

ISSN: 2219-8229

E-ISSN: 2224-0136

Founder: Academic Publishing House *Researcher*

DOI: 10.13187/issn.2219-8229

Has been issued since 2010.

European Researcher. International Multidisciplinary Journal



Biological Sciences

Биологические науки

UDC 57.013

**Decrease in Environmental Pollution by Complexones as Factor  
of Biodiversity Preservation**

<sup>1</sup>Victor M. Nikolskiy

<sup>2</sup>Lyudmila N. Tolkacheva

<sup>3</sup>Aleksey A. Yakovlev

<sup>4</sup>Yanina M. Khalyapina

<sup>5</sup>Tatyana I. Smirnova

<sup>1</sup>Tver State University, Russian Federation  
Zhelyabova, 33, Tver, 170100  
Dr, (Chemistry), Professor  
E-mail: p000797@tversu.ru

<sup>2</sup>Tver State University, Russian Federation  
Zhelyabova, 33, Tver, 170100  
PhD (Chemistry), leading engineer  
E-mail: varlamova.l@mail.ru

<sup>3</sup>Tver State University, Russian Federation  
Zhelyabova, 33, Tver, 170100  
Post-graduate student  
E-mail: alekseich\_45@mail.ru

<sup>4</sup>Tver State Medical Academy, Russian Federation  
Sovetskaia, 4, Tver, 170100  
Senior Teacher  
E-mail: janina 13@rambler.ru

<sup>5</sup>Tver State Agricultural Academy, Russian Federation  
Vasilevskogo, 7, Sakharovo, Tver, 170904  
Assistant Professor  
E-mail: smirnova\_tatyana2012@mail.ru

**Abstract.** Environmental pollution is one of the reasons of loss of a biodiversity. More than 170 countries develop national strategies in the field of biodiversity preservation. Studies by the scientists in different countries showed continuous accumulation of a classical complexon of ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA) in the World Ocean that leads to poisoning of plankton, fishes, birds and the higher animals. The Ekover firm developed a so-called "The non-use code" where EDTA is ranked as number one. Instead of half measures to restrict the environment-harmful EDTA, we offer radical replacement of this widely used connection by ecologically safe complexones, derivatives of succinic acid (EDDS). They in the conditions of natural dumpings

quickly decay under the influence of a sunlight. Timely implementation of such measures will be more effective and less expensive, than inaction or postponement of actions for any later period.

**Keywords:** biodiversity loss; environmental pollution; ethylenediaminetetra-acetic acid; ecologically safe complexones.

**Введение.** К настоящему времени не удалось реализовать согласованную правительствами стран мира цель "достичь значительного снижения нынешних темпов утраты биоразнообразия в глобальном, региональном и национальном масштабах в виде вклада в борьбу с нищетой и на благо всех форм жизни на Земле". Мы по-прежнему теряем биоразнообразие невиданными в истории темпами – темпы вымирания видов почти в 1000 раз выше “фоновых” темпов, преобладавших на протяжении всего геологического времени. Оценка состояния биоразнообразия мира в 2010 году, приведенная в третьем издании Глобальной перспективы в области биоразнообразия и составленная на основе новейших индикаторов, свыше 110 национальных докладов, представленных в секретариат Конвенции, и сценариев на XXI век, должна послужить сигналом тревоги для человечества. Нельзя позволять себе действовать как обычно, иначе нам не удастся предохранить системы поддержания жизни на нашей планете от необратимого ущерба [1].

Наблюдаются многочисленные признаки продолжающейся утраты биоразнообразия по всем трем основным компонентам – генам, видам и экосистемам. При этом проявляются следующие процессы:

- виды, которым согласно оценкам угрожает риск исчезновения, в среднем приблизились к границе исчезновения. Наиболее серьезному риску подвергаются земноводные. По имеющимся оценкам приблизительно четверть растительных видов находится под угрозой исчезновения;
- за последние 40 лет, согласно данным оценки популяций, относительная численность позвоночных видов сократилась, в среднем, почти на треть и в настоящее время она продолжает сокращаться в глобальном масштабе. Наиболее остро это проявляется в тропических районах и в случае пресноводных видов;
- в большинстве регионов мира продолжается сокращение размеров и ухудшение целостности природных сред обитания, хотя в некоторых регионах был достигнут значительный прогресс в замедлении темпов утраты биоразнообразия в тропических и мангровых лесах. Серьезные ухудшения отмечены в пресноводных водно-болотных угодьях, местах обитания, обеспечиваемых морским льдом, соляных маршах, коралловых рифах, растительном слое морского дна и рифах, являющихся местом обитания моллюсков и ракообразных;
- сохраняется или увеличивается интенсивность пяти основных факторов воздействия, непосредственно влекущих за собой утрату биоразнообразия (изменение сред обитания, чрезмерная эксплуатация, загрязнение, распространение инвазивных чужеродных видов и изменение климата);
- экологические последствия деятельности человека превышают биологический ассимиляционный потенциал Земли на более значительную величину, чем на момент согласования цели снижения темпов утраты биоразнообразия.

**Материалы и методы.** Более 170 стран к настоящему моменту разработали национальные стратегии и планы действий в области биоразнообразия. На международном уровне проводится мобилизация ресурсов и наблюдается прогресс в разработке механизмов для проведения исследований, мониторинга и научной оценки биоразнообразия. С осени 2011 года работает четырехлетний (01.09.2011 – 31.08.2015) совместный финляндско-российский исследовательский проект, финансируемый Академией наук Финляндии «Связь экологических изменений с изменением разнообразия» [2]. В ходе реализации этого проекта будет изучена роль биотических и абиотических факторов в динамике популяций и сообществ. Предполагается разработка путей рационального использования и управления экосистемами.

Увеличение объема поступления в природную среду фосфатов и нитратов, вследствие использования сельскохозяйственных удобрений и образования сточных вод, может привести к долговременному чрезмерному насыщению водорослями (эвтрофии)

пресноводных озер и других внутренних водных экосистем. Это может стать причиной сокращения рыбных ресурсов и негативно повлиять на продовольственную безопасность многих развивающихся стран. Эвтрофикация, вследствие насыщения азотсодержащими веществами водоёмов в прибрежных районах, ведет к образованию "мертвых" зон с дефицитом кислорода, что становится причиной существенных экономических потерь в результате снижения продуктивности рыболовных хозяйств и сокращения доходов от туризма. Совокупное воздействие подкисления океанов, повышения температуры морской воды и других негативных факторов, обусловленных деятельностью человека, создает угрозу гибели различных экосистем.

В настоящее время имеется больше, чем это признавалось ранее, возможностей противодействовать кризису в области биоразнообразия, способствуя достижению других социальных целей. Например, в рамках наших исследований показано, что такой многотоннажный комплекс широкого спектра применения, как этилендиаминтетрауксусная кислота (ЭДТА) и другие традиционные комплексоны со временем накапливаются в мировом океане и вызывают растворение отложений токсичных металлов с переходом их в раствор в виде стабильных и часто липидорастворимых комплексонов, что приводит к отравлению планктона, рыб, птиц и высших животных, а также вызывает гипоксию в природных водах [3].

Исследования специалистов Института биохимии и физиологии микроорганизмов [4], также показывают постоянное накопление ЭДТА в окружающей среде, поскольку разрушения ЭДТА в очистных сооружениях практически не происходит. Наличие ЭДТА в воде способствует переходу в растворенное состояние ионов металлов (в т.ч. тяжелых и токсичных), которые проникают в грунтовые воды, попадают в водопроводы и ухудшают качество воды. В 2001 году количество ЭДТА, содержащейся только в чистящих средствах в Западной Европе, составило около 2 тысяч тонн (конкретно 1760 тонн). Фирма «Эковер» при разработке рецептур моющих и чистящих средств исследовала влияние на окружающую среду всех веществ, которые могли быть компонентами этих рецептур. В результате исследований был разработан так называемый «Кодекс неприменения» (нем. «Ohne-Code») веществ, загрязняющих окружающую среду [5]. Так вот, этот «Кодекс неприменения» возглавляют именно комплексоны типа ЭДТА и фосфонаты. Однако следует признать, что сокращение объёмов применения ЭДТА не решает проблему загрязнения окружающей среды, т.к. является полумерой.

**Обсуждение результатов.** Основываясь на известном факте, что болезнь легче предупредить, чем лечить, мы говорим, что фундаментальной научной проблемой является создание и изучение свойств хелатных соединений, которые не загрязняют окружающую среду и смогут заменить широко используемые сегодня комплексоны типа этилендиаминтетрауксусной или оксидилендифосфоновой кислот.

Работая над этой проблемой, химики Тверского государственного университета, который включен в Перечень основных предприятий и организаций, привлеченных к участию в создании экологической платформы "Технологии экологического развития" в секторе экологически чистых и безопасных технологий, создали экологически безопасные комплексоны нового класса, производные дикарбоновых кислот, в частности, комплексоны, производные янтарной кислоты – иминодиянтарную кислоту (ИДЯК) [6], гексаметилендиаминдиянтарную кислоту (ГМДДЯК) [7], которые являются биологически активными соединениями и открывают совершенно новые возможности управления процессами живой природы. В условиях естественных сбросов они разлагаются на усвояемые аминокислоты и ионы биометаллов [8,9]. Нами получены патенты на применение созданных экологически безопасных комплексонов в растениеводстве [10], животноводстве [11], а также при очистке сточных вод [12].

Координационные соединения созданных нами комплексонов с биометаллами значительно быстрее проникают в живую клетку, являются более лабильными, менее токсичными и, за счет синергетического эффекта, в десятки раз более эффективны, чем неорганические соли этих же биометаллов [13-16].

Невозможно точно предсказать, как близко мы подошли к предельному уровню нагрузки на экосистемы, и какой объем дополнительной нагрузки они выдержат. Тем не менее, опыт предшествующих лет показывает, что после перехода экосистемы в иное

состояние трудно или даже невозможно воссоздать прежние условия, которые зачастую определяли экономический уклад и характер расселения целых поколений. Эффективность действий по прекращению утраты биоразнообразия зависит от решения проблемы устранения основополагающих причин или косвенных факторов, определяющих его ухудшение.

Необходимо, чтобы реальные выгоды биоразнообразия и затраты, связанные с его утратой, нашли свое отражение в рамках экономических и рыночных систем. Порочные субсидии и тот факт, что не установлена экономическая ценность огромных выгод, обеспечиваемых экосистемами, способствовали утрате биоразнообразия. За счет регулирования и других мер, рынки могут и должны использоваться для создания стимулов к охране и укреплению, а не истощению нашей природной инфраструктуры. Реструктуризация экономических и финансовых систем после глобальной рецессии дает возможность совершить такие изменения. Заблаговременное принятие мер будет более эффективным и менее затратным, чем бездействие или откладывание действий на более поздний срок.

**Заключение.** Объем биоразнообразия и связанных с ним услуг восстановленных экосистем, как правило, ниже уровня природных экосистем. Это подтверждает аргумент о том, что предупреждение деградации за счет сохранения, там, где это, возможно, является предпочтительным (и даже более рентабельным) вариантом по сравнению с восстановлением после утраты.

Меры, которые мы можем предпринять в течение последующих одного-двух десятилетий, и направление деятельности, намеченное в рамках Конвенции о биологическом разнообразии, определяют, сохранятся ли после нынешнего столетия те относительно стабильные экологические условия, от которых в течение последних 10 000 лет зависела человеческая цивилизация. Усилия тверских ученых направлены на сохранение экологического равновесия. Если мы не воспользуемся возможностью сохранения стабильных экологических условий, многие экосистемы на нашей планете придут в новое, ранее не известное состояние, совершенно не гарантирующее достаточное удовлетворение потребностей нынешних и будущих поколений.

#### **Примечания:**

1. Секретариат Конвенции о биологическом разнообразии (2010 г.) Глобальная перспектива в области биоразнообразия 3 - Краткий Обзор. Монреаль, 16 страниц. Веб-сайт: <http://www.cbd.int>

2. Совместный финляндско-российский исследовательский проект [http://www.helsinki.fi/science/metapop/EBFB/files/rus\\_implementation.pdf](http://www.helsinki.fi/science/metapop/EBFB/files/rus_implementation.pdf)

3. Nikolskiy V.M. Increase of crop yields on seed treatment by environmentally safe complexones in solutions // Nikolskiy V.M., Tolkacheva L.N., Khalyapina Ya.M., et al. Chemistry Journal of Moldova. 2012. Vol. 7, №1. P.104-106.

4. Сатрутдинов А.Д. Штамм бактерий, характеризующийся потребностью в ЭДТА // Сатрутдинов А.Д., Чистякова Т.И., Дедюхина Э.Г. и др. Прикладная биохимия и микробиология. 2005. Т. 41, № 5. С. 535-540.

5. Кодекс неприменения компании ECOVER <http://orenbaby.ru/articles/296/>

6. Авторское свидетельство на изобретение №2343931/23-04. 07.04.1976. Никольский В.М. Иминодиянтарная кислота в качестве комплексона // Авторское свидетельство СССР № 629208. 1978. Бюл. № 39.

7. Заявка на патент РФ №2013106188. 14.02.2013. Яковлев А.А., Никольский В.М., Толкачева Л.Н., Симонова М.В. Способ синтеза 1,6-гексаметилендиамин-N,N'-диянтарной кислоты.

8. Никольский В.М. Синтез и комплексообразующие свойства комплексонов, производных дикарбоновых кислот. II. N,N-бис(карбоксиметил)глутаминовая кислота // Горелов И.П., Никольский В.М. Журнал общей химии. 1977. Т. 47, №7. С. 1606-1611.

9. Никольский В.М. Комплексообразование  $P^{3+}$  с N-(карбоксиметил) аспарагиновой и N,N-бис(карбоксиметил)-аспарагиновой кислотами // Шаров С.В., Никольский В.М., Горелов И.П. Журнал неорганической химии. 2005. Т. 50, №6. С. 1047-1050.

10. Патент РФ №2008134628/10, 27.08.2008. Никольский В.М., Смирнова Т.И., Светогоров Ю.Е. и др. Способ предпосевной обработки семян // №2399183.2010. Бюл. № 26.
11. Патент РФ №2004136046/15, 10.12.2004. Горелов И.П., Никольский В.М., Ивановцев В.В., Андреев В.Б. Композиция для профилактики и лечения анемии сельскохозяйственных животных и птицы // Патент России №2284441. 2006. Бюл. №24.
12. Патент РФ №2011138261/05, 19.09.2011. Никольский В.М., Морозов Е.Г. Способ удаления нитрит-ионов из водных растворов // Патент России №2471718. 2013. Бюл. №1.
13. Никольский В.М. Термодинамические характеристики процессов комплексообразования Zn(II) с иминодиянтарной кислотой в водном растворе // Лыткин А.И., Чернявская Н.В., Ривера Ф.А., Никольский В.М. Журнал неорганической химии. 2002. Т. 47, № 5. С. 833-836.
14. Никольский В.М. Термодинамические характеристики образования комплексов иона Al<sup>3+</sup> с иминодиянтарной кислотой в водных растворах // Толкачева Л.Н., Никольский В.М. Журнал физической химии. 2012. Т. 86, №3. С. 466 – 469.
15. Никольский В.М. Константы образования и состав комплексов Ga<sup>3+</sup> и In<sup>3+</sup> с иминодиянтарной кислотой в водных растворах по данным потенциометрии // Толкачева Л.Н., Никольский В.М. Журнал физической химии. 2013. Т. 87, № 9. С. 1513-1517.
16. Никольский В.М., Толкачева Л.Н. Экокомплексоны – новый класс инновационных биопрепаратов // Инновационный менеджмент. 2013. №9. С. 15-17.

### References:

1. Sekretariat Konventsii o biologicheskom raznoobrazii (2010g.) Global'naya perspektiva v oblasti bioraznoobraziya 3 - Kratkii Obzor. Monreal', 16 stranits. Veb-sait: <http://www.cbd.int>
2. Sovmestnyi finlyandsko-rossiiskii issledovatel'skii projekt [http://www.helsinki.fi/science/metapop/EBFB/files/rus\\_implementation.pdf](http://www.helsinki.fi/science/metapop/EBFB/files/rus_implementation.pdf)
3. Nikolskiy V.M. Increase of crop yields on seed treatment by environmentally safe complexones in solutions // Nikolskiy V.M., Tolkacheva L.N., Khalyapina Ya.M., et al. Chemistry Journal of Moldova. 2012. Vol. 7, №1. P.104-106.
4. Satrutdinov A.D. Shtamm bakterii, kharakterizuyushchiysya potrebnost'yu v EDTA // Satrutdinov A.D., Chistyakova T.I., Dedyukhina E.G. i dr. Prikladnaya biokhimiya i mikrobiologiya. 2005. T. 41, № 5. S. 535-540.
5. Kodeks neprimeneniya kompanii ECOVER <http://orenbaby.ru/articles/296/>
6. Avtorskoe svidetel'stvo na izobretenie №2343931/23-04. 07.04.1976. Nikol'skii V.M. Iminodiyantarnaya kislota v kachestve kompleksona // Avtorskoe svidetel'stvo SSSR № 629208. 1978. Byul. № 39.
7. Zayavka na patent RF №2013106188. 14.02.2013. Yakovlev A.A., Nikol'skii V.M., Tolkacheva L.N., Simonova M.V. Sposob sinteza 1,6-geksametilendiamin-N,N'-diyantarnoi kisloty.
8. Nikol'skii V.M. Sintez i kompleksoobrazuyushchie svoistva kompleksonov, proizvodnykh dikarbonovykh kislot. II. N,N-bis(karboksimetil)glutaminovaya kislota // Gorelov I.P., Nikol'skii V.M. Zhurnal obshchei khimii. 1977. T. 47, №7. S. 1606-1611.
9. Nikol'skii V.M. Kompleksoobrazovanie Tl<sup>3+</sup> с N-(karboksimetil) asparagिनovoi i N,N-bis(karboksimetil)-asparagिनovoi kislotami // Sharov S.V., Nikol'skii V.M., Gorelov I.P. Zhurnal neorganicheskoi khimii. 2005. T. 50, №6. S. 1047-1050.
10. Patent RF №2008134628/10, 27.08.2008. Nikol'skii V.M., Smirnova T.I., Svetogorov Yu.E. i dr. Sposob predposevnoi obrabotki semyan // №2399183.2010. Byul. № 26.
11. Patent RF №2004136046/15, 10.12.2004. Gorelov I.P., Nikol'skii V.M., Ivanovtsev V.V., Andreev V.B. Kompozitsiya dlya profilaktiki i lecheniya anemii sel'skokhozyaistvennykh zhivotnykh i ptitsy // Patent Rossii №2284441. 2006. Byul. №24.
12. Patent RF №2011138261/05, 19.09.2011. Nikol'skii V.M., Morozov E.G. Sposob udaleniya nitrit-ionov iz vodnykh rastvorov // Patent Rossii №2471718. 2013. Byul. №1.
13. Nikol'skii V.M. Termodinamicheskie kharakteristiki protsessov kompleksoobrazovaniya Zn(II) s iminodiyantarnoi kislotoi v vodnom rastvore // Lytkin A.I., Chernyavskaya N.V., Rivera F.A., Nikol'skii V.M. Zhurnal neorganicheskoi khimii. 2002. T. 47, № 5. S. 833-836.
14. Nikol'skii V.M. Termodinamicheskie kharakteristiki obrazovaniya kompleksov iona Al<sup>3+</sup> s iminodiyantarnoi kislotoi v vodnykh rastvorakh // Tolkacheva L.N., Nikol'skii V.M. Zhurnal fizicheskoi khimii. 2012. T. 86, №3. S. 466 – 469.

15. Nikol'skii V.M. Konstanty obrazovaniya i sostav kompleksov Ga<sup>3+</sup> i In<sup>3+</sup> s iminodiyantarnoi kislotoi v vodnykh rastvorakh po dannym potentsiometrii // Tolkacheva L.N., Nikol'skii V.M Zhurnal fizicheskoi khimii. 2013. T. 87, № 9. S. 1513-1517.

16. Nikol'skii V.M. Tolkacheva L.N. Ekokompleksonaty – novyi klass innovatsionnykh biopreparatov // Nikol'skii V.M., Tolkacheva L.N. Innovatsionnyi menedzhment. 2013. №9. S. 15-17.

УДК 57.013

### **Снижение загрязнения окружающей среды комплексонами как фактор сохранения биоразнообразия**

<sup>1</sup> Виктор Михайлович Никольский

<sup>2</sup> Людмила Николаевна Толкачева

<sup>3</sup> Алексей Алексеевич Яковлев

<sup>4</sup> Янина Михайловна Халяпина

<sup>5</sup> Татьяна Ивановна Смирнова

<sup>1</sup>Тверской государственный университет, Россия

170100, Тверь, ул. Желябова, 33

Доктор химических наук, профессор

E-mail: p000797@tversu.ru

<sup>2</sup>Тверской государственный университет, Россия

170100, Тверь, ул. Желябова, 33

Кандидат химических наук, ведущий инженер

E-mail: varlamova.l@mail.ru

<sup>3</sup>Тверской государственный университет, Россия

170100, Тверь, ул. Желябова, 33

Аспирант

E-mail: alekseich\_45@mail.ru

<sup>4</sup>Тверская государственная медицинская академия, Россия

170100, Тверь, Советская, 4

Старший преподаватель

E-mail: janina13@rambler.ru

<sup>5</sup>Тверская государственная сельскохозяйственная академия, Россия

170904, Тверь, Сахарово, Василевского, 7

Доцент

E-mail: smirnova\_tatyana2012@mail.ru

**Аннотация.** Загрязнение окружающей среды является одной из причин утраты биоразнообразия. Более 170 стран разрабатывают национальные стратегии в области сохранения биоразнообразия. Исследования ученых разных стран показали постоянное накопление классического комплекса этилендиаминтетрауксусной кислоты (ЭДТА) в мировом океане, что приводит к отравлению планктона, рыб, птиц и высших животных. Разработанный фирмой «Эковер» так называемый «Кодекс неприменения» возглавляет именно ЭДТА. Вместо полумер ограничения вредной для экологии ЭДТА мы предлагаем радикальную замену этого широко используемого соединения на экологически безопасные комплексоны, производные янтарной кислоты (КПЯК), которые в условиях естественных сбросов быстро разлагаются под действием солнечного света. Своевременное принятие таких мер будет более эффективным и менее затратным, чем бездействие или откладывание действий на более поздний срок.

**Ключевые слова:** утрата биоразнообразия; загрязнение окружающей среды; этилендиаминтетрауксусная кислота; экологически безопасные комплексоны