

О.В. Барбухо, А.О. Жиденко

Черниговский национальный педагогический университет им. Т.Г. Шевченко, Украина

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОБИОТИКА БПС-44 ДЛЯ КОРРЕКЦИИ НАРУШЕНИЙ У РЫБ ПРИ ДЕЙСТВИИ РАУНДАПА

Изучали влияние совместного действия раундапа (2 ПДК) и пробиотика БПС-44 на динамику клеток *Bacillus subtilis* 44-р в организме двухлеток карпа. Установлено, что пробиотический препарат БПС-44 способствует повышению резистентности и улучшению физиологического состояния организма рыб в условиях гербицидного загрязнения водоемов.

Ключевые слова: карп чешиуйчатый, гербициды, раундап, пробиотики, БПС-44, *Bacillus subtilis* 44-р, кожа, жабры, слизь, кишечник

O.V. Barbukho, A.O. Zhidenko

Chernihiv National Taras Shevchenko Pedagogical University, Ukraine

APPLICATION OF PROBIOTIC BPS-44 FOR CORRECTION OF VIOLATIONS IN FISH AT ACTIONS OF ROUNDUP

The influence of the united action of roundup (2 MAC) and probiotic BPS-44 on the dynamics of *Bacillus subtilis* 44-p cells in the organism of two-year-old carps is studied. It is found that probiotic preparation BPS-44 promotes the increase of resistance and the improvement of the physiological state of fish organism in the conditions of herbicide pollution of water objects.

Key words: carp, herbicides, roundup, probiotic, BPS-44, *Bacillus subtilis* 44-p, skin, gill, mucus, intestine

УДК (577.34:581.526.3)(28)(477)

В. В. БЕЛЯЄВ

Інститут гідробіології НАН України

пр-т Героїв Сталінграда, 12, Київ 04210, Україна

ФОРМУВАННЯ ДОЗИ ОПРОМІНЕННЯ ОЧЕРЕТУ ЗВИЧАЙНОГО ЗА УМОВ ВОДОЙМИ-ОХОЛОДЖУВАЧА ЧАЕС

Вивчали формування поглинутої дози *Phragmites australis* водойми-охолоджувача Чорнобильської АЕС. Враховували особливості вертикального розподілу органів/тканин рослини та радіонуклідів. Встановлено, що середня поглинена за рік доза опромінення рослини складала 14–31 мГр/рік, максимальна – до 550 мГр/рік.

Ключові слова: доза, вищі водні рослини, радіонукліди

При використанні ядерної енергії виникає загроза забруднення навколишнього середовища радіоактивними речовинами. Кінцевою ланкою міграції більшості радіонуклідів є водні екосистеми. Штучні радіонукліди збільшують фон опромінення всіх організмів. Іонізуюча радіація провокує в клітинах складні фізичні та фізико-хімічні процеси, що призводять до розвитку радіобіологічних ефектів. В дослідженнях відзначається, що радіобіологічні ефекти функціонально залежать від поглинутої організмом дози опромінення. Останнім часом з'явилися роботи, в яких вказується на ефекти, пов'язані з опроміненням повітряно-водних рослин зони відчуження аварії на ЧАЕС [8]. Особливості фізіології водних рослин та розподілу радіонуклідів у водних екосистемах вимагають модифікації методик розрахунку дозових навантажень, що розроблені для наземних рослин. Для водних екосистем як референтного виду обрано представника групи занурених рослин – водоперицю колосисту. Однак параметри, що отримані для водопериці колосистої не зовсім коректно використовувати при розрахунку дози опромінення повітряно-водних рослин. Разом з тим саме повітряно-водні рослини в більшості водойм домінують за біомасою [2, 4]. Тому метою нашої роботи було оцінити формування дози опромінювання повітряно-водних рослин на прикладі очерету звичайного водойми-охолоджувача ЧАЕС (ВО ЧАЕС).

Матеріал і методи досліджень

У роботі використано результати флористичних та радіоекологічних обстежень ВО ЧАЕС у 2002–2004 рр., що були отримані за підтримки проекту INTAS (RESPOND-2001-0556-2004). Донні відклади відбирали пошарово у заростях очерету звичайного вздовж берегової лінії пробовідбірником донних відкладів. Визначали водно-фізичні властивості та вміст радіонуклідів у кожному шарі донних відкладів. Якщо траплялися кореневища очерету масою більше, ніж 1 г на пробу, то визначали їх сиру та повітряно-суху масу з перерахунком на одиницю площі. Рослини очерету відбирали в пунктах відбору донних відкладів. Визначали природну та повітряно-суху масу рослин, вміст радіонуклідів. Потужність дози у повітрі в заростях очерету визначали СРП-68-01 та ДБГ 01Н. Визначення питомого вмісту гама-випромінюючих радіонуклідів у донних відкладах та рослинах проводили у відділі прісноводної радіоекології Інституту гідробіології НАН України гама-спектрометричним методом. Вміст ⁹⁰Sr у воді, донних відкладах та очереті оцінювали згідно [6, 10]. При розрахунку дози опромінення очерету використовували методичні вказівки [3, 7].

Результати досліджень та їх обговорення

Дозові навантаження на організм формуються за рахунок зовнішнього опромінення від води і донних відкладів, та внутрішнього – від інкорпорованих радіонуклідів. Для гідробіонтів, зокрема водних рослин, виникає проблема при розрахунках кількості енергії іонізуючого випромінювання, яка реалізується в об’ємі організму. Так, згідно методики [1] у рослинах реалізується 100 % енергії β-випромінювання, а згідно методики [9] тільки 10 % енергії ⁹⁰Sr+⁹⁰Y та 30 % β-часток ¹³⁷Cs. З урахуванням лінійних розмірів тканин/органів рослин дозу внутрішнього опромінення можна визначити за формулою:

$$D = \sum \sum C_{ij} K(\beta)_{ig} W_{jt}, \quad i=1, n; j=1, k, \quad (1)$$

де: C_{ij} – концентрація і-го радіонукліда у j-тому органі/тканині, Бк/кг; K(β)_i – дозовий коефіцієнт і-го радіонукліда (α- та β-випромінювання) (Гр/доба)/(Бк/кг); g_j – коефіцієнт, що враховує, яка доля енергії β-часток реалізується у j-тому органі/тканині; W_j – відносна вага j-го органа/тканини; t – час опромінення, доба; n – кількість радіонуклідів; k – кількість органів/тканин рослини з різними лінійними розмірами.

Водні рослини розміщуються у трьох середовищах: ґрунті, воді та повітрі. Тому розрахунки дози зовнішнього опромінення рослин з урахуванням розмірів необхідно проводити для окремих однорідно забруднених шарів середовища – від найглибше розташованих частин кореневої системи до верхівки рослини.

З огляду на те, що об’ємна та питома активність радіонуклідів у ґрунтах, воді та повітрі відрізняється на кілька порядків, можна знехтувати дозою, що утворюється у середовищі з меншою концентрацією радіонуклідів. Доза зовнішнього опромінення на органи/тканини рослини формується α-, β- та γ-випромінюванням. При розмірах органа/тканини рослин більше за максимальний пробіг заряджених часток дозою зовнішнього опромінення від цих часток можна знехтувати. За значного градієнту концентрації радіонуклідів у донних відкладах визначення зовнішньої дози за рахунок γ-випромінювання на тканини/органи рослини найбільш коректно робити за потоком часток або енергії γ-квантів від кожного рівномірно забрудненого шару донних відкладів з урахуванням поглинання з наступним інтегруванням по шарам. Дозу зовнішнього опромінювання від донних відкладів на органи/тканини рослини, що знаходяться у воді та повітрі, розраховують аналогічно. При цьому враховують поглинання випромінювання водними масами, а дозу від радіонуклідів води та повітря – у наближенні нескінченної хмари за формулою [3]:

$$D = \sum C_{(i)} K_{d(i)(\gamma)} t, \quad i = 1, n, \quad (2)$$

де: C_(i) – концентрація і-го – радіонукліда у воді або повітрі, Бк/кг; K_{d(i)(γ)} – дозовий коефіцієнт і-го радіонукліда, (Гр/сут)/(Бк/кг); t – час, діб.

З власних та літературних даних [10] відомо, що вміст ¹³⁷Cs у донних відкладах у зонах зростання очерету ВО ЧАЕС складав 0,5–200 кБк/кг, доаварійні значення вмісту цього радіонукліда реєстрували у шарах, що розташовані нижче від 50 см. У очереті звичайному вміст ⁹⁰Sr був у межах 32–3900 Бк/кг, ¹³⁷Cs – 531–14200 Бк/кг повітряно-сухої маси. Питома активність ¹³⁷Cs у кореневій системі була у 1–3 рази вищою, ніж у надземній частині, питомих вміст ⁹⁰Sr у надземній та підземній частинах був майже однаковим. Потужність експозиційної дози визначеної СРП-68-01 складала 55–600 мкР/год, показання ДБГ-01Н (в однакових одиницях) були в 3–10 разів меншими. Потужність дози, що визначена СРП-68, у межах похибки вимірювань збігалася з результатами розрахунків дози, що утворюється за рахунок донних відкладів. Розкид показників СРП-68-01 та ДБГ-01Н можна пояснити тим, що датчик ДБГ-01Н не фіксує низькоенергетичне γ-

випромінювання. Так, цей прилад майже не реагував на випромінювання джерела ^{241}Am з набору ОСГІ.

Для оцінки поглинутої дози очеретом звичайним ВО ЧАЕС були обрані дані, близькі до середніх у водоймі: 1) вміст ^{137}Cs у донних відкладах у місцях росту рослин рівномірний у шарі 0–50 см (10 кБк/кг сирової маси), вміст ^{90}Sr рівномірний у шарі 0–75 см (1 кБк/кг); 2) вміст ^{90}Sr розраховували так, щоб відношення щільності забруднення ^{137}Cs до ^{90}Sr відповідало відношенню запасів цих радіонуклідів у водоймі, яке згідно [10] становить 6,77; 3) вміст ^{137}Cs у надземній частині – 4800 Бк/кг повітряно-сухої маси, у підземній частині концентрація у два рази вища. Вміст ^{90}Sr в рослині рівномірний – 322 Бк/кг. Відношення природної та повітряно-сухої маси становить 3; 4) вміст ^{137}Cs у водних масах 5 Бк/л; 5) шар води у місцях зростання рослин 50 см, висота рослин 3 м.

Розрахунок проводили для трьох варіантів розподілу кореневої системи у донних відкладах: I) у шарі 0–50 см; II) у шарі 0–100 см; III) у шарі 0–150 см. Відносний масовий розподіл органів/тканин рослин прийняли згідно [5]. Визначена надземна повітряно-суха маса очерету у заростях складала 2,6–4,3 кг/м², висота рослин – 2,5–3,8 м [2]. Оціночна біомаса кореневищ у шарі 0–50 см донних відкладів становила 1,6 кг/м². При розрахунках було зроблено припущення, що корінці знаходяться у рівновазі з донними відкладами за β -випромінюванням.

Розрахунки за наведеними вище формулами при зроблених припущеннях показують, що середня потужність дози на окремі органи/тканини для різних варіантів складала 12–132 мкГр/доба, а річна доза – 2,2–48 мГр, середні для рослини величини 42–90 мкГр/доба та 14–31 мГр відповідно. Максимальна потужність – 0,18–2,6 мГр/доба (усереднена для рослини – 0,7–1,7 мГр); річна доза 0,03 – 0,94 Гр (усереднена для рослини – 0,2–0,55 Гр). За рахунок внутрішнього опромінення формується 5–33% дози. Найбільший внесок у формування дози опромінення рослини вносить кореневище – 76–79%. Внесок корінців у загальну масу рослини становить 10%, а у дозу опромінювання рослини – 13–16%), тобто у 1,3–1,6 рази більше, ніж у відносну масу. Внесок надземної частини рослин у дозу 5–10%, що в 1,5–2 рази менше, ніж її відносна маса.

Висновки

Найбільшу дозу отримують корінці рослини, яка може бути в 10 разів більшою, ніж доза, що сформувалася у надземній частині. Якщо не враховувати дозу опромінювання рослини, що утворюється за рахунок донних відкладів, величина дози опромінювання рослини може бути заниженою у 20 разів. Для ВО ЧАЕС максимальна річна доза на корінці очерету звичайного складає 0,94 Гр, усереднена на рослину – 0,55 Гр.

1. Гродзинский Д.М. Методика применения радиоактивных изотопов в биологии / Д.М. Гродзинский. – К.: Изд-во УАСХН, 1962. – 171 с.
2. Дьяченко Т.Н. Макрофиты водоема-охладителя Чернобыльской АЭС / Дьяченко Т. Н., Насвит О. И. // Гидробиол. журн. – 2005. – Т. 41, № 3. – С. 9–14.
3. Защита от ионизирующих излучений: В 2 т. Т. 1. Физические основы защиты от излучений / Под ред. Н. Г. Гусева. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 512 с.
4. Корелякова И. Л. Растительность Кременчугского водохранилища / И. Л. Корелякова. – К.: Наук. думка, 1977. – 200 с.
5. Лукина Л. Ф. Физиология высших водных растений / Лукина Л. Ф., Смирнова Н. Н. – К.: Наук. думка, 1988. – 188 с.
6. Радіаційний стан території зони відчуження у 2008 році. / С. І. Кірсев, Б. О. Годун, Т. І. Нікітіна [та ін.] // Бюлетень екологічного стану зони відчуження та зони безумовного (обов'язкового) відселення. – 2009. – № 1 (33). – С. 3–23.
7. Савинский А. К. Спектры ЛПЭ и коэффициент качества инкорпорированных радионуклидов: Справочник / А. К. Савинский, В. И. Попов, В. А. Кулямин. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 144 с.
8. Шевцова Н. Л. Насіннева продуктивність та ураження паразитичним грибом *Claviceps purpurea* очерету звичайного в зоні відчуження Чорнобильської АЕС / Н. Л. Шевцова, М. А. Нургудін, Д. І. Гудков / Збірка матер. Міжнар. конф. «Сучасні проблеми біології, екології та хімії», 29 бер.–1 кв. 2007, Запоріжжя. – Запоріжжя, 2007. – Ч. 1. – С. 270–272.
9. Handbook for assessment of the exposure of biota to ionising radiation from radionuclides in the environment / Ed. by J. Brown, P. Strand, Al. Hosseini. - Project within the EC 5th Framework Programme, Contract № FIGE-CT-2000-00102. – Framework for Assessment of Environmental Impact, 2003.
10. Nasvit O. Radioecological Situation in the Cooling Pond of Chornobyl NPP // Recent Research Activities about the Chernobyl NPP Accident in Belarus, Ukraine and Russia. – Research Reactor Institute, Kyoto University. – 2002. – P. 74–85.

В. В. Беляев

Институт гидробиологии НАН Украины, Киев, Украина

ФОРМИРОВАНИЕ ДОЗЫ ОБЛУЧЕНИЯ КАМЫША ОБЫЧНОГО В УСЛОВИЯХ ВОДОЕМА ОХЛАДИТЕЛЯ ЧАЭС

Изучали формирование поглощенной дозы для *Phragmites australis* водоема-охладителя Чернобыльской АЭС. Учитывали особенности вертикального распределения органов/тканей растения и радионуклидов. Установлено, что средняя поглощенная за год доза облучения растения составляла 14–31, максимальная – до 550 мГр/год.

Ключевые слова: доза, высшие водные растения, радионуклиды

V.V. Belyaev

Institute of Hydrobiology of NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine

FORMING OF DOSE OF IRRADIATION OF REED ORDINARY RESERVOIR-COOLER OF CHAES

The formation of absorbed dose for *Phragmites australis* from the cooling pond of the Chernobyl NPP was studied. The spatial distribution of radionuclides and organ/tissue of plant was considered. The average value of absorbed radiation dose for plant ranged from 14 to 31 mGy year⁻¹, the highest – up to 550 mGy/year.

Key words: dose, higher water plants, radionuclides

УДК 597.2/.5

В.К. БІГУН¹, В.О. МОСНИЦЬКИЙ²

¹Институт гідробіології НАН України

пр-т Героїв Сталінграда, 12, Київ 04210, Україна

²Національний університет водного господарства та природокористування

вул. Соборна, 11, Рівне 33000, Україна

ПОШИРЕННЯ ТА БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ЧЕБАЧКА АМУРСЬКОГО (PSEUDORASBORA PARVA TEMMINCK ET SCHLEGEL, 1846) У ВОДОЙМАХ ЗАХІДНОГО ПОЛІССЯ УКРАЇНИ

У статті розглядається проблема поширення інвазійного виду риб – чебачка амурського (*Pseudorasbora parva* Temminck et Schlegel, 1846). Вказано водойми, в яких було зафіксовано цей вид, та наведено дані щодо його біологічної характеристики в умовах Західного Полісся України.

Ключові слова: чебачок амурський, біологічна характеристика, Західне Полісся України

Амурський чебачок (*Pseudorasbora parva* Temminck et Schlegel, 1846) є прикладом випадкової інтродукції. Природний ареал цього виду включає води Китаю, Тайваню, Кореї, Японії. Приблизно за півстоліття цей вид успішно розселився по водоймах Середньої Азії, південних регіонів Європейської частини Росії, практично по всій території України, півдні Європи аж до Англії [10, 11]. У природних водоймах України цей вид становить небезпеку для аборигенної іхтіофауни, конкуруючи з деякими видами на трофічному рівні, витісняє та займає їх екологічні ніші. У водоймах рибогосподарського призначення завдає шкоди вирощуванню посадкового матеріалу та товарної риби, виснажуючи природну кормову базу водойм.

Дослідження морфометрії та біології амурського чебачка переважно у водоймах південних областей України здійснили Ю.В. Мовчан та В.І. Козлов [3]. Дані щодо біології амурського чебачка з природного ареалу поширення описані у роботі В.А. Мухачьової [4].

Зважаючи на відсутність або оглядовий рівень даних щодо біологічних особливостей цього виду, виникає необхідність проведення більш детальних досліджень амурського чебачка як нового представника водних біоценозів Поліського регіону.

Матеріал і методи досліджень

Дослідження здійснено експедиційно протягом 2009 року. Риб виявили при дослідженні озера Люб'язь на території Національного природного парку «Прип'ять – Стохід». Досліджено