БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 581.526.325:627.17(571.13)

О. О. КРЕНЦ
О. П. БАЖЕНОВА

Омский государственный аграрный университет им. П. А. Столыпина

ФИТОПЛАНКТОН И ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ОЗЕРА ИНБЕРЕНЬ (ОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Таксономический состав фитопланктона озера Инберень (Омская область) отличается сложной структурой и имеет ярко выраженный хлорококковый характер. По показателям развития фитопланктона трофический статус озера соответствует политрофному уровню, а качество воды — классу «загрязненная».

Ключевые слова: фитопланктон, таксономический состав, структура, качество воды.

Введение. Одним из значимых компонентов водных биоценозов является фитопланктон — основной создатель органического вещества в водоемах. Фитопланктону принадлежит ключевое место в системе оценки экологического состояния водных объектов, поскольку он находится в основании трофической пирамиды и первый принимает на себя оказываемое воздействие. Фитопланктон и другие водорослевые сообщества (перифитон и фитобентос) служат максимально удобным объектом в системе биомониторинга, обладая быстрым и интегральным ответом на любые внешние воздействия [1].

Кроме того, организмы, входящие в состав фитопланктона — водоросли и цианобактерии являются важным звеном биологического разнообразия водных экосистем. Всестороннее изучение и выявление видового состава фитопланктона озер является актуальным не только с точки зрения инвентаризации биоразнообразия, но в целях наиболее эффективного использования и охраны водоемов [1]

Целью исследования являлось определение экологического состояния и оценка качества воды озера Инберень (Омская область) по показателям развития фитопланктона.

Материалы и методы. Сообщение основано на материалах обработки 120 количественных и интегрированных проб фитопланктона озера Инберень. Пробы фитопланктона отбирали в 2010—2011 гг. один раз в месяц, включая подледный период. Станции отбора проб располагались регулярно по акватории озера. Количественные пробы объемом 0,5 л отбирали зачерпыванием из поверхностного слоя

Таблица 1

Химический состав воды озера Инберень (2010–2011 гг.)

Компонент	Единица измерения	ПДК	Массовая концентрация и погрешность измерения					
			2010 год		2011 год			
			июнь	сентябрь	февраль	май	август	ноябрь
Гидрокарбонаты	мг/дм^3	не уст.	268	267,9±10,04	360,6±12,8	222,1±8,7	285,6±10,6	333±12
Сульфаты	мг/дм^3	100,00	26	49,5±7,47	60,5±7,36	17,8±2,2	13,4±1,7	48,5±7,4
Кальций	мг/дм^3	180,00	40	40,3±2,74	43,3±2,93	40,9±2,8	37,1±2,5	42,1±2,9
Магний	мг/дм^3	40,00	32	45,5	66,9	37,1	45,6	52,2±5,7
Натрий +Калий	мг/дм^3	не уст.	153	178,2	241,5	136,5	183,0	251±55
Азот нитратный	мг/дм^3	9,10	4,25	0,005±0,005	0,163±0,045	менее 0,01	0,038±0,013	0,067±0,02
Азот нитритный	мг/дм^3	0,02	0,012	0,003±0,004	менее 0,010	0,003±0,004	менее 0,010	менее 0,005
Азот аммонийный	мг/дм^3	0,4	1,3	не уст.	не уст.	не уст.	не уст.	не уст.
Хлориды	мг/дм^3	300,0	224	264,2±9,33	359,8±12,19	231,8±8,4	282,2±9,9	353,0±12.0
pH	–	6,5-8,5	7,88	7,15±0,1	7,54±0,1	7,7±0,1	8,4±0,1	8,5±0,1
БПК$_5$	мг/дм^3	2,0	–	6,05±0,66	2,24±0,43	5,13±0,09	6,3±0,7	7,3±0,7
ХПК	мг/дм^3	15,0	–	54,7±4,58	52,8±4,67	71,8±5,6	107,5±7,8	82,0±6,2
Жесткость общая	моль/дм^3	0,40	4,6	5,75±0,47	7,66±0,61	5,09±0,42	5,60±0,46	6,39±0,52
Минерализация	мг/дм^3	–	744	845,6	1132,6	686,2	846,9	1079,8

воды, фиксировали формалином, концентрировали осадочным способом и обрабатывали общепринятыми методами [2]. Одновременно с отбором проб проводили гидрохимический анализ.

Результаты и их обсуждение. Озеро Инберень находится в центральной подзоне лесостепной зоны Омской области, расположено в древней пойме реки Иртыш и является водоемом старичного типа. Питание озера осуществляется стоком малых рек Федуковка и Баловка, а также за счет осадков и талых вод. Озеро имеет подковообразную форму, по уровню оно расположено выше Иртыша, поэтому в годы высокого весеннего половодья сток из него попадает в реку. Длина озера немногим более 3 км, наибольшая ширина около 300 м, максимальная глубина составляет 2,9 м, средняя — 2 м. Берега озера невысокие, окружены тростником. По акватории наблюдаются обширные заросли подводной высшей растительности, образованные роголистником (*Ceratophyllum demersum)*, нимфейником (*Nymphoides peltata*), рдестами (*Potamogeton spp.*) и некоторыми другими видами. Донные отложения представлены в основном серыми илами средней мощности.

По классификации О. А. Алекина [3] вода озера Инберень относится к хлоридному классу, группе натрия, второму типу. Минерализация воды колеблется от 700 до 1100 мг/л, по этому показателю озеро относится к пресным водоемам, а в осенне-зимний период — слабо пресным. Активная реакция воды (pH) осенью нейтральная, летом повышается до слабощелочной. Величина общей жесткости колеблется от 4,6 до 7,7. Значения БПК$_5$ варьировались от 2,24 до 7,3, что соответствует классу качества воды «умеренно загрязненная» и «грязная». Показатели ХПК колеблются от 52,8 до 107,5, что соответствует классу качества воды «очень грязная». По этим показателям вода не пригодна для хозяйственно-питьевого, хозяйственно-бытового и культурного водопользования [4]. Отмечены также превышения предельно допустимых концентраций (ПДК) по БПК$_5$, ХПК, общей жесткости, содержанию магния и хлоридов (табл. 1).

К настоящему времени в фитопланктоне озера Инберень найдено 183 видовых и внутривидовых таксона водорослей и цианобактерий, относящихся к 8 отделам, в том числе: Cyanoprokaryota — 24, Euglenophyta — 22, Dinophyta — 3, Cryptophyta — 1, Chrysophyta — 8, Bacillariophyta — 15, Xanthophyta — 5, Chlorophyta — 105. Высоким видовым богатством отличаются зеленые водоросли (Chlorophyta), занимающие ведущее место в таксономической структуре фитопланктона (табл. 2).

Основу видового богатства зеленых водорослей составляют представители порядка *Chlorococcales* из родов *Scenedesmus, Didymocystis, Monoraphidium, Oocystis, Tetraëdron, Dictyosphaerium, Pediastrum.* Максимального уровня вегетации зеленые водоросли достигают в летне-осенний период.

Цианобактерии (*Cyanoprokaryota*) по видовому богатству занимают второе место. В течение всего периода открытой воды в массовом количестве в озере вегетируют мелкоклеточные цианобактерии родов *Aphanocapsa* и *Merismopedia.* В фитопланктоне озера найдены и токсичные виды цианобактерий: *Aphanizomenon flos-aquae* (L.) Ralfs и *Microcystis aeruginosa* Kütz. emend. Elenk. Летом вегетация этих

Таблица 2
Таксономический состав фитопланктона озера Инберень (2010–2011 гг.)

Отдел	Количество					
	классов	порядков	семейств	родов	видов	видов и разновидностей
Cyanoprokaryota	2	3	7	17	24	24
Euglenophyta	1	1	1	3	20	22
Dinophyta	1	1	2	3	3	3
Cryptophyta	1	1	1	1	1	1
Chrysophyta	1	2	3	5	8	8
Bacillariophyta	2	4	10	15	15	15
Xanthophyta	2	2	3	4	5	5
Chlorophyta	2	5	15	30	101	105
Всего	12	19	42	78	177	183

видов часто превышает рекомендованный ВОЗ уровень для рекреационных водоемов (20 млн кл./л) [5]. Например, численность *M. aeruginosa* в августе 2010 г. достигала 21,9 млн кл./л, а *A. flos-aquae* в июле 2011 г. — 25,8 млн кл./л.

Эвгленовые водоросли по видовому богатству занимают третье место в фитопланктоне озера. Наибольшим числом видов представлен род *Trachelomonas* (8 таксонов рангом ниже рода), за ним следуют роды *Euglena* (4) и *Phacus* (3).

Большинство диатомовых водорослей, найденных в планктоне озера, относится к классу *Pennatophyceae* (13 таксонов рангом ниже рода), представленному родами *Synedra, Fragilaria, Diatoma, Achnanthes, Navicula, Pinnularia, Amphora, Cymbella, Epithemia* и др. Указанные пеннатные диатомеи в большинстве своем являются случайно-планктонными видами, вовлеченными в толщу воды при ветровом перемешивании, которое здесь часто наблюдается летом. Центрические диатомеи в озере немногочисленны и представлены видами из родов *Cyclotella* и *Aulacoseira.*

Другие отделы водорослей в планктоне озера Инберень отличаются невысоким видовым богатством. Так, из динофитовых водорослей найдены не идентифицированные до вида представители родов *Gymnodinium* и *Peridinium*. Из криптофитовых водорослей в летне-осенний период изредка встречается *Chroomonas acuta* Üterm. Золотистые водоросли представлены небольшим числом видов из родов *Kephyrion*, *Dinobryon* и *Mallomonas*. Развитие желтозеленых водорослей незначительно, из них найдены распространенные в водных объектах Омской области *Centritractus belonophorus* Lemm., *C. capillifer* Pasch., *Goniochloris fallax* Fott.

Таким образом, таксономический состав фитопланктона озера Инберень отличается достаточно сложной структурой и имеет ярко выраженный хлорококковый характер.

Максимального обилия фитопланктон озера достигает в летне-осенний период. В среднем по озеру летом 2010 г. общая численность фитопланктона составляла 239,9 млн кл./л, а осенью — 254,38 млн кл./л. В подледный период численность фитопланктона

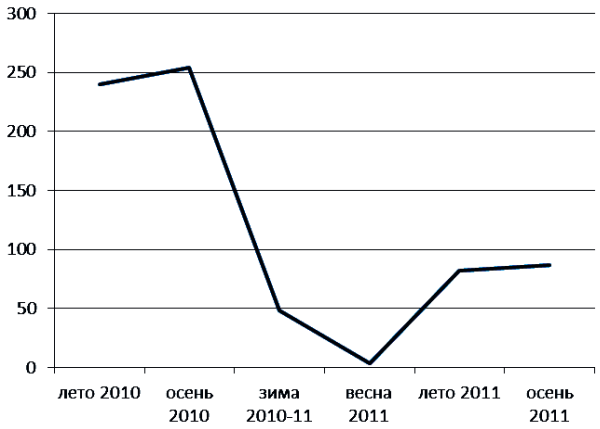

Рис. 1. Динамика численности (млн кл./л.) фитопланктона озера Инберень в 2010–2011 гг.

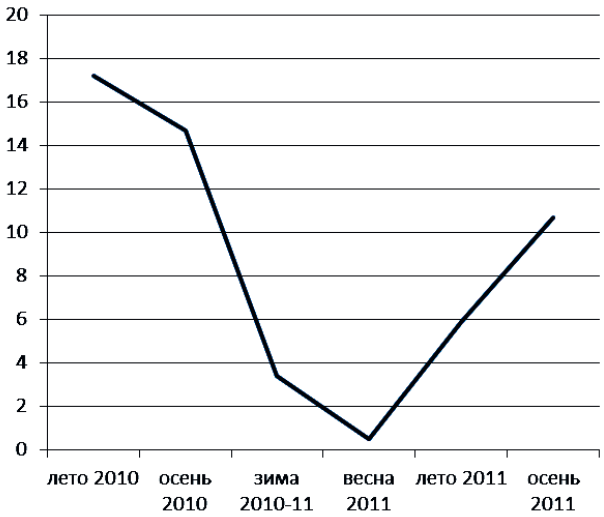

Рис. 2. Динамика биомассы (г/м³) фитопланктона озера Инберень в 2010–2011 гг.

резко падает и продолжает уменьшаться с наступлением весны — в среднем по озеру 3,10 млн кл./л. С наступлением лета численность фитопланктона вновь возрастает, но уровень развития фитопланктона в летне-осенний период 2011 года существенно меньше, чем в 2010 г. (рис. 1).

Динамика биомассы фитопланктона соответствует изменениям его численности. Максимальный уровень биомассы отмечался, как и максимум численности, в летне-осенний период 2010 г., минимальный — весной 2011 г. В среднем по озеру показатели биомассы фитопланктона изменялись в пределах 0,48 – 17,20 г/м³ (рис. 2). По этому показателю трофический статус озера соответствует политрофному уровню.

Согласно комплексной экологической классификации качества поверхностных вод суши [6], по эколого-санитарным показателям, учитывающим развитие фитопланктона, класс чистоты вод озера Инберень за период 2010 – 2011 гг. изменялся от 2-го класса «чистая» до 4-го класса «загрязненная». Разряд качества воды варьировался от «очень чистой» в зимне-весенний период до «сильно загрязненной» в летне-осенний.

Учитывая высокий трофический статус и низкое качество воды, экологическое состояние озера Инберень оценивается в целом как неблагополучное.

Библиографический список

1. Баринова, С. С. Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды / С. С. Баринова, Л. А. Медведева, О. В. Анисимова. — Тель-Авив, 2006. — 498 с.
2. Федоров, В. Д. О методах изучения фитопланктона и его активности / В. Д. Федоров. — М. : Изд-во МГУ, 1979. — 168 с.
3. Алекин, О. А. Гидрохимия / О. А. Алекин. — Л. : Гидрометеоиздат, 1952. — 162 с.
4. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды : справ. материалы / Под ред. Т. В. Гусевой. — М. : ФОРУМ: ИНФРА-М, 2007. — 192 с.
5. Chorus, I. Toxic Cyanobacteria in Water: A guide to their public health consequences, monitoring and management / I. Chorus, J. Bartam. — WHO, 1999. — 400 p.
6. Комплексная экологическая классификация качества поверхностных вод суши / О. П. Оксиюк [и др.] // Гидробиологический журнал. — 1993. — Т. 29, № 4. — С. 62—76.

КРЕНЦ Олеся Олеговна, ассистент кафедры экологии и биологии.
БАЖЕНОВА Ольга Прокопьевна, доктор биологических наук, профессор (Россия), профессор кафедры экологии и биологии.
Адрес для переписки: 644008 Омск-8, Институтская пл., 2, ОмГАУ.

Статья поступила в редакцию 28.02.2013 г.
© О. О. Кренц, О. П. Баженова

УДК 612.123+616.36+613.735:616-092.4

В. В. КОРНЯКОВА
В. Д. КОНВАЙ

Омская государственная медицинская академия

Омский государственный аграрный университет им. П. А. Столыпина

НАРУШЕНИЕ ПУРИНОВОГО ОБМЕНА В КАРДИОМИОЦИТАХ КРЫС ПРИ ИНТЕНСИВНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗКАХ И ЕГО КОРРЕКЦИЯ СЕЛЕНИТОМ НАТРИЯ

Интенсивные физические нагрузки, моделируемые на крысах принудительным плаванием с грузом, сопровождаются лактоацидозом, усиливающим катаболизм пуринов до урата, сопряженный с продукцией ксантиноксидазой активных кислородных метаболитов. Это приводит к усилению в кардиомиоцитах крыс истощения фонда глутатиона, угнетению антиоксидантной системы и липопероксидации мембранных структур. Введение данным животным селенита натрия в дозе 30 мкг/кг способствует не только снижению явлений гипоксии, катаболизма пуринов, но и предотвращает развитие дефицита глутатиона, торможение функции антиоксидантной системы и чрезмерную липопероксидацию мембранных структур.

Ключевые слова: физические нагрузки, кардиомиоциты, селенит натрия, антиоксидантная система.

Интенсивные физические нагрузки, сопровождающие военную службу, труд на тяжелом производстве, присущие современному спорту высших достижений, зачастую негативно влияют на функциональное состояние сердечно-сосудистой системы, вызывая ее переутомление [1, 2]. Пусковые механизмы этого явления до конца не изучены, что лимитирует разработку методов его профилактики [3]. Нами было выдвинуто предположение о возможной кардиопротекторной эффективности селенита натрия в условиях переутомления.

Целью настоящей работы является объяснение пусковых механизмов развития утомления в кардиомиоцитах с позиций теории острого нарушения метаболизма пуринов, описанного нами ранее [4], и коррекции найденных нарушений путем введения селенита натрия.

Методика исследования. Эксперимент проводили на 55 белых крысах-самцах массой 240+20 г. Исследуемые животные были разделены на 4 группы. Первую из них составляли интактные крысы (n=10). Во вторую группу вошли животные с оптимальным режимом физической нагрузки (n=15), которые подвергались принудительному плаванию с грузом, равным 10 % от массы тела в течение пяти недель эксперимента через день. На крысах третьей группы моделировали интенсивные физические нагрузки (ИН, n=15) принудительным плаванием с грузом в течение первых трех недель эксперимента через день, последние две недели — ежедневно. Крысы четвертой группы (n=15) подвергались плаванию по схеме ИН, на последней неделе эксперимента они получали перорально селенит натрия ежедневно в дозе 30 мкг/кг массы тела до принуди-

Таблица 1

Показатели энергетического обмена и перекисного окисления липидов в тканях крыс интактных, подвергнутых оптимальным физическим нагрузкам, ИН и введению селенита натрия на фоне ИН, M+m, n=10−15.

Показатели	Группа			
	1-я (интактные)	2-я (оптимальные нагрузки)	3-я ИН	4-я (ИН + селенит натрия)
В крови:				
Лактат, ммоль/л	5,95 + 0,32	8,33 + 0,60**	10,92 + 0,45***^^	7,78 + 0,67* ''
Урат, мкмоль/л	76 + 6	105 + 11	150 + 16***^	108 + 7** '
В кардиомиоцитах:				
Супероксиддисму-таза, Ед /мг белка	19,5 + 1,9	17,0 + 1,2	13,3 + 1,1 *^	16,6 + 1,0'
Каталаза, мкЕД/г белка	1,16 + 0,06	1,38 + 0,46	0,93 + 0,12	1,02 + 0,13
Малоновый диальдегид, мкмоль/мг белка	7,21 + 0,96	9,34 + 0,26	10,18 + 0,42*	8,93 + 0,99
Глутатион, ммоль/г белка	39,9 + 2,0	33,5 + 1,7	26,4 + 2,4 **^	37,8 + 3,8'
Глутатионперокси-даза, МЕ/мг белка	954 + 54	819 + 62	649 + 39 **^	811 + 64'
Глутатионредукта-за, МЕ/г белка	54,4 + 2,9	51,1 + 2,2	44,1 + 0,5 **^	52,9 + 2,3'
Глюкозо-6-фосфат-дегидрогеназа, МЕ/г белка	3,54 + 0,22	2,88 + 0,26	1,94 + 0,33 **^	2,98 + 0,18'

Примечание. * p<0,05; ** p<0,01, *** p<0,001 — различия статистически значимы по сравнению с 1-й группой, ^ p<0,05; ^^ p<0,01 — по сравнению со 2-й группой, ' p<0,05; '' p<0,01 — по сравнению с 3-й группой.

тельного плавания с грузом. Плавание крыс проводили в бассейне диаметром 45 см, глубиной 60 см с температурой воды 28 − 30°С. Исследования проводились в соответствии с требованиями Европейской конвенции по защите экспериментальных животных 86/609/ЕЕС.

По окончании эксперимента у крыс забирали кровь, в плазме которой определяли концентрацию лактата, урата и аспартатаминотрансферазы унифицированными методами исследования. Из сердца готовили 20 % гомогенаты с использованием 0,15 М раствора хлорида калия, в которых определяли содержание белка биуретовым методом, МДА по реакции с ТБК, глутатиона [5], активность СОД [6], каталазы [7], глюкозо-6-фосфатдегидрогеназы (Г-6-ФДГ) [8], глутатионпероксидазы (ГлПО) и глутатионредуктазы [9]. Для биохимических исследований использовали реактивы фирм «Ольвекс», Hospitex, Randox. Статистическая обработка осуществлялась с использованием непараметрического критерия Манна—Уитни, корреляционного анализа Пирсона.

Результаты исследования. Установлено, что уже при оптимальных физических нагрузках развивается гипоксия, о чем свидетельствует умеренно выраженная гиперлакцидемия. Тем не менее, это не приводит к статистически значимому увеличению концентрации урата в крови, что свидетельствует об отсутствии резко выраженного усиления катаболизма пуринов и сопряженной с ним чрезмерной липопероксидацией мембранных структур кардиомиоцитов. У крыс, подвергнутых оптимальным физическим нагрузкам, достоверно не изменен ни один из исследуемых показателей антиоксидантной системы и перекисного окисления липидов.

У крыс группы ИН явления гипоксии более выражены. Концентрация лактата в их крови превышает уровень этого показателя у животных интактной группы на 83,5 % (P = 0,0001), а у крыс, подвергнутых оптимальным нагрузкам, — на 31,1 % (P = 0,003, (табл. 1)). Это сопровождается усилением катаболизма пуринов, о чем свидетельствует резкое увеличение концентрации урата в крови [на 97 % по сравнению с интактными крысами (P = 0,0001) и на 43 % — с животными, подвергнутыми оптимальным нагрузкам (P = 0,01)]. Генерация ксантиноксидазой мочевой кислоты сопряжена с усиленной продукцией данным энзимом активных кислородных метаболитов, повреждающих мембранные структуры кардиомиоцитов. Содержание МДА в данных клетках превышает аналогичный показатель у интактных крыс на 41,2 % (P = 0,034), а у животных группы оптимальных физических нагрузок — 9 % (P = 0,16). Отмечена положительная корреляция между содержанием МДА в миокарде и концентрацией урата в крови животных группы ИН (r = 0,30).

Эффект активных кислородных метаболитов, генерируемых ксантиноксидазой опосредован, вероятно, также через повреждение ими большинства исследуемых ферментов антиоксидантной системы. Активность СОД, ГлПО, глутатионредуктазы и Г-6-ФДГ в миокарде крыс группы ИН снижена по сравнению с аналогичными показателями у интактных животных соответственно на 31,8 % (P = 0,019), 32,0 % (P = 0,001), 18,9 % (P = 0,001) и 45,2 % (P = 0,003), а по отношению к крысам, подвергнутым оптимальным нагрузкам — 21,8 % (P = 0,03), 20,8 % (P = 0,036), 13,7 % (P = 0,023) и 32,6 % (P = 0,046). Определенный вклад в торможение функции антиоксидантной системы вносит и снижение в миокарде крыс группы ИН содержания глутатиона [на 33,8 % по сравнению с уровнем этого показателя у интактных животных (P = 0,007) и на 21,2 % — по сравнению с крысами, повергнутыми оптимальным нагрузкам (P = 0,028)] (табл. 1).

Торможение активными кислородными метаболитами, генерируемыми ксантиноксидазой, активности ГлПО может быть связано со снижением в тканях животных группы ИН уровня селена, входящего в состав активного центра ГлПО [10 − 13]. Представляет интерес провести коррекцию описанного выше нарушения селенитом натрия. Установлено, что введение данного вещества снижает

степень торможения активности ГлПО. В кардиомиоцитах крыс, подвергнутых введению селенита натрия в условиях ИН, она статистически значимо не отличается от аналогичного параметра у интактных животных и на 25 % превышает этот показатель у крыс группы ИН (P=0,049). Это способствует более эффективной инактивации перекисных соединений, уменьшая степень повреждения ими аэробных систем энергообеспечения и связанное с ним усиление анаэробного гликолиза.

Концентрация молочной кислоты в крови животных, получавших селенит натрия снижена по сравнению с уровнем этого показателя у крыс группы ИН на 28,8 % (P=0,001), продолжая превышать содержание этого метаболита в крови интактных животных [на 30,8 % (P=0,024)]. Это способствует снижению интенсивности катаболизма пуриновых мононуклеотидов, о чем свидетельствует более низкая концентрация урата в крови крыс первой из названных групп [на 28 % по сравнению с группой ИН (P=0,018)]. Вследствие этого снижается интенсивность генерации ксантиноксидазой активных кислородных метаболитов. Степень повреждения ими мембранных структур уменьшается, что выражается в более низком содержании МДА в кардиомиоцитах животных, получавших селенит натрия [на 12,3 % по сравнению с аналогичным показателем у крыс группы ИН (P=0,51)]. Снижение интенсивности продукции активных кислородных метаболитов способствует также лучшей сохранности активности ферментов антиперекисной защиты в миокарде крыс, подвергнутых введению селенита натрия. Ни один из них статистически значимо не отличается от аналогичных параметров у интактных животных. Наряду с более высоким содержанием глутатиона в данном органе, это является одним из факторов, предотвращающих развитие утомления в миокарде крыс, подвергнутых введению селенита натрия.

Таким образом, пусковым механизмом утомления, развивающегося в кардиомиоцитах при интенсивных физических нагрузках, является лактоацидоз, приводящий к чрезмерному катаболизму пуриновых мононуклеотидов до мочевой кислоты, сопряженному с усиленной продукцией ксантиноксидазой активных кислородных метаболитов, истощающих систему антиоксидантной защиты и повреждающих ненасыщенные жирные кислоты мембранных структур. Введение крысам селенита натрия в дозе 30 мкг/кг массы тела перед принудительным плаванием с грузом в течение заключительной недели эксперимента снижает степень этих метаболических нарушений, способствуя лучшей сохранности функциональной способности миокарда.

Библиографический список

1. Земцовский, Э. В. Спортивная кардиология : моногр. / Э. В. Земцовский. — СПб., 1995. — 448 с.

2. Макарова, Г. А. Медицинский справочник тренера / Г. А. Макарова, С. А. Локтев. — М. : Советский спорт, 2005. — 587 с.

3. Корнякова, В. В. Роль нарушения метаболизма пуринов в повреждении кардиомиоцитов крыс при физических нагрузках / В. В. Корнякова, В. Д. Конвай // Омский научный вестник. — 2012. — № 1(108). — С. 96—99.

4. Конвай, В. Д. Роль острого нарушения метаболизма пуринов в развитии постреанимационной патологии печени / В. Д. Конвай, П. П. Золин // Омский научный вестник. — 2003. — № 3(24). — С. 168—171.

5. Костромитиков, Н. А. Определение глутатиона фотоколориметрическим методом исследования / Н. А. Костромитиков, Е. А. Суменков // Вестн. РАСХН. — 2005. — № 5. — С. 69—70.

6. Сирота, Т. В. Новый подход в исследовании процесса аутоокисления адреналина и использование его для измерения активности супероксиддисмутазы / Т. В. Сирота // Вопросы медицинской химии. — 1999. — Т. 45, № 3. — С. 263—272.

7. Королюк, М. А. Метод определения активности каталазы / М. А. Королюк // Лабораторное дело. — 1988. — № 1. — С. 16—19.

8. Черданцев, Д. В. Диагностика и лечение окислительного стресса при остром панкреатите / Д. В. Черданцев. — Красноярск : АРТЭ, 2002. — 148 с.

9. Власова, С. Н. Активность глутатионзависимых ферментов эритроцитов при хронических заболеваниях печени у детей / С. Н. Власова, Е. И. Шабунина, И. А. Переслегина // Лабораторное дело. — 1990. — № 8. — С. 19—21.

10. Зенков, Н. К. Окислительный стресс: Биохимические и патофизиологические аспекты / Н. К. Зенков, В. З Ланкин, Е. Б.Меньщикова. — М. : Наука / Интерпериодика, 2001. — 340 с.

11. Селен в питании: растения, животные, человек / Под ред. Н. А. Голубкиной, Т. Т. Папазяна. — М. : Печатный двор, 2006. — 254 с.

12. Burk, R. F. Selenoprotein P: an extracellular protein with unique physical characteristics and a role in selenium homeostasis / R. F. Burk, K. E. Hill // Annu Rev. Nutr. — 2005. — Vol. 25. — P. 215—235.

13. Olson, G. E. Megalin mediates selenoprotein P uptake by kidney proximal tubule epithelial cells / G. E. Olson, V. P. Winfrey, K. E. Hill, R. F. Burk // J. Biol. Chem. — 2008. — Vol. 283. — № 11. — P. 6854—6860.

КОРНЯКОВА Вера Валерьевна, кандидат биологических наук, доцент (Россия), доцент кафедры «Безопасность жизнедеятельности, медицина катастроф» Омской государственной медицинской академии.

КОНВАЙ Владимир Дмитриевич, доктор медицинских наук, профессор (Россия), профессор кафедры химии Омского государственного аграрного университета им. П. А. Столыпина.

Адрес для переписки: bbk_2007@inbox.ru

Статья поступила в редакцию 13.02.2013 г.

© В. В. Корнякова, В. Д. Конвай