

1. Гвоздяк П. І. Вода і мікроорганізми / П. І. Гвоздяк // Вісник Одеського національного університету. Біологія. – 2001. – Т. 6, вип. 2. – С. 150–153.
2. Глоба Л. І. Біотехнологія очищення забрудненої природної води / Л. І. Глоба, Н. І. Подорван // Вісник Одеського національного університету. Біологія. – 2001. – Т. 6, № 2. – С. 145–148.
3. Гудзенко Т. В. Нафтоокиснювальна активність деяких штамів бактерій роду *Pseudomonas* / Т. В. Гудзенко, О. В. Воловач, Т. О. Беляєва [та ін.] // Мікробіологія і біотехнологія. – 2013. – № 4. – С. 72–80.
4. Гудзенко Т. В. Склад жирних кислот ліпідів нафтоокиснювальних штамів бактерій роду *Pseudomonas* / Т. В. Гудзенко, Н. В. Коротаєва, О. В. Воловач [та ін.] // Мікробіологія і біотехнологія. – 2014. – № 3. – С. 31–39.

Т.В. Гудзенко, Е.Г. Горшкова, Т.А. Беляєва, С.И. Ракитская, Г.В. Лисютин, В.А. Иваница
Одесский национальный университет имени И.И. Мечникова, Украина

БИОТЕХНОЛОГИЯ ОЗДОРОВЛЕНИЯ МОРСКОЙ СРЕДЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИММОБИЛИЗОВАННЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ

Разработана технология биоремедиации морской среды с использованием иммобилизованных на природных носителях биохимически-активных непатогенных бактерий – антагонистов условно-патогенных микроорганизмов, которая позволяет высокоэффективно очищать воду от нефтяного загрязнения и санитарно-показательных микроорганизмов.

Ключевые слова: бактерии-деструкторы, углеводороды нефти, морская среда, оздоровление, биотехнология, иммобилизованные микроорганизмы

T.V. Gudzenko, E.G. Gorshkova, T.A. Beljaeva, S.I. Rakitskaja, G.V. Lisyutin, V.A. Ivanitsa
I.I.Mechnykov Odesa National University, Ukraine

BIOTECHNOLOGY FOR THE IMPROVEMENT OF THE MARINE ENVIRONMENT USING IMMOBILIZED MICROORGANISMS

Developed technology bioremedia the marine environment using immobilized on natural media biochemically-active, non-pathogenic bacteria – antagonists of conditionally pathogenic microorganisms, which allows clean water from oil pollution and sanitary-indicative microorganisms.

Keywords: bacteria-destructors, hydrocarbon oil, marine environment, health, biotechnology, immobilized microorganism

УДК 577.34:595.111(06)

Д.И. ГУДКОВ, А.Е. КАГЛЯН, В.Г. КЛЕНУС, З.О. ШИРОКАЯ, К.Д. ГАНЖА

Институт гидробиологии НАН Украины
пр. Героев Сталинграда, 12, Киев, 04210, Украина

СОВРЕМЕННЫЕ УРОВНИ И ДИНАМИКА РАДИОНУКЛИДНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ КОМПОНЕНТОВ ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ В ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ ЗОНЕ ОТЧУЖДЕНИЯ

Приведены результаты радиозкологических исследований основных полигонных водоемов Чернобыльской зоны отчуждения, выполненных на протяжении 1997–2014 гг. Проанализированы динамика содержания радионуклидов в абиотических и биотических компонентах водных экосистем и оценены процессы их естественного самоочищения от радионуклидного загрязнения.

Ключевые слова: Чернобыльская зона отчуждения, радионуклидное загрязнение, вода, донные отложения, гидробионты, ⁹⁰Sr, ¹³⁷Cs.

Современный уровень и состав радионуклидного загрязнения водных экосистем Чернобыльской зоны отчуждения (ЧЗО) обусловлены в первую очередь количеством

радиоактивных веществ, поступивших в виде аэрозолей на водную поверхность и прилегающие территории в течение первых недель после аварии в апреле 1986 г., интенсивностью и продолжительностью их последующего смыва с площадей водосбора, а также гидродинамическими процессами транспорта за пределы водоемов. Немаловажное значение при этом имеет трансформация в грунтах водосборных территорий и донных отложениях водоемов физико-химических форм радионуклидов, их участие в биогеохимическом круговороте, а также миграция с водными потоками.

В последнее 10-15 лет в почвах ЧЗО отмечена тенденция увеличения выхода мобильных биологически доступных форм радионуклидов [1–4], которые с поверхностными и грунтовыми водами поступают в гидрологическую сеть или локализуются в бессточных замкнутых водных системах, где быстро включаются в биотический круговорот. И хотя прошло 29 лет, с тех пор как произошла самая масштабная в истории атомной энергетики авария, загрязненные территории остаются открытым источником распространения радионуклидов, поступающих с поверхностными и грунтовыми водами в речные системы и выносящихся за пределы ЧЗО – в Днепр и его водохранилища.

Материал и методы исследований

Основные исследования проводили в период 1997-2014 гг. в реках Припять и Уж, водоеме-охладителе Чернобыльской АЭС (ЧАЭС), озерах Глубокое, Далекое, Азбучин и Яновском затоне, являющихся полигонными водоемами Государственного специализированного предприятия «Чернобыльский спецкомбинат» ГАЗО Украины.

Измерение удельной активности ^{137}Cs в пробах проводили при помощи γ -спектрометрического комплекса в составе детектора PGT IGC-25 (Франция), анализатора «Nokia LP 4900 B» («Nokia», Финляндия), источника низковольтного питания – крейт NIM BIN, усилителя NU 8210 («Elektronikus Merokeszulekek Gyara», Венгрия) и свинцовой защиты толщиной 100 мм. Для определения удельной активности ^{90}Sr использовали низкофонный β -радиометр NRR-610 («Tesla», Чехия). Минимальная детектируемая прибором активность составляет 0,04 Бк при экспозиции препарата 1000 с. Результаты измерений удельной активности радионуклидов в гидробионтах приведены в беккерелях на килограмм (Бк/кг) массы при естественной влажности.

Результаты исследований и их обсуждение

Наиболее низкой удельной активностью радионуклидов характеризуются компоненты речных экосистем, донные отложения которых подверглись процессам естественного самоочищения (особенно в паводки и периоды весенних половодий) и за годы, прошедшие с момента аварии, перестали играть существенную роль вторичного источника загрязнения водных масс. Основное поступление радионуклидов в речные системы в настоящее время происходит в результате смыва с водосборных территорий и притока из более загрязненных водных объектов. В то же время замкнутые водоемы и, особенно, озера ближней (10-километровой) ЧЗО имеют значительно большие уровни радиоактивного загрязнения, обусловленные ограниченностью водообмена и сравнительно высоким содержанием радионуклидов, депонированных в донных отложениях. Потому в большинстве непроточных водоемов удельная активность радионуклидов в воде зависит преимущественно от интенсивности обмена их мобильных форм между донными отложениями и водными массами, а также внешнего смыва из территории водосбора. В связи с этим наибольшую значимость имеют пойменные ландшафты р. Припяти, которые в результате аварии на ЧАЭС подверглись интенсивному радионуклидному загрязнению и являются одним из наиболее значимых источников поступления радиоактивных веществ с поверхностным стоком в речные системы ЧЗО, относящиеся к бассейну Днепра. Динамика удельной активности ^{137}Cs и ^{90}Sr в воде водных объектов ЧЗО представлена на рисунке.

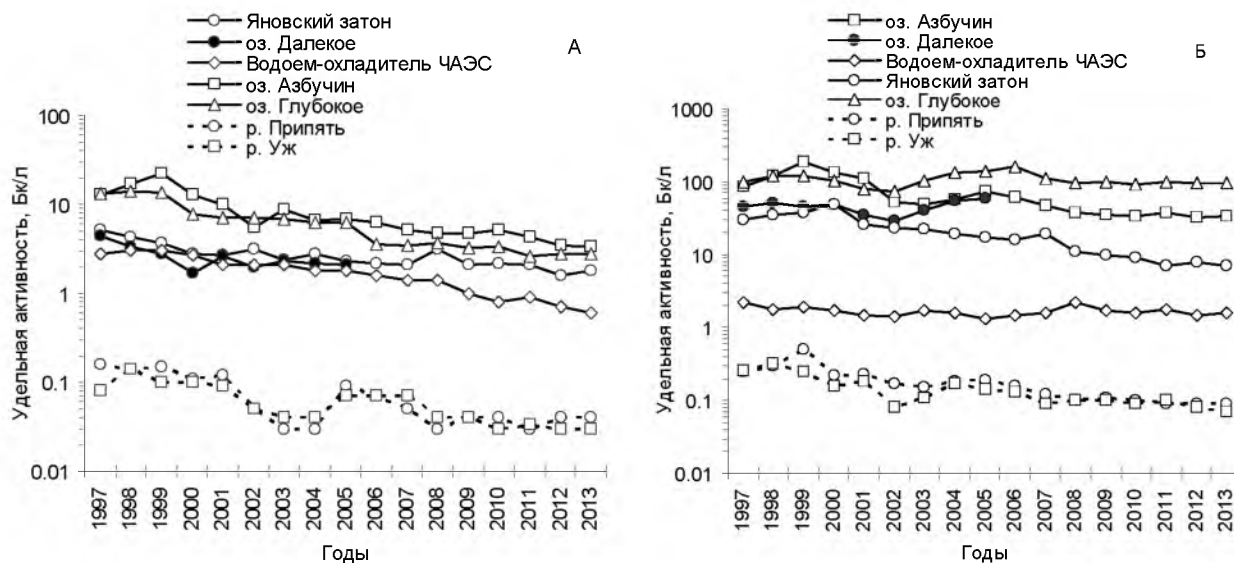


Рис. Динамика удельной активности ^{137}Cs (А) и ^{90}Sr (Б) в воде водных объектов Чернобыльской зоны отчуждения

Строительство комплекса противопаводковых дамб и деградация существующих мелиоративных систем на участке левобережной поймы р. Припяти повлекли за собой изменение гидрологического режима, усилили процессы переувлажнения и заболачивания одамбированных территорий. В результате, на фоне общих тенденций увеличения мобильных форм ^{90}Sr в грунтах водосборных территорий и донных отложениях водоемов ЧЗО, происходит постепенное повышение удельной активности радионуклида в воде озер, расположенных на одамбированной территории, а также увеличение интенсивности концентрации радионуклида гидробионтами. Для некоторых видов удельная активность ^{90}Sr в сравнении с началом 1990-х годов увеличилась более чем на порядок и значительно превысила удельную активность ^{137}Cs . Переувлажнение и заболачивание загрязненных радионуклидами территорий приводит к ускорению процессов мобилизации ранее фиксированных грунтовыми частицами радиоактивных веществ и формированию своеобразных «депо» подвижных биологически доступных форм, в первую очередь ^{90}Sr , которые в многоводные периоды могут являться источником увеличения выноса радионуклида в р. Припять и далее за пределы ЧЗО. Результаты расчетов периода полуочищения основных компонентов водных экосистем от радионуклидов представлены в таблице.

Таблица

Усредненный период полуочищения компонентов водных экосистем от радионуклидов в ЧЗО на протяжении 1997–2014 гг.

Компонент	Озера одамбированной левобережной поймы	Водоемы правобережной поймы	Водоем-охладитель ЧАЭС	Реки
^{137}Cs				
Вода	7,6	9,8	7,1	7,4
Высшие водные растения	17,3	16,0	12,7	16,7
Рыбы	27,6	17,1	15,1	18,5
^{90}Sr				
Вода	–	6,5	–	8,4
Высшие водные растения	–	11,9	–	20,2
Рыбы	–	13,3	–	21,3

Выводы

Установлено, что период полураспада водных масс от ^{137}Cs в водоемах ЧЗО на протяжении 1997–2014 гг. составил 6,2–12,8 года. Физический распад радионуклида среди составляющих самоочищения вод составил 20–43%, а остальное приходится на биогеохимические и гидрологические процессы депонирования ^{137}Cs в донных отложениях и его вынос за пределы водоемов в р. Припять за счет гидравлической связи. Зарегистрированный период полураспада воды от ^{90}Sr был в пределах 6,0–9,2 года. Физический распад радионуклидов в процессах снижения удельной активности воды составил 21–33%. В водоемах одамбованного участка левобережной поймы р. Припять и в водоеме-охладителе ЧАЭС достоверного снижения удельной активности ^{90}Sr в воде и гидробионтах за период исследований не зарегистрировано.

1. Гудков Д. И. Радиоэкологічні проблеми перезволоження та заболочування одамбованої території Красненської заплави в зоні відчуження / Д. І. Гудков, С. І. Кіреєв, С. М. Обрізан [та ін.] // Бюлетень екологічного стану зони відчуження та зони безумовного (обов'язкового) відселення. – 2005. – № 2 (26). – С. 3–7.
2. Іванов Ю. О. Динаміка перерозподілу радіонуклідів в ґрунтах і рослинності // Чорнобиль – Зона відчуження / Под ред. В. Г. Бар'яхтара. – К.: Наукова думка, 2001. – С. 47–76.
3. Кашпаров В. О. Забруднення ^{90}Sr території зони відчуження / В. О. Кашпаров // Бюлетень екологічного стану зони відчуження та зони безумовного (обов'язкового) відселення. – 1998. – № 12. – С. 41–43.
4. Соботович Э. В. Геохимия техногенных радионуклидов / Э. В. Соботович, Г. Н. Бондаренко, Л. В. Кононенко [и др.]. – К.: Наукова думка, 2002. – 332 с.

Д.І. Гудков, О.Є. Каглян, В.Г. Кленус, З.О. Широка, Х.Д. Ганжа

Інститут гідробіології НАН України, Київ

СУЧАСНІ РІВНІ І ДИНАМІКА РАДІОНУКЛІДНОГО ЗАБРУДНЕННЯ КОМПОНЕНТІВ ВОДНИХ ЕКОСИСТЕМ У ЧОРНОБИЛЬСЬКІЙ ЗОНІ ВІДЧУЖЕННЯ

Наведено результати радіоекологічних досліджень основних полігонних водойм Чорнобильської зони відчуження, виконаних протягом 1997-2014 рр. Проаналізовано динаміку вмісту радіонуклідів у абіотичних і біотичних компонентах водних екосистем та оцінені процеси їх природного самоочищення від радіонуклідного забруднення.

Ключові слова: Чорнобильська зона відчуження, радіонуклідне забруднення, вода, донні відклади, гідробіонти, ^{90}Sr , ^{137}Cs .

D.I. Gudkov, A.Ye. Kaglyan, V.G. Klenus, Z.O. Shyrokaya, Kh.D. Ganzha

Institute of Hydrobiology of NAS of Ukraine, Kyiv

CURRENT LEVELS AND DYNAMICS OF RADIOACTIVE CONTAMINATION OF AQUATIC ECOSYSTEM COMPONENTS IN THE CHERNOBYL EXCLUSION ZONE

The results of radioecological studies of the main polygon water bodies within the Chernobyl exclusion zone, during 1997-2014 were presented. The dynamics of radionuclide concentration in abiotic and biotic components of aquatic ecosystems and evaluation of processes of their natural decontamination from radioactive contamination was analysed.

Keywords: Chernobyl exclusion zone, radioactive contamination, water, bottom sediments, hydrobionts, ^{90}Sr , ^{137}Cs