

УДК 591.111:636.92

## ВЛИЯНИЕ СОЛЕЙ КАДМИЯ И СВИНЦА НА МОРФО-БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРОВИ КРОЛИКОВ

Бахриллаева М.А., Ражамуратов З.Т.

*Самаркандский государственный университет имени Шарофа Рашидова, Самарканд,  
e-mail: baxrillayevamunisa2022@gmail.com, zaynitdin-fiz@mail.ru*

Под воздействием стрессовых факторов качество продукции, получаемой от сельскохозяйственных животных, ухудшается, а поголовье скота ежегодно снижается на 1,8–2,3%. В результате растет потребность в проведении исследований, направленных на оценку влияния различных факторов на физиологическое состояние и биохимические показатели животных. Цель исследования – определить влияние добавления в кормовой рацион солей тяжелых металлов на показатели крови кроликов. Объект исследования – кролики разного возраста породы Хикол, привезенные из Франции. В экспериментах в рацион добавляли соли кадмия и свинца в разных количествах и содержали кроликов на модифицированном рационе в течение определенного периода времени. В начале и в конце эксперимента сравнивали количество форменных элементов крови и состав белков сыворотки крови. Согласно полученным данным добавление в рацион солей кадмия и свинца влияет на количество формообразующих элементов в крови кроликов и состав белков сыворотки крови. Информация, представленная в статье, служит для объяснения разнообразия показателей крови у кроликов, содержащихся в экстремальных условиях, для выбора правильного подхода к их кормлению и уходу.

**Ключевые слова:** кролик, кровь, кадмий, свинец, соль, эйхорния, эритроцит, лейкоцит

## INFLUENCE OF CADMIUM AND LEAD SALTS ON MORPHOBIOCHEMICAL INDICATORS OF RABBIT BLOOD

Bakhrillaeva M.A., Razhamuradov Z.T.

*Samarkand State University named after Sharof Rashidov, Samarkand,  
e-mail: baxrillayevamunisa2022@gmail.com, zaynitdin-fiz@mail.ru*

Under the influence of stress factors, the quality of products obtained from farm animals deteriorates, and the number of livestock decreases by 1.8–2.3% annually. As a result, there is a growing need for research aimed at assessing the influence of various factors on the physiological state and biochemical parameters of animals. The purpose of the study is to determine the effect of adding heavy metal salts to the feed ration on the blood parameters of rabbits. The object of the study was rabbits of different ages of the Hikol breed, brought from France. In the experiments, cadmium and lead salts were added to the diet in different quantities and the rabbits were kept on a modified diet for a certain period of time. At the beginning and at the end of the experiment, the number of blood cells and the composition of blood serum proteins were compared. According to the data obtained, the addition of cadmium and lead salts to the diet affects the amount of formative elements in the blood of rabbits and the composition of serum proteins. The information presented in the article serves to explain the variety of blood parameters in rabbits kept in extreme conditions, to choose the right approach to their feeding and care.

**Keywords:** rabbit, blood, cadmium, lead, salt, eichornia, erythrocyte, leukocyte

В последние 30 лет наблюдается тенденция быстрого загрязнения биосферы под воздействием урбанизации и антропогенных факторов. Воздействие стрессовых факторов отражается на качестве продукции, получаемой от сельскохозяйственных животных, которое ухудшается, а поголовье скота ежегодно снижается на 1,8–2,3%. В результате растет потребность в проведении исследований, направленных на оценку влияния различных факторов на физиологическое состояние и биохимические показатели животных. К концу XX в. это привело к бурному развитию производства и резкому увеличению количества автомобилей. Из года в год увеличиваются выбросы в окружающую среду промышленных от-

ходов, сточных вод, сажи и газов от транспортных средств, предприятий тяжелой промышленности, машин, оборудования, теплоэлектростанций, в результате сжигания угля, а также использования сельскохозяйственных гербицидов и инсектицидов. Эти отходы загрязняют окружающую среду различными токсичными химическими соединениями [1]. Среди этих соединений одно из ведущих мест занимают тяжелые металлы, они накапливаются в окружающей среде преимущественно в результате деятельности человека и становятся частью пищевой цепи [2].

Общее проявление жизнедеятельности организмов человека и животных обеспечивается прежде всего кровью и составляю-

щими ее структурами. Любой продукт, попадающий в организм с пищей, расщепляется органами пищеварения и всасывается в кровь [3]. Наряду с обеспечением связи между частями и органами тела животного кровь доставляет продукты жизнедеятельности к органам пищеварения и обеспечивает их выведение из организма, осуществляя тем самым обмен веществ в организме [4]. Для него характерно непостоянство состава крови, что определяет гибкость и пластичность животного организма в условиях постоянно меняющейся внешней среды. Серьезное влияние на состав крови оказывают питание животных, возраст, пол, порода, условия содержания, времена года и другие факторы [5].

Изучение состава крови животных дает возможность оценить общее физиологическое состояние животных, а также контролировать изменения, происходящие в их организме под влиянием факторов питания и ухода, подтверждающие их адаптацию к внешним условиям среды.

Цель исследования – оценить влияние солей кадмия, свинца на морфо-биохимические показатели крови кроликов.

#### Материалы и методы исследования

В качестве объекта исследования были использованы кролики разного возраста породы Хикол, привезенные из Франции. Эксперименты проводились в фермерском хозяйстве «Тарнов сабзотлари» Окдариинского района Самаркандской области, специализирующемся на выращивании и разведении кролиководческой продукции, по следующему плану:

контрольная группа – традиционный фермерский рацион (АФР – 100 г содержит: пшеница – 40 г, кукуруза – 10 г, семена подсолнечника – 2 г, мука люцерновая – 48 г);

I группа – АФР + ацетат свинца в 5 раз больше дозы, которую можно применять для скормливания кроликам (25 мг/кг);

II группа – АФР + ацетат кадмия в 5 раз превышает дозу, которую можно применять для скормливания кроликам (0,97 мг/кг).

III группа – АФР + ацетат свинца (25 мг/кг живой массы) + ацетат кадмия (0,97 мг/кг).

IV группа – АФР + ацетат свинца (25 мг/кг живой массы) + ацетат кадмия (0,97 мг/кг) + экспериментальная добавка (эйхорния).

Для определения морфологических показателей крови использовали метод Хайитова [6]. Анализ количества эритроцитов, лейкоцитов и гемоглобина в крови проводили на автоматическом гематологическом анализаторе ВС-5000 (Mindray). В экспериментах кровь, взятая у испытуемых, первоначально помещалась в вакуумные про-

бирки, содержащие 1 мл раствора ЭДТА (этилендиаминтетрауксусной кислоты). Пробирку оставляли на 2–3 мин. Осадок из пробирки переносили в пробирку прибора и помещали в анализатор. Полученные результаты были проанализированы и определены средние показатели.

Методом Дуды и др. измеряли количество белков в крови [7]. Анализ на определение количества альбуминов и глобулинов ( $\alpha$ ,  $\beta$  и  $\gamma$ ) в крови проводили на автоматизированном клинико-химическом анализаторе XL-200 (ErbaMannheim). В ходе экспериментов кровь, полученную от испытуемых, помещали в пробирку объемом 2 мл и центрифугировали при 1500 оборотов в течение 10 мин. Далее 1 мл полученного супернатанта сливали в кювету анализатора и помещали в анализатор. Полученные результаты были проанализированы и определены средние показатели.

Статистическую обработку и оформление результатов проводили с помощью компьютерной программы Microsoft Excel 2013 (США). Результаты эксперимента статистически обобщали путем оценки средних арифметических значений пяти повторных экспериментов при уровне статистической достоверности  $p < 0,05$ . При математико-статистическом анализе средние значения и отклонения показателей, а также расчет вероятности проводились по методике Лакина [8].

#### Результаты исследования и их обсуждение

В ходе анализа полученных данных при скормливания кроликам в суточном фермерском рационе различных солей тяжелых металлов по отдельности и вместе, а также помимо рациона, скормливаемого обеими солевыми смесями, было выявлено изменение морфологического состава крови (табл. 1). Данные, представленные в табл. 1, показывают, что изменилось количество микроэлементов в крови кроликов, потреблявших ацетат кадмия и ацетат свинца. В начале эксперимента количество изучаемых показателей в крови кроликов было практически одинаковым и находилось в пределах физиологической нормы.

По полученным результатам авторами установлено, что добавление в рационы кормления подопытных кроликов различных солей тяжелых металлов оказывает негативное влияние на их гематологические показатели, причем влияние оказывалось в первую очередь на скорость роста кроликов. Количественный уровень эритроцитов и гемоглобина в крови тесно связан с продуктивностью кроликов.

Таблица 1

Морфологические показатели крови кроликов (n = 5)

Показатели	Группы				
	Контроль	I	II	III	IV
В начале эксперимента					
Эритроциты, млн/мм <sup>3</sup>	5,1±0,45	4,9±0,11	4,9±1,17	4,8 ±0,12	4,9±0,65
Лейкоциты, тыс./мм <sup>3</sup>	7,3±0,21*	7,2±0,36**	7,46±0,28	7,3±0,17	7,18±0,41
Гемоглобин, г/л	108,6±1,67	106,2±1,44	108,7±1,44	107,9±1,33	106,2±1,57
Нейтрофилы %	35,3±1,2121	34,7±2,04	36,02±1,45	35,6±1,17	36,3±1,4
Эозинофилы, %	2,2±0,9	2,3±0,4	1,76±0,75	2,17±0,32	2,1±0,6
Лимфоциты, %	54,2±3,19	55,8±2,26	55,29±1,87	56,1±1,47	53,6±3,3
Моноциты %	2,6±0,5**	2,6±0,3	2,5±0,5*	2,7±0,43	2,4±0,26
Базофилы, %	0,2±0,29	0,1±0,22	0,1±0,14	0,2±0,22	0,3±0,29
Тромбоциты, тыс./мм <sup>3</sup>	170,3±9,26	166,2±3,68	168,1±5,3	173,17±3,6	174,3±9,2
В конце эксперимента					
Эритроциты, млн/мм <sup>3</sup>	5,7±0,45	4,9±0,11*	5,1±1,17**	4,7±0,12	5,4±0,65
Лейкоциты, тыс./мм <sup>3</sup>	8,3±0,41	7,2±0,21	7,46±0,28	6,9±0,17	8,1±0,7
Гемоглобин, г/л	115±1,67	97,4±1,44	102,57±1,71	94,6±1,33	113±1,67
Нейтрофилы %	37,3±1,21	29,7±2,04	30,72±1,45	28,6±1,17	36,2±2,23
Эозинофилы, %	2,4±0,2	4,3±0,4	3,76±0,75	4,8±0,32	2,2±0,87
Лимфоциты, %	58,4±1,3	67,5±1,52	66,29±1,87	69,4±3,47	56,5±2,08
Моноциты, %	3,1±0,26	2,6±0,3	2,8±0,18	2,4±0,43	2,9±0,42
Базофилы, %	0,8±0,21	0,1±0,22	0,1±0,14	0,2±0,22	0,8±0,3
Тромбоциты, тыс./мм <sup>3</sup>	184,3±9,26*	149,2±3,68	165±5,32**	143,17±2,8	179,3±6,56

Примечание: \*P &lt; 0,01; \*\*P &lt; 0,005.

По данному методу отмечено, что использование в рационе солей тяжелых металлов приводило к ухудшению гематологических показателей крови подопытных кроликов. Из табл. 1 видно, что количество и концентрация эритроцитов в крови кроликов первой, второй и третьей опытных групп снизились на 14,03; 10,52 и 17,5% соответственно по сравнению с контрольной группой. Это означает, что соли тяжелых металлов (ацетат кадмия и ацетат свинца) оказывали вредное (отрицательное) воздействие на эритропоэтические ткани крови кроликов. Уменьшение количества эритроцитов в крови кроликов опытной группы и содержащегося в них гемоглобина характеризует снижение обменных процессов в их организме и возникновение гипоксии. Общее количество лейкоцитов в опытных группах по сравнению с контрольными составляет 15,85%. Хотя оно снизилось на 10,24 и 16,9%, количество эозинофилов и лимфоцитов в опытных группах несколько увеличилось. Причина в том, что эти элементы крови увеличиваются в организме

под воздействием аллергических реакций, паразитов и различных инфекционных процессов. Это говорит о том, что количество эозинофилов и лимфоцитов увеличилось в результате токсико-аллергических реакций у кроликов под воздействием тяжелых металлов.

Высокая концентрация эритроцитов и лейкоцитов в крови кроликов контрольной и IV опытной групп, а также высокая концентрация гемоглобина способствуют интенсивности обмена веществ, увеличению живой массы и высокому уровню резистентности в их организме. Возможно, что основной причиной возникновения таких различий между сравниваемыми группами было патологическое состояние организма кроликов, потреблявших соли тяжелых металлов как отдельно, так и вместе. Потому что в патологическом состоянии по сравнению со здоровым организмом оно может быть результатом мобилизации всех видов циркулирующих лейкоцитов для обеспечения здоровья организма с целью фагоцитирования попавших в организм чуже-

родных существ и нейтрализации токсинов и токсических веществ, которые они выделяют. Одинаковое количество лейкоцитов в крови контрольной группы, получавшей фермерский рацион, и IV опытной группы, получавшей зеленую массу в виде водного растения эйхорнии, которая снижает действие тяжелых металлов и обеспечивает организм всеми незаменимыми аминокислотами, позволило остаться им на уровне физиологической нормы. При этом следует пояснить, что общее количество лейкоцитов в крови кроликов этих групп увеличилось от нормы показателя в начале опыта. Авторы считают, что это могло произойти за счет изменения возраста кроликов, увеличения массы тела, массы и содержания полноценного белка в потребляемом рационе.

Установлено, что количество эритроцитов в крови кроликов контрольной и IV опытной групп было на 18,6%, или на 1,1 млн/мм<sup>3</sup>, меньше среднего количества эритроцитов в крови кроликов I, II и III экспериментальных групп. Авторы полагают, что снижение количества эритроцитов в крови кроликов первых трех опытных групп является прежде всего результатом ослабления органов эритропоза вследствие гемолиза под действием солей тяжелых металлов.

Также авторами отмечено, что изменения, наблюдавшиеся в концентрации гемоглобина в крови сравниваемых группах кроликов, а также в общем количестве эритроцитов и лейкоцитов повторялись. Как уже упоминалось выше, гемоглобин является одним из основных компонентов эритроцитов, и он постоянно изменяется параллельно уровню изменения количества эритроцитов. На основании вышеизложенного авторы попытались интерпретировать следующие результаты на основе анализа полученных данных. Установлено, что концентрация гемоглобина в крови кроликов контрольной и IV опытной групп была выше концентрации гемоглобина в крови кроликов первых трех опытных групп. Установлено, что количество гемоглобина в крови первых трех опытных групп было ниже, чем у кроликов контрольной и IV опытной групп.

Кроме того, во всех экспериментальных группах авторы стали свидетелями того, что общее количество эритроцитов, лейкоцитов и концентрация гемоглобина в определенной степени увеличивались от начала опыта к концу эксперимента. В конце опыта наблюдалось, что количество лейкоцитов в крови подопытных кроликов в определенной степени увеличилось по сравнению с началом опыта.

Следует отметить, что все количественные изменения в составе крови кроликов были обеспечены добавлением в рацион кроликов солей тяжелых металлов и использованием эйхорнии в качестве дополнительного питания. Так, применение эйхорнии оказало стимулирующее воздействие на пищеварительные процессы ЖКТ кроликов, привело к повышению продуктивных показателей кроликов IV опытной группы и естественной резистентности кроликов.

Количественный показатель общего белка в сыворотке крови является одним из важнейших показателей, характеризующих влияние условий питания на состояние организма животных, что дает возможность добиться суточного прироста массы живых животных в соответствии с уровнем содержания общего белка в сыворотке крови.

По данным Miserez et al. (2023), белки крови, наряду со способностью выполнять ряд биологических функций, служат также строительным (пластическим) материалом клеток и тканей организма [9].

Кроме того, большое диагностическое значение имеет исследование количества общих и фракционных белков в сыворотке крови.

По данным, полученными авторами в ходе экспериментов, наблюдалось, что общее количество белка в крови подопытных кроликов увеличивалось в конце опытов по сравнению с началом опытов (табл. 2).

Следует отметить, что количество общего белка в сыворотке крови в начале экспериментов колебалось в небольшом диапазоне (66,84–68,20 г/л). По окончании опытов установлено, что количество общего белка в крови кроликов контрольной и IV опытной групп было выше значений крови кроликов первых трех опытных групп. Замечено, что количество общего белка в крови кроликов контрольной группы к концу опыта увеличилось на 6,1 г/л (8,1%), а в крови кроликов IV опытной группы увеличилось на 6,1 г/л (8,1%), тогда как в остальных трех исходных опытах наблюдалось, что количество общих белков в крови кроликов групп снизилось на 8,7% по сравнению с началом опыта (с 67,8 до 61,9 г/л). В первых трех экспериментальных группах, потреблявших соли тяжелых металлов отдельно и вместе, наблюдались различия по уровню токсичности солей соответственно и различия между группами в сторону снижения или повышения. Количественная динамика общего белка в крови сравниваемых групп соответствовала описанию скорости роста кроликов во всех группах.

Таблица 2

Белковый состав сыворотки крови кроликов (n = 5)

Показатели	Время определения ***	Группы				
		Контроль	I	II	III	IV
Общий белок, г/л	1	68,1±0,4	68,2±0,4	67,3±0,4	67,8±0,8	68,3±0,5
	2	74,2±0,3	60,3±0,4	63,7±0,3*	61,8±0,4*	76,3±0,5*
Альбумины, г/л	1	33,4±0,3	32,4±0,7	32,0±0,6	31,9±0,7	32,7±0,7
	2	37,2±0,3	32,4±0,2	32,2±0,1*	31,5±0,5*	38,7±0,3*
Глобулины, г/л	1	33,9±0,4	32,5±0,3	32,2±0,2	33,7±0,2	34,9±0,2
	2	36,8±0,2	32,4±0,4	32,7±0,3	32,8±0,2	36,6±0,2
α-глобулин, г/л	1	9,7±0,2	9,6±0,2	9,6±0,2	9,6±0,3	9,7±0,3
	2	9,8±0,2	9,5±0,1	9,1±0,3	9,4±0,2	9,8±0,2
β-глобулин, г/л	1	10,4±0,9	10,4±0,2	10,1±0,2	10,2±0,2	10,1±0,2
	2	10,2±0,3	10,2±0,2	9,8±0,2	9,8±0,2	9,8±0,3
γ-глобулин, г/л	1	15,1±0,3	15,3±0,1	15,8±0,2	15,0±0,2	15,2±0,3
	2	16,7±0,8	16,1±0,3	16,3±0,2*	16,4±0,2*	17,6±0,2*
АСТ, ммоль/л	1	24,9±0,67	24,5±0,43	25,8±0,36	24,9±0,69	24,9±0,27
	2	30,7±0,71**	30,9±0,67	31,2±0,64	31,6±0,64	32,2±0,95*
АЛТ, ммоль/л	1	43,6±0,67	44,7±0,91	46,2±0,81	45,8±0,55*	45,8±0,87
	2	50,0±0,71	49,8±1,02	49,6±0,65	51,8±1,11	50,8±0,84

Примечание. \*P < 0,01; \*\*P < 0,005; \*\*\*1 – в начале эксперимента; 2 – в конце эксперимента.

Сывороточные альбумины участвуют в поддержании коллоидно-осмотического давления и объема крови, участвуют в транспорте и хранении различных веществ. Альбумины отличаются тем, что они связывают между собой холестерин, жирные кислоты и билирубин и служат переносчиками таких гормонов, как тироксин, кортизол и альдостерон [10].

Количество альбумина в крови молодяка растущих животных зависит от возраста и скорости роста животных с высокой суточной скоростью роста. Анализ полученных данных показал, что различий между количеством альбумина в крови кроликов всех опытных групп не наблюдалось. Эти различия находились в пределах 31,9±0,7 – 33,4±0,3 г/л. В конце опыта наибольший показатель составил 33,4±0,3 г/л у кроликов контрольной группы, далее у кроликов IV опытной группы он наблюдался на уровне 32,4±0,2, 32,2±0,1 и 31,5±0,5 г/л по его количественным показателям.

В последней части опытов наблюдалось, что количество альбумина в крови кроликов IV опытной группы превосходило таковое у кроликов первых трех опытных групп.

Данные о количественной динамике альбумина, наблюдавшиеся в этих сравниваемых группах, подтвердили физиологи-

ческие закономерности высокого уровня альбумина в организме, то есть у кроликов с высоким количеством альбумина наблюдался высокий уровень суточного прироста.

Количественный уровень глобулинов в сыворотке крови важен в жизнедеятельности организма. В начале эксперимента достоверных различий между группами по количеству глобулинов в сыворотке крови кроликов не наблюдалось и оно находилось в пределах от 32,2±0,2 до 34,9±0,2 г/л.

Следует также отметить, что по окончании экспериментов во всех опытных группах наблюдалось снижение количественных показателей α-β-глобулинов в сыворотке крови кроликов, однако достоверных различий между группами не выявлено. Было отмечено, что количественный уровень γ-глобулинов колебался от 15,0±0,2 до 15,8±0,2 г/л в начале эксперимента. В то же время в конце эксперимента наблюдалась тенденция к повышению количественного уровня γ-глобулинов в сыворотке крови кроликов всех сравниваемых групп. Количество гамма-глобулинов в крови контрольной группы увеличилось на 1,0 г/л, или 6,6%, а в IV опытной группе – на 2,4 г/л, или 15,8%. Аналогичные данные наблюдались у кроликов остальных первых трех опытных групп.

По мнению авторов, увеличение количественного уровня  $\gamma$ -глобулинов в крови кроликов сравниваемых групп в конце опыта по сравнению с показателем в начале опыта произошло за счет потребления рациона, состоящего из экологически чистой пищи в контрольной группе, а также в связи с тем, что в IV опытной группе оба тяжелых металла вводились в рацион вместе с дополнительным кормом эйхорнии, а дополнительный корм повышал иммунный статус кроликов за счет его биокорректирующих свойств.

Исходя из вышеизложенного, добавление водорослей эйхорнии в рацион скормливания солями тяжелых металлов привело к повышению продуктивности кроликов за счет положительного влияния ее на обмен веществ кроликов. Изучена активность ферментов АСТ, АЛТ и щелочной фосфатазы в сыворотке крови с целью получения препаратов, более четко показывающих положительное влияние эйхорнии на физиологические показатели кроликов.

По данным анализа количественных показателей аспаратаминотрансферазы (АСТ) и аланинаминотрансферазы (АЛТ), параметры проверки их концентраций в начале экспериментов и их соотношения друг с другом свидетельствуют о том, что они находятся в пределах физиологической нормы.

В конце эксперимента наблюдалось повышение уровня показателей АСТ и АЛТ в сыворотке крови кроликов использованных в эксперименте групп по сравнению с началом опыта. Концентрация АСТ увеличилась на 5,8 ммоль/л, или на 23,3%, и 7,3 ммоль/л, или на 29,3%, в контрольной и IV опытной группах и на 6,4 ммоль/л, или 26,1%, соответственно в первых трех опытных группах. Аналогичная картина наблюдалась и по количеству АЛТ. Уровень АЛТ в сыворотке крови кроликов контрольной группы составил 6,4 ммоль/л, или 14,6%, 5,1 ммоль/л, или 11,4%, в I опытной группе, во II опытной группе 4 ммоль/л, или 10,1%, в III группе – 6,0 ммоль/л, или 13,1%, а в IV опытной группе – 5,0 ммоль/л, или 10,9%.

Между сравниваемыми группами также были обнаружены различия в количественном уровне АСТ и АЛТ. В конце опыта количество АСТ в сыворотке крови кроликов контрольной группы было на 0,2 ммоль/л, или 0,7%, выше, чем у I опытной группы, на 0,9 ммоль/л, или 1,6%, выше, чем у IV опытной группы, и 1,5 ммоль/л, или на 4,9%, меньше.

Анализ полученных данных о соотношении АСТ и АЛТ друг к другу или коэффициенте де Ритиса дает возможность оце-

нить состояние печени и сердечной мышцы [11]. Полученные результаты показывают, что данные, полученные в начале и в конце эксперимента, находились в пределах физиологической нормы во всех сравниваемых группах. По мнению авторов, возникновение такой ситуации объясняется тем, что кролики в наших опытах принадлежали к мужскому полу, и в ходе экспериментов их физиологическое состояние было постоянным, а защитные системы в организме кроликов были мобилизованы на поддержание обмена веществ на физиологическом уровне.

### Заключение

Исследование гематологических показателей кроликов, получавших соли тяжелых металлов, показало, что наблюдаются изменения морфологических и биохимических показателей их крови. На основании анализа полученных данных можно сделать вывод о том, что при добавлении в рацион обеих солей тяжелых металлов зеленая масса водного растения эйхорния повышает количественный уровень ферментов АСТ и АЛТ в крови, но не превышает физиологической нормы.

### Список литературы

1. Kalak T. Potential Use of Industrial Biomass Waste as a Sustainable Energy Source in the Future. *Energies*. 2023, Is.16. P. 1783.
2. Tchounwou P.B., Yedjou C.G., Patlolla A.K., Sutton D.J. Heavy metal toxicity and the environment // *Experientia Supplementum*. 2012, Is. 101. P. 133–164.
3. Elif P., Danila C., Sukru G., Merve T., Esra C. Iron Absorption: Factors, Limitations, and Improvement Methods. *ACS Omega*. 2022. Vol. 7, Is. 24. P. 20441–20456.
4. Gelberg H.B. Alimentary System and the Peritoneum, Omentum, Mesentery, and Peritoneal Cavity // *Pathologic Basis of Veterinary Disease*. 2017. P. 324–411.
5. Gao J., Yang D., Sun Z., Niu J., Bao Y., Liu S., Tan Z., Hao L., Cheng Y., Liu S. Changes in Blood Metabolic Profiles Reveal the Dietary Deficiencies of Specific Nutrients and Physiological Status of Grazing Yaks during the Cold Season in Qinghai Province of China. *Metabolites*. 2022. Vol. 11, Is.12. P. 738.
6. Khayitov D.G. Biological Sensitization of Blood Immune Cells of Rabbits to External Environmental Stress Factors (Temperature And Seasons) // *Bulletin of Pure and Applied Sciences-Zoology*. 2023. Vol. 42A, Is. 1. P. 163–169.
7. Duda Y.V., Prus M.P., Shevchik R.S., Koreyba L.V., Mylostyyvi R.V., Samoiliuk V.V. Seasonal influence on biochemical blood parameters in males of Californian rabbit breed // *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. Vol. 10, Is. P. 262–268.
8. Лакин Г.Ф. Биометрия. М.: Высшая школа, 1990. 350 с.
9. Miserez A., Yu J., Mohammadi P. Protein-Based Biological Materials: Molecular Design and Artificial Production // *Journal of Chemical Reviews*. 2023. Vol. 123, Is. 5. P. 2049–2111.
10. Van de Wouw J., Joles J.A. Albumin is an interface between blood plasma and cell membrane, and not just a sponge // *Clinical Kidney Journal*. 2021. Vol. 15, Is. 4. P. 624–634.
11. Botros M., Sikaris K.A. The de ritis ratio: the test of time // *Clinical Biochemist Reviews*. 2013. Vol. 34, Is. 3. P. 117–130.