

УДК С19:611-018.65:636.597

Ших Ю.С., кандидат біологічних наук, професор ©**Чолач Я.Б.**, аспірантка**Мисів О.В.**, кандидат ветеринарних наук, доцент**Федик Ю.Я.**, кандидат ветеринарних наук, доцент¹ **Щебентовська О.М.**, кандидат ветеринарних наук, науковий співробітник*Львівський національний університет ветеринарної медицини
та біотехнологій імені С.З. Гжицького*¹*Державний науково-дослідний контрольний інститут ветеринарних
препаратів та кормових добавок*

ОСОБЛИВОСТІ МОРФОФУНКЦІОНАЛЬНИХ ЗМІН У ДЕЯКИХ ОРГАНАХ ІМУННОЇ СИСТЕМИ РІЗНИХ ВІКОВИХ ГРУП ГУСЕЙ ЗА ВПЛИВУ ДОВГОТРИВАЛОЇ ДІЇ МАЛИХ ДОЗ РАДІАЦІЇ

Аварія на ЧАЕС породила низку фундаментальних і прикладних радіобіологічних проблем. Серед них найактуальніша і найменш вивчена — проблема тривалої дії радіації у діапазоні так званих “малих доз”. У статті представлені морфологічні зміни та морфометрична оцінка тимуса і фабрицієвої бурси гусей, які утримувались у зонах постійного радіоактивного забруднення. Визначені основні показники крові різних вікових груп. Встановлено, що опромінення малими дозами іонізуючого випромінювання спричиняє істотні структурні ушкодження клітин імунної систем та значні зміни у клітинному складі крові.

Ключові слова: *тимус, фабрицієва Bursa, гуси, малі дози радіації.*

Вступ. Вплив іонізуючої радіації на живі організми вивчений, безперечно, досить добре. Серед детермінованих наслідків опромінення ссавців достатньо дослідженою є променева хвороба, яка виникає здебільшого внаслідок комплексного радіаційного ураження організму великими дозами. Водночас далеко не всі можливі наслідки опромінення вивчені настільки ретельно, щоб стати класичними. Особливо це стосується тривалої дії радіації у діапазоні так званих “малих доз”, межі яких досі чітко не окреслені і не мають загальноприйнятого науково обґрунтованого визначення. Виходячи з реалій, що склалися на радіаційно забруднених населених територіях, найбільш недослідженим є діапазон доз, який умовно називатимемо діапазоном малих доз.

На сьогоднішній день, в експериментах на лабораторних тваринах, детально вивчено вплив різних методів опромінення. Результати таких досліджень, як правило, часто приводили до отримання неоднозначних результатів. Поряд з тим, проводились дослідження впливу малих доз радіації на організм тварин у природних умовах. Великий арсенал досліджень, присвячений впливу малих доз радіації на організм сільськогосподарських

тварин провели такі вчені, як В.А. Бара бой, И.Б. Токин, В.А. Борисова, Т.Е. Ивановская, М.І. Жила, Ю.С. Стронський та інші. Отримані результати доказали, що критичними (радіочутливими) органами по відношенню до дії іонізуючого випромінювання є органи імунної системи.

Радіогенна реакція імунної системи виявляється як у ранні, так і віддалені терміни після опромінення, має характерну динаміку і залежить від величини дозового навантаження. Найбільш радіочутливою є лімфоїдна тканина. Передусім зміни відбуваються у супресорній та хелперній ланках Т імунної регуляції. Більш резистентна — гуморальна ланка імунітету. Вплив малих доз радіації, що формуються сукупністю радіонуклідів чорнобильського викиду, питання віддалених наслідків опромінення ссавців залишаються дискусивними. Саме тому ключовим завданням наших досліджень було визначення особливостей реакції імунної системи (у тимусі та фабрицієвій бурсі) за умов різних дозових навантажень, з'ясування динаміки імунологічних показників у гусей.

Матеріал і методи. Досліди проводили на 24-добових ембріонах, 1-10 денних та 1 місячних гусях, що вирощувались у господарствах Дубровицького району Рівненської області (районна інкубаторна станція с. Берестя, с.Залужжя), де рівень радіації становив 20-25 мкР/год. (II група) та дослідному господарстві НДІ сільськогосподарської радіології “Поліське” – тридцяти кілометрова Чорнобильська зона, де рівень радіації сягав 70-75 мкР/год (III група). Контрольні гуси (I група) вирощувались в умовно чистій зоні (Мостиська інкубаторна станція, Львівська обл., с. Оброшино), в якій рівень радіації складав 7-8 мкР/год. Для гістологічного дослідження відбирали тимус, фабрицієву бурсу (ФБ), які фіксували в 10 % нейтральному розчині формаліну, заливали у парафін. Зрізи фарбували гематоксиліном та еозином за загальноприйнятою методикою. З гематологічних досліджень проводили визначення кількості еритроцитів і лейкоцитів шляхом підрахунку у камері сітки Горєва. Мазки фарбували за методом Май-Грюнвальда. Світлову мікроскопію та мікрофотографування гістопрепаратів здійснювали за допомогою мікроскопа OLYMPUS CX 41 та фотокамери OLYMPUS C – 5050. Морфометрію фабрицієвої бурси на тканинному рівні проводили з використанням морфометричної програми DP-SOFT для мікроскопа OLYMPUS CX 41.

Результати дослідження. Перед тим як проводити морфологічні та морфометричні дослідження органів імунної системи гусей різних вікових груп, визначали основні показники крові як дослідних, так і контрольних груп.

У 24 добових ембріонів гусей, які знаходились в умовах підвищеного радіаційного фону, спостерігали вірогідне підвищення загальної кількості лейкоцитів на 83,8 % ($p < 0,001$), переважно за рахунок сегментоядерних еозинофілів, кількість яких зросла в 1,8 раз. Відзначали також зниження кількості моноцитів, відповідно на 42,8 % ($p < 0,05$) у порівнянні з контролем. Аналізуючи морфологічний склад крові 1-10 денних гусей найбільш суттєві зміни спостерігали у кількісному складі різних видів лейкоцитарного ряду, а

саме – вірогідне збільшення сегментоядерних псевдоеозинофілів у 9,5 разів, зменшення кількості лімфоцитів, відповідно на 47,2 % ($p < 0,01$) відносно контролю (табл. 1). Найбільш виражені морфологічні зміни відмічали у гусей 1 місячного віку, які проявлялись вірогідним збільшенням кількості базофілів у 2,9 разів, еозинофілів у 1,8 разів, сегментоядерних псевдоеозинофілів у 1,7 разів. На фоні незначного збільшення кількості лейкоцитів спостерігали вірогідне зменшення загальної кількості лімфоцитів, відповідно на 71,2 % у порівнянні з контрольною групою (табл. 1). Отже, найчутливішими до дії постійного іонізуючого випромінювання в системі імунітету виявились лімфоцити. Кількість лімфоцитів – одна із суттєвих діагностичних ознак опромінення організму, тому можна висловити припущення, що явище лімфопенії є наслідком несприятливого впливу радіації, відповідно чим вища доза радіації, тим швидше знижується кількість лімфоцитів, що мало місце у досліджуваних нами тваринах. Збільшення радіаційного навантаження на організм призводить до зростання швидкості виникнення імунологічних порушень та динаміки їхнього розвитку. При цьому визначальним фактором стає не тільки величина дози, а тривалість експозиції.

Таблиця 1

Гематологічні показники крові гусей різних вікових груп за впливу низьких доз радіаційного опромінення, $M \pm m$, $n=5$

Показники	24 добовий ембріон		1-10 денні гуси		1 місячні гуси	
	контроль	дослід	контроль	дослід	контроль	дослід
Еритроцити, Т/л	2,0±0,8	2,4±0,2	1,84±0,2	1,7±0,05	3,0±0,1	2,64±0,1
Лейкоцити, Г/л	18,6±0,8	34,2±2,0***	18,38±2,6	20,76±0,6	26,6±2,8	29,0±1,8
Базофіли, %	0,4±0,4	0	0,2±0,02	0,2±0,02	1,10±0,5	3,2±0,6*
Еозинофіли, %	3,2±0,7	2,0±0,8	2,0±0,4	1,4±0,6	3,0±1,3	5,4±1,5*
Паличкоядерні псевдоеозинофіли, %	2,6±1,9	0,6±0,2	1,4±0,4	2,4±1,2	0	0,2±0,02
Сегментоядерні псевдоеозинофіли, %	23,0±10,6	42,4±5,4**	4,8±1,6	45,8±4,09** *	25,4±2,4	43,5±3,5 **
Лімфоцити, %	66,6±12,2	53,6±5,6	88,4±2,9	46,6±4,2**	65,6±4,1	44,8±2,8*
Моноцити, %	4,2±1,15	2,4±0,6*	3,2±0,9	4,0±0,8	4,8±1,1	2,8±0,6*

Для опромінених тварин типовою є еозинофілія, яку ми відзначали вже у 1 місячних гусей. Слід зазначити, що збільшення числа гранулоцитів, які диференціюються за еозинофільним типом, очевидно, свідчить про аутоімунний характер інтоксикації.

За дії іонізуючого випромінювання в малих дозах спостерігається чітка тенденція в зміні стану імунної системи, що проявляється у зменшенні чисельності й зниженні функції зрілих Т-лімфоцитів, ослабленні фагоцитарної функції відповідних клітин та пригніченні гормонотворної функції тимуса.

Гістологічно тимус контрольних гусей 24 добового ембріонального віку морфологічно сформований орган з чіткою диференціацією часточки на кіркову і мозкову речовини. Кіркова речовина густо заселена Т-лімфоцитами. Мозкова речовина світліша – характеризується помірною кількістю лімфоцитів у порівнянні з кірковою речовиною та наявністю невеликої кількості тимічних тілець – тілець Гассаля.

Тимус гусей-аналогів, які вирощувались в умовах підвищеного радіаційного опромінення дещо змінюється. Так, у гусей II групи часточки тимуса починали втрачати полігональність, кіркова речовина дещо витончувалась, у мозковій – збільшувалась кількість макрофагів та тимічних тілець Гассаля (рис. 1). У гусей 10 денного віку, вирощених в умовах III-ї радіаційної зони радіоактивного забруднення у кірковій речовині тимуса виявляли вогнещево спустошені ділянки як кіркової, так і мозкової речовини, розпад та фагоцитоз лімфоцитів, що нагадувало картину “зірчастого неба”. Поява надмірної кількості макрофагів у кірковій речовині пов’язана із збільшенням апоптозу Т-лімфоцитів, що є характерним для третьої фази акцидентальної інволюції.

Мікроскопічно у тимусі гусей 1 місячного віку як II, так і III дослідних груп кіркова речовина витончується, при цьому виникає “інверсія” картини дольок, проходить виділення лімфоцитів із мозкової речовини. Границі між кірковою і мозковою зонами стають непомітними (рис. 2). Кіркова речовина часточок тимуса виглядає атрофованою. В окремих випадках в часточках тимуса утворюються фолікулярні (залозисті) структури, заповнені колоїдною масою. Саме в цей період відзначаємо і набухання епітеліальних елементів строми тимуса (рис. 3), гіпертрофію їх ядер і ядерць, набухання ендотелію капілярів.

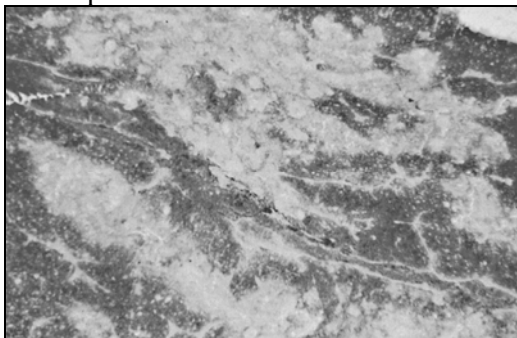


Рис. 1. Тимус гусенят 24 добового ембріона. II група. Звуження кіркової речовини, збільшення кількості макрофагів та тимічних тілець Гассаля у мозковій речовині. Гематоксилін та еозин. Ок. 10, об. 5

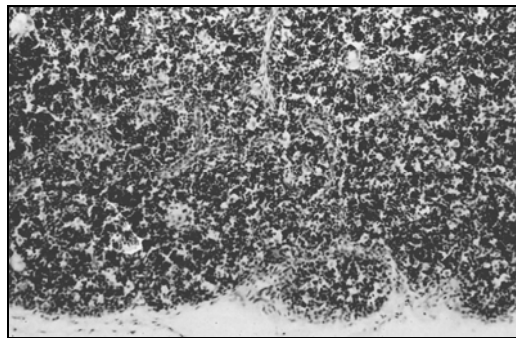


Рис. 2. Тимус гусенят 1місячного віку. III група. Інверсія шарів тимуса. Гематоксилін та еозин. Ок. 10, об. 20

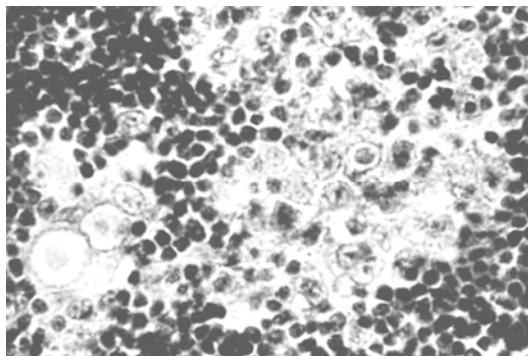


Рис. 3. Тимус гусенят 1 місячного віку.

Набухання епітеліоретикулоцитів, збільшення їх розмірів. Гематоксилін та еозин. Ок. 10, об. 40

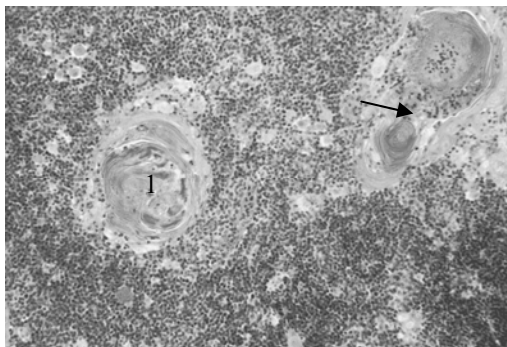


Рис. 4. Тимус гусенят 1 місячного віку. III група. Некроз центральної частина тільця Гассаля (1). Утворення місточків між крупними та дрібними утвореннями тимічних тілець. Гематоксилін та еозин. Ок. 10, об. 100

У тимусі гусей III групи спостерігали значне збільшення кількості тимічних тілець Гассаля заокругленої форми, з нечітко вираженими контурами та різним ступенем змін деструктивного характеру, які зливались у великі утворення. При цьому відбувалось нашаровування на них світлих епітеліальних клітин. Центральна частина тимічного тільця некротизується. По мірі утворення тимічні тілця зливаються між собою, одне крупне утворення включає в себе декілька дрібних, і між ними утворюються так звані місточки (рис. 4).

Таким чином, збільшення радіаційного навантаження на організм гусей спричиняє негативні зміни в імунній системі, які зумовлені порушенням диференціації клітин лімфоїдного ряду. Чутливими до малих доз радіації виявились Т-лімфоцити, хелперна функція яких, ймовірно, значно ослаблюється.

При гістологічному дослідженні фабрицієвої бурси 24 добових ембріонів гусей контрольної групи відзначали округлої форми, сформовані лімфоепітеліальні фолікули, які прилягали одні до одних. Кіркова речовина щільно заселена зрілими базофільними клітинами лімфоїдного ряду, мозкова - сформована епітеліальною тканиною. При проведенні морфометричних підрахунків встановлено, що кіркова речовина займала 42,6 %, мозкова 52,6 % об'єму лімфофолікула (рис. 5). На строму припадало 4,8 %. Діаметр фолікулів фабрицієвої бурси у середньому становив 95,4 мкм.

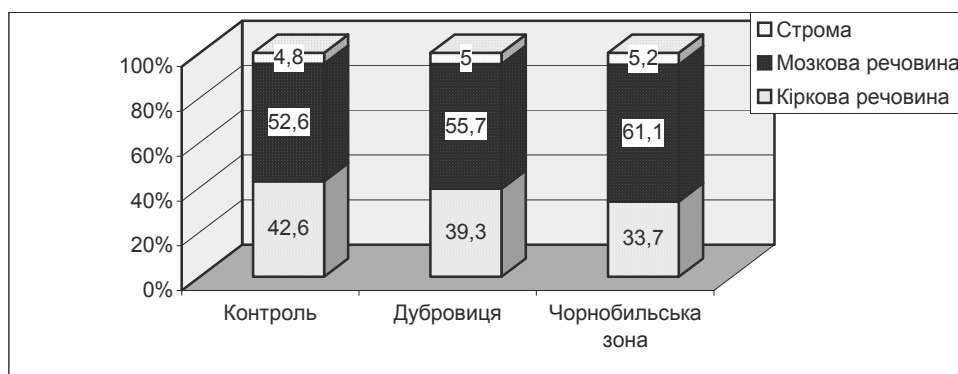


Рис. 5. Співвідношення основних гістоstruktur фабрицієвої бурси 24 добових ембріонів гусей за постійного впливу низьких доз радіаційного випромінювання (у %)

Морфологічно фабрицієва бурса 24 добових ембріонів гусей II і III груп дещо деформована, лімфоепітеліальні фолікули зменшені в об'ємі, ретикулярна тканина кіркової та мозкової речовин набухла. Міжфолікулярні прошарки дещо розширені. У гусей II та III групи кіркова речовина зменшувалась, в порівнянні з контролем, і займала, відповідно, 39,3 та 33,7 %, мозкова – 55,7 і 61,1 %, сполучнотканинна строма – 5 і 5,2 % (рис. 5).

Фабрицієва бурса контрольних гусей 1-10 добового віку побудована із сформованих фолікулів у яких клітинні елементи як кіркової, так і мозкової речовин розташовані компактно (рис. 6). Площа, яку займає кіркова речовина становить 45,3 %, мозкова – 50,4 %, сполучнотканинна строма – 4,3 % (рис. 7). На границі між кірковою та мозковою речовинами чітко проглядаються епітеліоцити кортико-медулярного бар'єру.

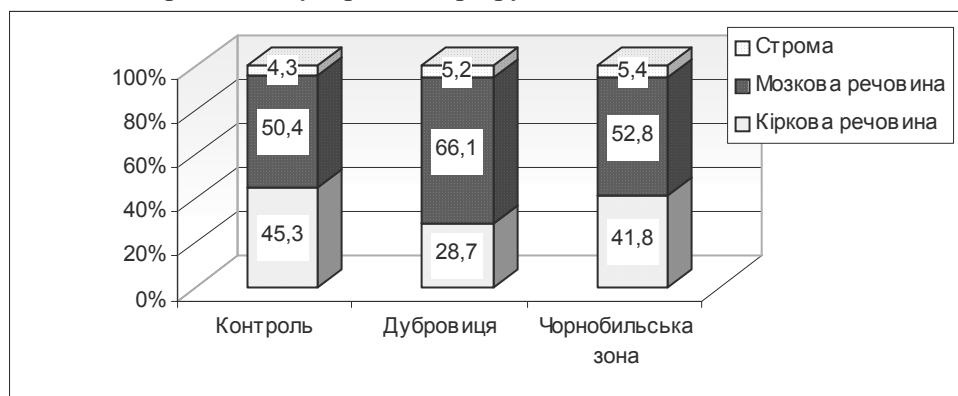


Рис. 7. Співвідношення основних гістоstruktur фабрицієвої бурси 1-10 денних гусей за постійного впливу низьких доз радіаційного випромінювання

У фабрицієвій бурсі гусей II групи відзначали незначне скупчення лімфоцитів у епітеліальній тканині мозкової речовини між яким проглядались ділянки з пустотами. Межі між кірковою та мозковою речовинами погано проглядаються (рис. 8). Кіркова речовина витончувалась. При проведенні морфометричних розрахунків встановлено, що середній діаметр лімфофолікулів зменшувався і становив 90,33 мкм, кіркова речовина займала 28,7 %, мозкова – 66,1 %, строма – 5,5 % у загальному об'ємі (рис. 7).

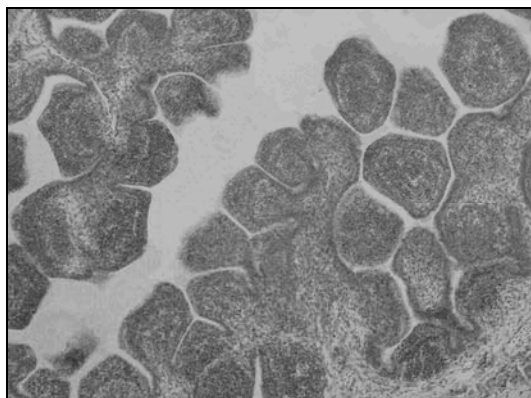


Рис. 6. Фабрицієва бурса 1-10 добових гусенят. Контрольна група. Лімфоепітеліальні фолікули із зрілими клітинами лімфоїдного ряду. Гематоксилін та еозин. Ок.10, об. 20

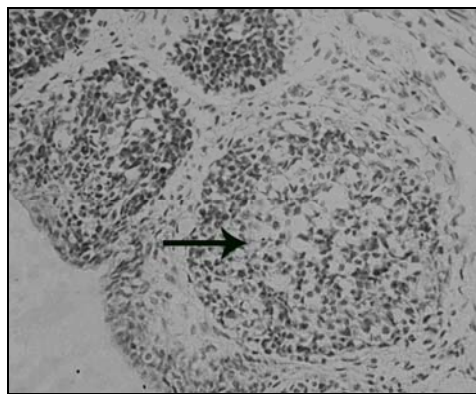


Рис. 8. Фабрицієва бурса 1-10 добових гусенят. II група. Ділянки спустошення фолікула. Гематоксилін та еозин. Ок. 10, об. 40

Морфометрично лімфофолікули фабрицієвої бурси гусей 1-10 денного віку, які утримувались в 30 км Чорнобильській зоні (III група) збільшувались в об'ємі у порівнянні з такими в контролі та становили 140 мкм, проте відбувалось повне спустошення мозкової речовини, яка представлена у вигляді ажурної сітки з ретикулярних клітин. Місцями проглядались поодинокі лімфоцити. Це свідчить про інтенсивний вихід В-лімфоцитів з мозкової зони. Кіркова речовина займала 41,8 %, мозкова 52,8 %, строма – 5,4 % від загальної площі лімфоепітеліальних фолікулів (рис. 7).

При гістологічному дослідженні фабрицієвої бурси гусей 1 місячного віку контрольної групи відзначали сформовані лімфоепітеліальні фолікули, полігональної форми з щільно заселеною лімфоцитами кірковою речовиною, вираженою кортико-медулярною зоною та малі лімфоцити, які розташовуються у мозковій речовині. У процесі розвитку та росту гусей діаметр лімфофолікулів збільшувався і становив 396,8 мкм. Кіркова речовина займала 32,2 %, мозкова – 64,5 %, сполучнотканинна строма – 3,3 % (рис. 9). Фабрицієва бурса гусей-аналогів, які вирощувались в умовах господарств з підвищеною радіацією, зазнавала помітних морфологічних змін. У гусей II групи лімфоепітеліальні фолікули деформувались, дещо видовжувались, в епітелії проглядались ділянки з дрібноміхурцевими утвореннями (рис. 10). Кіркова речовина займала 27,2 %

від загальної площі лімфоепітеліального фолікула. Густота заселення лімфоцитів кіркової речовини зменшувалась. Мозкова речовина широка, заселена малими і середніми лімфоцитами і займала 69,6 % (рис. 9). У гусей III групи, які вирощувались у тридцяти кілометровій Чорнобильській зоні, мікроскопічно спостерігали сильне розширення (77,8 %) у порівнянні з контролем і майже повне оголення епітеліальної тканини мозкової речовини, де проходять складні процеси диференціювання лімфоцитів. Виявляли ділянки з утворенням кист (рис. 11). Різде звуження кіркової речовини (18,8 %) свідчить про порушення утворення нових клітин, що призводить до виснаження органу.

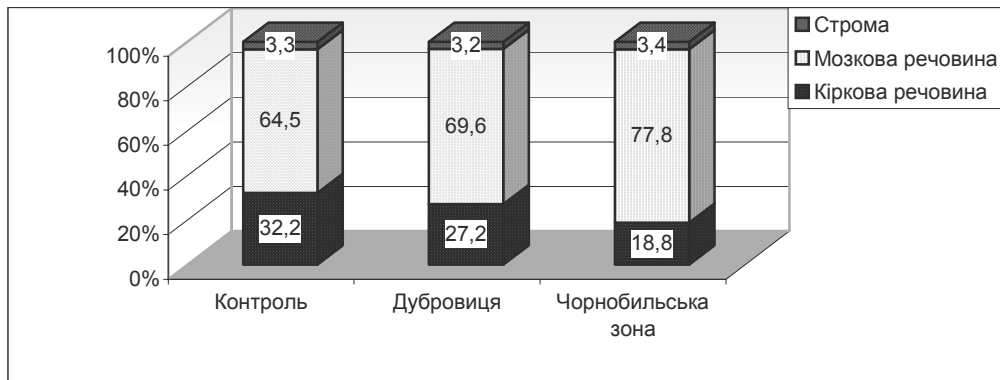


Рис. 9. Співвідношення основних гістоструктур Фабрицієвої бурси 1 місячних гусей за постійного впливу низьких доз радіаційного випромінювання

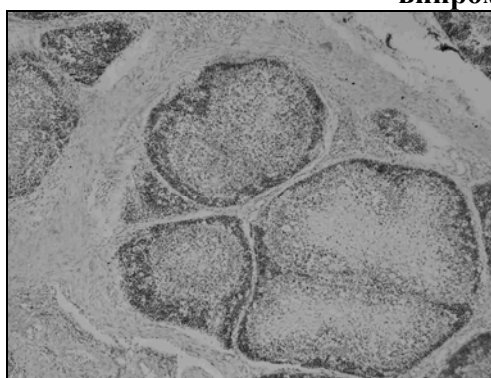


Рис. 10. Фабрицієва бурса гусенят 1 місячного віку. II група. Спустошення мозкової речовини. Гематоксилін та еозин. Ок. 10, об. 20

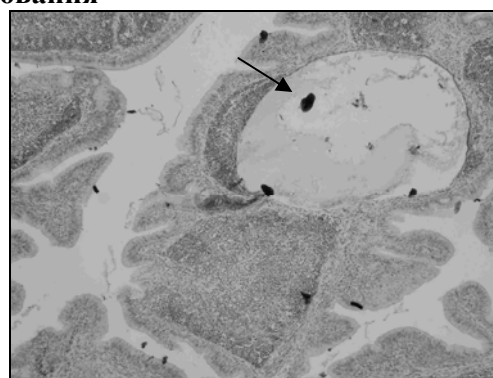


Рис. 11. Фабрицієва бурса гусенят 1 місячного віку. III група. Кистозні утворення у лімфоепітеліальних фолікулах. Гематоксилін та еозин. Ок. 10, об. 10

Відзначимо, що для остаточних висновків стосовно ступеня радіаційного забруднення довкілля в Україні після Чорнобильської катастрофи пройшов ще недостатній проміжок часу. З кожним роком фахівці-радіоекологи відкривають щоразу нові, ще страшніші екологічні наслідки іонізуючого випромінювання.

Як виявилось, людство безсиле перед екологічними катастрофами такого масштабу, і це стало жорстоким уроком для нього.

Висновки. Аналіз результатів наших досліджень вказує на те, що у гусенят які тривалий час зазнавали внутрішнього опромінення малими дозами зміни мали здебільшого неспецифічний характер. Зі збільшенням дози опромінення відзначали гіпопластичні процеси в органах імуногенезу, збільшення кількості клітин із патологічними ознаками. В досліджуваних нами гусей виявлена дестабілізація імунної системи, причому зі збільшенням дози зростають ризики незбалансованого порушення імунітету, що вказувало на розвиток імунodefіцитного стану.

У тимусі гусей різних вікових груп за впливу низьких доз постійного радіаційного випромінювання відмічали глибокі морфологічні зміни, які характеризувались масовим виділенням лімфоцитів, зниженням мітотичної активності, що призводило до значного спустошення органів імунної системи. Як свідчать результати досліджень постійна дія низьких рівнів радіації приводить до виникнення деструктивних змін у клітинних елементах фабрицієвої бурси, що проявлялась зменшенням лімфатичних вузликів у діаметрі, згладжуванням меж між кірковою та мозковою речовинами, утворенням стільникоподібних пустот та кист, що вказує на морфофункціональну перебудову органів імунної системи.

Література

1. Барабой В. А. Способность лимфоцитов периферической крови к репарации ДНК и выживаемость крыс / В.А. Барабой, Н.А. Никифорова, И.П. Москаленко // Радиобиология. — 1990. — № 3. — С. 305–307.
2. Бебешко В.Г. Медичні наслідки чорнобильської катастрофи / В.Г. Бебешко, Д.А. Базика, О.М. Коваленко // Радіаційна безпека в Україні (Бюлетень НКРЗУ). — 2001. — № 1–4. — С. 20–25.
3. Борисова В.А. Влияние радиации на состояние внутренних органов. — М., Медицина, 1989. — 127 с.
3. Гродзинський Д. М. Радиобіологія / Д. М. Гродзинський. — Київ: Либідь, 2009. — 448 с.
4. Ивановская Т. Е. Патология тимуса у детей / Т. Е. Ивановская, О. В. Зайратьянц, Л. В. Леонова. — Санкт-Петербург, Сотис, 1996. — 267 с.
5. Клименко В. И. Состояние кроветворной системы у лиц, подвергшихся воздействию ионизирующего излучения, в динамике (1986–1993 гг.) / В. И. Клименко, И. С. Дягиль, Л. Н. Юхимчук [и др.] // Лікарська справа. — 1996. — № 7. — С. 41–46.
6. Кончаловский М. В. Дозные кривые нейтрофилов и лимфоцитов при общем относительно равномерном γ -облучении человека / М. В. Кончаловский, А. Е. Баранов, В. Ю. Соловьев // Радиационная медицина. — М.: Москва. — 1991. — № 1., Т. 36. — С. 29–33.
7. Медицинские последствия Чернобыльской аварии. Научный отчет Международной программы по медицинским последствиям Чернобыльской аварии (АЙФЕКА). — Всемирная Организация Здравоохранения. — Женева, 1995. — 196 с.
8. Москалев Ю. И. Отдаленные последствия ионизирующих излучений. — М.: Медицина, 1991. — 464 с.

9. Орадовская И.В. Анализ состояния здоровья и иммунного статуса лиц, принимавших участие в ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС / И.В. Орадовская, И.А. Лейко, М.А. Оприщенко // Международный журнал радиационной медицины. – 2001. – № 3–4. – С. 257.

10. Руднев М.И. Влияние низких доз радиации и других факторов окружающей среды на организм / М.И. Руднев, В.В. Варецкий, Н.Н. Береговская. — К.: Наукова думка, 1994. — 216 с.

11. Савцова З.Д. Зміни в імунній системі експериментальних тварин внаслідок постійного опромінення кількох поколінь в зоні відчуження ЧАЕС/ З.Д. Савцова, І.М. Восійкова, В.М. Індик // УРЖ. — 2000. — 8, №1. — С. 71—76.

12. Сепиашвили Р.И. Апоптоз в иммунологических процессах / Р.И. Сепиашвили, М.Г. Шубич, Н.В. Колесникова // Аллергология и иммунология. — 2000. — Т.1. — № 1. — С. 15–22.

13. Севанькаев А. В. Актуальные проблемы современной радиобиологии в свете оценки и прогнозирования последствий аварии на Чернобыльской АЭС / А. В. Севанькаев, А. Н. Деденков // Радиобиология. — Москва: “Наука”, 1990. — Т. 30, Вып. 5. — С. 579–581.

14. Стронський Ю.С. Морфологічні показники кісткового мозку та крові великої рогатої худоби, вирощеної на радіоактивно забрудненій території /Ю.С. Стронський // Наук. Вісн. Львівської державної академії ветеринарної медицини ім. С.З. Гжицького. — 2001. — Т.3 (№2). — С. 163–167.

15. Токин И. Б. Проблемы радиационной цитологии / И. Б. Токин. — Ленинград: “Медицина”, 1974. — 318 с.

16. Урбанович П. П. Морфологічна характеристика органів імунної системи молодняка великої рогатої худоби, вирощеного на радіоактивно забрудненій території / П. П. Урбанович, М. І. Жила, Ю. С. Стронський // Вет. Мед. України. — 2002. — № 1. — С. 20-22.

17. Chumak A. Immune cells in Chernobyl radiation workers exposed to low-dose irradiation / A. Chumak, D. Bazyka, N. Byelyaeva et al. // Int J of Low Radiation. – 2003. – Vol.1. – №1. – P. 19-23.

18. Kovalev E.E. Estimation of Radiation Risk Based on Concept of Individual Variability of Radiosensitivity. Betesda: Armed Forces Radiobiol Res Institute. – 1996. – 201 p.

Summary

**Shikh Y.S., Cholach Ya.B., O. V. Mysiv, Yu.Ya. Fedyk, Shchebentovska O.M.
MORPHOGENESIS OF CHANGES OF SEPARATE ORGANS OF GEESE
IMMUNE SYSTEM OF DIFFERENT AGE GROUPS UNDER THE
CONDITIONS OF LONG-TERM RADIATION OF SMALL DOSES**

The article presents data about peculiarities of structural functional state thymus and cloacal bag of geese kept in zones of radioactive pollution. Histological researches established that low doses of radiation substantially influenced cells of the immune system, in contempt of their ripening and differentiation that, as a rule, results in braking functions of both central and peripheral organs of immune genesis.

Стаття надійшла до редакції 1.09.2010