

mononuclear cells in patients with non-alcoholic steatohepatitis / D. G. Duman, F. Ozdemir, E. Birben [et al.] // *Dig. Dis. Sci.* – 2007. – Vol. 52, N 10. – P. 2520–2524.

13. Pluta R. M. Dysfunction of nitric oxide synthases as a cause and therapeutic target in delayed cerebral vasospasm

after SAH / R. M. Pluta // *Acta Neurochir.* – 2008. – Vol. 104, Suppl. – P. 139–147.

14. L-arginine improves cerebral blood perfusion and vasomotion of microvessels following subarachnoid hemorrhage in rats / B. L. Sun, S. M. Zhang, Z. L. Xia [et al.] // *Clin. Hemorheol.*

Microcirc. – 2003. – Vol. 29, N 3/4. – P. 391–400.

15. Impaired endothelial function after aneurysmal subarachnoid haemorrhage correlates with arginine: asymmetric dimethylarginine ratio / A. Bergström, J. M. Staalsø, B. Romner, N. V. Olsen // *Br. J. Anaesth.* – 2014. – Vol. 112, N 2. – P. 311–318.

УДК 616.13-018.74

О. В. Петелкакі

ДИНАМІКА ЗМІНИ АКТИВНОСТІ М'ЯЗІВ ЩУРІВ ЗА УМОВ СУБАРАХНОЇДАЛЬНОЇ КРОВОТЕЧІ ПІД ВПЛИВОМ ПАТОГЕНЕТИЧНО ОРІЄНТОВАНОЇ КОМПЛЕКСНОЇ ФАРМАКОЛОГІЧНОЇ КОРЕКЦІЇ

У щурів після моделювання субарахноїдальної кровотечі (САК) досліджували ефективність комплексної патогенетично орієнтованої фармакологічної корекції м'язових дисфункцій при роздільному та поєднаному в/очер. введенні пентоксифіліну (ПТФ, 50 мг/кг) та L-аргініну (L-A, 500 мг/кг). Модель САК відтворювали білатеральним стереотаксичним введенням автокрові у тім'яно-скроневу ділянку мозку та додатковим інтрацистернальним введенням 0,3 мл автокрові. М'язову активність визначали за здатністю щурів утримуватися на стрижні (ротароді), що горизонтально обертається, та на поверхні розташованій під кутом 80° «підведеної сітки». Установлено, що за умов роздільного введення ПТФ і L-A приблизно в однаковому ступені відновлювали м'язовий тонус та координаційну активність щурів. Після їх поєданого введення м'язову дисфункцію було усунено в усіх тварин, що спостерігалося протягом 72 год. Отже, розроблено та визначено ефективність комплексної патогенетично орієнтованої фармакологічної корекції м'язової дисфункції при САК через поєднане застосування ПТФ та L-A.

Ключові слова: субарахноїдальна кровотеча, м'язова дисфункція, пентоксифілін, L-аргінін, патогенетично обґрунтована фармакологічна корекція.

UDC 616.13-018.74

O. V. Petelkaki

RATS MUSCLE FUNCTIONAL ACTIVITY CHANGES DYNAMICS IN CONDITIONS OF SUBARACHNOID HAEMORRHAGE DUE TO PATHOGENETICALLY ORIENTED COMPLEX PHARMACOLOGICAL CORRECTION

Rats were tested to check the muscular dysfunction complex pathogenetically oriented pharmacological correction efficacy in conditions of subarachnoid haemorrhage (SAH) due to i. p. pentoxifylline (PTF, 50 mg/kg) and L-arginine (L-A, 500 mg/kg) separate and combined administration. SAH model was reproduced through autoblood bilateral stereotactic injection into the brain parietotemporal region and additional autoblood (0.3 ml) intracisternal administration.

Muscular activity was determined by the rats' ability to keep position both on a horizontally rotating grid (rotarode) and on the surface 'raised mesh' at the angle of 80°. Both PTF and L-A injected separately were shown to reestablish equally rats' muscular tone and coordinative activity. After their coadministration muscular dysfunction has been eliminated in all animals that was registered during 72 hrs, therefore one could conclude about muscular dysfunction complex pathogenetically oriented correction in conditions of SAH performed out and its efficacy was tested after PTF and L-A combined administration.

Key words: subarachnoid haemorrhage, muscular dysfunction, pentoxifylline, L-arginine, pathogenetically oriented pharmacological correction.

УДК 579.811:613.003.12:504.455(477.74)

Л. И. Ковальчук*, канд. мед. наук, доц.,

А. В. Мокиенко**, д-р мед. наук,

Д. А. Нестерова***, канд. биол. наук

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЦИАНОБАКТЕРИЙ ОЗЕР УКРАИНСКОГО ПРИДУНАВЬЯ

* Одесский национальный медицинский университет,

** Государственное предприятие «Украинский научно-исследовательский институт медицины транспорта Министерства здравоохранения Украины», Одесса,

*** Одесский филиал Института биологии южных морей им А. О. Ковалевского Национальной академии наук Украины

Введение

Цианобактерии, наиболее древние примитивные водные микроорганизмы, возраст которых составляет 3,5 млрд лет, являются одними из самых рас-

пространенных в водных средах. Их размножение, в том числе токсинопродуцирующих штаммов, постоянно увеличивается в последние десятилетия, что обусловлено глобальным потеплением.

«Цветение» этих микроорганизмов в озерах, резервуарах, реках, устьях и морях во всем мире становится все более частым явлением. Согласно мнению экспертов, это создает экономические проблемы, поскольку

ку ухудшает очистку воды, рекреацию и туризм, состояние окружающей среды в целом.

Опасность цианобактерий обусловлена токсинами, которые они продуцируют. Эти токсины могут влиять на печень (гепатотоксины), нервную систему (нейротоксины), различные клетки (цитотоксины), орган зрения и слизистые оболочки, вызывают дерматиты и аллергии. Это диктует необходимость большего внимания властей и населения в целом к этой проблеме, которая в настоящее время изучена недостаточно [1].

По мнению авторов [1], есть основания полагать, что цитотоксины являются причиной некоторых желудочно-кишечных расстройств и других заболеваний, однако эпидемиологические исследования в этом аспекте отсутствуют.

Ранее показано, что поверхностные водоемы Украинского Придунавья испытывают серьезную антропогенную нагрузку, что следует рассматривать как угрозу их экосистемам [2]. Это касается, в том числе, интенсивной эвтрофикации этих водных объектов, которая тесно связана с «цветением» воды и интенсивным размножением цианобактерий [3].

Анализ данных литературы показал ограниченное число исследований по идентификации цианобактерий в поверхностных водоемах Украины, особенно этого региона, который по социально-демографическим показателям определяется как депрессивный [4]. Что касается гигиенической оценки цианобактерий с точки зрения влияния продуцируемых ими токсинов на животных и человека, по нашим данным, сведения отсутствуют.

Учитывая вышеизложенное, **цель** работы состояла в гигиенической оценке цианобактерий в озерах Украинского Придунавья.

Материалы и методы исследования

Материалом исследований служила вода озер Кагул, Катлабух, Ялпуг (последнее озеро — источник водоснабжения Болграда Одесской области), которую было отобрано 23, 24 июля 2014 г. (во время «цветения»). Пробы воды в пяти повторностях отбирали в точках мониторинга состояния поверхностных вод, который выполняет лаборатория Дунайского бассейнового управления водных ресурсов (Измаил, Одесская область). Общее количество отобранных проб — 30.

Идентификацию цианобактерий проводили путем прямой микроскопии капли воды по соответствующей методике [5]. Статистическую обработку выполняли параметрическими методами с использованием программного обеспечения Excel 2010 (Microsoft Inc., США).

Результаты исследования и их обсуждение

Результаты идентификации цианобактерий представлены в табл. 1. Как видно из представ-

ленных данных, между изучаемыми озерами имеются определенные отличия по преобладающим популяциям цианобактерий. Так, в озере Кагул наиболее многочисленной в период «цветения» была *Aphanocapsa pulverea*, в озере Ялпуг — *Synechocystis salina*, а в озере Катлабух — *Spirulina laxissima*.

Следует отметить, что в системе контроля антропогенного загрязнения водной среды ведущая роль принадлежит биологическим методам оценки качества вод. При проведении мониторинга водных объектов целесообразно использовать системы оценки качества вод, основанные на принципе различного отношения к уровню сапробности разных видов организмов. Фитопланктон, являясь первым звеном трофической цепи, позволяет оценить степень загрязнения и качество вод, а также отражает уровень антропогенных воздействий и диагностирует изменения, происходящие в водоемах уже на ранних сроках изменения гидробиоценоза.

Определенные нами уровни численности популяций циано-

Таблица 1

Видовой спектр цианобактерий в воде озер Украинского Придунавья

Вид цианобактерии	Количество клеток/дм ³		
	min	max	Me
Озеро Кагул			
<i>Aphanizomenon flos-aquae</i>	285 000	323 000	312 000
<i>Aphanocapsa pulverea</i> *	1 187 000	2 227 000	2 130 000
<i>Oscillatoria planctonica</i>	87 000	123 000	108 000
Озеро Ялпуг			
<i>Aphanizomenon flos-aquae</i>	55 000	63 000	61 000
<i>Gleocapsa minima</i>	231 000	248 000	242 000
<i>Spirulina laxissima</i>	113 000	124 000	121 000
<i>Synechocystis salina</i> *	44 660 000	44 920 000	44 830 000
Озеро Катлабух			
<i>Merismopedia minima</i> *	3 180 000	3 440 000	3 360 000
<i>Spirulina laxissima</i> *	3 780 000	4 120 000	3 990 000

Примечание. * — виды, вызывающие «цветение» воды.

бактерий в воде придунайских озер свидетельствуют об интенсивной эвтрофикации и во многом согласуются с данными других исследователей [2]. В то же время видовой состав цианобактерий во многом зависит от климатогеографических, гидрогеологических и санитарно-гигиенических факторов.

Так, исследование цианобактерий лагуны Lekki (Нигерия) позволило обнаружить 179 разновидностей, принадлежащих к 30 родам [6]. *Oscillatoria* были представлены 23 разновидностями, *Phormidium* — 18, *Anabaena* и *Chroococcus* — по 13, *Gleocapsa*, *Merismopedia* и *Microcystis* — 10, 8 и 12 разновидностей соответственно. Идентифицированными разновидностями, формирующими «цветение», были *Microcystis aeruginosa*, *M. flos-aquae*, *M. wesenbergii* и *Anabaena flos-aquae*.

В Египте *Synechocystis salina* вызывала «цветение» водоемов с соленостью 112–180 г/л [7].

По данным [8], в планктоне гипергалинных (сверхсоленых) водоемов распространены *Synechocystis salina* Wislouch. Этот же вид вызывает «цветение» воды в разнотипных водоемах Ирана [9].

Видовой состав доминирующих цианобактерий в минеральных озерах зависит от степени их минерализации [10]. Наиболее многочисленными видами цианобактерий в озерах Крыма за исследуемый период (август 2004 г. – август 2006 г.) оказались представители родов *Oscillatoria* и *Phormidium*. Во всех этих озерах преобладали нитчатые цианобактерии. Их обильное развитие наблюдается в основном при показателях солености до 100 ‰. При более высоких ее показателях преобладали одноклеточные формы (*Synechococcus elongatus*, *S. aeruginosa*, *Synechocystis salina* и др.).

В августе 2002 г. на фоне развития мелкоклеточных форм планктона в северной части Тилигульского лимана наблюдалось массовое развитие синезеленых водорослей *Oscillatoria kisselevi* Anissim. и *Spirulina laxissima* G. S. West, суммарная численность которых составила $151,2 \cdot 10^6$ кл/л [11].

При исследовании таксономического состава планктонных водорослей реки Чапаевка (Россия) установлено, что из сине-зеленых водорослей к фоновым видам относятся *Microcystis aeruginosa*, *M. pulvereae*, *Aphanizomenon flos-aquae* [12].

В характеристике *Cyanoprokaryota*, вызывающих «цветение» водоемов северо-запада России [13], отмечено, что *Aphanizomenon flos-aquae* (L.) Ralfs ex Born. et Flah. вызывает наиболее интенсивное «цветение» воды в прудах и озерах Санкт-Петербурга, в мелководных высокоэвтрофных озерах Ленинградской области, в озерах Псковское, Чудское, в прибрежной акватории восточной части Финского залива. Встречается в континентальных водоемах различного типа и в опресненных морских акваториях. Один из обычных факторов «цветения» воды. Отдельные популяции синтезируют нейротоксины, называемые афантоксинами, аналогичные токсинам из водорослей «красных приливов» неосакситоксину и сакситоксину. Эти цианобактерии способны также раздражать слизистые оболочки и кожу человека, вызывая конъюнктивит, покраснение кожи, пузырьки и пр. Токсигенные штаммы этого вида обнаружены в водоемах Карелии на северо-восточном побережье Ладожского озера.

Автор [13] также отмечает, что по современным представлениям 40–50 % «цветений» токсичны. Токсичные «цветения» зарегистрированы во мно-

гих странах мира, в том числе более чем в 20 европейских странах. В водоемах Северо-Запада России обнаружен 21 токсичный и потенциально токсичный вид. Из них 10 видов могут продуцировать гепатотоксины, 6 видов — нейротоксины; для 5 видов химическая природа токсинов не установлена. Число токсичных и потенциально токсичных видов в малых водоемах обычно варьирует от 3 до 5–8, в Ладожском озере и реке Неве насчитывается по 16 видов.

В экспериментах с пресноводными (*Microcystis aeruginosa* и *Chlorella* sp.) и морскими (*Synechocystis salina* и *Nannochloropsis* sp.) разновидностями показана их потенциальная способность стимулировать рост других цианобактерий и угнетать рост других представителей фитопланктона (альга) как основных гидробионтов эстуария. Так как эстуарии (устья) — транзитные экосистемы, бентосные и планктонные эстуариевые цианобактерии могут изменить пресноводные и морские разновидности фитопланктона, что окажет серьезное влияние на интенсивность формирования «цветения» этих водоемов [14].

В обзоре 2007 г., посвященном токсинам цианобактерий [15], акцентируется внимание, что этих сведений крайне недостаточно. Большинство данных о токсичности, как известно, касаются микроцистина-LR, для которого есть рекомендуемый уровень ВОЗ (1 мкг/л). Для нодуляринов доступны данные нескольких исследований на животных. Для алкалоидов ограниченные данные о токсичности существуют для анатоксина-α, цилиндроспермопсина и сакситоксина. Однако какие-либо данные об острой токсичности отсутствуют. Для сакситоксинов во многих странах ус-

тановлены уровни толерантности на двустворчатых моллюсках. Официальное регулирование для других цианотоксикосинов не установлено.

Таким образом, перспективным направлением дальнейшего научного поиска может быть оценка возможных биологических эффектов воды озер Кагул, Ялпуг, Катлабух с учетом видовой специфичности цианобактериальной фракции фитопланктона на организм лабораторных животных.

Выводы

1. Цианобактерии следует считать важным фактором отрицательного влияния на экосистемы поверхностных водоемов и состояние здоровья населения.

2. Глобальная значимость проблемы цианобактерий (*Aphanizomenon flos-aquae*, *Synechocystis salina*, *Spirulina laxissima*) подтверждается их идентификацией как в водоемах различных регионов мира, так и в озерах Украинского Придунавья.

3. Представляется необходимым проведение физиолого-гигиенических исследований с целью оценки возможных биологических эффектов воды озер Кагул, Ялпуг, Катлабух на организм лабораторных животных.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Global warming and hepatotoxin production by cyanobacteria: What can we learn from experiments?* / R. El-Shehawy, E. Gorokhova, F. Fernández-Piñas, F. F. del Campo // *Water Research*. – 2012. – Vol. 46, N 5. – P. 1420–1429.

2. Ковальчук Л. Й. Сучасний еколого-гігієнічний стан водних об'єктів Українського Придунав'я / Л. Й. Ковальчук, А. В. Мокієнко // Актуальні проблеми транспортної медицини: навколишнє середовище; професійне здоров'я; патологія. – 2014. – № 3 (37). – С. 171–183.

3. Ковальчук Л. Й. Неорганічний азот як чинник евтрофікації поверхневих водойм Українського Придунав'я / Л. Й. Ковальчук, А. В. Мокієнко // Бюллетень XIII чтений им. В. В. Подвысоцкого. – 19–20 июня 2014. – Одесса, 2014. – С. 299–301.

4. Топчів О. Г. Проблеми і перспективи сталого соціально-економічного розвитку Українського Придунав'я / О. Г. Топчів // Стан і перспективи соціально-економічного розвитку Українського Придунав'я: проблеми і виклики : матеріали міжнар. конф. – Одеса : Фенікс, 2005. – С. 7–13.

5. Радченко И. Г. Практическое руководство по сбору и анализу проб морского фитопланктона : учеб.-метод. пособие для студентов биол. специальностей ун-тов / И. Г. Радченко, В. И. Капков, В. Д. Федоров. – М. : Мордвинцев, 2010. – 60 с.

6. Abosedo A. T. Cyanobacteria of a Tropical Lagoon, Nigeria / A. T. Abosedo, N. D. Ikegwu // *Nature and Science*. – 2010. – Vol. 8, N 7. – P. 77–82.

7. Madkour F. F. Phytoplankton assemblage of a solar saltern in Port Fouad, Egypt / F. F. Madkour, M. M. Gaballah // *Oceanologia*. – 2012. – Vol. 54, N 4. – P. 687–700.

8. *Виноградова О. М. Цианопрокариота у гіпергалінних місцезростаннях та їх адаптаційні стратегії* / О. М. Виноградова // Український фітоценологічний збірник. – 2006. – Серія С, вип. 24. – С. 34–44.

9. Дарки Б. Зареи. Цианопрокариота разнотипных водоемов Ирана / Б. Зареи Дарки // *Альгология*. – 2010. – Т. 20, № 4. – С. 482–491.

10. Самылина О. С. Сравнительная характеристика фототрофных сообществ в минеральных озерах Крыма (Украина) и Алтайского края (Россия) / О. С. Самылина, Л. М. Герасименко, Н. В. Шадрин // *Альгология*. – 2010. – Т. 20, № 2. – С. 192–209.

11. Теренько Л. М. Планктонные микроводоросли Тилигульского лимана / Л. М. Теренько // *Екологічна безпека прибережної та шельфової зон та комплексне використання ресурсів шельфу* : зб. наук. праць. – 2005. – Вип. 12. – С. 622–631.

12. Буркова Т. Н. Таксономический состав планктонных водорослей реки Чапаевка / Т. Н. Буркова // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. – 2010. – Т. 19, № 2. – С. 26–43.

13. Белякова Р. Н. Цианопрокариота, вызывающие «цветение» водоемов северо-запада России / Р. Н. Белякова // *Новости систематики низших растений*. – 2005. – Т. 39. – С. 254–267.

14. Lopes V. R. Bioactivity of Benthic and Picoplanktonic Estuarine Cyanobacteria on Growth of Photoautotrophs: Inhibition versus Stimulation / V. R. Lopes, V. M. Vasconcelos // *Mar. Drugs*. – 2011. – Vol. 9. – P. 790–802.

15. *Toxins of cyanobacteria. Review* / M. E. van Apeldoorn, H. P. van Egmond, G. J. A. Speijers [et al.] // *Mol. Nutr. Food Res*. – 2007. – Vol. 51. – P. 7–60.

УДК 579.811:613.003.12:504.455(477.74)

Л. И. Ковальчук, А. В. Мокієнко, Д. А. Нестерова
ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЦИАНОБАКТЕРИЙ
ОЗЕР УКРАИНСКОГО ПРИДУНАВЬЯ

В работе представлены результаты гигиенической оценки цианобактерий озер Украинского Придунавья. Анализ данных литературы показал, что цианобактерии следует считать важным фактором отрицательного влияния на экосистемы поверхностных водоемов и состояние здоровья населения. Глобальная значимость проблемы цианобактерий (*Aphanizomenon flos-aquae*, *Synechocystis salina*, *Spirulina laxissima*) подтверждена их идентификацией как в водоемах различных регионов мира, так и в озерах Украинского Придунавья. Обоснована необходимость проведения физиолого-гигиенических исследований с целью оценки возможных биологических эффектов воды озер Кагул, Ялпуг-Кугурлуй, Катлабух на организм лабораторных животных.

Ключевые слова: вода, озера, цианобактерии, гигиеническая оценка, Украинское Придунавье.

UDC 579.811:613.003.12:504.455(477.74)

L. Y. Kovalchuk, A. V. Mokienko, D. A. Nesterova
HYGIENIC ESTIMATION OF CYANOBACTERIA OF
LAKES OF UKRAINIAN DANUBE REGION

In work results of cyanobacteria hygienic estimation of lakes of Ukrainian Danube region are presented. The analysis of the literature data has shown that cyanobacteria should be considered as an important factor of negative influence on ecosystems of superficial reservoirs and population health. The global importance of cyanobacteria problem (*Aphanizomenon flos-aquae*, *Synechocystis salina*, *Spirulina laxissima*) is confirmed by their identification both in reservoirs of various regions of the world, and in lakes of Ukrainian Danube. It is proved a necessity of carrying out physiology-hygienic researches for the purpose of estimation of possible biological effects of water of lakes Kagul, Yalpug-Kugurluy, Katlabukh on an organism of laboratory animals.

Key words: water, lakes, cyanobacteria, a hygienic estimation, Ukrainian Danube region.