

European Psychiatrists. – 2008. – Vol. 23, №4. – P. 245-254. doi: 10.1016/j.eurpsy.2007.10.013

19. ITI-007 demonstrates brain occupancy at serotonin 5-HT_{2A} and dopamine D₂ receptors and serotonin transporters using positron emission tomography in healthy volunteers / R.E. Davis, K.E. Vanover, Y. Zhou [et al.] // Psychopharmacology (Berlin). – 2015. – Vol. 232, №15. – P. 2863-2872. doi: 10.1007/s00213-015-3922-1

20. Kay S.R. The Positive and Negative Syndrome Scale (PANSS) for schizophrenia / S.R. Kay, L.A. Opler, A. Fiszbein // Schizophrenia bulletin. – 1987. – Vol. 13, №2. – P. 261-276. doi: 10.1093/schbul/13.2.261

21. Negative Symptoms and Reward Distur-

bances in Schizophrenia Before and After Antipsychotic Monotherapy / M.Ø. Nielsen, E. Rostrup, B.V. Broberg [et al.] // Clinical EEG and neuroscience. – 2018. – Vol. 49, №1. – P. 36-45. doi: 10.1177/1550059417744120

22. Rees W.L. A Factorial Study of Some Morphological and Psychological Aspects of Human Constitution / W.L. Rees, H.J. Eysenk // The British journal of psychiatry: the journal of mental science. – 1945. – Vol. 91, №382. – P. 8-21. doi: 10.1192/bjp.91.382.8

23. Roberts T.K.A. Brain structure and function in the schizophrenics: A neurobehavioral approach / T.K.A. Roberts // Psychiatric journal of the University of Ottawa: Revue de psychiatrie de l'Université d'Ottawa. – 1983. – Vol. 8, №2. – P. 67-80.

24. 'SiMPLe schizophrenia' a controlled MRI and clinical/neuropsychological study / S. Galderisi, P. Bucci, A. Mucci [et al.] // Psychiatry research. – 1999. – Vol. 91, №3. – P. 175-184. doi: 10.1016/S0925-4927(99)00026-8

25. Temporolimbic volume reductions in schizophrenia / R.E. Gur, B.I. Turetsky, P.E. Cowell [et al.] // Archives of general psychiatry. – 2000. – Vol. 57, №8. – P. 769-775. doi: 10.1001/archpsyc.57.8.769

26. Tsapakis E.M. Clinical management of negative symptoms of schizophrenia: An update / E.M. Tsapakis, T. Dimopoulou, F.I. Tarazi // Pharmacology & therapeutics. – 2015. – Vol. 153. – P. 135-147. doi: 10.1016/j.pharmthera.2015.06.008

DOI 10.25789/YMJ.2019.65.06

УДК 615.322

А.А. Торопова, Б.А. Муруев, Я.Г. Разуваева, И.Г. Николаева, А.Г. Мондодоев

АНТИОКСИДАНТНАЯ АКТИВНОСТЬ АДАПТОГЕННОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СРЕДСТВА В МОДЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ IN VITRO

Исследована антиоксидантная активность экстракта сухого комплексного растительного средства в модельных системах *in vitro*. Установлено, что изучаемое растительное средство препятствует окислению биологического субстрата, предотвращая деструкцию β-каротина и желточных липопротеидов, оказывая мембраностабилизирующее действие при перекисном и осмотическом гемолизе эритроцитов. Комплексное средство проявляет радикал-связывающую активность в отношении 2,2-дифенил-1-пикрилгидразила, супероксидного анион-радикала, оксида азота, а также в отношении Fe²⁺. Выраженная антиоксидантная активность исследуемого средства обусловлена комплексом биологически активных веществ (флавоноиды, дубильные вещества, полифенольные соединения, фенолкарбоновые кислоты, экдистероиды и др.), входящих в состав его компонентов.

Ключевые слова: растительное средство, адаптогены, *Serratula centauroides* (L.), *Bergenia crassifolia* (L.) Fritsch, *Rosa davurica* Pall., *Inula helenium* L., *Echinacea purpurea* (L.) Moench., мембраностабилизирующая активность, антиоксидантная активность, 2,2-дифенил-1-пикрилгидразил, супероксид анион-радикал, оксид азота.

The antioxidant activity of the dry extract from the complex plant remedy has been studied in model systems *in vitro*. It has been established that the plant remedy under study inhibits the oxidation of the biological substrate preventing from the destruction of β-carotene and yolk lipoproteids, making membrane stabilizing effect at peroxide and osmotic hemolysis of erythrocytes. The complex remedy manifests the radical binding activity for 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH[•]), superoxide anion-radical, nitrogen oxide, also for Fe²⁺. The marked antioxidant activity of the tested remedy is due to the complex of biologically active substances (flavonoids, tannins, polyphenolic compounds, phenol carbonic acids, ecdysteroids, etc.) contained in its components.

Keywords: plant remedy, adaptogens, *Serratula centauroides* (L.), *Bergenia crassifolia* (L.) Fritsch, *Rosa davurica* Pall., *Inula helenium* L., *Echinacea purpurea* (L.) Moench., membrane stabilizing activity, 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl, superoxide anion-radical, nitrogen oxide.

Введение. Адаптация, способствующая поддержанию гомеостаза в соответствии с изменением условий внутренней и внешней среды, является одним из основных свойств живых организмов. Снижение адаптационных возможностей или перенапряжение механизмов адаптации, в ответ на патогенные воздействия, способствует развитию патологических состояний,

обусловленных дисрегуляцией адаптивных механизмов, проявляющихся в виде так называемых «болезней цивилизации». К дисметаболической и дезадаптационной патологии относятся хроническая сердечная недостаточность, недостаточность мозгового кровообращения и, особенно, сочетание патологии сердца и мозговых сосудов, нарушение функционирования центральных и периферических нейроэндокринных систем [17, 18]. Для повышения устойчивости организма к воздействию неблагоприятных факторов используются лекарственные средства различных групп, наиболее универсальными из которых являются адаптогены, обладающие широким спектром фармакологического действия и повышающие резистентность организма к повреждающим воздей-

ствиям. Ведущую роль в механизме их действия играет способность регулировать гормонально-медиаторный баланс и перекисное окисление липидов [16, 20].

В этой связи перспективным представляется использование адаптогенов растительного происхождения, которые благодаря синергизму биологически активных веществ оказывают системное воздействие на организм, проявляя антиоксидантное, противовоспалительное, психотропное, кардиопротекторное и другие действия [6, 7, 18–20].

В Институте общей и экспериментальной биологии СО РАН был получен экстракт сухой комплексного растительного средства из наземной части *Serratula centauroides* (L.), листьев *Bergenia crassifolia* (L.) Fritsch,

Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН: **ТОРОПОВА Анюта Алексеевна** – к.б.н., ст. препод. Бурятского гос. ун-та, anyuta-tor@mail.ru, **МУРУЕВ Баир Андреевич** – аспирант, **РАЗУВАЕВА Янина Геннадьевна** – д.б.н., с.н.с., доцент Бурятского ГУ, **НИКОЛАЕВА Ирина Геннадьевна** – д.фарм.н., с.н.с., **МОНДОДОВ Александр Гаврилович** – д.м.н., зав. отделом.

Rosa davurica Pall., *Inula helenium* L., *Echinacea purpurea* (L.) Moench. Ранее в экспериментах было показано, что данное комплексное фитосредство оказывает выраженную актопротекторную активность, повышая физическую выносливость белых крыс за счет оптимизации энергетического обмена [2], а также проявляет противострессовое и антидепрессивное действие при хроническом стрессе [9].

Цель исследования – оценка антиоксидантной активности адаптогенного растительного средства в модельных системах *in vitro*.

Материалы и методы исследования. Объектом исследования служило комплексное фитосредство в виде экстракта сухого, включающее: *Serratula centauroides* (L.), *Bergenia crassifolia* (L.) Fritsch., *Rosa davurica* Pall., *Inula helenium* L., *Echinacea purpurea* (L.) Moench.

Способ получения экстракта сухого заключается в экстракции измельченного сырья 30-70% этиловым спиртом, концентрировании и высушивании в вакуумной установке [12].

Мембраностабилизирующую активность исследуемого средства оценивали в моделях перекисного и осмотического гемолиза с 1%-ной суспензией эритроцитов донорской крови (Er/m). Перекисный гемолиз эритроцитов вызывали реактивом Фентона [22]; осмотический гемолиз – добавлением в инкубационную среду воды дистиллированной [4]. Испытуемое растительное средство исследовали в концентрациях 0,01; 0,1; 1,0; 10, 100 и 500 мкг/мл. В качестве вещества-сравнения использовали аскорбиновую кислоту (Sigma Aldrich, USA) в конечных концентрациях: 0,0002; 0,001; 0,01; 0,1

и 0,5 мкг/мл. Образцы спектрофотометрировали при длине волны 540 нм. Мембраностабилизирующее действие испытуемого средства и вещества-сравнения оценивали в процентах по отношению к показателям в контроле (без добавления экстракта сухого в инкубационную среду).

Антиоксидантную активность исследуемого средства оценивали по степени его влияния на динамику перекисной деструкции β – каротина (ПДБК) в системе ДМСО- H_2O_2 -олеиновая кислота [15]. Влияние фитозекстракта на процесс металлкатализируемой модификации белков изучали в модельной биологической системе (МБС) желточных липопропротеидов (ЖЛП) [8]. Антирадикальную активность оценивали по отношению к стабильному радикалу 2,2-дифенил-1-пикрилгидразил (DPPH $^{\cdot}$) [14]; по отношению к супероксидным радикалам ($O_2^{\cdot-}$) в неэнзиматической системе феназинметосульфат / НАДН [21]; а также по отношению к молекулам NO [21]. Fe^{2+} -хелатирующую активность экстракта сухого определяли с использованием о-фенантролинового метода [13]. В качестве веществ сравнения использовали кверцетин, рутин, арбутин и аскорбиновую кислоту (Sigma Aldrich, USA). Все эксперименты *in vitro* повторяли трижды. Значения полученных результатов выражали через концентрацию, необходимую для связывания 50% реактивных частиц в инкубационной среде (IC_{50}). Статистическую обработку полученных данных проводили согласно рекомендациям [3].

Результаты и обсуждение. В результате проведенных исследований установлено, что экстракт сухой комплексного растительного средства

обладает выраженной мембраностабилизирующей активностью в условиях *in vitro* (табл. 1). Внесение исследуемого растительного экстракта в инкубационную среду способствовало снижению интенсивности •ОН-опосредованного окисления плазматической мембраны эритроцитов. При этом повышение концентрации экстракта в инкубационной среде до 500 мкг/мл сопровождалось возрастающей мембраностабилизирующей активностью. Последующее повышение концентрации исследуемого средства вызывало разрушение плазматической мембраны эритроцитов, с последующей денатурацией гемопротейна (данные не представлены). Концентрация экстракта сухого, вызывающая 50%-ное ингибирование процесса перекисного гемолиза эритроцитов, составила 0,97 мкг/мл. Кроме того, комплексное средство при взаимодействии с плазматической мембраной эритроцитов способствовало снижению ее проницаемости в гипотонических условиях, что выражалось в снижении интенсивности осмотического гемолиза (IC_{50} = 0,11 мкг/мл). Выявленное действие исследуемого фитосредства обусловлено мембраностабилизирующим эффектом входящих в его состав растительных компонентов: *S. centauroides*, *B. crassifolia*, *R. davurica*, характеризующихся высоким содержанием полифенольного комплекса, дубильных веществ и флавоноидов, оказывающих мембраностабилизирующее действие [5; 10].

Как следует из данных, приведенных в табл.2, комплексное растительное средство проявляет выраженные антиоксидантные свойства, предотвращая окисление β -каротина от пере-

Таблица 1

Мембраностабилизирующая активность экстракта сухого адаптогенного растительного средства в модельной системе *in vitro*

Объект	Концентрация, мкг/мл	Перекисный гемолиз, %	Осмотический гемолиз, %
Экстракт сухой	500	11,25±0,33	6,70±0,14
	100	11,01±0,41	10,21±0,51
	10	36,91±1,24	28,60±1,62
	1	40,82±1,15	37,82±2,11
	0,1	49,27±3,10	50,23±2,45
	0,01	74,47±2,55	58,54±2,05
	IC_{50} , мкг/мл	0,97±0,02	0,11±0,01
Аскорбиновая кислота	0,5	27,89±1,12	10,57±0,43
	0,1	34,85±1,20	14,38±0,35
	0,01	48,86±2,31	24,80±1,10
	0,001	56,56±2,17	50,60±2,02
	0,0002	67,70±2,42	55,49±2,18
	IC_{50} , мкг/мл	0,009±0,0003	0,002±0,0001

Таблица 2

Антиоксидантная активность экстракта сухого адаптогенного растительного средства, IC_{50}

Объект	ПДБК, мкг/мл	МБС-ЖЛП, мкг/мл
Экстракт сухой	24,3±2,11	65,8±3,17
Кверцетин	10,2±0,29	16,2±1,34
Рутин	9,7±1,11	18,8±1,23
Арбутин	25,2±1,23	73,1±3,73
Аскорбиновая кислота	9,1±0,42	39,3±2,12

Таблица 3

Таблица 3

Антирадикальная активность экстракта сухого адаптогенного растительного средства, IC_{50}

Объект	Реакционно-активные молекулы			
	DPPH $^{\cdot}$, мкг/мл	$O_2^{\cdot-}$, мкг/мл	Fe^{2+} , мкг/мл	NO, мкг/мл
Экстракт сухой	61,4±2,13	28,6±3,10	639,3±11,15	55,3±2,31
Кверцетин	10,3±0,54	31,2±2,11	>5000	170,2±4,21
Рутин	15,1±1,13	2,3±0,15	>5000	15,3±1,12
Арбутин	105,4±2,71	>550	>5000	35,7±1,26
Аскорбиновая кислота	4,8±0,15	91,3±3,22	110±6,42	975,0±27,13

кисной деструкции ($IC_{50} = 24,3$ мкг/мл) и ингибируя деградацию липопротеидов при металлкатализируемом окислении ($IC_{50} = 65,8$ мкг/мл). Активность испытуемого средства, в данных модельных системах, была сравнима с веществом сравнения – арбутином.

Установлено, что экстракт сухой обладает выраженным антирадикальным действием (табл.3). Так, исследуемое средство проявляет активность в отношении молекул DPPH[•], что обусловлено наличием в его составе соединений фенольной природы. Величина 50% связывания DPPH[•] растительным средством составила 61,4 мкг/мл, что превосходит таковой показатель для вещества-сравнения – арбутина.

В экспериментах по определению способности исследуемого фитосредства связывать активные формы кислорода ($O_2^{\cdot-}$ и NO) и металлы переменной валентности установлено наличие антирадикальной активности в отношении указанных реакционно-способных частиц. Так, комплексное растительное средство проявляет выраженную Fe^{2+} -хелатирующую активность ($IC_{50}=639,3$ мкг/мл), которая выше таковой – кверцетина, рутина и арбутина (табл. 3).

Изучаемое растительное средство интенсивнее взаимодействует с $O_2^{\cdot-}$ -радикалом ($IC_{50}=28,6$ мкг/мл) в модельной системе *in vitro*, чем аскорбиновая кислота и арбутин. $O_2^{\cdot-}$ -связывающая активность комплексного средства сопоставима с кверцетином ($IC_{50} = 31,2$ мкг/мл). В условиях *in vitro* показано, что исследуемое фитосредство проявляет выраженную активность в отношении связывания молекул NO ($IC_{50} = 55,3$ мкг/мл). В данном виде активности фитосредство превосходило кверцетин и аскорбиновую кислоту, незначительно уступая арбутину.

Таким образом, полученные данные свидетельствуют, что комплексное растительное средство обладает выраженным антиоксидантным действием. Указанная активность обусловлена, вероятно, выраженной антиокислительной активностью входящих в его состав растительных компонентов: В. crassifolia (гидрохинон, арбутин, дигидрокверцетин, кверцетин, рутин, галловая кислота) [10], R. davurica (кверцетин, гиперозид, гиперин галловая кислота) [10], I. helenium (кверцетин, кофейная кислота, скополетин, умбеллиферон) [11]. Известно, что в компонентах комплексного средства содержатся биологически активные вещества (флавоноиды, ду-

бильные вещества, полифенольные соединения, фенолкарбоновые кислоты, экдистероиды и др.), обладающие способностью к образованию фенокислых радикалов, хелатированию ионов металлов переменной валентности, связыванию OH и $O_2^{\cdot-}$ молекул, что в свою очередь способствует стабилизации и восстановлению структурно-функциональной целостности плазматической мембраны [1].

В этой связи перспективным является исследование антиоксидантной активности указанного комплексного растительного экстракта в качестве перспективного адаптогенного средства.

Выводы

1. Экстракт сухой комплексного растительного средства способствует сохранению структурно-функциональной целостности мембраны эритроцитов при OH -опосредованном окислении плазматической мембраны и осмотическом повреждении в условиях *in vitro*.

2. Исследуемое фитосредство проявляет выраженную антиоксидантную активность, предупреждая окисление биомакромолекул в модельных системах.

3. Экстракт сухой в условиях *in vitro* проявляет антирадикальную активность в отношении таких реакционно-активных частиц, как 2,2-дифенил-1-пикрилгидразил, супероксидный анион-радикал, оксид азота и ионы Fe^{2+} .

Исследования проведены в рамках выполнения темы госзадания №AAAA-A17-117011810037-0.

Литература

1. Азам Н. Антиоксидантная активность лекарственных субстанций и биологически активных веществ / Н. Азам, О.А. Горошко, В.П. Пахомова // Традиционная медицина. – 2009. – № 1. – С. 35-38.
2. Azam N. Antioxidant activity of medicinal substances and biologically active substances / N. Azam, O.A. Goroshko, V.P. Pakhomova // Traditional medicine. – 2009. – №1. – P. 35-38.
3. Актопротекторная активность комплексного фитосредства / Б.А. Муруев [и др.] // Acta Biomedica Scientifica. – 2018. – Т. 3 (4). – С. 120-124.
doi.org/10.29413/ABS.2018-3.4.17
4. Act-protective activity of complex phyto remedy / B.A. Muruev [et al.] // Acta Biomedica Scientifica. – 2018. – Vol. 3 (4). – P. 120-124.
5. Дерффель К. Статистика в аналитической химии / К. Дерффель. – М.: Мир, 1994. 98 с.
6. Derffel K. Statistics in analytical chemistry / K. Derffel. – М.: Mir, 1994. – 98 p.
7. Ковалев И.Е. Влияние эноmelанина на гемолиз эритроцитов, вызываемый свободнорадикальными реакциями и другим фактора-

ми / И.Е. Ковалев, Н.П. Данилова, С.А. Андронати // Фармакология и токсикология. – 1986. – № 4. – С. 89-91.

Kovalev I.E. Effect of enomelanin on erythrocyte hemolysis caused by free radical reactions and other factors / I.E. Kovalev, N.P. Danilova, S.A. Andronati // Pharmacology and Toxicology. – 1986. – №4. – P. 89-91.

5. Мембраностабилизирующая активность сухих экстрактов *Serratula centauroides* и *Rhaponticum uniflorum* / И.В. Свиридов [и др.] // II междунар. науч.-практич. конф., Республика Тыва (Кызыл). – 2015. – С. 187-189.

Membrane stabilizing activity of dry extracts of *Serratula centauroides* and *Rhaponticum uniflorum* / I.V. Sviridov [et al.] // II International Scientific Practical Conference, Republic of Tyva (Kyzyl). – 2015. – P. 187-189.

6. Николаев С.М. Системный подход – новая парадигма в изучении опыта традиционной медицины / С.М. Николаев, А.О. Занданов, И. П. Убеева // Практическая фитотерапия. – 2009. – № 1. – С. 48-51.

Nikolaev S.M. The system approach is a new paradigm in studying the experience of traditional medicine / S.M. Nikolaev, A.O. Zandanov, I.P. Ubeeva // Practical herbal medicine. – 2009. – №1. – P. 48-51.

7. Николаев С.М. Многокомпонентные лекарственные средства традиционной медицины как регулирующие фармакологические системы / С.М. Николаев // Байкальские чтения-3. – СПб., 2008. – С. 140-142.

Nikolaev S.M. Multicomponent medicines of traditional medicine as regulatory pharmacological systems / S.M. Nikolaev // Baikal Readings-3. – SPb., 2008. – P. 140-142.

8. Оценка антиокислительной активности плазмы крови с применением липопротеидов / Г.И. Клебанов [и др.] // Лабораторное дело. – 1988. – № 5. – С. 59-62.

Evaluation of plasma antioxidant activity using lipoproteins / G.I. Klebanov [et al.] // Laboratory work. – 1988. – №5. – P. 59-62.

9. Противострессовое и антидепрессивное действие растительного средства при хроническом умеренном стрессе / Б.А. Муруев [и др.] // Обзоры по клинической фармакологии и лекарственной терапии. – 2018. – Т. 16 (2). – С.69-72.

<http://dx.doi.org/10.17816/RCF16269-73>.

Antistress and antidepressant activities of herbal remedies under chronic moderate stress / B.A. Muruev [et al.] // Reviews on clinical pharmacology and drug therapy. – 2018. – Vol. 16 (2). – P. 69-72.

10. Растительные ресурсы России: дикорастущие цветковые растения, их компонентный состав и биологическая активность. Т. 2. Семейства Actinidiaceae – Malvaceae, Euphorbiaceae – Haloragaceae. / Отв. ред. А.Л. Буданцев. – СПб., 2009. – 512 с.: ил.

Plant resources of Russia: wild flowering plants, their component composition and biological activity. Vol. 2. Actinidiaceae – Malvaceae, Euphorbiaceae – Haloragaceae. / Ed. ed. A.L. Budanets. – SPb., 2009. – 512 pp.

11. Растительные ресурсы России: дикорастущие цветковые растения, их компонентный состав и биологическая активность. Т. 5. Ч. 2. Семейство Asteraceae (Compositae): Роды Echinops – Youngia. / Отв. ред. А.Л. Буданцев. – СПб., 2013. – 312 с.

Plant resources of Russia: wild flowering plants, their component composition and biological activity. Vol. 5, Part 2. Asteraceae

(Compositae): Echinops – Youngia. / Ed. ed. A.L. Budanets. – SPb., 2013. – 312 pp.

12. Способ получения средства, обладающего антигипоксической активностью: пат. 2669365 / С.М. Николаев [и др.]: заявитель и патентообладатель ИОЭБ СО РАН. – № 2017120656; заявл. 13.06.2017; опубл. 11.10.2018, Бюл. № 29.

Method for obtaining the remedy having antihypoxic activity: Patent 2669365 / S.M. Nikolaev [et al.]: applicant and patentee IGEB SB RAS. – N. 2017120656; appl. 13.06.2017; published 11.10.2018, Bulletin N. 29.

13. Химический состав сока каллизии душистой (*Callisia fragrans* Wood) и его антиоксидантная активность (*in vitro*) / Д.Н. Оленников [и др.] // Химия растительного сырья. – 2008. – № 4. – С. 95-100.

Chemical composition of *Callisia fragrans* Wood and its antioxidant activity (*in vitro*) / D.N. Olennikov [et al.] // Chemistry of Plant Raw Materials. – 2008. – N 4. – P. 95-100.

14. Adesanwo J.K. Phytochemical analysis and antioxidant activity of methanol extract and

betulinic acid isolated from the roots of *Tetracera potatoria* / J.K. Adesanwo, O.O. Makinde, C.A. Obafemi // Journal of Pharmacy Research. – 2013. – Vol. 6. – P. 903-907.

15. Olennikov D.N. Lamiaceae carbohydrates. I. Pectinic substances and hemicelluloses from *Mentha x piperita* / D.N. Olennikov, L.M. Tankhaeva // Chemistry of Natural Compounds. – 2007. – Vol. 43 (5). – P. 501-507.

16. Panossian A. Effect of Adaptogens on the Central Nervous System and the Molecular Mechanisms Associated with Their Stress-Protective Activity / A. Panossian, G. Wikman // Pharmaceuticals. – 2010. – Vol. 3. – P. 188-224. <https://doi.org/10.3390/ph3010188>

17. Panossian A. Evidence-based efficacy of adaptogens in fatigue and molecular mechanisms related to their stress-protective activity / A. Panossian, G. Wikman // Current Clinical Pharmacology. – 2009. – Vol. 4 (3). – P. 198-219.

18. Panossian A. Novel molecular mechanisms for the adaptogenic effects of herbal extracts on isolated brain cells using systems biology / A.

Panossian, E.-J. Seo, T. Efferth // Phytomedicine. – 2018. – Vol. 50. – P. 257-284.

doi.org/10.1016/j.phymed.2018.09.204

19. Panossian A. Synergy assessments of plant extracts used in the treatment of stress and aging-related disorders / A. Panossian, E.-J. Seo, T. Efferth // Synergy. – 2018.

doi.org/10.1016/j.synres.2018.10.001

20. Panossian A. Understanding adaptogenic activity: specificity of the pharmacological action of adaptogens and other phytochemicals / A. Panossian // Annals of the New York Academy of Sciences. – 2017. – Vol. 1401. – P. 49-64.

<https://doi.org/10.1111/nyas.13399>

21. Rahini D. *In vitro* antioxidant activity of *Artabotrys hexapetalus* / D. Rahini, R. Anuradha // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. – 2014. – Vol. 5 (2). – P.396-405.

22. Repka T. Hydroxyl radical formation by sickle erythrocyte membranes: role of pathologic iron deposits and cytoplasmic reducing agents / T. Repka, R.P. Hebbel // Blood. 1991. – Vol. 78 (10). – P. 2753-2758.

Л.И. Константинова, Е.И. Семенова, Е.Д. Охлопкова,
А.В. Ефремова, Л.Д. Олесова, З.Н. Кривошапкина,
А.И. Яковлева, А.А. Григорьева, Г.Е. Миронова

МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПРИЗНАКИ ОРГАНИЗМА СПОРТСМЕНОВ-ЕДИНО- БОРЦЕВ ЯКУТИИ

DOI 10.25789/YMJ.2019.65.07

УДК 796.81.796/799.571.56

Статья посвящена комплексному исследованию особенностей физического развития и телосложения борцов вольного стиля, а также функциональным показателям организма. Изучены показатели сердечно-сосудистой системы: динамика показателей адаптационного потенциала и коэффициента выносливости спортсменов в разные сезоны года.

Ключевые слова: спортсмены, сердечно-сосудистая система, артериальное давление, адаптационный потенциал, коэффициент выносливости.

The article is devoted to a comprehensive study of the physical development and physique of freestyle wrestlers, as well as functional parameters of the body. The indicators of cardiovascular system dynamics of indicators of adaptive potential and coefficient of endurance of athletes in different seasons of the year are studied.

Keywords: athletes, cardiovascular system, blood pressure, adaptive potential, coefficient of endurance.

Адаптация является одним из основных понятий в физиологии. В условиях Крайнего Севера адаптация организма человека к условиям среды обитания в высоких широтах занимает особое место и обеспечивается перестройками всех систем организма. Суровый климат влияет также и

на антропометрические показатели. Т.И. Алексеева [1], описывая «арктический» адаптивный тип, указывает на такие признаки физической конституции коренного населения Севера, как небольшая длина тела, относительно широкая грудная клетка, мускульный тип телосложения, высокая плотность тела. Г.К. Степанова [12] отмечает, что сравнительный анализ динамики антропометрических данных за 20 лет показал, что рост в популяции юношей якутов достоверно увеличивался, но не сопровождался прибавлением массы тела. Это согласуется с данными С.П. Пермяковой [5] и В.Г. Старостина [8], отметивших за тот же промежуток времени увеличение среди коренных народов Севера долихоморфии и снижение распространенности представителей брахиморфного соматотипа.

За адаптацию организма к различ-

ным факторам внешней среды ответственна система кровообращения человека. В большинстве случаев сердечно-сосудистую систему (ССС) можно рассматривать как индикатор адаптаций организма. Изучение реакций ССС позволяет измерить уровень функционирования системы кровообращения, таких как минутный и ударный объем крови, частота пульса, артериальное давление, а также вычислить такие интегративные показатели, как адаптационный потенциал (АП) и коэффициент выносливости (КВ) ССС. При чрезмерных физических нагрузках в экстремальных северных условиях происходят адаптивные изменения ССС спортсменов, изменяются показатели гемодинамики. Адаптация к физическим нагрузкам сопровождается увеличением ударного объема сердца. Увеличение ударного

ФГБНУ «ЯНЦ КМП»: КОНСТАНТИНОВА Лена Ивановна – н.с., konstanta.l@mail.ru, СЕМЁНОВА Евгения Ивановна – к.б.н., с.н.с., kunsuntar@mail.ru, ОХЛОПКОВА Елена Дмитриевна – к.б.н., в.н.с.-руковод. лаб., ЕФРЕМОВА Аграфена Владимировна – к.б.н., с.н.с., ОЛЕСОВА Любовь Дыгынцова – к.б.н., в.н.с.-руковод. лаб., КРИВОШАПКИНА Зоя Николаевна – к.б.н., с.н.с., ЯКОВЛЕВА Александра Ивановна – н.с., ГРИГОРЬЕВА Анастасия Анатольевна – н.с.; МИРОНОВА Галина Егоровна – д.б.н., проф. ИЕН ФГАОУ ВО «СВФУ им. М.К. Аммосова», mirogalin@mail.ru.