

ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ (БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ)

Естественные науки. 2023. № 2 (11). С. 13–22.

Yestestvennyye nauki = Natural Sciences. 2023; 2 (11): 13–22 (In Russ.)

Научная статья

УДК 612.82:615.214:616-092.9

10.54398/1818507X_2023_2_13

ПРОЦЕССЫ ОБУЧЕНИЯ И ПАМЯТИ ПРИ ДЕЙСТВИИ СОЦИАЛЬНОГО СТРЕССА И ЭКСТРАКТА ШЛЕМНИКА БАЙКАЛЬСКОГО У ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ЖИВОТНЫХ

Уранова Валерия Валерьевна^{1✉}, *Ломтева Наталья Аркадьевна*²,
*Близняк Ольга Владимировна*³

^{1, 3} Астраханский государственный медицинский университет, г. Астрахань,
Россия

² Астраханский государственный университет имени В. Н. Татищева,
г. Астрахань, Россия

fibi_cool@list.ru ✉

Аннотация. Проводилось изучение влияния экстракта *Scutellaria baicalensis Georgi* и социального стресса на процессы обучения и памяти. Изучали влияние экстракта, полученного мацерацией подземной части шлемника байкальского. Исследование процессов обучения и памяти проводили на 60 экспериментальных животных, представленных 8–9-месячными самцами белых крыс, разделённых на пять экспериментальных групп. Социальный стресс создавали в условиях парного сенсорного контакта при развитии межсамцовых конфронтаций. Оценку выработки условного рефлекса пассивного избегания проводили на стандартной установке. Полученные в работе результаты указывают на эффективное протективное действие экстракта шлемника байкальского, проявляющееся в устранении негативных последствий при развитии стресса. При этом социальный стресс приводил к ухудшению запоминания и воспроизведения УРПИ. Наличие у экстракта протективного действия определяет перспективность дальнейшего изучения биофармацевтической активности.

Ключевые слова: растительное сырье, *Scutellaria baicalensis*, *Lamiaceae*, социальный стресс, экстракт

Для цитирования: Уранова В. В., Ломтева Н. А., Близняк О. В. Процессы обучения и памяти при действии социального стресса и экстракта шлемника байкальского у экспериментальных животных // Естественные науки. 2023. № 2 (11). С. 13–22. https://doi.org/10.54398/1818507X_2023_2_13.

PROCESSES OF LEARNING AND MEMORY UNDER SOCIAL STRESS AND EXTRACT OF BAIKAL SKULLCAP IN EXPERIMENTAL ANIMALS

Uranova Valeria V.¹✉, Lomteva Natalya A.², Bliznyak Olga V.³

^{1,3} Astrakhan State Medical University, Astrakhan, Russia

² Tatishchev Astrakhan State University, Astrakhan, Russia

fibi_cool@list.ru✉

Abstract. The study is devoted to the study of the influence of *Scutellaria baicalensis* Georgi extract and social stress on learning and memory processes. We studied the effect of the extract obtained by maceration of the underground part of the Baikal skullcap. The study of learning and memory processes was carried out on 90 experimental animals, represented by 8–9 month old male white rats, divided into five experimental groups. Social stress was created under conditions of paired sensory contact, with the development of intermale confrontations. Evaluation of the development of a conditioned passive avoidance reflex was carried out using a standard setup. The results obtained in the work indicate an effective protective effect of the Baikal skullcap extract, which manifests itself in the elimination of negative consequences during the development of stress. At the same time, social stress led to a deterioration in the memorization and reproduction of CRPI. The presence of a protective effect in the extract determines the prospects for further study of biopharmaceutical activity.

Keywords. Plant material, *Scutellaria baicalensis*, Lamiaceae, social stress, extract

For citation: Uranova V. V., Lomteva N. A., Bliznyak O. V. Processes of learning and memory under social stress and extract of Baikal skullcap in experimental animals. *Yestestvennyye nauki = Natural Sciences*. 2023; 2 (11): 13–22. https://doi.org/10.54398/1818507X_2023_2_13.

Введение. К настоящему моменту учёными определено, что любые физические или психологические раздражители, нарушающие гомеостаз, приводят к стрессовой реакции [14]. Стимулы называются стрессорами, а физиологические и поведенческие изменения в ответ на воздействие стрессоров составляют ответную на них реакцию. Последняя опосредуется сложным взаимодействием нервных, эндокринных и иммунных механизмов, которое включает активацию симпатoadреномедуллярной оси, гипоталамус-гипофиз-надпочечниковую и иммунную системы [16]. Зафиксировано, что реакция на стресс изначально является адаптивной и подготавливает организм к решению проблем, вызванных внутренними или внешними воздействиями окружающей среды (стрессорами) [22]. Но если воздействие стрессора на самом деле является интенсивным или воспринимается как интенсивное, повторяющееся (повторяющийся острый стресс) или продолжительное (хронический стресс), реакция на стресс становится неадаптивной и вредной для здоровья [2]. Определено, что воздействие хронических стрессоров может вызвать дезадаптивные реакции, включая депрессию, тревожность, когнитивные нарушения и болезни сердца.

На сегодняшний день наиболее распространённой формой стресса, с которой сталкиваются люди, связана с социальной средой [10–11]. Установлено, что социальный стресс воспринимается организмом как наиболее патологичный тип в отличие от других типов стресса [28]. Согласно данным, длительное воздействие данного вида стресса приводит к нарушениям иммунной системы организма, процессов ВНД, что, в свою очередь, может приводить к онкологическим заболеваниям [1; 7; 15]. Зафиксировано, что наиболее распространены случаи нарушения когнитивных функций организма, именно поэтому поиск лекарственных средств, приводящих к улучшению кровообращения и метаболизма головного мозга, является первостепенной задачей современной биологической и медицинской науки [5; 15; 18].

Отмечено, что растения являются источниками широкого спектра биологически активных веществ, которые обладают различными терапевтическими свойствами и постоянно исследуются для разработки новых лекарственных средств [19]. На протяжении веков традиционная медицина использовала лекарственные средства на основе растительного сырья для лечения многих заболеваний. В настоящее время большинство лекарственных препаратов производится на основе официального растительного сырья, в состав которых входят множество биологически активных соединений [27]. Данные биологически активные вещества проявляют фармакологическое действие против нескольких агентов, вызывающих заболевания. К настоящему времени в различных морфологических частях растений идентифицированы многочисленные вторичные метаболиты с разнообразной структурой и фармакологическими свойствами. Знания, которых придерживается система традиционной медицины, проложившие путь к постоянному исследованию официального и неофициального сырья, применяют для производства лекарственных средств и товаров аптечного ассортимента. Более 90 % населения мира зависит от системы традиционной медицины, которая направлена на борьбу с различными видами заболеваний. Зафиксировано, что метаболомные исследования всё чаще используются для выявления новых лекарств и их мишеней, интерпретации механизмов их действия и ведения учёта разработанных лекарств и их терапевтических эффектов [25].

Представляет интерес для изучения растение *Scutellaria baicalensis*, относящееся к семейству *Lamiaceae* [12; 17; 20]. Согласно литературным данным, экстракт *Scutellaria baicalensis Georgi* применяют в качестве гипотензивного средства. Многие химические составляющие *Scutellaria baicalensis* были выделены и идентифицированы различными методами с 1973 г. [23; 24]. На сегодняшний день идентифицировано более 40 ингредиентов, в которых флавоноиды и их гликозиды считаются особенно ценными для медицины и фармации [7; 12; 21]. Многими авторами показано, что БАВ шлемника байкальского проявляют противовоспалительное, антиоксидантное, нейропротекторное и гепатопротекторное действия. Показано, что на основе шлемника байкальского возможно приготовление экстрактов, отваров и настоев [3; 9; 26].

Цель работы. Данное исследование направлено на изучение влияния социального стресса и экстракта *Scutellaria baicalensis Georgi* на процессы обучения и памяти.

Материалы и методы. Изготовление лекарственной формы, представляющей собой экстракт, было проведено методом мацерации [6] на основе культивированного растительного сырья (подземная часть) *Scutellaria baicalensis* с последующим устранением спирта на роторном испарителе. В работе исследование проводилось на лабораторных белых беспородных крысах-самцах. Общее количество протестированных животных составило 60 половозрелых особей со средней массой 262 г в возрасте 8–9 месяцев. Самцы находились в виварии, в стандартных условиях.

Экспериментальных животных рандомно распределяли по группам:

- 1 — интактные самцы;
- 2 — стрессированные особи, разделённые на жертв и агрессоров;
- 3 — стрессированные самцы крыс, получавшие одновременно экстракт шлемника байкальского внутривнутрижелудочно в дозе 100 мг/кг/сут. в течение 14 дней.

Все исследования проводились в соответствии с Национальным стандартом РФ ГОСТ Р-53434-2009 «Принципы надлежащей лабораторной практики», Приказом Минздрава РФ от 01.04.2016 № 199н «Об утверждении правил надлежащей лабораторной практики» и Европейской конвенцией Directive 2010/63/EU of 22 September 2010. Поведение тестировали в декабре – январе. Моделирование социального стресса проводили в условиях парного сенсорного контакта с формированием агрессивного и субмиссивного типов поведения животных. Изучение условного рефлекса пассивного избегания осуществляли с помощью стандартного теста в виде камеры, разделённой на тёмный и светлый отсеки, при этом в тёмном отсеке расположена решётка для получения удара электрическим током [4]. Статистическую обработку полученных результатов проводили с помощью программы “Statistica 10”, t-критерия Стьюдента.

Результаты и их обсуждение. Были получены следующие результаты (табл. 1). При выработке условного рефлекса пассивного избегания значимых различий между контрольными и стрессированными самцами крыс не было. Стрессированные животные, получавшие одновременно экстракт шлемника байкальского (и жертвы, и агрессоры), имели значимо более длительный латентный период по сравнению с контрольными и стрессированными самцами крыс.

Через 24 ч после выработки условного рефлекса пассивного избегания происходило значительное увеличение латентного периода захода животных в тёмный отсек камеры для всех изучаемых групп, т. к. животные помнили об ударе током. При этом у стрессированных крыс с субмиссивным типом поведения время латентации было меньше в сравнении с аналогичным показателем в контроле, тогда как у животных агрессивного типа поведения, получавших экстракт шлемника байкальского на фоне стрессирования,

латентный период отличался большим временем относительно контрольных животных.

Воспроизведение теста УРПИ на пятые сутки приводило к снижению времени до захода в тёмный отсек установки во всех изучаемых группах в сравнении с показателями через 24 ч после выработки УРПИ. Время латенции снижалось в большей степени у животных, подвергавшихся социальному стрессу, при этом ухудшение памятного следа было более выражено у самцов крыс с субмиссивным типом поведения.

Таблица 1 — Время до захода самцов крыс в тёмный отсек установки при выработке УРПИ

Группа	Обучение		Время после выработки УРПИ		
			1 сут.	5-е сут.	7-е сут.
Интактные животные, $n = 20$	7,3 ± 0,81		127,7 ± 9,04 ΔΔΔ	103,1 ± 6,01 ■	86,6 ± 5,05 ■
Стрессированные животные, $n = 20$	Агр.	6,4 ± 0,42	112,8 ± 9,09 ΔΔΔ	68,2 ± 5,05 *** ■■■	45,1 ± 3,43 *** ■■
	Жер.	7,9 ± 0,54	86,4 ± 7,18 *** ΔΔΔ	44,5 ± 3,13 *** ■■■	31,5 ± 2,83 *** ■■
Стрессированные животные, получающие экстракт, $n = 20$	Агр.	10,2 ± 0,66 ** □□□	171,6 ± 10,22 ** ΔΔΔ	162,8 ± 11,08 *** □□□	140,6 ± 10,12 *** □□□
	Жер.	14,4 ± 1,06 *** □□□	143,5 ± 8,07 ΔΔΔ	148,7 ± 10,25 *** □□□	136,1 ± 9,42 *** □□□

Примечание: Агр. — агрессоры; Жер. — жертвы; * достоверность различий относительно контрольных животных; □ достоверность различий относительно группы социальный стресс; Δ достоверность различий между группой до обучения и через 24 ч после обучения; ■ достоверность различий между группой 24 ч после обучения и 5, 7 сут. после обучения.

Введение животным экстракта шлемника байкальского на фоне социального стресса нивелировало действие стресса, улучшая запоминание, что выражалось в более длительном времени латентного периода для этой группы животных. На седьмые сутки после выработки УРПИ проявлялась аналогичная тенденция, при этом даже у контрольных животных продолжалось снижение времени латенции в сравнении с животными через 24 ч после выработки УРПИ, тогда как экстракт шлемника байкальского оказывал протективное действие.

Таблица 2 — Количество особей с сохранившимся УРПИ, %

Группы	Время после выработки УРПИ					
	1 сут.		5-е сут.		7-е сут.	
Интактные животные, $n = 20$	47,3		36,7		26,3	
	Агр.	Жер.	Агр.	Жер.	Агр.	Жер.
Стрессированные животные, $n = 20$	36,5	32,0	18,4	11,1	18,3	0,0
Стрессированные животные, получающие экстракт, $n = 20$	91,2	73,1	79,5	71,4	82,0	58,0

Процент самцов крыс, зашедших в тёмный отсек камеры после выработки условного рефлекса, во всех изучаемых группах снижался в разной степени (табл. 2). При этом самое значительное снижение процента самцов крыс с сохранившимся памятным следом характерно для стрессированных особей. У интактных животных происходило постепенное угасание условного рефлекса, которое проявлялось в снижении процента особей, которые помнили об «опасном» отсеке и не заходили в него с 47,3 % на первые сутки до 26,3 % — на седьмые сутки. Стрессирование самцов крыс приводило к нарушению сохранения памятного следа, что выражалось в более значительном снижении особей, помнивших об ударе током в тёмном отсеке. При этом животные-жертвы на седьмые сутки абсолютно утратили условный рефлекс. Экстракт шлемника байкальского проявлял протективное действие, снижая негативное действие стресса на сохранения памятного следа. Так, показано, что животные, получающие экстракт на фоне социального стресса, помнили об аверсивном отсеке установки и не заходили в него, и данный показатель был даже выше, чем у интактных самцов крыс.

Заключение. Полученные результаты указывают на протекторное действие извлечения шлемника байкальского, т. к. биологически активные вещества экстракта устраняют ухудшение запоминания и воспроизведения УРПИ при стрессировании животных. Нивелирующее действие экстракта в большей степени характерно для животных агрессоров. Эти эффекты проявлялись возрастом латентного периода захождения особей в тёмную камеру установки УРПИ, суммарного времени пребывания в светлом отсеке камеры и снижении процента самцов крыс, посетивших «опасный» отсек установки. Наличие у экстракта протективного действия определяет перспективность дальнейшего изучения биофармацевтической активности.

Список литературы

1. Абрамова, О. В. Социальные и когнитивные нарушения у потомства после воздействия ультразвукового стресса на крыс во время беременности / О. В. Абрамова, Е. А. Зубков, Я. А. Зоркина [и др.] // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. — 2019. — Т. 168, № 12. — С. 687–691.
2. Августинович, Д. Ф. Этологическое исследование эффектов флуоглизина в условиях хронического социального стресса у мышей / Д. Ф. Августинович, И. Л. Коваленко, И. В. Сорокина [и др.] // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. — 2004. — Т. 137, № 1. — С. 99–103.
3. Асякина, Л. К. Оптимизация параметров экстракции корневых культур *in vitro* шлемника байкальского, шлемника обыкновенного и лапчатки белой / Л. К. Асякина, А. М. Федорова, Л. С. Дышлюк // Пищевая промышленность. — 2021. — № 10. — С. 82–85. — doi 10.52653/PPI.2021.10.10.001.
4. Бабаевская, Д. И. Кортикостерон крови и гиппокампальный норадреналин при различной стратегии результативного поведения: оценка поведения в тесте УРПИ с позиций теории функциональных систем / Д. И. Бабаевская, С. А. Калинин, Н. Ю. Чекмарева, А. Е. Умрюхин // Бюллетень медицинской науки. — 2018. — № 1 (9). — С. 26–33.

5. Гаврилов В. В. Хронические социальные стрессы изоляции и скученности у крыс по-разному влияют на научение инструментальному поведению и состояние гипоталамо-гипофизарно-адренкортикальной системы / В. В. Гаврилов, М. В. Онуфриев, Ю. В. Моисеева, Ю. И. Александров, Н. В. Гуляева // Журнал высшей нервной деятельности имени И. П. Павлова. — 2021. — Т. 71, № 5. — С. 710–719.
6. Государственная фармакопея. — 14 изд-е. — 2018. — URL: <http://femb.ru/femb/pharmacopea.php>, свободный (дата обращения: 22.11.2022).
7. Дудецкая, Н. А. Состав и содержание фенольных соединений в надземной части *Scutellaria galericulata* (Lamiaceae) / Н. А. Дудецкая, Л. С. Теслов, Н. Ю. Сипкина // Растительные ресурсы. — 2011. — Т. 47, № 4. — С. 95–104.
8. Иванов, Д. Г. Влияние социальной изоляции на стрессоустойчивость и резорбцию костной ткани крыс при термическом стрессе / Д. Г. Иванов, Н. В. Александровская // Биомедицина. — 2018. — № 1. — С. 71–83.
9. Маняхин, А. Ю. Биологическая активность сухого экстракта шлемника байкальского / А. Ю. Маняхин, С. П. Зорикова, О. Г. Зорикова // Тихоокеанский медицинский журнал. — 2010. — № 2 (40). — С. 66–69.
10. Моисеева, Ю. В. Повышение уровня тревожности у крыс, вызванное социальным стрессом перенаселения, не сопровождается изменениями нитрергической системы в мозге / Ю. В. Моисеева, Н. М. Хоничева, М. Г. Айрапетянц [и др.] // Нейрохимия. — 2009. — Т. 26, № 1. — С. 64–71.
11. Мурталиева, В. Х. Изучение влияния экстракта *Astragalus physodes* L. на психоэмоциональное состояние животных в условиях «социального» стресса / В. Х. Мурталиева, А. А. Цибизова, М. У. Сергалиева [и др.] // Дальневосточный медицинский журнал. — 2022. — № 3. — С. 40–46. — doi 10.35177/1994-5191-2022-3-7.
12. Оленников, Д. Н. Фенольные соединения шлемника байкальского (*Scutellaria baicalensis* Georgi) / Д. Н. Оленников, Н. К. Чирикова, Л. М. Танхаева // Химия растительного сырья. — 2009. — № 4. — С. 89–98.
13. Оленников, Д. Н. Химический состав шлемника байкальского (*Scutellaria baicalensis* Georgi) / Д. Н. Оленников, Н. К. Чирикова, Л. М. Танхаева // Химия растительного сырья. — 2010. — № 2. — С. 77–84.
14. Олефир, Ю. В. Роль окислительного стресса в патогенезе социально значимых заболеваний человека и пути его медикаментозной коррекции / Ю. В. Олефир, Б. К. Романов, В. Г. Кукес [и др.] // Медицинский вестник Северного Кавказа. — 2021. — Т. 16, № 4. — С. 450–455. — doi 10.14300/mnnc.2021.16109.
15. Павлова, И. В. Влияние обогащённой среды и социальной изоляции на условнорефлекторный страх у крыс, перенёвших ранний провоспалительный стресс / И. В. Павлова, Н. Д. Брошевицкая // Журнал эволюционной биохимии и физиологии. — 2021. — Т. 57, № 4. — С. 331–343. — doi 10.31857/S0044452921040057.
16. Пивина, С. Г. Чувствительность к социальному стрессу у самок крыс с изменённой стрессорной реактивностью гипоталамо-адренкортикальной системы / С. Г. Пивина, Т. С. Шамолина, В. К. Акулова, Н. Э. Ордян // Российский физиологический журнал имени И. М. Сеченова. — 2007. — Т. 93, № 11. — С. 1319–1325.
17. Потапова, А. А. Влияние сухого экстракта из корней шлемника байкальского (*Scutellaria baicalensis* Georgi) на развитие окислительного стресса, вызванного циклофосфаном / А. А. Потапова, Е. Г. Доркина, Е. О. Сергеева, Л. А. Саджая // Современные проблемы науки и образования. — 2013. — № 6. — С. 667.
18. Смолева, Е. О. Измерение социального стресса: анализ методик и опыта исследований / Е. О. Смолева // Социально-гуманитарные технологии. — 2020. — № 3 (15). — С. 70–79.
19. Смолева, Е. О. Социальный стресс и стратегии его преодоления: анализ концепций и моделей / Е. О. Смолева // Социальное пространство. — 2020. — Т. 6, № 3. — С. 3. — doi 10.15838/sa.2020.3.25.3.

20. Уранова, В. В. Антиоксидантная активность компонентов растительного сырья шлемника байкальского (*Scutellaria baicalensis*) / В. В. Уранова, Н. А. Ломтева // Свободные радикалы, антиоксиданты и старение. — Астрахань : Астраханский университет, 2021. — С. 105–108. — doi 10.21672/978-5-9926-1337-7-105-108.

21. Уранова, В. В. Обзор антиоксидантной активности флавоноидов растительного сырья рода шлемник (*Scutellaria*) / В. В. Уранова, Н. А. Ломтева, О. В. Близняк // Естественные науки. — 2021. — № 4 (5). — С. 27–35.

22. Хмель, А. А. Развитие теоретических взглядов на воздействие социального стресса как фактора риска здоровью в начале XXI века / А. А. Хмель // Инновации и инвестиции. — 2020. — № 7. — С. 84–88.

23. Чирикова, Н. К. Фармакогностическое исследование надземной части шлемника байкальского (*Scutellaria baicalensis* Georgi) / Н. К. Чирикова, Д. Н. Оленников, Л. М. Танхаева // Химия растительного сырья. — 2009. — № 1. — С. 73–78.

24. Arjmandi, B. H. A combination of *Scutellaria baicalensis* and *Acacia catechu* extracts for short-term symptomatic relief of joint discomfort associated with osteoarthritis of the knee / B. H. Arjmandi, L. T. Ormsbee, M. L. Elam et al. // Journal of medicinal food. — 2014. — Vol. 17. — P. 707–713.

25. Chekman, I. Nootropics in complex therapy of chronic cerebral ischemia / I. Chekman, I. Belenichev, A. Demchenko, V. Bobrova, L. Kucherenko, N. Gorchakova, N. Bukhtiyarova // Sci. Innov. — 2014. — № 10. — P. 56–68.

26. Gao, Z. H. Free radical scavenging and antioxidant activities of flavonoids extracted from the radix of *Scutellaria baicalensis* Georgi / Z. H. Gao, K. X. Huang, X. L. Yang et al. // BBA-Gen Subjects. — 1999. — Vol. 1472 (3). — P. 643–650.

27. Kim, D. H. Cytoprotective mechanism of baicalin against endothelial cell damage by peroxynitrite / D. H. Kim, K. H. Cho, S. K. Moon, et al. // Journal Pharm Pharmacol. — 2005. — Vol. 57. — P. 1581–1590.

28. Yasenyavskaya, A. L. Influence of semax on the level of pro- and anti-inflammatory cytokines in conditions of "social" stress / A. L. Yasenyavskaya, M. A. Samotrueva, A. A. Tsibizova, O. A. Bashkina, L. A. Andreeva, N. F. Myasoedov // Current Drug Therapy. — 2023. — Vol. 18, № 1. — P. 28–32.

References

1. Abramova, O. V., Zubkov, E. A., Zorkina, Ya. A. et al. Sotsialnye i kognitivnye narusheniya u potomstva posle vozdeystviya ultrazvukovogo stressa na krys vo vremya beremennosti. *Byulleten eksperimentalnoy biologii i meditsiny = Bulletin of experimental biology and medicine*. 2019; 168 (12): 687–691.

2. Avgustinovich, D. F., Kovalenko, I. L., Sorokina, I. V. et al. Etologicheskoe issledovanie effektivov fluoglizina v usloviyakh khronicheskogo sotsialnogo stressa u myshey. *Byulleten eksperimentalnoy biologii i meditsiny = Bulletin of experimental biology and medicine*. 2004; 137 (1): 99–103.

3. Asyakina, L. K., Fedorova, A. M., Dyshlyuk, L. S. Optimizatsiya parametrov ekstraktsii kornevykh kultur in vitro shlemnika baykalskogo, shlemnika obyknovennogo i lapchatki beloy. *Pishchevaya promyshlennost = Food industry*. 2021; 10: 82–85. doi 10.52653/PPI.2021.10.10.001.

4. Babaevskaya, D. I., Kalinin, S. A., Chekmareva, N. Yu., Umryukhin, A. E. Kortikosteron krovi i gippokampalnyy noradrenalin pri razlichnoy strategii rezul'tativnogo povedeniya: otsenka povedeniya v teste urpi s pozitsiy teorii funktsionalnykh sistem. *Byulleten meditsinskoy nauki = Bulletin medical science*. 2018; 1 (9): 26–33.

5. Gavrilov, V. V., Onufriev, M. V., Moiseeva, Yu. V., Aleksandrov, Yu. I., Gulyaeva, N. V. Khronicheskie sotsialnye stressy izolyatsii i skuchennosti u krys po-raznomu vliyayut na nauchenie instrumentalnomu povedeniyu i sostoyanie gipotalamo-gipofizarno-

adrenokortikalnoy sistemy. *Zhurnal vysshey nervnoy deyatel'nosti imeni I. P. Pavlova = Journal of Higher Nervous Activity named by I. P. Pavlov*. 2021; 71 (5); 710–719.

6. *Gosudarstvennaya farmakopeya* [State Pharmacopoeia]. 14 ed. 2018. URL: <http://femb.ru/femb/pharmacopea.php> (accessed: 13.10.2022).

7. Dudetskaya, N. A., Teslov, L. S., Sipkina, N. Yu. Sostav i sodержanie fenolnykh soedineniy v nadzemnoy chasti *Scutellaria galericulata* (Lamiaceae). *Rastitelnye resursy = Plant Resources*. 2011; 47 (4): 95–104.

8. Ivanov, D. G., Alexandrovskaya, N. V. Vliyanie sotsialnoy izolyatsii na stressoustoychivost i rezorbttsiyu kostnoy tkani krysa pri termicheskom stresse. *Biomeditsina = Biomedicine*. 2018; 1: 71–83.

9. Manyakhin, A. Yu., Zorikova, S. P., Zorikova, O. G. Biologicheskaya aktivnost sukhogo ekstrakta shlemnika baykalskogo. *Tikhookeanskiy meditsinskiy zhurnal = Pacific Medical Journal*. 2010; 2 (40): 66–69.

10. Moiseeva, Yu. V., Khonicheva, N. M., Airapetyants, M. G. et al. Povyshenie urovnya trevozhnosti u krysa, vyzvannoe sotsialnym stressom perenaseleniya, ne soprovozhdaetsya izmeneniyami nitregicheskoy sistemy v mozge. *Neyrokhiimiya = Neurochemistry*. 2009; 26 (1): 64–71.

11. Murtaliev, V. Kh., Tsibizova, A. A., Sergaliev, M. U. et al. Izuchenie vliyaniya ekstrakta *Astragalus physodes* L. na psikhooemotsionalnoe sostoyanie zhivotnykh v usloviyakh "sotsialnogo" stressa. *Dalnevostochnyy meditsinskiy zhurnal = Far Eastern Medical Journal*. 2022; 3: 40–46. doi 10.35177/1994-5191-2022-3-7.

12. Olennikov, D. N., Chirikova, N. K., Tankhaeva, L. M. Fenolnye soedineniya shlemnika baykalskogo (*Scutellaria baicalensis* Georgi). *Khimiya rastitelnogo syrya = Chemistry of Plant Materials*. 2009; 4: 89–98.

13. Olennikov, D. N., Chirikova, N. K., Tanxaeva, L. M. Khimicheskyy sostav shlemnika baykalskogo (*Scutellaria baicalensis* Georgi) [Chemical composition of the *Scutellaria baicalensis* Georgi]. *Khimiya rastitelnogo syrya = Chemistry of Plant Materials*. 2010; 2: 77–84.

14. Olefir, Yu. V., Romanov, B. K., Kukes, V. G. et al. Rol okislitel'nogo stressa v patogeneze sotsialno znachimykh zabolevaniy cheloveka i puti ego medikamentoznoy korrektsii. *Meditsinskiy vestnik Severnogo Kavkaza = Medical Bulletin of the North Caucasus*. 2021; 16 (4): 450–455. doi 10.14300/mnnc.2021.16109.

15. Pavlova, I. V., Broshevitskaya, N. D. Vliyanie obogashchennoy sredy i sotsialnoy izolyatsii na uslovnoreflektorny strakh u krysa, perenesshikh ranniy provospalitel'nyy stress. *Zhurnal evolyucionnoy biokhimii i fiziologii = Journal of evolutionary biochemistry and physiology*. 2021; 57 (4): 331–343. doi 10.31857/S0044452921040057.

16. Pivina, S. G., Shamolina, T. S., Akulova, V. K., Ordyan, N. E. Chuvstvitelnost k sotsialnomu stressu u samok krysa s izmenennoy stressorno reaktivnostyu gipofizarno-adrenokortikalnoy sistemy. *Rossiyskiy fiziologicheskyy zhurnal imeni I. M. Sechenova = Russian Physiological Journal named by I. M. Sechenov*. 2007; 93 (11); 1319–1325.

17. Potapova, A. A., Dorkina, E. G., Sergeeva, E. O., Sadzhaya, L. A. Vliyanie sukhogo ekstrakta iz korney shlemnika baykalskogo (*Scutellaria baicalensis* Georgi) na razvitie okislitel'nogo stressa, vyzvannogo tsiklofosfanom. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya = Modern problems of science and education*. 2013; 6: 667.

18. Smoleva, E. O. Izmerenie sotsialnogo stressa: analiz metodik i opyta issledovaniy. *Sotsialno-gumanitarnyye tekhnologii = Social and humanitarian technologies*. 2020; 3 (15): 70–79.

19. Smoleva, E. O. Sotsialnyy stress i strategii ego preodoleniya: analiz kontseptsiy i modeley. *Sotsialnoe prostranstvo = Social space*. 2020; 6 (3): 3. doi 10.15838/sa.2020.3.25.3.

20. Uranova, V. V., Lomteva, N. A. Antioksidantnaya aktivnost komponentov rastitelnogo syrya shlemnika baykalskogo (*Scutellaria baicalensis*). *Svobodnyye radikaly, antioksidanty i starenie = Free radicals, antioxidants and aging*. Astrakhan: Astrakhanskiy universitet; 2021: 105–108.

21. Uranova, V. V., Lomteva, N. A., Bliznyak, O. V. Obzor antioksidantnoy aktivnosti flavonoidov rastitelnogo syrya roda shlemnik (*Scutellaria*) [Review of the antioxidant activity of flavonoids of vegetable raw materials of the genus *Scutellaria*]. *Yestestvennye nauki = Natural Sciences*. 2021; 4 (5): 27–35.

22. Khmel, A. A. Razvitie teoreticheskikh vzglyadov na vozdeystvie sotsialnogo stressa kak faktora riska zdorovyu v nachale XXI veka [Development of theoretical views on the impact of social stress as a health risk factor at the beginning of the 21st century]. *Innovatsii i investitsii = Innovations and investments*. 2020; 7: 84–88.

23. Chirikova, N. K., Olennikov, D. N., Tankhaeva, L. M. Farmakognosticheskoe issledovanie nadzemnoy chasti shlemnika baykalskogo (*Scutellaria baicalensis* Georgi) [Pharmacognostic study of the aerial part of the *Scutellaria baicalensis* Georgi]. *Khimiya rastitelnogo syrya = Chemistry of Plant Materials*. 2009; 1: 73–78.

24. Arjmandi, B. H., Ormsbee L. T., Elam M. L. et al. A combination of *Scutellaria baicalensis* and *Acacia catechu* extracts for short-term symptomatic relief of joint discomfort associated with osteoarthritis of the knee. *Journal of medicinal food*. 2014; 17: 707–713.

25. Chekman, I., Belenichev, I., Demchenko, A., Bobrova, V., Kucherenko, L., Gorchakova, N., Bukhtiyarova, N. Nootropics in complex therapy of chronic cerebral ischemia. *Sci. Innov.* 2014; 10: 56–68.

26. Gao, Z. H., Huang K. X., Yang X. L. et al. Free radical scavenging and antioxidant activities of flavonoids extracted from the radix of *Scutellaria baicalensis* Georgi. *BBA-Gen Subjects*. 1999; 1472 (3): 643–650.

27. Kim, D. H., Cho K. H., Moon S. K. et al. Cytoprotective mechanism of baicalin against endothelial cell damage by peroxynitrite. *Journal Pharm Pharmacol*. 2005; 57: 1581–1590.

28. Yasenyavskaya, A. L., Samotrueva, M. A., Tsibizova, A. A., Bashkina, O. A., Andreeva L. A., Myasoedov, N. F. Influence of semax on the level of pro- and anti-inflammatory cytokines in conditions of "social" stress. *Current Drug Therapy*. 2023; 18 (1): 28–32.

Информация об авторах

Уранова В. В. — ассистент;

Ломтева Н. А. — доктор биологических наук, профессор;

Близняк О. В. — студент.

Information about the authors

Uranova V. V. — assistant;

Lomteva N. A. — Doctor of Biological Sciences, Professor;

Bliznyak O. V. — student

Вклад авторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад в публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors

All authors have made equivalent contributions to publications.

The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 07.06.2023; одобрена после рецензирования 14.06.2023; принята к публикации 21.06.2023.

The article was submitted 07.06.2023; approved after reviewing 14.06.2023; accepted for publication 21.06.2023.