

DOI: 10.12731/2658-6649-2024-16-3-773

УДК 612.8:615.2



Научная статья

## ИЗУЧЕНИЕ ДЕЙСТВИЯ ЭКСТРАКТА SCUTELLARIA BAICALENSIS GEORGI НА СОДЕРЖАНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ В СЫВОРОТКЕ КРОВИ КРЫС В УСЛОВИЯХ «СОЦИАЛЬНОГО» СТРЕССА

*В.В. Уранова, Н.А. Ломтева, Е.И. Кондратенко, С.В. Комаров*

**Обоснование.** Изучение влияния «социального» стресса на биогенные элементы, участвующие в минеральном обмене и играющие важную роль в жизнедеятельности организма человека, поиск средств, обладающих нивелирующим действием на их содержание, является актуальной проблемой современной фармакологической науки.

**Цель.** Изучить изменение содержания биогенных элементов в ходе минерального обмена в сыворотке крови крыс в условиях «социального» стресса и под воздействием экстракта *Scutellaria baicalensis* Georgi.

**Материалы и методы.** Экспериментальные исследования проведены на 96 половозрелых самцах нелинейных крыс массой  $295 \pm 12,17$  г. в возрасте 7-9 месяцев. Первый этап эксперимента предполагал изучение показателей минерального обмена в норме. Особям первой группы животных вводили воду для инъекций; второй – экстракт *Scutellaria baicalensis* Georgi (100 мг/кг/сут); третьей – лекарственный препарат (ЛП) «Мебикар®» (25 мг/кг/сут) и четвертой – ЛП «Фезам®» (45 мг/кг/сут). На втором этапе эксперимента воспроизводили «социальный» стресс на животных, в группах которых были определены агрессоры и жертвы после формирования межсамцовых конфронтаций в течении 21 дня. Данные особи получали растворы, использованные ранее (I этап), на протяжении двух недель. Содержание ионов натрия и калия в плазме определяли методом пламенной фотометрии; уровня общего кальция – фотометрическим методом; концентрацию фосфора и магния – биохимическим анализом; количество хлорид-ионов – меркуриметрическим титрованием. Статистическую обработку данных выполняли с использованием пакета «Statistica 10».

**Результаты.** Установлено, что введение экстракта *Scutellaria baicalensis* Georgi, ЛП «Мебикар®» и «Фезам®» в норме не влияет на содержание ми-

неральных веществ в плазме. Показано, что моделирование «социального» стресса у контрольных животных, имеющих как доминантный, так и субмиссивный тип характера, способствует достоверному уменьшению концентрации ионов кальция, фосфора и магния сравнительно с особями интактной группы. Доказано статистически значимое различие в содержании хлорид-ионов только в случае группы жертв. Получены соразмерные значения показателей минерального обмена группы, получавшей извлечение в условиях стресса, с первым этапом эксперимента в норме как интактных, так экспериментальных животных, вследствие чего обосновано нивелирующее действие экстракта *Scutellaria baicalensis* Georgi. Определены статистически значимые различия в концентрации ионов магния в группе жертв, подвергающихся «социальному» стрессу под влиянием типа поведения.

**Заключение.** Анализ полученных данных формирует представление о минеральном составе плазмы крови в норме и в условиях «социального» стресса. Результаты исследования характеризуют экстракт *Scutellaria baicalensis* Georgi как средство, обладающее нивелирующим действием в условиях тревожно-депрессивного состояния, вызванного межсамцовыми конфронтациями.

**Ключевые слова:** минеральный обмен; *Scutellaria baicalensis* Georgi; экстракт; «социальный» стресс; биологически активные вещества; биогенные элементы; растительное сырье; агрессоры; жертвы

**Для цитирования.** Уранова В.В., Ломтева Н.А., Кондратенко Е.И., Комаров С.В. Изучение действия экстракта *Scutellaria baicalensis* Georgi на содержание минеральных веществ в сыворотке крови крыс в условиях «социального» стресса // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 2024. Т. 16, №3. С. 149-166. DOI: 10.12731/2658-6649-2024-16-3-773

Original article

## STUDY OF THE EFFECT OF THE SCUTELLARIA BAICALENSIS GEORGI EXTRACT ON THE CONTENT OF MINERALS IN THE BLOOD SERUM OF RATS UNDER “SOCIAL” STRESS

*V.V. Uranova, N.A. Lomteva, E.I. Kondratenko, S.V. Komarov*

**Background.** The study of the influence of “social” stress on biogenic elements involved in mineral metabolism and playing an important role in the life of

*the human body, the search for agents that have a leveling effect on their content, is an urgent problem of modern pharmacological science.*

**Purpose.** *To study changes in the content of biogenic elements in the course of mineral metabolism in the blood serum of rats under conditions of “social” stress and under the influence of *Scutellaria baicalensis* Georgi extract.*

**Materials and methods.** *Experimental studies were carried out on 96 mature male non-linear rats weighing  $295 \pm 12.17$  g at the age of 7-9 months. The first stage of the experiment involved the study of mineral metabolism in the norm. Individuals of the first group of animals were injected with water; the second was an extract of *Scutellaria baicalensis* Georgi (100 mg/kg/day); the third – medicinal product (MP) “Mebicar®” (25 mg/kg/day) and the fourth - MP “Phezam®” (45 mg/kg/day). At the second stage of the experiment, “social” stress was reproduced on animals, in groups of which aggressors and victims were identified after the formation of inter-male confrontations for 21 days. These individuals received the solutions used earlier (stage I) for two weeks. The content of sodium and potassium ions in plasma was determined by flame photometry; the level of total calcium - by the photometric method; the concentration of phosphorus and magnesium - by biochemical analysis; the amount of chloride ions - by mercurimetric titration. Statistical data processing was performed using the Statistica 10 package.*

**Results.** *It was found that the introduction of the extract of *Scutellaria baicalensis* Georgi, MP “Mebicar®” and “Phezam®” normally does not affect the content of minerals in plasma. It has been shown that modeling of “social” stress in control animals with both dominant and submissive types of character contributes to a significant decrease in the concentration of calcium, phosphorus and magnesium ions compared with individuals of the intact group. A statistically significant difference in the content of chloride ions was proved only in the case of a group of victims. Comparable values of mineral metabolism parameters of the group that received the extract under stress conditions were obtained with the first stage of the experiment in the norm of both intact and experimental animals, as a result of which the leveling effect of the extract of *Scutellaria baicalensis* Georgi was substantiated. Statistically significant differences in the concentration of magnesium ions in the group of victims exposed to “social” stress under the influence of the type of behavior were determined.*

**Conclusion.** *The analysis of the data obtained forms an idea of the mineral composition of blood plasma in normal conditions and under conditions of “social” stress. The results of the study characterize the extract of *Scutellaria baicalensis* Georgi as a remedy that has a leveling effect in conditions of anxiety-depressive state caused by inter-male confrontations.*

**Keywords:** *mineral metabolism; Scutellaria baicalensis Georgi; extract; “social” stress; biologically active substances; nutrients; plant materials; aggressors; victims*

**For citation.** *Uranova V. V., Lomteva N. A., Kondratenko E. I., Komarov S. V. Study of the Effect of Scutellaria baicalensis Georgi Extract on the Content of Mineral Substances in the Blood Serum of Rats Under Conditions of “Social” Stress. Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture, 2024, vol. 16, no. 3, pp. 149-166. DOI: 10.12731/2658-6649-2024-16-3-773*

## **Введение**

Данные, полученные отечественными и зарубежными учеными, свидетельствуют о повышении уровня патологических состояний, этиологическим фактором которых является стресс [10, с. 42-43]. Доказано, что нейродегенеративные изменения, происходящие в системах органов и приводящие к нарушениям гормонального и минерального обмена, являются результатом их воздействия на организм [4, с. 667]. Показано, что характерными особенностями хронического стресса, помимо психологических и психосоматических осложнений, является дезадаптация организма к условиям окружающей среды и снижение содержания эссенциальных биологически активных веществ [7, с. 25-26].

Известно, что воздействие стресса приводит к мобилизации сил организма за счет функционирования нейроэндокринной системы, которая позволяет расширить диапазон физиологических способностей человека и противостоять иным поражающим факторам [17, с. 12-14]. Обосновано неравномерное перераспределение крови между головным мозгом и мышцами при участии эндокринной системы, вследствие чего происходит существенное снижение кровоснабжения внутренних органов, приводящее к функциональным патологиям, а также ускорению выброса глюкозы и жирных кислот в кровотоки и понижению скорости метаболических процессов, одним из которых является обмен минеральными веществами [20, с. 452; 28, с. 85]. Показано, что всасывание, усвоение, распределение, превращение и выделение из организма неорганических соединений играет важную роль при протекании физиологических процессов [21, с. 72; 24, с. 689]. Описано поддержание на должном уровне водно-энергетического баланса клеточных структур в ходе минерального обмена, содержания микроэлементов в крови человека и ее биохимических параметров за счет регуляции осмотического давления, ее кислотности и щелочности [1, с. 156-157; 5, с. 23-24].

Наличие необходимого количества макро- и микронутриентов считается основой физиологического здоровья организма, выполняя пластическую, энергетическую и каталитическую функции [2, с. 45-46]. Основными представителями группы микроэлементов являются: калий, магний, натрий, фосфор, кальций и хлор [3, с. 183-185]. Известно, что они входят в состав межклеточной жидкости и различных структур клетки, контролируя ее структурную целостность и принимая участие в процессах саморегуляции организма [7, с. 24-25; 12, с. 156]. Обоснована значимая роль макро- и микроэлементов в обеспечении протекания биохимических процессов, опосредующих функционирование органов и систем органов организма [16, с. 82; 18, с.194, 19, с. 126, 23, с. 10-12, 25, с. 65-66].

Показано, что отличительной особенностью минерального обмена веществ в организме является невозможность их синтеза в организме человека. Определены их источники в виде биологически активных (БАД) или продуктов пищевого рациона [22, с. 1023]. Однако использование добавок, содержащих минеральные компоненты, может вызвать как потенцирующий, так и ингибирующий эффекты, конечный результат которых проявляется в ходе протекания вторичных опосредованных реакций в органах пищеварения, гипоталамусе и центральной нервной системе вследствие интеграции клеток нейрогуморальной регуляцией. Описаны механизмы действия БАД, которые оказывают метаболическое и гомеостатическое действие на организм человека. Отмечается возникновение побочных эффектов при приеме растительных добавок в виде их воздействия на желудочно-кишечный тракт [26, с. 79-80]. Обоснована необходимость изучения не только минерального состава сырья, используемого в качестве источника микроэлементов, но и причины и природы пусковых механизмов, действующих на состояние клетки [13, с. 67-68].

На сегодняшний день предпочтение отдается лекарственным средствам, на основе лекарственного растительного сырья и натуральным добавкам к пище, как объектам богатым микроэлементами и минимально оказывающим побочные эффекты на организм человека. Поиск новых источников биогенных элементов является перспективным направлением медико-биологических наук [4, с. 667; 8, с. 96-98].

Большой интерес исследователей направлен на изучение представителей семейства яснотковых (*Lamiaceae*) рода шлемник (*Scutellaria*), а именно шлемник байкальский (*Scutellaria baicalensis*). Уникальный фитохимический состав данного растения, включающий смоляные соединения, биогенные элементы, полифенольные вещества, делает его перспективным

объектом изучения при поиске веществ, проявляющих анксиолитическое и нейропротективное действие [11, с. 30-33; 27, с. 14-15]. Установлено, что БАВ, содержащиеся в растении, проявляют тонизирующее, седативное, антиоксидантное, иммуностропное, антибактериальное и нейропротекторное действие [14, с. 38; 26, с. 79-80]. Анализ литературных данных свидетельствует о наибольшем содержании БАВ в подземной части *Scutellaria baicalensis Georgi*, в связи с чем она используется для приготовления настоев, отваров и экстрактов [9, с. 88; 15, с. 90-92]. Экстракт, полученный из корней шлемника байкальского, использовали в качестве нивелирующего агента для изучения изменения содержания биогенных элементов в сыворотке крови крыс при действии «социального» стресса.

### **Цель работы**

Изучить изменение содержания биогенных элементов в ходе минерального обмена в сыворотке крови крыс в условиях «социального» стресса и под воздействием экстракта *Scutellaria baicalensis Georgi*.

### **Материалы и методы исследования**

Исследование проведено на 96 половозрелых самцах нелинейных крыс массой  $295 \pm 12,17$  г. в возрасте 7-9 месяцев. Животные в эксперименте были разделены на группы, которые участвовали в двух этапах – норма и стресс. Все проводимые манипуляции с животными выполняли согласно с Межгосударственным стандартом «Принципы надлежащей лабораторной практики» (ГОСТ 33044-2014). Первый этап эксперимента предполагал введение растворов внутривенно с помощью зонда один раз в день на протяжении 14 дней животными четырех сформированных групп, которые находились в условиях отсутствия стресса. В качестве препаратов сравнения, проявляющих анксиолитический и нейропротективный эффект, использовали «Мебикар®» (Татхимфармпрепараты АО, Россия) и «Фезам®» (Балканфарма Дупница АД, Болгария). Представителям первой группы животных вводили воду для инъекций (Гротекс ООО, Россия); второй – экстракт *Scutellaria baicalensis Georgi* (100 мг/кг/сут); третьей – ЛП «Мебикар®» (25 мг/кг/сут) и четвертой – ЛП «Фезам®» (45 мг/кг/сут). На втором этапе эксперимента воспроизводили «социальный» стресс на животных, в группах которых были определены агрессоры и жертвы после формирования межсамцовых конфронтаций в течении 21 дня. Данные особи получали растворы, использованные ранее (I этап), на протяжении двух недель [29, с. 224-230].

Подземную часть шлемника байкальского, культивируемого в Астраханской области, использовали для изготовления лекарственной формы в виде экстракта методом мацерации [6, с. 1980-1986]. Устранение этилового спирта из лекарственной формы проводили, используя ротационный испаритель (Hei-VAP Expert Control, Германия).

В качестве объекта исследования использовали плазму крови животных, полученную методом декапитации при предварительном действии эфирного наркоза. Сбор крови осуществлялся в стеклянные центрифужные пробирки, стенки которых были обработаны антикоагулянтом («Гепарин», раствор для внутривенного и подкожного введения, «Московский Эндокринный Завод», Россия), после чего кровь центрифугировали и отбирали плазму, которую применяли для дальнейшего исследования содержания минеральных веществ.

Концентрацию ионов натрия и калия в плазме определяли методом пламенной фотометрии (BWB-XP Performance Plus, Великобритания). Анализ уровня общего кальция выполняли, используя фотометрический метод (спектрофотометр ПЭ-5400УФ, Россия), в основе которого лежит реакция с глиоксаль-бис-(2-оксанилом), тогда как концентрацию таких элементов как фосфор и магний устанавливали в ходе биохимического анализа (анализатор «BS-200E», Китай). Количество хлорид-ионов рассчитывали объемным методом (меркуриметрия) в присутствии индикатора дифенилкарбазона.

Статистическую обработку данных выполняли с использованием пакета «Statistica 10». Вычисляли среднее арифметическое значение ( $M$ ), ошибку среднего арифметического значения ( $m$ ) и представляли в виде доверительного интервала среднего  $M \pm m$ . Различия между показателями в группах оценивали с помощью непараметрического анализа сравнения совокупностей по количественным признакам критерия Манна-Уитни. Различия между показателями групп признавались статистически значимыми при  $p < 0,05$ .

### Результаты исследования

Данные первого этапа анализа свидетельствуют об отсутствии статистически значимых различий биохимических показателей минерального обмена у групп экстракта *Scutellaria baicalensis Georgi*, ЛП «Мебикар®», ЛП «Фезам®» относительно интактной группы. Установлена тенденция к увеличению концентрации ионов натрия в плазме крови животных, которые были подвержены «социальному» стрессу, относительно

особей, пребывавших без стрессового воздействия, однако, статистически значимых результатов не выявлено (табл. 1). Доказано отсутствие достоверных различий в содержании ионов калия у особей интактной группы сравнительно с контрольной. Показаны статистически значимые различия контрольной группе в количестве кальция, фосфора и магния, содержащихся в крови животных, относительно интактных особей. Определено уменьшение в 1,2 раза ( $p < 0,05$ ) концентрации ионов кальция в плазме у особей контрольной группы, имеющих доминантный характер поведения, и снижение в 1,3 раза ( $p < 0,05$ ) у животных субмиссивного типа относительно интактной группы. Зафиксировано уменьшение содержания фосфора в анализируемом биологическом материале в 1,3 раза ( $p < 0,05$ ) в контрольной группе животных-агрессоров и 1,4 раза – особей-жертв, в сравнении группой, подверженной влиянию «социального» стресса. Установлено, что действие межсамцовых конфронтаций в группе контроля привело к снижению количества магния в плазме крови в 1,2 раза ( $p < 0,05$ ) у особей, имеющих доминантное поведение, и 1,4 раза ( $p < 0,05$ ) у животных с субмиссивным типом поведения относительно интактной группы. Выявили, что концентрация хлора в анализируемых образцах статистически значимо изменилась только для животных, которые имели субмиссивный тип поведения в 1,2 раза ( $p < 0,05$ ) (контрольная группа) относительно той же группы в норме. Вместе с тем наблюдали достоверные различия в количестве магния: уменьшение его концентрации в 1,2 раза ( $p < 0,05$ ) для агрессоров относительно жертв.

Таблица 1.

**Параметры минерального обмена в плазме у крыс  
в условиях «социального» стресса**

Группа	Показатель минерального обмена, ммоль/л					
	<i>Na</i>	<i>K</i>	<i>Ca</i>	<i>P</i>	<i>Cl</i>	<i>Mg</i>
I этап – норма						
Интактная (n=10)	135,9±8,91	4,3±0,21	2,4±0,11	1,5±0,06	98,6±5,14	0,7±0,03
Экстракт (n=10)	134,1±7,67	4,2±0,19	2,7±0,09 ☼▲	1,4±0,05 ☼▲	95,1±4,97	0,8±0,02 ☼▲
ЛП «Мебикар®» (n=10)	136,3±8,43	4,3±0,24	2,5±0,13 ☼▲	1,5±0,09 ☼▲	93,9±5,93	0,7±0,04 ☼▲
ЛП «Фезам®» (n=10)	130,4±7,99	4,2±0,28	2,5±0,14 ☼▲	1,4±0,05 ☼▲	97,7±6,03	0,7±0,02 ☼▲

II этап – «социальный» стресс						
Контрольная						
Агрессор (n=7)	141,3±9,55	4,1±0,25	2,0±0,09*	1,2±0,07*	92,6±5,53	0,6±0,02*▲
Жертвы (n=7)	150,5±9,43	4,6±0,30	1,9±0,08*	1,1±0,05*	80,9±5,01*	0,5±0,02*
Экстракт						
Агрессор (n=7)	137,1±7,23	4,3±0,19	2,6±0,08☼	1,5±0,06☼	94,0±4,29	0,7±0,02☼
Жертвы (n=7)	139,7±6,99	4,4±0,27	2,5±0,10▲	1,5±0,05▲	93,1±4,56	0,7±0,03▲
ЛП «Мебикар®»						
Агрессор (n=7)	140,5±8,21	4,0±0,29	2,4±0,07☼	1,5±0,07☼	96,7±4,83	0,7±0,04☼
Жертвы (n=7)	145,8±7,83	4,2±0,23	2,4±0,08▲	1,5±0,09▲	95,4±5,17	0,7±0,03▲
ЛП «Фезам®»						
Агрессор (n=7)	136,1±6,57	4,3±0,18	2,6±0,12☼	1,5±0,08☼	94,1±5,46	0,6±0,03
Жертвы (n=7)	137,9±6,22	4,5±0,21	2,4±0,10▲	1,4±0,07▲	91,5±4,83	0,5±0,04

Источник: «Составлено авторами»

Примечание: \* - статистически значимые различия относительно интактной группы \* - при  $p < 0,05$ . ☼ - статистически значимые различия относительно группы «социальный» стресс агрессоры ☼ - при  $p < 0,05$ . ▲ - статистически значимые различия относительно группы «социальный» стресс жертвы ▲ - при  $p < 0,05$ .

Анализ данных экспериментальных групп в норме относительно контрольной группы в стрессе продемонстрировал достоверные различия в концентрации определяемых минеральных составляющих плазмы нелинейных крыс. Сравнение данных количества кальция указало на увеличение его в отношении контрольной группы при действии стресса в 1,4 раза ( $p < 0,05$ ) у агрессоров и жертв, получавших извлечение, соответственно; в 1,3 раза ( $p < 0,05$ ) для особей доминантного и субмиссивного типов, которым вводили ЛП «Мебикар®» и «Фезам®». Выявили рост содержания фосфора в плазме экспериментальных животных в отношении к группе, подверженной «социальному» стрессу, в 1,2 раза ( $p < 0,05$ ) у животных победителей и в 1,3 раза ( $p < 0,05$ ) для побежденных, получавших экстракт и ЛП «Фезам®»; данные по особям, получавшим ЛП «Мебикар®», свидетельствуют об увеличении количества фосфора в 1,3 раза ( $p < 0,05$ ) для агрессоров и 1,4 раза ( $p < 0,05$ ) у жертв. Зарегистрировали рост концентрации

магния в биологическом материале относительно группы, в которой проводили развитие межсамцовых конфронтаций в 1,3 раза для доминантов и 1,6 раза для жертв, получавших экстракт шлемника байкальского, а для групп, принимавших ЛП «Мебикар®» и ЛП «Фезам®» увеличение произошло на 1,2 и 1,4 раза соответственно.

Второй этап характеризовался моделированием экспериментальной модели стресса, основанной на развитии межсамцовых конфронтаций. Показано, что введение экстракта шлемника байкальского, ЛП «Мебикар®», ЛП «Фезам®» привело к сглаживающему действию, что подтверждается изменением показателей, которые стали соразмерны с первым этапом анализа в норме. Относительно группы «социальный» стресс концентрация кальция в плазме увеличилась в 1,3 раза ( $p < 0,05$ ) для жертв и агрессоров у группы, получавшей экстракт *Scutellaria baicalensis Georgi*; в 1,2 раза ( $p < 0,05$ ) у особей с доминантным и субмиссивным типом поведения, принимавших ЛП «Мебикар®»; в 1,3 раза ( $p < 0,05$ ) при внутрижелудочном введении ЛП «Фезам®» (победители и побежденные). Моделирование сенсорного контакта у особей, которые получали экстракт и ЛП, привело к достоверным отличиям в количестве фосфора, находящегося в плазме крови, относительно контрольной группы на втором этапе анализа. В группе животных, которые получали экстракт, увеличение концентрации фосфора произошло в 1,3 раза ( $p < 0,05$ ) для доминантов и в 1,4 раза ( $p < 0,05$ ) особей субмиссивного типа поведения. Группа, принимавшая ЛП «Мебикар®», отличалась от контрольной группы в стрессе так же увеличением содержания фосфора в исследуемом биологическом материале в 1,3 раза ( $p < 0,05$ ) у агрессоров и в 1,4 раза ( $p < 0,05$ ) побежденных животных. Применение ЛП «Фезам®» вызвало рост количества фосфора в 1,3 раза ( $p < 0,05$ ) для доминантов и жертв. Статистически значимое увеличение было выявлено для концентрации магния в изучаемом биологическом материале у животных, получавших экстракт шлемника байкальского и ЛП «Мебикар®» относительно контрольной группы в условиях стресса в 1,2 раза ( $p < 0,05$ ) особей доминантного типа и 1,4 раза ( $p < 0,05$ ) самцов, потерпевших поражение. Анализ результатов проведенного исследования показал, что действие экстракта шлемника байкальского и препаратов сравнения привело к нормализации содержания биогенных элементов, а именно концентраций кальция и фосфора. Показано, что нивелирующий эффект, оказываемый ионом магния, статистически значим только при введении экстракта *Scutellaria baicalensis Georgi* и ЛП «Мебикар®». Таким образом, в ходе проведенных исследований доказано, что в условиях длительных

межсамцовых конфронтаций возникают отклонения в содержании биогенных элементов: кальция, фосфора и магния. Установлено, что действие экстракта приводит к нормализации данного патологического состояния.

### Обсуждение

В проведенном исследовании было определено, что на первом этапе эксперимента, который был реализован по типу нормы, содержание показателей минерального обмена статистически значимо не различались относительно группы интактных животных. Таким образом, установили, что получение особями экстракта *Scutellaria baicalensis* Georgi, ЛП «Мебикар®» и «Фезам®» не влияют на нормальные значения минеральных веществ в плазме крови, что является важным, поскольку соблюдение баланса биогенных элементов характеризует нормальную жизнедеятельность организма, тогда как его нарушение приводит к патологическим состояниям.

Исследование показало, что при моделировании патологического состояния в виде «социального» стресса у контрольных животных, имеющих как доминантный, так и субмиссивный тип характера, происходило достоверное уменьшение концентрации ионов кальция, фосфора и магния относительно интактной группы. Статистически значимое различие в содержании хлорид-ионов было характерно только для особей – жертв.

Установлено, что введение экстракта *Scutellaria baicalensis* Georgi, ЛП «Мебикар®» и ЛП «Фезам®» привело к нивелирующему эффекту, что доказывается соразмерными значениями показателей минерального обмена с первым этапом эксперимента в норме. Определено, что стресс, имеющий природу межсамцовых конфронтаций, и применение ЛП, а также экстракта шлемника байкальского значимо не влияет на концентрации ионов натрия и калия. Следует отметить, что оценка влияния типа поведения особей имела статистически значимые различия относительно группы «социальный» стресс жертвы для ионов магния.

### Заключение

Современное лечение стресса включает в себя не только лекарственную терапию и психологическую помощь, но и использование профилактической терапии, предполагающей применение витаминов, биологически активных добавок к пище, а также коррекцию рациона питания. Биогенные элементы – кальций, магний, фосфор, калий и натрий определяют постоянство внутренней среды организма, регулируя водно-солевой об-

мен и метаболические процессы. Использование в качестве пищевой добавки растительного сырья позволяет обеспечить организм необходимым количеством минеральных и органических элементов и положительно воздействовать на все структуры и системы. Изучение экстракта, изготовленного на основе корней шлемника байкальского, позволило установить его нивелирующее действие в условиях тревожно-депрессивного состояния, вызванного межсамцовыми конфронтациями, как перспективного растительного объекта, который может быть рекомендован для регуляции минерального обмена в организме человека.

**Информация о конфликте интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

#### *Список литературы*

1. Барменкова А. В. Показатели липидного обмена и минеральная плотность костной ткани у женщин с ревматоидным артритом / А. В. Барменкова, О. Ф. Калев // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Образование, здравоохранение, физическая культура. 2006. № 7-1. С. 156-158.
2. Витамин D и показатели минерального обмена после родов при применении профилактических доз холекальциферола / Т. В. Новикова, И. Е. Зазерская, Л. В. Кузнецова [и др.] // Журнал акушерства и женских болезней. 2019. Т. 68, № 5. С. 45-53. <https://doi.org/10.17816/JOWD68545-53>
3. Влияние ацизола на содержание биоэлементов в плазме крови, паренхиматозных органах и головном мозге крыс / А. Ф. Якимовский, И. И. Шантырь, М. А. Власенко [и др.] // Биомедицинская химия. 2018. Т. 64, № 2. С. 183-187. <https://doi.org/10.18097/PBMC20186402183>
4. Влияние сухого экстракта из корней шлемника Байкальского (*Scutellaria baicalensis* Georgi) на развитие окислительного стресса, вызванного циклофосфаном / Потапова А. А., Доркина Е. Г., Сергеева Е. О., Саджая Л. А. // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 6. С. 667.
5. Гасанова А. Г. Исследование показателей минерального обмена у больных с дегенеративно-дистрофическими поражениями суставов / А. Г. Гасанова, Е. Л. Матвеева, Е. С. Спиркина // Клиническая лабораторная диагностика. 2015. Т. 60, № 12. С. 23-25.
6. Государственная фармакопея XIV издание. 2018. <http://femb.ru/femb/pharmacopea.php> (дата обращения 22.11.2022).
7. Динамика осмолярности и электролитного состава плазмы крови у больных с травматическим шоком при проведении различных вариантов ин-

- фузионной терапии / А. О. Гирш, М. М. Стуканов, С. В. Черненко [и др.] // Политравма. 2016. № 1. С. 24-32.
8. Дудецкая Н. А. Состав и содержание фенольных соединений в надземной части *Scutellaria galericulata* (Lamiaceae) / Дудецкая Н. А., Теслов Л. С., Сипкина Н. Ю. // Растительные ресурсы. 2011. Т. 47, № 4. С. 95-104.
  9. Изучение антиоксидантного действия сухого экстракта шлемника Байкальского / Потапова А. А., Кобин А. А., Доркина Е. Г. [и др.] // Фармация и фармакология. 2015. №1. С. 87-88.
  10. Изучение влияния экстракта *Astragalus physodes* L. на психоэмоциональное состояние животных в условиях «социального» стресса / Мурталиева В. Х., Цибизова А. А., Сергалиева М. У. [и др.] // Дальневосточный медицинский журнал. 2022. № 3. С. 40-46. <https://doi.org/10.35177/1994-5191-2022-3-7>
  11. Исследование содержания физиологически активных флавонов в культурах *in vitro* шлемника байкальского (*Scutellaria baicalensis* Georgi) / Олина А. В., Соловьева А. И., Соловченко А. Е. [и др.] // Биотехнология. 2017. Т. 33. № 3. С. 29-37. <https://doi.org/10.21519/0234-2758-2017-33-3-29-37>
  12. Келейников С. Б. Влияние мексидола и альфа-токоферола ацетата на показатели липидного, белкового и минерального обмена при экспериментальной гиперлипидемии // Медицинский альманах. 2008. № S. С. 156-157.
  13. Маняхин А. Ю. Биологическая активность сухого экстракта шлемника Байкальского / Маняхин А. Ю., Зорикова С. П., Зорикова О. Г. // Тихоокеанский медицинский журнал. 2010. № 2(40). С. 66-69.
  14. Модулирующие эффекты препаратов шлемника байкальского на реакции эритронов в условиях невротических воздействий / А. М. Дыгай, Н. И. Суслов, Е. Г. Скурихин [и др.] // Экспериментальная и клиническая фармакология. 1998. Т. 61, № 1. С. 37-39.
  15. Оленников Д. Н. Фенольные соединения шлемника байкальского (*Scutellaria Baicalensis* Georgi) / Оленников Д. Н., Чирикова Н. К., Танхаева Л. М. // Химия растительного сырья. 2009. № 4. С. 89-98.
  16. Особенности состояния и возможность коррекции дисбаланса некоторых показателей минерального обмена больных тяжелыми формами чешуйчатого лишая / Е. А. Есипова, Л. В. Силина, В. А. Новикова, А. С. Шевелев // Успехи современного естествознания. 2006. № 5. С. 82-83.
  17. Особенности стресс-индуцированных изменений сердечного ритма, адренореактивности эритроцитов и свободнорадикальных процессов в крови на фоне стимуляции центральных нейромедиаторных систем / Курьянова Е. В., Трясучев А. В., Ступин В. О., Теплый Д. Л. // Сибирский научный медицинский журнал. 2017. Т. 37. № 1. С. 11-20.

18. Показатели минерального обмена у подростков с патологией щитовидной железы в Горном Алтае / Т. П. Маклакова, Т. В. Аппельганс, О. В. Подхомутникова, О. Н. Бойко // Бюллетень Восточно-Сибирского научного центра Сибирского отделения Российской академии медицинских наук. 2005. № 2(40). С. 193-195.
19. Регуляция транспорта натрия в клетках собирательных трубок почки мышей с мутацией *Agouti yellow (Ay)* / Н. С. Логвиненко, Л. Е. Каткова, Е. И. Соленов, Г. С. Батурина // Письма в Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2021. Т. 7, № 3. С. 124-129. <https://doi.org/10.18699/LettersVJ2021-7-18>
20. Роль окислительного стресса в патогенезе социально значимых заболеваний человека и пути его медикаментозной коррекции / Олефир Ю. В., Романов Б. К., Кулес В. Г. [и др.] // Медицинский вестник Северного Кавказа. 2021. Т. 16. № 4. С. 450-455. <https://doi.org/10.14300/mnnc.2021.16109>
21. Смолева Е. О. Измерение социального стресса: анализ методик и опыта исследований // Социально-гуманитарные технологии. 2020. № 3(15). С. 70-79.
22. Содержание биоэлементов в плазме крови и тканях крыс в норме и после избыточного поступления кальция и магния с питьевой водой / С. А. Недовесова, А. В. Аношин, А. П. Козлова, Р. И. Айзман // Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова. 2019. Т. 105, № 8. С. 1021-1030. <https://doi.org/10.1134/S0869813919080090>
23. Состояние минерального обмена и минеральная плотность кости у пациентов с центральным гипогонадизмом как показатели преждевременного старения / И. А. Иловайская, Л. Б. Лазебник, В. Ю. Зекцер [и др.] // Остеопороз и остеопатии. 2015. Т. 18, № 1. С. 10-13.
24. Социальные и когнитивные нарушения у потомства после воздействия ультразвукового стресса на крыс во время беременности / Абрамова О. В., Зубков Е. А., Зоркина Я. А. [и др.] // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. 2019. Т. 168. № 12. С. 687-691.
25. Столповская Е. В. Оценка антиоксидантной активности комплексных соединений дигидрокверцетина с ионами биогенных металлов / Е. В. Столповская, Н. Н. Трофимова, В. А. Бабкин // Химия растительного сырья. 2016. № 4. С. 65-70.
26. Уранова В. В. Исследование содержания важнейших макро- и микроэлементов в растительном сырье *Scutellaria baicalensis* Georgi и *Scutellaria galericulata* L., произрастающих на территории Астраханской области / Уранова В. В., Ломтева Н. А., Близняк О. В. // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 2022. Т. 14, № 5. С. 77-94. <https://doi.org/10.12731/2658-6649-2022-14-5-77-94>

27. Уранова В. В. Определение содержания тритерпеновых сапонинов растительного сырья *Scutellaria baicalensis* Georgi и *Scutellaria galericulata* L. в зависимости от возраста растения / В. В. Уранова, И. Е. Лепехина, Н. А. Ломтева // *Chemical Bulletin*. 2023. Т. 6. № 1. С. 13-20.
28. Хмель А. А. Развитие теоретических взглядов на воздействие социально-го стресса как фактора риска здоровью в начале XXI века // *Инновации и инвестиции*. 2020. № 7. С. 84-88.
29. Glyprolines as modulators of immunoreactivity within conditions of “social” stress / Samotrueva M. A., Yasenyavskaya A. L., Bashkina O. A. [et al.] // *Pharmacy & Pharmacology*. 2019. Vol. 7. No 4. pp. 224-230. <https://doi.org/10.19163/2307-9266-2019-7-4-224-230>

### References

1. Barmenkova A. V., Kaley O. F. *Vestnik Yuzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Obrazovanie, zdavooxranenie, fizicheskaya kul'tura*, 2006, no. 7-1. pp. 156-158
2. Novikova T.V., Zazerskaya I.E., Kuznetsova L.V., Shelepova E.S., Khazova E.L. *Zhurnal akusherstva i zhenskix boleznej*, 2019, vol. 68, no. 5, pp. 45-53. <https://doi.org/10.17816/JOWD68545-53>
3. Yakimovsky A.F., Shantyr I.I., Vlasenko M.A., Yakovleva M.V., Kryzhanovskaya S.Yu. *Biomeditsinskaya ximiya*, 2018, vol. 64, no. 2, pp. 183-187. <https://doi.org/10.18097/PBMC20186402183>.
4. Potapova A. A., Dorkina E. G., Sergeeva E. O., Sadzhaya L. A. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*, 2013, no. 6, p. 667.
5. Gasanova A. G., Matveeva E. L., Spirkina E. S. *Klinicheskaya laboratornaya diagnostika*, 2015, vol. 60, no. 12, pp. 23-25.
6. State Pharmacopoeia XIV edition. 2018. <http://femb.ru/femb/pharmacopea.php>, free (accessed 11/22/2022).
7. Girsh A. O., Stukanov M. M., Chernenko S. V., Korzhuk M. S., Stepanov S. S., Malyuk A. I. *Politravma*, 2016, no. 1, pp. 24-32.
8. Dudetskaya N. A., Teslov L. S., Sipkina N. Yu. *Rastitel'nye resursy*, 2011, vol. 47, no. 4, pp. 95-104.
9. Potapova A. A., Kobin A. A., Dorkina E. G. et al. *Farmatsiya i farmakologiya*, 2015, no. 1, pp. 87-88.
10. Murtalieva V. Kh., Tsibizova A. A., Sergalieva M. U. et al. *Dal'nevostochnyĭ medicinskij zhurnal*, 2022, no. 3, pp. 40-46. <https://doi.org/10.35177/1994-5191-2022-3-7>
11. Olina A. V., Solov'eva A. I., Solovchenko A. E. et al. *Biotekhnologiya*, 2017, vol. 33, no. 3, pp. 29-37. <https://doi.org/10.21519/0234-2758-2017-33-3-29-37>

12. Keleïnikov S. B. *Medicinskij al'manax*, 2008, no. S. pp. 156-157.
13. Manyakhin A. Yu., Zorikova S. P., Zorikova O. G. *Tikhookeanskij meditsinskij zhurnal*, 2010, no. 2(40), pp. 66-69.
14. Dygay A. M., Suslov N. I., Skurikhin E. G. et al. *Eksperimental'naya i klinicheskaya farmakologiya*, 1998, vol. 61, no. 1. pp. 37-39.
15. Olennikov D. N., Chirikova N. K., Tankhaeva L. M. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2009, no. 4. pp. 89-98.
16. Esipova E. A., Silina L. V., Novikova V. A., Shevelev A. S. *Uspekhi sovremenno estestvoznaniya*, 2006, no. 5, pp. 82-83.
17. Kuryanova E. V., Tryasuchev A. V., Stupin V. O., Tepliy D. L. *Sibirskij nauchnyy meditsinskij zhurnal*, 2017, vol. 37, no. 1. pp. 11-20.
18. Maklakova T. P., Appelgans T. V., Podkhomutnikova O. V., Boyko O. N. *Byulleten Vostochno-Sibirskogo nauchnogo centra Sibirskogo otdeleniya Rossijskoj akademii medicinskix nauk*, 2005. no. 2(40), pp. 193-195.
19. Logvinenko N. S., Katkova L. E., Solenov E. I., Baturina G. S. *Pisma v Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii*, 2021, vol. 7, no. 3, pp. 124-129. <https://doi.org/10.18699/LettersVJ2021-7-18>
20. Olefir Yu. V., Romanov B. K., Kukes V. G. et al. *Medicinskij vestnik Severnogo Kavkaza*, 2021, vol. 16, no. 4, pp. 450-455. <https://doi.org/10.14300/mnnc.2021.16109>
21. Smoleva E. O. *Socialno-gumanitarnye texnologii*, 2020, no. 3(15), pp. 70-79.
22. Nedovesova, S. A. Anoshin A. V., Kozlova A. P., Aizman R. I. *Rossijskij fiziologicheskij zhurnal im. I.M. Sechenova*, 2019, vol. 105, no. 8, pp. 1021-1030. <https://doi.org/10.1134/S0869813919080090>
23. Ilovaïskaya I. A., Lazebnik L. B., Zektser V. Yu. et al. *Osteoporoz i osteopatii*, 2015, vol. 18, no. 1. pp. 10-13.
24. Abramova O. V., Zubkov E. A., Zorkina Ya. A. et al. *Byulleten eksperimentalnoj biologii i mediciny*, 2019, vol. 168, no. 12, pp. 687-691.
25. Stolpovskaya E. V., Trofimova N. N., Babkin V. A. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya* 2016, no. 4, pp. 65-70.
26. Uranova V. V., Lomteva N. A., Bliznyak O. V. *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*, 2022, vol. 14, no. 5, pp. 77-94. <https://doi.org/10.12731/2658-6649-2022-14-5-77-94>
27. Uranova V. V., Lepekhina I. E., Lomteva N. A. *Chemical Bulletin*, 2023, vol. 6, no. 1, pp. 13-20.
28. Khmel A. A. *Innovacii i investicii*, 2020, no. 7, pp. 84-88.
29. Samotrueva M. A., Yasenyavskaya A. L., Bashkina O. A. et al. *Pharmacy & Pharmacology*, 2019, vol. 7, no. 4, pp. 224-230. <https://doi.org/10.19163/2307-9266-2019-7-4-224-230>

**ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ**

**Уранова Валерия Валерьевна**, ассистент кафедры химии фармацевтического факультета

*Астраханский государственный медицинский университет  
ул. Бакинская, 121, Астрахань, 414000, Российская федерация  
fibi\_cool@list.ru*

**Ломтева Наталья Аркадьевна**, и. о. заведующего кафедрой физиологии, морфологии, генетики и биомедицины, доктор биологических наук, доцент  
*Астраханский государственный университет им. В.Н. Татищева  
ул. Татищева, 20А, Астрахань, 414056, Российская федерация  
molecula01@yandex.ru*

**Кондратенко Елена Игоревна**, декан биологического факультета, доктор биологических наук, профессор  
*Астраханский государственный университет им. В.Н. Татищева  
ул. Татищева, 20А, Астрахань, 414056, Российская федерация  
condr70@mail.ru*

**Комаров Степан Валерьевич**, студент 6 курса лечебного факультета  
*Астраханский государственный медицинский университет  
ул. Бакинская, 121, Астрахань, 414000, Российская федерация  
komarovs2001@gmail.com*

**DATA ABOUT THE AUTHORS**

**Valeria V. Uranova**, Assistant of the Chemistry Department at the Faculty of Pharmacy

*Astrakhan State Medical University  
121, Bakinskaya Str., Astrakhan, 414000, Russian Federation  
fibi\_cool@list.ru  
SPIN-code: 3601-7336  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2114-1286>*

**Natalya A. Lomteva**, Acting Head of the Department of Physiology, Morphology, Genetics and Biomedicine, Doctor of Biological Sciences, Associate Professor

*Astrakhan State University named after V.N. Tatishchev  
20A, Tatishcheva Str., Astrakhan, 414056, Russian Federation*

*molecula01@yandex.ru*

*SPIN-code: 1629-6211*

*ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8336-7726>*

**Elena I. Kondratenko**, Dean of the Faculty of Biology, Doctor of Biology,  
Professor

*Astrakhan State University named after V.N. Tatishchev*

*20A, Tatishcheva Str., Astrakhan, 414056, Russian Federation*

*condr70@mail.ru*

*SPIN-code: 5968-1222*

*ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8988-5022>*

**Stepan V. Komarov**, 6th year student of the Faculty of Medicine

*Astrakhan State Medical University*

*121, Bakinskaya Str., Astrakhan, 414000, Russian Federation*

*komarovs2001@gmail.com*

Поступила 05.08.2023

После рецензирования 17.10.2023

Принята 31.10.2023

Received 05.08.2023

Revised 17.10.2023

Accepted 31.10.2023