



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **128443** (13) **U**
(51) МПК
G01T 1/169 (2006.01)
G01T 1/16 (2006.01)
G01N 33/12 (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО
ЕКОНОМІЧНОГО
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

<p>(21) Номер заявки: a 2015 01330</p> <p>(22) Дата подання заявки: 17.02.2015</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 25.09.2018</p> <p>(41) Публікація відомостей про заявку: 25.08.2016, Бюл.№ 16</p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 25.09.2018, Бюл.№ 18</p> <p>(72) Винахідник(и): Каглян Олександр Євгенійович (UA), Гудков Дмитро Ігорович (UA), Сизоненко Володимир Петрович (UA), Юрчук Людмила Петрівна (UA)</p> <p>(73) Власник(и): ІНСТИТУТ ГІДРОБІОЛОГІЇ НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ, просп. Героїв Сталінграда, 12, м. Київ, 04210 (UA)</p> <p>(74) Представник: Сазонов Володимир Вікторович, реєстр. №183</p>	<p>(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: Беляев В. В. Накопичення та виведення цезію-137 з організму гідробіонтів: Автореф. дис...канд. біол. наук: 03.00.17 / В. В. Беляев; Ін-т гідробіології НАН України. - К., 2001 Nasvit O. et al. Caesium-137 biological half-life evaluation in Cyprinus carpio L. of different weights from the cooling pond of the Chernobyl NPP // Studies in Environmental Science. – Elsevier, 1997. – Vol. 68. – P. 375-385 Беляев В.В., Насвит О.И., Фомовский М.А., Юрчук Л.П. К методике изучения динамики выведения гамма-излучающих радионуклидов у рыб // Проблемы рационального использования биоресурсов водохранилищ: Материалы международной науч. конф., Киев, 6-8 сентября 1995 г. – К., Институт рыбного хозяйства, 1995. – С. 142-143 Каррейро и др. Экспериментальное изучение возможного влияния размера рыб на период биологического полувыведения радиоцезия // Моделирование и изучение механизмов переноса радиоактивных веществ из наземных экосистем в водные объекты зоны влияния Чернобыльской аварии. Заключительный отчет EUR 16529 EN, 1996. – С. 160-119 UA 83038 U, 27.08.2013 UA 106547 C2, 10.09.2014 Каглян А. Е. Радионуклиды в аборигенных видах рыб Чернобыльской зоны отчуждения / А. Е. Каглян, Д. И. Гудков, В. Г. Кленус, З. О. Широкая, Н. А. Поморцева, Л. П. Юрчук, А. Б. Назаров // Ядерная физика та енергетика. - 2012. - Т. 13, № 3. - С. 306-315 Гудков Д. И. и др. Основные дозообразующие радионуклиды в рыбе зоны отчуждения Чернобыльской АЭС // Радиационная биология. Радиоэкология. – 2008. – Т. 48. – №. 1. – С. 48-58 Волкова Е. Н. и др. Параметры снижения удельной активности 137 Cs в гидробионтах, обитающих в водоемах разного типа // Радиационная биология. Радиоэкология. – 2009. – Т. 49. – №. 2. – С. 207-211</p>
--	--

(54) СПОСІБ ОЧИЩЕННЯ КАРАСЯ СРІБЛЯСТОГО (CARASSIUS GIBELIO BLOCH) ВІД РАДІОНУКЛІДУ ¹³⁷Cs ДО ГІГІЄНИЧНИХ РАДІАЦІЙНО-БЕЗПЕЧНИХ РІВНІВ

(57) Реферат:

Спосіб очищення карася сріблястого (*Carassius gibelio* Bloch) від радіонуклідів ¹³⁷Cs до гігієнічних радіаційно-безпечних рівнів полягає в тому, що виловлюють рибу з забрудненої даним радіонуклідом водойми, за допомогою гамма-спектрометрії визначають в ній початкову питому активність ¹³⁷Cs (K₀, в Бк/кг сирової маси). Потім запускають рибу в чисту від радіонуклідів

UA 128443 U

водойму на час t_D (діб), який необхідний для утримання риби, що забруднена ^{137}Cs , в радіаційно-чистих умовах, протягом якого питома активність радіонукліду зменшиться до допустимого рівня (K_d , в Бк/кг сирої маси, для України він рівний 150). При цьому час t_D розраховується за формулою: $t_D = \frac{\ln K_d - \ln K_0}{-0,0067}$, де -0,0067 - середнє значення параметрів,

отримане на основі аналізу вимірювань, виходячи з мінімуму суми квадратичних відхилень, яке забезпечує апроксимацію всіх вимірювань з вірогідністю (R^2) 0,80-0,96.

Корисна модель належить до радіаційної екології, а саме до способу очищення карася сріблястого (*Carassius gibelio* Bloch) від радіонукліду ^{137}Cs (на прикладі 2-3-річних особин) з водойм, що зазнали радіонуклідного забруднення, до гігієнічних радіаційно-безпечних рівнів.

В прісноводній радіоекології дуже важливе визначення часу, протягом якого той чи інший гідробіонт, що забруднений радіонуклідами може вивести їх зі свого організму. В даному випадку це визначення періоду очищення від ^{137}Cs представниками їхтіофауни, що зазнали радіонуклідного забруднення.

Дані експериментальних досліджень, щодо накопичення та виведення деяких радіонуклідів з організму риб наведені в наступних публікаціях:

1. Беляев В.В. Накопичення та виведення цезію-137 з організму гідробіонтів: Автореф. дис. канд. біол. наук. - Київ: Науковий світ, 2001. - 19 с.

2. Беляев В.В., Насит О.И., Фомовский М.А., Юрчук Л.П. К методике изучения динамики выведения гамма-излучающих радионуклидов у рыб // Проблемы рационального использования биоресурсов водохранилищ: Материалы международной науч.конф., Киев, 6-8 сентября 1995 г. - К., 1995. - С. 142-143.

3. Ильин Д.К, Москалев Ю.И. О распределении, выведении и коэффициентах накопления стронция-90, цезия-137 и фосфора-32 у рыб // Распределение, биологическое действие и миграция радиоактивных изотопов. -М.:Медгиз, 1961. - С.322-341.

4. Carreiro C, Nasvit O., Corisco J., Romanenko V., Fomovski M., Jurchuk L., Solomatina V., Belyaev V. Experimental Studies on Some Environmental Parameters that May Affect Radiocaesium Biological Half-Life // Modelling and study of the mechanisms of the transfer of radioactive material from terrestrial ecosystems to and in water bodies around Chernobyl: Final report EUR-16529 en, 1996. - P. 106-119.

5. Nasvit O., Carreiro C, Romanenko V., Fomovski M., Jurchuk L., Belyaev V., Bashkov O. Cs-137 Biological Half-life Evaluation in *Cyprinus Carpio* L. of Different Weights from the Cooling Pond of the Chernobyl NPP// Freshwater and stuarine Radioecology/ Edited by G.Desmet et al.-Eisevier Science B.V, 1997. - P. 375-385.

Певним недоліком наведених робіт є те, що введення радіонукліду до організму риб здійснювали за експериментальних умов пероральним або внутрішньочеревним шляхом - ін'єкції у ротову порожнину або очеревину. При цьому надходження ^{137}Cs до організму риб відбувається переважно одноразово упродовж короткого періоду часу, що істотно впливає на нерівномірність його розподілу між органами і тканинами риб, а також на перебіг процесів виведення радіонукліду. Це суттєво відрізняється від процесів довготривалого надходження радіонукліду до організму риб у природних водоймах, яке, зокрема, відбувається у водних об'єктах, що зазнали впливу аварій на підприємствах ядерного паливного циклу. В інших публікаціях автори використовують інші види риб, наприклад коропа звичайного (*Cyprinus carpio* L.), динаміка виведення радіонукліду з організму якого суттєво відрізняється від такої для карася сріблястого.

В основу корисної моделі поставлена задача, спрямована на спрощення способу визначення часу, протягом якого відбувається очищення карася сріблястого від забруднення ^{137}Cs , а також здешевлення самої процедури визначення питомої активності радіонукліду. При цьому піддослідні риби залишаються живими.

Суть способу полягає у визначенні з високим ступенем вірогідності, на основі розроблених авторами формул, питомої активності ^{137}Cs у будь-який момент часу, відколи рибу з забруднених радіонуклідом водойм перемістили до радіаційно-чистих умов існування. Суттєвим, також, є можливість визначення часу, протягом якого питома активність ^{137}Cs в рибі родини коропових (на прикладі 2-3-річних карасів сріблястих) знизиться до гігієнічних радіаційно-безпечних рівнів.

Для встановлення динаміки виведення ^{137}Cs з організму забруднених радіонуклідом риб, в оз. Вершина (Чорнобильська зона відчуження) було відібрано 15 особин карася сріблястого (*Carassius gibelio* Bloch.) віком від 2 до 3 років. Початкова питома активність ^{137}Cs в рибах становила 1882-9529 Бк/кг (тут і далі вміст радіонукліду наводиться для сирової маси). Всі екземпляри були помічені номерами та поміщені до акваріумів ємністю 60 л з відстояною водопровідною водою по 5 особин у кожний за радіаційно-чистих умов утримання та годування.

Упродовж довготривалого (270 діб) експерименту досліджували динаміку виведення ^{137}Cs з організму риб. Аналіз вмісту радіонукліду у живих особин виконували за допомогою методів гамма-спектрометрії. Періодичність вимірювання становила 7 діб. На основі отриманих даних розраховано період напіввиведення ^{137}Cs з організму риб, який становив близько 103 доби для даної розмірно-вікової групи, а також виведена формула, що уможлиблює визначення періоду, необхідного для зниження питомої активності радіонукліду в рибі, за умов харчування

радіаційно-чистими кормами, до допустимих рівнів, згідно діючих в Україні (або інших країнах) санітарно-гігієнічних нормативів для рибної продукції.

Власні дослідження показали, що динаміка виведення радіонукліду з організму риби описується наступною формулою:

$$K = K_0 e^{-0,0067t},$$

де: K - поточна питома активність (концентрація, вміст) ^{137}Cs в рибі, Бк/кг;

K_0 - початкова питома активність ^{137}Cs в рибі, Бк/кг;

t - поточний час, доба;

-0,0067 - середнє значення параметра, отримане на основі аналізу динаміки виведення ^{137}Cs з організму риб, розраховане, виходячи з мінімуму суми квадратичних відхилень, яке забезпечує апроксимацію всіх вимірювань з вірогідністю (R^2) 0,80-0,96.

За допомогою даної формули можна розрахувати період напіввиведення ($T_{1/2}$) ^{137}Cs з організму риб:

$$T_{1/2} = \frac{\ln K - \ln K_0}{-0,0067},$$

а в момент напіввиведення ^{137}Cs з організму риби поточна питома активність цього радіонукліду буде рівна половині початкової, тобто $K=1/2 K_0$, тоді:

$$T_{1/2} = \frac{\ln 2}{0,0067} = 103,4 \text{ доби.}$$

У подальшому знаходимо час t_D (в добах), який необхідний для утримання риби, забрудненої ^{137}Cs , в радіаційно-чистих умовах, протягом якого питома активність радіонукліду зменшиться до допустимого рівня (K_d):

$$t_D = \frac{\ln K_d - \ln K_0}{-0,0067},$$

враховуючи, наприклад, що допустимі рівні для рибної продукції в Україні для ^{137}Cs становлять 150 Бк/кг, можемо записати попередню формулу наступним чином:

$$t_D = \frac{\ln 150 - \ln K_0}{-0,0067},$$

де t_D - час, необхідний для утримання риб в радіаційно-чистих умовах, за який питома активність ^{137}Cs в рибі зменшиться до 150 Бк/кг.

Так, наприклад, карася сріблястого, виловленого з забрудненої ^{137}Cs водойми, помістили до чистого ставка. Початкова питома активність ^{137}Cs в карасі (на час запуску його в чистий ставок) була: $K_0=5000$ Бк/кг. Таким чином, час, необхідний для утримання риби в радіаційно-чистих умовах, становить:

$$t_D = \frac{\ln 150 - \ln 5000}{-0,0067} = 523 \text{ діб.}$$

Отже, через 523 доби питома активність радіонукліду в рибі зменшиться до рівня 150 Бк/кг, що відповідає Державним санітарно-гігієнічним нормативам для рибної продукції, що діють в Україні.

Перевага методу в тому, що для визначення поточної питомої активності радіонукліду у рибі, вона залишається живою. При цьому визначаємо період, що необхідний для зниження питомої активності радіонукліду до допустимих рівнів у рибі. Значно спрощується визначення, здешевлення способу за рахунок істотного зменшення кількості досліджень та визначень, виникає суттєва економія часу, реактивів та енергоємності процедури досліджень.

Спосіб очищення карася сріблястого (*Carassius gibelio* Bloch) від радіонукліду ^{137}Cs до гігієнічних радіаційно-безпечних рівнів полягає в тому, що виловлюють рибу з забрудненої даним радіонуклідом водойми, за допомогою гамма-спектрометрії визначають в ній початкову питому активність ^{137}Cs (K_0 , в Бк/кг сирової маси). Потім запускають рибу в чисту від радіонукліду водойму на час t_D (діб), який необхідний для утримання риби, що забруднена ^{137}Cs , в радіаційно-чистих умовах, протягом якого питома активність радіонукліду зменшиться до допустимого рівня (K_d , в Бк/кг сирової маси, для України він рівний 150). При цьому час t_D

розраховується за формулою: $t_D = \frac{\ln K_d - \ln K_0}{-0,0067}$, де -0,0067 - середнє значення параметрів,

отримане на основі аналізу вимірювань, виходячи з мінімуму суми квадратичних відхилень, яке забезпечує апроксимацію всіх вимірювань з вірогідністю (R^2) 0,80-0,96.

50

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

5 Спосіб очищення карася сріблястого (*Carassius gibelio* Bloch) від радіонукліду ^{137}Cs до гігієнічних радіаційно-безпечних рівнів, який полягає в тому, що виловлюють рибу з забрудненої даним радіонуклідом водойми, за допомогою гамма-спектрометрії визначають в ній початкову питому активність ^{137}Cs (K_0 , в Бк/кг сирової маси), запускають рибу в чисту від радіонукліду водойму на час t_D (днів), який необхідний для утримання риби, що забруднена ^{137}Cs , в радіаційно-чистих умовах, протягом якого питома активність радіонукліду зменшиться до допустимого рівня (K_d , в Бк/кг сирової маси, для України він рівний 150), і такий час t_D розраховується за формулою:

10
$$t_D = \frac{\ln K_d - \ln K_0}{-0,0067},$$

де -0,0067 - середнє значення параметрів, отримане на основі аналізу вимірювань, виходячи з мінімуму суми квадратичних відхилень, яке забезпечує апроксимацію всіх вимірювань з вірогідністю (R^2) 0,80-0,96.

Комп'ютерна верстка Л. Ціхановська

Міністерство економічного розвитку і торгівлі України, вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601