеъ гардидааст. Он масоҳати 100 га кӯҳу заминро ишғол кардааст. Шаҳри Карон дар осори муҳаққиқон қадимиву кунунӣ бо номҳои Куррон, Куҳон, ва Карон зикр гардида, бори аввал аз ҷониби Юнусшоҳ Ёқубов бозёбиву бознигарӣ карда мешавад. Вожаи “Карон” дар луғатҳо ба маънои бузург, тавоно, нерӯ ва баланд зикр шудааст. Дар забони мардуми тоҷик ба ҳамин маъно вожаи “кару фар” “карсанг”, – санги бузург истифода бурда мешавад. Шаҳри Карон мавқеъи хуби стратегӣ дорад ва монанди қалъаи Аламут фатҳнопазир буд ва аз ин сабаб касе наметавонист дар

тули асрҳо ин маконро фатҳ кунад [4, с. 15–16].

Зимни ҳарфиёт дар ҳудуди шаҳр иморат ва биноҳои гуногун пайдо гардидаанд. Аз рӯйи сохт ва шакли онҳо маълум гардид, ки биноҳои муқаррарӣ набуда, тайиноти махсуси иҷтимоӣ ва фарҳангиро иҷро мекарданд.

Илова бар ин, дар ҳудуди ноҳия дигар ёдгориҳои таърихӣ аз қабилӣ, марқади Хоҷа Шоҳабулҳасан (деҳ. Ёгед), марқади Эшони Қурбонмуҳаммади валӣ, (деҳ. Умарак), марқади Эшони Муҳаммадсидиқи Будана (деҳ. Гишун), марқади Шайх Тавур (деҳ. Сангевн), марқади Имом Фозил (деҳ. Дашти Луч), марқади Эшон Бағдодӣ (деҳ. Хостав), марқади Шобулҳусайн (мазеи Пушогеди деҳаи Ёгед), марқади Хоҷаи Султон Ҷурғадохӯҷаи Валӣ (деҳ. Лангаро), марқади Хоҷаи Сабзпӯш (деҳ. Кулумбаи Боло), марқади Шайх Одина (деҳ. Лухҷ), марқади Хоҷаи Шодмон (деқ. Бровг), ва марқади Ҳазрати Шоҳ (деҳ. Тоғмай) боқи мондааенд[5, с. 250]

Ин ёдгориҳои таърихӣ ноҳия ба мо имкон медиҳанд, ки на танҳо таърихи миллатро зинда нигоҳ дорем, балки онҳоро ба манбаи иқтисодӣ тавассути рушди сайёҳӣ табдил диҳем.

Яке аз анъанаҳои қадиматарини сокинони ноҳияи сайёҳию рекреасионӣ Дарвоз ин ҳунарҳои мардумӣ ба ҳисоб мераванд. Ҳунарҳои мардумӣ заминаи устувор барои ҷалби сайёҳон ва рушди сайёҳӣ фарҳангӣ мебошанд. Дар ноҳия корхонаҳои зиёд мавҷуданд, ки дар онҳо маҳсулоти ҳунарҳои дастиро омода мекунанд. Дар ҷадвали поён нуқтаҳои ҳунарҳои мардумӣ ноҳияро ба таври пурра таҳлил менамоем.

Ҷадвали 3.

Шумораи фаъолияти нуқтаҳои ҳунарҳои мардумӣ ноҳияи сайёҳию рекреатсионӣ Дарвоз то 1.01.2024

Дӯзандагӣ	Оҳангарӣ	Ҷӯбтарошӣ	Тоқидӯзӣ	Табақтарошӣ	Гулдӯзӣ	Коркарди чуб	Нонпазӣ
3	6	2	2	2	1	2	2

Манбаъ.Таҳияи муаллиф дар ассоси Сараёсати омори назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон дар ВМКБ

Дар ҳудуди ноҳия се корхонаи бузургтарини дӯзандагӣ аз қабили “Ахгар”, “Меҳрии модар” ва сехи дузандагӣ Қалъаихумб фаъолият мекунанд. Бузургтарин онҳо ин корхонаи Меҳри модар мебошад, ки дар он зиёда аз 150 нафар занони хонанишин кор ва фаъолият мекунанд. Дар ин корхона ба дӯхтани либосҳои миллӣ барои занону модарон, кудакону наврасон, либоси мӯди ғарбӣ, либос зардӯзӣ, тоқидӯзӣ, қолинбофӣ ва адрасбофӣ машғуланд. Шоистаи таъкид аст, ки дар коҳиши бекорӣ байни занону духтарони ноҳия нақши муассир мегузорад. [11]

Лозим ба ёдоварист, ки дар таърихи 25–уми июни соли 2025 бо ташабуси Пешвои миллат Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон муҳтарам Эмомалӣ Раҳмон дар деҳаи Зеви ноҳияи Дарвоз комплекси сайёҳии “ЗЕВ”. С ба истифода дода шуд. Дар ин мавзеъи сайёҳӣ барои муаррифии таъриху фарҳанги қадимаи мардуми тоҷик намунаи 8 хонаи истиқоматӣ, осиёби обӣ, бодӣ, ҷувоз ва дигар суннату анъанаҳои мардумӣ, ки дар давраи

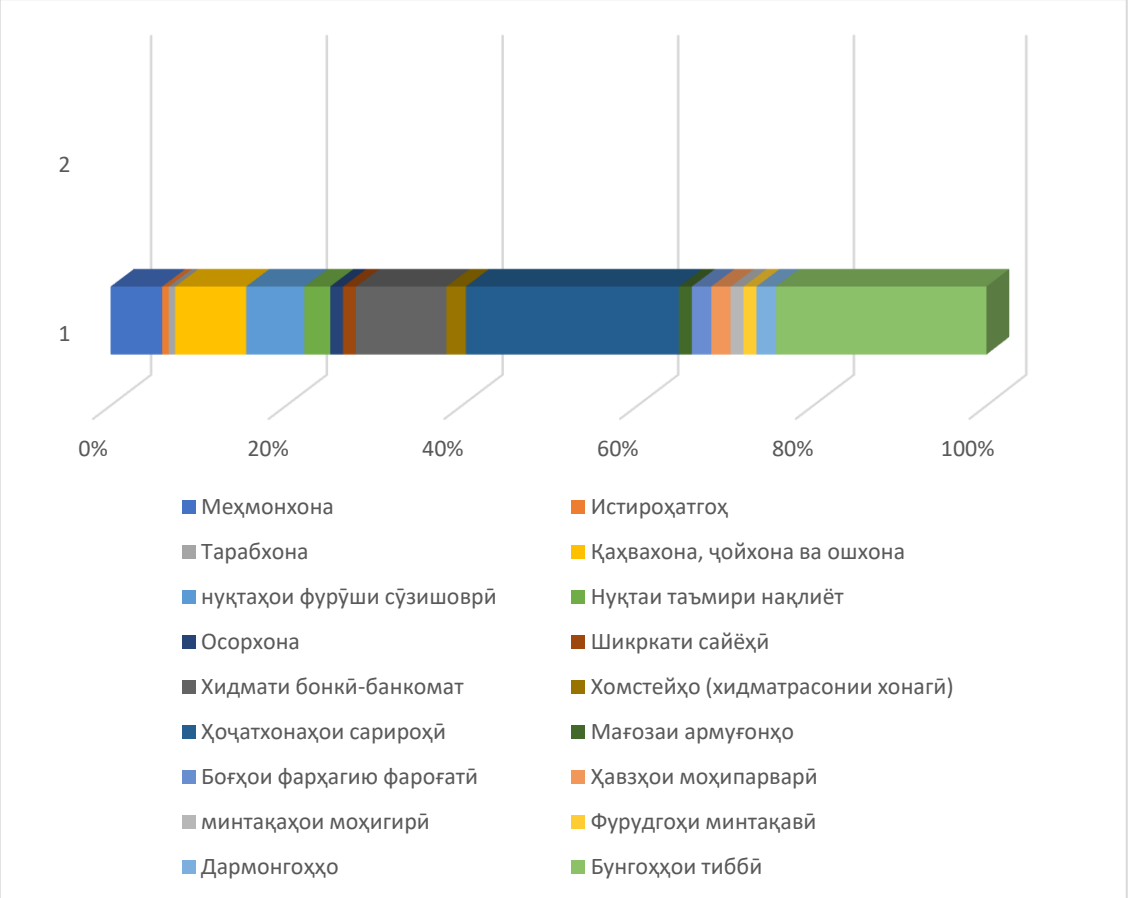
гуногуни зиндгӣ ва кору фаъолияти сокинони шаҳру ноҳияҳои вилоятро дар бар мегирад, бунёд гардидасст. Илова бар ин дар деҳаи этнографӣ хонаҳои хурд бо лой ва ҷуб сохташуда, ки асрҳо тоҷикони кӯҳистони болооби дарёи Панҷ месохтанд, ба сайёҳон муаррифи мешавад.

Дар умум метавон гуфт, ки ёдгориҳои таърихию фарҳангӣ ва ҳунарҳои маҳалӣ на танҳо арзиши фарҳангиву маърифатӣ доранд, балки метавонанд ҳамчун омили калиди дар рушди соҳаи сайёҳи ва бетар кардани сатҳи зиндагии аҳолии маҳаллӣ хидмат намоянд. Барои самаранок истифода бурдани иқтидорҳои таърихию фарҳангӣ ноҳия, зарур аст, ки барномаҳои махсуси ҳифз ва пешбурди меъроси таърихи таҳия ва амалӣ карда шаванд, ки ба рушди устувории ноҳия мусоидат хоҳанд кард.

Рушди соҳаи саёҳӣ бе инфрасохторӣ сайёҳӣ тасаввур кардан ғайриимкон аст. Инфрасохтори сайёҳӣ на танҳо бароҳати сайёҳон таъсир мерасонад, балки як омили муҳим дар рақобатпазирии ноҳияи сайёҳӣ ба ҳисоб меравад. Аз рӯйи маводҳои ҷамъоварда иқтидори инфрасохтиори сайёҳӣ ноҳияро дар расми зерин таҳлил менамоем.

Расм 1.

Инфрасохтори сайёҳӣ ноҳия



Сарчашма. Таҳияи муаллиф дар асоси [6].

Аз маълумотҳои оморӣ бар меояд, ки сатҳи рушди инфрасохтори сайёҳӣ дар ноҳия нишон медиҳад, ки тайи солҳои охир шумораи объектҳои хизматрасонӣ зиёд гардидаст. Дар ноҳия 6 меҳмонхона, 5 тарабхона, 5 чойхона, 9 нуқтаи фурӯши сӯзишворӣ, 4 нуқтаи таъмири нақлиёт, 2 ширкати сайёҳӣ, 3 Хомстей ва 2 боғи фарҳангию фароғатӣ фаъолият мекунанд, ки сайёҳони ватаниву хориҷӣ хидмат мерасонанд. Инчунин, шумораи тарабхонаҳо ва нуқтаҳои хӯроки умумӣ низ афзоиш

ёфта, ба беҳтар шудани сифати қабули сайёҳон мусоидат мекунад.

Аз ҷиҳати инфрасохтори нақлиётӣ, шумораи хатсайрҳои дохилии сайёҳӣ низ боло рафтааст, ки ин нишондоди мусбӣ барои рушди равияҳои гуногуни сайёҳӣ мусоидат мекунад. Дар маҷмӯъ, таҳлили маълумотҳои оморӣ нишон медиҳад, ки рушди инфрасохтори сайёҳӣ дар минтақа тамоюли устувор дошта, афзоиши шумораи объектҳои хизматрасонӣ ва беҳтаршавии шароити қабули сайёҳон ба баланд шудани ҷолибияти сайёҳӣ дар ноҳия мусоидат менамояд.

АДАБИЁТ:

1. Агаханянц О.Е. Основые проблемы физической географии Памира. / О.Е. Агаханянц –Душанбе, – 1965,– С.55–60.
2. Аброров Ҳ., Ризоев О.Географияи сарватҳои шифобахши табиати Тоҷикистон. / Ҳ.Аброров, О.Ризоев – Душанбе, 2019. – с.247
3. Қосимӣ Д.А. Диёри мардуми равшанзамир. (Дарвоз дар навад соли таърих). – Душанбе – “Сомон–граф” 2020. С. 15–16
4. Қосимӣ С.А., Абдураҳмонов М.С., Бухориев О.С. Адабиёти гуфтории Дарвоз. – Душанбе–2025. 250 с.
5. Энсеклопедияи Милли тоҷик. Ҷ.2. – Душанбе–1967. С.250
6. Омири 9 моҳаи Шуъбаи рушди сайёҳи ВМКБ дар соли 2025
7. Раёсати агентии омори ВМКБ. – Хоруғ.2024
8. Риҷабеков Н.Ч., Худоёров Ҳ., Руштов Б. Проблемаҳои рушди туризм ва фаъолияти рекреатсионӣ дар ҳудуди Бадахшони кӯҳӣ. Ахбори Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон. Шуъбаи илмҳои ҷамъиятшиносӣ. С.127
9. Сараёсати омори назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон дар ВМКБ
10. Самиев А., канд.дисс. “Географический исследования Памира XIX– первой половине XX вв. и их значение для развития наука и экономики современного Таджикистана.” / А.Самиев – Душанбе, 2010. С.160
11. President. Tj. Суханрони Пешвои миллат дар мулоқот бо роҳбарон ва фаъолони ноҳияи Дарвоз. 25.06.2025

АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА И ТУРИСТСКО-РЕКРЕАЦИОННЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ДАРВАЗСКОГО РАЙОНА

Дар мақола таҳлили иқтидои экологӣ ва имкониятҳои сайёҳӣ–рекреатсионии ноҳияи дарвоз, ки дорои иқтидори нодири табиӣ ва фарҳангӣ–таърихӣ мебошад, баррасӣ мегардад. Дар раванди таҳқиқот муаллифон шароит ва сарватҳои табии ноҳияро бо мақсади рушди сайёҳӣ ва рекреатсия омӯхта мавсимиятноки сайёҳиро дар ноҳия вобаста ба фаслҳои сол муайян намудаанд. Қайд карда шуд, ки дар фаслҳои баҳору тобистон барои рушди равияҳои сайёҳии таърихию фарҳангӣ, кӯҳнавардӣ ва экосайёҳӣ дар ноҳияи Дарвоз бештар ба мақсади сайёҳон мувофиқ аст, зеро дар ин фаслҳо иқлим гарм ва муносиб аст. Инчунин дар ноҳия объектҳои таърихию фарҳангӣ вуҷуд доранд, ки тавассути ин объектҳои беназир мо на танҳо таърихи миллатро зинда нигоҳ дорем, балки онҳоро ба манбаи иқтисодӣ тавассути рушди сайёҳӣ табдил диҳем. Бар асоси маълумоти оморӣ шуъбаи сайёҳии, ҳолати объектҳои хидматрасонии ноҳия таҳлил гардида, тамоюлҳои мусбӣ муайян карда шудаанд, ки онҳо метавонанд ба

рушди равияҳои гуногуни сайёҳӣ мусоидат намоянд.

Калидвожаҳо: экология, сайёҳӣ, ноҳияи сайёҳию рекреатсионӣ Дарвоз, ВМКБ, инфрасохтори сайёҳӣ, рушди устувор, таърихию фарҳангӣ, иқтисодию иҷтимоӣ, имконият, иқтидор.

Маълумот дар бораи муаллифон: Риҷабеков Нозир Чоршанбиевич – Донишгоҳи байналмилалии сайёҳӣ ва соҳибкории Тоҷикистон, ассистенти кафедраи Сайёҳӣ ва бизнеси ва меҳмондорӣ. Суроға: 734055, ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, кӯчаи Борбад, 48/5. E–mail: nozirrijabekov94.98@mail.ru. Телефон: 900–20–94–97

Диловаров Раҳматшо – Донишгоҳи омӯзгори Тоҷикистон ба номи С.Айнӣ, номзади илмҳои география, дотсенти кафедраи географияи иқтисодӣ, узви Академияи илми педагогӣ ва иҷтимоии Академияи улуми Федератсияи Россия. Суроға: 734025, ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, хиёбони Рӯдакӣ, 17. E–mail: dilovarovrahmat@mail.ru. Телефон: 919–00–97–42

Рштов Бахтиёр Имомназарович, ассистенти кафедраи географияи иқтисодӣ ва сайёҳӣ, факултети молия ва иқтисод, Донишгоҳи миллии Тоҷикистон. Суроға: 734025, Ҷумҳурии Тоҷикистон. Тел.: (+992) 394122227, Почтаи электронӣ: brushtov7@gmail.com

АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА И ТУРИСТСКО-РЕКРЕАЦИОННЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ДАРВАЗСКОГО РАЙОНА

В статье рассматривается анализ туристско–рекреационного потенциала и возможностей Дарвазского района, обладающего уникальными природными и историко–культурными ресурсами. В процессе исследования авторами изучены природные условия и ресурсы района с целью развития туризма и рекреации, а также определена сезонность туристической деятельности в зависимости от времен года. Отмечается, что в весенне–летний период условия Дарвазского района являются наиболее благоприятными для развития историко–культурного туризма, альпинизма и экотуризма, поскольку в этот период климат отличается теплотой и комфортностью. Кроме того, на территории района имеются историко–культурные объекты, использование которых позволяет не только сохранить и актуализировать историческое наследие народа, но и превратить данные уникальные объекты в источник экономического развития посредством расширения туристской деятельности. На основе статистических данных отдела туризма ГБАО, проведен анализ состояния объектов туристской инфраструктуры района, в результате которого выявлены положительные тенденции, способствующие развитию различных направлений туризма.

Ключевые слова: экология туризм, туристический и рекреационный район Дарвоз, ГБАО, туристическая инфраструктура, устойчивое развитие, историко–культурный, экономический и социальный, возможности, потенциал.

Сведения об авторах: Риджабеков Нозир Чоршанбиевич– Международный университет туризма и предпринимательства Таджикистана, асситент кафедры туризма и гостиничного бизнеса. Адрес: 734055, Душанбе, Республика Таджикистан, улица Борбад, 48/5. E–mail: nozirrijabekov94.98@mail.ru. Телефон: 900–20–94–97

Диловаров Рахматшо – Таджикский педагогический университет имени С. Айни, кандидат географических наук, доцент кафедры экономической географии, действительный член Академии педагогических и социальных наук Российской Федерации. Адрес: 734025, Душанбе, Республика Таджикистан, проспект Рудаки,17. E–mail: dilovarovrahmat@mail.ru. Телефон: 919–00–97–42

Рушmов Бахтиёр Имомназарович, ассистент кафедри экономической географии и туризма финансово – экономического факультета Таджикского национального университета. Адресс: 734025, Республика Таджикистан, Тел: (+992) 394122227, E–mail: brushtov7@gmail.com

ANALYSIS OF THE ECOLOGICAL POTENTIAL AND TOURISM AND RECREATIONAL OPPORTUNITIES OF DARVAZ DISTRICT

This article examines the tourism and recreational potential and capabilities of the Darvaz district, which boasts unique natural, historical, and cultural resources. The authors studied the district's natural conditions and resources for the development of tourism and recreation, and determined the seasonality of tourism activities depending on the season. It is noted that the spring and summer months of the Darvaz district are most favorable for the development of historical and cultural tourism, mountaineering, and ecotourism, as the climate during this period is warm and comfortable. Furthermore, the district boasts historical and cultural sites, the use of which not only preserves and enhances the people's historical heritage but also transforms these unique sites into a source of economic development through the expansion of tourism. Based on statistical data from the tourism department of the Regional Council of Cultures of Badakhshon (RCCB), an analysis of the district's tourism infrastructure was conducted, revealing positive trends that contribute to the development of various tourism sectors.

Key words: tourism, tourist and recreational region Darvoz, GBAO, tourist infrastructure, sustainable development, historical, cultural, economic and social, opportunities, potential.

About the authors: Rijabekov Nozir Chorshanbievich – International University of Tourism and Entrepreneurship of Tajikistan, Assistant Professor of the Department of Tourism and Hotel Business. Address: 734055, Dushanbe, Republic of Tajikistan, Borbad Street, 48/5. E–mail: nozirrijabekov94.98@mail.ru. Phone: 900–20–94–97

Dilovarov Rakhmatsho – Tajik Pedagogical University named after S. Ayni, PhD in Geography, Associate Professor of the Department of Economic Geography, Full Member of the Academy of Pedagogical and Social Sciences of the Russian Federation. Address: 734025, Dushanbe, Republic of Tajikistan, Rudaki Avenue, 17. E–mail: dilovarovrahmat@mail.ru. Phone: 919–00–97–42

Rushtov Bakhtiyor Imomnazarovich, Assistant, Department of Economic Geography and Tourism, Faculty of Finance and Economics, Tajik National University. Address: 734025, Republic of Tajikistan. Tel.: (+992) 394122227, Email: brushtov7@gmail.com

УДК: 581.9:638.138(575.3)

ВАЖНЕЙШИЕ МЕДОНОСНЫЕ И ПЕРГАНОСНЫЕ РАСТЕНИЯ СЕВЕРНОГО ТАДЖИКИСТАНА

Тоирбобоев С.Г.

Худжандский государственный университет имени академика Б. Гафурова

Введение

Успешное развитие пчеловодства зависит от состояния медоносной базы, то есть от состава растений — источников нектара и пыльцы (перги) — и сроков их цветения [1, с.4]. В Таджикистане насчитывается более 170 видов медоносных растений, а основные ресурсные виды сосредоточены в предгорных и горных районах [2, с. 368].

Северный Таджикистан (Согдийская область) включает орошаемые равнины Ферганской долины и Голодной степи, адыры и низкогорья Моголтау и Кураминского хребта, среднегорья и высокогорья Туркестанского и Зеравшанского хребтов [4, с.46–54]. Каждой высотной ступени соответствует свой вегетационный период [3, с.13–15]. Поэтому пчеловодческий сезон в каждом поясе имеет свои сроки, а смена поясов с высотой позволяет пчёлам получать нектар и пергу на протяжении большей части года.

Вместе с тем сведения о медоносных растениях региона разрознены [5; 6] и не сведены по высотным поясам.

С учётом вышеизложенного, в настоящей работе преследовалась цель выявить важнейшие медоносные и пыльценосные растения Северного Таджикистана и охарактеризовать сроки их цветения по высотным поясам.

Объект и методы исследования

Объектом исследования послужили медоносные и перганосные растения Северного Таджикистана. Методологическую основу работы составили классические ботанические методы: маршрутный, аналитический, описательный, территориальный и географический. Кроме того, использовались данные полевых экспедиционных наблюдений, картографические и статистические материалы, а также литературные и электронные источники по теме исследования [1–6].

Высотные пояса выделены по [3; 4]. Названия растений приведены по «Флоре Таджикской ССР» [3].

Результаты исследования

Флора Северного Таджикистана отличается богатым и разнообразным составом медоносных и перганосных растений. Сроки их цветения и медосбора рассмотрены по четырём высотным поясам (табл. 1).

Таблица 1. Сроки массового цветения и первостепенные медоносы высотных поясов Северного Таджикистана

Высотный пояс	Высота, м над ур. м.	Массовое цветение	Первостепенные медоносы
Орошаемые равнины	300–600	апрель–май; июль–сентябрь	*Gossypium hirsutum, Alhagi pseudalhagi*
Адыры и низкогорья	600–1200	апрель–июнь	*Psoralea drupacea, Ziziphora tenuior, Salvia sclarea*
Шибляк и арчовники	1200–2800	июнь–июль	*Prangos pabularia, Ferula kokanica, Origanum tyttanthum, Mentha asiatica*
Субальпийские луга	выше 2800	июль–август	*Polygonum coriarium, Nepeta podostachys, Thymus seravschanicus*

Пояс орошаемых равнин (300–600 м над ур. м.)

Медоносная база пояса представлена в основном культурными и рудеральными растениями. Выделяются три периода сбора нектара и перги.

Ранний период (март–апрель). Пчёлы собирают пыльцу и нектар с *Salix alba*, *Populus alba*, *Taraxacum officinale* и цветущих плодовых культур: *Armeniaca vulgaris*, *Amygdalus communis*, *Persica vulgaris*, *Cerasus vulgaris*, *Malus domestica*, *Pyrus communis*, *Cydonia oblonga* [1; 6].

Основной период (май–июнь). Нектар собирается с древесных медоносов придорожных и приарычных посадок (*Robinia pseudoacacia, Elaeagnus angustifolia, Gleditsia triacanthos*), а также с *Medicago sativa, Melilotus officinalis* и *Coriandrum sativum* [1; 6].

Летне–осенний период (июль–сентябрь). Важнейшими медоносами становятся *Gossypium hirsutum, Helianthus annuus*, бахчевые культуры (*Cucumis melo, Citrullus lanatus*), а на необрабатываемых землях — *Alhagi pseudalhagi, Tamarix* sp. и *Glycyrrhiza glabra* [2].

Первостепенными медоносами пояса являются *Gossypium hirsutum* и *Alhagi pseudalhagi*, которые относятся к главным медоносам юга Средней Азии [2]. Использование хлопчатника ограничено обработкой посевов пестицидами.

Пояс адыров и низкогорий (600–1200 м над ур. м.)

Пояс охватывает адыры Ферганской долины, горы Моголтау и предгорья Кураминского хребта. Медосбор здесь ранний и непродолжительный.

Ранний период (март – середина апреля). Пчёлы в основном собирают пыльцу с эфемеров и эфемероидов: *Tulipa ferganica, Gagea* sp., *Ixiolirion tataricum, Roemeria refracta, Papaver pavoninum, Veronica persica* и др. [ссылка?]

Основной период (вторая половина апреля – июнь). Цветут многолетние травы и полукустарники: *Lallemantia royleana, Ziziphora tenuior, Salvia sclarea, Psoralea drupacea*, виды *Astragalus* и *Onobrychis, Capparis spinosa* [2; 6].

К началу лета травостой адыров выгорает, и медосбор прекращается. Летом его поддерживают только *Capparis spinosa* и *Alhagi pseudalhagi* на пониженных участках. Первостепенными медоносами пояса являются *Psoralea drupacea, Ziziphora tenuior* и *Salvia sclarea*.

Пояс шибляка и арчовников (1200–2800 м над ур. м.)

Пояс занимает среднегорья Туркестанского, Зеравшанского и Кураминского хребтов и отличается наибольшим разнообразием медоносов.

Промежуточный период (апрель–май). Пыльцу и нектар пчёлы собирают с *Salix* sp., *Populus* sp., *Cerasus verrucosa, Berberis oblonga, Crataegus pontica, C. turkestanica, Rosa canina, Lonicera* sp., *Cotoneaster* sp., *Rhus coriaria* [5].

Основной период (июнь–июль). Важнейшими медоносами и перганосами являются *Prangos pabularia, Ferula kokanica, Ziziphora pamiroalaica, Origanum tyttanthum, Thymus seravschanicus, Hypericum perforatum, H. scabrum, Mentha asiatica, Melilotus officinalis, Hedysarum* sp., *Alcea nudiflora, Scabiosa songarica, Eremurus robustus* [5].

Кустарниковые заросли по берегам рек зацветают на 10–15 дней позже, чем растения открытых сухих склонов, что продлевает медосбор в пределах одного пояса [5, с.776]. Первостепенными медоносами пояса являются *Prangos pabularia, Ferula kokanica, Origanum tyttanthum* и *Mentha asiatica*.

Пояс субальпийских лугов (выше 2800 м над ур. м.)

Вегетация травостоя начинается в июне, когда в нижних поясах растения–перганосы уже отцветают. Массовое цветение медоносов приходится на июль–август. Важнейшими медоносами пояса являются *Polygonum coriarium, Nepeta podostachys, Thymus seravschanicus, Eremostachys seravschanica, Lindelofia olgae*, виды *Dracocephalum, Astragalus* и *Cousinia* [5]. Пояс пригоден для летнего кочевого пчеловодства и получения горного мёда.

Обсуждение

Периоды массового цветения медоносов последовательно сдвигаются с высотой: апрель–май и июль–сентябрь на орошаемых равнинах, апрель–июнь на адырах, июнь–июль в поясе шибляка и арчовников, июль–август на субальпийских лугах (табл. 1). Когда медосбор в нижних поясах ослабевает, он начинается в верхних.

Для пчеловодства важно не столько число медоносных видов, сколько непрерывная обеспеченность пчёл нектаром и пергой в течение сезона. Разновременное цветение на разных высотах позволяет перемещать пасеки вслед за цветением. Ограничением остаётся летний разрыв на адырах, где травостой выгорает к началу лета, а также пестицидная обработка хлопчатника на равнинах.

Заключение

1. В Северном Таджикистане выделены четыре высотных пояса с собственными сроками медосбора.

2. Первостепенными медоносами являются: на орошаемых равнинах — *Gossypium hirsutum* и *Alhagi pseudalhagi*; на адырах и низкогорьях — *Psoralea drupacea, Ziziphora tenuior* и *Salvia sclarea*; в поясе шибляка и арчовников — *Prangos pabularia, Ferula kokanica, Origanum tyttanthum* и *Mentha asiatica*.

3. Пояс субальпийских лугов пригоден для летнего кочевого пчеловодства и получения горного мёда.

4. Разновременное цветение растений на разных высотах позволяет рационально использовать территорию как пчеловодческую базу: при кочевом содержании пасек пчёлы обеспечены нектаром и пергой с марта по сентябрь.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Глухов, М.М. Медоносные растения / М. М. Глухов. – 7–е изд., перераб. и доп. – Москва : Колос, 1974. – 304 с.
2. Курманов, Р.Г. Ресурсы медоносных и безнектарных перганосных растений Средней Азии и Казахстана по материалам мелиссопалинологического анализа / Р. Г. Курманов // Растительные ресурсы. – 2023. – Т. 59, вып. 4. – С. 367–377.
3. Овчинников, П. Н. Флора Таджикской ССР. Т. 1. – Москва ; Ленинград : Изд–во АН СССР, 1957. – С. 9–20.
4. Таджикистан (природа и природные ресурсы) / Х. М. Саидмурадов, А. П. Недзвецкий, Г.П. Винниченко [и др.] ; отв. ред. К. В. Станюкович. – Душанбе : Дониш, 1982. – 601 с.
5. Хушназаров, М.К. Основные медоносные и перганосные растения заповедника «Ромит» / М. К. Хушназаров // Доклады Академии наук Республики Таджикистан. – 2008. – Т. 51, № 10. – С. 775–779.

6. Шарипов, А.Р. Кормовая база и характеристики медоносных растений Северного Таджикистана / А. Р. Шарипов // Наука и инновация. – 2020. – № 2. – С. 105–110.

ВАЖНЕЙШИЕ МЕДОНОСНЫЕ И ПЕРГАНОСНЫЕ РАСТЕНИЯ СЕВЕРНОГО ТАДЖИКИСТАНА

В статье приведены результаты изучения медоносных и перганосных растений Северного Таджикистана с учётом высотной поясности. Выделены четыре пояса: орошаемых равнин (300–600 м), адыров и низкогорий (600–1200 м), шибляка и арчовников (1200–2800 м) и субальпийских лугов (выше 2800 м). Для каждого пояса определены сроки медосбора и первостепенные медоносы. Установлено, что пики цветения последовательно смещаются с высотой: когда медосбор в нижних поясах ослабевает, он начинается в верхних. Это позволяет при кочевом содержании пасек обеспечивать пчёл нектаром и пергой с марта по сентябрь.

Ключевые слова: медоносные растения, перганосы, медосбор, высотная поясность, пчеловодство, Северный Таджикистан.

Сведения об авторе. Тоирбобоев С.Ғ.–соискатель ГОУ «Худжанского государственного университета им. Б. Гафурова» Тел. 92 721 10 42.

МУҲИМТАРИН РАСТАНИҲОИ АСАЛБАХШ ВА ГАРДБАХШИ ТОҶИКИСТОНИ ШИМОЛӢ

Дар мақола натиҷаҳои омӯзиши растаниҳои асалбахш ва гардбахши Тоҷикистони Шимолӣ бо назардошти минтақаҳои баландӣ оварда шудаанд. Чор минтақа ҷудо карда шудааст: ҳамвориҳои обёришаванда (300–600 м), адирҳо ва кӯҳҳои паст (600–1200 м), шибляк ва арчазорҳо (1200–2800 м) ва марғзорҳои субалпӣ (болотар аз 2800 м). Барои ҳар як минтақа мӯҳлати ҷамъоварии асал ва растаниҳои асосии асалбахш муайян карда шудаанд. Муқаррар гардид, ки авҷи гулкунӣ бо баландӣ пай дар пай иваз мешавад. Ин имкон медиҳад, ки ҳангоми занбӯрпарварии кӯчманчӣ занбӯрҳо аз моҳи март то сентябр бо шираи гул (нектар) ва перга таъмин карда шаванд.

Калидвожаҳо: растаниҳои асалбахш, растаниҳои гардбахш, ҷамъоварии асал, минтақаҳои баландӣ, занбӯрпарварӣ, Тоҷикистони Шимолӣ.

Маълумот дар бораи муаллиф. Тоирбобоев С. Ғ. – унвонҷӯи МДТ «Донишгоҳи давлатии Хуҷанд ба номи академик Бобоҷон Ғафуров». Тел.: (+992) 92 721 10 42.

THE MOST IMPORTANT NECTARIFEROUS AND POLLEN PLANTS OF NORTHERN TAJIKISTAN

The article presents the results of a study of nectariferous and pollen plants of Northern Tajikistan, taking altitudinal zonation into account. Four belts are distinguished: irrigated plains (300–600 m), adyrs and low mountains (600–1200 m), shiblyak and juniper woodlands (1200–2800 m), and subalpine meadows (above 2800 m). For each belt, the honey flow periods and the principal honey plants are identified. Flowering peaks shift consistently with altitude: as the honey flow weakens in the lower belts, it begins in the upper ones. With migratory beekeeping, this allows bees to be supplied with nectar and bee bread from March to September.

Keywords: honey plants, pollen plants, honey flow, altitudinal zonation, beekeeping, Northern Tajikistan.

Information about the author. Toirboboev S. G. – degree applicant, Khujand State University named after academician Bobojon Gafurov. Tel.: (+992) 92 721 10 42.

УДК: 504.064.2:528.8

ПРОСТРАНСТВЕННО–ВРЕМЕННАЯ ОЦЕНКА И ПРОГНОЗ ДИНАМИКИ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА БАССЕЙНА РЕКИ КОФАРНИХОН

Хикматуллозода Н., Гулахмадзода А.

Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии Национальной Академии наук Таджикистан

Введение

Растительный покров служит ключевым интерфейсом между климатом, почвой, водой и биоразнообразием в наземных экосистемах. Изменения фенологии, биомассы и пространственного распределения растений непосредственно регулируют эвапотранспирацию, формирование стока, депонирование углерода и стабильность почв. За последние четыре десятилетия многомиссионные архивы Landsat обеспечили непрерывный мониторинг растительности с пространственным разрешением 30 м, формируя беспрецедентную летопись ландшафтных изменений.

В глобальном масштабе спутниковые ряды NDVI документируют как тренды озеленения, так и «побурения», пространственно неоднородные и механистически сложные по природе. В засушливых регионах, занимающих около 40% суши и являющихся домом для более чем двух миллиардов человек, траектории NDVI особенно чувствительны к сдвигам в сезонности осадков, температурным экстремумам и антропогенному землепользованию [1, с. 2]. Инструменты обнаружения трендов – в частности, оценщик уклона Тейла–Сена и критерий Манна–Кендалла, устойчивые к ненормальным распределениям и выбросам, стали стандартом в долгосрочных исследованиях дистанционного зондирования в полузасушливых и аридных ландшафтах [3].

Центральная Азия является одним из наиболее уязвимых регионов мира с точки зрения гидроклиматических изменений. С середины XX века температуры здесь росли примерно вдвое быстрее среднемирового темпа: наблюдаемое потепление составило 1,5–2,0°C за 1960–2015 гг. [4].

Изменения в землепользовании и земельном покрове (LULCC) ещё более усугубляют деградацию растительности: нерегулируемый перевыпас на предгорных пастбищах, расширение богарного земледелия, вторичное засоление почв вследствие неэффективного орошения и разрастание городской застройки в совокупности снижают значения NDVI и усиливают фрагментацию ландшафта [5, с. 6]. Анализы NDVI на основе дистанционного зондирования в бассейнах рек Центральной Азии включая бассейны Амударьи, Сырдарьи, Зарафшана и Вахша стабильно фиксируют очаги деградации в предгорьях и краевых зонах долин при сохранении продуктивности в пойменных коридорах [7, с. 8].

Цель исследования заключается в оценке пространственно–временной динамики растительного покрова бассейна реки Кофарнихон в 2000–2024 гг. на основе NDVI и

определении возможных траекторий его изменения до 2050 г. с выявлением территорий устойчивого роста и деградации растительности.

Материалы и методы

Спутниковые данные и предобработка

Для оценки многолетней динамики растительного покрова использованы данные Landsat Collection 2 Level–2 Surface Reflectance за 2000–2024 гг., включая материалы Landsat 5 TM, Landsat 7 ETM+, Landsat 8 OLI и Landsat 9 OLI–2 [9, с. 10]. Обработка спутниковых данных выполнялась в среде Google Earth Engine. Для анализа использовались снимки вегетационного периода с мая по сентябрь с предварительным маскированием облаков, облачных теней и снега.

NDVI рассчитывался попиксельно по формуле:

$$NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED) \quad (1)$$

где NIR и RED — соответствующие каналы поверхностного отражения с атмосферной коррекцией. Значения ограничены диапазоном [−1; 1].

Годовые композиты NDVI формировались методом максимального значения (MVC) для минимизации остаточного атмосферного загрязнения и эффектов угла обзора. Применялась нуль–безопасная композиция во избежание пустых пикселей в годы с ограниченным безоблачным покрытием, особенно в высокогорных районах.

Соответствующий интерцепт оценивался как медианное значение NDVI с поправкой на трендовую составляющую. Оценщик Тейла–Сена был выбран вместо обычной наименьших квадратов (МНК) благодаря его доказанной устойчивости к выбросам, асимметричным распределениям и пропускам данных — свойствам, особенно важным для аридных и высокогорных спутниковых рядов с нерегулярной частотой безоблачных наблюдений [3]. Значимость трендов оценивалась по критерию Манна–Кендалла на 95%–м доверительном уровне ($p < 0,05$) для пиксельных и среднебассейновых рядов.

Район исследования

Бассейн р. Кофарнихон (широта 37°30'–39°00' с. ш., долгота 68°00'–70°30' в. д.) занимает около 11 800 км² в западном Таджикистане, простираясь от высокогорных оледенелых истоков до поймы Амударьи. Среднегодовые осадки варьируют от ~350 мм в нижней долине до ~900 мм в верхних частях бассейна; вегетационный сезон май–сентябрь является определяющим для мониторинга продуктивности растительности.

Сценарный прогноз NDVI (2026–2050)

Линейные прогнозы NDVI для каждого пикселя на период 2026–2050 гг. формировались путём масштабирования уклона Тейла–Сена на сценарный коэффициент (s):

$$NDVI_{прогноз}(год, s) = NDVI_{баз} + s \times \beta \times (год - 2024) \quad (3)$$

где $NDVI_{баз}$ — значение составного снимка 2024 г.; β — попиксельный уклон Тейла–Сена; $s \in \{0,7; 1,0; 1,3\}$ для оптимистичного, базового и пессимистичного сценариев.

В настоящем исследовании под прогнозированием понимается статистическое сценарное прогнозирование, основанное на линейной экстраполяции попиксельных исторических трендов NDVI за период 2000–2024 гг. Данный подход не претендует на

прямое физико–климатическое моделирование, однако позволяет оценить возможные пространственные траектории изменения растительного покрова при сохранении, ослаблении или усилении выявленных исторических тенденций. Все прогнозные значения ограничены диапазоном [0; 1] для сохранения физической правдоподобности.

Результаты

Пространственное распределение трендов NDVI (2000–2024)

Анализ 24–летнего временно́го ряда Landsat выявил выраженную пространственную неоднородность попиксельных трендов NDVI в бассейне Кофарнихон. Около 58% пикселей бассейна показали положительные уклоны Тейла–Сена ($\beta > 0$), преимущественно сосредоточенные в северной долине, орошаемых низменностях и пойменных коридорах р. Кофарнихон и её основных притоков. Напротив, у 42% пикселей зафиксированы отрицательные или близкие к нулю тренды, сосредоточенные преимущественно в юго–западных предгорьях, сухих хребтовых системах и краевых зонах долин, подверженных плоскостной эрозии и нерегулируемому выпасу.

Пространственная структура трендов согласуется с физико–географическим и землепользовательским зонированием бассейна [11]. Высокоамплитудные положительные уклоны ($\beta > +0{,}003$ ед. NDVI/год) выявлены в орошаемых сельскохозяйственных угодьях, отражая интенсификацию возделывания и увеличение покрытия посевами. Статистически значимые отрицательные тренды (критерий Манна–Кендалла, $p < 0{,}05$) обнаружены над деградированными склоновыми пастбищами и площадями с обнажённой почвой в юго–западном секторе, где значения NDVI в последние годы опускались ниже 0,15.

Прогнозные карты NDVI: 2030, 2040, 2050 (базовый сценарий)

Пространственно распределённые прогнозные карты NDVI по базовому сценарию представлены для 2030 г. (рис. 1), 2040 г. (рис. 2) и 2050 г. (рис. 3). На картах используется последовательная цветовая шкала от красного до тёмно–зелёного, соответствующая шести классам NDVI, определённым в разд. 3.4.

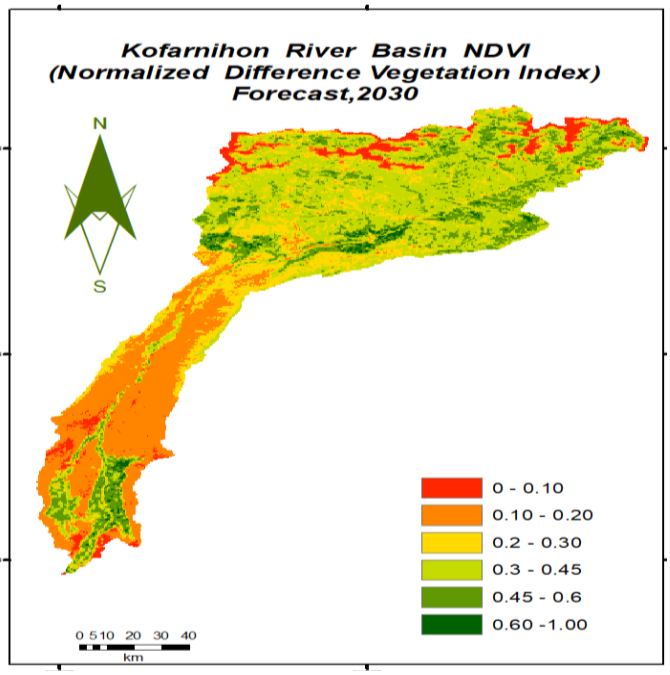


Рисунок 1. Прогноз NDVI (нормализованный вегетационный индекс), 2030 год

Карта 2030 г. (рис. 1) демонстрирует характерный двумодальный пространственный паттерн. Северная долина и нижние пойменные участки доминируются умеренно–высокими классами NDVI (0,30–1,00), отражающими сложившееся орошаемое земледелие, пойменную тугайную растительность и сады.

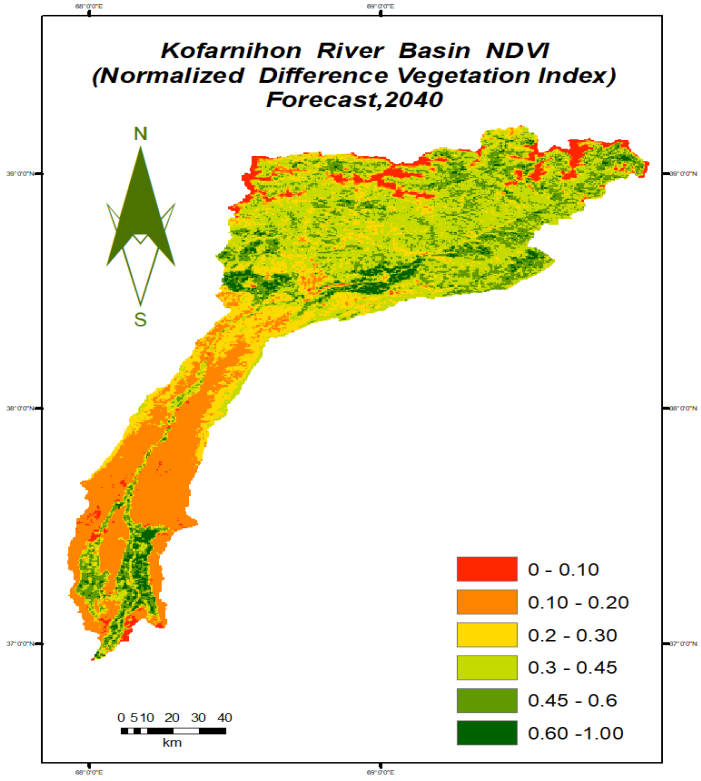


Рисунок 2. прогноз NDVI (нормализованный вегетационный индекс), 2040 год.

К 2040 г. (рис. 2) базовый сценарий проецирует умеренное расширение класса 0,10–0,20 в юго–западных предгорьях по сравнению с картой 2030 г., свидетельствуя о пространственном распространении низкопродуктивных зон при сохранении текущих тенденций.

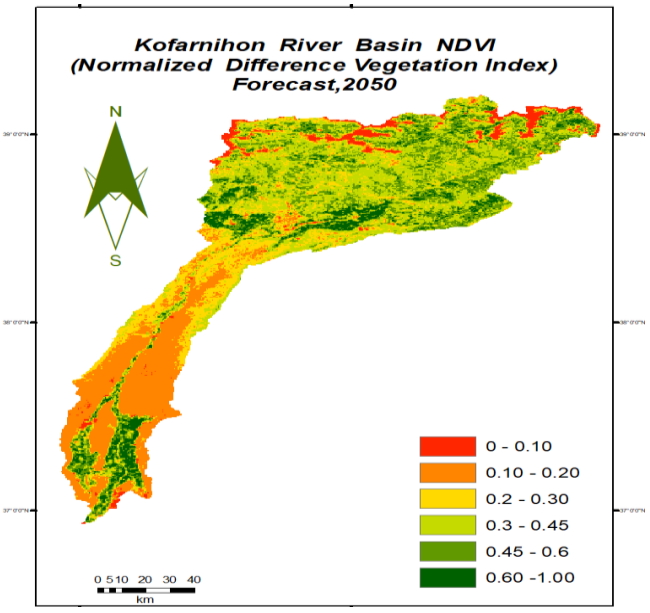


Рисунок 3. Прогноз NDVI (нормализованный вегетационный индекс), 2050 год.

Прогноз 2050 г. (рис. 3) отражает наиболее дивергентные пространственные

условия в бассейне. По базовому сценарию среднебассейновый NDVI возрастает на +17,4% относительно 2026 г

Сценарные траектории среднебассейнового NDVI (2026–2050)

Временны́е ряды пространственно осреднённого по бассейну NDVI для трёх сценариев представлены на рис. 4. Расхождение между сценариями нарастает с увеличением прогнозного горизонта, отражая кумулятивную неопределённость масштабирования уклонов.

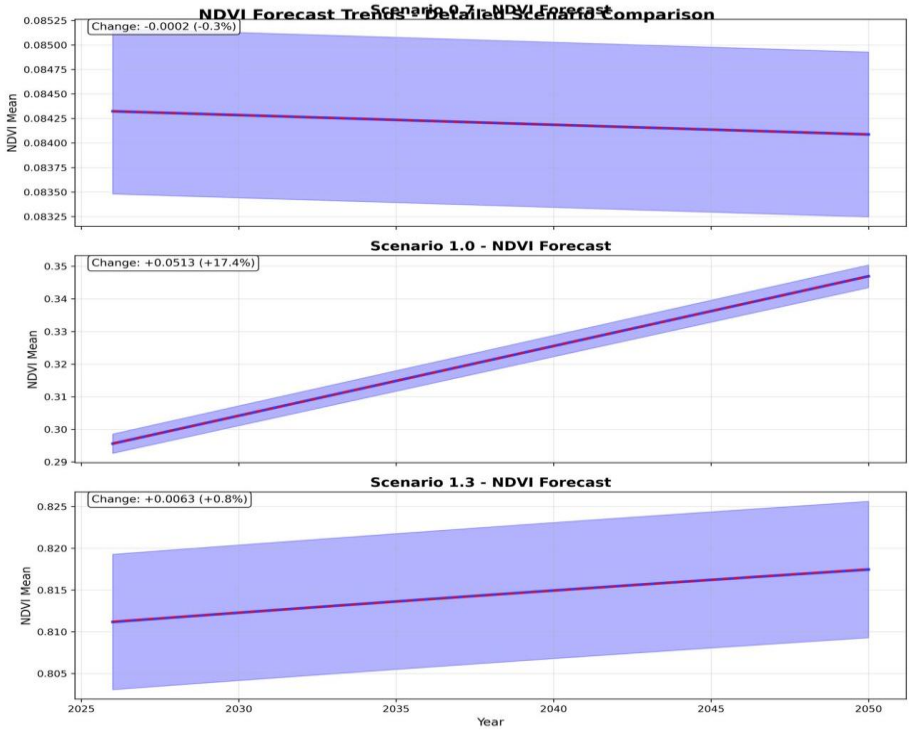


Рисунок 4. Тренды прогнозного среднего NDVI по бассейну р. Кофарнихон

Таблица 1. Временны́е ряды пространственно осреднённого по бассейну NDVI для трёх сценариев

Сценарий	Изменение NDVI (2026–2050)	Изменение, %	Характер тренда	Ключевой вывод
Сценарий ослабленного тренда (s=0,7)	−0,0002	−0,3%	Почти горизонтальная стагнация	Управленческих мер недостаточно; необходима активная реставрация
Сценарий продолжения исторического тренда (s=1,0)	+0,0513	+17,4 %	Устойчивый рост	Исторический тренд землепользования и климата в целом позитивен
Сценарий усиленного тренда (s=1,3)	+0,0080	+0,8%	Незначительный рост / стагнация	Отрицательные пиксели компенсируют прирост; высокая межпиксельная неоднородность

Контринтуитивный результат, при котором пессимистичный сценарий даёт меньший средний прирост NDVI, чем базовый, объясняется усилением отрицательных трендов пикселей при пессимистичном масштабировании: участки с исходно отрицательными уклонами Тейла–Сена смещаются ещё дальше в отрицательную сторону, существенно снижая среднебассейновые значения, тогда как нетто–эффект усиленных положительных уклонов в продуктивных зонах оказывается недостаточным для компенсации.

Обсуждение

Устойчивая пространственная дихотомия между продуктивными орошаемыми низменностями и деградированными юго–западными предгорьями в бассейне Кофарнихон отражает взаимодействие рельефа, влагообеспеченности почв и интенсивности антропогенного управления. Положительные тренды NDVI на орошаемых землях согласуются с зафиксированными тенденциями аграрной интенсификации в низинных зонах Таджикистана после постсоветской земельной реформы, характеризующейся постепенным восстановлением посевных площадей и усилением агрохимической нагрузки с конца 1990–х гг.

Заключение

В настоящей работе сформирован первый попиксельный многосценарный прогнозный набор данных NDVI для бассейна р. Кофарнихон, Таджикистан, на основе 24–летнего гармонизированного временно́го ряда Landsat Collection 2 Level–2 (2000–2024 гг.), обработанного в среде Google Earth Engine. Основные результаты состоят в следующем:

– Пространственная неоднородность является определяющей характеристикой динамики NDVI в бассейне. Юго–западные предгорья доминируются устойчивыми низкими классами NDVI (0,00–0,20), связанными с плоскостной эрозией, дефляцией и вторичным засолением, тогда как орошаемые низменности и пойменные коридоры в северной долине сохраняют высокопродуктивные ядра (0,45–1,00).

– Анализ трендов методом Тейла–Сена (2000–2024 гг.) показал, что около 58% пикселей бассейна демонстрируют положительные тренды NDVI, сконцентрированные в орошаемых и пойменных зонах, тогда как 42% — отрицательные или близкие к нулю тренды в предгорных и хребтовых районах.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Chen C., Park T., Wang X., Piao S., Xu B., Chaturvedi R.K., Fuchs R., Brovkin V., Ciais P., Fensholt R., Tømmervik H., Bala G., Zhu Z., Nemani R.R., Myneni R.B. China and India lead in greening of the world through land–use management // Nature Sustainability. 2019. Vol. 2. P. 122–129. DOI: 10.1038/s41893–019–0220–7.
2. Huang K., Xia J., Wang Y., Ahlström A., Chen J., Cook R.B., Cui E., Fang Y., Fisher J.B., Huntzinger D.N., Li Z., Michalak A.M., Qiao Y., Schaefer K., Schwalm C., Wang J., Wei Y., Xu X., Yan L., Bian C., Luo Y. Enhanced peak growth of global vegetation and its key mechanisms // Nature Ecology & Evolution. 2018. Vol. 2, No. 12. P. 1897–1905. DOI: 10.1038/s41559–018–0714–0.

3. Gocic, M., & Trajkovic, S. (2013). Analysis of changes in meteorological variables using Mann–Kendall and Sen's slope estimator statistical tests in Serbia. Global and Planetary Change, 100, 172–182. https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2012.10.014
4. Hu, Z., et al. (2021). Shifting vegetation cover and potential carbon storage of China's drylands through interannual variability. Earth's Future, 9(2), e2020EF001644. https://doi.org/10.1029/2020EF001644.
4. Lioubimtseva, E., & Henebry, G.M. (2009). Climate and environmental change in arid Central Asia: Impacts, vulnerability, and adaptations. Journal of Arid Environments, 73, 963–977. https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2009.04.022
5. Dubovyk, O., et al. (2013). Spatio–temporal analyses of vegetation cover change in the Middle Kura River Basin of Azerbaijan. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 32, 89–98. https://doi.org/10.1016/j.jag.2014.03.009
6. Poulter, B., Frank, D., Ciais, P., Myneni, R.B., Andela, N., Bi, J., Broquet, G., Canadell, J.G., Chevallier, F., Liu, Y.Y., Running, S.W., Sitch, S., & van der Werf, G.R. (2014). Contribution of semi–arid ecosystems to interannual variability of the global carbon cycle. Nature, 509, 600–603. https://doi.org/10.1038/nature13376.
7. Liu, Y., et al. (2021). A novel spatial autocorrelation analysis of vegetation change in Central Asia using MODIS NDVI. Remote Sensing, 13(6), 1202. https://doi.org/10.3390/rs13061202
8. Wulder, M.A., Roy, D.P., Radeloff, V.C., Loveland, T.R., Anderson, M.C., Johnson, D.M., Healey, S., Zhu, Z., Scambos, T.A., Pahlevan, N., Hansen, M., Gorelick, N., Crawford, C.J., Masek, J.G., Hermosilla, T., White, J.C., Belward, A.S., Schaaf, C., Woodcock, C.E., Huntington, J.L., Lymburner, L., Hostert, P., Gao, F., Lyapustin, A., Pekel, J.–F., Strobl, P., Vermote, E., Cook, B.D. (2022). Fifty years of Landsat science and impacts. Remote Sensing of Environment, 280, 113195. DOI: 10.1016/j.rse.2022.113195.
9. Roy, D.P., Kovalskyy, V., Zhang, H.K., Vermote, E.F., Yan, L., Kumar, S.S., & Egorov, A. (2016). Characterization of Landsat–7 to Landsat–8 reflective wavelength and normalized difference vegetation index continuity. Remote Sensing of Environment, 185, 57–70. https://doi.org/10.1016/j.rse.2015.12.024.
10. Kariyeva, J., & van Leeuwen, W.J.D. (2011). Environmental drivers of NDVI–based vegetation phenology in Central Asia. Remote Sensing, 3(2), 203–246. https://doi.org/10.3390/rs3020203

ПРОСТРАНСТВЕННО–ВРЕМЕННАЯ ОЦЕНКА И ПРОГНОЗ ДИНАМИКИ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА БАССЕЙНА РЕКИ КОФАРНИХОН

Динамика растительности в полузасушливых горных водосборах испытывает всё возрастающее воздействие климатической изменчивости и антропогенной деградации земель, тогда как пространственно детализированные долгосрочные прогнозы для Центральной Азии по–прежнему остаются крайне редкими. В настоящей работе представлен попиксельный анализ трендов нормализованного разностного

вегетационного индекса (NDVI) и многосценарное прогнозирование для бассейна реки Кофарнихон, Таджикистан (площадь ~11 800 км²), на основе снимков Landsat Collection 2 Level–2 Surface Reflectance со спутников Landsat 5/7/8/9 за период 2000–2024 гг. В среде Google Earth Engine (GEE) были сформированы годовые пиковые (май–сентябрь) композиты NDVI за период 2000–2024 гг. Сценарная линейная экстраполяция применялась для формирования пространственно распределённых прогнозных карт NDVI на 2030, 2040 и 2050 гг. по трём сценарным траекториям масштабирования исторического тренда: сценарию ослабленного тренда (коэффициент 0,7), сценарию продолжения исторического тренда (1,0) и сценарию усиленного тренда (1,3).

Ключевые слова: NDVI; временные ряды Landsat; Google Earth Engine; регрессия Тейла–Сена; динамика растительности; сценарное прогнозирование;

Сведения об авторах. Хикматуллозода Нурбиби – научный сотрудник Института водных проблем, гидроэнергетики и экологии Национальной академии наук Таджикистана, Тел.: (+992)209707007, E–mail: ray05.03.25@gmail.com;

Гулахмадзода Аминджон Абдуджаббор – доктор технических наук, директор Института водных проблем, гидроэнергетики и экологии Национальной академии наук Таджикистана. Тел.: (+992)885471616, E–mail: aqulakhmadov@gmail.com;

PATIOTEMPORAL ASSESSMENT AND FORECAST OF VEGETATION COVER DYNAMICS IN THE KOFARNIHON RIVER BASIN

Vegetation dynamics in semi–arid mountainous watersheds are increasingly affected by climate variability and anthropogenic land degradation, while spatially detailed long–term forecasts for Central Asia remain extremely limited. This study presents a pixel–based analysis of trends in the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) and multi–scenario forecasting for the Kofarnihon River Basin, Tajikistan (area approximately 11,800 km²), based on Landsat Collection 2 Level–2 Surface Reflectance imagery from Landsat 5/7/8/9 for the period 2000–2024. Annual peak NDVI composites for the growing season (May–September) were generated in Google Earth Engine (GEE) for 2000–2024. Scenario–based linear extrapolation was applied to produce spatially distributed NDVI forecast maps for 2030, 2040, and 2050 using three trajectories of historical trend scaling: a weakened–trend scenario (coefficient 0.7), a continuation–of–historical–trend scenario (1.0), and a strengthened–trend scenario (1.3).

Keywords: NDVI; Landsat time series; Google Earth Engine; Theil–Sen regression; vegetation dynamics; scenario forecasting.

Information about the authors. Hikmatullozoda Nurbibi – researcher at the Institute of Water Problems, Hydropower and Ecology of the National Academy of Sciences of Tajikistan, Tel.: (+992)209707007, E–mail: ray05.03.25@gmail.com,

Gulahmadzoda Aminjon Abdujabbor – Doctor of Technical Sciences, Director of the Institute of Water Problems, Hydropower and Ecology of the National Academy of Sciences of Tajikistan, Tel.: (+992)885471616. E–mail: aqulakhmadov@gmail.com.

АРЗЁБИИ ФАЗОЙ–ЗАМОНӢ ВА ПЕШГӮИИ ДИНАМИКАИ ҚАБАТИ РАСТАНИҲОИ ҲАВЗАИ ДАРЁИ КОФАРНИҲОН

Динамикаи растаниҳо дар ҳавзаҳои обҷамъшавии кӯҳии нимхушк таҳти таъсири рӯзафзуни тағйирпазирии иқлим ва таназзули антропогении замин қарор дорад, дар ҳоле ки пешгӯиҳои дарозмуддати дорои тафсилоти фазоӣ барои Осиёи Марказӣ ҳанӯз хеле маҳдуд мебошанд. Дар таҳқиқоти мазкур таҳлили пикселии тамоюлҳои индекси нормализатсияшудаи фарқияти растанӣ (NDVI) ва пешгӯии бисёрсенариявӣ барои ҳавзаи дарёи Кофарниҳон, Тоҷикистон (масоҳат тақрибан 11 800 км²) дар асоси тасвирҳои Landsat Collection 2 Level–2 Surface Reflectance аз моҳвораҳои Landsat 5/7/8/9 барои солҳои 2000–2024 пешниҳод шудааст. Дар муҳити Google Earth Engine (GEE) композитҳои солонаи қиматҳои баландтарини NDVI барои мавсими нашъунамо (май–сентябр) дар давраи солҳои 2000–2024 таҳия карда шуданд. Барои таҳияи харитаҳои фазоии пешгӯии NDVI барои солҳои 2030, 2040 ва 2050 экстраполятсияи хаттии сенариявӣ аз рӯйи се траекторияи тағйирёбии тамоюли таърихӣ истифода гардид: сенарияи сустшавии тамоюл (коэффитсиенти 0,7), сенарияи идомаи тамоюли таърихӣ (1,0) ва сенарияи тақвияти тамоюл (1,3).

Калидвожаҳо: *NDVI; қаторҳои замонии Landsat; Google Earth Engine; регрессияи Тейл–Сен; динамикаи растаниҳо; пешгӯии сенариявӣ.*

Маълумот оид ба муаллифон. *Ҳикматуллозода Нурбиби – ходими илмии Институти масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экологияи Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон, Тел.: (+992)209707007, E–mail: ray05.03.25@gmail.com;*

Гулаҳмадзода Аминҷон Абдуҷаббор – доктори илмҳои техникӣ, директори Институти масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экологияи Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон, Тел.: (+992)885471616, E–mail: agulakhmadov@gmail.com;

УДК: 574.9+581.552+632.1658

ТАЪСИРИ ОМИЛИ БАЛАНДКУҲӢ БА ТРАНСПИРАТСИЯ ВА ФАЪОЛНОКИИ БАЪЗЕ ФИТОҲОРМОНҲО ДАР БАРГИ РАСТАНИҲОИ ҒАЛЛАДОНАГӢ

Хоҷаева Д.О., Сафаралихонов А.Б.
Институти биологии Помир ба номи академик Х.Ю. Юсуфбекови
Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон

Шиддатнокии баланди нури офтоб дар қаторкӯҳҳои Помир дар алоқамандӣ бо хушкӣ ва ҳарорати пасти ҳаво барои растаниҳо шароити ба худ хоси ҳаётӣро фароҳам овардааст. Маҳз ҳамин омилҳо дар ташаккулёбии хусусиятҳои морфогенетикӣ ва физиологию биокимиёвии олами набототи Помир нақши муҳимро иҷро мекунанд [1]. Яке аз ҷараёнҳои физиологии растаниҳо, ки дар зери таъсири ин омилҳо тез тағйир меёбад, ин транспиратсия барги растаниҳо мебошад.

Дар баробари ин омӯзиши стимуляторҳои табиӣ, ингибиторҳои расиш ва фаъолнокии онҳо вобаста ба таъсири омилҳои экологӣ масъалаи муҳими на танҳо физиологияи расиш, балки физиологияи устувории растаниҳо мебошад. Маълум аст, ки расиши растаниҳо бо таъсири мутавозуни байниҳамдигарии фитоҳормонҳо ва ингибиторҳо муайян карда мешавад. Тавозуни байни фитоҳормонҳои озод ва ингибиторҳо аз як тараф, ва таносуби танзимгарони озод ва пайваста аз тарафи дигар,

асоси танзими гормоналии ҷараёнҳои расиш дар марҳилаҳои гуногуни онтогенез мебошад [2].

Нишон дода шудаст, ки шиддатнокии транспиратсияи барги растаниҳо пеш аз ҳама ҳангоми норасоии намии ҳаво ва хок ба тағйироти назаррас дучор мешавад. Зери таъсири норасоии об растаниҳо механизмҳои гуногуни мутобиқшавӣро барои паст намудани сарфшавии об дар ин шароит инкишоф доданд. Яке аз ин механизмҳо пӯшидашавии масомаҳо зери таъсири туршии абссизӣ мебошад, ки фаъолнокии ин фитоҳормон дар шароити камобӣ дар бисер растаниҳои ксерофитӣ муайян карда шудааст [3].

Мақсади асосии таҳқиқоти мазкур аз омӯзиши таъсири омили баландкуҳӣ ба транспиратсия ва фаъолнокии баъзе фитоҳормонҳо дар барги растаниҳои ғалладонагӣ дар шароити Помири Ғарбӣ иборат мебошад.

Объектҳо ва усулҳои таҳқиқот

Ба сифати объекти тадқиқотӣ растании ҷави (*Hordeum vulgare* L) навъ Ҷав–кабутак ва растаниии гандуми (*Triticum aestivum* L) навъ Сурххуша истифода бурда шуданд.

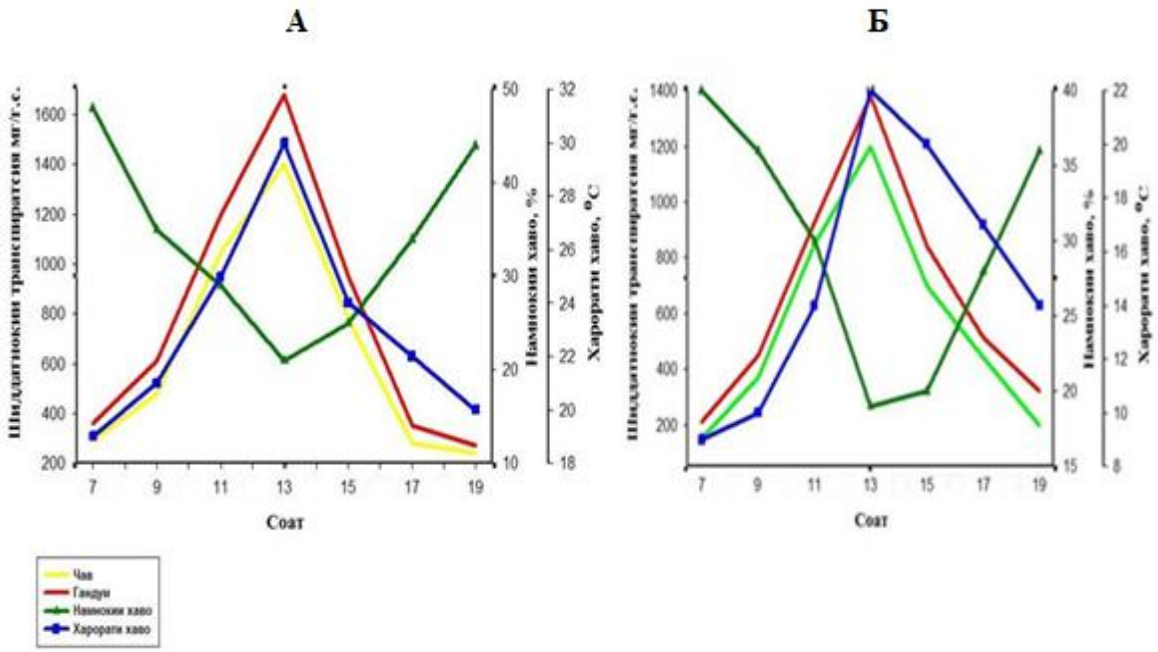
Таҷрибаҳои саҳроӣ дар ҳудуди боғи набототи Помир (ш. Хоруғ) дар баландии 2320 м ва стансияи агроэкологии Ҷелондии Институти биологии Помир дар баландии 3600 м аз сатҳ баҳр гузаронда шудаанд.

Шиддатнокии транспиратсияи барги растаниҳои омӯхташуда дар давраи оғози хушабандӣ муайян карда шуд. Барои муайян кардани транспиратсияи барги растаниҳо аз усули Л.А. Иванов ва диг., [4] истифода бурдем. Таҷрибаҳои саҳроӣ дар рӯзҳои офтобӣ баъди 2 соати аз соати 8^{00} то 18^{00} гузаронда шудаанд. Ҳангоми гузарондани таҷрибаҳо динамикаи ҳарорат ва намнокии ҳаво дар давоми рӯз низ ба қайд гирифта шуд.

Фаъолнокии фитоҳормонҳоро дар барги растаниҳо бо истифода аз методи В.И. Кефели ва диг., [5] дар шароити лабораторӣ муайян карда шудаанд.

Натиҷаи таҳқиқот ва таҳлили онҳо

Транспиратсия яке аз ҷараёнҳои физиологии растаниҳо ба шумор меравад, ки тез дар зери таъсири омилҳои муҳити атроф тағйир ёфта дар мутобиқшавии растаниҳо ба шароити номусоиди экологӣ нақши муҳимро иҷро мекунад. Маълумоти ба дастовардашуда нишон дод, ки дар дар давраи оғози хушабандӣ дар растаниҳои омӯхташуда баландтарин нишондоди шиддатнокии транспиратсияи барг дар давраи нисфирӯзӣ яъне соати 13^{00} ба назар мерасид. Муайян карда шуд, ки дар шароити Хоруғ транспиратсияи максималии барги растании ҷав дар давраи номбурда ба 1396,8 мг/г. соат баробар буд. Дар растании гандум бошад ин нишондод 1688.3 мг/г., соатро ташкил дод, ки нисбати растании ҷав 17.2% зиёдтар мебошад. Қайд кардан зарур аст, ки дар ин давраи руз нишондодҳои баландтарини ҳарорати ҳаво ва пастарини намнокии ҳаво мушоҳида карда шудаанд. Қайд кардан зарур аст, ки транспиратсияи минималии растаниҳои омӯхташуда дар оғози руз ба қайд гирифта шуда дар охири руз бошад бухоршавии об аз сатҳ барг то 65–70% нисбати нишондоди максималии он кам гардид (расми 1).



Расми 1. Таъсири омили баландкуҳӣ ба раванди рӯзонаи шиддатнокии транспиратсияи барги растании ҷав ва гандум дар давраи оғози хушабандӣ. А–Хоруғ, Б–Ҷелондӣ

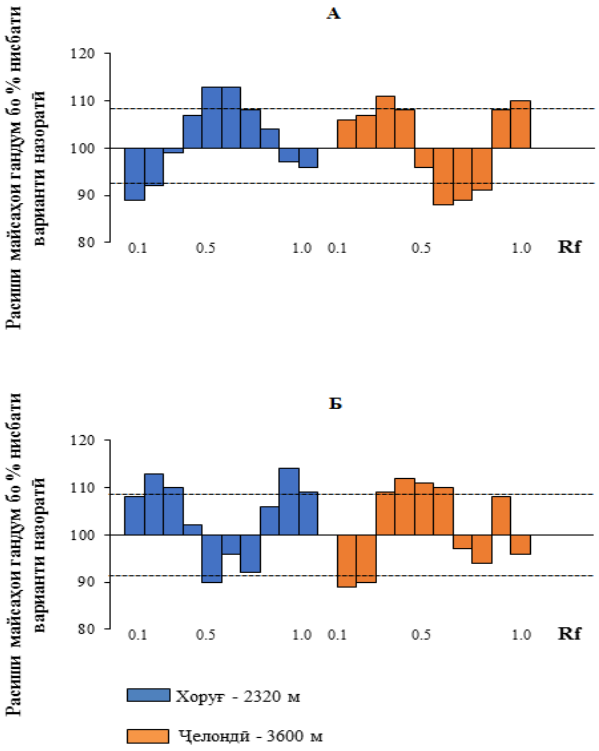
Қайд кардан зарур аст, ки дар шароити иқлимии Ҷелондӣ растании ҷав пурра даври вегетатсионии худро ба охир мерасонад, аммо растании гандум бошад то давраи оғози хушабандӣ нашъунамо карда бо сабаби сард шудани боду ҳаво пурра давраи онтогенезро ба охир расонда наметавонад. Аз ин сабаб аз растании гандум дар шароити Ҷелондӣ низ шиддатнокии транспиратсияро дар давраи оғози хушабандӣ муайян кардем. Маълум гардид, ки нишондоди максималии шиддатнокии транспиратсияи барги растаниҳои омӯхтушуда дар давоми руз соати 13^{00} ба қайд гирифта шуд, ки он дар растании ҷав тақрибан 1200 мг/г. соатро ташкил дод. Дар растании гандум бошад ин нишондод 14.2% нисбати растании ҷав баландтар буд. Нишон дода шуд, ки дар ҳарду намуди омӯхташуда транспиратсияи барг дар шароити Ҷелондӣ аз оғози руз яъне бо тулуи офтоб зиёд шудан гирифт ва чи хеле, ки қайд гардид дар нисфирузӣ ба нуқтаи максималии худ расида то охири руз бо сабаби паст шудани ҳарорати ҳаво то 75% аз растании гандум ва то 80% аз растании ҷав нисбати нишондоди максималии худ паст гардид (ниг., расми 1).

Таҳлили натиҷаҳои ба даст овардашуда нишон дод, ки дар давраи оғози хушабандӣ растании ҷав нисбати растании гандум обро барои транспиратсия дар давмои руз камтар истифода кард. Ин аз он шаҳодат медиҳад, ки растании ҷав дар шароити иқлими хушки куҳистон механизмҳои беҳтари назорат ва истифодаи обро ташаккул додааст.

Натиҷаҳои таҷрибаҳои лабораторӣ оид ба муайян кардани фаъолнокии фитоҳормонҳо дар барги растаниҳои омӯхташуда нишон доданд, ки дар хроматограммаҳо дар шароити Хоруғ ду зона бо фаъолнокии стимуляторӣ ва ду зона бо фаъолнокии ингибиторӣ мушоҳида карда шуданд. Зонаҳо бо фаъолнокии стимуляторӣ расиши майсаҳои гандумро дар биотест то 13% нисбати варианти назоратӣ ба танзим даровардаанд. Воҳиди Rf – ин зонаҳо 0.5, 0.6–ро ташкил дод. Зонаҳо бо фаъолнокии ингибиторӣ бошанд (Rf 0.1 ва 0.2) баръакс расиши майсаҳои гандумро то 11% нисбати варианти назоратӣ боз доштанд. Дар баробари ин ташхиси лабораторӣ пастшавии

фаъолнокии танзимгарони расиши растаниҳоро дар барги растании ҷав дар шароити Ҷелондӣ нишон дод. Дар ин маврид низ факат ду зона бо фаъолнокии стимуляторӣ дар хроматограммаҳо ба назар мерасиданд. Аммо фаъолнокии онҳо нисбати растании ҷав, ки дар шароити Хоруғ нашъунамо мекунанд пасттар буд. Ин зонаҳо расиши майсаҳои гандумро дар биотест то 10% нисбати варианти назоратӣ ба танзим даровардаанд. Фаъолнокии ингибиторҳои расиш бошад дар ин давраи нашъунамо дар барги растании ҷав баландтар буда он дар се зона бо воҳиди Rf 0.6, 0.7 и 0.8 дар хроматограммаҳо муайян карда шуд. Зона бо воҳиди Rf 0.8 аз руи ҷойгиршавӣ дар хроматограмма ва рангаш ба фаъолнокии туршии абссизӣ наздик буд. Қайд кардан зарур аст, ки дар давраи оғози хушабандӣ дар барги растании ҷав чи дар шароити Хоруғ ва чи Ҷелондӣ фаъолнокии боздорандаҳои расиш нисбати танзимгарони он баландтар буд (расми 2).

Нишон дода шуд, ки дар давраи оғози хушабандӣ дар растании гандум, ки дар шароити Хоруғ нашъунамо мекунанд ҳангоми ташхис дар хроматограммаҳо чор зона бо фаъолнокии баланди стимуляторҳои расиш муайян карда шудаанд. Воҳиди Rf–ин зонаҳо 0.2, 0.3, 0.9 ва 1.0–ро ташкил дод. Зона бо воҳиди Rf 0.3 фаъолнокии ауксинмонандро аз руи хуксусиятҷои физико–химиявии худ нишон дод. Расиши майсаҳои гандум дар биотест зери таъсири ин зонаҳо аз 11 то 15% нисбати варианти назоратӣ зиёд шуд. Дар баробари ин фақат як зона бо фаъолнокии ингибиторҳои расиш дар ин хроматограммаҳо мушоҳида карда шуданд (расми 2).



Расми 2. Динамикаи фаъолнокии баъзе фитоҳормонҳо ва ингибиторҳои расиш дар барги растаниҳои ғалладонагӣ (давраи оғози хушабандӣ) дар баландиҳои гуногуни Помири Ғарбӣ. А – Ҷав, Б – Гандум

Дар барги растании гандум, ки дар шароити Ҷелондӣ нашъунамо мекунанд ҳангоми ташхис дар хроматограммаҳо чор зона муайян карда шуданд, ки фаъолнокии стимуляторҳои расишро доштанд. Аммо фаъолнокии онҳо нисбати растании гандум, ки дар шароити Хоруғ нашъунамо мекунад пасттар буд. Дар баробари ин фаъолнокии инсгибиторҳои расиш дар барги растании гандум дар шароити Ҷелондӣ нисбатан баланд

шуд. Дар ин маврид дар хромтограммаҳо ду зона бо воҳиди Rf 0.1 ва 0.2 фаъолнокии ингибиторӣ дошта расиши майсаҳои гандумро дар биотест то 11% нисбати варианти назоратӣ боз доштаанд (ниг., расми 2).

Ҳамин тариқ тадқиқотоҳо нишон медиҳанд, ки бо баландшавии маҳали нашъунамои растаниҳои номбурда фаъолнокии стимуляторҳои расиш дар баргашон паст мешавад. Фаъолнокии стимуляторҳои расиш дар давраи таҳқиқшудаи нашъунамо дар растании гандум нисбат ба растании ҷав дар ҳар ду баландӣ зиёдтар буд. Қайд кардан зарур аст, ки дар шароити стансияи агроэкологии Ҷелондӣ дар баландии 3600 м аз сатҳ баҳр дар барги растаниҳои тадқиқотӣ фаъолнокии чунин боздорандаҳои расиш ба монанди туршии абссизӣ нисбати растаниҳое, ки дар шароити иқлимии Хоруғ нашъунамо мекунад баландтар мебошад.

Хулоса

Муқоисаи натиҷаи тадқиқотҳои ба даст овардашуда байни ду баландии маҳали нашъунамои растаниҳои омӯхташуда нишон дод, ки дар шароити миёнакуҳӣ (ш. Хоруғ) шиддатнокии транспиратсияи барги растаниҳои омӯхташуда дар муқоиса бо шароити баландкуҳӣ (Ҷелондӣ) нисбатан баландтар аст. Яъне бо бландшавии маҳали нашъунамои растаниҳои омӯхташуда аз сатҳ баҳр бухоршавии об дар растании ҷав 14.2% ва дар растании гандум тақрибан 17.6% кам мешавад.

Қайд кардан зарур аст, ки вобастагии шиддатнокии транспиратсияи барги растаниҳои омӯхташуда аз таъсири шароитҳои муҳити атроф, ба хусус аз ҳарорат ва намнокии ҳавою хок дар ҳар ду баландӣ мушоҳида карда шуд.

Баландшавии фаъолнокии эндогении боздорандаҳои расиши растаниҳо ба монанди туршии абссизӣ дар барги растании ҷав ва гандум дар баландиҳои зиёда аз 3000 м аз сатҳ баҳр бо номусоидии шароити иқлимӣ ва радиатсионӣ зич алоқаманд буда, аз ташаулёбии механизмҳои адаптатсионии растаниҳо дар зери таъсири шароити номатлуби экологӣ шаҳодат медиҳад.

АДАБИЁТ:

5. Акназаров О.А. Действие ультрафиолетовой радиации на рост, морфогенез и уровень гормонов высокогорных растений. // Дисс. докт. биол. наук. Душанбе, 1991. – 329 с.
6. Сафаралихонов А.Б., Акназаров О.А. Действие экологических факторов высокогорья Памира на жизнедеятельность растений. Издательство “Дониш”, 2021. – 144 с.
7. Медведев С.С. Физиология растений. Санкт–Петербург, 2012. 512 с.
8. Иванов Л.А., Салина А.А., Цельникер Ю.Л. Об определение транспирационного расхода древостоем леса // Бот. журн. – 1951.– т. 36, с. 5 –20.
9. Кефели В.И., Турецкая Р.Х., Власов И.В., Коф Э.М. Методы определения фитогормонов, ингибиторов роста, дефолиантов и гербицидов. – М.: Наука, 1973. – 198 с.

ТАЪСИРИ ОМИЛИ БАЛАНДКУҲӢ БА ТРАНСПИРАТСИЯ ВА ФАЪОЛНОКИИ БАЪЗЕ ФИТОҲОРМОНҲО ДАР БАРГИ РАСТАНИҲОИ ҒАЛЛАДОНАГӢ

Мақола натиҷаи таҷрибаҳои саҳроӣ оид ба таъсири омили баландкуҳӣ ба транспиратсия ва фаъолнокии баъзе фитоҳормонҳо дар барги растаниҳои ғалладонагӣ дар бар мегирад. Нишон дода шуд, ки дар давоми нашъунамо шиддатнокии транспиратсия ва фаъолнокии стимуляторҳои расиш дар барги растании гандум нисбати растании ҷав зиёдтар мебошад. Бо баландшавии маҳали нашъунамои растании ҷав ва гандум аз сатҳ баҳр раванди рӯзонаи транспиратсия ва фаъолнокии фитоҳормонҳо ба монанди ауксинҳо дар баргашон паст мешавад. Вобастагии шиддатнокии транспиратсияи барги растаниҳои омӯхташуда аз таъсири шароитҳои муҳити атроф, ба хусус аз ҳарорат ва намнокии ҳавою хок дар ҳар ду баландӣ нишон дода шуд. Баландшавии фаъолнокии туршии абссизӣ дар барги растаниҳои омӯхташуда бо номусоидии шароити иқлимӣ ва радиатсионии баландкӯҳҳо зич алоқаманд мебошад.

Калимаҳои калидӣ: ҷав, гандум, шиддатнокии транспиратсия, фитоҳормонҳо, омили баландкуҳӣ.

Маълумот оид ба муаллифон: Хоҷаева Дурдона Оғоназаровна – магистранти курси дуюми институти биологии Помир ба номи Х.Юсуфбекови АМИТ. Суроға: Тоҷикистон, 736002, ш. Тел: (+992) 501260304.

Сафаралихонов Айнулло Бародархонович – ходими пешбари илмии институти биологии Помир ба номи Х.Юсуфбекови АМИТ. Суроға: Тоҷикистон, 736002, ш. Хоруғ, кӯчаи Холдоров 1. E–mail: ayn84_27@mail.ru. Тел: (+992) 501848749.

ВЛИЯНИЕ ВЫСОТНОГО ФАКТОРА НА ТРАНСПИРАЦИЮ И АКТИВНОСТЬ НЕКОТОРЫХ ФИТОГОРМОНОВ В ЛИСТЬЯХ ЗЛАКОВЫХ РАСТЕНИЙ

Статья содержить результаты полевых опытов по влиянию высотного фактора на транспирацию и активность некоторых фитогормонов в листьях злаковых растений. Показано, что в течение онтогенеза интенсивность транспирации и активность стимуляторов роста листьях растений пшеницы выще, чем у растений ячменя. При увеличении высоты местопроизрастания растений ячменя и пшеницы над уровнем моря дневная динамика транспирации и активнсоть таких фитогормонов как ауксины в листьях падает. Зависимость интенсивности транспирации листьев изученных от влияния внешных условий окружащей среды, в особенности от температуры и влажности воздуха и почвы было показано на обеих высотах. Увеличение активности абсцизовой кислоты в листьях изученных растений тесно связанно с неблагоприятными климатическими и радиационными условиями высокгорья.

Ключевые слова: ячмень, пшеница, интенсивность транспирации, фитогормоны, высотный фактор.

Сведения об авторах: Ходжаева Дурдона Огоназаровна – магистрант второго курса Памирского биологического института им. Х. Юсуфбекова НАНТ. Адресс: Таджикистан, 736002, г. Хорог, улица Холдорова 1. Тел: (+992) 501260304.

Сафаралихонов Айнулло Бародархонович – ведущий научный сотрудник Памирского биологического института им. Х. Юсуфбекова НАНТ. Адресс: Таджикистан, 736002, г. Хорог, улица Холдорова 1. E–mail: ayn84_27@mail.ru. Тел: (+992) 501848749.

THE INFLUENCE OF ALTITUDINAL FACTOR ON TRANSPIRATION AND ACTIVITY SOME PHYTOHORMONES IN LEAVES OF CEREALS PLANTS

This article contains the results of field trials on the influence of altitudinal factor on transpiration and activity some phytohormones in leaves of cereals plants. It shows that during the ontogenesis leaf transpiration intensity and growth stimulators activity in wheat is higher than in barley plants. With increasing of the elevation above the sea level the diurnal dynamics of transpiration intensity and activity of such phytohormones as auxins in barley and wheat leaves decreased. Dependency of leaf transpiration of studied plants from the influence of external environmental conditions, especially from air and soil temperature and moisture was determined at both studied elevations. Increasing of abscisic acid in leaves of studied plants closely associated with unfavourable climatic and radiation conditions of highlands. Увеличение активности абсцизовой кислоты в листьях изученных растений тесно связанно с неблагоприятными климатическими и радиационными условиями высокгорья.

Key words: barley, wheat, transpiration intensity, phytohormones, altitudinal factor.

Information about the authors: Khojaeva Durdona Ogonazarovna – postgraduate student of Pamir biological institute named after Kh.Yusufbekov NAST. Adress: Tajikistan, 736002, Khorog, 1 Kholdorov Street. Tell:(+992) 501260304.

Safaralikhonov Ainullo Barodarkhonovich – leading scientific researcher, Pamir biological institute named after Kh.Yusufbekov NAST. Adress: Tajikistan, 736002, Khorog, 1 Kholdorov Street. E–mail: ayn84_27@mail.ru, Tell: (+992) 501848749.

МУНДАРИҶА–СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕМАТИКА ВА МЕХАНИКА

Амонбекова З.А., Абдулофизова У.А. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ И АЛГОРИТМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ПРЯМОГО РАСПРОСТРАНЕНИЯ С МЕТОДОМ ОБРАТНОГО РАСПРОСТРАНЕНИЯ ОШИБКИ: ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ.....3

Раҳимзода А.О., Ёров М.Р., Қосимов А.А. ҲАМГИРОИИ УСУЛҲОИ ЗЕҲНИ СУНЪӢ ЗИМНИ ТАҲИЯ ВА ТАКМИЛИ МОДЕЛҲОИ МАТЕМАТИКӢ.....11

ХИМИЯ

Бобизода Г.М., Қодиров М.З., Зафарзода С.З., Олифтаева Жола, Шарипова Д.А. КОМПОЗИТСИЯ ДАР АСОСИ ДИПЕПТИДИ ИЗОЛЕЙСИЛ–ТРИПТОФАН ВА ЭКСТРАКТИ МАРЗАНГӮШ (ORIGANUM VULGARE L.).....20

Ёрмамадова С.Г., Бойназарзода К.У., Рачабов У., Камолзода И.У. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЯ СЕРЕБРА(I) С АЛЬБЕНДАЗОЛОМ В ОРГАНИЧЕСКОМ РАСТВОРИТЕЛЕ…….....……..28

Садриддинзода С.С., Маҳмадраҳимов Р.Қ., Назаров Х.Ё., Исоев Ф.Б. МУАЙЯН НАМУДАНИ ТАРКИБИ ХИМИЯВИИ АШЁИ ХОМИ МАҲАЛЛӢ ВА ТАРКИБИ МИНЕРАЛОГИИ КЛИНКЕРИ ПОРТЛАНДСЕМЕНТ АЗ ОМЕХТАҲОИ ДУКОМПОНЕНТА ВА СЕКОМПОНЕНТА.....38

Халимова Р.С., Сафаров С.И., Курбонова Ф.Ш. КОМПЛЕКСНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ РТУТИ (II) С N – АЦЕТИЛТИОМОЧЕВИНОЙ.....48

БИОЛОГИЯ

Довутова С., Худжаназарова Г., Наврузбекова М. ВЛИЯНИЕ ПРЕДПОСЕВНОГО УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ОБЛУЧЕНИЯ СЕМЯН НА РОСТ И РАЗВИТИЕ РАЗЛИЧНЫХ СОРТОВ КАЛЕНДУЛЫ ЛЕКАРСТВЕННОГО (CALENDULA OFFICINALIS L.).....55

Завкиева С.М. ЛАБОРАТОРНАЯ И ПОЛЕВАЯ ВСХОЖЕСТЬ, СЕМЯН ЛЮЦЕРНЫ СЕРПОВИДНОЙ (MEDICAGO FALCATF L.) В УСЛОВИЯХ ПАМИРСКОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА.....60

Зухуров Ш.С. БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ХРАНЕНИЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ СОРТОВ ТЫКВЫ В УСЛОВИЯХ КУЛЯБСКОГО РЕГИОНА ТАДЖИКИСТАНА.....65

Исмоилов М.Т., Содаткадамова Т.М., Шикориева Ш.П. ВЕГЕТАТИВНОЕ РАЗМНОЖЕНИЕ СЕМЕЧКОВЫХ ПЛОДОВЫХ КУЛЬТУР НА ЗАПАДНОМ ПАМИРЕ.....70

Мамадризохонов А.А., Пайшамбиева М.Л. ПРИОРИТЕТНЫЕ ЗАДАЧИ ПО СОХРАНЕНИЮ ЛЕДНИКОВ ГОРНЫХ РЕГИОНОВ ТАДЖИКИСТАНА И АДАПТАЦИИ К ИЗМЕНЕНИЯМ КЛИМАТА В ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ.....74

Мирзоева Р.Д., Каримчонзода М.К., Мамадризохонов А.А. ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОХРАНЫ И РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОЛЕЗНЫХ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ГОРНЫХ РЕГИОНОВ ТАДЖИКИСТАНА.....80

Ричабеков Н.Ч., Диловаров Р., Рештов Б. ТАҲЛИЛИ ИҚТИДОРИ ЭКОЛОГӢ ВА ИМКОНИЯТҲОИ САЙЁҲӢ –РЕКРЕАТСИОНИИ НОҲИЯИ ДАРВОЗ.....89

Тоирбобоев С.Г. ВАЖНЕЙШИЕ МЕДОНОСНЫЕ И ПЕРГАНОСНЫЕ РАСТЕНИЯ СЕВЕРНОГО ТАДЖИКИСТАНА.....98

Хикматуллозода Н., Гулахмадзода А. ПРОСТРАНСТВЕННО–ВРЕМЕННАЯ ОЦЕНКА И ПРОГНОЗ ДИНАМИКИ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА БАССЕЙНА РЕКИ КОФАРНИХОН.....102

Хоҷаева Д.О., Сафаралихонов А.Б. ТАЪСИРИ ОМИЛИ БАЛАНДКУҲӢ БА ТРАНСПИРАТСИЯ ВА ФАЪОЛНОКИИ БАЪЗЕ ФИТОҲОРМОНҲО ДАР БАРГИ РАСТАНИҲОИ ҒАЛЛАДОНАГӢ.....110

ҚОИДАҲО БАРОИ МУАЛЛИФОНИ
МАҶАЛЛАИ НАЗАРИЯВӢ ВА ИЛМИЮ ИСТЕҲСОЛИИ
«ПАЁМИ ДОНИШГОҲИ ХОРУҒ»
(Бахши илмҳои табиатшиносӣ ва риёзӣ)

Мақолаҳои илмие, ки барои нашр ба маҷалла пешниҳод мегарданд, бояд ба талаботи зерин ҷавобгӯ бошанд: а) мақолаи илмӣ бояд бо назардошти талаботи муқаррарнамудаи маҷалла омода гардида бошад; б) мақола бояд натиҷаи таҳқиқоти илмӣ бошад; в) мавзӯи мақола бояд ба яке аз самтҳои илмии маҷалла мувофиқат намояд.

Талабот нисбат ба таҳияи мақолаҳои илмӣ:

-матни мақола бояд дар формати Microsoft Word омода ва бо ҳуруфи Times New Roman таҳия гардида, дар матн ҳаҷми ҳарфҳо 12, ҳошияҳо 2,0 см ва фосилаи байни сатрҳо бояд 1,15 мм бошад.

-формулаҳо, аломатҳо ва нишонаҳои ҳарфҳои бузургиҳо бояд дар муҳаррири формулаи Microsoft Equationва ё Math Type (ҳуруфи 12) ҳуруфчинӣ карда шаванд. Танҳо он формулаҳое, ки ба он истинод оварда шудаанд, рақамгузорӣ карда мешаванд.

-нақшаҳо, схемаҳо, диаграммаҳо ва расмҳо бояд рақамгузорӣ карда шаванд ва инчунин, онҳо бояд номи шарҳдиҳанда дошта бошанд. Ҳаҷми мақола бо формати А4 бо назардошти рӯйхати адабиёти истифодашуда ва аннотатсияҳо аз 8 то 10 саҳифаро бояд дар бар гирад. Сохтори мақола бояд бо тартиби зерин таҳия гардад:

1. Индекси ТДУ барои мақола;
2. Номи мақола;
3. Насаб ва дар шакли ихтисор ном ва номи падар (намуна: Раҳимов С.Ҳ.);
4. Номи муассисае, ки дар он муаллиф (он) кору фаъолият менамояд;
5. Матни асосии мақола;
6. Рӯйхати адабиёти истифодашуда (на бештар аз 10 номгӯй);
7. Номи мақола, аннотатсия ва калимаҳои калидӣ (бо се забон: забони тоҷикӣ, русӣ ва англисӣ);
8. Аннотатсия дар ҳаҷми на камтар аз 6-7 сатр ва калимаҳои калидӣ аз 8 то 10 номгӯ бояд таҳия карда шавад.
9. Маълумот дар бораи муаллифон бо се забон (пурра ном, насаб ва номи падар пурра, ҷойи кор, вазифа, унвони илмӣ, суроғаи ҷойи кор, почтаи электронӣ, телефон).

Ҳангоми иқтибосоварӣ адабиёти истифодашуда ва саҳифаи мушаххаси он бояд дар қавси чаҳоркунҷа нишон дода шавад. Намуна [4, с.15], яъне адабиёти №4, саҳифаи 15.

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ
ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ И НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОГО ЖУРНАЛА
«ВЕСТНИК ХОРОГСКОГО УНИВЕРСИТЕТА»
(СЕРИЯ ЕСТЕСТВЕННЫХ И МАТЕМАТИЧЕСКИХ НАУК)

Научные статьи, представленные для публикации в журнале, должны соответствовать следующим требованиям: а) научная статья должна быть подготовлена в соответствии с требованиями, установленными журналом; б) статья должна быть результатом научных исследований; в) тема статьи должна соответствовать одному из научных направлений журнала.

Требования к оформлению научных статей:

-текст статьи должен быть подготовлен в формате Microsoft Word и шрифтом Times New Roman, кегль 12, поля 2,0 см со всех сторон, интервал 1,15 мм.

-формулы, символы и буквенные обозначения величин должны быть набраны в редакторе формул Microsoft Equation или Math Type (шрифт 12). Нумеруются лишь те формулы, на которые имеются ссылки.

-таблицы, схемы, диаграммы и рисунки нужно сгруппировать и пронумеровать, а также, они должны иметь название.

-объем статьи (включая аннотацию и список литературы) должен быть в пределах от 8 до 10 страниц в формате А4. Статья должна иметь следующую структуру:

1. Индекс УДК на статью можно получить в любой научной библиотеке;
2. Название статьи;
3. Фамилия и инициалы автора (пример: Рахимов С.Х.);
4. Название организации;
5. Основной текст статьи;
6. Список использованной литературы (не более 10 наименований);
7. Название статьи, аннотация и ключевые слова (на таджикском, на русском и английском языках);
8. Аннотация оформляется в объеме не менее 6-7 строк, ключевые слова от 8 до 10 слов или словосочетаний;
9. Информация об авторе на трех языках (полные ФИО, должность, ученая степень, место работы, адрес места работы, электронная почта, телефон).

При цитировании конкретного материала, ссылки указываются в квадратных скобках. Образец: [4, с.15], т.е., литература №4, страница

RULES FOR THE AUTHORS
THEORETIC AND SCIENTIFIC PRACTICAL MAGAZINE «BULLETIN OF THE KHOROG UNIVERSITY»
(SERIES OF NATURAL AND MATHEMATICAL SCIENCES)

Scientific articles submitted for publication in correspond must the following requirements: a) the scientific article must be prepared in accordance with the requirements established by the journal; b) the article must be the result of scientific research; c) the topic of the article must correspond to one of the scientific directions of the journal.

Requirements oftypography of the scientific articles:

-the text of the article should be prepared in Microsoft Word format and Times New Roman font, size - 12, fields - 2.0 cm from all sides, interval - 1.15.

-formulas, symbols and letter designations of quantities must be typed in the formula editor Microsoft Equation or Math Type (font 12). Only those formulas to which there are references are numbered.

-tables, diagrams, diagrams and figures must be grouped and numbered, and also, they must have a name.

-the volume of the article (including annotation and bibliography) should be in the range of 8 to 10 pages of A4 format. The article should have the following structure:

1. UDC index per article;
2. Title of the article;
3. Surname and initials of the author (example: Rahimov S.H.);
4. The name of the organization in which the author (s) of the article works, the postal address of the organization, city, country;
5. The main text of the article;
6. List of used literature (no less than 6 and no more than 7 titles of scientific literature).
7. Title of the article, annotation and keywords (in Tajik, English, and Russian).
8. Annotation is drawn up in the amount of at least 6-7 lines, keywords from 8 to 10 words or phrases;
9. Information about the author in three languages (full name, position, academic degree, place of work, adress of the place of work, E-mail, telephone)

When citing specific material, links are indicated in square paranthesis. Example: [4, p.15], and etc., literature No.4, page 15.

Ба чоп 25.09.2026 супорида шуд.
Андозаи 60х84 1/8. Чопи офсетӣ.
Ҷузъи чопӣ **15**. Теъдод 100 нусха.
Дар матбааи “ДДХ” чоп шуда аст.