

Якщо величина зараженості вище допустимих норм, дозиметрист позначає найбільше сильно забруднені ділянки й відправляє на дезактивацію. Якщо величина зараженості нижче допустимих норм, об'єкт направляють на звичайну мийку.

Повноту дезактивації визначають за рівнем радіації після обробки об'єкта, але при цьому з отриманого значення віднімають величину гамма-фону, обмірювану на місці дезактивації об'єкта.

У кабіні сільськогосподарських машин радіоактивне забруднення контролює в наступних точках: зона дихання, сидіння, спинка сидіння, підлога кабіни. Ступінь зараженості у всіх точках контролю не повинна перевищувати 0,2 мР/год.

Ступінь радіоактивного забруднення начіпних і причіпних машин і знарядь, що працюють в агрегаті із трактором без обслуговуючого персоналу (плугів, борін, лушильників, жниварок, копичників і т.п.), допускається до 9,7 мР/год.

Ступінь радіоактивного забруднення працюючих людей контролюють в області голови, живота, кишень одягу, спини, попереку, рук і ніг (включаючи взуття). Рівень радіації у всіх точках контролю не повинен перевищувати 0,1 мР/год.

На пунктах спеціальної обробки сільськогосподарської техніки, розгорнутих при ремонтно-обслуговуючих підприємствах Держагропрому СРСР, вузли й деталі мийних машин чистять із періодичним контролем миючого розчину й мийної машини.

Водії після роботи техніки повинні пройти санітарну обробку (миття) в палаті санітарної обробки, яку встановлюють на пункті.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Нормы радиационной безопасности Украины, НРБУ – 97.
2. Быховский А. В. и др. "Вопросы защиты от ионизирующих излучений в радиационной химии", М. Атомиздат, 1970.
3. Лежев А. В. Дооборудование кабин мобильных сельскохозяйственных машин, работающих в зонах радиоактивного заражения. Сборник статей по гражданской обороне (сельскохозяйственный профиль) №24 г. Волгоград 1989г. С.67-70.
4. Нехаев А. Н. Планирование мероприятий гражданской обороны на сельскохозяйственном объекте. Сборник статей по гражданской обороне (сельскохозяйственный профиль) №24 г. Волгоград 1989г. С.92-100.

УДК 57.043:63:37.022

**Гудков І. М. (Україна, Київ)**

#### **РАДІАЦІЙНА СИТУАЦІЯ В УКРАЇНІ ЧЕРЕЗ 25 РОКІВ ПІСЛЯ АВАРІЇ НА ЧОРНОБИЛЬСЬКІЙ АЕС**

26 квітня цього року практично весь світ відзначив двадцять п'яту річницю з дня аварії на Чорнобильській АЕС. Одні країни обмежилися згадками у пресі, інші передачами по радіо і телебаченню, демонстраціями і форумами. У Києві 24–26 квітня відбулася безпрецедентна Міжнародна науково-практична конференція «Двадцять п'ять років Чорнобильської катастрофи. Безпека майбутнього», в роботі якої прийняли участь близько 725 вчених, державних і громадських діячів з 43 країн. Напередодні і після неї відбулася низка наукових конференцій, присвячених окремим аспектам аварії, у Славутичі, Житомирі, Чорнобилі, Гомелі, Казані, Санкт-Петербурзі та інших містах. Були опубліковані матеріали, присвячені цій події: Національна доповідь України, тези доповідей, доповіді учасників. На їх основі автор, будучи учасником більшості з цих форумів, а також на підставі деяких інших матеріалів, у т.ч. власних досліджень, зробив спробу об'єктивно оцінити сучасну радіаційну ситуацію в країні.

Україна належить до країн з пріоритетним розвитком використання атомної енергії. З початку 30-х років минулого століття в ній було розгорнуто ядерні дослідження, а з кінця 40-х – промисловий видобуток та збагачення урану, за запасами якого вона посідає 11 місце у світі і перше в Європі. В Україні на 4 АЕС працюють 15 атомних реакторів. Аварія на Чорнобильській АЕС стала найдраматичнішим прикладом можливих наслідків впровадження ядерної енергетики.

Безперечно, за чверть століття радіаційна обстановка в Україні покращилася. Час працює на це – у навколишньому середовищі відбуваються процеси так званої автореабілітації: практично розпалися короткоживучі і середньоживучі радіонукліди, зменшилася активність основних дозоутворюючих довгоживучих штучних радіонуклідів  $^{90}\text{Sr}$  і  $^{137}\text{Cs}$ , зв'язалася ґрунтом значна частка  $^{137}\text{Cs}$ , обидва радіонукліди з током вод частково змілися у водойми, заглибилися у ґрунт. Внаслідок цього потужність радіаційного фону, за винятком територій, що примикають до зони відчуження Чорнобильської АЕС, вже давно встановилася як 0,10–0,15 мкЗв/год, що практично відповідає доаварійному рівню. Проте, міграція радіонуклідів трофічними ланцюгами, першим і основним етапом яких є ланка ґрунт–рослина, триває. Натепер населення України, що мешкає на забруднених радіонуклідами територіях, а це понад 2,3 млн. чол., одержує від до 90 % дози опромінення іонізуючою радіацією за рахунок інкорпорованих радіонуклідів, що надходять в організм з продуктами харчування, серед яких основними формуючими дозу є молоко, м'ясо, картопля і овочі. Отже, відповідальність за радіаційну безпеку населення країни фактично покладається на виробників продукції

тваринництва і рослинництва – працівників сільського господарства. І це зрозуміло було з самого початку розвитку аварії. Саме тому першим науково-дослідним закладом радіоекологічного типу, який був створений в Україні вже через місяць після аварії, був Український НДІ сільськогосподарської радіології, а перша вузькопрофільна кафедра радіобіології – в нашому університеті – найбільшому навчальному закладі аграрного профілю.

### Радіаційна ситуація в аграрній сфері

Аварія на Чорнобильській АЕС названа сільськогосподарською навіть сільською аварією через ряд аргументів. По-перше, вона трапилась у зоні розвинутого землеробства і, відповідно, до 70% населення тут складають сільські жителі. По-друге, сільські жителі за рахунок споживання здебільш продуктів місцевого виробництва стали категорією населення, яке отримує найбільшу (у 2–15 разів) дозу опромінення у порівнянні з мешканцями великих міст. І, по-третє, реалізація радіозахисних заходів – так званих контрзаходів, у сільському господарстві є найбільш ефективною мірою зменшення дози опромінення людини за рахунок зменшення кількості радіонуклідів в продуктах харчування.

З урахуванням досвіду попередніх радіаційних аварій щодо мінімізації наслідків в аграрній сфері, були розроблені системи контрзаходів, які дозволяють зменшити вміст радіонуклідів в продукції у 1,5–10 разів. В рослинництві – це вапнування кислих ґрунтів, внесення підвищених рівнів калійних і фосфорних добрив, органічних добрив, заміна видів і сортів рослин, що вирощуються традиційно, на такі, що менше накопичують радіонуклідів, та деякі інші. В тваринництві – це покращення кормової бази за рахунок поліпшення кормових угідь, зміни у складі раціонів годівлі, додавання деяких мінеральних солей, ентеросорбентів, які блокують усмоктування радіонуклідів у шлунково-кишковому тракті, перевід худоби перед забоєм на відносно чисті від радіонуклідів корми. За їх впровадження вміст радіонуклідів в продукції рослинництва і тваринництва надійно може бути знижений в 1,5–5 разів. Відповідно, у 1,5–3 рази може бути зменшена доза опромінення людини. Максимум практичної реалізації цих заходів приходиться на 1988–1991 рр. У подальшому їх обсяги поступово зменшувалися і на даний час практично зведені нанівець. Невжиття контрзаходів в зонах проживання збільшує рівні внутрішнього опромінення мешканців до рівня перших поаварійних років.

Проте, продукція сільського господарства натепер в основному відповідає державним гігієнічним нормативам (ДР-2006). Натепер в Україні залишається лише 10–20 сіл, де питома активність  $^{137}\text{Cs}$  в молоці і м'ясі постійно їх перевищує (100 і 200 Бк/кг відповідно) у 3–10 разів і до 100 населених пунктів, у яких середній рівень забруднення молока може їх перевищувати періодично. Разом з цим, на півночі Рівненської області є випадки перевищення нормативів за  $^{137}\text{Cs}$  в овочах (40 Бк/кг) і картоплі (60 Бк/кг), що вирощувався на торф'яниках. Так, за даними УкрНДІ сільськогосподарської радіології у с. Єльне, де щільність забруднення території складає лише близько 100 кБк/м<sup>2</sup> за  $^{137}\text{Cs}$ , його питома активність у 2010 р. у картоплі досягала 270, буряках столових – 70 і моркві – 90 Бк/кг. Вміст  $^{137}\text{Cs}$  у сухих грибах, зібраних в околицях села, досягав 40 кБк/кг за допустимого рівня 2,5 кБк/кг.

Питома активність  $^{90}\text{Sr}$  в сільськогосподарській продукції на всій території країни за межами зони відчуження у теперішній час відповідає вимогам ДР-2006 і не викликає занепокоєння. Виняток складає лише продовольче зерно, що отримується на бідних дерново-підзолистих піщаних і супіщаних ґрунтах північної частини Іванківського району Київської області на території зони добровільного гарантованого відселення. Тут питома активність  $^{90}\text{Sr}$  в зерні перевищує ДР-2006 щодо забруднення харчового зерна, який складає 20 Бк/кг, удвічі. Це стало наслідком недостатньої реалізації у рослинництві вищезгаданої системи контрзаходів.

Проте відповідність вмісту радіонуклідів в продукції прийнятним нормативам ще не є свідченням повного благополуччя. І  $^{90}\text{Sr}$  і  $^{137}\text{Cs}$  – це штучні радіонукліди, яких в природі немає. Вони з'явилися у середовищі з першими випробуваннями атомної зброї у результаті поділу ядер урану і кількість їх в продуктах харчування напередодні аварії на Чорнобильській АЕС була у десятки разів менше, ніж це допускають діючі нормативи. І тут слід нагадати основне положення радіаційної біології: «Немає нешкідливих доз іонізуючої радіації; теоретично достатньо одного попадання високоенергетичної ядерної частинки чи кванту в молекулу ДНК – мішень дії радіації, щоб викликати в ній мутацію». Це так званий «принцип безпорогової дії іонізуючого випромінювання», якого дотримується переважна більшість радіобіологів і радіоекологів.

Опромінення біоти за рахунок додаткового  $\gamma$ -,  $\beta$ - і  $\alpha$ -випромінювання  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$  а також  $^{239}\text{Pu}$  і  $^{241}\text{Am}$  може зумовити збільшення прояву певних радіобіологічних ефектів.

### Зміни у біоценозах

За роки, що минули після аварії, видовий склад біоценозу, як і співвідношення між окремими його компонентами, на певних територіях поблизу станції суттєво змінився. Проте, ці зміни в основному зумовлені змінами в характері господарювання – різким обмеженням сільськогосподарської діяльності аж до повного її припинення і зниженням в багато разів антропогенного впливу. Взагалі на фоні багатогранної діяльності людини, як правило, дуже важко виділити вплив того чи іншого чинника на прояв окремих біологічних ефектів, в т.ч. і на зміни у біоценозі. І навпаки, практично повне припинення господарчої діяльності, як це трапилося в зоні аварії, котре супроводжувалося евакуацією населення і вивезенням великого поголів'я свійських тварин, спричинило у досить короткий строк до дуже інтенсивних змін характеру рослинності не тільки в колишніх агроценозах, але й у природних фітоценозах, зооценозах, мікроценозах і біоценозі в цілому. І все таки одним з основних діючих факторів на біоту в зоні аварії слід вважати іонізуючу радіацію.

При дії іонізуючих випромінювань на угруповання організмів різних таксономічних груп навіть у порівняно невисоких дозах, далеких від рівня летальних для найбільш радіочутливих компонентів біоценозу, в його

структурі можуть відбуватися значні зміни. Це пояснюється тим, ще навіть незначне пригнічення росту і розвитку, репродуктивної здатності одного-двох видів може супроводжуватись порушенням ценотичних зв'язків і забезпечити сприятливі умови для розвитку інших видів. У цій ситуації більш небезпечним для біоценозу може бути тривале хронічне опромінення, ніж разове гостре, так як, діючи на рослину чи тварину протягом багатьох послідовних поколінь, воно може призводити до накопичення поступових відхилень в розвитку того чи іншого виду. Після ж гострого опромінення порушення у біоценозі в наступні роки можуть відновлюватись. Безсумнівно, головним чинником, що спричиняє порушення ценотичних зв'язків у біоценозі є реакції найбільш радіочутливих видів. Показано, що випадіння найрадіочутливіших видів рослин спостерігається вже при потужності дози  $10^2$  Гр/добу. Проте, описані випадки збіднення флори у зоні аварії за рахунок порівняно радіостійких видів, таких як грестиця, конюшина, іван-чай, куколиця та інших іноді на тлі умовно квітнучих більш радіочутливих видів. Показано, що деякі види рослин, маючи високу здатність до накопичення основних дозоутворюючих радіонуклідів  $^{90}\text{Sr}$  і  $^{137}\text{Cs}$ , в умовах одного фітоценозу за рахунок внутрішнього опромінення можуть отримувати дози значно більш високі, ніж інші види, в т.ч. ті, що мають більш високу радіочутливість.

Постійне опромінення популяцій різних груп організмів може призводити до генетично детермінованих змін, як в їх структурі, так і на рівні морфофізіологічних особливостей окремих організмів. Це може бути зумовлене часом цілком нейтральними мікромутаціями, що визначають найдрібніші зміни в організмі, такі як розміри і пропорції тіла та окремих органів, їх форми і забарвлення, незначні відмінності у рівнях метаболізму, функціонування окремих систем. Подібні особливості спостерігаються у диких тварин зони відчуження ЧАЕС з самого початку післяаварійного періоду до теперішнього часу. Насамперед, це підвищений рівень епігенетичної мінливості деяких видів комах, підвищений рівень хромосомних аберацій в клітинах критичних органів рослин, комах і ссавців, мінливість окремих краніологічних ознак і процесів температурного гомеостазу у мишоподібних. Такі ефекти, зумовлені дією іонізуючої радіації, збільшуючи генетичну різноманітність популяцій і сприяючи більш вищому рівню адаптації до змінених умов існування, можуть призводити до прискорення мікроеволюційних процесів навіть при дуже низьких дозах. Їх наслідки передбачити важко.

Ценотичні зміни можуть відбуватися не тільки при інгібуючих дозах випромінювань, а й при стимулюючих, які в сотні разів менші за летальні дози. Посилення розвитку одних видів внаслідок прояву радіаційного гормезису створює для них певні переваги у біоценозі, що може супроводжуватись погіршенням умов для розвитку інших його компонентів аж до їх випадіння.

#### Стан здоров'я населення

Хоча у сферу радіаційного впливу аварії так чи інакше були залучені практично усі жителі України, проте виділяють чотири критичні контингенти, які найбільше зазнали опромінення: 1) учасники ліквідації наслідків аварії (УЛНА) – особи, що брали безпосередню участь у роботах у 30-км зоні; 2) евакуйовані жителі населених пунктів 30-км зони; 3) діти та підлітки на момент аварії, щитоподібна залоза яких зазнала опромінення радіоактивними ізотопами йоду в травні-червні 1986 р.; 4) сільські жителі, що проживають на забруднених радіонуклідами територіях.

Населення радіоактивно забруднених територій є найбільшим за чисельністю серед чотирьох виділених вище контингентів і складає 2,3 млн. чол. На світовому рівні визнано, що пріоритетний вплив на стан здоров'я постраждалих усіх категорій належить хворобам системи кровообігу (ХСК). Серед всіх ХСК переважають гіпертонічна та ішемічна хвороби серця. Найбільш критичною категорією складають УЛНА 1986 р. За даними аналізу патологоанатомічних досліджень ці хвороби обумовлюють більшу смертність, ніж усі онкологічні хвороби, разом узяті.

Проте, безспірним є те, що стан здоров'я УЛНА, а їх нараховується близько 600 тис. чол., погіршився. Серед них значно зросла кількість непухлинних хвороб крові та кровотворних органів, ендокринної системи, органів травлення, дихання, сечостатевої системи та інших. Загострилися хронічні хвороби, реєструється послаблення імунітету, збільшилась кількість пухлинних хвороб. Відзначене перевищення загальної смертності від онкологічних захворювань.

До теперішнього часу зберігається перевищення загальної захворюваності над національними показниками і серед населення, евакуйованого з територій зони відчуження і зони обов'язкового відселення, кількість якого склала 115 тис. чол.

Вже в перші роки після аварії було зареєстровано збільшення захворюваності на рак щитоподібної залози дітей і підлітків внаслідок опромінення радіоактивними ізотопами йоду. За минулі 25 років було прооперовано понад 6 тисяч випадків цієї форми раку серед осіб, опромінених у віці 0–18 років. Рівні захворюваності перевищують доаварійні значення в десятки і сотні разів. Виявлено чітку залежність між частотою виникнення цієї форми раку і величиною поглиненої дози щитоподібної залози. Групою найбільшого ризику є діти у віці до 6 років на момент аварії, а також населення, евакуйоване із зони відчуження. Підвищена захворюваність на рак цього органу зареєстрована в УЛНА. Зберігається підвищена захворюваність на рак та інші форми хвороби цього органу серед осіб, які отримали опромінення радіоїодом у дорослому віці.

В останні роки почала зростати захворюваність УЛНА і окремих груп населення солідними формами раків. Особливої уваги заслуговують відмічені підвищені радіаційні ризики рака молочної залози у жінок-ліквідаторів, а також тих, що мешкають на забруднених радіонуклідами територіях у порівнянні з показниками в цілому по країні.

Встановлені підвищені радіаційні ризики лейкемії в УЛНА. В них виявлена значуща підвищена поширеність депресії (18,0% і 13,1% у контролі) і суїцидальної ідеї (9,2% і 4,1%).

Шлунково-кишковий тракт належить до основних тканин-мішеней дії пошкоджуючих факторів радіаційної природи. І це цілком зрозуміло – адже основну дозу опромінення людина отримує з продуктами харчування. Захворювання системи травлення займають 2–3 місце серед непухлинних хвороб в осіб, постраждалих внаслідок аварії. Когортні дослідження захворюваності, інвалідності та смертності УЛНА свідчать про стійкі негативні зміни в стані здоров'я – через 25 років хвороб органів травлення посіли провідне місце в структурі непухлинної захворюваності, у формуванні високих показників інвалідності.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Висновки і рекомендації Міжнародної науково-практичної конф. «Двадцять п'ять років Чорнобильської катастрофи. Безпека майбутнього» (Київ, 20–22.04 2011 р.). – К.: 2011. – 12 с.
2. Гудков І.М. Сучасна радіаційна ситуація в Україні та деякі проблеми радіологічної освіти в аграрних навчальних закладах // Аграрна наука і освіта. – 2010. – Т. 2, № 3–4. – С. 5–13.
3. Двадцять п'ять років Чорнобильської катастрофи. Безпека майбутнього: Національна доповідь України. – К.: КІМ, 2011. – 356 с.
4. Міжнародна конф. «Двадцять п'ять років Чорнобильської катастрофи. Безпека майбутнього (Київ, 20–22.04 2011 р.). Збірка тез. – К.: МНС України, 2011. – 451 с.
5. Міжнародна конф. «Радіобіологічні та радіоекологічні аспекти Чорнобильської катастрофи» (Славутич, 11–15.04 2011 р.) Збірка тез. – К. –Славутич: Фітосоціоцентр, 2011. – 207 с.
6. Современная эколого-антропологическая методология изучения и решения проблем здоровья населения. Сборник докладов Международной межотраслевой конф., посвященной 25-летию Чернобыльской катастрофы (Россия, Казань, 27–28.04 2011 г.). – Казань: Бриг, 2011. – 296 с.

УДК 619:616.93:579.673.21:636

Давиденко П. О., Ткаченко О. А. (Україна, Дніпропетровськ)

#### ЛІПІДНИЙ СКЛАД *M. BOVIS* ДИСОЦІАТИВНИХ ФОРМ, ПАСАЖОВАНИХ ЧЕРЕЗ СЕРЕДОВИЩЕ З рН 7,1 ЗА РІЗНИХ ТЕМПЕРАТУР КУЛЬТИВУВАННЯ

Збудник туберкульозу характеризується великою стійкістю до дії різних фізичних та хімічних факторів унаслідок великого вмісту в бактеріальній клітині ліпідних речовин та особливостей будови клітинних структур. З наукових літературних джерел відомо, що культивування *M. bovis* на штучному живильному середовищі з рН 6,5 за багаторазових пасажів призводить до суттєвих змін морфологічних ознак, вірулентних, сенсibiliзувальних, біохімічних властивостей та ліпідного складу. Однак досліджень *M. bovis*, які культивуються на штучному живильному середовищі з рН 7,1, у літературі не знайдено [2, 3].

Обмеженість даних щодо структури мікобактерій у ветеринарній науці взагалі, і у вітчизняній особливо, вказує на необхідність вивчення цього питання, зокрема ліпідного складу на фоні впливу факторів довкілля, у тому числі й температури.

**Мета роботи** – вивчення ліпідного складу дисоціативних форм *M. bovis*, які культивовані за різних температур.

**Матеріали і методи дослідження.** Робота проводилася у навчально-дослідній лабораторії кафедри епізоотології та інфекційних хвороб Дніпропетровського державного аграрного університету і в НДІ біології Дніпропетровського національного університету. Досліджували ліпіди дисоціативних форм *M. bovis* 117 (а, б, в) і 118 пасажів, які культивували на щільному живильному середовищі з рН 7,1. Накопичували культури *M. bovis* усіх пасажів досліду на щільному яєчному середовищі з рН 7,1 у термостаті за температур 3, 20 та 37 °С протягом 30 днів від початку росту колоній. За станом посівів спостерігали щоденно, відмічаючи ріст колоній, його інтенсивність та культуральні властивості. Знімали культури досліджуваних штамів мікобактерій стерильним шпателем, зважували на аналітичних вагах і переносили біомасу в попередньо висушений та зважений стерильний пеніциліновий флакон. Після зняття культури флакон закривали та зважували на аналітичних вагах і запаювали парафіном [3, 9].

Для порівняння якісних і кількісних показників ліпідів дисоціативних форм *M. bovis* використали попередні усереднені дані досліджень материнської культури (пасаж 100 – 124) кислотостійких, вірулентних, типових морфологічних ознак паличок [6].

Загальні ліпіди з досліджуваних зразків біологічної маси мікобактерій виділяли за методикою Фолча в модифікації Блайя-Дайера, а їх вміст і фракційний склад вивчали методом тонкошарової хроматографії на силкагелевих пластинках Silufol з кількісним денситометруванням [3].

Компонентний склад фракції вільних жирних кислот мікобактерій визначали методом газорідної хроматографії на газовому хроматографі Chrom 5 (Чехія) після попередньої етерифікації [3]. Якісний аналіз метилових естерів жирних кислот проводили шляхом порівняння із часом утримання стандартів, а кількісний склад розраховували за площею піків і визначали їх у відсотках від загальної площі піків, яку брали за 100 %. Обчислення і статистичну обробку результатів досліджень здійснювали за допомогою ПК в електронних