

ОРИГИНАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Научная статья

УДК 615.322.272.014

doi: 10.29039/2712-8164-2023-3-39-44

3.3.6. Фармакология, клиническая фармакология
(фармацевтические науки)

ПЕРСПЕКТИВЫ СОЗДАНИЯ ПРОФИЛАКТИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ С АНТИОКСИДАНТНОЙ АКТИВНОСТЬЮ ИЗ РАСТЕНИЙ КАСПИЙСКОГО РЕГИОНА

* Людмила Тимофеевна Сухенко¹, Аделя Равильевна Умерова²

¹Астраханский государственный университет им. В.Н. Татищева, Астрахань, Россия

²Астраханский государственный медицинский университет, Астрахань, Россия

Аннотация. Исследована антиоксидантная активность физико-химическим методом с помощью спектрофотометра экстрактов корня, семян *Glycyrrhiza glabra* L., препарата «экстракт солодки «Глицирфит», содержащих группу флавоноидных соединений, сапонины, терпеноиды, смолы; экстракта плодов *Sophora japonica* L. с содержанием 8 флавоноидов, рутина, кемпферол-3-софорозида, кверцетин-3-рутинозида и генистеин-4-софорабиозида, экстракта околоплодника *Juglans regia* L. с содержанием фенольных кислот, флавоноидов аскорбиновой кислоты (до 3%), дубильных веществ. Оценку антиоксидантной активности проводили методом, основанным на реакции ингибирования ДФПГ. В качестве контрольных служили препараты 5% водно-солевой раствор аскорбиновой кислоты (50 мг/мл) и 10% раствор α -токоферола ацетата (витамина Е) в масле. Наибольшую антиоксидантную активность проявили экстракты плодов *Glycyrrhiza glabra* L., плодов *Sophora japonica* L. и препарат «Глицирфит», где по-нашему мнению, было наибольшее количество антиоксидантных компонентов. Высокую степень ингибирования свободнорадикальных процессов, проявил водный экстракт корня солодки, экстракт околоплодника *Juglans regia* L. Исследования показали низкую АОА растворов лекарственных препаратов аскорбиновой кислоты и витамина Е в этом эксперименте.

Ключевые слова: антиоксидантная активность, лекарственные препараты, фенольные соединения, экстракты растений

Для цитирования: Сухенко Л. Т., Умерова А. Р. Перспективы создания профилактических препаратов с антиоксидантной активностью из растений Каспийского региона // Прикаспийский вестник медицины и фармации. 2023. Т. 4, № 3. С. 39–44. doi: 10.29039/2712-8164-2023-3-39-44.

ORIGINAL INVESTIGATIONS

Original article

PROSPECTS FOR CREATION OF PREVENTIVE DRUGS WITH ANTIOXIDANT ACTIVITY FROM PLANTS OF THE CASPIAN REGION

Lyudmila T. Sukhenko¹, Adela R. Umerova²

¹Astrakhan State University named after V.N. Tatishchev, Astrakhan, Russia

²Astrakhan State Medical University, Astrakhan, Russia

Abstract. The antioxidant activity of root extracts and seeds of *Glycyrrhiza glabra* L. was studied using a physicochemical method using a spectrophotometer; preparation "licorice extract "Glycirfite", containing a group of flavonoid compounds, saponins, terpenoids, resins; *Sophora japonica* L. fruit extract containing 8 flavonoids, rutin, kaempferol-3-sophoroside, quercetin-3-rutinoside and genistein-4-sophorabioside, *Juglans regia* L. pericarp extract containing phenolic acids, ascorbic acid flavonoids (up to 3%), tannins. Antioxidant activity was assessed using a method based on the DPPH inhibition reaction. The control drugs were a 5%

* © Сухенко Л.Т., Умерова А.Р., 2023

aqueous-salt solution of ascorbic acid (50 mg/ml) and a 10% solution of α -tocopherol acetate (vitamin E) in oil. The greatest antioxidant activity was demonstrated by extracts of the fruits of *Glycyrrhiza glabra*, the fruits of *Sophora japonica* and the drug "GLYCIRFITE", which, in our opinion, contained the largest amount of antioxidant components. A high degree of inhibition of free radical processes was demonstrated by an aqueous extract of licorice root and an extract of the pericarp *Juglans regia*. Studies have shown low AOA of ascorbic acid and vitamin E drug solutions in this experiment.

Key words: antioxidant activity, drugs, phenolic compounds, plant extracts

For citation: Sukhenko L. T., Umerova A. R. Prospects for creation of preventive drugs with antioxidant

a

c

t

i

В настоящее время особый интерес вызывают препараты из лекарственных растений. Широкий спектр воздействия от молекулярного до уровня организма, отсутствие аллергических и токсических реакций и других осложнений при длительном применении снискали им большую популярность. Наиболее значимое из них глицирризиновая кислота, которая является агликоном, многие группы флавоноидных соединений, сапонины, терпеноиды, смолы, углеводные соединения, белки, в том числе лектиновые белки, обладающие абсорбционными свойствами антител [1]. Многие из этих веществ содержатся в препарате «экстракт солодки Глицирфит», состоящим из корней и корневищ солодки голой *Glycyrrhiza glabra* L. и оказывают иммуностимулирующее действие на активность перитонеальных макрофагов периферической крови [2].

m

Многочисленные площади полей солодки имеются в Прикаспийском регионе, в том числе на территории Астраханской области России. Прикаспийский регион характеризуется высокими летними температурами. Большую часть региона занимают аллювиальные дельтовые почвы, особенностью которых является слоистость почвенного профиля и наличие обогащенных плодородных аллювиальных отложений. Это идеальное место для распространения и выращивания солодки как сельскохозяйственной культуры, а климатические характеристики, такие как высокая годовая инсоляция и температура, позволяют накапливать высокие уровни биологически активных веществ в корнях и надземной части солодки [3].

Одним из наиболее известных в клинической практике соединений являются антиоксиданты, которые также применяются для увеличения сроков хранения пищевых продуктов. В основе их действия лежит ингибирование реакций окисления пищевых компонентов [4]. Известно, что антирадикальная активность многих препаратов заключается в наличии в их составе фенольных групп соединений. Некоторые фенольные соединения относятся к донаторам протонов, среди них азотсодержащие гетероциклические вещества, тиолы, α , β -диенолы и порфирины, флавоноиды [5]. Ряд антиоксидантов фенольного типа (например, часть флавоноидов) могут выступать в роли комплексообразователей и способны хелатировать катионы металлов [6]. Считается, что прооксидантные свойства фенольных соединений зависят от их концентрации, выраженности и времени протекания процессов [7], присутствия в среде катионов металлов, имеющих переходную валентность (железо, медь, марганец и др.) [8]. Кроме того, фенолы проявляют антиоксидантное действие путем взаимодействия с перокси- и алкокси-радикалами, которые образуются в процессе перекисного окисления липидов за счет легкоподвижного атома водорода, имеющегося в одной или нескольких фенольных группах молекулы с антиоксидантной активностью. В многочисленной литературе описаны основные представители фенолов, к которым относятся токоферолы [8], ионол, пробукол, производные фенолов и нафтолов, флавоноиды [9], катехины, фенолкарбоновые кислоты, эстрогены, лазароиды [8, 9].

г

Наиболее часто применяемыми антирадикальными препаратами в терапевтической практике оказались аскорбиновая кислота (витамин С) и альфа-токоферола ацетат (витамин Е). В связи с этим целью работы оказалось изучить состав антиоксидантов в некоторых растениях Каспийского региона и определить перспективы создания на их основе профилактических препаратов с антиоксидантной активностью.

n

Материалы и методы исследования. В данной работе изучена антиоксидантная активность компонентов препарата Глицирфит из корней солодки голой Каспийского региона и возможность использования препарата в качестве антиоксидантного средства в профилактике многих клинических состояний. Определяли антиоксидантную активность веществ, экстрагированных из корней солодки голой Каспийского региона методом радикального захвата.

s

С помощью спектрофотометра, физико-химическим методом проведены исследования сравнительной антиоксидантной активности лекарственных препаратов аскорбиновой кислоты (витамин С)

i

a

40

J

o

u

и альфа-токоферола ацетата (витамин Е); препарата из корня солодки голой *Glycyrrhiza glabra* L. «экстракт солодки «Глицирфит», сертифицированного как пищевая добавка и экстрактов плодов софоры японской *Sophora japonica* L., в которых, в период созревания содержится 8 флавоноидов, рутин, кемпферол-3-софорозид, кверцетин-3-рутинозид и генистеин-4-софорабиозид; экстракта околоплодника ореха грецкого *Juglans regia* L., который содержит α - и β -гидрокси-глюконы, фенолические кислоты, диарилгептаноид, флавоноиды, фенилэтаноиды, аскорбиновую кислоту (до 3 %), дубильные вещества [9].

Оценку антиоксидантной активности (АОА) проводили методом, основанным на реакции ДФПГ (2,2 – дифенил-1-пикрилгидразил ($C_{18}H_{12}N_5O_6$, $M = 394,33$) на цифровом фотоэлектроколориметре «АР-101» («Arel Inc.», Япония) при длине волны 510 нм [10, 11]. Для сравнения антиоксидантной активности был проведен анализ лекарственных препаратов: 5 % водно-солевой раствор аскорбиновой кислоты (50 мг/мл) («Борисовский завод медицинских препаратов», Республика Беларусь) и раствор α -токоферола ацетата (витамина Е) 10% в масле Р 73.941.27 («Фармацевтическая фабрика Санкт-Петербурга», Россия) [12]. Каждый опыт был повторен три раза, доверительный интервал вычисляли статистическими методами с использованием коэффициента Стьюдента (доверительная вероятность 0,95).

Определение степени радикального захвата $P \% = [(H_0 - H_{AOX}) / H_0] \times 100 \%$, где H_0 и H_{AOX} – высота фотометрического сигнала в отсутствии и присутствии антиоксиданта, соответственно. Определение антиоксидантной активности $AA \% = [1 - (A_i - A_j) / A_c] \times 100 \%$, Определение антиоксидантной активности $AOA = D_{kk} - D_{оп} / D_k$; где D_k , $D_{оп}$ – оптическая плотность в контрольном и опытных образцах [10].

Результаты исследования и их обсуждение. Получили результаты антиоксидантной активности экстрактивных компонентов водно-этаноловых экстрактов околоплодника ореха грецкого, экстракта плодов Софоры, экстракта плодов Солодки, водного экстракта корня Солодки голой Каспийского региона, препарата «экстракт солодки ГЛИЦИРФИТ», в сравнении с показателями альфа-токоферола ацетата (Вит Е), аскорбиновой кислоты (Вит С) - известными антиоксидантами. Результаты антиоксидантной активности экстрактов некоторых растений и известных лекарственных препаратов помещены в таблицу.

Таблица. Результаты антиоксидантной активности растительных экстрактов и известных лекарственных препаратов
Table. Results of antioxidant activity of plant extracts and known drugs

№ п/п	Образец (объем 50 мкг/мл)	Антиоксидантная активность AA %	Степень ингибирования Т %	Антиоксидантная активность АОА
1	Экстракт околоплодника ореха	34,49	48,06	0,306
2	Препарат Глицирфит	65,52	49,09	0,479
3	Водный экстракт корня солодки	33,71	47,28	0,381
4	Экстракт плодов софоры	43,82	57,39	0,404
5	Экстракт плодов солодки	127,31	140,88	0,605
6	Витамин Е	18,65	37,73	0,045
7	Аскорбиновая кислота	21,0	26,6	0,030

Сравнительные показатели антиоксидантной активности изучаемых экстрактов и известных препаратов с антиоксидантными свойствами, то есть их антиокислительная способность отражены в виде средних значений оптической плотности (А) и степени ингибирования ДФПГ исследуемыми экстрактами (%), а также антиоксидантная активность образцов в средних единицах (АОА) и в процентном соотношении (AA %). Как видно из таблицы, наибольшую способность к антиокислительной деятельности проявили экстракты плодов солодки голой (127,31 %; 140,88 %; 0,605), экстракт плодов софоры японской *Sophora japonica* L., (43,82 %; 57,39 %; 0,404) и препарат Глицирфит из корня солодки голой (65,52 %; 49,09 %; 0,479), где, по нашему мнению, было наибольшее количество антиоксидантных компонентов. Высокую степень ингибирования свободнорадикальных процессов, также, как и в случае с АОА, проявил водный экстракт корня солодки (33,71 %; 47,28 %; 0,381), экстракт кожуры ореха (34,49 %; 48,06 %; 0,306). Однако проведенные исследования показали низкую АОА и степень ингибирования растворов лекарственных препаратов аскорбиновой кислоты (21,0 %; 26,6 %; 0,030) и витамина Е (18,65 %; 37,73 %; 0,045), которые были взяты для сравнения. По литературным данным известно, что они обладают выраженной антиоксидантной активностью [13, 14]. Однако проведенные исследования по-

казали более низкую антиоксидантную активность по сравнению с водно-спиртовыми экстрактами некоторых лекарственных растений. Это можно объяснить тем, что препараты лекарственного назначения имеют низкую концентрацию активного вещества (в 1 мл водно-солевого раствора содержится 50 мг аскорбиновой кислоты, а в масляном растворе α -токоферола (витамина Е) содержится 10 % активного вещества [15]).

Согласно известным литературным данным, основными антиоксидантами являются флавоноидные соединения. Так, в корне солодки голой содержится около 30 флавоноидов (ликвиритин, глаброзид, кверцетин и т.д.), плоды софоры содержат до 30 % рутина, кверцетина 18,5–27,5 мг%, фенолкарбоновые кислоты: хлорогеновая кислота – 80,5–89,2 мг%, кофейная кислота – 0,4–0,8 мг%, галловая кислота 1,7–2,5 мг%, флавоны япониказины и другие соединения [11, 14, 16]. Плоды и околоплодник ореха грецкого содержат феноловые вещества, рутин – 3390,7–4273,2 мг%, кверцетин, катехины и другие соединения [14].

Все это свидетельствует о перспективном использовании водно-этаноловых экстрактов растений и препарата «экстракт солодки Глицирфит» из корня солодки в качестве антиоксидантных препаратов неферментативной природы с фармакотерапевтическими свойствами, к которым как известно, относятся витамины А, С, Е, каротиноиды, полифенолы (флавоноиды) и их синтетические аналоги – низкомолекулярные соединения (убихинон, глутатион), микроэлементы (селен) и другие. Применение в различных областях практической медицины этих препаратов растительного происхождения требует дальнейшего изучения [17].

Полученные результаты можно будет квалифицировать как научно-обоснованные теоретические и практические решения, обладающие новизной и полезностью, внедрение которых внесут значительный вклад в науку и практику. Как известно, 67 % грецкого ореха составляют скорлупа и околоплодник, побочные продукты низкой ценности богатые фенольными соединениями. Фенольные соединения, извлеченные из скорлупы грецкого ореха, являются потенциально хорошими природными источниками антиоксидантов для пищевой и фармацевтической промышленности [17, 18].

Как видно, препарат из корней солодки «экстракт солодки Глицирфит» превосходит по показателям антиоксидантной активности известный антиоксидант витамин Е. Так, представленные в данной работе результаты, показали возможность использовать препараты из корня солодки голой Каспийского региона в качестве новых профилактических растительных средств.

Раскрытие информации. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Disclosure. The authors declare that they have no competing interests.

Вклад авторов. Авторы декларируют соответствие своего авторства международным критериям ICMJE. Все авторы в равной степени участвовали в подготовке публикации: разработка концепции статьи, получение и анализ фактических данных, написание и редактирование текста статьи, проверка и утверждение текста статьи.

Authors' contribution. The authors declare the compliance of their authorship according to the international ICMJE criteria. All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

Источник финансирования. Авторы декларируют отсутствие внешнего финансирования для проведения исследования и публикации статьи.

Funding source. The authors declare that there is no external funding for the exploration and analysis work.

Список источников

1. Маслов А. К., Назарова Г. Н., Сухенко Л. Т. Влияние экстракта из корня солодки на функциональную активность перитонеальных макрофагов мышей, зараженных внутрибрюшинно микробактериями туберкулеза // Вестник новых медицинских технологий, 2008, Т. 15. № 4. С. 212–213.
2. Sukhenko L., Zeitar E., Fedotova A., Egorov M. Prospects of naked licorice cultivation in the caspian region for the creation of foam licorice baths (based on the drug glytsrfit) // Dela Press Conference Series: Medical Sciences. 2022. Vol. 001, 003. P. 1–7. doi: 10.56199/dpcsms.bjse2063.
3. Акжанов Н. Экстракт из скорлупы грецкого ореха как биологически активная добавка к пище // Инновационные процессы в пищевых технологиях: наука и практика // Инновационные процессы в пищевых технологиях: наука и практика : мат-лы III Международной научно-практической конференции (16-17 февраля 2023, Москва) / под ред. Мелешкиной Е.П. М.: Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова, 2023. С. 6–11.
4. Зайцев В. Г., Островский О. В., Закревский В. И. Связь между химическим строением и мишенью действия как основа классификации антиоксидантов прямого действия // Экспериментальная и клиническая фармакология. 2003. Т. 66, № 4. С. 66–70.

5. Белоусова М. А., Корсакова Е. А., Городецкая Е. А., Каленикова Е. И., Медведев О. С. Новые антиоксиданты как нейропротекторы при ишемических повреждениях головного мозга и нейродегенеративных заболеваниях // Экспериментальная и клиническая фармакология 2014. Т. 77, № 11. С. 36–44.
6. Ohshima H., Yoshie Y., Auriol S., Gilibert I. Antioxidant and prooxidant actions of flavonoids: effects on DNA damage induced by nitric oxide, peroxynitrite and nitroxyl anion. *Free Radical Biol. Med.* 1998. Vol. 25, no. 9. P. 1057–1065.
7. *Lipid-Soluble Antioxidants: Biochemistry and Clinical Applications* / eds. Ong A. S. H., Packer L. Basel; Boston: Birkhauser Verlag, 1992. 642 p.
8. Бурлакова Е. Б., Крашаков С. А., Храпова Н. Г. Роль токоферолов в пероксидном окислении липидов биомембран // Биологические мембраны. 1998. Т. 15, № 2. С. 161–167.
9. Ohshima H., Yoshie Y., Auriol S., Gilibert I. Antioxidant and prooxidant actions of flavonoids: effects on DNA damage induced by nitric oxide, peroxynitrite and nitroxyl anion. *Free Radical Biol. Med.* 1998. Vol. 25, no. 9. P. 1057–1065.
10. Хасанов В. В., Ръжова Г. Л., Мальцева Е. В. Методы исследования антиоксидантов // Химия растительного сырья. 2004. № 3. С. 63–75.
11. Fabris S., Bertelle M., Astafyeva O., Gregoris E., Zangrando R., Gambaro A., Lima G., Stevanato R. Antioxidant properties and chemical composition relationship of Europeans and Brazilians propolis // *Pharmacology & Pharmacy*. 2013. Vol. 4, no. 1. P. 46–51. doi:10.4236/pp.2013.41006.
12. Шахмарданова С. А., Гулевская О. Н., Селецкая В. В., Зеленская А. В., Хананашвили Я. А., Нефедов Д. А., Галенко-Ярошевский П. А. Антиоксиданты: классификация, фармакотерапевтические свойства, использование в практической медицине // Журнал фундаментальной медицины и биологии. 2016. № 3. С. 4–15.
13. Mao S. J. T., Yates M. T., Jackson R. L. Antioxidant activity and serum levels of probucol and probucal metabolites. *Methods Enzymol.* 1994. Vol. 234. С. 505–513.
14. Барабой В. А. Биологическое действие растительных фенольных соединений. Киев: Наукова думка АН УССР, 1976. 23 с.
15. Gordon M. H., Roedig-Penman A. Antioxidant activity of quercetin and myricetin in liposomes // *Chem. Phys. Lipids*. 1998. Vol. 97, no. 1. С. 79–85.
16. Новиков В. Е., Левченкова О. С. Новые направления поиска лекарственных средств с антигипоксической активностью и мишени их действия // Экспериментальная и клиническая фармакология. 2013. Т. 76, № 5. P. 37–47.
17. Бурлакова Е. Б., Крашаков С. А., Храпова Н. Г. Роль токоферолов в пероксидном окислении липидов биомембран // Биологические мембраны. 1998. Т. 15, № 2. С. 137–167.
18. Астафьева О. В., Сухенко Л. Т., Егоров М. А. Исследование противомикробной и антиоксидантной активности экстракта девясила британского (*Inula britannica* L.). Молекулярно-генетические и фармакологические аспекты изучения ценных биологически активных компонентов: мат-лы. Всероссийской научной конференции (24–25 апреля 2014, Астрахань). Астрахань: Издатель Сорокин Р.В., 2014. С. 67–70.

References

1. Maslov A. K., Nazarova G.N. Sukhenko L.T. The effect of licorice root extract on the functional activity of peritoneal macrophages of mice infected with intraperitoneal microbacterium tuberculosis of the liver. *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy = Bulletin of New Medical Technologies*. 2008; 15 (4): 212–213. (In Russ.).
2. Sukhenko L., Zeitar E., Fedotova A., Egorov M. Prospects of naked licorice cultivation in the caspian region for the creation of foam licorice baths (based on the drug glytserfit). *Dela Press Conference Series: Medical Sciences 2022*; 001, 003: 1–7. doi: 10.56199/dpsms.bjse2063.
3. Akzhanov N. Walnut shell extract as a biologically active food additive innovative processes in food technologies: science and practice: Materials of the III International Scientific and Practical Conference “Innovative processes in food technologies: science and practice”. Moscow, 16–17 February 2023. Moscow: Federal Scientific Center for Food Systems named after. V.M. Gorbatova; 2023: 6–11. (In Russ.).
4. Zaitsev V. G., Ostrovsky O. V., Zakrevsky V. I. The relationship between the chemical structure and the target of action as the basis for the classification of direct-acting antioxidants. *Ekspierimental'naya i klinicheskaya farmakologiya = Experimental and clinical pharmacology*. 2003; 66 (4): 66–70. (In Russ.).
5. Belousova M.A., Korsakova E.A., Gorodetskaya E.A., Kalenikova E.I., Medvedev O.S. New antioxidants as neuroprotectors in ischemic brain damage and neurodegenerative diseases. *Ekspierimental'naya i klinicheskaya farmakologiya = Experimental and clinical pharmacology*. 2014; 77 (11): 36–44. (In Russ.).
6. Ohshima H., Yoshie Y., Auriol S., Gilibert I. Antioxidant and prooxidant actions of flavonoids: effects on DNA damage induced by nitric oxide, peroxynitrite and nitroxyl anion. *Free Radical Biol. Med.* 1998; 25 (9): 1057–1065.
7. Ong A. S. H., Packer L., eds. *Lipid-Soluble Antioxidants: Biochemistry and Clinical Applications*. Basel; Boston: Birkhauser Verlag; 1992. 642 p.
8. Burlakova E. B., Krashakov S. A., Khrapova N. G. The role of tocopherols in the peroxide oxidation of biomembrane lipids. *Biologicheskie membrany = Biological membranes*. 1998; 15 (2): 161–167. (In Russ.).

9. Ohshima H., Yoshie Y., Auriol S., Gilibert I. Antioxidant and prooxidant actions of flavonoids: effects on DNA damage induced by nitric oxide, peroxynitrite and nitroxyl anion. *Free Radical Biol. Med.* 1998; 25 (9): 1057–1065.
10. Khasanov V. V., Ryzhova G. L., Maltseva E. V. Methods of research of antioxidants. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya = Chemistry of plant raw materials*; 2004. (3): 63–75. (In Russ.).
11. Fabris S., Bertelle M., Astafyeva O., Gregoris E., Zangrando R., Gambaro A., Lima G., Stevanato R. Antioxidant properties and chemical composition relationship of Europeans and Brazilians propolis. *Pharmacology & Pharmacy*. 2013; 4 (1): 46–51. doi: 10.4236/pp.2013. 41006.
12. Shakhmardanova S. A., Gulevskaya O. N., Seletskaya V. V., Zelenskaya A. V., Khananashvili Ya. A., Nefedov D. A., Galenko-Yaroshevsky P. A. Antioxidants: classification, pharmacotherapeutic properties, use in practical medicine. *Zhurnal fundamental'noy meditsiny i biologii = Journal of Fundamental Medicine and Biology*. 2016; (3): 4–15. (In Russ.).
13. Mao S. J. T., Yates M. T., Jackson R. L. Antioxidant activity and serum levels of probucol and probucal metabolites. *Methods Enzymol.* 1994; 234: 505–513.
14. Baraboy V. A. Biological effect of plant phenolic compounds. Kiev: Naukova Dumka of the Academy of Sciences of the Ukrainian SSR; 1976. 23 p. (In Russ.).
15. Gordon M. H., Roedig-Penman A. Antioxidant activity of quercetin and myricetin in liposomes. *Chem. Phys. Lipids*. 1998; 97 (1): 79–85.
16. Novikov V. E., Levchenkova O. S. New directions in the search for drugs with antihypoxic activity and the targets of their action. *Eksperimental'naya i klinicheskaya farmakologiya = Experimental and clinical pharmacology*. 2013; 76 (5): 37–47. (In Russ.).
17. Burlakova E. B., Krashakov S. A., Khrapova N. G. The role of tocopherols in the peroxide oxidation of biomembrane lipids. *Biologicheskie membrany = Biological membranes*. 1998; 15 (2): 137–167. (In Russ.).
18. Astafyeva O. V., Sukhenko L. T., Egorov M. A. Investigation of antimicrobial and antioxidant activity of the extract of British elecampane (*Inula britannica* L.). Materials of the All-Russian Scientific Conference “Molecular genetic and pharmacological aspects of the study of valuable biologically active components”. Astrakhan, 24–25 April 2014. Astrakhan: Publisher Sorokin R.V.; 2014: 67–70. (In Russ.).

Информация об авторах

Л.Т. Сухенко, доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры биотехнологии, зоологии и аквакультуры, Астраханский государственный университет им. В.Н. Татищева, Астрахань, Россия, e-mail: sukhenko@list.ru.

А.Р. Умерова, доктор медицинских наук, заведующая кафедрой клинической фармакологии, Астраханский государственный медицинский университет, Астрахань, Россия, e-mail: arumerova@gmail.com.

Information about the authors

L.T. Sukhenko, Dr. Sci. (Biol.), Professor, Professor of Department, Astrakhan State University named after V.N. Tatishchev, Astrakhan, Russia, e-mail: sukhenko@list.ru.

A.R. Umerova, Dr. Sci. (Med.), Head of Department, Astrakhan, Russia, e-mail: arumerova@gmail.com.*

* Статья поступила в редакцию 29.09.2023; одобрена после рецензирования 29.09.2023; принята к публикации 03.10.2023.

The article was submitted 29.09.2023; approved after reviewing 29.09.2023; accepted for publication 03.10.2023.