

Е.Д. Охлопкова, Л.И. Константинова, Л.Д. Олесова,
Г.Е. Миронова, Е.И. Семенова, А.И. Яковлева,
А.В. Ефремова, З.Н. Кривошапкина, В.А. Алексеев,
В.М. Николаев, С.Д. Ефремова

КОРРЕКЦИЯ ПЕРОКСИДАЦИИ ПРИ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗКАХ ЭКЗОГЕННЫМИ СРЕДСТВАМИ В УСЛОВИЯХ ХОЛОДНОГО КЛИМАТА ЯКУТИИ

DOI 10.25789/YMJ.2018.62.17
УДК 577.796/799.62-973.571.56

Исследовано действие витаминно-минерального комплекса и однодневного кумыса на дисбаланс ПОЛ-АОС организма спортсменов Якутии. Установлено, что в зимнее время в период интенсивных физических нагрузок 20-дневный прием витаминно-минерального комплекса способствует уменьшению интенсивности перекисного окисления липидов и оказывает поддерживающее действие антиоксидантной защиты организма. Антиоксидантная эффективность кумыса в летнее время проявляется повышением активности ферментативной защиты организма. Антиоксидантная эффективность кумыса в летнее время проявляется повышением активности ферментативной защиты организма. Антиоксидантная эффективность кумыса в летнее время проявляется повышением активности ферментативной защиты организма.

Ключевые слова: перекисное окисление липидов, антиоксидантная система, физические нагрузки, холод, Якутия

The effect of the vitamin-mineral complex and one-day koumiss on the imbalance of the LP-AOS organism of athletes of Yakutia was studied. It is established that in winter during the period of intense physical activity the 20-day period intake of the vitamin and mineral complex helps to reduce the intensity of lipid peroxidation and has a supporting effect of the body's antioxidant defense. The antioxidant effectiveness of koumiss in summer is manifested by an increase in the activity of the enzymatic link already on the 10th day of administration and is an effective means for accelerating the body's recovery processes.

Keywords: lipid peroxidation, antioxidant system, physical activity, cold, Yakutia.

Введение. На Крайнем Севере, где продолжительность зимнего периода составляет более 6 мес., холод является одним из главных факторов, влияющих на метаболические перестройки в организме. Известно, что одной из адаптационных реакций организма в условиях холодного климата является ускорение метаболических процессов, в том числе и процессов свободнорадикального окисления (СРО) [1,5,11]. При этом интенсивные физические нагрузки способствуют интенсификации перекисных процессов и образованию свободных радикалов [9].

В современном спорте при повышенном уровне физических нагрузок на всех этапах тренировочного процесса профилактика переутомления,

ускорения восстановительных процессов и повышение общей и физической работоспособности с помощью различных экзогенных добавок приобретает все большую популярность [9]. В условиях Якутии восстановительные процессы могут быть ускорены с помощью биодобавок из местного сырья растительного и животного происхождения [2]. Продукты с антиоксидантным эффектом могут стимулировать защитные силы организма, повышать общую устойчивость и жизненный тонус, физическую и умственную работоспособность. Поэтому оценка корректирующих свойств биодобавок, уменьшающих отрицательное воздействие на организм негативных внешних факторов окружающей среды, приобретает особую значимость в профилактике риска развития патологических состояний при интенсивных физических нагрузках не только у спортсменов, но и у населения, занятого физическим трудом в холодных условиях Якутии.

Целью исследования явилась оценка эффективности применения витаминно-минерального комплекса и кумыса для поддержания системы ПОЛ-АОС организма спортсменов при интенсивных физических нагрузках в условиях Якутии.

Материал и методы исследования. В исследовании приняли участие

79 спортсменов-добровольцев (борцов вольного стиля) якутской национальности, которые были разделены на четыре группы. Первую и вторую группу составили 39 высококвалифицированных спортсменов в возрасте от 21 до 24 лет из Школы высшего спортивного мастерства (ШВСМ) г. Якутска и из Института физической культуры и спорта (ИФКиС) СВФУ им. М.К. Аммосова. Из них 21 спортсмен (1-я группа) принимали напиток из сухой смеси с витаминами и минеральными веществами «Валетек-СП Актив» 1 раз в день после вечерней тренировки в течение 20 дней, 18 спортсменов (2-я) принимали близкий по вкусу напиток, не содержащий в своем составе витаминно-минерального комплекса, специально изготовленный компанией «ВАЛТЕК ПРОДИМПЭКС» в качестве плацебо. Биохимические исследования в этих группах были проведены трехкратно (до приема напитка; после 10 дней и после 20 дней приема). Исследование было проведено в начале соревновательного периода, в зимнее время (ноябрь – декабрь). Третью и четвертую группу составили 40 спортсменов Училища Олимпийского резерва (УОР) в возрасте 13-16 лет. Исследование было проведено в начале восстановительного периода в условиях летнего, спортивного лагеря «Родник». В 3-ю группу вошли 20

ФГБНУ «ЯНЦ КМП»: **ОХЛОПКОВА Елена Дмитриевна** – к.б.н., вед.н.с.-руковод. лаб., elena_ohlopkova@mail.ru, **КОНСТАНТИНОВА Лена Ивановна** – н.с., konstanta.l@mail.ru, **ОЛЕСОВА Любовь Дыгыновна** – к.б.н., вед. нс.-руковод. лаб., oles@mail.ru, **СЕМЁНОВА Евгения Ивановна** – к.б.н., с.н.с., kunsuntar@mail.ru, **ЯКОВЛЕВА Александра Ивановна** – н.с., **ЕФРЕМОВА Аграфена Владимировна** – к.б.н., с.н.с., **КРИВОШАПКИНА Зоя Николаевна** – к.б.н., с.н.с., **АЛЕКСЕЕВ Владислав Амирович** – м.н.с., **НИКОЛАЕВ Вячеслав Михайлович** – к.б.н., гл.н.с.-руковод. отдела, **ЕФРЕМОВА Светлана Дмитриевна** – м.н.с.; **МИРОНОВА Галина Егоровна** – д.б.н., проф. ИЕН СВФУ им. М.К. Аммосова.

спортсменов, ежедневно в течение 10 дней принимавшие кумыс по 250 мл 4 раза в день (3 раза за 20-30 мин. до приема пищи и 1 раз перед сном); 4-я группа (20 спортсменов) в восстановительный период кумыс не принимали. Исследования проводились до начала приема и на 11-й день после окончания приема кумыса.

Для получения витаминно-минерального напитка 10 г сухой смеси растворяли в 250 мл бутилированной воды комнатной температуры. Напиток содержал витамины А (0,39 мг), Е (7,5 мг), D3 (5,35 мкг), С (64,0 мг), В1 (0,95 мг), В2 (1,1 мг), В6 (1,2 мг), В12 (1,6 мкг), РР (9,65 мг), К1 (48,5 мкг), пантотеновую кислоту (2,9 мг), фолиевую кислоту (0,38 мг), биотин (16,0 мкг), минеральные вещества: кальций (140 мг), магний (100 мг), янтарную кислоту (50 мг), углеводы (6,7 г) (сертификат соответствия РФ № С-RU.AE84.B.06712 TP 0497019 и «Смесь сухая с витаминами и минеральными веществами для напитка «Валетек-СП Актив» (со вкусами вишни и апельсина) в форме напитка (свидетельство о госрегистрации RU.77.99.11.003.E.045369.11.11 от 03.11.2011) производства ЗАО «ВАЛЕТЕК ПРОДИМПЭКС»). Кумыс был изготовлен в ОАО «Сахаплемобъединение» по стандартной технологии из кобыльего молока ТУ 9222-001-55673105-2009.

Материалом для исследований служили гепаринизированная кровь и сыворотка. Забор крови производился утром натощак из локтевой вены. Протокол исследования был одобрен локальным комитетом по биомедицинской этике при Якутском научном центре комплексных медицинских проблем (протокол № 24 от 29 июня 2010 г). Исследование проводилось при условии добровольного информированного согласия участников.

Исследования интенсивности перекисного окисления липидов (ПОЛ) и состояния антиоксидантной системы (АОС) проводили в эритроцитарной взвеси спектрофотометрическим методом на спектрофотометре Specord 40. ПОЛ определяли по накоплению тиобарбитурат-активных продуктов (ТБК-АП) [12]. Антиоксидантную защиту организма оценивали по активности супероксиддисмутазы (СОД) [10], каталазы (КАТ) [4] и суммарному содержанию низкомолекулярных антиоксидантов (НМАО) [7]. Содержание аскорбиновой кислоты в сыворотке крови определяли титрометрическим методом.

Статистическую обработку полученных данных проводили с помощью пакета прикладных статистических программ STATISTICA 6.0. и SPSS 19.0. для Windows. Нормальность независимых переменных проверяли с

помощью непараметрического метода «Kolmogorov-Smirnov». Достоверность различий средних между группами при ненормальном распределении определяли с использованием t-критерия Манна-Уитни. Вероятность справедливости нулевой гипотезы принимали при $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение. Результаты проведенных исследований показали, что интенсивность ПОЛ и состояние АОС в первой и третьей, второй и четвертой группах до приема витаминно-минерального напитка и кумыса, в первый день исследования, имели существенные отличия. Концентрация ТБК-АП в первой и второй группах была снижена на 45 и 41% по сравнению с третьей и четвертой группами соответственно (рис.1-2).

Исходные значения суммарного содержания НМАО у спортсменов первой и второй группы были выше на 75 и 69%, СОД – на 71%, а активность КАТ в обеих группах была снижена на 33 и 43% по сравнению с третьей и четвертой группами соответственно. Уровень содержания витамина С во всех группах спортсменов соответствовал норме, но в третьей группе был наиболее низким (табл.1-2).

Изменения в показателях связаны с разным уровнем нагрузки в тренировочные периоды и со временем года в момент исследования и согласуются с

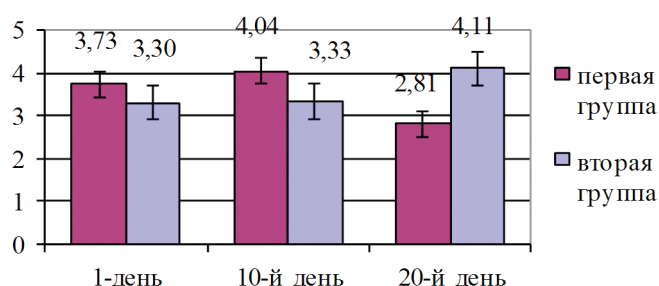


Рис.1. Концентрация ТБК-АП у борцов вольного стиля, принимавших витаминный напиток и принимавших плацебо в течение 20 дней, нмоль/л

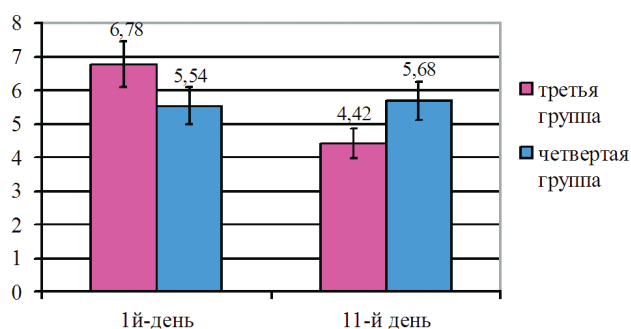


Рис.2. Концентрация ТБК-АП у борцов вольного стиля, принимавших кумыс в течение 10 дней и не принимавших его, нмоль/л

Таблица 1

Показатели антиоксидантной защиты организма борцов вольного стиля до и после приема витаминно-минерального комплекса

Показатель	1-я группа (принимавшие напиток) (n=21)			2-я группа (принимавшие плацебо) (n=18)		
	1-й день	10-й день	20-й день	1-й день	10-й день	20-й день
НМАО, мг х экв/мл эритроц.	0,065±0,00	0,098±0,00**	0,130±0,01***	0,068±0,00	0,072±0,00	0,087±0,00
СОД, мкМоль/мин х мл	0,061±0,00	0,060±0,05	0,061±0,00	0,061±0,01	0,062±0,00	0,061±0,00
КАТ, кат/л	0,700±0,03++	0,625±0,05*	0,592±0,05***	0,509±0,05	0,467±0,04	0,251±0,03
Витамин С, 0,7-1,5 мг/дл	1,01±0,09	1,51±0,07	1,76±0,06**	1,01±0,12	1,24±0,17	1,04±0,20

*) $p < 0,5$; **) $p < 0,001$; ***) $p < 0,0001$ в первой группе, в сравнении с первым днем исследования; +) $p < 0,5$; ++) $p < 0,001$; +++)) $p < 0,0001$ в сравнении со второй группой, принимавшими плацебо.

Таблица 2

Показатели антиоксидантной защиты организма борцов вольного стиля принимавших и не принимавших кумыс

	3-я группа (принимавшие кумыс (n=20))		4-я группа (не принимавшие кумыс) (n=20)	
	1-й день	10-й день	1-й день	10-й день
НМАО, мг х экв/мл эритроц.	0,016±0,00	0,027±0,00*	0,021±0,00	0,026±0,01
СОД, мкМоль/мин х мл	0,018±0,00	0,090±0,05**	0,019±0,01	0,022±0,00
КАТ, кат/л	0,915±0,04++	0,750±0,05*	0,899±0,01	0,804±0,05
Витамин С, 0,7-1,5 мг/дл	0,87±0,08	1,38±0,09*	1,03±0,10	0,95±0,08

*) $p < 0,5$; **) $p < 0,001$; в первой группе, в сравнении с первым днем исследования.

литературными данными [6,8].

На 10-й день в группах исследования были отмечены следующие изменения: концентрация ТБК-АП в первой, второй, и четвертой группах фактически не изменилась, а в третьей значительно снизилась – на 35% ($p < 0,05$) по сравнению с первым днем исследования (рис.1-2). Суммарное содержание НМАО за этот промежуток времени увеличилось во всех четырех группах, однако характер повышения имел некоторые отличия. В первой и третьей группах повышение было значительным – на 44 и 41% соответственно, что связано с положительным влиянием синтетического витаминно-минерального комплекса и натурального кисломолочного продукта кумыса. Во второй и четвертой группах повышение было незначительным – на 6 и 19% соответственно, в сравнении с первым днем. Активность ферментов антиоксидантной защиты изменялась по-разному. Отмечено снижение активности каталазы во всех группах. Наибольшее снижение было в первой и третьей группах – на 11 и 19%, что, вероятно, связано с параллельным повышением активности СОД, а во второй и четвертой – на 8 и 11% соответственно. Активность СОД в первой группе не изменилась, а в третьей повысилась на 80%, во второй группе активность фермента осталась на начальном уровне, а в четвертой – повысилась на 24% по сравнению с первым днем исследования. К алиментарным факторам, понижающим каталазную активность, относят недостаток в организме витамина В, фолиевой кислоты, биотина, витамина А. Возможно, понижение уровня каталазы в третьей группе было более выраженным, поскольку это происходит при избытке метионина, тирозина, цистина, меди и цинка, а данные аминокислоты входят в состав кумыса. Каталаза предотвращает накопление в клетке перекиси водорода, образующейся при аэробном окислении восста-

новленных флавопротеидов и из O_2 . Для разложения перекиси требуется малое количество фермента, скорость реакции определяется диффузией и не требует энергии для активации [3]. Следует отметить, что каталаза является вторым звеном АОЗ, поэтому более низкую активность фермента у спортсменов 3-й и 4-й групп можно связать с более эффективной работой первого звена системы АОЗ, в частности СОД и неферментативных антиоксидантов.

На 20-й день исследования в 1-й группе спортсменов, принимавших витаминный напиток, концентрация ТБК-АП уменьшилась на 24%, что свидетельствует об уменьшении интенсивности ПОЛ в данной группе. Во второй группе спортсменов, принимавших плацебо, концентрация ТБК-АП, наоборот, повысилась на 20%, по сравнению с первым днем, что является неблагоприятным признаком и показывает на напряжение адаптационных процессов в соревновательный период (рис.1). Суммарное содержание НМАО в обеих группах спортсменов увеличивалось: в первой группе на 50 ($p < 0,0001$) и во второй на 22%. Активность каталазы в обеих группах по сравнению с первым днем исследования понизилась, однако в первой группе спортсменов снижение актив-

ности было незначительным – 15% ($p < 0,001$), тогда как во второй более выраженным – 51% ($p < 0,001$). Уровень СОД оставался неизменным весь период исследования. Содержание витамина С в первой группе повысилось на 57%, а во второй группе осталось на прежнем уровне по сравнению с исходным значением (табл. 1). Следовательно, прием витаминно-минерального комплекса «Валетек-СП Актив» оказал значительное антиоксидантное действие на 20-й день исследования у спортсменов.

Для определения эффективности влияния витаминно-минерального напитка и кумыса провели сравнительный анализ состояния про- и антиоксидантного равновесия в во всех группах, которое было рассчитано по формуле:

$$K_{\text{АОЗ/ПОЛ}} = \text{НМАО} + \text{СОД} + \text{КАТ} / \text{ТБК-АП}.$$

В начале исследования коэффициент про- и антиоксидантного равновесия у спортсменов первой группы был выше на 30%, чем в третьей группе (рис.3), что можно объяснить сравнительно невысоким уровнем ТБК-АП (рис.1), т.е. меньшей интенсивностью ПОЛ и лучшим состоянием АОС (повышенный уровень активности СОД, суммарного содержания НМАО, аскорбиновой кислоты) (табл.1), характерным для начала соревновательного периода. В третьей группе понижается значения $K_{\text{АОЗ/ПОЛ}}$ характеризуется высоким уровнем ТБК-АП и снижением АОЗ, так как спортсмены на начальном этапе восстановительного периода были утомлены и перетренированы.

На 10-й день исследования в трех группах отмечено снижение показателя $K_{\text{АОЗ/ПОЛ}}$: в первой группе – на 10, во второй – на 6 и четвертой – на 12% соответственно. В третьей группе, принимавшей кумыс, отмечено значительное повышение $K_{\text{АОЗ/ПОЛ}}$ – на 30% (рис.3), что является благоприятным

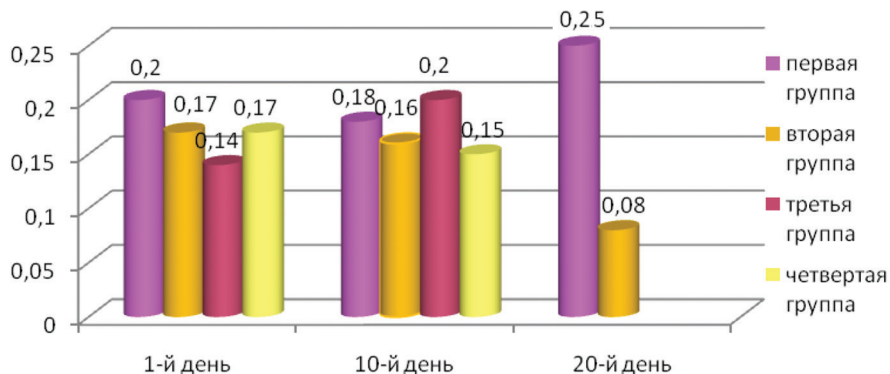


Рис.3. Показатель уровня антиоксидантного равновесия до и после приема витаминно-минерального комплекса и кумыса

признаком в восстановительный период и связано со снижением уровня ТБК-АП (рис. 2), повышением содержания НМАО, активности СОД и витамина С (табл.2) и говорит о хороших восстановительных процессах в организме и адаптации организма на данном этапе.

На 20-й день в первой группе было отмечено повышение значения $K_{\text{АОЗ/ПОЛ}}$ на 20% по сравнению с первым днем и на 36% – с 10-м днем (рис.3), что обусловлено статистически достоверным снижением ТБК-АП на 24%, повышением содержания НМАО на 15, витамина С на 57% и с оказанием поддерживающего действия на ферментативное звено. Активность каталазы при нарастании соревновательных нагрузок понизилась только на 15%, а активность СОД не изменилась (табл.2). Во второй группе значение $K_{\text{АОЗ/ПОЛ}}$ снизилось на 50 и 53% соответственно в сравнении с первым и десятым днём, что говорит о снижении уровня антиоксидантной защиты (неферментативного и ферментативного звена) и превалировании прооксидантных процессов.

Заключение. Проведенные исследования свидетельствуют о благотворном антиоксидантном действии БАД витаминно-минерального комплекса «Валетек-СП Актив» после 20-дневного приема и кисломолочного продукта из кобыльего молока – кумыса после 10 дневного приема. Полученная на биохимическом уровне оценка эффективности БАД и кумыса в процессе подготовки спортсменов высокой квалификации показала их несомненную полезность и, следовательно, перспективность использования препаратов антиоксидантной направленности для профилактики развития различных патологий, связанных с ускорением пероксидации с образованием большого количества свободных радикалов. В условиях экстремально холодного

климата витаминно-минеральный комплекс и кисломолочный продукт кумыс будут полезны в сохранении здоровья не только для спортсменов, но и людей, занятых физическим трудом на открытом воздухе в условиях низких температур Якутии.

Литература

1. Бойко Е.Р. Физиолого-биохимические основы жизнедеятельности человека на Севере / Е.Р. Бойко. – Екатеринбург: УрО РАН, 2005. – 190 с.
2. Boiko E.R. Physiological and biochemical basis of human activity in the North / E.R. Boiko. – Ekaterinburg: UrO RAN, 2005. – 190 p.
3. Биопрепараты из природного северного сырья как средства коррекции экологического неблагополучия / Б.М. Кершенгольц, А.Н. Журавская, А.А. Шейн [и др.] // Известия Самарского науч. центра РАН. – 2010. – Т. 12, № 1(8). – С 2041-2046.
4. Biological preparations from natural northern raw materials as agents of ecological trouble correction / B.M. Kerschengoltz, A.N. Juravskaya, A.A. Shein, M.M. [et al.] // Bulletin of the Samara Scientific Center RAS. – 2010. – Vol.12. – №1(8). – P 2041-2046.
5. Казимирко В.К. Антиоксидантная система и ее функционирование в организме человека / В.К. Казимирко, В.И. Мальцев // Мед. газета «Здоровье Украины». – 2004. – Вып. №98, Kazimirko V.K. Antioxidant system and its functioning in the human body / V.K. Kazimirko, V.I. Maltsev // Med. newspaper «Health of Ukraine». – 2004. – Issue №98, «News of Medicine».
6. Королук М.А. Метод определения активности каталазы / М.А. Королук, Л.И. Иванова, И.Г. Майорова // Лаб. дело. – 1988. – №1. – С.16–19.
7. Koroljuk M.A. Method for determination of catalase activity / M.A. Koroljuk, L.I. Ivanov, I.G. Mayорова // Lab. business. – 1988. – № 1. – P.16-19.
8. Миронова Г.Е. Хронический обструктивный бронхит в условиях Крайнего Севера (значение оксидантного статуса больного и антиоксидантной терапии) / Г.Е. Миронова, Е.П. Васильев, Б.Т. Величковский. – Красноярск, 2003. – 169 с.
9. Mironova G.E. Chronic obstructive bronchitis in the Far North (the oxidative status of the patient and antioxidant therapy) / G.E. Mironova, E.P. Vasilyev, B.T. Velichkovsky. – Krasnoyarsk, 2003. – 169 p.
10. Охлопкова Е.Д. Состояние про – и антиоксидантного равновесия у борцов вольного стиля и боксеров на разных этапах тренировочного цикла / Е.Д. Охлопкова, Г.Е. Миронова // Якутский медицинский журнал. – 2009. – №4. – С.60-64.
11. Okhlopova E.D. State of the pro - and antioxidant balance in freestyle wrestlers and boxers in various stages of training cycle / E.D.Okhlopova, G.E. Mironova // Yakut medical journal. – 2009. – № 4 (28). – P.60-64.
12. Рогожин В.В. Методы биохимических исследований / В.В. Рогожин. – Якутск, 1999. – С.91–93.
13. Rogozhin V.V. Biochemical research methods / V.V. Rogozhin – Yakutsk, 1999. – P. 91-93.
14. Константинова Л.И. Состояние про- и антиоксидантного равновесия у борцов вольного стиля Якутии в разные сезоны года / Л.И. Константинова, Г.Е. Миронова, Е.Д. Охлопкова [и др.] // Якутский медицинский журнал. – 2016. – №2. – С.39-42.
15. Konstantinova L.I. The state of pro and antioxidant equilibrium in wrestlers of the free style of Yakutia in different seasons of the year / L.I. Konstantinova, G.E. Mironova, E.D. Okhlopova [et al.] // Yakut Medical Journal. – 2016. - №2.- P.39-42.
16. Снижение повреждения мышц при физической нагрузке и увеличение работоспособности с помощью биологически активных добавок (БАД) антиоксидантной направленности / В.И. Морозов [и др.] // Сб. науч. тр. СПб. науч.-исслед. ин-та физич. культуры. Итоговая науч. конф. – СПб., 2005. – С. 128-133.
17. Reduction of muscle damage during physical activity and increase in working capacity with the help of biologically active additives (BAA) of antioxidant orientation / V.I. Morozov [et al.] // Collected scientific works of the Spb. Scientific Research Institute of Physical Culture. Final scientific conference. – Spb., 2005.
18. Справочник по лабораторным методам исследования / Под ред. Л.А. Даниловой. – СПб.: Питер, 2003. – 541 с.
19. Handbook of laboratory methods / Ed. L.A. Danilova. – St. Petersburg.: Peter, 2003. – 541 p.
20. Уровни низкомолекулярных антиоксидантов у коренных и пришлых жителей Якутии / З.Н. Кривошапкина, Г.Е. Миронова, Е.И. Семёнова [и др.] // Якутский медицинский журнал. – 2014. – №2. – С.83-87.
21. Krivoshapkina Z.N. Levels of low-molecular antioxidants in native and alien inhabitants of Yakutia / Z.N. Krivoshapkina, G.E. Mironova, E.I. Semenova [et al.] // Yakut Medical Journal. – 2014.- № 2.- P.83-87.
22. Determination of malonal-dehyde precursor in tissues by thiobarbituric acid test / M. Uchiyama, M. Michara //Anal. Biochem. – 1978. – Vol.86. – №1. – P. 271-278.