



## ВЛИЯНИЕ КОБАЛЬТ(II)-МОДИФИЦИРОВАННЫХ БИОГИДРОГЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ СОЛОДКИ НА ОБМЕН ВИТАМИНА В<sub>12</sub> И ПРОЦЕССЫ ГЕМОПОЭЗА ПРИ СЕЛЕКЦИОННЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ РАСТЕНИЙ

Хасанбаева Дилноза Илимпазовна

Студентка 3-курс Каракалпакского медицинского института

Туримбетов Муратбай Шамшетович

Бекбаулиева Ажинияза Джумамуратовича

Студент Каракалпакского института сельского хозяйства и агротехнологий

Электронная почта: [qwertyajeke@gmail.com](mailto:qwertyajeke@gmail.com)

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.17676020>

**Аннотация:** В работе представлены результаты исследования влияния биоактивных гидрогелей на основе экстракта солодки (*Glycyrrhiza glabra* L.), модифицированных ионами кобальта(II), на обмен витамина В<sub>12</sub> и процессы гемопоэза. Солодка, содержащая флавоноиды, сапонины и глицирризиновую кислоту, рассматривалась как природный биостимулятор, способствующий метаболической активности клеток крови. Гидрогели с включением ионов Со<sup>2+</sup> обеспечивали пролонгированное высвобождение биологически активных веществ и усиливали синтез кобальтзависимых ферментов, участвующих в биосинтезе витамина В<sub>12</sub>. Экспериментальные исследования на модельных объектах показали повышение содержания гемоглобина, количества эритроцитов и общего уровня витамина В<sub>12</sub> в плазме крови. Таким образом, установлено, что комбинированное применение солодкового гидрогеля и ионов кобальта(II) оказывает выраженное стимулирующее действие на эритропоэз и способствует нормализации витаминного обмена. Полученные результаты открывают перспективы использования разработанных гидрогелей в качестве биорегуляторов для профилактики анемий и оптимизации метаболических процессов у сельскохозяйственных животных и человека.

**Ключевые слова:** кобальт, витамин В<sub>12</sub>, гидрогель, солодка, гемопоэз, микроэлементы, почва, растения, биосинтез, биоактивные материалы.

### Введение

Связь между землёй, растениями и человеком представляет собой фундаментальную триаду, обеспечивающую существование и развитие жизни на планете. Земля служит источником минерального питания, растения выступают посредниками в превращении неорганических веществ в органические, а человек, используя продукты растительного происхождения, получает необходимые вещества для поддержания здоровья и жизнедеятельности. Эта взаимосвязь особенно важна в условиях современных экологических и климатических изменений, когда плодородие почв снижается, а содержание микроэлементов в растениях и продуктах питания становится недостаточным для удовлетворения физиологических потребностей человека [1].

Одним из ключевых микроэлементов, играющих важную роль в обменных процессах, является кобальт. Он необходим для синтеза витамина В<sub>12</sub>



(кобаламина), который регулирует процессы кроветворения, роста клеток и функционирование нервной системы. Недостаток кобальта в почве приводит к снижению его содержания в растениях, а следовательно — к дефициту витамина В<sub>12</sub> у животных и человека. Этот дефицит может вызывать анемию, нарушение обмена веществ и снижение иммунитета. Поэтому изучение способов естественного восполнения кобальта в биосистеме «земля–растение–человек» является актуальной научной задачей [2-4].

Современные исследования направлены на поиск экологически безопасных форм доставки микроэлементов, способных поддерживать баланс питательных веществ в биосфере. Одним из таких направлений является использование биоактивных гидрогелей — полимерных материалов, способных удерживать влагу и постепенно высвобождать биологически активные вещества. Гидрогели на основе растительных экстрактов, в частности солодки (*Glycyrrhiza glabra* L.), представляют особый интерес, так как содержат природные антиоксиданты, сапонины и флавоноиды, усиливающие биодоступность микроэлементов [5].

Модификация гидрогелей ионами кобальта(II) позволяет создать систему пролонгированного действия, обеспечивающую медленное высвобождение кобальта и его включение в биохимические процессы растений и животных. В результате такие гидрогели могут не только повышать урожайность сельскохозяйственных культур, но и улучшать качество кормов, а через них — состояние здоровья человека. Таким образом, разработка и исследование гидрогелей, способных регулировать обмен витамина В<sub>12</sub> и процессы кроветворения, является важным направлением в области биотехнологии и экологии питания.

Особое значение такие разработки приобретают для засушливых регионов, включая Нукус и Чимбайский район Республики Каракалпакстан, где почвы часто обеднены микроэлементами, а растения испытывают стресс из-за недостатка влаги и питательных веществ. Применение биоактивных гидрогелей на основе местного растительного сырья позволяет не только улучшить агрохимические свойства почвы, но и повысить устойчивость растений к неблагоприятным условиям среды.

Таким образом, данное исследование направлено на создание и изучение биоактивных гидрогелей на основе солодки, модифицированных ионами кобальта(II), а также на определение их влияния на обмен витамина В<sub>12</sub> и процессы гемопоэза. Полученные результаты могут послужить научной основой для разработки новых экологически безопасных биостимуляторов, способных восстановить природный баланс микроэлементов в системе «земля–растение–человек» и улучшить здоровье человека через гармонизацию природных биохимических процессов.

Для проведения научных исследований по теме «Исследование влияния биоактивных гидрогелей на основе солодки, модифицированных ионами кобальта(II), на обмен витамина В<sub>12</sub> и процессы гемопоэза» использовались как растительные, так и лабораторные объекты, отобранные в экологически чистых



районах Республики Каракалпакстан, преимущественно в пределах Чимбайского района. Эта территория отличается сухим континентальным климатом, высокой солнечной радиацией и малым количеством осадков, что делает её подходящей для выращивания лекарственных растений, включая корень солодки (*Glycyrrhiza glabra* L.), который служил основным растительным сырьём для получения гидрогелей.

Сырьё — корни солодки — собирались вручную в период максимального накопления биологически активных веществ, преимущественно в августе–сентябре. После сбора образцы тщательно промывались проточной водой, очищались от механических примесей и высушивались в тени при температуре не выше 40 °С для сохранения действующих веществ, таких как глицирризиновая кислота, флавоноиды, сапонины и полифенольные соединения. Высушенные корни измельчались до порошкообразного состояния с использованием лабораторной мельницы и хранились в герметичных стеклянных банках при комнатной температуре.

Для синтеза биоактивных гидрогелей использовались водные экстракты солодки, полученные методом мацерации. В экстракт вводились соли кобальта(II), преимущественно нитрат кобальта ( $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ), служащие модифицирующим агентом. Кобальт(II) придаёт гидрогелю не только структурную устойчивость, но и дополнительные биостимулирующие свойства, поскольку кобальт является важным микроэлементом, участвующим в синтезе витамина  $\text{B}_{12}$  и в процессах кроветворения.

В качестве гелеобразующих компонентов применялись природные и синтетические полимеры, такие как альгинат натрия, желатин и полиакриламид. Оптимальное соотношение экстракта, полимера и ионов кобальта подбиралось экспериментально, исходя из физико-химических свойств конечного продукта (вязкость, степень набухания, механическая прочность). Полученные образцы гидрогелей подвергались структурному анализу с использованием ИК-спектроскопии и термогравиметрического анализа для определения степени модификации и устойчивости комплекса.

В качестве биологических объектов исследования использовались лабораторные животные — белые беспородные крысы-самцы массой 180–200 г, содержащиеся в стандартных условиях вивария при температуре  $22 \pm 2$  °С и относительной влажности  $60 \pm 5$  %. Животные имели свободный доступ к воде и стандартному корму. Все эксперименты проводились в соответствии с международными и национальными требованиями по гуманному обращению с животными.

Экспериментальная часть включала деление животных на контрольную и опытные группы. Контрольная группа получала физиологический раствор, а опытные — биоактивный гидрогель с различными концентрациями ионов кобальта(II). Исследование длилось 30 суток, в течение которых у животных проводился забор крови для анализа содержания витамина  $\text{B}_{12}$ , уровня гемоглобина, эритроцитов и ретикулоцитов. Биохимические исследования



выполнялись стандартными колориметрическими методами с использованием спектрофотометра.

Параллельно проводились морфологические исследования костного мозга, определялись показатели эритроидного и миелоидного ростков, а также активность ферментов, участвующих в метаболизме кобальта. Для оценки взаимодействия гидрогеля с биологическими жидкостями использовались модели физиологических растворов, что позволило определить степень диффузии кобальта и высвобождение активных компонентов экстракта солодки.

Таким образом, исследовательские материалы включали природное растительное сырьё (солодку), химические реагенты (нитрат кобальта, полимеры), лабораторные животные и физиологические тест-системы. Их комплексное использование позволило всесторонне изучить влияние разработанных биоактивных гидрогелей на метаболизм витамина В<sub>12</sub> и процессы кроветворения, что в дальнейшем открывает перспективы их применения в ветеринарии, медицине и растениеводстве для стимуляции биосинтетических процессов и повышения устойчивости организмов к стрессовым условиям.

Из данных таблицы видно, что оптимальная концентрация ионов кобальта (0,05 М) обеспечивает наибольшие положительные сдвиги в показателях крови, особенно в уровне витамина В<sub>12</sub> и гемоглобина. При концентрации 0,1 М эффект снижается, что подтверждает наличие дозозависимого действия.

**Таблица 1. Влияние концентрации ионов кобальта(II) в гидрогелях на показатели крови лабораторных крыс (n = 10, M ± m)**

№	Группа	Концентрация Со(II), М	Витамин В <sub>12</sub> , нг/мл	Гемоглобин, г/дл	Эритроциты, ×10 <sup>6</sup> /мкл	Ретикулоциты, %
1	Контроль	—	310 ± 12	13.2 ± 0.5	6.1 ± 0.3	0.8 ± 0.1
2	Опыт 1	0.01	338 ± 15	14.5 ± 0.4	7.0 ± 0.2	1.0 ± 0.1
3	Опыт 2	0.05	402 ± 18	15.2 ± 0.6	7.4 ± 0.3	1.2 ± 0.1
4	Опыт 3	0.10	350 ± 17	14.1 ± 0.5	6.7 ± 0.2	0.9 ± 0.1

ИК-спектроскопический анализ полученных гидрогелей показал наличие характерных полос поглощения, соответствующих связям Со–О и Со–N, что подтверждает успешную модификацию полимерной матрицы ионами кобальта. Изучение кинетики набухания гидрогелей выявило, что введение ионов кобальта повышает структурную устойчивость и снижает скорость деградации полимера, обеспечивая постепенное высвобождение биологически активных веществ. Это объясняет пролонгированное действие препарата и его стабильность в физиологических условиях.

Параллельные опыты с растениями (проростки ячменя и пшеницы) показали, что нанесение гидрогеля способствует ускорению роста корневой системы и повышению содержания хлорофилла, что позволяет предположить универсальность биостимулирующего эффекта гидрогелей на основе солодки, модифицированных кобальтом(II).

Биоактивные гидрогели демонстрируют выраженную способность стимулировать обмен витамина В<sub>12</sub>, активировать процессы гемопоза и улучшать общее



физиологическое состояние живых организмов. Полученные результаты открывают перспективы для их применения в сельском хозяйстве, ветеринарии и медицине как природных, экологически безопасных биостимуляторов и регуляторов микроэлементного обмена. Возможности живых организмов в условиях климатического стресса.

### **Литература**

1. Saitkulov, F., Begimqulov, I., O‘ralova, N., Gulimmatova, R., & Rahmonqulova, D. (2022). Biochemical effects of the coordination compound of cobalt-II nitrate quinazolin-4-one with 3-indolyl acetic acid in the “amber” plants grades phaseolus aureus. *Академические исследования в современной науке*, 1(17), 263-267.
2. Saitkulov, F., Qilichyeva, N., Abdullayev, B., Anvarov, A., & Ergasheva, M. (2022). Titrimetric analysis of calcium cation in " megaton" variety of cabbage. *International Bulletin of Applied Science and Technology*, 2(10), 134-135.
3. Хайдаров, Г. Ш., Тилябов, М. У., Холмирзаев, М. М., & Элмурадов, Б. Ж. Синтез и биологическая активность гидрохлорид хиназолин-4-она. *Fan va ta'lim integratsiyasi" jurnalining Tahrir hay'ati tarkibi*.
4. Saitkulov, F., Farhodov, O., Olisheva, M., Saparboyeva, S., & Azimova, U. (2022). Chemical feeding method of lemon plant using leaf stomata. *Академические исследования в современной науке*, 1(17), 274-277.
5. Саиткулов, Ф. Э., & Элмурадов, Б. Ж. (2022). УФ-спектральные характеристики хиназолин-4-он и-тионов. In *Innovative developments and research in education international scientific-online conference*. pp-10-12.