

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ EXPERIMENTAL RESEARCHES

DOI: 10.29413/ABS.2018-3.2.17

УДК 616-092.9:615.322

Алексеева Э.А.¹, Димитров О.Г.², Шантанова Л.Н.², Муруев Б.А.², Торопова А.А.²

ВЛИЯНИЕ МНОГОКОМПОНЕНТНОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СРЕДСТВА НА ФИЗИЧЕСКУЮ ВЫНОСЛИВОСТЬ В ТЕСТЕ ВЫНУЖДЕННОГО ПЛАВАНИЯ

¹ ФГБОУ ВО «Бурятский государственный университет»
(670000, г. Улан-Удэ, ул. Смолина, 24-а, Россия)

² ФГБУН «Институт общей и экспериментальной биологии» СО РАН
(670047, г. Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, 6, Россия)

В опытах на лабораторных животных проведена оценка влияния многокомпонентного растительного средства с условным названием «тетрафитон» на физическую выносливость в тесте вынужденного плавания. «Тетрафитон» представляет собой сухой экстракт, полученный из четырёх видов растительного сырья: корневищ *Inula helenium* L., *Zingiber officinale* Roscoe, плодов *Elletaria cardamomum* (L.) Maton. и побегов *Caragana spinosa* (L.). Курсовое профилактическое введение «тетрафитона» в дозе 100 мг/кг в течение 7 дней оказывает выраженное адаптогенное действие, повышая общую физическую выносливость на фоне интенсивной физической нагрузки на 73 % ($p \leq 0,05$). Показано, что повышение физической работоспособности крыс опытной группы обусловлено увеличением эффективности системы энергообеспечения в скелетных мышцах и миокарде: статистически значимым увеличением содержания макроэргических соединений (на 13 % и в 2,5 раза); снижением содержания лактата и пирувата (на 33 % и 30 % соответственно; $p \leq 0,05$); повышением содержания гликогена в печени на 23 % и уровня глюкозы крови на 19 %. Увеличение активности каталазы, супероксиддисмутазы и уровня восстановленного глутатиона (на 5 %, 19 % и 79 % соответственно; $p \leq 0,05$) свидетельствует о повышении мощности антиокислительной защиты организма и обуславливает цитопротекторное действие тетрафитона, подтверждаемое снижением ферментемии – лактатдегидрогеназы и креатинфосфокиназы (на 49 % и 43 % соответственно; $p \leq 0,05$). Молекулярно-клеточные механизмы актопротекторного действия испытуемого фитоадаптогена обусловлены ингибированием процессов свободнорадикального окисления мембран клеток и значительным повышением мощности эндогенной антиоксидантной ферментной системы, способствующей сохранению целостности скелетных мышц и миокарда, что обусловлено присутствием в химическом составе средства соединений фенольной природы, обладающих прямым антирадикальным действием и повышающих мощность эндогенной антиоксидантной системы.

Ключевые слова: многокомпонентное растительное средство, актопротекторная активность, тетрафитон, крысы, антиоксиданты

INFLUENCE OF A MULTICOMPONENT PLANT SUBSTANCE ON PHYSICAL ENDURANCE IN THE FORCED SWIMMING TEST

Alekseeva E.A.¹, Dimitrov O.G.², Shantanova L.N.², Muruev B.A.², Toropova A.A.²

¹ Buryat State University
(ul. Smolina 24a, Ulan-Ude 670000, Russian Federation)

² Institute of General and Experimental Biology SB RAS
(ul. Sakhyanovoy 6, Ulan-Ude 670047, Russian Federation)

The effect of preventive administration of the complex phytopreparation "tetraphyton" has been studied in experiments on rats. Tetraphyton developed on the base of Tibetan formula is the dry extract derived from species of plant material: roots of *Inula helenium* L., roots of *Zingiber officinale* Roscoe, fruits of *Elletaria cardamomum* (L.) Maton, offshoots of *Caragana spinosa* (L.) Wall. ex Hornem., characterized for the content of phenolic compounds, flavonoids, terpenoids. The preventive course introduction of tetraphyton in a dose 100 mg/kg for 7 days before experiment increases the potential for physical performance, increasing overall physical endurance against a background of intense physical exertion by 73 % ($p \leq 0,05$), prevents fatigue. It is shown that increase in the physical performance of rats in the experimental group is due to increase in the efficiency of the energy supply system in skeletal muscles and myocardium: a significant increase in the content of ATP (by 13 % and 2.5 times); decrease in lactate and pyruvate content (by 33 and 30 %; $p \leq 0,05$); increased glycogen content in the liver by 23 %, blood glucose by 19 %. The increase in catalase, SOD, and GSH levels (5 %, 19 %, 79 %; $p \leq 0,05$) indicates an increase in the power of the antioxidant defense of the organism and causes the cytoprotective effect of tetraphyton, confirmed by a decrease in fermentemia (lactate dehydrogenase, kreatinphosphokinase – 49 % and 43 %; $p \leq 0,05$). The main molecular-cellular mechanisms of the actoprotective action of the phytoadaptogen is the inhibition of the lipid peroxidation of cell membranes and a significant increase in the capacity of the endogenous antioxidant enzyme system that promotes the preservation of the integrity of skeletal muscles and the myocardium. This is due to the presence of phenolic compounds in the chemical composition that have direct antiradical action and increase the power endogenous antioxidant system.

Key words: phytopreparation, actoprotective activity, tetraphyton, rats, antioxidants

Проблема повышения физической работоспособности, возможности выполнения организмом недостижимой по своей интенсивности физической работы с давних времён привлекает внимание исследователей и в настоящее время является одной из актуальных проблем биологии и медицины. Многовековой опыт традиционных медицинских систем свидетельствует о том, что многокомпонентные растительные препараты проявляют более выраженную эффективность, по сравнению с очищенными, узконаправленного действия биологически активными веществами, оказывают влияние на регулирующие гомеостатические системы всех уровней организации, в отличие от традиционных стимуляторов, не вызывают зависимости, устойчивости, психотических расстройств при длительном использовании [7]. Ранее проведёнными фармакологическими исследованиями установлена выраженная актопротекторная активность фитомикса с условным названием «кардекаим» на основе сырья четырёх видов растений: корневищ *Inula helenium* L., *Zingiber officinale* Roscoe, плодов *Elletaria cardamomum* (L.) Maton., побегов *Caragana jubata*, – превосходящая по действию препараты элеутерококка и женьшеня [9]. В настоящее время в ИОЭБ СО РАН разработан новый состав данного средства, условно названный «тетрафитон». Отличительной особенностью является то, что в его составе произведена замена побегов *Caragana jubata*, имеющей ограниченный ареал распространения в пределах России и включённой в Красные книги Бурятии, Иркутской области и Забайкальского края, на побеги *Caragana spinosa*, сырьевые запасы которой позволяют рассматривать её в качестве доступного лекарственного сырья с возможностью промышленных заготовок.

Целью работы являлось определение влияния многокомпонентного растительного средства «тетрафитон» на физическую выносливость белых крыс в условиях предельных нагрузок.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

«Тетрафитон» – сухой экстракт, полученный из корневищ *Inula helenium* L., *Zingiber officinale* Roscoe, плодов *Elletaria cardamomum* (L.) Maton., побегов *Caragana spinosa* (L.). Технология получения сухого экстракта включает трёхкратную экстракцию фитомикса с предварительной ультразвуковой обработкой смеси, концентрирование, вакуумную сушку и дополнительное введение в готовый сухой экстракт эфирного масла. Исследование химического состава сухого экстракта с применением УФ-спектроскопии, высокоэффективной тонкослойной хроматографии (ВЭТСХ), высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) и газовой хроматографии/масс-спектрометрии (ГХ/МС) выявило присутствие олигофруктанов, полисахаридов, флавоноидов, фенолпропаноидов, фенилалканолов, моно- и сесквитерпенов. Доминирующими группами БАВ являются фенольные соединения и летучие терпеноиды. Общее содержание фенольных соединений в фитомиксе составляет 1,51 %, флавоноидов – 0,56 %. В составе фенольных соединений установлено наличие пред-

ставителей фенолпропаноидов, флавоноидов и арилгептаноидов. Стандартизацию сухого экстракта проводят методом ВЭЖХ с ультрафиолетовым детектированием (ВЭЖХ-УФ) по содержанию рутина, нарцисина, [6]- и [8]-шогаолов.

Эксперименты выполнены на крысах-самцах линии Wistar массой 180–220 г согласно Правилам надлежащей лабораторной практики евразийского экономического союза (GLP) и Приказу МЗ РФ № 708Н от 23.08.2010 г. «Об утверждении Правил лабораторной практики». Дизайн исследования согласован с этической комиссией ИОЭБ СО РАН (Протокол № 1 от 15.01.2016). Животные опытной группы перорально получали сухой экстракт тетрафитона, разведённый в воде (100 мг/кг в течение 7 дней, 1 раз в сутки, утром до кормления), последнее введение осуществляли за 1 час до окончания эксперимента. Животные референтной группы получали экстракт левзеи сафлоровидной в объёме 5 мл/кг по аналогичной схеме. Животным контрольной группы вводили кипячёную воду. Общую физическую выносливость определяли в тесте вынужденного плавания, учитывали продолжительность нахождения животного над водой. Момент погружения животного под воду более 10 с считали окончанием эксперимента [3]. После этого крыс декапитировали под лёгким эфирным наркозом. В гомогенате скелетной мышцы, миокарда определяли содержание АТФ [2], молочной (МК) и пировиноградной (ПВК) кислот; в гомогенате печени определяли содержание гликогена по методу S. Seifter [4]; в сыворотке крови измеряли активность лактатдегидрогеназы (ЛДГ), креатинфосфокиназы (КФК), содержание глюкозы, холестерина, триглицеридов, липопротеинов низкой плотности (ЛПНП), липопротеинов высокой плотности (ЛПВП), общего белка на анализаторе SAPPHIRE 400. Интенсивность процессов перекисного окисления липидов (ПОЛ) оценивали по содержанию малонового диальдегида (МДА) в сыворотке крови [8]. Для определения активности антиоксидантной системы измеряли каталазную и супероксиддисмутазную активность крови [5] и содержание восстановленного глутатиона (ВГ) [10]. Определение статистической значимости различий двух выборок проводили с использованием U-критерия Манна – Уитни.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Крысы, получавшие «тетрафитон» в дозе 100 мг/кг в течение 7 дней, при попадании в воду начинали активно двигаться, практически без периодов зависания, продолжительность плавания у них в среднем оказалась на 73 % больше, чем у контрольных крыс ($p \leq 0,05$).

Увеличение продолжительности плавания у крыс опытной группы детерминировано статистически значимым увеличением содержания макроэргических соединений (АТФ) в скелетных мышцах и миокарде на 13 % и в 2,5 раза; снижением содержания лактата и пирувата на 33 % и 30 % соответственно ($p \leq 0,05$); повышением содержания гликогена в печени на 23 %, уровня глюкозы крови на 19 % (табл. 1), по сравнению с показателями в контроле.

Таблица 1
Влияние тетрафитона на общую физическую выносливость, показатели энергетического статуса белых крыс
Table 1
The effect of "tetraphyton" on the general physical endurance, indicators of energy status in white rats

Показатели	Группы животных			
	Интактная n = 10	Контрольная (ИФН+ вода) n = 10	Опытная (ИФН +тетрафитон) n = 10	Референтная (ИФН + экстракт левзеи сафлоровидной) n = 10
Плавание, мин	–	3,65 ± 0,4	6,35 ± 0,5*	6,37 ± 0,71*
АТФ в скелетной мышце, мкМ/г	3,97 ± 0,13	3,4 ± 0,31	3,84 ± 0,31*	3,81 ± 0,35*
АТФ в миокарде, мкМ/г	0,75 ± 0,06	0,48 ± 0,05	1,19 ± 0,2*	0,64 ± 0,07*
МК, мкмоль/г	6,28 ± 0,52	9,24 ± 0,72	6,17 ± 0,69*	7,28 ± 0,71*
ПВК, мкмоль/г	0,612 ± 0,02	0,884 ± 0,08	0,62 ± 0,05*	0,495 ± 0,09*
Гликоген в печени, мг/г	5329 ± 589	5042 ± 512	6196 ± 614*	5486 ± 517*
Глюкоза, ммоль/л	8,55 ± 0,8	11,17 ± 1,12	13,26 ± 1,4*	9,75 ± 0,99
Общий белок, г/л	81,94 ± 9,5	81,35 ± 8,32	81,93 ± 8,2	81,94 ± 8,2
Холестерин, ммоль/л	2,22 ± 0,21	1,99 ± 0,18	2,1 ± 0,2	1,99 ± 0,19
Триглицериды, ммоль/л	1,55 ± 0,15	1,41 ± 0,15	1,31 ± 0,14	1,301 ± 0,14
ЛПВП, ммоль/л	1,42 ± 0,13	1,28 ± 0,13	1,37 ± 0,14	1,28 ± 0,15
ЛПНП, ммоль/л	0,395 ± 0,03	0,363 ± 0,03	0,386 ± 0,03	0,393 ± 0,03
ЛДГ, ед/л	595 ± 56,2	1165 ± 125	595 ± 58,2*	675 ± 68,1*
КФК, ед/л	2174 ± 224	3301 ± 395	1902 ± 192*	1959 ± 212*

Примечание. Различия статистически значимы при $p \leq 0,05$.

Таблица 2
Влияние растительного средства «тетрафитон» на интенсивность процессов ПОЛ в тесте вынужденного плавания
Table 2
The effect of herbal remedy "tetraphyton" on the processes of lipid peroxidation on the physical endurance in forced swimming test

Показатели	Группы животных			
	Интактная n = 10	Контрольная (ИФН+ вода) n = 10	Опытная (ИФН +тетрафитон) n = 10	Референтная (ИФН + экстракт левзеи сафлоровидной) n = 10
МДА, мкмоль/л	11,49 ± 1,1	12,30 ± 1,2	12,07 ± 1,2	11,33 ± 1,13
ВГ, ммоль/л	0,44 ± 0,04	0,19 ± 0,01	0,34 ± 0,03*	0,31 ± 0,03*
Каталаза, мкат/л	23,8 ± 0,49	21,7 ± 2,01	22,56 ± 2,2	22,5 ± 2,21
СОД, усл.ед	1,73 ± 0,49	1,22 ± 0,12	1,45 ± 0,12*	1,56 ± 0,14*

Низкий уровень МДА в сыворотке крови крыс, получавших тетрафитон (на 12 % ниже, чем в контроле), высокая каталазная и супероксиддисмутазная активности крови, повышение уровня каталазы, супероксиддисмутазы (СОД) и восстановленного глутатиона (GSH) (на 5 %, 19 % и 79 %, по сравнению с контролем; $p \leq 0,05$) свидетельствуют о повышении мощности антиокислительной защиты организма и обуславливают цитопротекторное действие тетрафитона, подтверждаемое снижением ферментемии – ЛДГ и КФК на 49 % и 43 % соответственно ($p \leq 0,05$) (табл. 2). При этом антиоксидантная активность испытуемого средства была сопоставима с таковой у левзеи сафлоровидной.

Таким образом, курсовое введение «тетрафитона» в дозе 100 мг/кг повышает общую физическую выносливость животных в условиях запредельных

нагрузок. Известно, что интенсивность и длительность мышечной работы ограничивается функциональными резервами системы кровообращения и дыхания, а также энергетическими возможностями скелетных мышц [6]. Можно предположить, что на фоне курсового введения тетрафитона повышается мощность систем преобразования и запаса энергии, что выражается в увеличении числа и массы митохондрий мышечной ткани, усилении АТФазной активности миозина, повышении активности гликогенсинтетазы, увеличении содержания гликогена. Повышение эффективности деятельности систем энергообеспечения в скелетных мышцах опытных животных подтверждается высоким содержанием АТФ в гомогенате скелетной мышцы, отсутствием значительного снижения концентрации гликогена в печени и критического падения глюкозы крови. От-

существовании значительного подъёма молочной кислоты, играющей основную роль в генезе утомления и прекращении физической деятельности, в гомогенате скелетной мышцы крыс, получавших тетрафитон, подтверждает аэробный характер выполняемой физической нагрузки. Рост активности липопротеинлипаз в мышцах повышает доступность триглицеридов и способствует утилизации жирных кислот в мышцах, о чём свидетельствует снижение содержания триглицеридов в сыворотке крови животных опытной группы. Снижение содержания пировиноградной кислоты в скелетных мышцах также указывает на рост способности скелетных мышц утилизировать пируват, тем самым уменьшая переход его в лактат и накопление последнего в мышцах. Предполагаем, что курсовое применение тетрафитона вызывает аналогичные процессы в миокарде и дыхательной мускулатуре, которые приводят к значительному усилению мощности системы энергообеспечения сократительной функции сердца и дыхания, что обеспечивает поддержание высокого минутного объёма крови и эффективности внешнего дыхания длительное время.

Полученные результаты позволяют предполагать, что механизмы актопротекторного действия фитоадаптогена обусловлены ингибированием процессов перекисидации липидов мембран клеток и значительным повышением мощности эндогенной антиоксидантной ферментной системы, способствующей сохранению целостности скелетных мышц и миокарда. Наибольший вклад в проявление данного вида активности комплексного фитосредства, по-видимому, вносят *I. Helenium*, *Zingiber officinale*, которые характеризуются высоким содержанием флавоноидов (рутина, нарциссин, шогалоол), фенолпропаноидов, обладающих выраженной антиоксидантной активностью [1, 12], инактивируют активные формы кислорода, причём более выраженная антирадикальная активность установлена в отношении супероксид-анион радикала [9]. Радикал-перехватывающая активность фенольных соединений *Zingiber officinale* превышает в эксперименте *in vitro* синтетические антиоксиданты [13]. Реализация антиоксидантной активности «тетрафитона» связана также с его Fe^{2+} -хелатирующей активностью, обусловленной присутствием в его составе *Z. officinalis* и *E. cardamomum*, содержащих в значительных количествах полисахариды, обладающие данным видом активности [11]. Увеличение активности каталазы, СОД и уровня GSH обеспечивает повышение клеточной резистентности и является индикатором повышения мощности антиоксидантной защиты организма. Активация данной стресс-лимитирующей системы предупреждает повреждающее действие интенсивной физической нагрузки на скелетные мышцы и миокард. Цитопротекторное действие тетрафитона подтверждается снижением ферментемии (ЛДГ, КФК), обусловленной повреждением мембран кардиомиоцитов и мышечных волокон при интенсивной физической нагрузке.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Курсовое профилактическое введение тетрафитона (100 мг/кг в течение 7 дней) повышает общую

физическую выносливость лабораторных животных на фоне интенсивной физической нагрузки на 73 % ($p \leq 0,05$).

Повышение физической работоспособности крыс опытной группы обусловлено увеличением эффективности системы энергообеспечения в скелетных мышцах и миокарде: статистически значимым увеличением содержания макроэргических соединений (АТФ) (на 13 % и в 2,5 раза); снижением содержания лактата и пирувата (на 33 % и 30 %; $p \leq 0,05$); повышением содержания гликогена в печени на 23 % и уровня глюкозы крови на 19 %.

Основным молекулярно-клеточным механизмом актопротекторного действия тетрафитона является ингибирование процессов перекисидного окисления липидов, что обусловлено наличием соединений фенольной природы, обладающих прямым антирадикальным действием и повышающих мощность эндогенной антиоксидантной системы.

Работа выполнена в рамках госзадания № 0337-2017-0001.

Авторы данной статьи сообщают об отсутствии конфликта интересов.

ЛИТЕРАТУРА REFERENCES

1. Азам Н., Горошко О.А., Пахомова В.П. Антиоксидантная активность лекарственных субстанций и биологически активных веществ // Традиционная медицина. – 2009. – № 1. – С. 35–38.

Azam N, Goroshko OA, Pakhomova VP. (2009). Antioxidant activity of medicinal substances and biologically active substances [Antioksidantnaya aktivnost' lekarstvennykh substantsiy i biologicheski aktivnykh veshchestv]. *Traditsionnaya meditsina*, (1), 35-38.

2. Алейникова Т.А. Рубцова Г.В. Количественное определение макроэргических соединений мышц (АТФ, креатинфосфата) // Руководство к практическим занятиям по биологической химии. – М., 1988. – С. 115–117.

Aleynikova TA, Rubtsova GV. (1988). Quantitative determination of high-energy muscle compounds (ATP, creatine phosphate) [Kolichestvennoe opredelenie makroergicheskikh soedineniy myshts (ATF, kreatinfosfata)]. *Rukovodstvo k prakticheskim zanyatiyam po biologicheskoy khimii*. Moskva, 115-117.

3. Каркищенко В.Н., Капанадзе Г.Д., Деньгина С.Е., Станкова Н.В. Разработка методики оценки физической выносливости мелких лабораторных животных для изучения адаптогенной активности некоторых лекарственных препаратов // Биомедицина. – 2011. – № 1. – С. 72–74.

Karkischenko VN, Kapanadze GD, Dengina SE, Stanokova NV. (2011). Working out of a technique for physical endurance of small laboratory animals for studying of different medicine [Razrabotka metodiki otsenki fizicheskoy vynoslivosti melkikh laboratornykh zhivotnykh dlya izucheniya adaptogennoy aktivnosti nekotorykh lekarstvennykh preparatov]. *Biomeditsina*, (1), 72-74.

4. Колб В.Г., Камышников В.С. Клиническая биохимия. – Минск, 1976. – 231 с.

Kolb VG, Kamyshnikov VS. (1976). Clinical biochemistry [Klinicheskaya biokhimiya]. Minsk, 231 p.

5. Королюк М.А., Иванова Л.И. Методы определения активности каталазы // Лабораторное дело. – 1988. – № 1. – С. 16–19.

Korolyuk MA, Ivanova LI. (1988). Methods for determination of catalase activity [Metody opredeleniya aktivnosti katalazy]. *Laboratornoe delo*, (1), 16-19.

6. Меерсон Ф.З., Пшенникова М.Г. Адаптация к стрессорным ситуациям и физическим нагрузкам. – М.: Медицина, 1988. – 256 с.

Meerson FZ, Pshennikova MG. (1988). Adaptation to stressful situations and physical exertion [*Adaptatsiya k stressornym situatsiyam i fizicheskim nagruzkam*]. Moskva, 256 p.

7. Николаев С.М. Фитофармакотерапия и фитофармакопрофилактика. – Улан-Удэ: Изд-во Бурят. гос. ун-та, 2012. – 286 с.

Nikolaev SM. (2012). Phytopharmacotherapy and phytopharmacoprophylaxis [*Fitofarmakoterapiya i fitofarmakoprofilaktika*]. Ulan-Ude, 286 p.

8. Темирбулатов Р.А., Селезнев Е.И. Метод повышения интенсивности свободнорадикального окисления липидсодержащих компонентов крови и его диагностическое значение // Лабораторное дело. – 1981. – № 4. – С. 209–211.

Temirbulatov RA, Seleznev EI. (1981). The method of increasing the intensity of free radical oxidation of lipid-containing blood components and its diagnostic value [Metod povysheniya intensivnosti svobodnoradi-

kal'nogo okisleniya lipidsoderzhashchikh komponentov krovi i ego diagnosticheskoe znachenie]. *Laboratornoe delo*, (4), 209-211.

9. Шантанова Л.Н., Алексеева Э.А., Осадчук Л.В. Фармакокоррекция физической работоспособности растительным средством «КАРДЕКАИМ» // Бюл. ВСНЦ СО РАМН. – 2013. – № 2-2 (90). – С. 167–170.

Shantanova LN, Alekseeva EA, Osadchuk LV. (2013). Pharmacocorrection of physical working capacity with the herbal remedy “KARDEKAIM” [Farmakokorreksiya fizicheskoy rabotosposobnosti rastitel'nykh sredstvom «KARDEKAIM»]. *Bulleten' Vostочно-Sibirskogo nauchnogo centra*, (2-2), 167-170.

10. Anderson RL, Linas SL, Berns AS. (1977). Nonoliguric acute renal failure. *N Engl J Med*, 236, 1134.

11. Chen H, Ju Y, Li J, Yu M. (2012). Antioxidant activities of polysaccharides from *Lentinus edodes* and their significance for disease prevention. *Int J Biol Macromol*, 50 (1), 214-218.

12. Nijveldt RJ, van Nood E, van Hoorn DE, Boelens PG, van Norren K, van Leeuwen PA. (2001). Flavonoids: a review of probable mechanisms of action and potential applications. *Am J Clin Nutr*, 74 (4), 418-425.

13. Tohma H, Gulçin I, Bursal E, Gören A, Alwasel SH, Köksal E. (2017). Antioxidant activity and phenolic compounds of ginger (*Zingiber officinale* Rosc.) determined by HPLC-MS/MS. *J Food Measurement Characteriz*, 11 (2), 556-566. doi: 10.1007/s11694-016-9423-z

Сведения об авторах Information about the authors

Алексеева Эльвира Алексеевна – кандидат медицинских наук, доцент, заведующая кафедрой анатомии и физиологии Медицинского института, ФГБОУ ВО «Бурятский государственный университет» (670000, г. Улан-Удэ, ул. Смолина, 24а; e-mail: alecseevaevira@mail.ru) ● <http://orcid.org/0000-0001-8709-6524>

Alekseeva Elvira Alekseevna – Candidate of Medical Sciences, Docent, Head of the Department of Anatomy and Physiology, Medical Institute, Buryat State University (670000, Ulan-Ude, ul. Smolina, 24a; e-mail: alecseevaevira@mail.ru) ● <http://orcid.org/0000-0001-8709-6524>

Димитров Олег Георгиевич – аспирант, ФГБУН «Институт общей и экспериментальной биологии» СО РАН (670047, г. Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, 6; тел. (3012) 43-37-13) ● <http://orcid.org/0000-0002-8059-9353>

Dimitrov Oleg Georgievich – Postgraduate, Institute of General and Experimental Biology SB RAS (670047, Ulan-Ude, ul. Sakhyanovoy, 6; tel. (3012) 43-37-13) ● <http://orcid.org/0000-0002-8059-9353>

Шантанова Лариса Николаевна – доктор биологических наук, профессор, заведующая лабораторией безопасности биологически активных веществ, ФГБУН «Институт общей и экспериментальной биологии» СО РАН (e-mail: shantanova@mail.ru) ● <http://orcid.org/0000-0002-4199-1635>

Shantanova Larisa Nikolaevna – Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Laboratory of Safety of Biologically Active Substances, Institute of General and Experimental Biology SB RAS (e-mail: shantanova@mail.ru) ● <http://orcid.org/0000-0002-4199-1635>

Муруев Баир Андреевич – аспирант, Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН

Muruev Bair Andreevich – Postgraduate, Institute of General and Experimental Biology SB RAS

Торопова Анюта Алексеевна – кандидат биологических наук, научный сотрудник лаборатории безопасности биологически активных веществ, ФГБУН «Институт общей и экспериментальной биологии» СО РАН

Toropova Anyuta Alekseevna – Candidate of Biological Sciences, Research Officer at the Laboratory of Safety of Biologically Active Substances, Institute of General and Experimental Biology SB RAS