

УДК [615.322:612.262:612.273.2: 612.017.2]:[599.32:612.08]

<https://www.doi.org/10.34907/JPQAI.2024.78.53.007>

## ВЛИЯНИЕ РАСТИТЕЛЬНОГО СРЕДСТВА (*ASTRAGALUS MEMBRANACEUS*, *PHLOJODICARPUS SIBIRICUS*, *SCUTELLARIA BAICALENSIS*) НА ТЕЧЕНИЕ ОКИСЛИТЕЛЬНОГО СТРЕССА В ГОЛОВНОМ МОЗГЕ БЕЛЫХ КРЫС ПРИ ОСТРОЙ ГИПОБАРИЧЕСКОЙ ГИПОКСИИ

**А.А. Торопова**, канд. биол. наук, старший научный сотрудник, лаборатория безопасности биологически активных веществ, ФГБУН «Институт общей и экспериментальной биологии» СО РАН, г. Улан-Удэ, [anuyuta-tor@mail.ru](mailto:anuyuta-tor@mail.ru)

**Я.Г. Разуваева**, доктор биол. наук, ведущий научный сотрудник, лаборатория безопасности биологически активных веществ, ФГБУН «Институт общей и экспериментальной биологии» СО РАН, г. Улан-Удэ, [tatur75@mail.ru](mailto:tatur75@mail.ru)

**К.В. Маркова**, канд. мед. наук, младший научный сотрудник, лаборатория безопасности биологически активных веществ, ФГБУН «Институт общей и экспериментальной биологии» СО РАН, г. Улан-Удэ, [kristen\\_kartland@mail.ru](mailto:kristen_kartland@mail.ru)

**И.Г. Николаева**, доктор фарм. наук, доцент, старший научный сотрудник, лаборатория безопасности биологически активных веществ, ФГБУН «Институт общей и экспериментальной биологии» СО РАН, г. Улан-Удэ, [i-nik@mail.ru](mailto:i-nik@mail.ru)

Целью работы явилась оценка влияния экстракта комплексного растительного средства (*Astragalus membranaceus*, *Phlojodicarpus sibiricus*, *Scutellaria baicalensis*) на антиоксидантный статус и энергетический метаболизм головного мозга белых крыс при острой гипобарической гипоксии. Исследования выполнены на половозрелых крысах-самцах Wistar. Экстракт комплексного средства вводили *per os* животным в дозе 100 мг/кг в течение 7 дней до моделирования кислородной недостаточности. Состояние антиоксидантной системы и энергетического обмена определяли в гомогенате головного мозга белых крыс после 3 ч реоксигенации. Установлено, что фитосредство снижает содержание малонового диальдегида (МДА) в 1,2 раза, повышает активность ферментов эндогенной антиоксидантной системы – супероксиддисмутазы (СОД), каталазы, глутатионпероксидазы (ГПО) и глутатионредуктазы (ГР),

а также содержание восстановленного глутатиона – в 1,2–1,5 раза по сравнению с аналогичными данными контрольной группы. Снижается содержание лактата в 1,6 раза и соотношение лактат/пируват в 2,6 раза в гомогенате мозга. Экстракт комплексного растительного средства увеличивает активность комплексов I и II электрон-транспортной цепи митохондрий мозга в 2,4 и 1,4 раза соответственно, а также способствует интенсивности процесса фосфорилирования в 1,9 раза по сравнению с аналогичными данными в контроле. Таким образом, исследуемый экстракт оказывает эффективное воздействие на энергетический метаболизм и антиоксидантную систему головного мозга при острой гипобарической гипоксии.

**Ключевые слова:** экстракт комплексного средства (*Astragalus membranaceus*, *Phlojodicarpus sibiricus*, *Scutellaria baicalensis*),

гипобарическая гипоксия, головной мозг, окислительный стресс, энергетический метаболизм, антиоксиданты

Снижение концентрации кислорода является триггером необратимых изменений метаболизма нервных клеток с последующим развитием патологических состояний головного мозга, в том числе ишемии и нейродегенеративных заболеваний. Нейронная сеть коры головного мозга отвечает за обработку, передачу и хранение поступающей информации, поэтому нарушения в ее функционировании приводят к развитию неврологического дефицита и тяжелой инвалидизации организма [1–3]. В связи с этим актуальным является поиск веществ, способных предотвратить гибель нейронов и поддерживать функциональную активность структур головного мозга в условиях окислительного стресса [3]. Перспективными представляются растительные лекарственные средства, характеризующиеся разнонаправленным спектром биологической активности, невысокой токсичностью при длительном применении и возможностью применения в терапии различных патологических состояний.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В Институте общей и экспериментальной биологии СО РАН разработано и получено комплексное растительное средство. Для получения экстракта сухого измельченную растительную композицию состава *Astragalus membranaceus* (Fisch.) Bunge (*Fabaceae*) (корни), *Phlojodicarpus sibiricus* (Fisch. Ex Spreng) Koso-Pol. (*Apiaceae*) (корневища, корни), *Scutellaria baicalensis* Georgi L. (*Lamiaceae*) (корни) 40:35:25 экстрагировали 60% спиртом этиловым при 60°C и постоянном перемешивании в соотношении 1:12. Экстракцию

выполняли трижды в течение 60 мин. каждая, подавая в экстрактор 60% спирт в количестве, равном объему слитого. Водно-спиртовые извлечения после трех контактов фаз последовательно порциями упаривали примерно до 1/8 первоначального объема, высушивали в вакуум-сушильном шкафу до значений влажности не более 5% и измельчали. Выход сухого экстракта составил примерно 28% от массы исходного сырья. Стандартизацию экстракта проводили по содержанию суммы флавоноидов и суммы свободных аминокислот, которых должно быть не менее 24% и не менее 7,5% соответственно.

Исследования выполнены на 32 белых половозрелых крысах-самцах Wistar с исходной массой 220–240 г. Содержание животных соответствовало «Правилам лабораторной практики» (GLP) и постановлению правительства РФ №855 от 13.06.2020 г. «Об утверждении правил лабораторной практики». Перед началом экспериментов животные, отвечающие критериям включения в эксперимент, распределялись на группы с учетом возраста, массы и принципа рандомизации. Экспериментальную работу осуществляли в соответствии с «Правилами проведения работ с использованием экспериментальных животных» (Приложение к приказу МЗ СССР №755 от 12.08.77), «Правилами, принятыми в Европейской конвенции по защите позвоночных животных» (Страсбург, 1986). Исследование одобрено этическим комитетом Института общей и экспериментальной биологии СО РАН (протокол № 8 от 20.09.2022).

Животных формировали в 4 группы по 8 особей в каждой: 1 – интактная; 2 – контрольная; 3 – опытная № 1; 4 – опытная № 2. Животные 3-й и 4-й групп получали соответственно комплексное фитосредство и препарат сравнения «Танакан» (IPSEN, Франция) в экспериментально-терапевтической дозе 100 мг/кг 1 раз в сутки в течение 7 дней; животные 1-й и 2-й групп получали эквивалентное количество воды очищенной по аналогичной

схеме. Животных 2-й, 3-й и 4-й групп по истечении 7 дней подвергали острой гипобарической гипоксии.

Острую гипобарическую гипоксию моделировали путем подъема лабораторных животных в барокамерной установке на «высоту» 9000 м со средней скоростью 50 м/с и нахождения их в этих условиях в течение 30 мин. [4]. Спустя 3 ч после восстановления исходного режима кислородного обеспечения крыс декапитировали под эфирным наркозом, выделяли головной мозг для получения гомогената и дальнейшего проведения энзиматических реакций. Животных брали в эксперимент после ночного голодания.

Интенсивность процессов перекисного окисления липидов (ПОЛ) оценивали по скорости образования малонового диальдегида (МДА) [5], состояние эндогенной антиоксидантной системы – по уровню активности каталазы [6], супероксиддисмутазы (СОД) [7], глутатионпероксидазы (ГПО) и глутатионредуктазы (ГР) [8], а также по содержанию восстановленного глутатиона (ВГ) [9] в гомогенате головного мозга белых крыс. Оценку интенсивности энергетического обмена

проводили, определяя содержание лактата, пирувата [10] и их соотношение; оценивая активность НАДН-дегидрогеназного (комплекс I) [11] и сукцинатдегидрогеназного (комплекс II) [12] комплексов электрон-транспортной цепи митохондрий, а также содержание аденозинтрифосфата (АТФ) [13]. Количественное содержание белка определяли методом Брэдфорда.

Обработку полученных результатов проводили с помощью пакета программ Biostat-2006 с использованием t-критерия Стьюдента. Результаты всех измерений представлены в виде средних значений и стандартной ошибки средней ( $M \pm m$ ). Различия между сравниваемыми группами считали статистически значимыми при  $p < 0,05$ .

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Установлено, что острая гипобарическая гипоксия сопровождается активацией процессов ПОЛ и угнетением активности компонентов антиоксидантной системы в головном мозге белых крыс (табл. 1). Так, в контрольной

Таблица 1

### ВЛИЯНИЕ КОМПЛЕКСНОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СРЕДСТВА НА АНТИОКСИДАНТНЫЙ СТАТУС ГОЛОВНОГО МОЗГА БЕЛЫХ КРЫС ПРИ ОСТРОЙ ГИПОБАРИЧЕСКОЙ ГИПОКСИИ, $M \pm M$

Показатель, ед. измерения	Группа животных			
	Интакт (n=8)	Контроль (n=8)	Опыт № 1 (n=8)	Опыт № 2 (n=8)
МДА, мкмоль/г ткани	15,6±1,08	24,8±0,48	20,4±0,83*	18,8±0,88*
СОД, мкмоль/мин/мг белка	25,0±0,45	13,7±0,66	20,8±0,82*	20,6±0,74*
Каталаза, ммоль /мин/мг белка	8,3±0,33	5,8±0,42	7,3±0,22*	7,0±0,26*
ГПО, мкмоль/мин/мг белка	116,6±9,10	63,4±4,94	75,7±7,19*	82,1±7,11*
ГР, мкмоль/мин/мг белка	117,8±4,55	74,4±3,36	113,0±5,15*	95,7±3,52*
ВГ, мкмоль/мин/мг белка	31,2±2,16	16,1±1,17	24,1±1,00*	23,8±1,83*

Примечание: здесь и далее \* – различия статистически значимы между контрольной и опытными группами при  $p < 0,05$ ; n – число животных в группе

группе животных повышается содержание МДА в 1,6 раза, снижается активность СОД и каталазы в 1,8 и 1,4 раза соответственно по сравнению с данными интактной группы животных. Отмечается ингибирование активности глутатионового звена: активности ГПО и ГР уменьшаются в среднем в 1,7 раза, содержание ВГ – в 1,9 раза по сравнению с интактом.

Острая гипобарическая гипоксия ингибирует интенсивность энергетического обмена в головном мозге белых крыс (табл. 2). Содержание молочной кислоты возрастает в 3,0 раза, при этом соотношение лактат/пируват составляет 21/1 против 8/1 в интактной группе животных. Накопление молочной кислоты приводит к развитию лактат-ацидоза, вызывающего отек и набухание нейронов, что в дальнейшем провоцирует нарушения энергетического обмена. Показано, что активность НАДН-дегидрогеназного комплекса в митохондриях головного мозга при гипоксии снижается в 3,9 раза, сукцинатдегидрогеназного комплекса – в 1,5 раза; содержание АТФ в ткани головного мозга уменьшается в 2,7 раза по сравнению с аналогичными данными в интакте.

Предварительное введение исследуемого комплексного средства оказывает протектив-

ное действие, снижая выраженность окислительного стресса, повышая уровень эндогенной антиоксидантной системы головного мозга белых крыс при острой гипобарической гипоксии. Так, в первой опытной группе животных отмечается снижение содержания МДА в 1,2 раза, повышение активности СОД и каталазы в 1,5 и 1,2 раза соответственно. Исследуемый экстракт корректирует состояние глутатионовой антипероксидазной системы: скорость катализируемых ГПО и ГР ферментатических реакций возрастает в 1,2 и 1,5 раза, а содержание трипептида ВГ увеличивается в 1,2 раза по сравнению с аналогичными данными контрольной группы (табл. 1). Эффективность комплексного фитосредства сопоставима, а по некоторым показателям (активность каталазы, ГПО, ГР) превосходит эффективность препарата сравнения «Танакан».

В эксперименте показано, что комплексное растительное средство корректирует состояние энергетического обмена в головном мозге белых крыс при моделируемом воздействии. Содержание лактата уменьшается в 1,6 раза, соотношение лактат/пируват в опытной группе животных, получавших исследуемый комплексный экстракт, составило 13/1 против 21/1 в контроле. Активность

Таблица 2

**ВЛИЯНИЕ КОМПЛЕКСНОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СРЕДСТВА НА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ОБМЕН В ГОЛОВНОМ МОЗГЕ БЕЛЫХ КРЫС ПРИ ОСТРОЙ ГИПОБАРИЧЕСКОЙ ГИПОКСИИ, М±М**

Показатель, ед. измерения	Группа животных			
	Интакт (n=8)	Контроль (n=8)	Опыт № 1 (n=8)	Опыт № 2 (n=8)
Лактат, мкмоль/г ткани	4,6±0,31	13,7±1,07	8,5±0,69*	8,3±0,46*
Пируват, мкмоль/г ткани	0,58±0,029	0,65±0,031	0,64±0,021*	0,59±0,034*
Лактат/пируват	8,1±0,57	20,8±1,24	13,3±0,89*	14,1±0,88*
Комплекс I, мкмоль/мин/мг белка	19,4±1,18	5,0±0,23	12,0±0,76*	10,6±0,72*
Комплекс II, мкмоль/мин/мг белка	108,6±7,86	70,9±3,92	97,6±6,87*	84,8±7,66*
АТФ, мкмоль/г ткани	9,2±0,50	3,4±0,32	6,6±0,69*	6,1±0,63*

комплексов I и II электрон-транспортной цепи повысилась в 2,4 и 1,4 раза соответственно, содержание АТФ возросло в 1,9 раза по сравнению с аналогичными данными в контроле (табл. 2). Комплексное фитосредство оказывает более эффективное воздействие на энергетический метаболизм головного мозга при острой гипобарической гипоксии, чем препарат сравнения «Танакан». Так, у животных опытной группы № 2 возросла активность ферментативных комплексов I и II в 2,1 и 1,2 раза соответственно, а содержание АТФ – в 1,8 раза по сравнению с контролем.

Действие исследуемого фитосредства регулирует состояние про- и антиоксидантной систем, а также энергетический метаболизм, что обусловлено влиянием метаболитов, входящих в состав его компонентов. Так, экстракт *A. membranaceus*, характеризуется содержанием флавоноидов, тритерпеновых сапонинов, полисахаридов и проявляет противовоспалительную, антиоксидантную, иммуномодулирующую и антиканцерогенную активность [14,15]. В работах показано, что *A. membranaceus* оказывает адаптогенное действие, предупреждает и снижает метаболические нарушения головного мозга, сердца, почек и печени при окислительном стрессе [16,17], проявляет выраженное мембраностабилизирующее и антиоксидантное действие [18,19]. Экстракт сухой *P. sibiricus* характеризуется высоким содержанием фенольных соединений (фенилпропаноиды, флавоноиды), кумаринов [20] и проявляет высокую антирадикальную и антиоксидантную активность [21]. В экстракте сухом *S. baicalensis* присутствуют и обладают выраженной фармакологической активностью такие соединения, как вогонин, вогонозид, байкалин, байкалеин. *S. baicalensis* обладает выраженной противовоспалительной, нейротропной и антирадикальной активностью, регулирует процессы перекисного окисления липидов [22–26].

Таким образом, превентивное введение комплексного фитосредства в экспериментально-терапевтической дозе 100 мг/кг при острой гипобарической гипоксии способствует снижению выраженности метаболических нарушений в головном мозге: уменьшает интенсивность процессов ПОЛ, повышает уровень эндогенной антиоксидантной системы и корректирует энергетический обмен в клетках головного мозга.

## ВЫВОДЫ

1. Экстракт сухой комплексного фитосредства в дозе 100 мг/кг при острой гипобарической гипоксии уменьшает выраженность окислительного стресса и повышает функциональную активность эндогенной антиоксидантной системы.

2. Исследуемый растительный экстракт снижает выраженность лактат-ацидоза, повышая функциональную активность митохондриальных комплексов, тем самым стимулирует метаболические процессы в головном мозге на фоне гипоксического состояния.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки России, номер проекта 121030100227-7 (FWSM-2021-0005).*

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Padula P., Costa L.E., Karadayian A., Lores-Arnaiz S., Czerniczyniec A. Differences in mitochondrial function between brain and heart of senile rats exposed to acute hypobaric hypoxia. Role of nitric oxide // *Experimental Gerontology*. – 2023. – Vol. 173. DOI: 10.1016/j.exger.2023.112100
2. Rani V., Deep G., Singh R.K., Palle K., Yadav U.C. S. Oxidative stress and metabolic

- disorders: pathogenesis and therapeutic strategies // *Life Sciences*. – 2016. – Vol. 148. – P. 183–193. DOI: 10.1016/j.lfs.2016.02.002
3. Лесиовская Е.Е. Антигипоксанты прямого действия – перспективные нейропротекторы // *Terra Medica*. – 2012. – №4. – С. 49–57.
  4. Березовский В.А., Бойко О.А., Курбаков Л.А., Тридина Т.А. К вопросу о механизме формирования различий в естественной резистентности крыс к острой гипобарической гипоксии // *Физиологический журнал*. – 1985. – Т. 31, №3. – С. 257–262.
  5. Камышников В.С. Справочник по клинико-биохимическим исследованиям и лабораторной диагностике. – М.: МЕДпресс-информ, 2009. – 890 с.
  6. Гурин С.В. Модификация метода определения активности каталазы в биологических субстратах // *Лабораторная диагностика*. – 1999. – №4. – С. 45–46.
  7. Voriskin P., Gulenko O., Deviatkin A., Pavlova O., Toropovskiy A. Correlation of superoxide dismutase activity distribution in serum and tissues of small experimental animals // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. – 2019. – P. 403. DOI: 10.1088/1755-1315/403/1/012112
  8. Pinto R.E., Bartley W. The effect of age and sex on glutathione reductase and glutathione peroxidase activities and aerobic glutathione oxidation in rat liver homogenates // *Biochemical Journal*. – 1969. – Vol. 112, №1. – P. 109–115.
  9. Shaik I.H., Mehvar R. Rapid determination of reduced and oxidized glutathione levels using a new thiol-masking reagent and the enzymatic recycling method: Application to the rat liver and bile samples // *Analytical and Bioanalytical Chemistry*. – 2006. – Vol. 385, №1. – P. 105–113.
  10. Методы биохимических исследований / Под ред. М.И. Прохорова. – Л., 1982. – 271 с.
  11. Pollard A.K., Craig E.L., Chacrabarti L. Mitochondrial Complex I activity measured by spectrophotometry is reduced across all brain regions in ageing and more specifically in neurodegeneration // *PLOS One*. – 2016. – Vol. 11, №6. – P. 1–13. DOI:10.1371/journal.pone.0157405
  12. Spinazzi M., Casarin A., Pertegato V., Salviati L., Angelini C. Assessment of mitochondrial respiratory chain enzymatic activities on tissues and cultured cells // *Nature Protocols*. – 2012. – Vol. 7, №6. – P. 1235–1246. DOI:10.1038/nprot.2012.058
  13. Методы биохимических исследований // Ред. Прохорова М.И. – Л., 1982. – 271 с.
  14. Dong M., Li J., Yang D., Li M., Wei J. Biosynthesis and pharmacological activities of flavonoids, triterpene saponins and polysaccharides derived from *Astragalus membranaceus* // *Molecules*. – 2023. – Vol. 28, №13. – P. 5018. DOI: 10.3390/molecules28135018
  15. Park H.M., Lee J.Y., Kim M.Y., Kang C.-H., Hwang H.S. Anti-oxidative and anti-inflammatory activities of *Astragalus membranaceus* fermented by *Lactiplantibacillus plantarum* on LPS-Induced RAW 264.7 cells // *Fermentation*. – 2021. – Vol. 7, № 4. – P. 252. DOI: 10.3390/fermentation7040252
  16. Батоцыренова Э.Т., Шантанова Л.Н., Цыренжапова О.-Д.Д. Антигипоксические свойства сухого экстракта астрагала перепончатого // *Бюллетень ВСНЦ СО РАМН*. – 2012. – Т. 86, №4, Ч. 1. – С. 178–180.
  17. Shahzad M., Shabbir A., Wojcikowski K., Wohlmuth H., Gobe G. The antioxidant effects of radix *Astragali* (*Astragalus membranaceus* and Related Species) in protecting tissues from injury and disease // *Current Drug Targets*. – 2016. – Vol. 17, №12. – P. 1331–1340. DOI: 10.2174/1389450116666150907104742
  18. Торопова А.А., Батоцыренова Э.Т., Оленников Д.Н., Танхаева Л.М., Шантанова Л.Н., Николаев С.М. Антиоксидантная активность сухого экстракта подземных органов *Astragalus membranaceus* и его фракций // *Сибирский медицинский журнал (Иркутск)*. – 2012. – №7. – С. 107–109.

19. Samuel A. O., Huang B-T., Chen Y., Guo F-X., Yang D-D., Jin J-Q. Antioxidant and antibacterial insights into the leaves, leaf tea and medicinal roots from *Astragalus membranaceus* (Fisch.) Bunge // *Scientific Reports*. – 2021. – №11. – P. 19625. DOI: 10.1038/s41598-021-97109-6
20. Olennikov D.N., Fedorov I.A., Kashchenko N.I., Chirikova N.K., Vennos C. Khellactone derivatives and other phenolics of *Phlojodicarpus sibiricus* (Apiaceae): HPLC-DAD-ESI-QQQ-MS/MS and HPLC-UV profile, and antiobesity potential of dihydrosamidin // *Molecules*. – 2019. – Vol. 24, №12. – P. 2286. DOI: 10.3390/molecules24122286
21. Воронов И.В., Филиппова Г.В., Дарханова В.Г., Строева Н.С., Федоров И.А., Прокопьев И.А. Антирадикальная и антиоксидантная активность экстрактов трех видов лекарственных растений и ряски малой // *Природные ресурсы Арктики и Субарктики*. – 2019. – Т. 24, №4. – С. 127–135. DOI: 10.31242/2618-9712-2019-24-4-11
22. Gao Z.H., Huang K.X., Yang X.L., Xu H. Free radical scavenging and antioxidant activities of flavonoids extracted from the radix of *Scutellaria baicalensis* Georgi // *BBA-Gen Subjects*. – 1999. – Vol. 1472, №3. – P. 643–650. DOI: 10.1016/s0304-4165(99)00152-x
23. Olennikov D. N., Kashchenko N. I., Chirikova N.K. A Novel HPLC-assisted method for investigation of the Fe<sup>2+</sup>-chelating activity of flavonoids and plant extracts // *Molecules*. – 2014. – Vol. 19, №11. – P. 18296–18316. DOI: 10.3390/molecules191118296
24. Liao P.R., Wu M.S., Lee C.K. Inhibitory effects of *Scutellaria baicalensis* root extract on linoleic acid hydroperoxide-induced lung mitochondrial lipid peroxidation and antioxidant activities // *Molecules*. – 2019. – Vol. 24, №11. – P. 2143. DOI: 10.3390/molecules24112143
25. Song J.W., Long J.Y., Xie L., Zhang L.L., Xie Q.X., Chen H.J., Deng M., Li X.F. Applications, phytochemistry, pharmacological effects, pharmacokinetics, toxicity of *Scutellaria baicalensis* Georgi. and its probably potential therapeutic effects on COVID-19: a review // *Chinese Medicine*. – 2020. – Vol. 15. DOI: 10.1186/s13020-020-00384-0
26. Seo H.W., Ha T.Y., Ko G., Jang A., Choi J.W., Lee D.H., Chang K.A. *Scutellaria baicalensis* attenuated neurological impairment by regulating programmed cell death pathway in ischemic stroke mice // *Cells*. – 2023. – Vol. 12, №17. – P. 2133. DOI: 10.3390/cells12172133

---

## INFLUENCE OF THE PLANT REMEDY (*ASTRAGALUS MEMBRANACEUS*, *PHLOJODICARPUS SIBIRICUS*, *SCUTELLARIA BAICALENSIS*) ON OXIDATIVE STRESS IN THE BRAIN OF WHITE RATS BY ACUTE HYPOBARIC HYPOXIA

**A.A. Toropova, Ya.G. Razuvaeva, K.V. Markova, I.G. Nikolaeva**

*Institute of General and Experimental Biology, Ulan-Ude, Russia*

The purpose of the work was to evaluate the effect of a complex herbal remedy (*Astragalus membranaceus*, *Phlojodicarpus sibiricus*, *Scutellaria baicalensis*) on the antioxidant status and energy metabolism of the brain of white rats during acute hypobaric hypoxia. The studies were performed on sexually mature male Wistar rats. The extract of the complex herbal remedy was administered per os to animals at a dose of 100 mg/kg for 7 days before modeling oxygen deficiency. The state of the antioxidant system and energy metabolism was assessed after 3 hours of reoxygenation. It has been established that the herbal remedy

*reduces the malondialdehyde (MDA) content by 1.2 times; increases the activity of enzymes of the endogenous antioxidant system – the activity of superoxide dismutases (SOD) and catalase increases by 1.5 and 1.2 times, respectively. The activity of glutathione peroxidase (GPO) and glutathione reductase (GR) increased by 1.2 and 1.5 times, the content of glutathione reduced increases by 1.2 times compared to similar data in the control group. The lactate content and the lactate/pyruvate ratio decrease by 1.6 times. The extract of a complex herbal remedy increased the activity of complexes I and II of the electron transport chain by 2.4 and 1.4 times, respectively, as well as the ATP content by 1.9 times compared to similar data in the control. The findings testify the corrective influence of the plant remedy on the metabolism, antioxidant and energy state of the white rats brain. The biological effect of the tested remedies is due to their capability to inhibit oxidation of biomacromolecules in the conditions of hypobaric hypoxia thus promoting the preservation of their enzyme activity and sustaining the functional activity of the brain.*

**Keywords:** complex herbal extract (*Astragalus membranaceus*, *Phlojodicarpus sibiricus*, *Scutellaria baicalensis*), hypobaric hypoxia, brain, oxidative stress, energy metabolism, antioxidants