

Гуляев С.М., Туртуева Т.А., Николаева Г.Г., Николаева И.Г.

**ВЛИЯНИЕ РАСТИТЕЛЬНОГО СРЕДСТВА  
«БРЕЙН-ПРОФИТ» НА ПРОСТРАНСТВЕННУЮ ПАМЯТЬ У КРЫС ПРИ ИШЕМИИ  
ГОЛОВНОГО МОЗГА**

*ФГБУН, Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, 670047, г. Улан-Удэ,  
ул. Сахьяновой, 6*

**Реферат.**

**Цель исследования:** определение влияния растительного экстракта «Брейн-профит» на пространственную память у крыс на модели церебральной ишемии.

**Материалы и методы.**

Опыты проводили на половозрелых крысах-самцах линии Wistar. Первую группу составили ложнооперированные крысы, 2 – крысы с церебральной ишемией, 3 и 4 группы – крысы с церебральной ишемией, получавшие соответственно «Брейн профит» (100 мг/кг) и стандартизированный экстракт гинкго билоба (50 мг/кг) (EGb). Влияние экстракта на пространственную память у крыс оценивали с помощью метода «8-лучевой лабиринт». Патоморфологические исследования микропрепаратов мозга крыс изучали с помощью световой микроскопии. Содержание нейротрофического фактора мозга – *bdnf* – определяли иммуноферментным методом анализа. Антиоксидантный статус в мозговой ткани изучали по активности антиоксидантных ферментов – супероксиддисмутазы (СОД), каталазы и содержанию продуктов липопероксидации – малонового диальдегида (МДА).

**Результаты.**

Введение экстракта крысам с ишемией мозга оказывало ноотропный эффект: количество ошибок референтной и рабочей памяти было в 2,9 и 6,5 раз соответственно меньше по сравнению с контролем. При морфологическом исследовании мозга крыс, получавших экстракт, степень повреждения гиппокампа была менее выражена по сравнению с контролем. Введение крысам экстракта «Брейн-профит» и Egb увеличивало содержание *bdnf* в гиппокампе на 48% и 28% соответственно, по сравнению с контролем. Активности СОД и каталазы были на 82% и 36% выше, а содержание МДА было меньше на 30% и 32% соответственно, в сравнении с контролем.

**Заключение.**

«Брейн-профит» оказывает позитивное влияние на пространственную память у крыс при церебральной ишемии, повышает содержание *bdnf* в гиппокампе, усиливает антиоксидантный потенциал и предупреждает повреждение нейронов от ишемического воздействия. Ноотропный эффект экстракта «Брейн-профит» обусловлен нейротрофическим, нейропротективным и антиоксидантным действиями благодаря содержанию биологически активных веществ.

**Ключевые слова:** церебральная ишемия, *Phlojodicarpus sibiricus*, *Astragalus membranaceus*, *Scutellaria baicalensis*, нейропротекция, *bdnf*

Gulyaev S.M., Turtueva T.A., Nikolaeva G.G., Nikolaeva I.G.

**EFFECT OF PLANT REMEDY «BRAIN-PROPHYT» ON SPATIAL MEMORY IN RATS WITH  
BRAIN ISCHEMIA**

*Institute of General and Experimental Biology of the Siberian Branch of the Russian Academy of  
Sciences, Sakhyanova St, 6 Ulan-Ude, Russia, 670047*

**Abstract**

**The aim of the research.** Determination of the effect of the plant extract «Brain-Profit» on spatial memory in rats using the cerebral ischemia model.

**Materials and methods.**

The experiments were conducted on male Wistar rats. The first group consisted of sham-operated rats, the second group consisted of rats with cerebral ischemia, and the third and fourth groups consisted of rats with cerebral ischemia that received «Brain-profit» (100 mg/kg) and standardized Ginkgo biloba extract (50 mg/kg) (EGb), respectively.

The effect of the extract on spatial memory in rats was evaluated using the 8-arm maze method.

Pathomorphological studies of rat brain samples were performed using light microscopy.

The brain content of bdnf was determined using the ELISA method. The antioxidant status was studied in brain tissue by the activity of antioxidant enzymes – superoxidismutase (SOD), catalase, and the content of lipoperoxidation products – malodialdehyde (MDA).

**Results.**

The administration of the extract to rats with brain ischemia had a nootropic effect: the number of errors in reference and working memory was 2,9 and 6,5 times lower, respectively, compared to the control. In the morphological study, the degree of hippocampal damage was less in the experienced rats compared to the control.

Administration of «Brain-profit» and Egb to rats increased the content of bdnf in the hippocampus by 48% and 28%, respectively, compared to the control.

The SOD and catalase activities were 82% and 36% higher, respectively, and MDA content was 30% and 32% lower, respectively, compared to the control.

**Conclusion.**

The «Brain-profit» has a positive effect on spatial memory in rats with cerebral ischemia. The extract increases the content of bdnf in the hippocampus, enhances the antioxidant potential, and prevents neuronal damage. The nootropic effect of the extract is due to the neurotrophic, neuroprotective, and antioxidant actions of the biologically active substances.

**Keywords:** cerebral ischemia, *Phlojodicarpus sibiricus*, *Astragalus membranaceus*, *Scutellaria baicalensis*, neuroprotection, bdnf

**Актуальность.**

Когнитивные нарушения у больных с атеросклеротическим стенозом магистральных артерий шеи и головы являются ранними признаками развития нейродегенеративных процессов [1]. Расстройства когнитивных функций тесно ассоциируются с уменьшением продукции в мозге нейротрофического фактора – bdnf, играющего важную роль в нейропластичности [2]. Показано, что bdnf принимает участие в обучении и памяти, а также способствует защите и выживаемости нейронов при различных повреждениях [3]. К примеру, внутримозговое введение крысам экзогенного bdnf уменьшало размеры инфаркта при окклюзии средней мозговой артерии [4]. Поскольку нейротрофические факторы не способны проникать через гематоэнцефалический барьер, их применение в клинической практике ограничено. В этой связи актуальным представляется поиск биоорганических соединений, способных стимулировать в мозге продукцию нервными клетками bdnf. Перспективным является применение растительных средств, обладающих разными фармакологическими свойствами [5, 6], а также нейротрофическим потенциалом [7].

**Цель исследования:** определение влияния растительного средства «Брейн-профит» на пространственную память у крыс на модели ишемии головного мозга.

**Материалы и методы.**

Экстракт сухой получен из корней вздутоплодника сибирского, астрагала перепончатого и шлемника байкальского, разработан в Институте общей и экспериментальной биологии СО РАН как противоишемическое и антиоксидантное средство с условным названием «Брейн-профит» [8].

Опыты проводили на 48 крысах-самцах линии Wistar массой 220–240 г в соответствии с «Правилами надлежащей лабораторной практики» (утв. приказом Министерства здравоохранения РФ от 1 апреля 2016 г. № 199 н).

Модель церебральной ишемии вызывали методом перевязки левой общей сонной артерии в

стерильных условиях под наркозом (эфир) [9]. Крыс разделили на группы ( $n = 12$ ). Первую группу составили крысы с ложной операцией (ЛО), 2 – крысы с церебральной ишемией (Контроль), крысы 3 группы получали «Брейн профит» (100 мг/кг) и 4 – экстракт гинкго билоба (Эвалар, Россия, 50 мг/кг) (EGb). Экстракты вводили крысам интрагастрально в течение 7 дней, один раз в сутки до операции и, после операции по той же схеме в течение всего эксперимента до его окончания.

Когнитивные функции у крыс оценивали в тесте «8-лучевой лабиринт» [10, 11].

Морфологические исследования головного мозга проводили с использованием стандартных гистологических техник [12]. Микропрепараты, окрашенные по методу Ниссля, изучали на световом микроскопе (Motic). Содержание bdnf в головном мозге определяли иммуноферментным методом (Elisa kit for bdnf, Cloud-Clone Corp.) на ИФА-анализатора (StatFax 2100, USA).

Антиоксидантный статус головного мозга оценивали в гомогенатах ткани по накоплению малонового диальдегида (МДА) и активности антиоксидантных ферментов: супероксиддисмутазы (СОД) и каталазы [13].

Полученные данные обработаны статистически с помощью программы Statistica 8. Нормальность распределения оценивали с помощью критерия Шапиро–Уилка. Анализ между группами проводился с помощью однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA), t-критерия Стьюдента с последующим применением критерия множественных сравнений Бонферрони. Все данные представлены в виде  $M \pm m$  ( $p < 0,05$ ).

### Результаты исследований и их обсуждение.

Тестирование контрольных крыс в 8-лучевом лабиринте показало увеличение числа ошибок референтной памяти и ошибок рабочей памяти соответственно в 2,3 и 4,3 раз по сравнению с показателями ложнооперированных животных. При курсовом введении крысам испытуемого экстракта отмечали уменьшение количества ошибок референтной и рабочей памяти в 2,9 и 6,5 раз соответственно по сравнению с контролем (рис. 1). Показатели крыс опытной группы были сопоставимы с таковыми показателями крыс, получавших препарат сравнения – экстракт гинкго билоба (EGb).

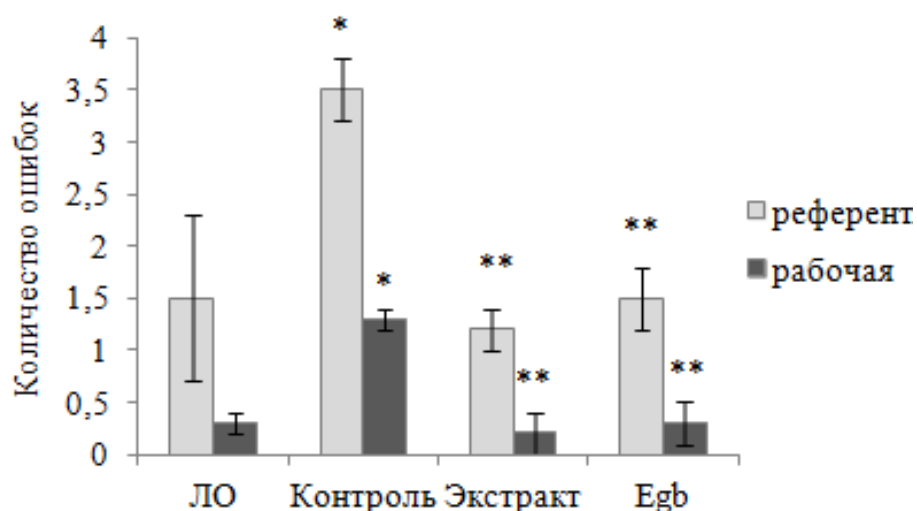


Рис. 1. Влияние экстракта Брейн-профит (100 мг/кг) на референтную и рабочую пространственную память у крыс в 8-лучевом лабиринте при унилатеральной окклюзии общей сонной артерии. Egb – препарат сравнения (50 мг/кг)

Примечание: здесь и далее: \* – отличия в сравнении с ложнооперированными крысами; \*\* – отличия в сравнении с контролем ( $p < 0,05$ ).

При морфологическом исследовании гиппокампа ложнооперированных крыс отмечали его нормальную структуру: упорядоченное клеточное строение; пирамидные нейроны были округлой формы, с круглыми ядрами; в цитоплазме не обнаруживали патологических образований (рис. 2 А).

При морфологическом исследовании микропрепаратов мозга крыс контрольной группы, в дорсальном гиппокампе слева отмечали нарушение нормальной структуры пирамидного слоя, наблюдали гиперхромные сморщенные нейроны, нейроны с необратимой дистрофией (рис. 2 В). В гиппокампе крыс, получавших экстракт (100 мг/кг), необратимых дистрофических явлений в клетках отмечали значительно меньше по сравнению с контролем. Наблюдали обратимые дистрофические изменения нейронов в виде набухания и гипохромии цитоплазмы (рис. 2 С). Морфологическая картина гиппокампа крыс, получавших препарат сравнения *Egb*, мало отличалась от описанной выше картины гиппокампа крыс, получавших «Брейн профит» (рис. 2 D).

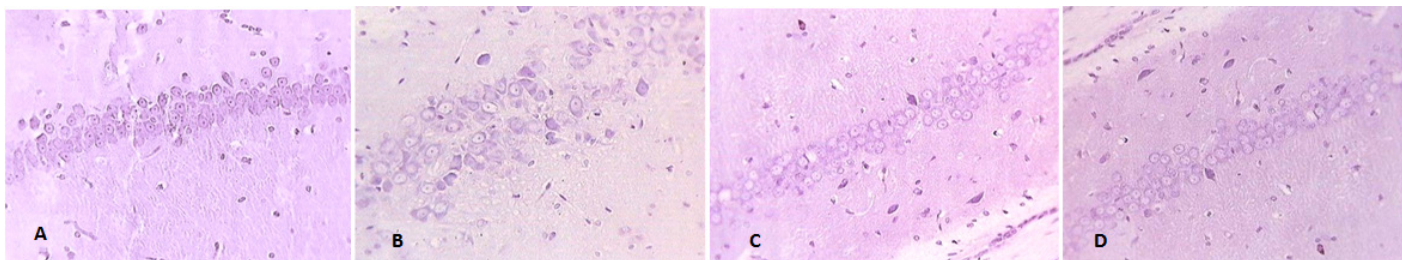


Рис. 2. Репрезентативные микрофотографии гиппокампа крыс с ишемией головного мозга, 7 сутки. А – ЛО; В – контроль; С – экстракт «Брейн-профит», 100 мг/кг; D – Egb, 50 мг/кг. Окраска по методу Ниссля, увеличение  $\times 400$

Унилатеральная окклюзия общей сонной артерии у крыс вызывала снижение уровня *bdnf* в дорсальном гиппокампе на 54%. Введение экстракта «Брейн-профит» и *Egb* увеличивало содержание *bdnf* в гиппокампе на 48% и 28% соответственно по сравнению с контролем (рис. 3).

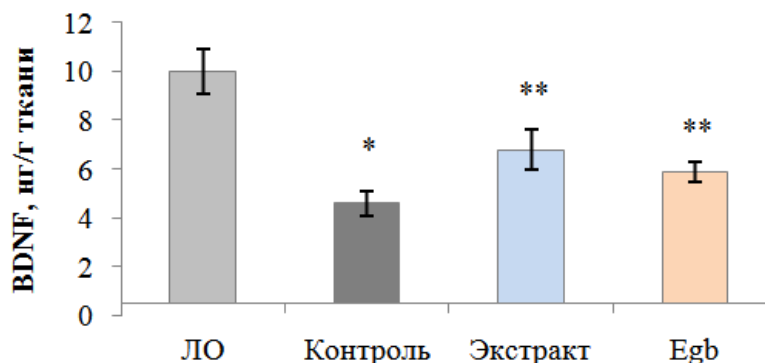


Рис. 3. Влияние экстракта Брейн-профит (100 мг/кг) на уровень BDNF в дорсальном гиппокампе у крыс при унилатеральной окклюзии общей сонной артерии

Введение крысам «Брейн-профит» повышало активность антиоксидантных ферментов в ткани головного мозга: активности СОД и каталазы были выше на 82% и 36%, а содержание МДА уменьшилось на 30% и 23% соответственно по сравнению с контролем (рис. 4).

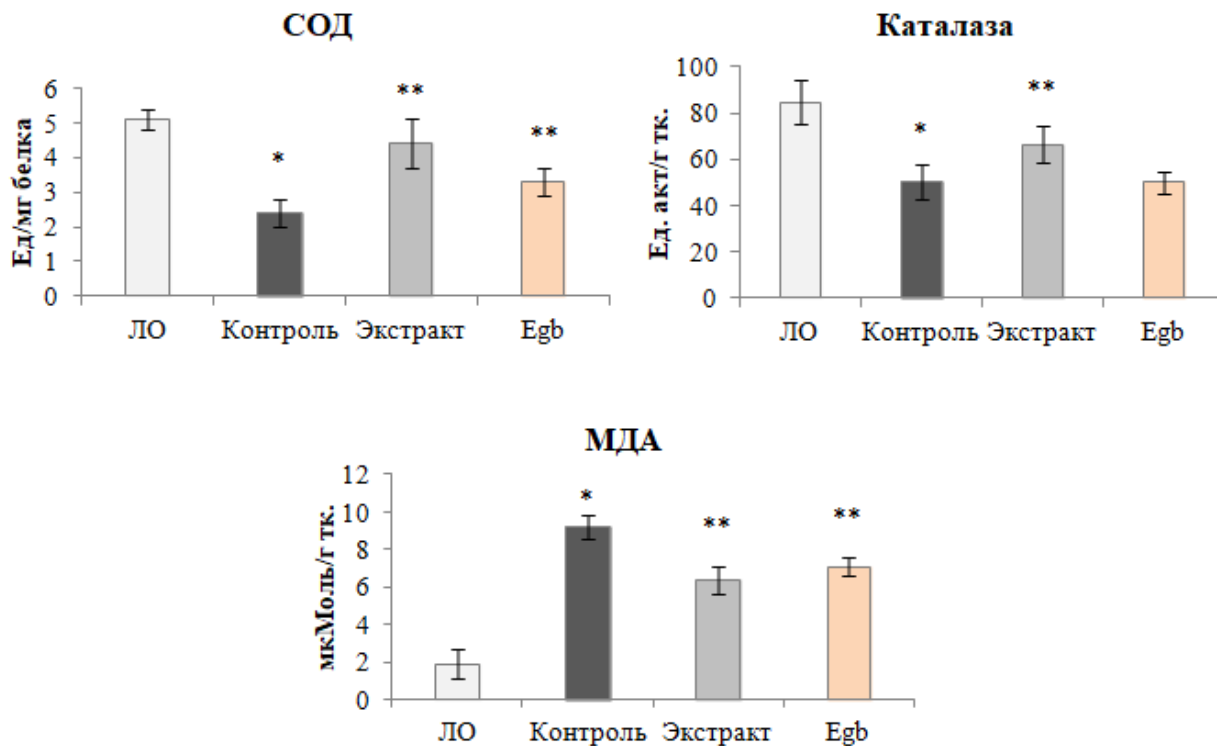


Рис. 4. Влияние экстракта «Брейн-профит» на активность антиоксидантной системы и содержание МДА в ткани головного мозга при унилатеральной окклюзии сонной артерии

В результате опытов установлено, что «Брейн-профит» оказывал позитивное влияние на пространственную память у крыс при ишемии головного мозга. Ноотропный эффект его обусловлен увеличением содержания в гиппокампе *bdnf*, а также нейропротективным и антиоксидантным действиями. Известно, что гиппокамп является структурой, ответственной за пространственную память, и нейроны, его составляющие, наиболее чувствительны к воздействию различных повреждающих факторов. Нейропротективное влияние испытуемого экстракта и Egb было подтверждено морфологическими исследованиями: сохранялась в норме структура гиппокампа, при этом поврежденных нейронов было значительно меньше в сравнении с контролем. Ноотропный эффект экстракта обусловлен влиянием фенольных веществ, способных оказывать сочетанное вазорелаксирующее, нейропротективное и нейротрофическое действия при ишемическом воздействии. Так, кумарины вздутоплодника сибирского обладают сосудорасширяющим и эндотелийпротективным действиями [14, 15]. Астрагалозиды из корней астрагала перепончатого проявляют нейропротективное и нейротрофическое свойства [16, 17]. Байкалин шлемника байкальского характеризуется антигипоксическим действием при гипоксии и ишемических состояниях головного мозга [18, 19], а также симулирующим влиянием на продукцию в мозге *bdnf* [20].

#### **Заключение.**

Растительное средство «Брейн-профит» улучшает показатели пространственной памяти у крыс с ишемией головного мозга. Ноотропный эффект экстракта обеспечивается стимулирующим влиянием на продукцию в мозге нейротрофического фактора – *bdnf* и защитным действием на нейроны гиппокампа. В механизме нейропротективного влияния комплексного экстракта лежит антиоксидантное действие биологически активных веществ.

#### **Сведения о финансировании исследования и о конфликте интересов.**

Работа выполнена в рамках государственного задания на научные исследования и разработки ФГБУН Института общей и экспериментальной биологии СО РАН по теме: FWSM-2021-0005.

#### **Сведения о вкладе каждого автора в работу.**

Гуляев С.М. – 50% (разработка концепции и дизайна исследования, анализ и интерпретация данных,

анализ литературы по теме исследования, научное редактирование, утверждение окончательного текста статьи).

Туртуева Т.А. – 30% (сбор данных, анализ и интерпретация данных, анализ литературы по теме исследования, написание текста статьи, техническое редактирование, утверждение окончательного текста статьи).

Николаева Г.Г. – 10% (разработка концепции и дизайна исследования, техническое редактирование, утверждение окончательного текста статьи).

Николаева И.Г. – 10% (разработка концепции и дизайна исследования, техническое редактирование, утверждение окончательного текста статьи)

**Материалы статьи соответствуют научной специальности:** 3.3.3 – Патологическая физиология.

### Список литературы:

1. Гуляев С.А., Овчинников А.В., Архипенко И.В. «Асимптомные» стенозы магистральных артерий головы и их влияние на биоэлектрическую активность головного мозга. Трудный пациент. 2012. 12 (10). 18–21.
2. Travica N., Aslam H., O'Neil A., et al. Brain derived neurotrophic factor in perioperative neurocognitive disorders: Current evidence and future directions. *Neurobiol Learn Mem.* 2022 Sep. 193. 107656. doi: 10.1016/j.nlm.2022.107656. Epub 2022 Jul 2. PMID: 35792324.
3. Pisani A., Paciello F., Del Vecchio V. et al. The Role of BDNF as a Biomarker in Cognitive and Sensory Neurodegeneration. *J Pers Med.* 2023 Apr. 10. 13 (4). 652. doi: 10.3390/jpm13040652. PMID: 37109038; PMCID: PMC10140880.
4. Bramham C.R., Messaoudi E. BDNF function in adult synaptic plasticity: The synaptic consolidation hypothesis. *Prog. Neurobiol.* 2005. 76. 99–125.
5. Gulyaev S.M., Turtueva T.A., Nikolaeva, G.G. Evaluation of the Antioxidant Activity and Anti-Inflammatory Effect of Root Extracts of *Astragalus Membranaceus*, *Scutellaria Baicalensis*, and *Phlojodicarpus Sibiricus*. *Pharm Chem J.* 2023. 57. 378–81. <https://doi.org/10.1007/s11094-023-02893-2>.
6. Гуляев С.М., Жалсанов Ю.В., Туртуева Т.А., Николаева Г.Г. Химический состав экстракта из корней *Astragalus membranaceus*, *Scutellaria baicalensis*, *Phlojodicarpus sibiricus* и его антигипоксическая активность. Бутлеровские сообщения. 2022. 71 (9). 70–5.
7. Moosavi F., Hosseini R., Saso L., Firuzi O. Modulation of neurotrophic signaling pathways by polyphenols. *Drug Des Devel Ther.* 2015 Dec 21 (10). 23–42. doi: 10.2147/DDDT.S96936. PMID: 26730179; PMCID: PMC4694682.
8. Николаев С.М., Николаева Г.Г., Николаева И.Г. и соавт. Способ получения средства, обладающего противоишемической и антиоксидантной активностью. Патент на изобретение. 2603465 С1, 27.11.2016. Заявка № 2015140636/15 от 23.09.2015.
9. Методические указания по экспериментальному изучению препаратов для лечения нарушений мозгового кровообращения и мигрени. Составители: Мирзоян Р.С., Саратиков А.С., Плотников М.Б., Топчян А.В., Ганьшина Т.С. 332–338. В книге: Руководство по экспериментальному (доклиническому) изучению новых фармакологических веществ. под ред. Р.У. Хабриева. М. Медицина. 2005. 832.
10. Буреш Я., Бурешова О., Хьюстон Д.П. Методики и основные эксперименты по изучению мозга и поведения. М. 1991. 399.
11. Гуляев С.М., Николаев С.М., Тулонов М.Ю., Серебрянская Т.В. Влияние сухого полиэкстракта на когнитивные функции у крыс при ишемии головного мозга. Дальневосточный медицинский журнал. 2012.2. 102–4.
12. Микроскопическая техника: Руководство под ред. Д.С.Саркисова, Ю.Л. Перова. М. 1996. 544.
13. Стальная И.Д., Гаришвили Т.Г. Метод определения малонового диальдегида с помощью тиобарбитуровой кислоты. Современные методы в биохимии. под ред. В.Н. Ореховича. М. Медицина. 1977. 66–68.

14. Соколов С.Я., Замотаев И.П. Справочник по лекарственным растениям: фитотерапия. 3-е изд. Москва. Медицина. 1990. 462.
15. Гуляев С.М. Сосудистые и молекулярно-клеточные механизмы развития когнитивных расстройств после окклюзии сонных артерий. *Ангиология и сосудистая хирургия*. 2021. 27 (2). 11–6.
16. Ni G.X., Liang C., Wang J., et al. Astragaloside IV improves neurobehavior and promotes hippocampal neurogenesis in MCAO rats through BDNF-TrkB signaling pathway. *Biomed Pharmacother*. 2020 Oct.; 130. 110353. doi: 10.1016/j.biopha.2020.110353. Epub 2020 Jul 16. PMID: 32682983.
17. Wang P., Wang Z., Zhang Z., et al. A review of the botany, phytochemistry, traditional uses, pharmacology, toxicology, and quality control of the *Astragalus membranaceus*. *Front Pharmacol*. 2023 Aug. 23.14:1242318. doi: 10.3389/fphar.2023.1242318. PMID: 37680711; PMCID: PMC10482111.
18. Yu H., Chen B., Ren Q. Baicalin relieves hypoxia-aroused H9c2 cell apoptosis by activating Nrf2/HO-1-mediated HIF1 $\alpha$ /BNIP3 pathway. *Artif Cells Nanomed Biotechnol*. 2019. Dec. 47 (1). 3657-63. doi: 10.1080/21691401.2019.1657879.
19. Pan L., Cho K.S., Yi I., et al. Baicalein, Baicalin, and Wogonin: Protective Effects against Ischemia-Induced Neurodegeneration in the Brain and Retina. *Oxid Med Cell Longev*. 2021. Jun. 29. 2021. 8377362. doi: 10.1155/2021/8377362. PMID: 34306315; PMCID: PMC8263226.
20. Li C., Sui C., Wang W., et al. Baicalin Attenuates Oxygen-Glucose Deprivation/Reoxygenation-Induced Injury by Modulating the BDNF-TrkB/PI3K/Akt and MAPK/Erk1/2 Signaling Axes in Neuron-Astrocyte Cocultures. *Front Pharmacol*. 2021 Jun. 2.12. 599543. doi: 10.3389/fphar.2021.599543. PMID: 34234667; PMCID: PMC8255628.

#### References:

1. Gulyaev S.A., Ovchinnikov A.V., Arkhipenko I.V. "Asymptomatic" Stenoses of the Major Arteries of the Head and Their Impact on the Bioelectric Activity of the Brain. *Difficult Patient*. 2012. 12 (10). 18–21. (in Russian).
2. Travica N., Aslam H., O'Neil A., et al. Brain derived neurotrophic factor in perioperative neurocognitive disorders: Current evidence and future directions. *Neurobiol Learn Mem*. 2022. Sep. 193: 107656. doi: 10.1016/j.nlm.2022.107656. Epub 2022 Jul 2. PMID: 35792324.
3. Pisani A., Paciello F., Del Vecchio V. et al. The Role of BDNF as a Biomarker in Cognitive and Sensory Neurodegeneration. *J Pers Med*. 2023 Apr. 10. 13 (4). 652. doi: 10.3390/jpm13040652. PMID: 37109038; PMCID: PMC10140880.
4. Bramham C.R., Messaoudi E. BDNF function in adult synaptic plasticity: The synaptic consolidation hypothesis. *Prog. Neurobiol*. 2005. 76. 99–125.
5. Gulyaev S.M., Turtueva T.A., Nikolaeva, G.G. Evaluation of the Antioxidant Activity and Anti-Inflammatory Effect of Root Extracts of *Astragalus Membranaceus*, *Scutellaria Baicalensis*, and *Phlojodicarpus Sibiricus*. *Pharm Chem J*. 2023. 57. 378-81. <https://doi.org/10.1007/s11094-023-02893-2> (in Russian).
6. Gulyaev S.M., Zhalsanov Yu.V., Turtueva T.A., Nikolaeva G.G. Chemical composition of the extract from the roots of *Astragalus membranaceus*, *Scutellaria baicalensis*, *Phlojodicarpus sibiricus* and its antihypoxic activity. *Butlerov Communications*. 2022. 71 (9). 70–5. (in Russian).
7. Moosavi F., Hosseini R., Saso L., Firuzi O. Modulation of neurotrophic signaling pathways by polyphenols. *Drug Des Devel Ther*. 2015. Dec. 21. 10. 23–42. doi: 10.2147/DDDT.S96936. PMID: 26730179; PMCID: PMC4694682.
8. Nikolaev S.M., Nikolaeva G.G., Nikolaeva I.G. et al. Method for producing a product with anti-ischemic and antioxidant activity. Patent for invention. 2603465 C1, 27.11.2016. Application No. 2015140636/15 dated 23.09.2015. (in Russian).
9. Mirzoyan R.S., Saratkov A.S., Plotnikov A.V., Topchyan A.V., Ganshina T.S. Guidelines for the experimental study of drugs for the treatment of cerebrovascular disorders and migraines. In: Khabriev R.U., editor. *Guidelines for the Experimental (Preclinical) Study of New Pharmacological Substances*. Moscow. Medicine. 2005. p. 332–338 (in Russian).

10. Buresh Ya., Bureshova O., Houston D. P. Methods and basic experiments in the study of the brain and behavior. M. 1991.
11. Gulyaev S.M., Nikolaev S.M., Tulonov M.Yu., Serebryanskaya T.V. Influence of dry polyextract on cognitive functions in rats with brain ischemia. Far Eastern Medical Journal. 2012. 2. 102–4. (in Russian).
12. Sarkisov D.S., Perov Yu.L., editors. Microscopic Technique: A Guide. Moscow. 1996. (in Russian).
13. Stalnaya I.D., Garishvili T.G. The method of determination of malonic dialdehyde by thiobarbituric acid. Modern methods in biochemistry. Orekhovich V.N., editor. M. Medicine. 1977. (in Russian).
14. Sokolov S.Ya., Zamotaev I.P. Handbook on medicinal plants : phytotherapy. 3rd ed. Moscow. Medicine, 1990. (in Russian).
15. Gulyaev S.M. Vascular and molecular-cellular mechanisms of cognitive disorders development after carotid artery occlusion. Angiology and vascular surgery. 2021. 27 (2). 11–16. (in Russian).
16. Ni G.X., Liang C., Wang J., et al. Astragaloside IV improves neurobehavior and promotes hippocampal neurogenesis in MCAO rats through BDNF-TrkB signaling pathway. Biomed Pharmacother. 2020. Oct. 130: 110353. doi: 10.1016/j.biopha.2020.110353. Epub 2020 Jul 16. PMID: 32682983.
17. Wang P., Wang Z., Zhang Z., et al. A review of the botany, phytochemistry, traditional uses, pharmacology, toxicology, and quality control of the Astragalus memranaceus. Front Pharmacol. 2023. Aug. 23.14:1242318. doi: 10.3389/fphar.2023.1242318. PMID: 37680711; PMCID: PMC10482111.
18. Yu H., Chen B., Ren Q. Baicalin relieves hypoxia-aroused H9c2 cell apoptosis by activating Nrf2/HO-1-mediated HIF1 $\alpha$ /BNIP3 pathway. Artif Cells Nanomed Biotechnol. 2019. Dec.; 47 (1). 3657-63. doi: 10.1080/21691401.2019.1657879.
19. Pan L., Cho K.S., Yi I., et al. Baicalein, Baicalin, and Wogonin: Protective Effects against Ischemia-Induced Neurodegeneration in the Brain and Retina. Oxid Med Cell Longev. 2021. Jun. 29. 2021.8377362. doi: 10.1155/2021/8377362. PMID: 34306315; PMCID: PMC8263226.
20. Li C., Sui C., Wang W., et al. Baicalin Attenuates Oxygen-Glucose Deprivation/Reoxygenation-Induced Injury by Modulating the BDNF-TrkB/PI3K/Akt and MAPK/Erk1/2 Signaling Axes in Neuron-Astrocyte Cocultures. Front Pharmacol. 2021. Jun. 2.12.599543. doi: 10.3389/fphar.2021.599543. PMID: 34234667; PMCID: PMC8255628.

#### **Информация об авторах:**

1. **Гуляев Сергей Миронович** – к.м.н., старший научный сотрудник лаборатории экспериментальной фармакологии, e-mail: [s-gulyaev@inbox.ru](mailto:s-gulyaev@inbox.ru), ORCID ID: 0000-0001-8412-5799; SPIN-код: 5084-6499.
2. **Туртуева Татьяна Анатольевна** – аспирант, e-mail: [ryabchikova.taty@mail.ru](mailto:ryabchikova.taty@mail.ru).
3. **Николаева Галина Григорьевна** – д. фарм. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории медико-биологических исследований, e-mail: [g-g-nik@mail.ru](mailto:g-g-nik@mail.ru).
4. **Николаева Ирина Геннадьевна** – доктор фармацевтических наук, старший научный сотрудник лаборатории безопасности биологически активных веществ. e-mail: [i-nik@mail.ru](mailto:i-nik@mail.ru).

#### **Author information:**

1. **Gulyaev S.M.** – Candidate of Medical Sciences, Senior Research of the Laboratory of experimental pharmacology, e-mail: [s-gulyaev@inbox.ru](mailto:s-gulyaev@inbox.ru), ORCID ID: 0000-0001-8412-5799; SPIN-код: 5084-6499.
2. **Turtueva T.A.** – postgraduate student, e-mail: [ryabchikova.taty@mail.ru](mailto:ryabchikova.taty@mail.ru).
3. **Nikolaeva G.G.** – Doctor of Pharmaceutical Sciences, Leading Researcher of the Laboratory of Medical Biological Investigations, e-mail: [g-g-nik@mail.ru](mailto:g-g-nik@mail.ru).
4. **Nikolaeva I.G.** – Doctor of Pharmaceutical Sciences, Senior Researcher of the Laboratory of Safety of Biologically Active Substances, e-mail: [i-nik@mail.ru](mailto:i-nik@mail.ru).

#### **Информация**

Дата передачи в печать – 30.12.2025

Дата опубликования – 27.01.2026