

## Изучение влияния экстракта *Astragalus vulpinus* на процессы перекисного окисления липидов в гипоталамической области на модели липополисахаридного иммунного стресса

М.А. Самотруева, А.А. Цибизова, М.У. Сергалиева

Астраханский государственный медицинский университет Минздрава России  
414000, г. Астрахань, ул. Бакинская 121

### Резюме

Экспериментальное исследование посвящено изучению влияния экстракта *Astragalus vulpinus* на процессы перекисного окисления липидов в гипоталамической области в условиях липополисахаридного иммунного стресса. **Материал и методы.** Эксперименты выполнены на белых крысах – самцах 6–8-месячного возраста. Во всех сериях экспериментов животные были разбиты на группы ( $n = 10$ ): первая – контрольные особи, получавшие дистиллированную воду в эквивалентном объеме; вторая – крысы с моделью иммунного стресса; третья – животные, получавшие на фоне иммунного стресса экстракт *Astragalus vulpinus*. Исследуемый экстракт и дистиллированную воду вводили один раз в сутки внутривентрально с помощью зонда в дозе 50 мг/кг в течение 14 дней. Иммунный стресс формировали путем однократного внутривентрального введения липополисахарида – пирогенала, выделенного из микробных клеток *Salmonella typhi*. Интенсивность процессов свободнорадикального окисления изучали по содержанию продуктов, реагирующих с тиобарбитуровой кислотой (ТБК-РП), спонтанной и аскорбатзависимой скорости перекисного окисления липидов, а также определяли активность каталазы. **Результаты и их обсуждение.** Установлено, что иммунный стресс сопровождается активацией процессов свободнорадикального окисления, о чем свидетельствует повышение концентрации ТБК-РП и активности фермента антиоксидантной защиты организма – каталазы. Оценка влияния экстракта травы *Astragalus vulpinus* на интенсивность свободнорадикальных окислительных процессов в гипоталамической области на фоне действия липополисахарид-индуцированного иммунного стресса показала, что он проявляет выраженные стресспротекторные и антиоксидантные свойства, характеризующиеся изменением интенсивности процессов липидной перекисации и увеличением активности каталазы в ткани гипоталамической области головного мозга. **Заключение.** Доказано, что экстракт травы *Astragalus vulpinus* проявляет антиоксидантное действие, восстанавливая интенсивность свободнорадикальных окислительных процессов.

**Ключевые слова:** липополисахарид, иммунный стресс, перекисное окисление липидов, *Astragalus vulpinus*, белые крысы, гипоталамическая область.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Автор для переписки:** Сергалиева М.У., e-mail: charlina\_astr@mail.ru

**Для цитирования:** Самотруева М.А., Цибизова А.А., Сергалиева М.У. Изучение влияния экстракта *Astragalus vulpinus* на процессы перекисного окисления липидов в гипоталамической области на модели липополисахаридного иммунного стресса. *Сибирский научный медицинский журнал*. 2021; 41 (5): 47–52. doi: 10.18699/SSMJ20210506

## Study of effect of *Astragalus vulpinus* extract on lipid peroxidation processes in hypothalamic region on lipopolysaccharide immune stress model

M.A. Samotrueva, A.A. Tsibizova, M.U. Sergaliev

Astrakhan State Medical University of Minzdrav of Russia  
414000, Astrakhan, Bakinskaya str., 121

### Abstract

An experimental study is devoted to the study of the effect of *Astragalus vulpinus* extract on lipid peroxidation processes in the hypothalamic region under conditions of lipopolysaccharide immune stress. **Material and methods.** Experiments

were performed on white male rats 6-8 months of age. In all series of experiments, animals were divided into groups ( $n = 10$ ): 1st – control individuals receiving distilled water in an equivalent volume; 2nd – rats with immune stress model; 3rd – individuals treated with *Astragalus vulpinus* extract against the background of immune stress. The test extract and distilled water were administered once a day intragastrically with a 50 mg/kg probe for 14 days. Immune stress was formed by single intraperitoneal administration of lipopolysaccharide pyrogenal isolated from *Salmonella typhi* microbial cells. The intensity of free radical oxidation processes was studied by thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) content, spontaneous and ascorbate-dependent lipid peroxidation rate and catalase activity were also determined. **Results.** According to the results of the experiment, it was revealed that immune stress is accompanied by the activation of free-radical oxidation processes, as evidenced by an increase in the concentration of products of this process and the activity of the body's antioxidant protection enzyme catalase. Assessment of the effect of *Astragalus vulpinus* herb extract on the free radical potential in the hypothalamic region against the background of the action of lipopolysaccharide-induced immune stress showed that the studied extract exhibits pronounced stress-protective and antioxidant properties characterized by changing the intensity of lipid peroxidation processes and by increase of catalase activity in the tissue of the hypothalamic brain region. **Conclusions.** *Astragalus vulpinus* herb extract has been proven to exhibit antioxidant effects by restoring activity of free radical processes.

**Key words:** lipopolysaccharide, immune stress, lipid peroxidation, *Astragalus vulpinus*, white rats, hypothalamic region.

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

**Correspondence author:** Sergalieva M.U., e-mail: charlina\_ast@mail.ru

**Citation:** Samotrueva M.A., Tsibizova A.A., Sergalieva M.U. Study of effect of *Astragalus vulpinus* extract on lipid peroxidation processes in hypothalamic region on lipopolysaccharide immune stress model. *Sibirskiy nauchnyy meditsinskiy zhurnal = Siberian Scientific Medical Journal*. 2021; 41 (5): 47–52. [In Russian]. doi: 10.18699/SSMJ20210506

## Введение

На сегодняшний день доказано, что любые неблагоприятные изменения окружающей среды вызывают стресс-реакцию в организме, которая выражается изменением клеточного метаболизма [1–3], активности генетического аппарата, необратимыми процессами [4], ведущими к гибели клетки (свободнорадикальное окисление, снижение синтеза белков) и другими эффектами [5–7]. Одним из основных проявлений нарушения клеточного метаболизма при стрессе является чрезмерная активация перекисного окисления липидов (ПОЛ), которая сопровождается деструкцией клеточных мембран [8–10], и, как следствие, может быть причиной развития или обострения сердечно-сосудистых заболеваний, нарушения функции иммунной системы, поражения центральной нервной системы, воспалительных процессов и т.д. [11–13]. Установлено, что для оптимального жизнеобеспечения организма количество продуктов ПОЛ в тканях поддерживается на определенном уровне с помощью антиоксидантной системы, регулирующей функциональную активность всех систем организма [14, 15].

Учитывая вышесказанное, возникает необходимость поиска и изучения средств профилактики и коррекции изменений антиоксидантного статуса организма, возникающих под воздействием различных стрессогенных факторов. Часто в качестве средств коррекции применяются препараты на основе растительных источников, как

правило, хорошо переносимые, содержащие комплекс биологически активных веществ и обладающие весьма незначительным числом побочных эффектов [16, 17]. Особое внимание привлекают представители растений крупнейшего рода Астрагал (*Astragalus*). К настоящему времени в научной литературе имеются данные, доказывающие, что извлечения из отдельных видов растений рода *Astragalus* обладают антидепрессивной, антистрессорной, иммунокорректирующей, противомикробной и другими видами активности [18]. Одним из перспективных представителей данного рода является Астрагал лисий (*Astragalus vulpinus Willd*), произрастающий в Астраханской области. Ранее проведенные исследования доказали наличие в данном растении комплекса биологически активных веществ, основными компонентами которого являются сапонины, флавоноиды и органические кислоты. Установлено, что именно перечисленные соединения обеспечивают разностороннюю фармакологическую активность экстрактов *Astragalus vulpinus* [19].

Целью исследования явилось изучение влияния экстракта травы *Astragalus vulpinus Willd* на интенсивность процессов ПОЛ в гипоталамической области в условиях индуцированного липополисахаридом иммунного стресса.

## Материал и методы

Эксперименты выполнены на белых крысах – самцах 6–8-месячного возраста в соответствии с Приказом Минздрава России № 199н от

01.04.2016 «Об утверждении Правил лабораторной практики» и одобрены локальным этическим комитетом Астраханского государственного медицинского университета (протокол заключения № 6 от 27 ноября 2018 года). Во всех сериях экспериментов животные были разбиты на группы ( $n = 10$ ): первая – контрольные особи, получавшие дистиллированную воду в эквивалентном объеме; вторая – крысы с моделью иммунного стресса; третья – животные, получавшие на фоне иммунного стресса экстракт Астрала лисьего, содержащего комплекс биологически активных веществ.

Трава Астрала лисьего была собрана на территории Астраханской области в период активного цветения (май, 2020 г.) с последующей сушкой воздушно-теневым способом. Исследуемый экстракт и дистиллированную воду вводили один раз в сутки внутривентрикулярно с помощью зонда в дозе 50 мг/кг в течение 14 дней. Липополисахаридный иммунный стресс (модель ЛПС-индуцированной патологии) формировали путем однократного внутривентрикулярного введения пирогенала – ЛПС, выделенного из микробных клеток *Salmonella typhi* в дозе 100 мкг/кг (производитель – филиал «Медгамал» ФГБУ «Национальный исследовательский центр эпидемиологии и микробиологии им. Н.Ф. Гамалеи», Россия).

Для подтверждения формирования стресс-реакции определяли наличие «стрессорной триады»: исследовали слизистую оболочку желудка с целью выявления эрозивно-язвенных образований, определяли массу надпочечников с последующим расчетом относительного коэффициента их массы (мг/г массы тела), подсчитывали количество эозинофилов на мазках периферической крови, окрашенных по Романовскому – Гимзе, и выражали в процентах от числа лейкоцитов. Состояние слизистой оболочки желудка оценивали после его продольного разреза вдоль большой кривизны и визуального контроля с использованием бинокулярной лупы с 6-кратным увеличением, обращая при этом внимание на складчатость, рельеф слизистой оболочки, наличие язв, эрозий, кровоизлияний.

Изучали интенсивность окислительно-восстановительных процессов в гомогенате гипоталамической области головного мозга, полученной после иссечения тканей переднего и заднего мозга с сохранением вентральной части промежуточного; в качестве объекта исследования гипоталамическая область выбрана с учетом ее роли в регулировании адаптационных механизмов организма в ответ на стресс-реакцию. Спектрофотометрическим методом определяли содержание продуктов, образующих розовый

триметиновый комплекс при взаимодействии с 2-тиобарбитуровой кислотой (ТБК-реактивные продукты, ТБК-РП); регистрировали три показателя – содержание ТБК-РП (нмоль ТБК-РП на 1 г ткани), скорость спонтанного ПОЛ (нмоль ТБК-РП на 1 л за 1 час инкубации с ТБК) и скорость аскорбатзависимого ПОЛ (нмоль МДА на 1 л за 1 час инкубации с ТБК и аскорбиновой кислотой). Оптическую плотность измеряли на спектрофотометре ПЭ-5400В (Россия) при длине волны 532 нм.

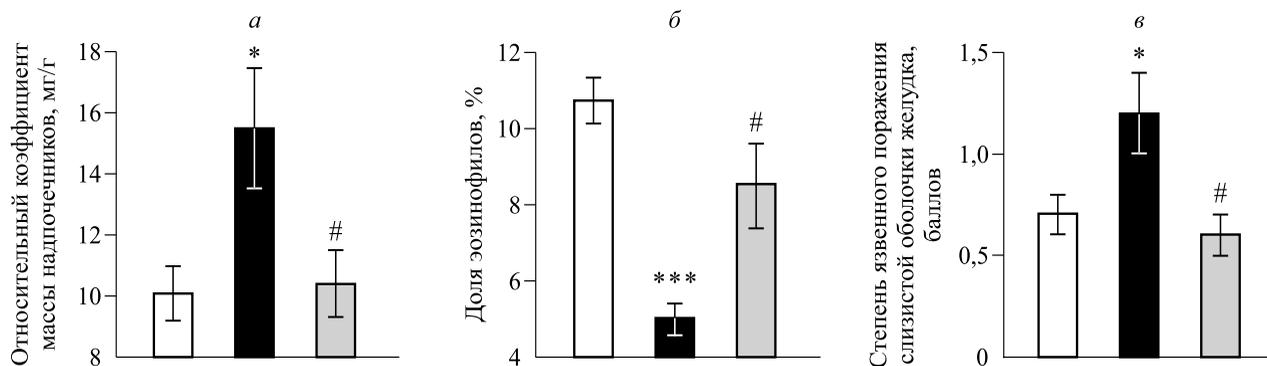
В ткани гипоталамической области головного мозга также измеряли активность антиоксидантного фермента каталазы с применением метода, в основе которого лежит способность фермента расщеплять перекись водорода, образующую с молибдатом аммония стойкий окрашенный комплекс. Оптическую плотность измеряли на спектрофотометре ПЭ-5400В при длине волны 410 нм, результаты представляли в процентах от контроля (пробы без гомогенатов).

Статистическую обработку результатов исследования проводили, вычисляя среднее арифметическое значение ( $M$ ), ошибку среднего арифметического значения ( $m$ ), и представляли в виде  $M \pm m$ . Различия между группами оценивали с помощью критерия Стьюдента с поправкой Бонферрони для множественных сравнений, достоверными считались результаты при  $p < 0,05$ . Связь между различными признаками в исследуемой выборке определялась с помощью корреляционного анализа величиной коэффициента корреляции Спирмена ( $r$ ).

### Результаты и их обсуждение

По результатам исследования у особей, подвергшихся ЛПС-воздействию, было подтверждено формирование стресс-реакции (развитие «стрессорной триады») в виде увеличения массы надпочечников на 53 % (рис. 1, а), снижения числа эозинофилов на 53 % (рис. 1, б) и повышения выраженности язвенного поражения слизистой оболочки желудка на 71 % ( $p < 0,05$ ) по сравнению с контрольными животными (рис. 1, в). Применение экстракта Астрала лисьего на фоне ЛПС-иммунного стресса привело к статистически значимому снижению относительного коэффициента массы надпочечников и степени эрозивно-язвенного поражения слизистой оболочки желудка на 33 и 50 % соответственно (см. рис. 1, а) на фоне повышения доли эозинофилов в периферической крови на 70 % (см. рис. 1, б) по отношению к стрессированным животным.

Изучение влияния иммунного стресса на процессы ПОЛ в гомогенате ткани гипоталамической области показало увеличение уровня ТБК-РП в

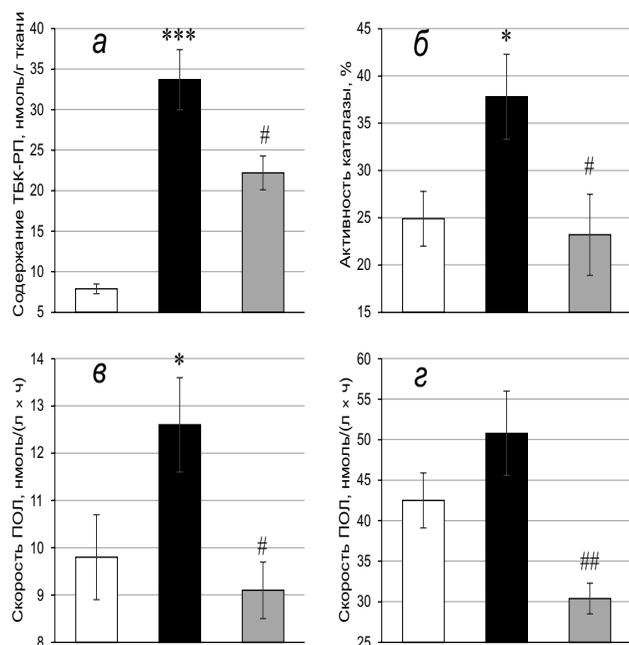


**Рис. 1.** Влияние экстракта травы *Astragalus vulpinus* Willd на показатели «стрессорной триады» в условиях ЛПС-индуцированного иммунного стресса: относительный коэффициент массы надпочечников (а), относительное число эозинофилов (б), степень язвенного поражения слизистой оболочки желудка (в). Белые столбики – контроль, черные столбики – иммунный стресс, серые столбики – иммунный стресс + экстракт астрагала. Обозначены статистически значимые отличия от величин соответствующих показателей группы контроля (\* –  $p < 0,05$ , \*\*\* –  $p < 0,001$ ) и группы иммунного стресса (# –  $p < 0,05$ ).

**Fig. 1.** Effect of *Astragalus vulpinus* Willd herb extract on «stress triad» scores in LPS-induced immune stress setting: relative coefficient of adrenal gland mass, mg/g body weight (a); relative number of eosinophils, % (б); degree of gastric mucosa ulcerative lesion, scores (в). White bars – control, black bars – immune stress, grey bars – immune stress + *Astragalus vulpinus*. Statistically significant differences from the values of the corresponding indicators of the control group (\* –  $p < 0.05$ , \*\*\* –  $p < 0.001$ ) and the immune stress group (# –  $p < 0.05$ ) are designated

3,2 раза (рис. 2, а) и скорости спонтанного ПОЛ на 29 % (рис. 2, в) по сравнению с контрольными животными. На скорость аскорбатзависимого окисления липидов стресс влияния практически не оказал ( $p > 0,05$ ) (рис. 2, з). Введение экстракта Астрагала лисьего стрессированным животным сопровождалось достоверным понижением ин-

тенсивности процессов липидной пероксидации в ткани гипоталамической области по сравнению с крысами второй группы: содержания ТБК-РП на 34 % (см. рис. 2, а), скорости спонтанного и аскорбатзависимого ПОЛ на 28 % (см. рис. 2, в) и более чем на 40 % ( $p < 0,01$ ) соответственно (см. рис. 2, з). Активность каталазы в гомогена-



**Рис. 2.** Влияние экстракта травы *Astragalus vulpinus* Willd на интенсивность процессов свободнорадикального окисления в гипоталамической области крыс в условиях ЛПС-индуцированного иммунного стресса: содержание ТБК-РП (а), активность каталазы (б), скорость спонтанного (в) и аскорбат-зависимого ПОЛ (з). Белые столбики – контроль, черные столбики – иммунный стресс, серые столбики – иммунный стресс + экстракт астрагала. Обозначены статистически значимые отличия от величин соответствующих показателей группы контроля (\* –  $p < 0,05$ , \*\*\* –  $p < 0,001$ ) и группы иммунного стресса (# –  $p < 0,05$ , ## –  $p < 0,01$ )

**Fig. 2.** Effect of *Astragalus vulpinus* Willd herb extract on free radical oxidation activity in hypothalamic region in LPS-induced immune stress setting: TBARS content (a), catalase activity (б), spontaneous (в) and ascorbate-dependent lipid peroxidation rate (з). White bars – control, black bars – immune stress, grey bars – immune stress + *Astragalus vulpinus*. Statistically significant differences from the values of the corresponding indicators of the control group (\* – at  $p < 0.05$ , \*\*\* – at  $p < 0.001$ ) and the immune stress group (# –  $p < 0.05$ , ## –  $p < 0.01$ ) are designated

те ткани гипоталамической области стрессированных животных, статистически значимо возросшая по отношению к контрольным особям (на 40 %), при введении экстракта астрагала в условиях иммунного стресса достоверно уменьшилась относительно группы «стресс» (на 39 %) (см. рис. 2, б). Очевидно, повышение активности каталазы у стрессированных крыс следует рассматривать как проявление компенсаторной стимуляции эндогенной антиоксидантной защиты организма животных в ответ на индуцированное стресс-реакцией повышение интенсивности свободнорадикальных окислительных процессов, а назначение Астрагала лисьего, уменьшающего выраженность последних, отменяет и необходимость увеличения активности каталазы.

Оценка влияния экстракта травы Астрагала лисьего на активность свободнорадикальных окислительных процессов в гипоталамической области на фоне действия ЛПС-индуцированного иммунного стресса показала, что изучаемый экстракт проявляет выраженные стресспротекторные и антиоксидантные свойства, характеризующиеся изменением интенсивности процессов ПОЛ и восстановлением активности каталазы в гомогенате изучаемой структуры головного мозга.

## Заключение

Таким образом, установлено, что иммунный стресс сопровождается активацией процессов свободнорадикального окисления, о чем свидетельствует повышение концентрации продуктов данного процесса и активности фермента антиоксидантной защиты организма – каталазы. Внутривенное введение экстракта Астрагала лисьего оказало выраженное антиоксидантное действие, что подтверждается уменьшением параметров ПОЛ в гомогенате гипоталамической области, а также восстановлением активности каталазы до контрольных значений. Результаты проведенного исследования показали, что стресспротекторное действие экстракта травы Астрагала лисьего определяется регулирующим влиянием на гипоталамическую область головного мозга.

## Список литературы / References

1. Андрианова Е.В., Егорова Е.Н. Оксидативный стресс в патогенезе заболеваний. *Молодежь и медицинская наука*: сб. тр. V Межвуз. науч.-практ. конф. молодых ученых, Тверь, 23 ноября 2017. Тверь: Тверская ГМА, 2018. 30–34.

Andrianova E.V., Egorova E.N. Oxidative stress in the pathogenesis of diseases. *Youth and medical science*: sb. labor. V Inter-University. scientific and prac-

tical. conf. young scientists, Tver, November 23, 2017. Tver: TSMA, 2018. 30–34. [In Russian].

2. Колесникова Л.Р. Стресс-индуцированные изменения жизнедеятельности организма. *Вестн. Смол. гос. мед. акад.* 2018; 17 (4): 30–36.

Kolesnikova L.R. Stress-induced changes in the body's vital activity. *Vestnik Smolenskoj gosudarstvennoj meditsinskoj akademii = Vestnik of the Smolensk State Medical Academy.* 2018; 17 (4): 30–36. [In Russian].

3. Панина Н.О. Нейрогуморальная регуляция стресс-реакций. *Научно-инновационные технологии как фактор устойчивого развития отечественного агропромышленного комплекса*: мат. Национальной науч.-практ. конф., Рязань, 12 декабря 2019. Ч. I. Рязань, 2020. 134.

Panina N.O. Neurogumoral regulation of stress responses. *Scientific and innovative technologies as a factor in the sustainable development of the domestic agro-industrial complex*: mats of the National Scientific and Practical Society. conf., Ryazan, December 12, 2019. Pt. I. Ryazan, 2020. 134. [In Russian].

4. Токарев А.Р. Нейро-цитокиновые механизмы острого стресса (обзор литературы). *Вестн. нов. мед. технол.* 2019; 13 (3): 194–204.

Tokarev A.R. Neuro-cytokine mechanisms of acute stress (literature review). *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy = Journal of New Medical Technologies.* 2019; 13 (3): 194–204. [In Russian].

5. Galluzzi L., Yamazaki T., Kroemer G. Linking cellular stress responses to systemic homeostasis. *Nat. Rev. Mol. Cell Biol.* 2018; 19 (11): 731–745. doi: 10.1038/s41580-018-0068-0

6. Singh A., Kukreti R., Saso L., Kukreti S. Oxidative stress: a key modulator in neurodegenerative diseases. *Molecules.* 2019; 24 (8): 1583. doi: 10.3390/molecules24081583

7. Yaribeygi H., Panahi Y., Sahraei H., Johnston T.P., Sahebkar A. The impact of stress on body function: A review. *EXCLI J.* 2017; 16: 1057–1072. doi: 10.17179/excli2017-480

8. Кузник Б.И., Чалисова Н.И., Цыбиков Н.Н., Линькова Н.С., Давыдов С.О. Стресс, старение и единая гуморальная защитная система организма. Эпигенетические механизмы регуляции. *Успехи физиол. наук.* 2020; 51 (3): 51–68. doi: 10.31857/S030117982002006X

Kuznik B.I., Chalisova N.I., Tsybikov N.N., Linkova N.S., Davydov S.O. Stress, aging and a single humoral protective system of the body. Epigenetic mechanisms of regulation. *Uspekhi fiziologicheskikh nauk = Successes of Physiological Sciences.* 2020; 51 (3): 51–68. [In Russian]. doi: 10.31857/S030117982002006X

9. Лысенко В.И. Оксидативный стресс как неспецифический фактор патогенеза органных повреждений (обзор литературы и собственных исследований). *Мед. неотлож. состояний.* 2020; 16 (1): 24–35. doi: 10.22141/2224-0586.16.1.2020.196926

Lysenko V.I. Oxidative stress as a non-specific factor in the pathogenesis of organ lesions (review of literature and own studies). *Meditsina neotlozhnykh sostoyaniy = Emergency Medicine*. 2020; 16 (1): 24–35. [In Russian]. doi: 10.22141/2224-0586.16.1.2020.196926

10. Новоселова Е.Г., Глушкова О.В., Новоселова Т.В., Хренов М.О., Парфенюк С.Б., Лунин С.М., Смолихина Т.И., Виноградова Е.В. Окислительный стресс и антиоксиданты при патологиях, сопровождаемых иммунодефицитом. *Рецепторы и внутриклеточная сигнализация: сб. ст. Междунар. конф., Пушкино, 22–25 мая 2017*. Пушкино: Fix-Print, 2017. 543–548.

Novoselova E.G., Glushkova O.V., Novoselova T.V., Khrenov M.O., Parfenyuk S.B., Lunin S.M., Smolikhina T.I., Vinogradova E.V. Oxidative stress and antioxidants in pathologies accompanied by immunodeficiency. *Receptors and intracellular signaling: sb. art. International. conf., Pushchino, May 22–25, 2017*. Pushchino: Fix-Print, 2017. 543–548. [In Russian].

11. Прохоренко И.О., Германова В.Н., Сергеев О.С. Стресс и состояние иммунной системы в норме и патологии. Краткий обзор литературы. *Вестн. мед. ин-та «РЕАВИЗ»*. 2017; 1 (25): 82–90.

Prokhorenko I.O., Germanova V.N., Sergeev O.S. Stress and state of the immune system in normal and pathology. A brief review of the literature. *Vestnik meditsinskogo instituta «REAVIZ»: reabilitatsiya, vrach i zdorov'ye = Bulletin of the Medical Institute «REAVIZ»: Rehabilitation, Physician and Health*. 2017; 1 (25): 82–90. [In Russian].

12. Gaschler M.M., Stockwell B.R. Lipid peroxidation in cell death. *Biochem. Biophys. Res. Commun.* 2017; 482 (3): 419–425. doi: 10.1016/j.bbrc.2016.10.086

13. Ходос М.Я., Казаков Я.Е., Видревич М.Б., Брайнина Х.З. Окислительный стресс и его роль в патогенезе. *Вестн. Урал. мед. акад. науки*. 2017; 14 (4): 381–398. doi: 10.22138/2500-0918-2017-14-4-381-398

Khodos M.Ya., Kazakov Ya.E., Vidrevich M.B., Brainina H.Z. Oxidative stress and its role in pathogenesis. *Vestnik Ural'skoy meditsinskoy akademicheskoy nauki = Journal of Ural Medical Academic Science*. 2017; 14 (4): 381–398. [In Russian]. doi: 10.22138/2500-0918-2017-14-4-381-398

14. Фурман Ю.В., Артюшкова Е.Б., Аников А.В. Окислительный стресс и антиоксиданты. *Актуальные проблемы социально-гуманитарного и научно-технического знания*. 2019; 17 (1): 1–3.

Furman Yu.V., Artyushkova E.B., Anikanov A.V. Oxidative stress and antioxidants. *Aktual'nye problemy sotsial'no-gumanitarnogo i nauchno-tekhnicheskogo znaniya = Topical Problems of Social, Humanitarian and Scientific and Technical Knowledge*. 2019; 17 (1): 1–3. [In Russian].

15. Franco R., Vargas M.R. Redox biology in neurological function, dysfunction, and aging. *Antioxid. Redox Signal.* 2018; 28 (18): 1583–1586. doi: 10.1089/ars.2018.7509

16. Panossian A. Understanding adaptogenic activity: specificity of the pharmacological action of adaptogens and other phytochemicals. *Ann. NY Acad. Sci.* 2017; 1401 (1): 49–64. doi: 10.1111/nyas.13399

17. Panossian A., Brendler T. The role of adaptogens in prophylaxis and treatment of viral respiratory infections. *Pharmaceuticals (Basel)*. 2020; 13 (9): 236. doi: 10.3390/ph13090236

18. Ross S.M. Resistance for strength: the role of phytomedicine adaptogens in stress management. *Holist. Nurs. Pract.* 2020; 34 (5): 314–317. doi: 10.1097/HNP.0000000000000408

19. Adesso S., Russo R., Quaroni A., Autore G., Marzocco S. *Astragalus membranaceus* extract attenuates inflammation and oxidative stress in intestinal epithelial cells via NF- $\kappa$ B activation and Nrf2 response. *Int. J. Mol. Sci.* 2018; 19 (3): 800. doi: 10.3390/ijms19030800

#### Сведения об авторах:

**Марина Александровна Самотруева**, д.м.н., проф., ORCID: 0000-0001-5336-4455, e-mail: ms1506@mail.ru  
**Александра Александровна Цибизова**, к.фарм.н., ORCID: 0000-0002-9994-4751, e-mail: sasha3633@yandex.ru  
**Мариям Утежановна Сергалиева**, к.б.н., ORCID: 0000-0002-9630-2913, e-mail: charlina\_ast@mail.ru

#### Information about the authors:

**Marina A. Samotrueva**, doctor of medical sciences, professor, ORCID: 0000-0001-5336-4455, e-mail: ms1506@mail.ru  
**Aleksandra A. Tsibizova**, candidate of pharmaceutical sciences, ORCID: 0000-0002-9994-4751, e-mail: sasha3633@yandex.ru  
**Mariyam U. Sergaliev**, candidate of biological sciences, ORCID: 0000-0002-9630-2913, e-mail: charlina\_ast@mail.ru

Поступила в редакцию 21.06.2021

После доработки 06.09.2021

Принята к публикации 23.09.2021

Received 21.06.2021

Revision received 06.09.2021

Accepted 23.09.2021