

0,01 мГр/рік спостерігався високий рівень хромосомного мутагенезу [4]. Станом на 1989 р. у популяції білого товстолоба (*Hypophthalmichthys molitrix*), що населяє водойму-охолоджувач, при поглинутій дозі 7-8 Гр, а до 1992 р. — 11 Гр збільшилась кількість особин з аномаліями системи відтворення, появились частково або повністю стерильні особини, риби з аномальною асиметричною формою гонад у більшій кількості, ніж поміж особин за умов природного радіаційного фону. Дослідження радіаційного ризику риб різних екологічних груп із ставка-охолоджувача Чорнобильської АЕС показали, що максимальний ризик мають пічкурі, які відносяться до псамофільної групи риб, представники якої відкладають ікру на пісок [5]. У післяаварійний період у ставу-охолоджувачі молодь пічкурів виявити не вдалось. У 1991 р. був спійманий мальок бичка-цуцика із великою аномалією. У цього екземпляра праве око зформувалося у ротовій порожнині даний час. Проте більшість мальків бичка-цуцика зовні не проявляли аномалій.

Від загального вмісту радіонуклідів у водній екосистемі понад 90 % депонується в донних відкладах. Тому у забрудненій радіонуклідами водоймі за умов хронічного опромінення найбільшого ризику зазнають види, які протягом усіх періодів онтогенезу максимально контактують з донними відкладами і живляться бентосом. Отже, багаторічні екологічні дослідження водних екосистем України свідчать про те, що радіонуклідне забруднення спричинене аварією на Чорнобильській АЕС, набуло хронічного впливу на життєдіяльність гідробіонтів. У водоймах Зони відчуження, Київському водосховищі, які відзначаються високими рівнями радіонуклідного забруднення, дози опромінення досягали екологічно значимих рівнів і призводять до порушень на різних рівнях організації біосистем. В екосистемах рік Дністер, Південний Буг та інших, у яких вміст радіонуклідів у воді незначний і дози опромінення від них на рівні фонових, за умов маскуючого впливу хімічного забруднення та інших чинників встановлення радіобіологічних ефектів у організмі гідробіонтів досить проблематичне. Прогресуюче надходження штучних радіонуклідів характерне для сучасної біосфери і за умов хронічного хімічного забруднення та негативної дії інших антропогенних чинників посилює негативний прес на життєдіяльність гідробіонтів і знижує біологічну якість природних вод.

ЛІТЕРАТУРА

1. Абаган А. А., Асмолов В. Г., Гуськова А. К. и др. Информация об аварии на Чернобыльской АЭС и ее последствиях, подготовленная для МАГАТЭ // Атомная энергия. — 1986. — Т. 61, вып. 5. — С. 301-320.
2. Белова Н. В., Веригин Б. В., Емельянова Н. Г. и др. Радиобиологический анализ белого толстолобика *Hypophthalmichthys molitrix* в водоеме-охладителе Чернобыльской АЭС в послеварийный период // Вопросы ихтиологии. — 1993. - Т. 33, № 6. - С. 814-828.
3. Казаков С. В., Волк П. С., Фильчагов П. П. Радиэкологическое состояние пруда-охладителя ЧАЭС // Проблемы Чернобыльской зоны отчуждения. — 1994. — Т. 1. — С. 129-138.
4. Полікарпов Г. Г., Цицугіна В. Г., Жерко Н. В., Баранова О. К. Цитогенетичні ефекти в популяціях олігохет *Stylaria lacustris* у "плямах" радіоактивного та хімічного забруднення середовища // Доп. АН України. — 1992. — № 4. — С. 146-148.
5. Рябов И. Н. Оценка воздействия ионизирующего облучения на рыб и круглоротых в разные периоды онтогенеза // Радиационное загрязнение и биогеоценозы. — М., 2000. — С. 15-30.
6. Рябов И. Н., Белова Н. В., Полякова Н. И. Радиэкологический мониторинг рыб-видов индикаторов радиоактивного загрязнения Киевского водохранилища в 1987-2000 гг. Міжнародна конференція "П'ятнадцять років Чорнобильської катастрофи. Досвід подолання". — К., 2001. — С. 2-34.
7. Соболев Э. В., Долин В. В., Сытый С. А. Скорость трансформации ^{137}Cs и ^{90}Sr в воде больших рек зоны отчуждения. Міжнародна конференція "П'ятнадцять років Чорнобильської катастрофи. Досвід подолання". — К., 2001. — С. 1-25.
8. Холоща В. І., Проскура М. І., Іванов Ю. О., Казаков С. В., Архипов А. М. Природні та техногенні об'єкти зони відчуження — радіаційна і екологічна вагомість. 15 років Чорнобильської катастрофи // Радіаційна безпека в Україні (Бюлетень НКРЗУ). — 2001. — № 1-4. — С. 8-16.

УДК (577. 34;546. 8):595. 324 + 574. 64

М.Г. Мардаревич, Д.І. Гудков, В.В. Беляєв

Інститут гідробіології НАН України, м. Київ

МОДИФІКУЮЧИЙ ВПЛИВ ^{90}Sr НА ДІЮ Pb^{2+} В УМОВАХ ЕКСПЕРИМЕНТУ З ВИКОРИСТАННЯМ ГІЛЛЯСТОВУСИХ РАКОПОДІБНИХ *Daphnia magna* STRAUS

Сучасний стан довкілля характеризується вмістом широкого спектру полутантів радіаційної та хімічної природи. При цьому сумісний вплив радіонуклідів та речовин органічної та неорганічної природи призводить в біологічних системах до найнесподіваніших ефектів [8] з можливою зміною прояву радіобіологічних ефектів (адитивність, антагонізм, синергізм) [2]. Підтвердженням цього є численні

приклади характеру впливу на живі організми при зміні рівня та тривалості дії пошкоджуючих агентів [1, 4]. У зв'язку з цим відгук біологічних систем на комбіновану дію неможливо передбачити, виходячи тільки з інформації про ефекти роздільної дії кожного з факторів. В даний час зібрано значну кількість даних, що свідчать про невідповідність відгуку природних популяцій на радіаційний та хімічний вплив тим моделям, які були отримані на основі лабораторних експериментів. Однією з причин є недостатня увага до синергічних та антагоністичних ефектів сумісного впливу факторів середовища на біоту. Вважається, що у випадку сумісного впливу малих доз іонізуючого випромінювання та концентрацій хімічних агентів різної природи, саме синергічні та антагоністичні ефекти спостерігаються з переважаючою частотою [2]. ^{90}Sr та сполуки Pb^{2+} належать до найбільш небезпечних та широко розповсюджених токсичних компонентів навколишнього середовища. Тому необхідність вивчення їх спільного впливу на організми є очевидною.

Вивчали вплив різних величин доз від ^{90}Sr з різними концентраціями Pb^{2+} на біологічні показники гіллястосусих ракоподібних в умовах довготривалого (60 діб) двофакторного експерименту. Критеріями оцінки токсичного впливу були зміни тривалості життя, а також морфометричних та продукційних показників *Daphnia magna* Straus.

Для експерименту використовували дводенну молодь синхронізованої лабораторної культури дафній. Середовищем була відстояна водопровідна вода з наступними показниками: жорсткість — 4–6 мг-екв/л; концентрація кисню — 7,8–8,2 мг/л; рН –7,7–8,2; температура — 19–21°C. Дафній утримували в 50-мл склянках по 2 особини. Кожних дві доби здійснювали заміну води. Експеримент проводили в 5 повторностях. Виміри довжини тіла дафній проводили через кожні 5 днів від переднього краю голови до основи шипа з використанням окуляра-мікромметра. Вибір питомої активності ^{90}Sr проводився на основі реально існуючих концентрацій, а також тих, що мали місце під час аварії на Чорнобильській АЕС [3]. Концентрація Pb^{2+} була обумовлена діючими санітарно-епідеміологічними та рибогосподарчими гранично-допустимими концентраціями (ГДК) для води [6]. Дані обробляли методом дисперсійного аналізу та програм для обробки даних Statistica©5. 0 (StatSoft Inc., USA). Розрахунок поглинутої дози, яку отримали дафнії протягом експерименту (табл.) проводився згідно методики [7].

Таблиця

Величина поглинутої дози на різних стадіях експерименту, Гр.

Активність ^{90}Sr , Бк/л	Доба					
	10	20	30	40	50	60
20	$5,5 \times 10^{-6}$	$3,0 \times 10^{-5}$	$5,3 \times 10^{-5}$	$9,1 \times 10^{-5}$	$1,4 \times 10^{-4}$	$1,9 \times 10^{-4}$
2×10^3	$5,5 \times 10^{-4}$	$3,0 \times 10^{-3}$	$5,3 \times 10^{-3}$	$9,1 \times 10^{-3}$	$1,4 \times 10^{-2}$	$1,9 \times 10^{-2}$
2×10^5	$5,5 \times 10^{-2}$	0,3	0,5	0,9	1,4	1,9

Протягом експерименту при співставленні даних окремої та сумісної дії ^{90}Sr та Pb^{2+} спостерігалось достовірне скорочення тривалості життя дафній. При поглинутій дозі до $1,9 \times 10^{-2}$ Гр спостерігався антагонізм взаємодії радіаційного та хімічного компонентів (рис. 1).

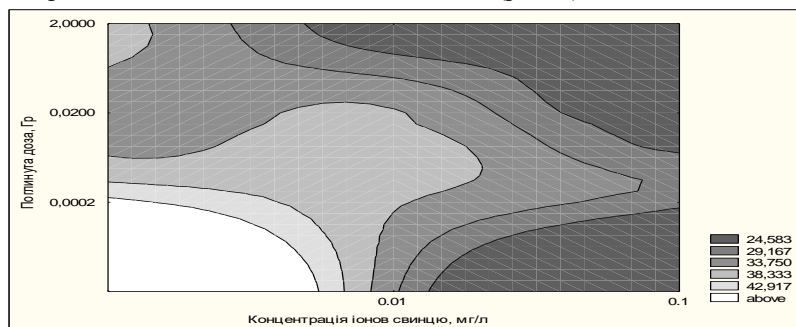


Рис. 1. Тривалість життя дафній при сумісній дії ^{90}Sr та Pb^{2+}

Аналіз даних змін лінійних розмірів дафній показав достовірний модифікуючий вплив радіонукліду при сумісній дії з Pb^{2+} , як і у випадку з середнім показником тривалості життя, при поглинутій дозі до $1,9 \times 10^{-2}$ Гр. Це мало прояв як у збільшенні величини приросту, так і у більш ранніх строках максимального значення цього показника (рис. 2).

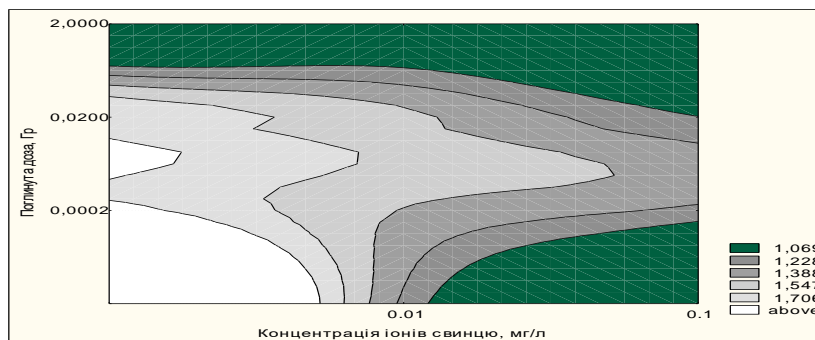


Рис. 2. Приріст дафній при сумісній дії ^{90}Sr та Pb^{2+}

Підвищення концентрації ^{90}Sr та Pb^{2+} негативно впливало на продукційні характеристики дафній: зменшувалась кількість виметів та кількість молоді в виметах, що відповідно зумовило зменшення загальної кількості народженої молоді. Як і у двох попередніх випадках середні дози від радіонуклідів позитивно модифікували негативний вплив іонів свинцю (рис. 3).

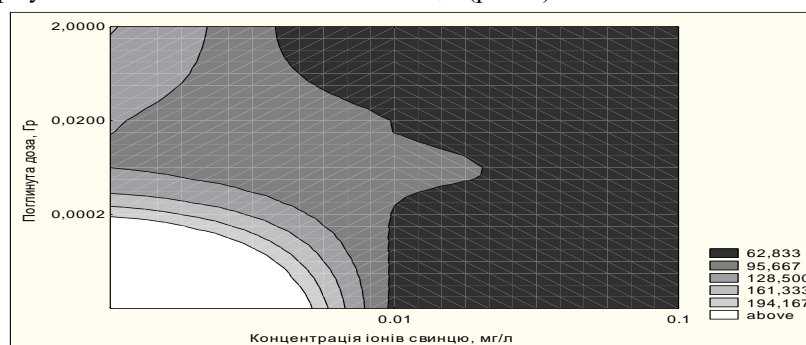


Рис. 3. Загальна кількість народженої молоді при сумісній дії ^{90}Sr та Pb^{2+}

Отже, при вивченні сумісної дії ^{90}Sr та Pb^{2+} на тривалість життя, зміни розмірів та продукційні показники *D. magna* в умовах хронічного впливу, спостерігалась позитивна модифікація радіонуклідом дії іонів свинцю. Іонізуюче випромінювання, спричинене ^{90}Sr , в діапазоні доз до $1,9 \times 10^{-2}$ Гр при взаємодії з іонами свинцю в концентраціях 0,01–0,1 мг/л можливо виконувало роль фактора, який стимулював захисні реакції організму дафній — активацію глутатіонової системи та синтезу металлотіонінів, які шляхом хелатування здатні виводити важкі метали з біохімічного обміну [5].

ЛІТЕРАТУРА

1. Виленчик М. М. Радиобиологические эффекты и окружающая среда. — М.: Энергоатомиздат, 1991. — 160 с.
2. Гераскин Н. А., Евсеева Т. И. Механизмы формирования ответной реакции клетки на сочетанное действие факторов разной природы // Сочетанное действие факторов радиационной и нерадиационной природы на растительные и животные организмы (Труды Коми научного центра Уро РАН). — 2000. — Вып. 164. — С. 6–13.
3. Израэль Ю. А. Чернобыль: радиоактивное загрязнение природных сред. — Л.: Гидрометеоиздат, 1990. — 295 с.
4. Ионизирующее излучение: источники и биологические эффекты. Научный комитет ООН по действию атомной радиации. Доклад 1982. — Т. 2. — 780 с.
5. Коновалов Ю. Д. Реакция белоксинтезирующей системы рыб на наличие в их организме катионов ртути, кадмия, меди и цинка // Гидробиол. журн. — 2001. — Т. 37, № 1. — С. 95–105.
6. Фомин Г. С. Вода. Контроль химической, бактериальной и радиационной безопасности по международным стандартам. Энциклопедический справочник/ 3-е изд., перераб. и доп. — М., 2000. — 838 с.
7. Amiro B. D. Radioecological dose conversion factors for generic non-human biota used for screening potential ecological impacts // J. Environ. Radioactiviti. — 1997. — Т. 35, № 1. — P. 37–51.
8. Ionizing Radiation Sources and Biological Effects — Report of the United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR) to the General Assembly. Annex L // Biological Effects of Radiation in Combination with Other Physical, Chemical or Biological Agents. — № Y.: United Nations, 1982. — P. 727–773.