

УДК 33

DOI: 10.34670/AR.2020.14.60.001

Актопротекторная активность комплексных соединений переходных металлов и экономическая эффективность последующих экспериментов для целей аграрного хозяйства

Амяга Наталья Владимировна

Кандидат биологических наук,
доцент кафедры теории и методики начального общего и музыкального образования,
факультет педагогики и психологии,
Брянский государственный университет им. академика И.Г. Петровского,
241036, Российская Федерация, Брянск, ул. Бежицкая, 14;
e-mail: Amaiga2015@yandex.ru

Быкова Ирина Васильевна

Кандидат биологических наук,
доцент кафедры безопасности жизнедеятельности и химии,
факультет механико-технологический,
Брянский государственный технический университет,
241035, Российская Федерация, Брянск, бульвар 50 лет Октября, 7;
e-mail: irina.bykova2015@yandex.ru

Удовенко Елена Васильевна

Кандидат биологических наук,
доцент кафедры безопасности жизнедеятельности и химии,
факультет механико-технологический,
Брянский государственный технический университет,
241035, Российская Федерация, Брянск, бульвар 50 лет Октября, 7;
e-mail: lena1660@yandex.ru

Аннотация

В поведённых исследованиях изучен актопротекторный эффект новых химических соединений в обычных условиях и после воздействия гипертермии. Вещества вводились внутрибрюшинно в дозах 0,5; 1; 5; 10; 25 и 50 мг/кг, а лекарственные средства сравнения (беметил, ацизол, мексидол) в дозах 25, 50 и 100 мг/кг за 1 час до физической нагрузки. Гипертермию вызывали помещением животных в термостат на 15 мин при температуре 410 С. Установлено, что химические соединения $\pi Q-461$ обладает наибольшей актопротекторной активностью и по этому показателю в обычных условиях превосходит беметил. Соединение $\pi Q-461$ увеличивает продолжительность бега мышей в третбане после воздействия гипертермии. Физиологически совместимый антиоксидант $\pi Q-461$

представляет интерес для дальнейшего более глубокого экспериментального изучения их фармакологических свойств и возможного механизма действия. Показано, что метод экономического использования лабораторных животных также позволяет оценить экономический эффект от применения моделей использования лабораторных животных. Представленные методы оценки экономического эффекта от применения модели использования лабораторных животных не являются единственно возможными. Данные методы не являются универсальными для оценки всех существующих моделей использования лабораторных животных.

Для цитирования в научных исследованиях

Амяга Н.В., Быкова И.В., Удовенко Е.В. Актопротекторная активность комплексных соединений переходных металлов и экономическая эффективность последующих экспериментов для целей аграрного хозяйства // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2020. Том 10. № 8B. С. 547-555. DOI: 10.34670/AR.2020.14.60.001

Ключевые слова

Актопротекторный эффект, гипертермия, комплексные соединения переходных металлов, физическая работоспособность.

Введение

В последние годы проблему защиты человека от вредного воздействия высокой температуры воздуха предлагается решать с помощью лекарственных средств, названных термопротекторами. Однако арсенал имеющихся лекарственных препаратов с подобным действием весьма ограничен и не полностью отвечает требованиям практической медицины, так как их защитный эффект низкий, а широта лечебных доз небольшая. Поэтому поиск новых химических соединений, способных повышать физическую работоспособность человека при воздействии высокой температуры воздуха является актуальной задачей современной экспериментальной и клинической фармакологии. Решение этой задачи имеет важное значение для повышения выносливости спортсменов и спортивной медицины.

Перспективными в этом плане являются новые комплексные соединения переходных металлов, впервые синтезированные доктором химических наук Э.А. Парфёновым в Российском онкологическом научном центре имени академика Н.Н. Блохина РАМН, и предоставлены нам для изучения.

Целью исследования явилось изучение актопротекторного эффекта новых химических соединений в обычных условиях и после воздействия гипертермии.

Методика

Опыты проведены на белых беспородных мышах-самцах линии SHR массой 19-21 г. В связи с тем, что влияние на организм биологически активных веществ зависит от времени суток, все исследования проводились в одно и то же время. Эксперименты проводили с соблюдением принципов, изложенных в Конвенции по защите позвоночных животных, используемых для экспериментальных и других целей (г. Страсбург, Франция, 1986). Физическую работоспособность мышей в обычных условиях и после воздействия гипертермии оценивали по продолжительности бега в шестидорожном тротбане при скорости движения транспортной

ленты 29-32 м/мин. Гипертермию вызывали помещением мышей в термостат на 15 мин при температуре 41⁰ С. Регистрировали продолжительность бега каждой мыши в минутах. Актопротекторную активность новых соединений сравнивали с действием известных актопротекторов – бемитилом, ацизолом и мексидолом.

Химические вещества в дозах 0,5; 1; 5; 10; 25 и 50 мг/кг и лекарственные средства сравнения в дозах 25, 50 и 100 мг/кг вводили внутривенно за 1 час до физической нагрузки. Контрольным животным вводили в те же сроки и тем же путём равный объём растворителя – дистиллированной воды.

Статистическую обработку экспериментальных данных опытов проводили с помощью компьютерных программ Microsoft Excel XP в среде Windows XP и STATISTICA 6,0. Для вариационного ряда выборки вычисляли среднюю арифметическую величину (М) и ее ошибку (m). Для оценки достоверности различий двух сравниваемых величин применяли t-критерий Стьюдента. Достоверными считали различия между сравниваемыми величинами при $p < 0,05$.

Результаты опытов и их обсуждение

Изучено влияние 7 групп новых комплексных соединений переходных металлов, обладающих антиоксидантными свойствами, на продолжительность бега мышей в третбане в обычных условиях. К их числу относятся производные аскорбиновой кислоты, производные никотиновой кислоты, медьсодержащие производные никотиновой кислоты, другие медьсодержащие соединения, кобальтсодержащие соединения, железосодержащие соединения и титансодержащие соединения.

Производные аскорбиновой кислоты. Исследовано три производных аскорбиновой кислоты под шифрами πQ-461, πQ-540 и πQ-541. Проведено 9 серий опытов на 184 мышах.

Результаты опытов свидетельствуют о том, что производное аскорбиновой кислоты под шифром πQ-461 в обычных условиях проявляло высокую актопротекторную активность в 5-ти дозах. Так, при введении мышам πQ-461 в дозах 1, 5, 10, 25 и 50 мг/кг продолжительность бега животных увеличивалась по сравнению с контролем на 41, 74, 62, 54 и 43%. В дозах 0,5 и 100 мг/кг это соединение не проявляло актопротекторной активности.

Производные аскорбиновой кислоты под шифрами πQ-540 и πQ-541 при введении в дозах 10 и 25 мг/кг не оказывали какого-либо влияния на физическую работоспособность мышей по тесту бега в третбане в обычных условиях.

Производные никотиновой кислоты. Исследовано два производных никотиновой кислоты под шифрами πQ-519 и πQ-519В. Проведено 7 серий опытов на 130 мышах.

Производное никотиновой кислоты под шифром πQ-519 оказывало выраженное актопротекторное действие в трех дозах, равных 5, 10 и 25 мг/кг. При введении этих доз продолжительность бега мышей в обычных условиях превышала контроль на 68, 81 и 43% соответственно. В дозах 1 и 50 мг/кг это соединение не изменяло физическую работоспособность мышей.

Производное никотиновой кислоты под шифром πQ-519В, являющееся изомером πQ-519, в аналогичных условиях опыта в дозах 5, 10 и 25 мг/кг не оказывало существенного влияния на продолжительность бега животных.

Медьсодержащие производные никотиновой кислоты. Исследовано два медьсодержащих производных никотиновой кислоты под шифрами πQ-262 и πQ-263. Проведено 5 серий опытов на 140 мышах.

Медьсодержащие производные никотиновой кислоты оказывали различное влияние на физическую работоспособность мышей по тесту бега в третбане в обычных условиях. Этот эффект зависит от химического соединения и дозы. Так, соединение под шифром $\pi Q-262$ было активным в двух дозах (1 и 5 мг/кг), под влиянием которых продолжительность бега мышей увеличивалась на 42 и 32%, а в дозах 0,5 и 10 мг/кг было неэффективным. В аналогичных условиях опыта соединение под шифром $\pi Q-263$ проявляло актопротекторную активность также в двух дозах, равных 5 и 10 мг/кг. При введении этих доз время бега мышей в третбане превышало контроль на 56 и 42%. В других дозах эти соединения какого-либо действия на физическую работоспособность не оказывали.

Медьсодержащие соединения. Исследовано восемь медьсодержащих соединений под шифрами $\pi Q-133$, $\pi Q-156$, $\pi Q-167$, $\pi Q-261$, $\pi Q-592$, $\pi Q-601$, $\pi Q-680$ и $\pi Q-1019$. Проведено 20 серий опытов на 442 мышах.

Установлено, что среди медьсодержащих соединений наиболее активным было соединение под шифром $\pi Q-156$, при введении 3-х доз которого (1, 5 и 10 мг/кг) продолжительность бега мышей увеличивалась на 20, 53 и 77% по сравнению с контролем, принятым за 100%. Затем следует $\pi Q-167$, при введении которого активными были три дозы (5, 10 и 25 мг/кг), но их актопротекторный эффект был менее выражен и превышал контроль на 58, 35 и 19%. Производное меди под шифром $\pi Q-601$ также проявляло актопротекторную активность в трех дозах, равных 5, 10 и 25 мг/кг. При введении этих доз время бега мышей увеличивалось на 19, 23 и 37% соответственно. Соединение $\pi Q-261$ в дозе 10 мг/кг увеличивало продолжительность бега животных на 41%. Соединение под шифром $\pi Q-133$ в дозах 10 и 25 мг/кг стимулировало физическую работоспособность мышей по сравнению с контролем на 35 и 22%, а в дозе 50 мг/кг оказывало противоположное действие, что обусловило уменьшение времени бега на 37 %. Другие дозы названных соединений и вещества под шифрами $\pi Q-680$ и $\pi Q-1019$ какого-либо влияния на физическую работоспособность мышей по тесту бега в третбане в обычных условиях не оказывали.

Кобальтсодержащие соединения. Исследовано два производных кобальта под шифрами $\pi Q-902$ и $\pi Q-903$. Проведено 4 серии опытов на 130 мышах. Результаты опытов свидетельствуют о том, что кобальтсодержащее соединение под шифром $\pi Q-903$ оказывало дозозависимое стимулирующее действие. Так, при введении $\pi Q-903$ в дозах 5, 10 и 25 мг/кг положительный эффект превышал контроль на 24, 38 и 53%. Соединение под шифром $\pi Q-902$ оказывало положительное действие только в одной дозе, равной 10 мг/кг (на 39%). Другие дозы этих соединений не оказывали влияния на физическую работоспособность мышей.

Железосодержащее соединение. Исследовано одно соединение под шифром $\pi Q-906$. Проведено 4 серии опытов на 100 мышах.

В обычных условиях введение железосодержащего соединения под шифром $\pi Q-906$ оказывало выраженное стимулирующее действие на физическую работоспособность мышей в дозах 5, 10, 25 и 50 мг/кг, под влиянием которых продолжительность бега животных увеличивалась на 40, 53, 59 и 42%. Меньшие 1 мг/кг и большая 100 мг/кг дозы этого соединения не оказывали какого-либо влияния на физическую работоспособность мышей.

Титансодержащие соединения. Исследовано три производных титана под шифрами $\pi Q-509$, $\pi Q-677$ и $\pi Q-678$. Проведено 6 серий опытов на 96 мышах.

Результаты опытов свидетельствуют о том, что исследованные титансодержащие соединения в дозах 10 и 25 мг/кг не оказывали какого-либо влияния на физическую

работоспособность мышей по тесту бега в третбане в обычных условиях.

В проведенных нами опытах на мышах были выявлены физиологически совместимые антиоксиданты, повышающие физическую работоспособность мышей по тесту бега в третбане в обычных условиях. Представляло интерес выяснить возможность повышения физической работоспособности мышей при воздействии высокой температуры воздуха с помощью физиологически совместимых антиоксидантов, которые в наших опытах оказывали актопротекторное действие по тесту бега в третбане в обычных условиях в 2, 3 и 5 дозах. В качестве таких соединений были взяты 9 физиологически совместимых антиоксидантов под шифрами $\pi Q-156$, $\pi Q-167$, $\pi Q-262$, $\pi Q-263$, $\pi Q-461$, $\pi Q-519$, $\pi Q-601$, $\pi Q-903$ и $\pi Q-906$. Лекарственными средствами сравнения были бемитил, мексидол и ацизол.

Для этого проведено 16 серий опытов на 416 мышах. Взятые в опыт физиологически совместимые антиоксиданты оказывали неоднозначное влияние на физическую работоспособность мышей после воздействия высокой температуры воздуха

Самым активным было соединением $\pi Q-461$, которое увеличивало продолжительность бега мышей после гипертермии в двух дозах. Более выраженный эффект был при введении $\pi Q-461$ в дозе 10 мг/кг, под влиянием которой физическая работоспособность мышей увеличивалась на 58%, а при введении 5 мг/кг – на 22%.

Соединения под шифрами $\pi Q-156$, $\pi Q-167$, $\pi Q-263$, $\pi Q-519$ и $\pi Q-903$ после воздействия высокой температуры проявляли актопротекторное действие в одной дозе. Степень выраженности этого эффекта зависит от химической структуры соединения и дозы. Так, время бега мышей в третбане увеличивалось при введении соединений под шифрами $\pi Q-156$ и $\pi Q-903$ в дозе 5 мг/кг на 43 и 19% соответственно, а при введении соединений под шифрами $\pi Q-167$ и $\pi Q-263$ в дозе 10 мг/кг – на 25 и 46% соответственно. Соединение под шифром $\pi Q-519$ в дозе 10 мг/кг увеличивало физическую работоспособность мышей (на 21%), а в дозе 25 мг/кг угнетало ее (на 29%). В тех же условиях опыта три соединения под шифрами $\pi Q-262$, $\pi Q-601$ и $\pi Q-906$ в испытанных дозах не влияли на время бега мышей в третбане после воздействия гипертермии.

Было проведено 3 серии опытов с препаратами сравнения на 80 мышах. Лекарственные средства актопротектор бемитил, антигипоксикс мексидол и антидот при отравлении угарным газом ацизол не оказывали какого-либо влияния на физическую работоспособность мышей по тесту бега в третбане после воздействия высокой температуры воздуха

Таким образом, нами исследовано влияние 21-го физиологически совместимого антиоксиданта на физическую работоспособность мышей по тесту бега в третбане в обычных условиях и после воздействия гипертермии. Установлено, что актопротекторное действие этих соединений зависит от химической структуры антиоксиданта, дозы и условий опыта. Производное аскорбиновой кислоты под шифром $\pi Q-461$ по широте эффективных доз и степени выраженности актопротекторной активности в обычных условиях и после воздействия гипертермии значительно превосходит другие исследованные химические соединения, а также лекарственные средства сравнения бемитил, мексидол и ацизол.

Использование данных веществ как в дальнейших экспериментах на животных, так и для создания потенциального актопротектора для человека в будущем затрагивает вопросы экономической эффективности последующей экспериментальной работы.

Для оценки экономического эффекта вводится понятие «полная маргинальная прибыль лаборатории после применения модели использования лабораторных животных», которая будет учитывать все приведенные ранее показатели:

$$ПМП_{п.с.м} = МП_{п.с.м} + СП_{п.с.м} + СП_{лок}, \quad (1)$$

где $ПМП_{п.с.м}$ – полная маржинальная прибыль лаборатории после применения модели использования лабораторных животных;

$МП_{п.с.м}$ – маржинальная прибыль лаборатории после применения модели использования лабораторных животных;

$СП_{с.п}$ – суммарная прибыль в предприятии на единицу выпускаемой продукции;

$СП_{лок}$ – суммарная прибыль предприятия от локализации препаратов для продукции лаборатории на единицу выпускаемой продукции.

Сама же оценка экономического эффекта заключается в разнице между полной маржинальной прибылью лаборатории после применения модели использования лабораторных животных и маржинальной прибылью лаборатории до применения данной модели:

$$\mathcal{E}\Phi = ПМП_{п.с.м} - МП_{д.с.м}, \quad (2)$$

где $\mathcal{E}\Phi$ – экономический эффект от применения модели использования лабораторных животных;

$МП_{д.с.м}$ – маржинальная прибыль лаборатории до применения модели использования лабораторных животных.

Если из выражения (2) следует, что $\mathcal{E}\Phi \geq 0$, то применение модели использования лабораторных животных является эффективным. Если $\mathcal{E}\Phi < 0$, то необходимо проанализировать изменение чистой прибыли, которая может увеличиться даже при снижении маржинальной прибыли, так как реструктуризация существенно снижает накладные расходы оаборатории. Если же произошло снижение чистой прибыли лаборатории, то очевиден отрицательный экономический эффект.

Изменение точки безубыточности при применении модели использования лабораторных животных можно оценить на основании следующей формулы:

$$\mathcal{E}т.б = К_{д.с.м} - К_{п.с.м}, \quad (3)$$

где $\mathcal{E}т.б$ – экономический эффект от применения модели использования лабораторных животных по точке безубыточности;

$К_{д.с.м}$ – точка безубыточности до применения модели использования лабораторных животных;

$К_{п.с.м}$ – точка безубыточности после применения модели использования лабораторных животных.

Заключение

Данный метод также позволяет оценить экономический эффект от применения моделей использования лабораторных животных. Представленные методы оценки экономического эффекта от применения модели использования лабораторных животных не являются единственно возможными. Данные методы не являются универсальными для оценки всех существующих моделей использования лабораторных животных.

Библиография

1. Актопротекторное действие некоторых антиоксидантов / Кудашкин С.С., Фазлова И.Х., Волкова Н.Г. и др. // Тез. докл. VII Росс. нац. конгр. «Человек и лекарство». – М., 2000. – С. 410.
2. Белоногов М.А., Куртажов А.А., Новиков А.В. и др. Антиоксиданты в профилактике болезней в подразделениях МЧС // Воен.-мед. жур. – 2002 - № 8. – с. 94-95.
3. Ильина И.В. Фармакологическая коррекция физической работоспособности после воздействия гипертермии: Дисс. ... канд. биол. наук. ДСП. – Старая Купавна, 2007. – 139 с.
4. Ильина И.В., Удовенко Е.В. Влияние новых комплексных соединений переходных металлов на физическую работоспособность мышечной ткани в обычных условиях и после воздействия гипертермии // Международная научно-практическая конференция, посвященная 85-летию заслуженного деятеля науки РФ, доктора медицинских наук, почетного профессора БГУ имени академика И.Г. Петровского Н.Н. Самойлова «Актуальные вопросы коррекции экстремальных состояний». – Брянск, 2013. – С. 32-35.
5. Катикова О.В., Баландин А.Н., Костин Я.В. и др. Перспективы использования антиоксидантов и гепатопротекторов при длительной иммобилизации // Тез. докл. IX Российского нац. конгр. «Человек и лекарство». – М., 2002. – С. 626.
6. Катунин Н.П., Аверьянова С.А., Удовенко Е.В., Бабанянова З.Х. Влияние металлокомплексных производных имидазола на продолжительность бега мышечной ткани в тредбане // Сборник научных статей «Вестник Международной Академии № 2. – С. 184-185. Наук Экологии и Безопасности жизнедеятельности». – СПб., 2008. – Т. 13.
7. Литвинова, Т. Н. Биогенные элементы. Комплексные соединения / Т.Н. Литвинова, Н.К. Выскубова, Л.В. Ненашева. - М.: Феникс, 2009. - 288 с.
8. Неорганическая химия. Химия элементов: Учебник в 2 томах. Т. 1/ Ю. Д. Третьяков, Л. И. Мартыненко, А. Н. Григорьев, А. Ю. Цивадзе. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Изд-во МГУ; ИКЦ «Академкнига», 2007. - 537 с.
9. Новиков В.Е., Левченкова О.С., Пожилова Е.В. Роль активных форм кислорода в физиологии и патологии клетки и их фармакологическая регуляция // Обзоры по клинической фармакологии и лекарственной терапии. – 2014. – Т.12, №4. – С. 13-21.
10. Олейник, С.А. и др. О-53 Спортивная фармакология и диетология. — М.: ООО «И.Д. Вильямс», 2008. — 256 с.: ил. ISBN 978-5-8459-1389-0 (рус.)
11. Пожилова Е.В., Новиков В.Е., Левченкова О.С. Активные формы кислорода в физиологии и патологии клетки // Вестник СГМА. – 2015. – Т. 14. – № 2. – С. 13-22.
12. Текст предоставлен издательством <http://www.litres.ru/> «Фармакологическая помощь спортсмену: коррекция факторов, лимитирующих спортивный результат»: Советский спорт; Москва; 2007 ISBN 978-9718-0280-8.
13. Физиология человека: В 3-х томах. Т.3. Пер. с англ. / Под ред. Р. Шмидта и Г. Тевса. - 3-е изд. - М.: Мир, 2005.
14. Шклярчук В.Я. Адаптация человека к отрицательным воздействиям окружающей среды // Вестник ТГУ. – 2009. – № 7 с. 159-164. – Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/adaptatsiya-cheloveka-k-otritsatelnym-vozdeystviyam-okruzhayuschey-sredy>,
15. Catherin E. Housecroft, Alan G. Sharpe. Inorganic Chemistry. © Pearson Education Limited 2001, 2005.
16. Oxidation of cobalt(II) amine complexes to mononuclear cobalt(III) complexes by dioxygen. Donald R. Eaton , Alex O'Reilly. Inorg. Chem., 1987, 26 (25), pp 4185-4188.

Actoprotective activity of complex compounds of transition metals and economic efficiency of subsequent experiments for agricultural purposes

Natal'ya V. Amyaga

PhD in Biological Sciences,
Associate Professor of the Department of theory and methodology
of primary General and music education,
faculty of pedagogy and psychology,
Bryansk State University named after academician I.G. Petrovsky,
241036, 14, Bezhitskaya str., Bryansk, Russian Federation;
e-mail: Amaiga2015@yandex.ru

Irina V. Bykova

PhD in Biological Sciences,
Associate Professor of the Department of life safety and chemistry,
faculty of mechanics and technology,
Bryansk State Technical University,
241035, 7, 50 Let Oktyabrya Boulevard, Bryansk, Russian Federation;
e-mail: irina.bykova2015@yandex.ru

Elena V. Udovenko

PhD in Biological Sciences,
Associate Professor of the Department
of life safety and chemistry,
faculty of mechanics and technology,
Bryansk State Technical University,
241035, 7, 50 Let Oktyabrya Boulevard, Bryansk, Russian Federation;
e-mail: lena1660@yandex.ru

Abstract

Behavioral studies have studied the actoprotective effect of new chemical compounds under normal conditions and after exposure to hyperthermia. Substances were administered intraperitoneally in doses of 0.5, 1, 5, 10, 25 and 50 mg / kg, and comparison drugs (bemetil, acizol, mexidol) in doses of 25, 50 and 100 mg/kg 1 hour before exercise. Hyperthermia was caused by placing animals in a thermostat for 15 minutes at a temperature of 41.0 °C. It was found that the chemical compounds piq-461 has the highest actoprotective activity and in this indicator under normal conditions exceeds bemetil. The compound piq-461 increases the duration of running in the treadmill after exposure to hyperthermia. The physiologically compatible antioxidant πq-461 is of interest for further in-depth experimental study of their pharmacological properties and possible mechanism of action. It is shown that the method of economic use of laboratory animals also allows us to assess the economic effect of using models of the use of laboratory animals. The presented methods of assessing the economic effect of using the model of using laboratory animals are not the only possible ones. These methods are not universal for evaluating all existing models of use of laboratory animals.

For citation

Amyaga N.V., Bykova I.V., Udovenko E.V. (2020) Aktoprotekornaya aktivnost' kompleksnykh soedinenii perekhodnykh metallov i ekonomicheskaya effektivnost' posleduyushchikh eksperimentov dlya tselei agrarnogo khozyaistva [Actoprotective activity of complex compounds of transition metals and economic efficiency of subsequent experiments for agricultural purposes]. *Ekonomika: vchera, segodnya, zavtra* [Economics: Yesterday, Today and Tomorrow], 10 (8B), pp. 547-555. DOI: 10.34670/AR.2020.14.60.001

Keywords

Actoprotective effect, hyperthermia, complex compounds of transition metals, physical performance.

References

1. Catherin E. Housecroft, Alan G. Sharpe. Inorganic Chemistry. © Pearson Education Limited 2001, 2005.
2. Oxidation of cobalt(II) amine complexes to mononuclear cobalt(III) complexes by dioxygen. Donald R. Eaton, Alex O'Reilly. Inorg. Chem., 1987, 26 (25), pp 4185-4188.
3. Act-protective action of some antioxidants / S. S. Kudashkin, Fajlova I. H., Volkova N. G. etc. // proc.Dokl. VII Ross. NAT. Congreve. "Man and medicine". – M., 2000. – P. 410.
4. Belokonov M. A., Murtazov A. A., Novikov A. V., etc. Antioxidants in the prevention of diseases in the departments of the Ministry of Emergency Situations // Military-Medical Journal-2002-No. 8. - pp. 94-95.
5. Ilina I. V. Pharmacological correction of physical performance after exposure to hyperthermia: Diss. ... cand. biol. nauk. DSP. - Staraya Kupavna, 2007. - 139 p.
6. Ilina I. V., Udovenko E. V. Influence of new complex compounds of transition metals on the physical performance of mice under normal conditions and after exposure to hyperthermia // International scientific and practical conference dedicated to the 85th anniversary of the Honored Scientist of the Russian Federation, Doctor of Medical Sciences, Honorary Professor of the BSU named after Academician I. G. Petrovsky N. N. Samoilov "Topical issues of correction of extreme conditions". Bryansk, 2013, pp. 32-35.
7. Katikova O. V., Balandin A. N., Kostin Ya. V. et al. Prospects for the use of antioxidants and hepatoprotectors during prolonged immobilization // proc. Dokl. IX Russian NAT. Congreve. "Man and medicine". – M., 2002. – P. 626.
8. Katunin, N. P. Averyanova S. A., Udovenko V. E., Babaniyazov Z. the Influence of the metal complex - tion of imidazole derivatives on the duration of mice run in the treadmill // Collection of scientific papers "Herald of the International Academy No. 2. – Pp. 184-185. Sciences of Ecology and Life Safety". - St. Petersburg, 2008. - Vol. 13.
9. Litvinova, T. N. Biogenic elements. Complex compounds / T. N. Litvinova, N. K. Vyskubova, L. V. Nenasheva. - Moscow: Feniks, 2009. - 288 p.
10. Inorganic chemistry. Chemistry of elements: Textbook in 2 volumes, Vol. 1 / Yu. D. Tretyakov, L. I. Martynenko, A. N. Grigoriev, A. Yu. Tsivadze. - 2nd ed., reprint. Moscow: Publishing House of Moscow State University; ICC "Akademkniga", 2007. - 537 p.
11. Novikov V. E., Levchenkova O. S., Pozherzhova E. V. The role of reactive oxygen species in cell physiology and pathology and their pharmacological regulation // Reviews on clinical pharmacology and drug therapy. - 2014. - Vol. 12, No. 4. - p. 13-21.
12. Olejnik, S. A. and others O-53 Sports pharmacology and dietology. — M.: LLC "I. D. Williams", 2008. — 256 S.: ill. ISBN 978-5-8459-1389-0 (Rus.)
13. Bozilova E. V., Novikov V. E., Levchenkova O. S. reactive oxygen species in physiology and pathology of the cell // Vestnik SGMA. - 2015. - Vol. 14. - No. 2. - p. 13-22.
14. Text provided by the publisher <http://www.litres.ru/> / "Pharmacological assistance to an athlete: correction of factors limiting sports performance": Soviet Sport; Moscow; 2007 ISBN 978-9718-0280-8.
15. Human physiology: In 3 volumes. Vol. 3. Trans. from English / Ed. by R. Schmidt and G. Tevs. - 3rd ed. - Moscow: Mir, 2005.
16. Shklyaruk V. Ya. Adaptation of a person to negative environmental influences // Vestnik TSU. - 2009. - No. 7 p. 159-164. - Access mode: <http://cyberleninka.ru/article/n/adaptatsiya-cheloveka-k-otritsatelnym-vozdeystviyam-okruzhayuschey-sredy>, free (06.05.2016).