

ОЦЕНКА БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ РАДИАЦИОННЫХ МЕТАБОЛИТОВ РАЗЛИЧНЫХ ХЛОРОРГАНИЧЕСКИХ ПЕСТИЦИДОВ

BIOLOGICAL ACTIVITY ESTIMATION OF RADIATION METABOLITES OF DIFFERENT ORGANOCHLORINATED PESTICIDES

Т. В. Мельникова, Л. П. Полякова, А. А. Удалова

T. Melnikova, L. Polyakova, A. Oudalova

*Обнинский институт атомной энергетики (ИАТЭ) Национального исследовательского ядерного
университета (НИЯУ) «МИФИ»,
г. Обнинск, Российская Федерация
tritel2010@gmail.com*

*Obninsk Institute for Nuclear Power Engineering, National Research Nuclear University MEPhI
Obninsk, Russia*

Представлены результаты исследования биологической активности альфа-ГХЦГ и ДДЕ до и после облучения (доза 10 кГр, мощность дозы 1,35 Гр/с) их модельных (гексановых) растворов с концентрациями (0,01–0,1 мкг/мл). По данным биотестирования с использованием тест-реакции (спонтанной двигательной активности) инфузории спиростомы (*Spirostomum ambiguum*) установлен III тип чувствительности тест-организма на присутствие пестицида и его радиационных метаболитов.

The results of the study of the biological activity of alpha -HCH and DDE biological activity before and after irradiation (at dose of 10 kGy with dose rate of 1.35 Gy/sec) of their model (hexane) solutions (with concentrations 0.01–0.1 µg/ml). According to the bioassay based on the test-response (spontaneous motor activity) of the infusoria spirosteomy (*Spirostomum ambiguum*), this test-organism can be classified to the third type of sensitivity to the pesticide and its radiation metabolites.

Ключевые слова: биологическая активность, радиационные метаболиты, хлорорганические пестициды, спиростомы, спонтанная двигательная активность.

Keywords: Biological activity, radiation metabolites, organochlorinated pesticides, spirosteomy, spontaneous motor activity.

Одной из задач модернизации экономики и инновационного развития в России является внедрение радиационных технологий в производство сельскохозяйственной и пищевой продукции. Радиационная обработка пищевых продуктов с целью увеличения продолжительности их хранения и использования может оказаться не безопасной, если продукты изначально были загрязнены. Ранее нами было показано, что такие поллютанты как хлорорганические пестициды (ХОП) и полихлорированные бифенилы (ПХБ), содержащиеся в рыбе в остаточных концентрациях, подвергаются разложению под действием ионизирующего излучения, образуя «вторичное загрязнение» продукта. Исследование радиолитов ХОП в модельных растворах показало наличие в них различных по строению радиационных метаболитов – продуктов деструкции и трансформации пестицидов [1]. В связи с этим появляется необходимость в разработке методологии оценки степени опасности стойких органических загрязнителей, в том числе ХОП, обусловленной воздействием на них радиационного фактора.

Нами был применен биотест для получения сравнительной характеристики биологической активности различных ХОП до и после облучения их гексановых растворов. Исследовалась возможность применения инфузории спиростомы (*Spirostomum ambiguum*), для выявления тест-реакции на воздействие различных ХОП и продуктов их радиолитов, выделенных из этих растворов.

Гексановые растворы пестицидов альфа-ГХЦГ (альфа-изомер гексахлорциклогексана) и ДДЕ (дихлордифенилдихлорэтилен) с концентрацией 0,01, 0,02, 0,03 и 0,1 мкг/мл подвергались облучению в условиях: доза 10 кГр, мощность дозы 1,35 Гр/с на установке «Исследователь» (γ-излучение, ⁶⁰Co). Пестициды и их метаболиты переводились в водно-спиртовую среду, в которой изучалась тест-реакция инфузории. Концентрация ХОП в растворах определялась методом газожидкостной хроматографии на газовом хроматографе «Модель 3700». Тест-реакция инфузории регистрировалась с помощью стереоскопического микроскопа (бинокуляр, МБС10) по уровню спонтанной двигательной активности (СДА) с учетом того, что отклонение показателя от контроля (стимуляция или угнетение) одинаково свидетельствует о наличии биологического действия загрязнителя (пестицида) на спиростому. Результаты измерений статистически обрабатывались с использованием программы Microsoft Excel 2010, OriginPro 8.6 по параметрическому критерию Стьюдента.

В исходных растворах ХОП (до их облучения) был установлен III тип чувствительности тест-организма на присутствие загрязнителя. Вслед за немедленной, сильной реакцией у спиростомы наблюдалось ее затухание, сначала резкое, затем постепенное. Результатом присутствия радиационных метаболитов в растворах α-ГХЦГ

(после облучения) являлось снижение биологической активности инфузории от умеренного эффекта стимуляции (141 %) до высокого эффекта угнетения (62 %). В аналогичных условиях для растворов ДДЕ наблюдалось снижение показателя СДА (стимуляции) от высокого уровня (167 %) до умеренного (146 %). Установленные изменения состояния спироустомы повторялись в растворах облученных ХОП, исходные концентрации которых отличались на порядок.

Из итогов работы следует, что примененный биотест можно использовать для изучения особенностей биологического действия метаболитов различных ХОП в составе «вторичного загрязнения» пищевых продуктов после их радиационной обработки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Mel'nikova, T. V. Assessment of organochlorine hydrocarbons transformation in contaminated agricultural products and foodstuffs under gamma-radiation / T. V. Mel'nikova, L. P. Polyakova, A. A. Oudalova // J. of Physics: Conference Series 784 № 1 (2017) 012036 doi:10.1088/1742-6596/784/1/012036. – P. 1–5.

ПЛУТОНИЙ И АМЕРИЦИЙ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ PLUTONIUM AND AMERICIUM ON THE TERRITORY OF BELARUS

В. П. Миронов, В. В. Журавков
V. Mironov, V. Zhuravkov

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ
г. Минск, Республика Беларусь
zhvl@mail.ru
Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus*

При попадании плутония и америция в организм ведущее значение в биологическом эффекте приобретает действие альфа-излучения. Высокая энергия и малый пробег альфа-частиц создает в микрообъемах клеток и тканей высокую плотность ионизации, поэтому процессы восстановления в них при воздействии альфа-излучения практически отсутствуют, вследствие чего повреждения, вызываемые плутонием и америцием, суммируются во времени.

When plutonium and americium get into the body, the effect of alpha radiation takes on a leading role in the biological effect. High energy and a small range of alpha particles creates a high ionization density in microvolumes of cells and tissues, therefore, there are practically no recovery processes in them under the influence of alpha radiation, so the damage caused by plutonium and americium is added together in time.

Ключевые слова: альфа-излучения, критическая группа из населения, дозовая нагрузка.

Keywords: alpha radiation, critical population group, dose loading, expected effective dose.

При испытаниях ядерного оружия произошло загрязнение поверхностного слоя почвы Беларуси со средним уровнем загрязнения по $^{239,240}\text{Pu}$ 53 ± 17 Бк/м². Катастрофа на ЧАЭС привела к дополнительному поступлению $^{239,240}\text{Pu}$ на территорию республики, причем загрязнение поверхностного слоя почвы, вызванное этим источником, достигает максимальной величины в $1,1 \times 10^5$ Бк/м² на юге, постепенно понижаясь до уровня глобальных выпадений на севере Беларуси [1].

Поступление плутония и америция в организм происходит преимущественно ингаляционным путём при механической обработке почвы с высоким уровнем поверхностного загрязнения. Содержание радионуклидов в воздухе зависит от вида сельскохозяйственной деятельности и достигает высоких значений при работах, связанных с обработкой почвы. При бороновании почвы с уровнем поверхностного загрязнения плутонием 800 Бк/м² содержание радионуклидов Pu и Am в воздухе составляет 24 ± 3 мБк/м³ (уровни фона $1,1 \pm 0,2$ мБк/м³ при отсутствии работ).

В качестве критической группы из населения (для плутония и америция) приняты механизаторы, которые работают на полях с загрязнением 500–1500 Бк/м² более 700 ч в год при относительно высоких физических нагрузках в условиях самой высокой запыленности. Они же являются свидетелями аварии. Период полувыведения плутония из скелета составляет 60 лет, что совпадает с продолжительностью жизни. Из печени период полувыведения – 20 лет. Поэтому оценку доз необходимо проводить на конец трудовой деятельности [2]. Ожидаемая эффективная доза к концу трудовой деятельности (через 50 лет), в результате ингаляционного поступления плутония и америция может достигать $8,4 \pm 1,5$ мЗв. Оцененная дозовая нагрузка для механизаторов при ингаляционном поступлении чернобыльских Pu и Am даже при консервативном расчете находится ниже