

Міністерство освіти і науки України
Національна академія наук України
Національна комісія по радіаційному захисту при Верховній Раді України
Чорноморський державний університет імені Петра Могили
Науково-дослідний інститут ядерної фізики РАН (Росія)
Науковий центр радіаційної медицини АМН України
Дніпропетровська державна медична академія
Південноукраїнська атомна електростанція
Південний науковий центр НАН та МОНМС України



**«ОЛЬВІЙСЬКИЙ ФОРУМ – 2013:
СТРАТЕГІЇ КРАЇН ПРИЧОРНОМОРСЬКОГО
РЕГІОНУ В ГЕОПОЛІТИЧНОМУ ПРОСТОРІ»**

**ТЕЗИ
міжнародної конференції
РАДІАЦІЙНА І ТЕХНОГЕННО-ЕКОЛОГІЧНА
БЕЗПЕКА ЛЮДИНИ ТА ДОВКІЛЛЯ: СТАН, ШЛЯХИ
І ЗАХОДИ ПОКРАЩЕННЯ**

присвяченої пам'яті академіка НАН України

Г. Г. Полікарпова

5-9 червня 2013 рік
Ялта, Крим, Україна

«Ольвійський форум – 2013: стратегії країн Причорноморського регіону в геополітичному просторі» : тези. – Миколаїв : Вид-во ЧДУ ім. Петра Могили, 2013. – 96 с.

У збірнику містяться матеріали доповідей учасників Міжнародної науково-практичної конференції «Радіаційна та техногенно-екологічна безпека людини і довкілля: шляхи і заходи покращення» у межах «Ольвійський форум – 2013: стратегії країн Причорноморського регіону в геополітичному просторі».

© ЧДУ ім. Петра Могили, 2013

*Атаманюк Н. П., Дерев'янка Л. П.,
Талько В. В., Шелковський М. В.,
Яніна А. М., Фролова Н. О., Косякова Г. В.,
Мегедь О. Ф., Гула Н. М.*

ВИВЧЕННЯ КАНАБІНОЇДНОГО ПРЕПАРАТУ N-СТЕАРОЇЛЕТАНОЛАМІНУ ЯК РАДІОМОДИФІКУЮЧОГО ЗАСОБУ

Одним із пріоритетних завдань в галузі медицини і біології є розробка нових методів і засобів, спрямованих на збереження здоров'я населення в умовах погіршення стану довкілля. Останнім часом увага дослідників звернута до препаратів, діючою речовиною яких є канабіноїди – діючі компоненти екстрактів конопель. Розробки вітчизняних учених спрямовані на вивчення малополярних біологічно активних ліпідів – N-ацилетаноламінів (NAE), які мають канабіміметичні властивості і здатні впливати на біохімічні процеси, що лежать в основі патогенезу багатьох захворювань. Показано, що NAE з насиченими ланцюжками (зокрема, відкритий в Інституті біохімії НАН України N-стеароїлетаноламін – NSE) можуть пригнічувати ріст пухлин, підвищувати активність каталази і гальмувати накопичення продуктів перекисного окислення ліпідів.

У зв'язку з цим ми вивчали можливість застосування NSE як радіомодифікуючого засобу в експерименті на безпородних статевозрілих самках щурів. Тварин опромінювали одноразово тотально в дозі 2,0 Гр на апараті «Тератрон» (джерело – ^{60}Co). N-стеароїлетаноламін (NSE) вводили перорально через зонд в дозі 50,0 мг/кг маси тіла один раз на добу протягом 7 діб до та після опромінення. Через 7 діб тварин забивали шляхом декапітації гільйотиною. Оцінювали стан про- та антиоксидантної систем за вмістом ТБК-реагуючих продуктів та активністю ферментів антиоксидантного захисту – каталази, супероксиддисмутази (СОД), глутатіонпероксидази. Функціональний стан гонадної

системи самок щурів оцінювали за концентрацією прогестерону й естрадіолу. Визначали концентрацію 11-оксикортикостероїдів (11-ОКС).

В умовах експерименту введення NSE самкам щурів перед опроміненням призводило до достовірного зниження активності СОД, концентрації ТБК-активних продуктів, прогестерону та 11-ОКС; підвищення активності глутатіонпероксидази і концентрації естрадіолу відносно цих показників в опромінених тварин. Введення NSE самкам щурів після їх опромінення достовірно знижувало концентрацію ТБК-активних продуктів і 11-ОКС; підвищувало активність каталази, глутатіонпероксидази та концентрацію естрадіолу відносно показників в опромінених тварин.

Таким чином, за змінами досліджуваних показників в умовах експерименту виявлені радіозахисні властивості NSE при введенні препарату як до, так і після опромінення самок щурів в дозі 2,0 Гр.

РОЛЬ НАСЛЕДСТВЕННОГО ПОЛИМОРФИЗМА В ФОРМИРОВАНИИ ЗАБОЛЕВАНИЙ У ДЕТЕЙ ОБЛУЧЕННЫХ РОДИТЕЛЕЙ В РЕЗУЛЬТАТЕ АВАРИИ НА ЧАЭС И РАЗРАБОТКЕ ТАКТИКИ ЛЕЧЕНИЯ

Феномен радиационно-индуцированной генетической нестабильности может оказывать существенное влияние на состояние здоровья не только самих облученных лиц, но и их потомков, приводя к развитию различной патологии. Состояние нестабильности генома сохраняется на протяжении нескольких десятков поколений клеток. Развитие отдаленных последствий радиационного воздействия во многом зависит от свойств самого организма, то есть от наличия факторов, способствующих проявлению повреждающих «критических» для воздействия клеточных структур, от способности организма к репаративным процессам.

Наследственный полиморфизм является одним из механизмов, поддерживающих изменчивость популяции, установления адаптации человека к различным условиям среды, а также для выявления возможных связей различных заболеваний и частотами распространения определенных маркеров генов. Сужение белкового полиморфизма или обнаружение редких аллелей белков может свидетельствовать о гиперчувствительности к экпатогенному фактору.

Генетические особенности пациента, влияющие на фармакологический ответ, представляют собой полиморфные участки генов белков, участвующих в фармакокинетике или фармакодинамике лекарственных средств (ЛС). Это гены, кодирующие ферменты биотрансформации и гены транспортеров, участвующих во всасывании, распределении и выведении ЛС из организма. Выявление конкретных аллельных вариантов этих генов и является сутью фармакогенетических тестов. Применение

таких тестов позволяет заранее прогнозировать фармакологический ответ на ЛС, а, следовательно, индивидуализировано подойти к выбору ЛС и его режима дозирования. Фармакогенетические изменения обнаружены у ликвидаторов аварии на ЧАЭС, однако не известно, имеются ли таковые у потомков облученных родителей.

Проводилось исследование формирования радиационно-индуцированной геномной нестабильности у детей облученных родителей (ликвидаторов и жителей загрязненных радионуклидами регионов) и ее взаимосвязь с нарушениями транскрипционных процессов в генезе формирования радиационно-индуцированных заболеваний у детей, потомков 1-2 поколения облученных родителей, определение фармакогенетических предпосылок дифференцированных программ лечения и реабилитации детей с хроническими соматическими заболеваниями из семей облученных родителей.

В нашем исследовании установлено увеличение частоты редких фено-/генотипов у детей, подвергшихся действию радиационного фактора. Отмечено повышение частоты редких генов, преимущественно таких белков, как гаптоглобин 2-2 и кислая фосфатаза b-b. Повышение частоты гена гаптоглобина и увеличение числа гомозигот 2-2 наблюдалось также и в популяции потомков облученных родителей в Челябинской области. Кроме того, в нашем исследовании было выявлено снижение индекса индивидуальной гетерозиготности у детей, что может свидетельствовать о сужении спектра адаптивных возможностей. У детей ликвидаторов последствий аварии на ЧАЭС, по сравнению с контрольной группой, уровень базовых хромосомных aberrаций был выше; достоверно выше был показатель индуцированных хромосомных aberrаций, что отражало повышенную чувствительность генома у детей ликвидаторов к любым последующим неблагоприятным воздействиям внешней среды. Показана связь геномной нестабильности с возникновением врожденных пороков нервной системы, формированием нервно-психической патологии.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ РАДИАЦИОННО-ХИМИЧЕСКОГО ФАКТОРА НА РЕПРОДУКТИВНЫЕ ПРОЦЕССЫ ЖИВЫХ ОРГАНИЗМОВ (ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ)

В результате аварии на Чернобыльской атомной электростанции на территории Иванковского района Киевской области, непосредственно прилегающего к атомной станции, образовалась геохимическая провинция, отличающаяся сверхфоновым содержанием в почве ряда радиоактивных и химических элементов. Учитывая негативные тенденции в сфере воспроизводства населения, особенно сельского, целью работы явилось исследование роли существующего внешнесредового фактора в нарушении репродуктивных процессов человека. В связи с объективными трудностями точной оценки влияния факторов внешней среды на репродуктивные процессы человека, для достижения поставленной цели были проведены экспериментальные исследования, в которых лабораторные животные – сирийские хомячки (*Mesocricetus auratus*), – подвергались в период беременности воздействию радиационно-химического фактора, поступающему в организм в составе зерна овса, выращенного на территории данного района. Беременные животные, составившие контрольную группу, получали в составе рациона питания зерно овса, выращенное на радиоактивно незагрязненной территории. В зерне овса, выращенном на территории Иванковского района, методами радиометрии и спектрометрии выявлено повышенное содержание радионуклидов Cs-137 и Sr-90, химических элементов Ba, Mn и Sr, в сравнении с зерном овса, предназначенным для вскармливания контрольной группы лабораторных животных.

В ходе данного исследования оценивалось антенатальное и постнатальное развитие потомства с использованием методов экспериментальной эмбриологии, гематологии, биохимии, физиологии. Материалом для исследования послужили 175 зародышей и 138 детенышей, полученные от 71 беременной самки обеих групп.

Проведенные исследования выявили существенные нарушения процессов внутритуробного развития зародышей основной группы. Констатировано прерывание течения беременности на доимплантационной стадии в 43,3 % всех случаев оплодотворения (в контрольной группе – в 23,8 % случаев). Физиологическое течение беременности зарегистрировано в 35,3 % всех случаев беременности (в контроле – в 68,7 % всех случаев беременности).

В 41,2 % случаев беременности зарегистрированы зародыши с врожденными пороками развития. В контрольной группе врожденные пороки развития обнаружены в 12,5 % случаев беременности ($p < 0,05$).

Выявленные врожденные пороки развития в виде расщелины верхней губы и твердого неба, черепно-мозговой грыжи, экзенцефалии относятся к группе мультифакториальных врожденных пороков, возникающих в популяции человека и животных при наличии генетической предрасположенности и воздействия внешнесредового фактора. Исходя из этого, следует рассматривать провокационную роль радиационно-химического фактора, существующего в окружающей среде, в процессах тератогенеза живых организмов.

Изучение гематологических и биохимических показателей крови сирийских хомячков на 45-й день постнатального развития показало статистически достоверное уменьшение числа эритроцитов, снижение содержания гемоглобина, увеличение относительного числа эозинофилов и повышенное содержание мочевины в сыворотке крови у детенышей основной группы, по сравнению с контролем. Полученные результаты указывают на возникновение структурно-функциональных изменений со

стороны жизненно важных органов исследуемых животных.

Таким образом, следует отметить существенные нарушения процессов антенатального и постнатального развития экспериментальных животных – сирийских хомячков – в условиях воздействия алиментарным путем радиационно-химического фактора.

Обобщая результаты проведенной работы, можно сделать заключение о том, что почва пострадавших от аварии на Чернобыльской атомной электростанции территорий является источником потенциально опасных для развивающегося организма агентов. В этой связи необходимо проведение широкомасштабных углубленных исследований по оценке сочетанного действия радионуклидов и химических элементов, содержащихся в сельскохозяйственных растительных культурах, выращиваемых на данных территориях, в нарушении репродуктивных процессов человека.

ПОИСК ПУТЕЙ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМЫ ЭКОЛОГО-ДОЗИМЕТРИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ТЕРРИТОРИЙ ВБЛИЗИ ЯДЕРНЫХ ОБЪЕКТОВ

Эколого-дозиметрический мониторинг выступает главным инструментальным звеном в управлении состоянием окружающей среды на радионуклидно загрязненных территориях. На основании материалов радиоэкологических и радиационно-гигиенических исследований авторов на территории юга Украины, цитогенетических исследований на территории Беларуси, пострадавших при аварийно-чернобыльском выбросе радионуклидов, авторами сделаны определенные выводы, касающиеся эффективности принципов современного радиационного мониторинга. Так, как показали результаты организации радиационного мониторинга территорий Украины и Беларуси после аварии на ЧАЭС, существуют определенные несовершенства его проведения. Недостаточная изученность радиационного загрязнения южных и восточных регионов Украины и доз, которые получило население региона за счет как прямого, так и косвенного воздействия аварии, является одним из недостатков современного представления о последствиях чернобыльского выброса радионуклидов, без понимания которых невозможно оценить радиационные риски и их последствия для большой когорты населения.

На территории Беларуси, как сегодня очевидно, прямая физическая дозиметрия в послеаварийный период не проводилась вообще, либо осуществлялась неадекватными методами и способами. Ретроспективный дозиметрический анализ осложняется не только чрезвычайно широким спектром радионуклидов, но также и тем, что многие жители продолжают проживать на загрязненных территориях, употребляя в пищу

местные продукты. В результате радионуклиды по пищевым цепям поступают в организм, т. е. к внешнему облучению добавляется хроническое внутреннее. Единственным возможным подходом в данном случае является оценка дозовых нагрузок методами биодозиметрии, что позволяет оценить в каждом конкретном случае аддитивный эффект всех форм радиационного воздействия с учетом физиологического статуса организма конкретного индивидуума на момент облучения.

Кроме того, из-за наличия на юге Украины различных факторов хронического облучения человека от естественных и искусственных радиоактивных источников, существует необходимость не только определения уровней радиационной нагрузки на человека от каждого из этих источников, а возможность прогнозирования интегральной величины радиационной нагрузки на человека от всего комплекса источников. Нами показано, что исследования нужно направить на разработку способа оперативной оценки дозовой ситуации от всего комплекса этих источников. Для этого нужно исследовать пути поступления и распространения радиоактивности в окружающей среде от определенного источника (природного или техногенного происхождения), построить соответствующие концептуальные модели формирования радиационной нагрузки на человека, а параметры переноса радионуклидов между камерами могут быть найдены во время исследований миграции радионуклидов между соответствующими камерами. Такой подход предоставит возможность прогнозирования радиационной ситуации при различном и произвольном распределении загрязнения, проводя радиометрию проб только тех объектов внешней среды, которые стоят в начале определенной дозообразующей цепочки (при ингаляционном или пероральном поступлении радионуклидов к человеку) и только по одному радионуклиду, выбранному в качестве базового (реперного). Это, в свою очередь, даст возможность своевременно и оперативно оценивать радиационную ситуацию в форме, максимально адаптированной для ее

восприятия лицами, принимающими решения. Также, на наш взгляд, это может сориентировать систему радиационного мониторинга не только со стороны санитарно-гигиенических, а и экологических принципов.

ПРОТИРАДІАЦІЙНИЙ БІОЛОГІЧНИЙ ЗАХИСТ: СТАН, ПРОБЛЕМИ І ПЕРСПЕКТИВИ

Радіобіологія протирадіаційних засобів уже декілька десятиліть перебуває в кризовому стані. Від часу відкриття радіозахисних властивостей цистеаміну в 1951 р. і аміноетилі-зотиуронію в 1954 р., значення фактору зміни дози яких при застосуванні в окремих дослідках із тваринами досягало 2, не було виявлено жодної сполуки, яка б перевищила цю цифру. Склалася думка, що це максимальне значення, якого можна досягти за допомогою хіміко-фармакологічних засобів. Подальші дослідження проводилися в основному з підвищення стабільності препаратів і зменшення їх токсичності. І в цілому можна констатувати, що роботи в цьому напрямку значно послабились. Дехто пов'язує це зі зменшенням імовірності великомасштабного військового ядерного конфлікту, так як саме атомне бомбардування Японії 1945 р., яке призвело до величезних жертв серед населення, дало рішучий поштовх для розгортання цих робіт. Дійсно, можливість повторення такого конфлікту значно зменшилась. Проте, як свідчать деякі факти останнього часу, повністю виключити його не можна. Ще більша ймовірність випадків ядерного тероризму. Опромінення великих мас людей іонізуючою радіацією можливе й у випадках радіаційних аварій на підприємствах ядерного паливного циклу. Під час радіаційної терапії пухлин нерідко не вдається запобігти опроміненню здорових тканин тіла, що загрожує певними радіаційними ураженнями. Саме тому роботи з пошуку, створення й випробування нових високоефективних радіозахисних препаратів залишаються актуальними.

Можна виділити два найважливіші напрями досліджень цієї проблеми: 1. Засоби попередження і лікування гострих радіаційних

уражень і 2. Засоби зниження наслідків пролонгованої радіаційної дії за малих потужностей доз.

Найбільш вивченою і представною групою радіозахисних засобів є радіопротектори – засоби профілактичної дії, які чинять протирадіаційну дію на фізико-хімічному і біохімічному рівні і проявляють свою ефективність в основному лише при гострому опроміненні. При застосуванні радіопротекторів на практиці, як правило, використовують комплексні препарати, що поєднують позитивні властивості представників різних їх класів: високу ефективність одних, низьку токсичність інших, стабільність третіх. За таких комбінацій вдається при зменшенні концентрацій кожного збільшити дію протирадіаційного захисту. Саме за такими принципами складені радіопротектори аміфостин, латран, лакоцин, препарати Б-190, WR-2721, WR-1065, які складають основу системи медичного протирадіаційного захисту в багатьох країнах.

Порівняно ефективними радіозахисними засобами пролонгованої дії вважаються радіопротектори з природних метаболітів. Застосування комплексних препаратів на основі гормонів, вітамінів та інших біологічно активних речовин, а також мікроелементів міді, заліза, цинку, селену, кобальту, марганцю, молібдену сприяють стабілізації гормонального та імунного статусу організму, підвищують його неспецифічну стійкість до несприятливих чинників, у т. ч. і дії іонізуючої радіації.

На теперішній час, коли після аварії на Чорнобильській АЕС мільйонні контингенти населення опинилися на забруднених радіонуклідами територіях, основним прийомом протирадіаційного захисту слід вважати мінімізацію надходження в організм радіонуклідів із продуктами харчування і водою. Це досягається за допомогою застосування радіоблокаторів – засобів, які зменшують надходження радіонуклідів в організм, включення в метаболізм і накопичення в певних тканинах та органах. І захист від ^{90}Sr і ^{137}Cs у такій ситуації треба будувати за принципом збільшення надходження в організм речовин їх

хімічних аналогів, відповідно, зокрема кальцію та калію, які, вступаючи в антагоністичні взаємодії з радіонуклідами зменшують їх надходження в організм; застосування ентеросорбентів і комплексонатів, типу альгінатів, пектинатів, фероцину, які, поглинаючи і зв'язуючи їх, не дають включитись у процеси метаболізму.

Послаблення дії іонізуючої радіації досягається і за рахунок прискорення процесів природної декорпорації радіоактивних речовин з організму. Відомі препарати-комплексони – деякі природні речовини (антоціани) і штучні препарати (альгісорб, пентацид, цинкацид), які можуть утворювати з радіонуклідами міцні, добре розчинні сполуки, котрі, беручи участь в обміні речовин, прискорюють їх виведення.

Виділяють групу протирадіаційних речовин – так звані ростові фактори або радіовідновники. Їх ще називають радіомітигаторами. Це велика кількість, як правило, неспецифічних речовин, які діють на системному рівні шляхом індукції процесів дерепресії і репресії геному, стимуляції чи, навпаки, гальмування окремих ланок метаболізму, прискорення поділу клітин, приводячи в цілому до активації процесів післярадіаційного відновлення, дезактивації токсичних продуктів, прискорення їх виведення з організму. До них належать, зокрема, цитокіни і цитостатики – препарати тривалої дії, котрі застосовуються як у ранні періоди після опромінення до розвитку клінічних проявів радіаційного ураження, так і в більш пізні часи.

**ДОЗООУТВОРЕННЯ В ЛАБОРАТОРНИХ
ЩУРІВ ЗА ПЕРОРАЛЬНОГО НАДХОДЖЕННЯ ¹³¹I
З БЛОКУВАННЯМ ТА БЕЗ БЛОКУВАННЯ
ЩИТОПОДІБНОЇ ЗАЛОЗИ СТАБІЛЬНИМ ЙОДОМ**

Серед короткоживучих продуктів поділу ядер урану та трансуранових елементів найбільш біологічно значущими є радіоактивні ізотопи йоду. При потраплянні в навколишнє середовище вони швидко включаються в біологічний кругообіг і в кінцевому підсумку, потрапивши в організм людини чи вищих тварин (ссавців), розподіляються по органах і тканинах із переважним накопиченням у щитоподібній залозі (ЩЗ). Як тиреотропний елемент, йод має суттєві особливості дозоутворення, порівняно з іншими радіонуклідами. Так, дози в органах і тканинах за короточасного надходження ¹³¹I є на 4-5 порядків менші, ніж у щитоподібній залозі (ЩЗ). Очевидно, саме завдяки цьому вивченню дозоутворення в інших органах, крім ЩЗ, до цих пір приділяли мало уваги. Однак без знання локальних доз, поглинених у кожному органі, неможливо визначити ефективну дозу, з якою пов'язують цитогенетичні, гематологічні, імунологічні та інші радіобіологічні ефекти. Окремий інтерес представляють розподіл йоду та особливості дозоутворення в органах і тканинах за часткового чи повного блокування ЩЗ стабільним йодом.

Для дослідження кінетики ізотопу в організмі було проведено 2 серії дослідів. Щурам-самцям лінії Вістар, початковою масою 200 ± 15 г перорально через зонд одноразово ввели розчин у дистильованій воді натрію йодиду активністю 65,9 кБк на тварину. Для виявлення ефекту часткового блокування ЩЗ окремій групі тварин після відбору крові з хвостової вени хвоста занурювали на 30 с у 5 %-ний спиртовий розчин елементарного стабільного йоду (¹²⁷I), після чого через

1 год. тваринам перорально ввели радіоактивний ізотоп (Na^{131}I) згаданої активності. Тварин умертвляли, згідно з робочим графіком, (через 1, 2, 3, 7 та 14 діб), по 5 тварин на точку з дотриманням вимог ст. 26 Закону України «Про захист тварин від жорстокого поводження». Методом гамма-спектрометрії визначали вміст радіоізоотопу в кожному органі та тканині в динаміці проведення експерименту. За питомим умістом йоду в органах і тканинах будували графіки кінетики ^{131}I , за якими визначали ефективні періоди напіввиведення. При цьому виведення радіонукліда з органа описується одною чи двома експонентами

$$q_t = q_0 \times f \times \left(a \times \exp\left(\frac{-0,693 \times t}{T_{ef1}}\right) + (b \times \exp\left(\frac{-0,693 \times t}{T_{ef2}}\right) \right),$$

де q_t – активність радіонукліда в органі на час t ; q_0 – активність, що надійшла до організму; f – частина активності, що надійшла до органу; a , b – частки ізоотопу, що виводяться з ефективними періодами напіввиведення відповідно T_{ef1} і T_{ef2} .

Інтегруючи активність під кривими, що описують процеси кінетики ізоотопу в органі за час t , отримували сумарну кількість розпадів N_t в одиниці маси органу чи тканини і розраховували поглинену дозу D_n в органі n за виразом

$$D_n = k \times E_{ef} \times N_t^\circ \text{ [Гр]},$$

де $k = 1,6 \cdot 10^{-13}$ Дж/МеВ; E_{ef} – ефективна енергія, що передається органу в кожному акті розпаду ізоотопу, МеВ/розпад.

Таблиця 1

**Кінетика ^{131}I та дозоутворення в органах
і тканинах щурів без та за блокування ЩЗ**

м'язи	селезінка	легені	нирки	печінка	ЩЗ	Уміст радіонукліду у % від введеного (без блокування ЩЗ)					Поглинена доза, 28 доба, Гр	Вміст радіонукліду у % від введеного (із блокуванням ЩЗ)					Поглинена доза, 28 доба, Гр
						1 доба	2 доба	3 доба	7 доба	14 доба		1 доба	2 доба	3 доба	7 доба	14 доба	
1,140	0,031	0,051	0,130	0,740	44,08												
1,000	0,021	0,050	0,101	0,507	32,08												
1,130	0,018	0,041	0,093	0,537	24,05												
0,410	0,009	0,028	0,064	0,270	11,98												
0,130	0,002	0,004	0,012	0,064	4,42												
0,00049	0,00065	0,00097	0,00175	0,0020	27,94												
3,660	0,038	0,149	0,174	0,08'0	61'7												
2,320	0,024	0,056	0,077	0,418	12,50												
1,659	0,020	0,144	0,046	0,268	12,00												
0,800	0,012	0,053	0,023	0,138	10,00												
0,350	500'0	600'0	0,012	0,075	7,75												
0,0011	0,00084	0,0024	0,0019	0,0018	27,94												

кишківник*	шлунок*	скелет	шкіра	сім'яники
0,390	0,156	0,518	4,918	0,075
0,288	0,055	0,244	5,488	0,065
0,210	0,047	0,152	4,758	0,070
0,096	0,030	0,114	2,168	0,051
0,014	0,004	0,034	0,516	0,010
0,00125	0,0022	0,0026	0,0021	0,00065
1,978	0,568	1,482	21,8	0,585
1,029	0,125	0,546	18,947	0,110
0,581	0,047	0,279	16,456	0,065
0,140	0,047	0,087	9,362	0,023
0,036	0,012	0,019	3,489	0,006
0,0036	0,00535	0,0047	0,0082	0,00044

* ізотоп лише в стінках органу

Згідно з Публікацією 103 МКРЗ, ефективна доза D_{ef} описується співвідношенням

$$D_{ef} = \sum D_n \times w_n,$$

де w_n – тканинний зважуючий фактор (табл. 2).

Таблиця 2

Значення тканинних зважуючих факторів

Орган	w_n
Кістковий мозок, шлунок, кишковик, легені, нирки, селезінка, м'язи	0,12
Гонади	0,08
Печінка, щитоподібна залоза	0,04
Поверхня кістки, шкіра	0,01

За наших умов йодної профілактики відбувається часткове блокування ЩЗ стабільним йодом (72 %). При цьому приблизно в 1,5-3,5 рази збільшується вміст ізотопу в інших органах і тканинах. За одноразового перорального надходження 100 кБк ^{131}I через 28 діб ефективна доза становитиме 1,12 Зв за та без блокування ЩЗ, тобто радіозахисний ефект буде відсутній. Для ефективного захисту органу від переопромінення необхідний щоденний тривалий прийом стабільного йоду.

АВТОНОМНИЙ ХІМЗАВОД НА ПЛАВУЧІЙ ПЛАТФОРМІ, ЯКИЙ ПЕРЕРОБЛЯЄ СОНЦЕ, ПОВІТРЯ І МОРСЬКУ ВОДУ В ТОВАРНУ ПРОДУКЦІЮ

Надається обґрунтування технічної можливості створення комплексного виробництва каустичної соди, хлору та гіпохлориту натрія на основі електролізу морської води, що здійснюється за рахунок відновлюваних джерел енергії в шельфовій зоні. Наводяться оціночні розрахунки прогностичних обсягів виробництва продукції і потрібних інвестицій, визначаються фактори енергозбереження та екологічні переваги відносно традиційної технології.

Хімічна промисловість традиційно займала в українській економіці чільне місце за обсягом створюваного ВВП, в забезпеченні зовнішньоторговельного балансу та рівня зайнятості населення. Виробництво хлору і каустичної соди є базовою галуззю хімічної промисловості як у нас у країні, так і за рубежом. Її продукція споживається або піддається подальшій переробці у виробництві синтетичного каучуку, полівінілхлориду й інших пластмас, пестицидів, у целюлозно-паперовій промисловості, а також для виробництва соляної кислоти, засобів знезаражування води (гіпохлориту натрію) та інш.

Серед інших виробництв хімічної галузі хлорна промисловість є однією з найбільш екологічно небезпечних та енергоємних. Витрата електроенергії на отримання 1 т каустичної соди за існуючою електролізною технологією становить 2400... 2600 кВт·год. і більше в залежності від застосованого устаткування. При цьому при виробленні 1 т 100 % каустика (NaOH) отримується 0,89 т 100 % хлору (Cl) і 25 кг або 275 м³ водню як побічного продукту або так званого «скідного» газу.

Мета цієї роботи є визначення можливостей зниження енергетичних витрат і собівартості промислового виробництва каустику, хлору та його похідних; відпрацювання основних конструктивних рішень і режимних параметрів електролізерів морської води і знешкодження відходів, впровадження у виробництво енергозберігаючих технологій, які відповідають світовим нормам техногенної безпеки.

Річне виробництво каустичної соди в Україні сягає 130 тис. т, відповідно витрачається 325 млн. кВт·год. електроенергії та виробляється 3250 тис. кг або 36,2 млн. nm^3 побічного водню. Виникає природне запитання: а що з ним роблять? Виявляється – цей водень просто спалюють у факелах, у той час, як його можна застосувати в якості палива, наприклад, для газотурбінної установки, і генерувати електричну енергію, яку і використовувати у виробничому процесі, зменшивши тим самим її споживання із зовнішнього джерела.

Якщо взяти для цього серійну машину, з тих, що виготовляє відоме підприємство ДП НВКГ «Зоря – Машпроект» (м. Миколаїв), типу UGT 25000 CC1 потужністю 25 МВт, яка для виробітку 1 МВт·год. електричної енергії споживає 165 nm^3 природного газу, то обсяг потрібного для неї водню визначиться через об'ємний тепловий еквівалент. Оскільки питома теплота згорання газу становить 35800 кДж/ m^3 , а у водню 12770 кДж/ m^3 , то тепловий еквівалент складе 462 nm^3 . Отже, в разі використання вищезазначених 36,2 млн. nm^3 водню, було б отримано 78,4 млн. кВт·год. електроенергії, що складає 24 % того обсягу, який споживається зазначеним виробництвом. То ж бачимо, що за існуючою технологією 50 млн. гривень щорічно буквально (60 коп./кВт·ч) вилітають в трубу!

Зовсім інша економіка вибудовується в разі, якщо на виробництво основної (а не побічної) продукції консолідовано спрямувати увесь ресурс середовища, в якому можна розмістити необхідне устаткування. Що ж потрібно для цього виробництва? Сировина, а це сіль, яка є в навколишньому середовищі – чи

ближче, чи даліше; та енергія, яка також є в навколишнім середовищі – десь менше, десь більше, головне без обмежень, тому що – відновлювана.

Отже, для того, щоб оптимізувати цей виробничий процес, його треба просто «інвертувати» – повернути навиворіт: не сировину з енергією доставляти до устаткування, а навпаки – устаткування доставити в те місце, де сконцентровані і сировина, і енергія. Очевидно, що це морський простір.

Саме там, на шельфі, в офшорі європейських та інших країн, розгорнуті безпрецедентні за масштабами відновлювані енергетичні потужності – і вітрові, і сонячні, понад 2500 МВт, а буде 40000 – майже уся наша об'єднана енергосистема (ОЕС). Україна ж одна має 70 тис. кв. км мілководного шельфу, як добра половина Європи, але жодного мегавату.

У зв'язку з цим, в циклі робіт автора із співавторами сформульовані й обґрунтовані принципові положення концепції створення в українській зоні Чорноморсько-Азовського шельфу вітросонячних енергетичних комплексів з водневим циклом на плавучих морських платформах, інтегрованих у промислову інфраструктуру виробництва водню і супутніх продуктів – проект "Морський водень". В проекті передбачено використання виробленої вітряними та сонячними генераторами енергії безпосередньо для електролізу води в режимі отримання водню, як цільового продукту.

Для пристосування той самої схеми до технологічного процесу хлорного-содового виробництва крім доукомплектування платформ специфічним устаткуванням, фактично ніяких принципів змін чи доробок не потрібно. Тому ми можемо скористатись результатами розрахунків, виконаних відносно «водневої» платформи, для оцінки параметрів «хлорної» платформи.

Конструктивно плавуча платформа представляє собою споруду, скомпоновану із залізобетонних понтонів, на якій встановлені вітроенергетична і фотоелектрична установки, електролізери та устаткування водневого циклу, парогазова енергетична установка,

електролізне устаткування для виробництва хлору і каустику, устаткування для приготування з морської води технологічних розчинів; якірно-швартовне устаткування для позиціонування та утримання платформи на заданих координатах акваторії; засоби забезпечення живучості та допоміжне обладнання.

Орієнтовні параметри: очікувана річна продуктивність по каустику 5000 тис. т, хлору – 4500 тис. т, водню 1,8...2,0 млн. м^3 ; водотоннажність платформи 5...7 тис. т; потужність енергокомплексу 5...7 МВт.

Попередня оцінка капітальних вкладень для спорудження такої платформи-заводу становить 15 млн. дол. При поточній ціні каустика 450 дол./т окупність проекту може скласти 4...5 років.

Разом з тим, винесення небезпечного виробництва в незаселений простір, де фактори шкідливого впливу на людей і довкілля мінімізуються, надає проекту екологічні переваги і підвищують рівень відповідності світовим нормам техногенної безпеки.

*Іванкова В. С., Шевченко Г. М., Хруленко Т. В.,
Гореліна Г. Л., Отрощенко І. П., Хруленко Л. Т.,
Столярова О. Ю., Палій М. І., Галяс О. В.*

ПРОФІЛАКТИКА РАННЬОЇ МІСЦЕВОЇ ТОКСИЧНОСТІ ПРИ ПРОВЕДЕННІ ВНУТРІШНЬОПОРОЖНИННОЇ ПРОМЕНЕВОЇ ТЕРАПІЇ У ХВОРИХ НА МІСЦЕВО ПОШИРЕНИЙ РАК ШИЙКИ МАТКИ

Вступ. Новітній арсенал технічних засобів сучасної променевої терапії (ПТ) при лікуванні раку шийки матки (РШМ) набув якісно відмінної інтерпретації. Основу складають високоенергетичні гамма-терапевтичні установки, у тому числі і шлангові та вдосконалені системи індивідуального планування, які використовуються для брахітерапії (БТ). Сучасні технології з використанням високоенергетичних апаратів (більше 12 Гр/год – high dose rate – HDR) дозволяють концентрувати терапевтичні дози опромінення безпосередньо в первинному пухлинному осередку з мінімально можливим променевим навантаженням анатомічних структур, розташованих у зонах ризику. Важливою передумовою успішного застосування HDR внутрішньопорожнинної ПТ (ВППТ) при РШМ є: вибір оптимального режиму її впровадження; чітке визначення мішені опромінювання; якісна топометрична підготовка; коректне планування; використання профілактичних засобів, включаючи медикаментозну профілактику.

Мета дослідження. Підвищення ефективності та якості HDR ВППТ місцево поширених форм РШМ (МП РШМ) за рахунок використання засобів профілактики ранньої місцевої токсичності в зоні розташування здорових «критичних» органів.

Матеріали та методи. З метою підвищення якості поєднаної променевої терапії (ППТ) відповідно до міжнародних стандартів було проведено консервативне лікування 96 хворих на РШМ ІІВ–ІІВ стадією пухлинного процесу ($T_{2b-3b}N_{0-1}M_0$) за розроб-

леними методами комплексної ПТ з урахуванням індивідуального планування курсу Co60 (HDR) БТ на апараті Gyne Source (Eckert and Ziegler Bebig) із джерелом ^{60}Co початковою активністю 75 ГБк. Була оцінена ефективність ПТ за регресією пухлинного вогнища та вираженість місцевих променевих реакцій із боку «критичних» органів.

Попередньо пацієнткам проводилось обстеження з метою оцінки параметрів пухлинного процесу, стану органів, які знаходяться в зоні ризику та з'ясування обставин, що можуть негативно позначитись на темпах репаративних процесів у них. У разі потреби проводилась відповідна медикаментозна корекція.

Нами розроблено такі методики HDR БТ МП РШМ:

I – разовою осередковою дозою (РОД) на т. А – 5 Гр х 1 раз у 5-6 діб, до сумарної осередкової дози (СОД) – 30-35 Гр за 6-7 фракцій;

II – РОД у т. А – 7 Гр х 1 раз на тиждень, СОД – 28-35 Гр за 4-5 фракцій.

До III, контрольної групи, входили 36 хворих на МП РШМ, яким БТ проводили на апараті АГАТ-ВУ (потужність дози – 7,6 Гр/год – MDR) СОД на т. А склала – 40-48 Гр за 5-6 фракцій.

Дистанційну променеву терапію (ДПТ) проводили на апараті ТЕРАТРОН енергією 1,25 MeV та лінійному прискорювачі електронів (ЛУЕ) Clinac 2100 енергією 6-18 MeV за стандартною методикою. СОД від ДПТ становила на т. В 44 Гр, із них на I етапі – 20-30 Гр на т. ОАВ (2 Гр х 5 разів на тиждень), на ЛУЕ СОД на малий таз доводилась до 45 Гр, разовою осередковою дозою 1,8 Гр.

Мішень опромінення визначали шляхом співставлення клінічних даних зі зображеннями, отриманими за допомогою комплексного ультразвукового дослідження (УЗД), а також магнітно-резонансної томографії (МРТ) та комп'ютерної томографії (КТ).

Перед кожним сеансом ВПБТ хворим проводили топометричну підготовку з контрастуванням сечового міхура та прямої кишки за загальноприйнятою методикою.

Профілактика променевих ушкоджень полягала в оптимізації топометричної підготовки і дозиметричного планування курсу ПТ, ретельному відтворенню запланованого курсу ППТ, а також у медикаментозній профілактиці ранньої місцевої токсичності, а саме: інстиляції сечового міхура лікувальними сумішами, жирові тампони в піхву, збагачені ретинола-ацетатом після попередньої її санації, жирові мікроклізми.

Результати досліджень. Відгук пухлини на ПТ оцінювали за допомогою клінічних показників у поєднанні з динамікою зображень, отриманих за допомогою комплексного УЗД, КТ та/або МРТ. Ранню місцеву токсичність HDR БТ визначали за частотою та ступенем мукозитів у/з піхви, ранніх променевих циститів, ректитів та оцінювали за класифікацією RTOG/EORTC, 1995, доповненою критеріями Кооперативної групи дослідників. Короткотривалі токсичні реакції з боку органів, що межують із пухлиною, є невід'ємною характеристикою лікувального процесу, але токсичних проявів ППТ, які б перевищували II ступінь, у процесі лікування та в найближчі 3 місяці після його завершення не відмічено в жодної хворої на МП РШМ у нашому дослідженні.

Висновок. Отримані результати проведеної клінічної апробації розроблених ізоефективних режимів HDR внутрішньопорожнинної променевої терапії місцево поширених форм раку шийки матки на апараті Gyne Source свідчать про ефективність та відсутність надмірної ранньої місцевої токсичності досліджуваних методів за умови ретельної допроменевої підготовки, якісного відтворення запланованих сеансів брахітерапії та застосування адекватних профілактичних заходів. Дослідження продовжуються.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТОПЛИВОСОДЕРЖАЩИХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ 4-ГО БЛОКА ЧАЭС

Исследование «горячих» частиц, отобранных внутри объекта «Укрытие» (ОУ), в последнее время стало одной из актуальных задач. Это обусловлено тем, что из-за радиационного воздействия в местах протекания лавовых топливо-содержащих материалов (ЛТСМ) идут интенсивные процессы деструкции на поверхности ЛТСМ, так называемое явление «спонтанного пылеобразования». В результате этих процессов образуются десятки килограмм высокодисперсных аэрозолей с частицами размерами 60-300 нм, содержащие радионуклиды, характерные для облученного ядерного топлива. В связи с большими отверстиями на крыше ОУ эти аэрозоли являются дополнительным фактором загрязнения окружающей ЧАЭС территории. Для оценки радиозологической опасности этого явления необходимо сравнение данных об изотопных отношениях радионуклидов в составе ЛТСМ из ОУ и радионуклидов в пробах почвы, отобранных на прилегающей к ЧАЭС территории.

Оценка выгорания топлива в «горячих частицах» («г. ч.»), находящихся вблизи и внутри 4-го энергоблока ЧАЭС (в лаво-подобных топливосодержащих материалах (ЛТСМ)), является актуальной задачей, т. к. до настоящего времени не существует точных оценок месторасположения и количества топлива. Эти данные позволяют оценить, в частности, количество топлива на изучаемой территории. В абсолютном большинстве случаев выгорание рассчитывалось по соотношению активностей $^{134,137}\text{Cs}$.

Для оценки этих процессов изучались соотношения активностей $^{134,137}\text{Cs}$ и $^{154,155}\text{Eu}$ в пробах, которые были отобраны нами внутри и вблизи 4-го блока ЧАЭС.

Частицы отбирались в местах, где протекали основные потоки лавы. «Горячие» частицы имели активность по ^{137}Cs от 10^4 до 10^7 Бк/г. Масса частиц была порядка сотен мкг. Основные измерения были проведены на Ge и α -спектрометрах.

Результаты исследований для ряда частиц приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1

**Удельные активности радионуклидов
в топливной частице**

Изотоп	Удельная активность частицы	Изотоп	Удельная активность частицы
	Бк/г		Бк/г
^{137}Cs	5792447	^{238}Pu	151755
^{154}Eu	100743	^{236}Pu	84
^{241}Am	479068	^{241}Pu	5761707
^{90}Sr	15699447	^{243}Am	1018
^{234}U	479	^{241}Am	519017
^{235}U	63	^{243}Cm	11308
^{238}U	171	^{244}Cm	1203
^{242}Pu	757	^{242}Cm	565
$^{239,240}\text{Pu}$	308509		

Таблица 2

**Выгорание топлива (МВт·сут / кг(U)), рассчитанное из
изотопных отношений**

№ пробы	Eu	Cs	Pu
«г. ч.» 1	12,6(5)	10,3(2)	12,9(2)
«г. ч.» 2	13,6(5)	9,7(3)	13,3(2)

Проводится обсуждение полученных данных.

ОСОБЛИВОСТІ МІГРАЦІЇ ТЕХНОГЕННИХ РАДІОНУКЛІДІВ У ҐРУНТАХ БЛИЖНЬОЇ ЗОНИ ВІДЧУЖЕННЯ ЧАЕС

Проведено оцінку міграції радіонуклідів в ґрунтово-рослинних комплексах ближньої зони ЧАЕС на сучасному етапі. Досліджено вміст та розподіл радіонуклідів на територіях з різним рельєфом та ступенем зволоження ґрунтів. Для досліджень відбирались ділянки найбільш типові для даної місцевості. На дослідному полігоні переважали дерново-підзолисті піщані та супіщані ґрунти. Місцями зустрічались заболочені зниження. Кислотність ґрунтів на реперних ділянках була $\text{pH}=4,5-6,0$. Травостій на пониженнях – густий, в основному осоковий. На сухих – бідна злакова рослинність.

В місцях відбору проб вимірювали потужність дози γ -випромінювання. Характер і величину вертикальної міграції радіонуклідів в ґрунтовому профілі досліджували пошарово до глибини 30 см. Рослинні проби відбирали на тих же ділянках, що і ґрунти. Після стандартної лабораторної підготовки проб проводили їх γ - та β -спектрометрію.

На сучасному етапі ^{137}Cs і ^{90}Sr являються основними випромінювачами, що формують радіоактивність ґрунту, вклад інших радіонуклідів був незначний.

Проведені дослідження виявили територіальну нерівномірність забруднення дослідних ділянок радіоактивними викидами, а також відмінності у гідрологічних умовах. Потужність експозиційної дози γ -випромінювання була в межах від 600 до 5000 мкР/год. Діапазон щільності забруднення території дослідницького полігону ^{137}Cs $13 \div 62$ МБк/м², ^{90}Sr $2,7 \div 15,6$ МБк/м², ^{241}Am $0,5 \div 1,6$ МБк/м². На дослідному полігоні концентрація ^{137}Cs в ґрунті була в 1,5-3 разів більшою, ніж ^{90}Sr .

Оцінено розподіл радіонуклідів по профілю ґрунту через 26 років після аварії на ЧАЕС. Загальною закономірністю вертикального розподілу у всіх типах ґрунтів є експоненціальне зниження активності радіонуклідів із глибиною. Виявлено більшу рухливість ^{90}Sr порівняно з ^{137}Cs , що вказує на інтенсивні процеси іммобілізації ^{137}Cs в ґрунтово-поглинальному комплексі на відміну від ^{90}Sr .

Експериментальними даними доведено, що основний вміст радіонуклідів сконцентрований в кореневмісному горизонті ґрунту, що свідчить про низькі темпи вертикальної міграції радіонуклідів. Отже, найближчим часом не слід очікувати суттєвого очищення кореневого шару за рахунок вертикальної міграції.

Зі збільшенням ступеня зволоження ґрунтів глибина проникнення радіонуклідів суттєво збільшується. Встановлено, що міграційна здатність радіонуклідів на зволжених ґрунтах вища в 1,2-2 рази у порівнянні з ґрунтами з помірним зволоженням.

Досліджено накопичення радіонуклідів рослинами за час знаходження радіонуклідів в ґрунті більше, ніж 26 років. В пробах рослинності зареєстровано наявність ^{40}K , ^{137}Cs та ^{90}Sr . Як свідчать результати досліджень, у представників трав'яного та кущового ярусів вміст ^{137}Cs знаходився в межах 170-730 кБк/кг, а активність ^{90}Sr змінювалась від 95 до 680 кБк/кг. Найбільший діапазон коливань концентрацій ^{137}Cs відмічали у грибів, вміст ^{137}Cs в плодових тілах міг змінюватись до 16 разів. Визначено, що рівні накопичення радіонуклідів ^{137}Cs біомасою рослин і грибів неоднакові, у макроміцетів вони в 2-3 рази вищі, ніж у рослин, відібраних на одних і тих же ділянках. Виявлено прямопорційну залежність рівня накопичення радіонуклідів в надземній фітомасі від їх вмісту в ґрунті.

Як свідчать результати досліджень, ^{90}Sr більш інтенсивно накопичується рослинами, ніж ^{137}Cs . Це зумовлено тим, що за роки після аварії на територіях з паливною компонентною випадінь мобільність і біологічна доступність ^{90}Sr значно зросла за рахунок процесів деструкції та вилугування паливних частинок, в яких радіонукліди були депоновані під час випадіння.

Таким чином, інтенсивність переходу радіонуклідів із ґрунту в рослинність залежить від сукупності факторів серед яких: форма радіоактивних випадінь, властивості ґрунтово-поглинального комплексу ґрунтів, рН ґрунту, ступінь зволоження, метеорологічні умови, видові особливості рослин та інші.

ГИПОБИОЗ: ПРИРОДА, БИОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ, МЕХАНИЗМЫ

В результате процессов эволюции, развития стойкости, адаптации и стабильности организмов жизнь на Земле в существующих условиях от степени ее проявления может находиться в формах: биоз (активная жизнедеятельность); гипобиоз (подавление жизнедеятельности); криптобиоз (скрытая жизнь); ангидробиоз (способность выживать при глубоком и длительном обезвоживании) и анабиоз (обратимая остановка жизни).

Среди скрытых форм жизни особое место принадлежит гипобиозу – обратимому угнетению жизнедеятельности организмов неблагоприятными факторами окружающей среды. Примеры гипобиоза – холодовое оцепенение земноводных и рептилий, зимняя спячка у сурков, сусликов, белок, луговых собачек, летучих мышей и некоторых других млекопитающих. Считается, что зимняя спячка у больших хищников, в частности у медведей, на самом деле – это зимний сон, который сопровождается анорексией.

При приближении к состоянию гипобиоза возникают угнетения подвижности дыхания, сердечной деятельности, питания, выделения, раздражимости, возбудимости и других признаков жизнедеятельности. Необходимо отметить, что во время зимней спячки некоторые виды животных (например, суслики) периодически просыпаются, то есть их состояние угнетения жизнедеятельности имеет циклический характер и состоит из так называемых баутов. При этом у них нормализуется температура тела, дыхания, частота сердечных сокращений, функционирование желудочно-кишечного тракта, деятельность выделительной системы. Пробуждение длится несколько часов, а потом животные снова впадают в состояние гипобиоза.

Для характеристики отдельных видов гипобриоза существуют специальные термины. Так, зимнюю спячку животных называют гибернацией, летнюю спячку (земноводные и рептилии во время засухи) – эстивацией, сезонное физиологическое состояние спокойствия насекомых – диапаузой, кратковременное состояние угнетения жизнедеятельности у птенцов – торпидное состояние.

Некоторые гомойотермные животные тоже можно ввести в состояние искусственного гипобриоза по разработанной П. Бахметьевым, Д. Джай и Р. Анжус методикой, основой которой является создание определенного газового состава при снижении температуры.

В Национальном университете биоресурсов и природопользования Украины разработаны и адаптированы методики введения в состояние обратимого искусственного гипобриоза лабораторных крыс, кроликов, некоторых видов рыб. Для млекопитающих основная цель этих исследований – это общее обезболивание организмов с целью проведения хирургических операций, а также консервация крови, на рыбах – сохранение жизнеспособности при транспортировке, на сперматозоидах сельскохозяйственных животных – сохранение жизнеспособности для дальнейшего искусственного оплодотворения. Одной из задач, связанной с проблемами гипобриоза, является исследование энергетических процессов.

Центрами биоэнергетических процессов в организме являются митохондрии. Митохондрии относятся к одним из самых чувствительных органелл клеток к действию экзогенных факторов. Их функционирование обуславливается работой комплексов дыхательной цепи митохондрий. Установлено, что в условиях искусственного гипобриоза в гепатоцитах крыс активность ферментов дыхательной цепи уменьшается. При этом активность обратимой H^+ -АТФ-ази, которая работает в режиме АТФ-синтетази, снижается приблизительно на 60 %. Это согласуется с данными о снижении уровня АТФ, повышении

содержания АДФ и неорганического фосфора в крови и печени крыс.

В условиях искусственного гипобииоза в кардиомиоцитах крыс активность ферментов дыхательной цепи, а именно сукцинатдегидрогеназы, повышалась, что может свидетельствовать о переходе митохондрий кардиомиоцитов на так называемый сукцинатный тип тканевого дыхания. Для введения животных в состояние искусственного гипобииоза необходимо преодолеть сукцинатный тип тканевого дыхания, который наблюдается в митохондриях при различных стресс-реакциях. В кардиомиоцитах, возможно не происходит угнетения этого типа дыхания.

Снижение окислительной активности митохондрий в условиях недостаточности кислорода, а также разобщение процессов дыхания и фосфорилирования в дыхательной цепи, возможно, имеет значения для адаптации к условиям, при которых животные впадают в состояние искусственного гипобииоза. Разобщение процессов сопряжения дыхания и фосфорилирования может быть связано с частичным рассеиванием энергии, которая выделяется при функционировании дыхательной цепи, в виде тепла, необходимого для поддержания температуры тела в условиях гипотермии.

Таким образом, в связи с перспективами использования состояния искусственного гипобииоза его исследование остается актуальным, а данное состояние нуждается в глубоком и фундаментальном изучении.

*Мирзоева Н. Ю., Гулин С. Б.,
Архипова С. И., Коркишко Н. Ф.,
Мигаль Л. В., Мосейченко И. Н., Сидоров И. Г.*

ПОТОКИ МИГРАЦИИ И ДЕПОНИРОВАНИЯ ПОСЛЕАВАРИЙНЫХ РАДИОНУКЛИДОВ ^{90}Sr И ^{137}Cs В РАЗЛИЧНЫХ РАЙОНАХ ЧЁРНОГО МОРЯ (ЭЛЕМЕНТЫ БИОГЕОХИМИЧЕСКИХ ЦИКЛОВ)

Особенностью чернобыльской аварии было то, что радиоактивное загрязнение окружающей среды произошло на масштабе времени значительно меньшем, чем характерное время протекания биогеохимических процессов. Поэтому поставарийные ^{90}Sr и ^{137}Cs в качестве радиотрассеров могут характеризовать интенсивность гидрологических и биогеохимических процессов, происходящих в водных экосистемах. Практическая значимость применения исследуемых радионуклидов в качестве радиотрассеров заключается в том, что на основе хронологической датировки донных отложений Чёрного моря по ^{137}Cs и ^{90}Sr определялись скорости седиментации и осадконакопления [1-4]. Это позволило определить потоки поступления и скорость депонирования поставарийных ^{137}Cs и ^{90}Sr в экологическое депо – донные отложения водоёма.

Целью исследований было: изучить тенденции загрязнения вод, гидробионтов и донных отложений поставарийными радионуклидами ^{90}Sr и ^{137}Cs в северо-западной части Чёрного моря, Каркинитском заливе, Керченском проливе, на шельфе Крыма и в акватории севастопольских бухт; определить потоки ^{137}Cs и ^{90}Sr в толщу донных отложений исследуемых районов Чёрного моря; выявить критические зоны и биогеохимические механизмы их формирования в различных районах Чёрного моря относительно поставарийных ^{137}Cs и ^{90}Sr .

В результате наших исследований было определено, что величина потока поставарийных радионуклидов не зависит от глубины залегания донных осадков, а зависит от концентрации

радионуклида в поверхностном слое донных отложений Чёрного моря (уровня концентрации загрязнителя в среде) и скорости осадконакопления.

Оценены скорости осадконакопления и потоки поступления ^{90}Sr в донные отложения Балаклавской бухты, в глубоководном районе Чёрного моря возле Карадага и мыса Херсонес.

Получено, что наряду с уже известными условно-критическими зонами моря (Днепровско-Бугский лиман, взморье Дуная, район севастопольских бухт), исследованные нами районы Чёрного моря с активным газовыделением из дна также можно считать условно-критическими зонами по накоплению ^{90}Sr в донных отложениях.

Рассчитаны скорости самоочищения воды экосистемы севастопольских бухт от поставарийных ^{90}Sr и ^{137}Cs , которые равны: для ^{90}Sr – $0,5 \pm 0,08$ ГБк в год, для ^{137}Cs – $5,74$ ГБк в год. При этом на радиоактивный распад пришлось $51,0 \%$ ^{90}Sr и $49,8 \%$ ^{137}Cs от общего содержания радионуклидов в компонентах экосистемы, которое было определено в 1986 г.

Выявлены основные факторы, обеспечивающие самоочищение экосистемы севастопольской бухты: для ^{90}Sr таковыми являются радиоактивный распад и водообмен с открытой акваторией моря, для ^{137}Cs , наряду с указанными факторами, важным фактором является процесс депонирования радионуклида в донные отложения морской экосистемы.

Полученные оценки могут служить для целей прогнозирования процессов самоочищения различных районов Чёрного моря от радиоактивного и химического загрязнения, для разработки биогеохимических критериев нормирования потоков радиоактивных и химических загрязнений в черноморских экосистемах; обоснований рекомендаций по нормированию допустимых уровней антропогенного влияния при реализации концепции устойчивого развития причерноморских регионов Украины.

ОЦІНКА СТАНУ БІОТИ ТЕХНОГЕННО ПОРУШЕНИХ ЕКОСИСТЕМ ЗА ПОКАЗНИКАМИ РАДІОЄМНОСТІ

Розвиток технологій у промисловості та сільському господарстві спричиняє різке збільшення кількості важких металів у навколишньому середовищі, концентрації яких на декілька порядків перевищують фонові природні концентрації. Надходження шкідливих речовин у довкілля з техногенно порушених систем відбувається за рахунок дефляції і міграції в підземні водоносні горизонти. Після потрапляння полютантів в екосистему будь-яким шляхом, вони залучаються до екосистеми і підкоряються дії її внутрішніх законів. Вони так чи інакше беруть участь у кругообігу речовин, зумовленого трофічною структурою цієї екосистеми, від сталих елементів середовища (вода, повітря, ґрунт) – до популяцій організмів різних трофічних рівнів, а через це можуть тією чи іншою мірою впливати на біоту екосистеми та на стан здоров'я людини.

Теоретична екологія та радіоекологія не володіли помітним вибором моделей і параметрів, придатних для оцінок і розрахунків радіоекологічних процесів у різного типу екосистемах. Запропоновано новий підхід до оцінки стану біоти екосистем, за яким в ролі показника стану та реакції екосистеми пропонується використовувати зміну параметрів її радіоемності.

Проведено розрахунки радіаційної ємності та екологічної ємності, що враховують як сценарії штатних викидів небезпечних підприємств та підприємств ядерного енергетичного циклу, так і можливі аварійні ситуації. На практиці зручно використовувати параметр – фактор радіоемності та екологічної ємності. Цей фактор розраховується шляхом використання відомого методу створення камерних моделей.

Фактор екологічної ємності та радіоемності конкретного елементу ландшафту (F_j) або екосистеми визначається так:

$$F_j = \frac{\sum a_{ij}}{\sum a_{ij} - \sum a_{ji}},$$

де $\sum a_{ij}$ – сума швидкостей переходу полютантів із різних складових екосистеми до конкретного j-елементу ландшафту або екосистеми, згідно з камерними моделями, а $\sum a_{ji}$ – сума швидкостей відтоку полютантів із досліджуваної камери до інших складових екосистеми.

Кількісні розрахунки використані та впроваджені на вибраному полігоні Миколаївського глиноземного заводу, ефективні засоби зменшення (мінімізації) надходження в навколишнє середовище забруднення з техногенно порушених екосистем. Проведено адаптацію запропонованих методів до специфіки конкретних виробництв, відходи яких надходять у навколишнє середовище.

ЗАХОДИ ЩОДО ЗНИЖЕННЯ ВИКИДІВ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН АВТОТРАНСПОРТОМ

Основні заходи щодо зниження викидів забруднюючих речовин можна розділити на 3 групи: організаційні, технологічні та інженерні.

В умовах сучасного погіршення стану навколишнього середовища високу екологічну ефективність мають заходи щодо організації дорожнього руху. Залежно від масштабу та їх складності можливо досягти зниження викидів на 12-25 %.

На локальному рівні до організаційних заходів можна віднести:

- використання кругового руху, раціональне позначення пріоритету, оптимізація схем організації руху;
- вплив на швидкісний режим, раціональне обмеження використання стоянок біля тротуарів, оптимізація розміщення та обладнання пунктів зупинки маршрутного пасажирського транспорту;
- оптимізація локального регулювання;
- вибір алгоритму адаптивного регулювання та оптимізація керуючих параметрів;
- оптимізація зміни програм регулювання.

На рівні мережі:

- оптимізація завантаження елементів вулично-дорожньої мережі шляхом вибору дозволених напрямків руху на перехрестях;
- будівництво транспортних розв'язок на різних рівнях, а також підземних пішохідних переходів;
- впровадження схем одностороннього руху;
- введення обмежень на рух транспортних засобів по окремих смугах, регламентування умов руху по території міста шляхом визначення переліку вулиць, по яких дозволено рух вантажного та транзитного транспорту;

- оптимізація розміщення тимчасових автомобільних стоянок;
- удосконалення маршрутної мережі пасажирського транспорту, схем руху в ситуації погіршення пропускної здатності, а також у рамках автоматизованих систем керування рухом;
- розробка і впровадження варіантів управління по запобіганню заторам;
- розробка та реалізація змінних схем організації дорожнього руху.

Додатковий викид забруднюючих речовин на автомагістралях пов'язаний з циклом світлофорного регулювання. Із зростанням часу циклу до деякого моменту зменшується число зупинок автомобілів і, отже, знижується обсяг викидів шкідливих речовин, пов'язаний з розгоном автомобілів після зупинки.

З подальшим збільшенням часу циклу число зупинок автомобілів досягає певної межі і змінюється незначно. Водночас збільшується тривалість роботи двигунів на холостому ходу, і відповідно підвищується частка викидів на холостому ходу. Обсяг викидів шкідливих речовин зростає разом із збільшенням витрати палива. Зниження додаткової витрати палива на перехрестях можливо шляхом оптимізації циклу регулювання. Оптимальна по витраті палива тривалість циклу регулювання становить 50-60 с для транспортних потоків, що складаються переважно з легкових автомобілів, і 90-100 с для потоків з вантажних автомобілів.

Реалізація локальних схем організації руху дозволяє знизити витрату палива на 5-7 % та практично в 2 рази скоротити час проїзду перехрестя, і відповідно скоротити викиди забруднюючих речовин.

На мережевому рівні ступінь забруднення повітря залежить від швидкості руху та інтенсивності транспортного потоку. Тому створення мережі магістралей безперервного та швидкісного руху дозволяє знизити вміст шкідливих речовин у відпрацьованих газах автомобіля за рахунок руху автотранспортних засобів на

сталому режимі та підвищення швидкості руху. Для легкових автомобілів максимальна витрата пального на кілометр відбувається на низькій швидкості. Оптимальна витрата спостерігається при швидкості руху 60-70 км/год. Вантажні автомобілі мають приблизно однакову витрату палива як при високій швидкості (90 км/год), так і при низькій швидкості (10 км/год). Швидкість близько 50 км/год є оптимальною для вантажних автомобілів.

До технологічних заходів відносяться: зміна кута випередження запалювання, збіднення суміші, безпосереднє уприскування палива та інші.

До інженерних заходів можна віднести: використання газу та інших видів альтернативних палив, установку нейтралізаторів відпрацьованих газів, добавку присадок до палива і т. п.

Доцільність впровадження різних груп заходів залежить від техніко-економічного порівняння варіантів.

ПІДВИЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ГАЗОВИХ КОТЕЛЬНИХ ПІДПРИЄМСТВ АВТОКЛАВНОГО ВИРОБНИЦТВА БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

Підприємства виробництва будівельних матеріалів відносяться до найбільш енергоємних, відзначаються значними втратами теплоти і, як наслідок, нераціональними витратами паливних і водних ресурсів. Зокрема, у автоклавному виробництві біля 45 % витраченої теплоти акумулюється будівельним матеріалом (силікатною цеглою, бетоном) та парою у вільному об'ємі автоклаву. При випуску відпрацьованої пари в атмосферу ця частка теплоти втрачається, призводячи до збільшення витрат палива (природного газу) на виробництво цієї пари в котельних. В статті витрат енергоресурсів виробництва будівельних матеріалів котельні займають вагоме місце. До того ж, через значну кількість шкідливих викидів котельної в атмосферу (окису вуглецю та окислів азоту при роботі котельної на природному газі) збільшується антропогенне навантаження на довкілля.

Отже, проблема скорочення шкідливих викидів від котельних, зокрема автоклавного виробництва будівельних матеріалів, шляхом раціонального використання паливних та водних ресурсів вельми актуальна. Впровадження ресурсозберігаючих технологій сприятиме не тільки підвищенню енергетичної ефективності виробництва завдяки економії палива, але й зменшенню екологічного навантаження на довкілля. Газоподібне паливо (природний газ) являє собою найбільш «чисте» органічне паливо. В результаті його спалювання в атмосферу потрапляють шкідливі речовини із продуктами згоряння, зокрема диоксид вуглецю (CO_2) та оксиди азоту (NO_x). Ці речовини, в свою чергу, здійснюють негативний вплив на людину та довкілля у двох видах – локальному та глобальному. Антропогенне забруднення токсичними газами, зокрема диоксидом вуглецю (CO_2) та оксидом азоту (NO_x)

призводить до виникнення проблеми парникового ефекту та кислотних опадів. Актуальність проблеми та гостра необхідність загального скорочення викидів в атмосферу парникових газів шляхом впровадження енерго- та ресурсозберігаючих технологій у виробництво неодноразово підкреслюється в багатьох міжнародних документах.

Проблема екологічної безпеки котельних загострюється ще тим, що через недосконале природоохоронне обладнання високий ступінь очистки у більшості випадків є практично недосяжним. Цілком очевидно, що найбільш ефективним шляхом зменшення негативних наслідків є усунення причин, що до них призводять. Виходячи з цього, подальші резерви скорочення токсичних викидів від котельної слід шукати в скороченні витрат палива, що в них спалюється, тобто самих джерел цих викидів. Останнє, в свою чергу, пов'язане із раціональним використанням теплоти в технологічних процесах, а значить, і паливних ресурсів [2].

Метою дослідження є зменшення антропогенного навантаження на довкілля котельних підприємств автоклавного виробництва будівельних матеріалів, що працюють на природному газі, шляхом комплексної утилізації теплоти відпрацьованої пари та відхідних газів.

Основні результати та висновки:

1. Розглянуті в статті методи зниження антропогенного навантаження на довкілля котельної **забезпечують зменшення антропогенного навантаження на довкілля котельних підприємств автоклавного виробництва будівельних матеріалів**, що працюють на природному газі, шляхом комплексної утилізації теплоти відпрацьованої пари та відхідних газів.

2. Повторне використання відпрацьованої пари як теплоносія вище розглянутими способами забезпечує скорочення витрат пари на запарювання будівельного матеріалу у автоклавах, а саме:

– прогрів сирцю відхідними газами до 0,1 МПа забезпечує скорочення витрат пари на термообробку будівельного матеріалу у автоклавах на 40 %;

- перепуск пари до тиску в автоклаві-приймальнику 0,3 МПа забезпечує скорочення витрат пари на термообробку будівельного матеріалу у автоклавах на 23 %;

- ежекторний перепуск пари до тиску 0,4 МПа забезпечує скорочення витрат пари на термообробку будівельного матеріалу у автоклавах на 30 %;

3. Повторне використання відпрацьованої пари як теплоносія вище розглянутими способами також забезпечує скорочення шкідливих викидів котельної, а саме викидів CO , NO_2 на величину, пропорційну кількості рекуперованої пари, а також витрат водних ресурсів на її виробництво. Розглянуті методи зниження антропогенного навантаження на довкілля котельної, що працює на природному газі, забезпечують скорочення шкідливих викидів в цілому на 50 % завдяки відповідного зменшення споживання пари у процесах автоклавного виробництва будівельних матеріалів. При цьому суттєво підвищується енергетична ефективність та екологічна безпека автоклавного виробництва будівельних матеріалів.

ГРИБЫ И ГЛОБАЛЬНАЯ УГРОЗА

Стремительное распространение грибковых заболеваний вызывает массовые вымирания животных и растений в разных регионах Земли. Если этот процесс продолжится, то он может привести к непоправимым последствиям для экологии и экономики.

Согласно данным ProMED, с 1995 по 2010 год процент зафиксированных вспышек грибковых заболеваний по отношению к общему количеству эпидемий по всему миру возрос с 1 до 7 %. За это время у растений заболеваемость микозами выросла сильнее, чем у животных – с 0,4 до 5,4 %. Среди животных рост заболеваемости микозами составил 0,9 %, что также является очень ощутимым показателем. Анализ вымираний, вызванных инфекционными заболеваниями, показал, что по сравнению с бактериями и вирусами грибы представляют наибольшую угрозу как для растений, как и для животных.

Грибы могут массово поражать практически все виды животных – от морских черепах и кораллов до пчел и амфибий. Так, грибок *Batrachochytrium dendrobatidis*, поселяющийся на покровах жаб и лягушек, за последние десять лет затронул больше 500 видов амфибий в 54 странах на всех континентах. В Центральной Америке из-за грибковой пандемии исчезло 40 % видов амфибий. Другой грибок, *Geomyces destructans*, вызывающий «синдром белого носа» у летучих мышей, в 2000-е годы уничтожил значительную часть популяции этих животных в Северной Америке. В колонии, зараженной грибом, погибает до 70 % особей. В результате один вид летучих мышей оказался под угрозой полного вымирания, а для восстановления численности других потребуются долгие годы.

Страдают от грибковых заболеваний и многие растения, в том числе культурные. Так, в результате деятельности грибка *Magnaporthe oryzae*, поражающего рис, ежегодно теряется до 10-35 % урожая. Этого количества риса было бы достаточно, чтобы накормить 60 миллионов человек. Кроме того, в последние годы грибковые заболевания уничтожили в США и Англии более 100 миллионов вязов и почти 3,5 миллионов каштанов.

Можно считать, что в участвовавших вспышках грибковых инфекций, возникающих по всему миру, виноват человек. Развитые пути сообщения и активная торговля способствуют тому, что грибок переносится из региона в регион. В результате разные линии грибов, ранее развивавшиеся изолированно, получают возможность обмениваться генами, что повышает их вирулентность и ускоряет их эволюцию. Только активный мониторинг вспышек грибковых заболеваний позволит вовремя принимать необходимые меры по их локализации.

*Сипягина А. Е., Балева Л. С.,
Шарыгин В. Л., Пулатова М. К.,
Карахан Н. М., Данилычева Л. И.*

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ПУТИ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ДОЗИМЕТРИИ У ДЕТЕЙ, ПОДВЕРГШИХСЯ ДЕЙСТВИЮ МАЛЫХ ДОЗ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Оценка состояния здоровья детей в отдаленные сроки после-радиационного воздействия представляет большие трудности в плане доказательности причинно-следственных взаимоотношений действия агента и требует широкого спектра диагностических приемов. Использование высокотехнологичных методик оценки состояния здоровья, дозовой нагрузки, определение маркеров чувствительности организма к экологически неблагоприятным факторам внешней среды, позволяет выделять группы высокого риска у детей по развитию экпатологии, проводить долгосрочное диспансерное наблюдение.

Было зарегистрировано повышение уровня содержания трансферрина у детей, свидетельствующее об активации защитных систем организма в ответ на радиационное воздействие: антиоксидантной и репродуктивной кроветворной. Проанализирован уровень показателя в связи с величиной дозовой нагрузки. Двойное слепое рандомизированное обследование показало, что имеет место высокая обратная корреляционная связь $(-0,81)$ дозовой зависимости и уровня показателя трансферрина. Построенная кривая дозовой зависимости была верифицирована данными прямой физической дозиметрии.

Выявлены значительные отличия в корреляционных взаимоотношениях между показателями системы ПОЛ-АОЗ у детей, подвергшихся радиационному воздействию, и необлученных детей с онкопатологией.

Под влиянием неблагоприятных факторов внешней Среды, параллельно с интенсификацией процессов пероксидации, имеет

место активация протеолиза. Величина ингибиторного потенциала сыворотки крови определяется по активности двух главных антипротеиназ: альфа-1-антитрипсина и альфа-2-макроглобулина, функция которых заключается в предупреждении распада белков от неспецифического протеолиза.

Исследование показало, что имеет место достоверное, по сравнению с контролем, снижение активности альфа-1-антитрипсина, в большей степени выраженное в группах внутриутробно облученных ($3,89 \pm 0,32$ и $8,91 \pm 0,51$ ИЕ/мл, соответственно, в контроле – $23,71 \pm 0,31$). У детей из 2 зоны радионуклидного загрязнения активность показателя ниже, чем у детей из 1 зоны. Для другой антипротеиназы – альфа-2-макроглобулина выявлено достоверное снижение значений, по сравнению с контролем. Зарегистрирована зависимость уровня показателя от дозы радиационного воздействия.

Об активности мембранолитических процессов свидетельствует повышенный уровень внеклеточной ДНК. Имеется прямопропорциональная зависимость прироста содержания этой фракции от дозы воздействия. Повышенный уровень внеклеточной ДНК характеризует активность клеточного апоптоза. Установлено, что в группе детей, облученных внутриутробно и рожденных в 1986-1987 гг. имеет место повышение уровня внеклеточной ДНК ($7,87 \pm 0,58$ мкг/мл, соответственно, в контроле – $4,53 \pm 0,23$), что может свидетельствовать о наличии склонности к новообразованиям, тогда как в группе детей, рожденных от облученных родителей, имеет место снижение уровня показателя ($3,08 \pm 0,34$ мкг/мл), что имеет прямопропорциональную зависимость с нарушением формирования иммунной защиты. Установлена прямая дозовая зависимость показателя у детей, подвергшихся действию радиационного фактора.

Наиболее радиочувствительными системами организма считаются кроветворная и иммунная в связи с высокой уязвимостью быстропролиферирующих стволовых клеток. Снижение биосинтеза ДНК коррелирует со снижением иммунитета (угне-

тением функции Т-лимфоцитов). Измененная иммунобиологическая система детей и нарушенные механизмы детоксикации определяют ограничение адаптивных возможностей и резистентности организма.

*Сипягина А. Е., Балева Л. С.,
Малышев В. С., Каган Ю. М., Карахан Н. М.,
Боровкова А. М., Алпацкая А. В.*

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ФОРМИРОВАНИЯ
АЛЛЕРГИЧЕСКИХ БРОНХО-ЛЕГОЧНЫХ
ЗАБОЛЕВАНИЙ У ДЕТЕЙ, ПРОЖИВАЮЩИХ
В РЕГИОНАХ С РАЗЛИЧНЫМ УРОВНЕМ
РАДИОНУКЛИДНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ
ПОСЛЕ АВАРИИ НА ЧАЭС**

Цель работы: охарактеризовать особенности формирования хронических аллергических заболеваний бронхо-легочной системы (ХАЗБЛС) у детей, проживающих в регионах с различным уровнем радионуклидного загрязнения после аварии на ЧАЭС, в сравнении с группой детей с ХАЗБЛС, проживающих в радиационно чистых регионах России, на основе оценки функционального состояния органов дыхания (по данным бронхофонографии с регистрацией параметров дыхательного паттерна) и результатов иммунологического обследования (определение иммуноглобулинов А, Е и G) с привлечением метода искусственных нейронных сетей.

Бронхофонография – метод, позволяющий зарегистрировать временную кривую изменения акустического шума, отражающего влияние специфических феноменов, возникающих при дыхании, с последующей математической обработкой.

При аварии на ЧАЭС воздействие проникающей радиации, поглощение с вдыхаемым воздухом радионуклидных частиц различного размера привело к функционированию органов дыхания как органов-мишеней и депо и способствовало изменению формирования и течения ХАЗБЛС. В последние 10 лет у детей из регионов радионуклидного загрязнения сохраняется высокий уровень распространенности ХАЗБЛС,

причем для бронхиальной астмы уровень выше в 3 раза, по сравнению с общероссийской детской популяцией.

Исследования функциональной активности бронхо-легочной системы (бронхофонография с определением паттерна дыхания) показали наличие стойких нарушений даже в межприступном периоде, что свидетельствует о более напряженном режиме функционирования системы у детей из регионов радионуклидного загрязнения, увеличении работы, затрачиваемой органами дыхания. У детей из регионов радионуклидного загрязнения имеют место не только обструктивные, но и рестриктивные нарушения, причем, тем более выраженные, чем выше уровень радионуклидного загрязнения в регионе проживания ребенка. Сравнение частоты заболеваний органов дыхания у детей в зависимости от уровня радиационного загрязнения показало, что распространенность болезней органов дыхания выше в зоне отселения, тогда как бронхиальной астмы – в зоне с правом отселения.

Исследование сывороточных иммуноглобулинов у детей из зон радиоактивного загрязнения выявило снижение уровня иммуноглобулина А и М относительно контрольной группы и повышение уровня иммуноглобулина G.

Сопоставление коэффициентов корреляции между показателями паттерна дыхания и уровнем иммуноглобулинов А и Е свидетельствует о разбалансировке этих взаимоотношений и их взаимообусловленности.

Для оценки прогностической ценности модели в соответствии с разработанным алгоритмом была построена кривая ошибок (ROC-кривая), которая показывает результаты бинарной классификации. В нашем случае этот параметр равен 0,96, что указывает на высокую практическую значимость предлагаемой модели. Достаточно высокие операционные характеристики, выявленные при клинической апробации, свидетельствуют о перспективности предложенного метода диагностики и адекватности предложенной модели.

При оценке значимости входных параметров в корректном использовании метода искусственных нейронных сетей установлено, что наиболее информативным показателем является акустическая работа в высокочастотном диапазоне, поскольку именно этот показатель имеет наибольший ранговый балл (4,3).

Проведенные исследования позволяют предполагать наличие прогностического значения результатов исследования паттернов дыхания и взаимоотношений его показателей с уровнем параметров иммунологического статуса в формировании выводов о наличии влияния радиационного фона на формирование нозологических форм заболеваний дыхательной системы (ХАЗБЛС) у детей из регионов радионуклидного загрязнения, а также в последующем определять этапность терапевтических мероприятий.

*Старенький В. П., Сухина Е. Н.,
Свинаренко А. В., Васильев Л. Л., Грищенко Т. П.,
Шустов И. Б., Забобонина Л. В., Белозор Н. В.,
Пилипенко И. Н., Грановская А. И.*

РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ РАДИОТЕРАПЕВТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА VARIAN: ОПЫТ ПЕРВОГО ГОДА ЭКСПЛУАТАЦИИ

В работе проанализированы клинические и технические аспекты эксплуатации в течении одного года радиотерапевтического комплекса фирмы «Varian», линейного ускорителя Clinac 600C, рентген симулятора Acuity, 3D планирующей системы Eclipse.

В настоящее время в онкологических учреждениях Украины проводится поэтапная модернизация оборудования для радиологических отделений: приобретаются новые гамма-аппараты, дозиметрическое оборудование и т. д. К сожалению, этого нельзя сказать о линейных ускорителях. За последние 10 лет их смонтировано и эксплуатируется только 12 при минимальной потребности 40 установок в Украине. Поэтому торжественным событием в жизни не только ГУ «Институт медицинской радиологии им. С. П. Григорьева НАМН Украины», но и всего региона стал ввод в эксплуатацию 24.01.2011 г. современного радиотерапевтического комплекса фирмы «Varian». Этому предшествовал довольно длительный период подготовительных работ (13 месяцев с момента поставки оборудования), который включал обустройство помещений и коммуникаций, систем вентиляции и охлаждения, монтаж и наладку основных элементов комплекса.

В состав комплекса входит: низкоэнергетический линейный ускоритель с фиксированной энергией фотонов 6 MeV, оснащённый 80-лепестковым коллиматором; рентген-симулятор

«Acuity» с детектором из аморфного силикона; 3D-планирующая система «Eclipse», информационно-управляющая система Agia (версия 8.8); комплект дозиметрического оборудования и фиксирующие устройства. Для удобства топометрической подготовки организована передача информации по оптоволоконной сети, связывающий сервер комплекса и сервер спирального компьютерного томографа, находящегося в другом корпусе.

Учитывая, что опыт применения современных радиотерапевтических комплексов в Украине остается в целом относительно скромным (количество пролеченных пациентов на линейных ускорителях исчисляется всего лишь несколькими тысячами), мы решили поделиться своими наработками, полученными в течение 1,5 лет. В работе представлен анализ клинических и технических аспектов эксплуатации современного радиотерапевтического комплекса фирмы «Varian».

Опыт лечения 747 больных с различными онкозаболеваниями показал универсальность, достаточную пропускную способность, надёжность работы комплекса при общей удовлетворительной переносимости радиотерапии, всё это даёт основание рекомендовать комплекс в данной конфигурации для внедрения в радиологические отделения как базового оборудования для дистанционной лучевой терапии.

Универсальность комплекса позволяет охватить весь спектр нозологических единиц, характерных для онкозаболеваемости Украины. С учетом характера поломок (одна серьёзная поломка за 1,5 года), можно говорить о достаточной надёжности комплекса.

При планировании монтажа комплекса необходимо учитывать особенности электроснабжения в данном регионе и решение на этом этапе вопроса о целесообразности дополнительной установки блока бесперебойного питания либо мощного стабилизатора, поскольку это может быть ключевым моментом, определяющим надёжность работы линейного ускорителя и вспомогательного оборудования.

Интенсивность лучевых реакций при лечении таких заболеваний, как рак тела матки, рак легкого, прямой кишки и т. д., не превышала 2 ст., что свидетельствует об удовлетворительной переносимости радиотерапии на линейном ускорителе.

Универсальность, достаточная пропускная способность, надежность, удовлетворительная переносимость при лечении основных онкозаболеваний позволяет рекомендовать радиотерапевтический комплекс фирмы «Varian» в данной конфигурации для внедрения в радиологических отделениях Украины как базового оборудования для дистанционной лучевой терапии.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДОВ ЛЕЧЕНИЯ МЕТАСТАЗОВ В ГОЛОВНОЙ МОЗГ

Метастазы в головной мозг развиваются при многих видах рака (в среднем у 20-40 % онкологических больных), чаще всего рака легких. В качестве современных методов лечения применяются облучение всего головного мозга, хирургическая резекция, стереотаксическая радиохирургия, химиотерапия. Кортикостероиды и противоэпилептические препараты обычно используются с паллиативной целью (уменьшение отека, судорог и т. д.). Общая выживаемость составляет только 4 месяца после облучения всего головного мозга. Она варьирует в зависимости от гистологического типа первичной опухоли.

Комбинации радиотерапии с новыми противоопухолевыми агентами находятся в стадии клинических исследований, предварительные результаты III фазы которых обнадеживают. Несмотря на отсутствие улучшения общей выживаемости, некоторые исследования демонстрируют снижение смертности от прогрессирования метастазов в головной мозг и продление времени до появления неврологических и когнитивных расстройств.

Учитывая тот факт, что применение радиотерапии не обеспечивает существенного увеличения общей выживаемости, 87 % радиационных онкологов считают, что основной целью при облучении головного мозга является не продолжительность жизни, а именно ее качество, т. е. максимальное продление периода до появления неврологических и нейрокогнитивных нарушений, прежде всего памяти, внимания, способности к переключению задач, двигательных и речевых функций, которые проявляются в разной степени у 90,5 % больных [1].

Примечательно, что тяжесть неврологических и нейрокогнитивных расстройств коррелирует с общим объемом поражения вещества головного мозга, но не с количеством метастатических очагов в нем [2]. Перспективным следует считать поиск новых агентов-сенситизаторов радиотерапии.

Чувствительность внутримозговых метастазов в химиотерапии существенным образом зависит от гистологии первичной опухоли: наиболее чувствительны метастазы мелкоклеточного рака легкого, лимфом, в меньшей степени немелкоклеточного рака легкого, грудной железы [3].

Выводы. Выбор метода лечения метастазов в головной мозг должен прежде всего базироваться на том, к какой прогностической группе относится пациент.

Считается, что относительно благоприятный прогноз имеют пациенты в возрасте менее 65 лет со статусом Карновского $> 70 \%$, отсутствием экстракраниальных поражений, надежным контролем первичной опухоли и небольшим объемом интракраниальной опухоли (один или не более трех метастазов). Для них на первом этапе используются кортикостероиды для предотвращения неврологических нарушений вследствие интракраниальной гипертензии, затем рассматривается вопрос о хирургической резекции либо стереотаксической радиохирургии. Дополнительно могут применяться облучение всего головного мозга и химиотерапия.

В группе среднего прогноза (возраст более 65 лет, статус Карновского $> 70 \%$, наличие экстракраниальных поражений и неконтролируемой первичной опухоли) вначале прибегают к кортикостероидам до стабилизации неврологических функций, затем проводят дистанционное облучение всего головного мозга и решают вопрос о дополнительном применении радиохирургии и химиотерапии.

При неблагоприятном прогнозе (статус Карновского $< 70 \%$ независимо от возраста, наличие более 3 интракраниальных очагов, большой объем экстракраниального поражения), как

правило, проводится симптоматическое медикаментозное лечение (чаще в условиях хосписа), изредка применяется облучение всего головного мозга или радиохирургия.

МУЛЬТИМОДАЛЬНЫЙ ПОДХОД К ЛЕЧЕНИЮ РАКА ПРЯМОЙ КИШКИ

При раке прямой кишки после выполнения технически возможных операций наблюдается высокая частота регионарных рецидивов, а общая пятилетняя выживаемость пациентов не превышает 45-50 %, причем попытка повысить радикальность расширением объема вмешательства позволили добиться лишь некоторого снижения частоты местных рецидивов. Основной целью комбинации химиотерапии и лучевой терапии является увеличение локального контроля и эрадикация отдаленных метастазов.

Идеальный гипотетический препарат для проведения химио-лучевой терапии должен иметь свойства радиосенсибилизатора, насыщать опухоль в адекватной концентрации, накапливаясь избирательно в опухолевой массе, иметь предсказуемую фармакокинетику и низкую токсичность, позволяющую применять его с каждым сеансом лучевой терапии.

Заслуживают внимания результаты, полученные [1]: послеоперационная ХЛТ с болюсным введением 5-ФУ дала более высокую безрецидивную выживаемость в течение 4 лет, чем ХЛТ после вводных курсов 5-ФУ (81 и 70 % соответственно, $p=0,04$), что соответствует представлению о том, что раннее начало лучевого воздействия существенно снижает частоту локорегионарного рецидива.

Перспективными производными фторпиримидинов являются пероральные препараты фторафур (тегафур), доксифлуридин (фуртулон) и УФТ (фторафур+урацил). Последний из перечисленных, УФТ, в последнее десятилетие исследуется наиболее

интенсивно. Композиция фторафура (медленно селективно превращающегося в 5-ФУ) и урацила (модулятора катаболизма 5-ФУ, уменьшающего его редукцию) в молярном соотношении 1:4 обеспечивает продукцию постоянного резерва 5-ФУ и его активных метаболитов.

В качестве препарата первой линии терапии метастатического колоректального рака капецитабин имеет более высокую противоопухолевую активность и меньшую токсичность, чем комбинация 5-ФУ+лейковорин (режим Mayo Clinic). Превосходство капецитабина находит отражение и в схемах адьювантной терапии рака прямой кишки.

Наиболее удачным в ряду производных платины является препарат третьего поколения оксалиплатин, т. к. он обладает быстрой циторедуктивной способностью и доказанным отсутствием острых дозоограничивающих эффектов, в том числе при сочетании с 5-ФУ или капецитабином. Имеются противоречивые мнения о том, когда радиосенсибилизирующие свойства препарата проявляются максимально: при использовании до или после облучения, однако последние исследования дают основания считать оптимальным вариантом применение оксалиплатина за несколько часов до лучевой терапии [2].

Мишенью действия иринотекана является фермент топоизомеразы I. Активность топоизомеразы I имеет большое значение для многих аспектов метаболизма ДНК, в том числе для инициации и пролонгации транскрипции РНК, репликации ДНК. Обладающий радиосенсибилизирующими качествами иринотекан максимально эффективен при введении его примерно за час до облучения.

Примерно в 50 % случаев колоректального рака выявляется экспрессия рецепторов к эпидермальному фактору роста, что является индикатором радиорезистентности опухолей и свидетельствует о неблагоприятном прогнозе заболевания.

Предклинические испытания показали, что лигандное связывание рецепторов эпидермального фактора роста с помощью

моноклональных антител (цетуксимаб) способно увеличить радиочувствительность опухолевых клеток.

Предварительные результаты предоперационной ХЛТ можно считать обнадеживающими – частота полных патологических регрессов 12,5-28 %, уменьшение объема опухолей в среднем на 58%, «улучшение» стадии заболевания по классификации TNM (по параметру T) в 41,7 % случаев, по-видимому, имеющееся снижение частоты местных рецидивов, и возможная корреляция степени регресса с последующей общей выживаемостью [3].

Выводы

1. Проведение химиолучевой терапии рака прямой кишки в зависимости от клинической ситуации может иметь следующие цели: снизить риск местного рецидива и улучшить выживаемость для операбельных пациентов; сделать возможным оперативное вмешательство при первично неудаляемых опухолях; способствовать выполнению сфинктерсохраняющих операций при низко расположенных новообразованиях; осуществлять консервативное, неоперативное циторедуктивное лечение при высоком хирургическом риске или при маленьких опухолях.

2. При оценке оптимального времени проведения адъювантной терапии установлено несомненное преимущество предоперационного химиолучевого лечения по сравнению с послеоперационным.

3. Ни одна из разработанных к настоящему времени схем химиолучевого лечения РПК не может быть признана оптимальной, также отсутствуют достоверные данные об эффективности различных комбинаций цитостатиков (например, капецитабин + иринотекан vs капецитабин + оксалиплатин).

ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАДИАЦИОННОЙ ЗАЩИТЫ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИ

Одной из актуальных проблем здравоохранения является разработка и внедрение современных технологий лечения онкологических больных. Перспективы в этой области во многих отношениях связаны с достижениями в лучевой терапии, которая среди существующих методов лечения по частоте и широте спектра применения занимает ведущее место.

Технический прогресс за последнее время в области лучевой терапии привел к совершенствованию аппаратуры для планирования и проведения облучения и созданию новых направлений в радиологии. С появлением такого количества точных методик и совершенствованием оборудования все значимее становится вопрос об обеспечении контроля качества и соблюдения мер радиационной защиты и безопасности.

Радиационная безопасность — комплекс мероприятий по обеспечению защиты человека, населения в целом и объектов окружающей среды от вредного воздействия ионизирующих излучений.

Соблюдение мер радиационной безопасности при проведении лучевой терапии подразумевает обеспечение защиты пациента, защиты медицинского персонала, вовлеченного в процесс лучевой терапии, и защиты лиц из населения.

Среди причин возникновения угроз для радиационной безопасности можно выделить причины, связанные с технической составляющей процесса лучевой терапии, и причины, обусловленные человеческим фактором.

На сегодняшний день техническое оснащение отделений лучевой терапии представлено только 19,6 % современных

аппаратов (год выпуска от 2000 г.). Не все отделения имеют в наличии аппаратуру для топографии, планирования и дозиметрии. Проблемным остается вопрос укомплектации штата квалифицированными инженерами-радиологами, медицинскими физиками, техниками-дозиметристами. Инженерно-техническая служба Украины представлена 153 инженерами-радиологами и 52 техниками-дозиметристами. Однако, даже с учетом всех существующих сложностей, качество предоставляемого лечения должно всегда оставаться на высоком уровне.

Для того, чтобы обеспечивать контроль качества проведенных процедур лучевой терапии, изначально необходима разработка положения о системе контроля качества внутри учреждения, регламентирующего порядок выполнения каждого этапа лучевой терапии. На основе положения о системе контроля качества должны проводиться внутренние аудиты и фиксироваться результаты. А для фиксации и сохранения информации о курсах лучевой терапии необходимо ведение отчетной документации.

Для повышения уровня радиационной защиты как пациентов, так и медицинского персонала необходимо постоянное соблюдение ряда базовых мероприятий:

- периодическая калибровка оборудования и профилактические осмотры состояния;
- проверка работоспособности системы сигнализации и средств, снижающих ошибки оператора путем отказа от требований, выходящих за проектную спецификацию;
- периодический контроль радиационного фона рабочих мест и поверка личных дозиметров;
- «двойная проверка» каждой процедуры, обсуждение плана лечения каждого пациента всеми вовлеченными сотрудниками;
- требования по обучению и повышению уровня квалификации персонала;
- периодический контроль знаний;
- применение средств сигнализации для исключения попадания в зону ионизирующего излучения лиц из населения.

Кроме соблюдения вышеперечисленных мероприятий, для поддержания высокого уровня радиационной защиты следует обратить внимание на повышение уровня культуры безопасности персонала и формирования личной ответственности, создание в коллективе политики, направленной на критическое отношение к своим действиям. Только самоконтроль и внимательное выполнение всех этапов предоставляемого лучевого лечения приведет к положительным результатам.

СПОНТАННІ РІВНІ АБЕРАЦІЙ ХРОМОСОМ У ЖИТЕЛІВ МІСТА КИЇВ У ВІДДАЛЕНИЙ ПЕРІОД ПІСЛЯ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ АВАРІЇ

Інтенсивний розвиток сучасних радіаційних технологій, виникнення техногенних аварійних ситуації поступово збільшують навантаження на довкілля і, як наслідок, на геном людини, що потребує вивчення спонтанних рівнів мутагенезу в нових умовах.

Метою дослідження було вивчення спонтанного рівня мутагенезу в лімфоцитах крові клінічно здорових жителів міста Київ, територія якого не віднесена до зони радіоактивного забруднення внаслідок аварії на ЧАЕС, у віддалений період після Чорнобильської аварії.

Дослідження виконано в період 2000-2011 рр. Обстежено 51 мешканця Києва віком 18-63 років, які не мали свідомих контактів з іонізуючим випромінюванням та іншими мутагенними чинниками. Дослідження проводили з використанням класичного методу аналізу рівномірно забарвлених хромосом. Проаналізовано 15 195 метафазних пластинок.

За результатами дослідження у період через 15-25 років після Чорнобильської аварії у жителів Києва спонтанна частота лімфоцитів із пошкодженнями структури хромосом становить $3,32 \pm 0,15$ %, усіх типів структурних аберацій хромосом разом – $3,47 \pm 0,16$ %, хроматидного типу – $2,20 \pm 0,12$ %, хромосомного типу – $1,27 \pm 0,09$ %, ацентриків – $1,00 \pm 0,08$ %, дицентричних + центричних кільцевих хромосом – $0,11 \pm 0,03$ % та атипових моноцентриків – $0,16 \pm 0,03$ %. Це високо вірогідно перевищує значення, наведені в літературі для населення європейської частини Росії і в доаварійний та післяаварійний періоди.

У киян (18-50 років) інтенсивність хромосомного мутагенезу не залежить від віку. У даний час дослідження зі встановлення спонтанної частоти хромосомних пошкоджень у мешканців Києва, старших за 50 років, продовжується.

ПЛУТОНИЙ В ГИДРОБИОНТАХ ЧЁРНОГО МОРЯ

После аварии на Чернобыльской АЭС в Чёрное море поступило антропогенное радиоактивное загрязнение, в составе которого находились альфа-радионуклиды плутония (Pu). Они в современной радиоэкологической ситуации входят в число основных дозообразующих техногенных альфа-радионуклидов. Миграция Pu в природной среде в значительной степени связана с растворимостью его соединений в воде. И хотя растворимость Pu и его соединений, в частности оксидов, мала и измеряется микрограммовыми количествами вещества, но так как весовые количества Pu в природных средах на несколько порядков ниже уровня растворимости, то в водной среде значительная его часть находится в растворенной форме, и это имеет решающее значение в перемещении нуклида в системе «вода-гидробионт». Доля растворённого Pu зависит от характеристик водной среды и может изменяться. Растворимая фракция Pu в черноморских поверхностных водах может содержать более 90 % радионуклида, а следовательно, играть существенную роль в биотической миграции плутония.

Целью нашего исследования было изучение радиоэкологических характеристик биотической миграции радионуклидов $^{239+240}\text{Pu}$ в черноморских экосистемах для определения и прогноза радиоэкологической ситуации в Чёрном море. Для достижения поставленной цели решались следующие задачи: определение уровней содержания Pu в черноморских гидробионтах в постчернобыльский период, оценка аккумуляционной способности представителей разных таксонов, включая виды, потребляемые человеком в пищу, и её влияние на поток поступления Pu в биотические компоненты по трофической цепи, расчет величины дозовых нагрузок для черноморских

гидробионтов от альфа-излучения $^{239+240}\text{Pu}$. А также последующее аналитическое использование полученных данных для оценки радиоэкологической ситуации в море в отношении этих радионуклидов путем применения концептуальной модели зон хронического действия мощностей доз ионизирующего излучения в природе, предложенной Г.Г. Поликарповым, и сравнение существующих доз с рекомендованным уровнем безопасных доз.

В результате изучения аккумулирующей способности черноморских гидробионтов в отношении Pu было установлено, что ее интенсивность, количественно характеризуемая коэффициентами накопления, составляет значительные величины и зависит от принадлежности водных организмов к определенной таксономической группе. В целом, основные группы черноморских гидробионтов по величине аккумуляционной способности можно расположить в ряд, указывающий на убывание коэффициентов накопления: фитопланктон (10^5) – зоопланктон (10^4) – макроводоросли (10^3 - 10^5) – двустворчатые моллюски (10^2 - 10^3) – крабы (10^2) – рыбы (10^1 - 10^2). Внутри больших таксономических групп возможны значительные различия K_n , как это было установлено для многоклеточных водорослей, величины которых убывают в ряду: филлофора (красная водоросль) – цистозира (бурая водоросль) – ульва (зеленая водоросль).

Величина коэффициентов накопления указывает на степень усиления перехода радионуклида из воды в звенья различного уровня трофической цепи и на роль гидробионтов в усилении биогенного потока элемента.

Изучение перераспределения плутония в отдельных частях тела гидробионтов, используемых в качестве морепродуктов (рыбы, мидии, крабы), показало, что основная масса радионуклидов плутония сосредоточена в элементах внутреннего или внешнего скелета черноморских организмов (от 40 до 90 %) и может быть отчуждена при использовании гидробионтов в пищу. Это дает возможность существенно снизить поступление радионуклида в организм человека, и, соответственно, дозовые

нагрузки на человека от морепродуктов. А в природных экосистемах идет перераспределение потока миграции плутония в неорганические компоненты (в частности, в донные отложения). Кроме того, в природных экосистемах, при поедании особей целиком величина потока плутония в пищевой цепи сохраняется.

Дозовые нагрузки для черноморских гидробионтов различных таксономических групп и трофических уровней составляли мощности доз от $n \cdot 10^{-1}$ до $n \cdot 10^2$ мкЗв·год⁻¹, что на несколько порядков величин ниже предела безопасных доз для популяций гидробионтов.

Согласно радиохемозкологической концептуальной модели зональности хронического действия ионизирующего излучения Г. Г. Поликарпова, дозовые нагрузки от альфа-излучения ^{239,240}Pu для черноморских гидробионтов достигают уровней доз, характерных для «Зоны радиационного благополучия» только для представителей фитопланктона и филофоры. Дозовые нагрузки для остальных групп черноморских организмов составляют величины, характерные для «Зоны неопределенности». Поэтому уровни содержания плутония в гидробионтах Чёрного моря на современном этапе не представляют угрозу здоровью популяций гидробионтов.

Таким образом, дозовые нагрузки от ^{239,240}Pu, имеющего длительный период полураспада носят характер хронического воздействия на биоту, но при современных уровнях концентраций радионуклида не оказывают негативного воздействия на биотические компоненты черноморских экосистем.

Изученные количественные радиохемозкологические характеристики черноморских гидробионтов, описывающие особенности биотической миграции плутония и использованные аналитические подходы могут служить основой оценки радиозкологической ситуации в водоёме и её прогноза при различных уровнях содержания плутония в водной среде.

РАДИАЦИОННО-ЗАЩИТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ПОЛИДИСПЕРСНЫХ МОДИФИКАТОРОВ

Одним из основных методов снижения радиационного облучения человека является использование специальных средств индивидуальной и коллективной защиты. Создание защитных материалов базируется на известных «классических» эффектах физики взаимодействия ионизирующего излучения с веществом. Развитие науки в данной отрасли позволяет осуществить новый подход в разработке радиационно-защитных материалов (РЗМ).

Одним из подходов к созданию новых радиационно-защитных материалов является внесение в различные конструкционные матрицы наполнителя – модификатора по отработанной нами технологии. Матрица определяется исходя из условий его применения, т. е. она обеспечивает необходимые механические свойства (повышенную эластичность, жесткость или прочность и т. д.)

В качестве наполнителей используются радиозащитные материалы в виде ультрадисперсных частиц (УДЧ) некоторых металлов и их соединений. Разнообразные уникальные свойства ультрадисперсных систем обусловлены специфическим характером состояния электронов в малых (порядка 1-100 нм) частицах. При соответствующем выборе материалов матрицы и вещества – наполнителя и переводе последнего в ультрадисперсное состояние (то есть, измельчение до частиц с размерами менее 1 мкм), создаются условия для перехода электронов с УДЧ наполнителя в материал матрицы и обратно, т. е. происходит перераспределение зарядов и возникновение сильных локальных электрических полей.

На основании проведенного теоретического анализа, многих экспериментов и исследований сделан вывод по выявлению условий, при которых состояние модификатора существенно влияет на поглощение излучения материалом, в том числе в сторону его увеличения.

Задача создания новых защитных материалов решается путем определения значения дифракционного максимума прохождения излучения, по заданным технологическим параметрам, за счет снижения весовой части модификатора, с обеспечением необходимых защитных свойств.

Разработана методика определения пропорции модификатора и носителя.

Методика является «Ноу-Хау» авторов.

Разработанные тканевые материалы могут быть использованы для изготовления радиационно-защитной одежды для персонала, работающего в условиях облучения. Накидки, белье, халаты, фартуки, головные уборы, обувь, прокладки и др. могут заменить соответствующие свинецсодержащие изделия.

При толщине материала 0,3 мм радиационная защита эквивалентна слою свинца 0,14 мм.

Испытания санитарно-гигиенических свойств материалов и изделий определили их соответствие требованиям существующих санитарных норм.

На данный момент изготовление резиновых и тканевых материалов прошло отработку в лабораторных условиях и находится в стадии технического внедрения.

Производство изделий радиационно-защитной одежды на основе новых эластичных материалов может быть освоено на производственных базах Украины. Для этого необходимо выполнение комплекса работ по утверждению технических условий на материалы и изделия, проведение натурных испытаний в медицинских учреждениях.

*Ткаченко В. И., Хворостенко М. И.,
Кихтенко И. Н., Хворостенко Ю. М.*

ОСНОВЫ СОЗДАНИЯ АНОМАЛЬНЫХ ЗАЩИТНЫХ СРЕД

Известны закономерности проникновения ионизирующего излучения (И. И.) сквозь различные среды, в основе которых лежат классические представления;

- ослабление интенсивности потока квантов проникающего излучения, которое прошло через слой вещества, подчиняется экспоненциальной зависимости Бугера;

- коэффициент ослабления проникающего излучения через вещество не зависит от агрегатного состояния;

- траектория движения квантов ионизирующего излучения в веществе прямолинейна.

Вместе с тем, нами открыты новые закономерности, вступающие в противоречие с общепринятыми, суть которых состоит в том, что некоторые полидисперсные среды позволяют резко уменьшить количество защитного вещества, не увеличив при этом степень проникновения радиации. Используя наши разработки при технологическом получении защитных материалов, в которых матрицей служит резина, удалось создать многослойную «квантовую ловушку» при каландровании листа в виде множества тонкослойных плоскостей, размещенных внутри друг друга (по принципу «матрешки»).

При этом в объеме полимерной матрицы радиозащитный модификатор в виде полидисперсной смеси сложных окислов редкоземельных элементов содержал всего лишь около 10 % ультрадисперсных частиц (УДЧ) в диапазоне (10^4 - 10^6 нм), а размеры остальных частиц находились на несколько порядков больше, чем размеры УДЧ. Радиозащитный модификатор при облучении в рентгеновском диапазоне (40-120 кэВ) обеспечивал

более чем 20-кратную аномалию в ослаблении интенсивности потока квантов рентгеновского излучения, по сравнению с теми величинами, которые следовало ожидать из классического закона Бугера.

Технология получения многочисленных квантовых ловушек является «know-how». При нормальной работе многослойной квантовой ловушки часть пучка трансформируется во вторичное рентгеновское излучение в первом слое и, распространяясь в нем по замкнутой траектории, теряет энергию. Та же часть пучка, которая при фронтальном облучении первого слоя прошла мимо полидисперсных частиц защитного модификатора, сформировавшихся в систему ансамблей, попадает на второй слой и часть уже этого (в определенной мере ослабленного пучка) снова трансформируется во вторичное рентгеновское излучение и, распространяясь во втором слое по замкнутой траектории, дополнительно теряет энергию и т. д.

Полученные результаты можно применить и для изготовления других материалов, например, контрастных медицинских нитей (хирургических), т. е. наносить на их поверхность тонкослойное покрытие в виде «квантовых ловушек».

Проблема рентгенконтрастных материалов в медицине, особенно в хирургии, является в высшей степени актуальной. Обладая особыми физико-химическими свойствами и медико-биологическими показателями, они должны обеспечивать надежный контроль местоположения и формы в организме.

Существующий шовный материал (шелк, капрон, лавсан, нейрорхирургические нити), к сожалению, не отвечает всем требованиям, что не позволяет проследить за состоянием швов после операции, отметить участки тела или органа для целенаправленной лучевой терапии, исключить вероятность оставления в организме больного инородных тел, не обладающих рентгеноконтрастными свойствами.

Нами разработан новый рентгеноконтрастный шовный материал благодаря оригинальному сочетанию состава, концентрации и

структуры наполнителей из частиц различных материалов или их соединений.

По специально разработанной технологии рентгеноконтрастный наполнитель наносили на шелковые, лавсановые и капроновые нити, применяемые для хирургических вмешательств. Выполнены испытания на механическую прочность, изучено влияние на контрастные свойства некоторых химических и биологически активных веществ, воздействие на окружающую ткань при введении в организм.

Контрастные свойства изучены при рентгенографии шовного материала, в сравнении с лучшими мировыми образцами. При этом оптическая плотность эквивалентна плотности свинца толщиной 0,2 мм и превышает оптическую плотность зарубежной нити в 1,8-2 раза.

Пребывание нити в различных химических и биологически активных жидкостях не изменяет ее контрастных свойств.

При стерилизации отмечено снижение контрастных свойств на 9-13 %, что не снизило визуализацию нитей в бедре белых крыс на протяжении полугодового наблюдения.

Изучение морфологического состава тканей, окружающих опытный образец нити, по общепринятым методикам показало отсутствие влияния на них контрастного состава, наносимого на нити.

Шовный материал, обработанный ультрадисперсной смесью, незначительно меняет свои основные физико-химические свойства и соответствует стандартам, установленным в хирургии. Он может сохраняться длительное время без потери качеств.

Выводы:

1. На основе полученных фундаментальных научных результатов выполнены феноменологические обоснования оригинального концептуального подхода к созданию радиозащитных материалов нового технического уровня, заключающегося в формировании внутри или на поверхности матричных материалов квантовых ловушек, обеспечивающих резкое увеличение

пути пробега квантов без увеличения толщины слоя облучаемого материала.

2. Наибольшей защитной способностью обладают квантовые ловушки, выполненные в виде множества сформированных в матрице замкнутых самих на себя объемных фигур, размещенных внутри друг друга с зазорами по принципу «матрешки».

3. Нити с пленочными квантовыми ловушками могут непосредственно использоваться для изготовления защитной одежды, предохраняющей от проникающего излучения.

НЕВИРІШЕНІ ПРОБЛЕМИ РАДІАЦІЙНОЇ ТА ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ НАВКОЛО ПУ АЕС

У період з вересня 2011 р. по січень 2012 р. був проведений екологічний аудит енергоблоків ПУ АЕС. Метою його проведення було визначення екологічної обгрунтованості продовження термінів їх експлуатації, встановлення відповідності діяльності АЕС вимогам законодавства про охорону навколишнього природного середовища.

Відповідальний виконавець робіт «Державний науково-інженерний центр систем контролю та аварійного реагування» (м. Київ).

Як показано у звіті екологічного аудиту, вихід з будь-яких причин радіонуклідів з-під оболонки твелів приводить до надходження їх до теплоносія першого контуру. Невелика кількість радіоактивних продуктів може також потрапити до носія першого контуру в результаті нейтронної активації конструкційних матеріалів.

Серед продуктів активації, що знаходяться в теплоносії першого контуру, на особливу увагу заслуговує тритій. Він утворюється безпосередньо при поділі ядер палива як продукт потрійного поділу, а також у результаті взаємодії нейтронів з дейтерієм, якщо знаходиться у теплоносії першого контуру у вигляді D_2O та активації борної кислоти.

Вихід тритію з першого контуру можливий при організованих протіканнях або зливанні води з першого контуру в баки зливу першого контуру.

Крім того, процеси активації в повітрі у безпосередній близькості до корпусу реактора викликають утворення незначних кількостей газоподібних радіоактивних часток, включаючи тритієву воду та інертні гази.

Слід додати, що як показують багаторічні дослідження, помітна кількість тритієвої води надходить через випаровування з бризками охолоджуючих комплексів та з поверхні ставка-охолоджувача у повітря, а з рідкими промислово-каналізаційними скидами – до відкритих водоймищ і підземних водних горизонтів.

У результаті періодичної регенерації та зміни іонообмінних смол установок водоочистки утворюються як рідкі, так і тверді радіоактивні відходи.

Протікання у парогенераторі теплоносія першого контуру у другий контур, ведуть до радіоактивного забруднення води цього контуру.

Гази, які накопичуються у першому контурі під час експлуатації відводяться з нього, утворюючи газоподібні викиди, які містять у собі тритієву водяну пару, радіоактивні інертні гази (ксенон, криптон) та інші радіоактивні аерозолі.

Під час перевантаження палива може підвищуватися вихід рідких радіоактивних речовин, деякі радіонукліди можуть також надходити в атмосферу з басейну витримки паливних елементів, шахт ревізії апаратів і блоку захисних труб.

Крім того, при ремонті та техобслуговуванні обладнання реактора під час його зупинки утворюються різні радіоактивні відходи всіх трьох видів.

Звичайно такі механізми можливого потрапляння радіонуклідів у навколишнє середовище існують і на ПУ АЕС, що підтверджується результатами досліджень, як ЛЗД ПУ АЕС, так і іншими компетентними структурами (наприклад, у 2000-2005 рр. концентрації ^3H у воді П. Бугу у районі скиду продувних вод були у 2 і більше рази вищі за природні концентрації: звіти ЛЗД, НДЛ «Ларані» та ін.). Тому вважаємо, те, що у висновках (пункт 24) стверджувалося, що радіаційний стан знаходиться на тому рівні, що й до пуску енергоблоків в експлуатацію (пункт 21), що вміст ^{134}Cs , ^{60}Co , ^{54}Mn у пробах повітря, атмосферних опадів, водних об'єктів, ґрунту та рослин знаходиться на рівні значень до пуску АЕС (ці станційні

радіонукліди до пуску АЕС в об'єктах навколишнього середовища взагалі на реєструвалися) не дуже коректно.

Доречі, також було б корисно, на наш погляд, показати в матеріалах екологічного аудиту результати досліджень і запропонувати рекомендації наукових установ радіологічного профілю України, які проводились в районі ПУ АЕС. Фахівці АЕС були ознайомлені з ними, і можна було б показати, які заходи були здійснені щодо покращення радіаційного стану.

Так, за результатами досліджень НДІ «Ларані» рекомендувалося до обсягу контролю радіаційного забруднення (таблиця 6.5., об'єкти і пункти контролю) додати: контроль концентрації тритію у повітрі в м. Южноукраїнськ, на проммайданчику АЕС (НРБУ-97 це нормувалося), використовувати пересувну аспіраційну установку для оперативного відбору проб повітря по факелу викиду з вентиляційної труби з урахуванням метеоумов, контроль донних відкладень як природного об'єкту накопичення радіоактивних речовин у р. Арбузинка (с. Новоселівка) і водної рослинності, яка кумулює радіонукліди і є природним продуктом, який входить у харчовий раціон риби, качок і гусей, внести додатковий пункт радіаційного контролю води і водних компонентів в р. Арбузинка (с. Новоселівка) у місці надходження фільтрації вод з третього біоставка ТФК.

Крім того, рекомендувалося розробити (і реалізувати) проект щодо підвищення ефективності функціонування ставків біоочищення ТФК через періодичне (по мірі необхідності) їх очищення від мулів, водних рослин, які зменшують проектні об'єми ставків, кумулюють радіоактивні речовини, важкі метали й інші токсичні речовини, що у свою чергу вимагає їх подальшої дезактивації й утилізації.

У висновках немає чіткого пояснення відносно продувки ставка-охолоджувача (пункт 3). Постійна продувка ставка-охолоджувача АЕС проектом не передбачена. Періодична продувка (як часто? обсяг?) проводиться у р. Південний Буг, а з 2007 року – в Олександрівське водосховище (руслове), тобто в р. Південний Буг (пункт 20). На цей час продувка здійснюється постійно, що знижує мінералізацію води в ставку-охолоджувачі.

Компенсується зменшення обсягу води у ставку-охолоджувачі водою з р. Південний Буг. Тобто Ташлицьке водосховище теж є русловим водосховищем р. Південний Буг.

Наостанок. У розділі 2.1.8.2 «Аварійний план ВП ЮУ АЕС» показано, що заходи аварійного реагування, які виконує АЕС щодо захисту населення та навколишнього середовища, обмежуються зоною спостереження (30 км зоною) і дається їх поділ на чотири пункти, серед яких немає пункту щодо проведення своєчасної йодної профілактики населення. Чи існує такий захід на АЕС? Чи відповідає план його реалізації у разі виникнення аварійної ситуації рекомендаціям інспекції держатомреагування України, представленим у їх проекті нормативного акту «Порядок проведення йодної профілактики населення України» (№ 17-05/5815-366к від 04.10.2011р.)?

Висновки

1. З метою підняття достовірності оцінки радіаційної ситуації навколо АЕС додати в перелік об'єктів і пунктів радіаційного контролю контроль концентрації тритію у повітрі в м. Южноукраїнськ, на промайданчику АЕС, контроль донних відкладень і водної рослинності у р. Арбузинка (с. Новоселівка), у р. П. Буг (500м від скиду продувних вод).

2. Вбачається доцільним проведення робіт з підвищення ефективності роботи ставків біоочищення ТФК, в першу чергу через періодичне очищення їх від мулів до проектного рівня, з подальшою їх дезактивацією й утилізацією.

3. Відкоригувати заходи аварійного реагування, які виконує АЕС у санітарно-захисній зоні і зоні спостереження, зокрема щодо своєчасної ефективної йодної профілактики населення, як рекомендує державна інспекція ядерного регулювання України (№17-03/5815-366к від 04.10.2011).

4. Можна погодитись, що в умовах нормальної експлуатації енергоблоків ПУ АЕС продовження терміну їх подальшої експлуатації не призведе до істотного негативного впливу на навколишнє середовище.

*Хворостенко М. И., Хворостенко Ю. М.,
Кихтенко И. Н., Кислицына В. С., Саник В. И.*

РЕЗУЛЬТАТЫ КОМБИНИРОВАННОГО ЛЕЧЕНИЯ БОЛЬНЫХ РАКОМ ЖЕЛУДКА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВЕЛИЧИНЫ ДОЗЫ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ, ПОДВЕДЕННОЙ К ОПУХОЛИ И РЕГИОНАРНЫМ ЛИМФАТИЧЕСКИМ УЗЛАМ ПЕРЕД ОПЕРАЦИЕЙ

Проведен ретроспективный анализ результатов комбинированного лечения 218 больных раком желудка, пролеченных в Днепропетровском областном онкологическом диспансере с 1984 по 2004 г. Диагноз устанавливали на основе данных обследования перед операцией (рентгеновского, гастроскопии, биопсии), операционной ревизии и морфологического исследования удаленного препарата.

Все морфологические заключения были пересмотрены и опухоли перестадированы согласно 5-го издания классификации TNM 1997 г.

Лечение начинали с лучевой терапии.

Облучение проводили на кобальтовых аппаратах «Рокус-М» и «Агат-Р» в статическом режиме с двух встречных фигурных полей (абдоминального и вертебрального). Размер полей и площадь облучения определяли индивидуально. В зону 80-90 % изодозы включали желудок, перигастральные, брыжеечные и парааортальные лимфатические узлы, ворот печени и селезенки. Режим облучения – 4 Гр через день до суммарной очаговой дозы (СОД) 32 гр за 8 фракций у 129 больных (I группа) и 40-44 Гр за 10-11 фракций (II группа).

При таком режиме фракционирования доза в опухоли составила 71 и 88-97 ед ВДФ, что в перерасчете на традиционное фракционирование (по 2 Гр 5 раз в неделю) соответствует 42 Гр

и 54-56 Гр. Хирургический этап лечения проводили через 2-3 недели после облучения.

Лучевую терапию удовлетворительно перенесли 42,6 % больных первой группы и 73 % второй; лучевые реакции средней степени – 28,7 % и 21,4 %, тяжелой – 28,7 % и 45,6 % при том, что больные II-ой группы получили примерно на 25 % большую дозу.

Полученные данные объясняются тем, что 71,9 % больных II-й группы облучались в условиях общей экзогенной гипоксии, в то время как 96,9 % больных первой группы на воздухе.

Оценивая результаты после облучения в дозе 42 Гр и 54-56 Гр перед операцией, без учета прогностических факторов, не выявлено различий в количестве умерших в первые 2 года после лечения – 54 (41,9 %) больных, которые получили СОД 42 Гр и 37 (41,6 %) после СОД 54-56 Гр. Отмечается тенденция к увеличению 3-летней выживаемости у больных после СОД 54-56 Гр (48,8 % у первой группы и 53,9 % – у второй).

Увеличение СОД достоверно повлияло на 5-летнюю выживаемость как в I-й так и во II-й группах $31,8 \pm 4,1 \%$ и $49,4 \pm 5,3 \%$ ($t = 2,6$ $p < 0,01$).

Величина СОД, подведенная к опухоли перед операцией, оказывает существенное влияние на выживаемость уже при начальных стадиях болезни: 5-летняя выживаемость после СОД 42 Гр при I-ой стадии составила 80,6 %, после 54-56 Гр – 90,6 %. Со II-ой стадией 5 лет пережили 26,1 % и 41,2 %, с III - $9,1 \pm 4,3$ и $29,6 \pm 8,8 \%$ ($t = 2,1$ $p < 0,05$).

Из представленных данных видно, что доза, близкая к канцероцидной позволяет увеличить продолжительность жизни уже при начальных стадиях и достоверно повышается с увеличением распространенности опухолевого процесса.

Статически достоверные данные 5-летней выживаемости получены при увеличении СОД до канцероцидной в случаях если опухоль инфильтрировала все стенки желудка и поражала регионарные лимфатические узлы – ($T_3N_{1-2}M_0$).

Более пяти лет пережило $29,7 \pm 7,5$ % после облучения в СОД 54-56 Гр и только $10,0 \pm 4,2$ % ($t=2,3$ $p<0,02$) после дозы 42 Гр.

Выводы:

1. Лучевая терапия перед операцией основной массой больных раком желудка переносится удовлетворительно и не приводит к отсрочке оперативного лечения.

2. Увеличение СОД перед операцией способствует увеличению продолжительности жизни больных, особенно у лиц с местно-распространенным процессом.

КОНЦЕПЦІЯ БІОЛОГІЧНОЇ ДІЇ МАЛИХ ДОЗ ІОНІЗУЮЧОЇ РАДІАЦІЇ НА КЛІТИНИ ЦНС

Дослідження протеолітичних ферментів має першочергове значення для з'ясування механізму дії іонізуючої радіації на структурно-функціональні і метаболічні властивості нервової тканини. Зміни вмісту та інтенсивності оновлення білків ЦНС супроводжуються ранніми післярадіаційними змінами активності ферментів метаболізму білків. Дозова залежність післярадіаційних змін активності ферментів у тканинах головного мозку, можливо, свідчить, що в основі їх механізму лежать не тільки променеві модифікації, але й фактори, які визначають регуляторну дію на активність ферментів; до цих факторів належать хімічний склад і стан біологічних мембран, специфічні регуляторні метаболіти. Аналіз літературних даних стосовно наведених вище проблем свідчить, що протеолітична система нервової тканини практично не досліджена: є лише окремі роботи, у яких розглядається порушення протеолізу в мозку після опромінення. Щодо даних про вплив іонізуючого опромінення на активність цистеїнових лізосомальних катепсинів, то в у доступній літературі їх знайти не вдалось. У зв'язку з цим метою даної роботи було дослідження змін активності однієї з найпотужніших лізосомальних цистеїнових протеїназ з ендопептидазною активністю – катепсину L (КФ 3.4.22.15) – у функціонально та морфологічно різних структурах головного мозку і сироватці крові шурів залежно від дози іонізуючого випромінювання. За результатами наших досліджень, при опроміненні шурів в інтервалі доз від 0,05 Гр до 0,25 Гр із потужністю дози 0,26 сГр/хв визначаються відповідні зміни вільної активності катепсину L у структурах головного мозку, які залежать як від обраної дози, так і від досліджуваної структури головного мозку. Установлено також, що дозова залежність активності катепсину L сироватки крові шурів у

діапазоні малих доз має складний, нелінійний характер. Зроблено висновок, що встановлена нами дозова залежність активності катепсину L має спільний механізм залежності адаптивної відповіді за малих доз і узгоджується з концепцією біологічної дії малих доз іонізуючої радіації, згідно з якою клітина реагує на слабкі дії зовнішніх факторів як єдина, складна, ієрархічно організована система. Перевищення краю, який обмежує діапазон малих доз, активує в клітині реакцію адаптивної відповіді, яка залежить від потужності дози. Подальше підвищення інтенсивності зовнішньої дії призводить до тригерного переключення клітини в інший режим функціонування, для якого характерним є підвищений вихід генетичних ушкоджень, зумовлений роботою систем SOS-репарації.

**ВПЛИВ ХРОНІЧНОГО ГАММА-ОПРОМІНЕННЯ
НА ФІТОТОКСИЧНІСТЬ ТА ЕКСПРЕСІЮ ФАКТОРІВ
ПАТОГЕННОСТІ В БАКТЕРІЙ *PSEUDOMONAS*
*AERUGINOSA***

Питання про вплив хронічного опромінення на взаємодію рослин із фітопатогенними мікроорганізмами в екосистемах забруднених радіонуклідами територій залишається недостатньо вивченим. Отримані раніше дані свідчать, що рослини, вирощені на ділянках із високими рівнями радіонуклідного забруднення, більше ушкоджувалися фітопатогенами, порівняно з рослинами на незабруднених ділянках (Гродзинський та ін., 2008, Dmitriev et al., 2007), а хронічне опромінення може викликати прискорений ріст патогенних грибів (Гуца та ін., 2001).

Метою дослідження було вивчення впливу хронічного гамма-опромінення з малою потужністю дози на взаємовідносини бактерій *Pseudomonas aeruginosa* з рослинами.

Бактерії *Pseudomonas aeruginosa* різних штамів (фітопатогенні штами *IMB-9024* і *IMB-9096* та сапрофітні штами *IMB-8614*, *IMB-8615*, *IMB-8616*) культивували протягом 3-4 діб при потужності дози гамма-випромінення порядку $1,2 \cdot 10^{-8}$ Гр/с. Контрольні варіанти культивували за тих же умов без опромінення. Фітотоксичність бактерій оцінювали за методом Берестецького (Берестецький, 1972). Проліферативну активність бактерій (концентрацію бактеріальних клітин) та вміст піоціаніну оцінювали у відносних одиницях за оптичною густиною бактеріальних суспензій (спектрофотометр СФ-46, λ 600 нм і 330 нм відповідно).

Показано, що хронічне опромінення бактерій *P. aeruginosa* з низькою потужністю дози протягом ряду генерацій приводить

до зміни їх фітотоксичності. Опромінення фітопатогенних штамів *P. aeruginosa* 9024 і *P. aeruginosa* 9096 та сапрофітних штамів *P. aeruginosa* 8615 і *P. aeruginosa* 8616 викликало підвищення їх фітотоксичної активності. Опромінення фітопатогенного штаму *P. aeruginosa* 9095 і сапрофітних штаму *P. aeruginosa* 8614 змінювало їх фітотоксичний вплив на ростостимулюючий. Можна припустити, що зростання патогенності бактерій при дії хронічного опромінення може бути пов'язане як зі збільшенням швидкості розмноження бактерій, так і з синтезом бактеріями *P. aeruginosa* важливого фактору їх патогенності – пігменту піоціаніну, для якого характерний широкий спектр дії.

Установлено, що хронічне опромінення викликало значне зростання (приблизно в 2 рази) проліферативної активності фітопатогенного штаму *P. aeruginosa* 9024. Певне зростання швидкості розмноження (до 30 %) спостерігали і в інших фітопатогенних штамів 9095 та 9096.

Показано, що при хронічному опроміненні всі досліджені фітопатогенні штами *P. aeruginosa* (9024, 9095, 9096) утворювали значно більші кількості піоціаніну, порівняно з неопроміненими варіантами.

Отже, низькоінтенсивне хронічне опромінення бактерій *P. aeruginosa* може посилювати або послаблювати патогенність у різних штамів, що приводить до суттєвої модифікації взаємодії бактерій із рослинами. Стимулюючий вплив неопромінених бактерій на ріст рослин унаслідок опромінення може змінюватися на значний фітотоксичний вплив і навпаки.

КУМУЛЯЦИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПЕРГЕ – ПОКАЗАТЕЛЬ ЗАГРЯНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Пчелы полностью отвечают критериям биоиндикаторов и совместно с продуктами своей жизнедеятельности служат уникальными объектами исследований, при помощи которых можно получать большой комплекс экологических параметров состояния окружающей среды. При этом, данные о действии техногенных факторов на экологическую чистоту продукции пчеловодства противоречивы.

Целью исследований было изучение зависимости содержания Fe, Zn, Cu, Cr, Ni, Pb и Cd в перге. Образцы материала были собраны в августе в экологических зонах Купянского Харьковской области. Пасеки находились на расстоянии 10 км (I опытная) и 25 км (II опытная) от промышленного центра Купянска – экологической зоны средней техногенной нагрузки. Контролем служила фермерская пасека Волчанского района. Образцы перги отбирали из трех ульев каждой зоны в весенний период и определяли концентрацию отдельных тяжелых металлов на спектрофотометре СП-115ПК. Пчелы, собирая пыльцу и нектар с растений, содержащих токсические или вредные вещества, не только подвергаются смертельной опасности, но и становятся опасным источником загрязнения продуктов, производимых ими. Анализ результатов исследований свидетельствует, что в перге, полученной с опытных пасек, по сравнению с пергой контрольной пасеки, установлено достоверно низкое содержание исследуемых металлов, кроме железа и кадмия, данные по которым не достоверны (табл. 1).

Таблица 1

Содержание тяжелых металлов в перге, М ± m мг/кг

Тяжелые металлы	Расстояние от промышленного центра, км		
	0 (контроль)	10 (I опытная)	25 (II опытная)
Железо	40,62 ± 2,18	32,0 ± 1,8	28,7±1,6**
Цинк	53,10 ± 1,71	47,22 ± 1,32*	42,5±1,7**
Медь	5,4 ± 0,16	3,88 ± 0,14***	3,42±0,2***
Хром	6,2 ± 0,2	4,35 ± 0,2***	3,91±0,03***
Никель	0,8 ± 0,04	0,59 ± 0,04*	0,57±0,05*
Свинец	2,2 ± 0,10	1,33 ± 0,08***	1,15±0,06***
Кадмий	0,13 ± 0,01	0,10 ± 0,01	0,08 ± 0,006*
*P < 0,05; **P < 0,01; ***P < 0,001.			

Процентное содержание отдельных тяжелых металлов в перге неравномерно и зависит от расстояния к центру техногенного загрязнения. Более выраженное уменьшение содержания отмечено для Си, Cr, Pb, Cd и меньше для Fe, Zn, что может свидетельствовать о разной интенсивности распространения этих элементов в пределах 10 и 25 км от промышленного центра. Следует отметить, что содержание перечисленных выше тяжелых металлов в перге, полученной со II опытной пасеки, значительно меньше, чем в перге, полученной с I пасеки. Содержание меди, хрома и свинца в перге с опытных пасек снижалось более значительно, чем железа, цинка, никеля и кадмия, что может обуславливаться разной интенсивностью их распространения от промышленных объектов и поступления в медоносные растения.

Итак, повышенное содержание тяжелых металлов в пчелопродукции с пасеки, расположенной в условиях крупного промышленного центра, свидетельствует о выраженном физиологическом воздействии агроэкологических факторов, которое сопровождается кумуляцией отдельных тяжелых металлов в продукции медоносных пчел.

TRADE IMPLICATION OF GREEN PROTECTIONISM IN MODERN WORLD ECONOMY

There has been a major shift in popular views on the environment in the past two decades. Protectionism by developed countries against emerging economy industries is on the rise. The environment for protectionism has been exacerbated by the current global financial crisis.

Green protectionism is:

I. The intentional use of tariffs, government procurement, subsidies or other traditional non-tariff measures to protect or support a nascent «green» industry (e. g., fuel ethanol). Variation: reluctance to liberalize environmental goods so as to protect products with dual uses (e.g., pumps).

II. The strategic use of environmental policies to protect or support a domestic industry (e.g., chemical residues in textiles or farm products), green or non-green.

III. Government environmental policies that unintentionally reduce foreign producers' access to the domestic market (e. g., pesticide re-registry laws).

The use of protectionist measures where these undermine sustainable development is reprehensible, but justifying such measures on spurious environmental grounds is worse. It serves to fuel suspicion about measures that are adopted appropriately in response to genuine environmental or developmental concerns. The WTO alone cannot decide the legitimacy of such measures, and should rely on the expertise of other international institutions.

Fears of green protectionism – the use of measures for narrow protectionist ends under the guise of addressing legitimate environmental goals – lie at the heart of much of the opposition to the proper accommodation of environmental concerns in the WTO.

Whilst interventionist measures should be dismantled where these are found to frustrate progress on sustainable development, they should be retained where they contribute to such progress. It can, however, be very difficult to distinguish genuine environmental interventions from illegitimate green protectionism: the impacts of any measure tend to be complicated, perhaps affecting natural resource use and economic welfare in many countries. The current rules and institutional arrangements of the WTO do not have the capacity to adequately adjudicate on this key distinction between legitimate interventions and green protectionism.

The first step to addressing the problem is to make sustainable development the transparent goal of international decision-making, including decision making within the WTO. Assessment of interventionist measures on these grounds would entail the need to take full account of their international impacts – in terms both of the developmental and environmental impacts of a measure on other countries, and in terms of the impact on the global environment. Such an assessment must grapple with both trade and environment issues.

That the WTO does not have the capacity or expertise to make them by itself. If the economic instruments in the WTO's toolbox are to be used in pursuit of sustainable development, then the WTO will have to rely on expertise drawn from other international institutions to help with the proper use of these tools. The WTO is simply not equipped to deal with the environmental and developmental elements of the complex decisions outlined above.

To sum up, it is necessary to understand that:

1. WTO Members should use their plenary statements, their interventions in working groups and their communications materials to assert that sustainable development should be the guiding principle in shaping and applying WTO rules – even where this may seem to conflict with expanding trade in goods and services.
2. WTO Members should instruct the Commission on Trade and Environment to contribute, in partnership with bodies such as

UNEP, CSD and the MEA Secretariats, to a formal process of dialogue on future regulatory and decision-making relationships between the WTO and other multilateral agencies.

In addition to the information we have to pay attention to some policy recommendations:

- Learn to recognize stealthy protectionism, especially dressed up in green camouflage.
- Don't over-sell the domestic employment benefits of green investments.
- If markets are distorted by other policies, it may be better to fix those policies before committing large public funds.
- Difficult to get the balance right: delaying investments may lock in more polluting activities, but rushing decisions may lock in poorly performing or expensive «greener» solutions.
- We need more transparency on ALL policies, not just current stimulus package, plus better information on what our policies are actually doing for, and to, the environment.

Green protectionism not only a potential problem for the world's trading system, but also to environmental goals. Threat of using trade measures already having a chilling effect on negotiations.

**ОЦЕНКА ПОТОКОВ ПРИРОДНОГО РАДИОНУКЛИДА
 ^{210}Po В ДОННЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ ЧЕРНОГО МОРЯ**

Природный радионуклид ^{210}Po известен как один из основных радиотрассеров биоседиментационных процессов в морях и океанах [1-3]. Собственные результаты исследования поведения этого изотопа полония в черноморской воде подтверждают его ассоциированность с органическим веществом в морской среде. В работе приведена оценка потоков ^{210}Po с поверхности Черного моря в донные отложения и представлены их зависимости от скоростей осадконакопления как суммарного взвешенного вещества, так и его биогенной составляющей. Полученные данные свидетельствуют о том, что этот радионуклид может служить также индикатором качества биогенного вещества в морских средах.

ЗМІСТ

Атаманюк Н. П., Дерев'янка Л. П., Талько В. В., Шелковський М. В., Яніна А. М., Фролова Н. О., Косякова Г. В., Мегедь О. Ф., Гула Н. М. Вивчення канабіноїдного препарату N-стеароїлетаноламіну як радіомодифікуючого засобу.....	1
Балєва Л. С., Сипягіна А. Є., Сусков І. І., Сичов Д. А. Роль спадкового поліморфізму у формуванні захворювань у дітей опромінених батьків у результаті аварії на ЧАЕС і розробці тактики лікування	3
Бандажєвський Ю. І., Дубова Н. Ф., Швартау В. В., Козярин І. П. Оцінка впливу радіаційно-хімічного фактору на репродуктивні процеси живих організмів (експериментальне дослідження)	5
Григор'єва Л. І., Томілін Ю. А., Мельнов С. Б., Смольник Н. С. Пошук шляхів удосконалення системи еколого-дозиметричного моніторингу територій поблизу ядерних об'єктів	8
Гудков І. М. Протирадіаційний біологічний захист: стан, проблеми і перспективи	11
Дрозд І. П., Сова О. А., Шитюк В. А. Дозоутворення в лабораторних щурів за перорального надходження ¹³¹ I з блокуванням та без блокування щитоподібної залози стабільним йодом.....	14
Запорожець Ю. М. Автономний хімзавод на плавучій платформі, який переробляє сонце, повітря і морську воду в товарну продукцію.....	19
Іванкова В. С., Шевченко Г. М., Хруленко Т. В., Гореліна Г. Л., Отрощенко І. П., Хруленко Л. Т., Столярова О. Ю., Палій М. І., Галяс О. В. Профілактика ранньої місцевої токсичності при проведеної внутрішньопорожнинної променевої терапії у хворих на місцево поширений рак шийки матки.....	23
Кулич Н. В. Дослідження паливовмісних матеріалів із 4-го блоку ЧАЕС.....	26
Липська А. І., Желтоножський В. О., Ніколаєв В. І., Шитюк В. А., Кулич Н. В. Особливості міграції техногенних радіонуклідів у ґрунтах ближньої зони відчуження ЧАЕС	28

Мельничук С. Д., Морозова В. С., Хижняк С. В., Войцицький В. М. Гіпобіоз: природа, біологічна роль, механізми	31
Мірзоєва Н. Ю., Гулін С. Б., Архипова С. І., Коркишко Н. Ф., Мигаль Л. В., Мосейченко І. Н., Сидоров І. Г. Потоки міграції і депонування післяаварійних радіонуклідів ^{90}Sr і ^{137}Cs у різних районах Чорного моря (елементи біогеохімічних циклів)	34
Огородник А. М. Оцінка стану біоти техногенно порушених екосистем за показниками радіоємності	36
Прищепов О. Ф., Кльосова А. О. Заходи щодо зниження викидів забруднюючих речовин автотранспортом	38
Радченко А. М., Макарова О. В. Підвищення екологічної безпеки газових котельних підприємств автоклавного виробництва будівельних матеріалів	41
Россіхін В. В., Яковенко М. Г., Кривицька І. А., Корнієнко Є. М. Гриби і глобальна загроза	44
Сипягіна А. Є., Балева Л. С., Шаригін В. Л., Пулатова М. К., Карахан Н. М., Даниличева Л. І. Альтернативні шляхи біологічної дозиметрії у дітей, що отримали малі дози іонізуючого випромінювання	46
Сипягіна А. Є., Балева Л. С., Малишев В. С., Казан Ю. М., Карахан Н. М., Боровкова А. М., Алпацька А. В. Порівняльний аналіз формування алергічних бронхолегеневих захворювань у дітей, що проживають у регіонах із різним рівнем радіонуклідного забруднення після аварії на ЧАЕС	49
Старенький В. П., Сухіна Є. Н., Свинаренко А. В., Васильєв Л. Л., Грищенко Т. П., Шустов І. Б., Забобоніна Л. В., Білозір Н. В., Пилипенко І. Н., Грановська А. І. Результати роботи радіотерапевтичного комплексу Varian: досвід першого року експлуатації	52
Свинаренко А. В., Сухіна Є. Н., Грищенко Т. П., Старенький В. П., Насонова А. Н., Сухін В. С. Порівняльна характеристика різних методів лікування метастазів у головний мозок	55
Свинаренко А. В., Сухіна Є. Н., Грищенко Т. П., Старенький В. П., Насонова А. Н., Сухін В. С. Мультимодальний підхід до лікування раку прямої кишки	58
Семікоз Н. Г., Горovenko Р. Є., Селівра Ю. Н., Возняк О. І. Забезпечення радіаційного захисту при проведенні променевої терапії	61

Тарасенко Л. В., Бездробна Л. К., Циганок Т. В., Носач Ю. О., Мельник Т. В. Спонтанні рівні аберацій хромосом у жителів міста Київ у віддалений період після Чорнобильської аварії	64
Терещенко Н. Н. Плутоній у гідробіонтах Чорного моря	66
Ткаченко В. І., Хворостенко М. І., Кихтенко І. Н., Дорофєєва Н. А. Радіаційно-захисні матеріали на основі полідисперсних модифікаторів	69
Ткаченко В. І., Хворостенко М. І., Кихтенко І. Н., Хворостенко Ю. М. Основи створення аномальних захисних середовищ	71
Томілін Ю. А., Григор'єва Л. І. Невирішені проблеми радіаційної та екологічної безпеки навколо ПУ АЕС	75
Хворостенко М. І., Хворостенко Ю. М., Кихтенко І. Н., Кисліцина В. С., Санік В. І. Результати комбінованого лікування хворих на рак шлунку залежно від величини дози іонізуючого випромінювання, підведеної до пухлини і регіонарних лімфатичних вузлів перед операцією.....	79
Чорна В. І., Лянна О. Л. Концепція біологічної дії малих доз іонізуючої радіації на клітини ЦНС	82
Шиліна Ю. В., Гуца М. І., Мороз Ю. І., Моложава О. С. Вплив хронічного гамма-опромінювання на фітотоксичність та експресію факторів патогенності в бактерій <i>PSEUDOMONAS AERUGINOSA</i>	84
Яковенко М. Г., Россіхін В. В., Кривицька І. А., Клецканич Ю. М. Кумуляція важких металів у перзі – показник забруднення довкілля	86
Shevchenko D. V. Trade Implication of Green Protectionism in Modern World Economy.....	88
Лазоренко Г.Е., Гулін С.Б., Егоров В.Н., Мирзоева Н.Ю., Сидоров И.Г., Гулина Л.В. Оценка потоков природного радионуклида ^{210}Po в донные отложения Черного моря	91

ДЛЯ НОТАТОК

Редактор *С. Кюришко*.
Технічний редактор *М. Шевчук*.
Комп'ютерна верстка, дизайн обкладинки *М. Шевчук*.
Друк *О. Полівцова*. Фальцовально-палітурні роботи *Ю. Шаповалова*.

Підп. до друку 16.05.2013 р.
Формат 60х84¹/₁₆. Папір офсет.
Гарнітура «Times New Roman». Друк ризограф.
Ум. друк. арк. 12,03. Обл.-вид. арк. 11,50.
Тираж 40 пр. Зам. № 4170.

Видавець і виготовлювач: ЧДУ ім. Петра Могили.
54003, м. Миколаїв, вул. 68 Десанників, 10.
Тел.: 8 (0512) 50-03-32, 8 (0512) 76-55-81, e-mail: vrector@chdu.edu.ua.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 3460 від 10.04.2009 р.