

ОЦІНКА ГЕМАТОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ КРОВІ ВЕЛИКОЇ РОГАТОЇ ХУДОБИ ЗА «ЙОДНОЇ» ПАТОЛОГІЇ ПІСЛЯ АВАРІЇ НА ЧАЕС

М.М. ЛАЗАРЄВ,

*кандидат біологічних наук, доцент кафедри загальної екології,
радіобіології та БЖД*

<https://orcid.org/0000-0001-6286-0063>

А.В. КЛЕПКО,

*доктор біологічних наук, старший науковий співробітник, завідувач
кафедрою загальної екології, радіобіології та БЖД
Національний університет біоресурсів і природокористування України*

E-mail: laz_rev@i.ua

<https://orcid.org/0000-0002-7061-453X>

Abstracts. Проаналізовано відомості щодо вмісту природного стабільного елемента йоду (^{127}I) на радіоактивно забруднених територіях Українського Полісся і вплив його нестачі у даних регіонах на фізіологічні показники стану здоров'я великої рогатої худоби (ВРХ).

Відомо, що найбільш забруднені території України належать до зони Полісся, які характеризуються як зони з дефіцитом біогенних мікроелементів у ґрунтах, у тому числі йоду. Також добре відомо, що саме радіоактивний йод відіграє провідну роль у радіаційному ураженні біологічних об'єктів практично за будь-якої ядерної аварії при надходженні продуктів ядерного розподілу у навколишнє середовище. Найяскравіше за всю історію ядерних аварій це виявилось після аварії на Чорнобильській АЕС. Діагностичні ознаки та клінічна картина радіаційного ураження тварин радіоактивним йодом досить добре описана у науковій літературі. Однак, недостатньо, на наш погляд, приділено уваги даним питанням при ситуаціях, коли радіоактивний йод вражає популяції тварин в ендемічних за стабільним йодом провінціях.

З даних літератури відомо, що основною клінічною картиною при дефіциті стабільного йоду у ВРХ є: низькорослість, низька маса, низька продуктивність, характерні зміни у волосяному покриві – кучерявість, велика довжина волосся, складчастість шкіри, брадикардія, гіпотонія рубця, порушення відтворювальних

функцій, порушення еритро- і лейкопоезу. Але при оцінці стану здоров'я ВРХ на радіоактивно забруднених територіях у гострий період розвитку аварії на ЧАЕС дослідники відмічали дуже схожі ознаки.

В активних експериментах зі штучним надходженням радіоактивного йоду (^{131}I) в організм великої рогатої худоби різного віку нами досліджено зміни у фізіологічному стані тварин під дією різних сформованих доз опромінення щитоподібної залози й підтверджено нашу гіпотезу щодо подібності біологічних ефектів ураження радіоактивним йодом і клінічної картини нестачі стабільного йоду. Тобто скринінг основних фізіологічних параметрів стану здоров'я тварин є запорукою коректних оцінок ступеня ураження організму тварин радіоактивними ізотопами йоду.

Ключові слова: йод стабільний (^{127}I), йод радіоактивний (^{131}I), забруднена радіонуклідами територія, щитоподібна залоза, гематологічні, імунологічні показники крові.

Вступ.

За останній час з'явилися узагальнюючі роботи, в яких систематизовані відомості щодо сільськогосподарських аспектів проблем тваринництва на забруднених радіонуклідами територіях (Бар'яхтар В.Г. та ін., 2001 р., Прістер Б.С., 2008 р., ІАЕА, 2020 р., Pentreath R.J., 2023).

Однак, проблемам молочного скотарства в період небезпеки радіоактивних ізотопів йоду приділено недостатньо уваги, а це основна ланка надходження радіоактивного йоду в організм людини через молоко. У першу чергу, через відсутність повних й узагальнених даних про можливі наслідки впливу радіоактивного йоду на організм великої рогатої худоби після Чорнобильської радіаційної катастрофи були допущені прорахунки в оцінці біологічних ефектів від впливу радіоактивного йоду в результаті чого сотні тисяч голів ВРХ були вбиті й тим самим була створена нова проблема - утилізації забрудненого радіонуклідами м'яса, що вирішувалася в продовж 10 років

після аварії (Crout N.M.G. and Voigt G., 1996, Horikami D., et al., 2022).

Таким чином можна виділити дві проблеми радіаційної небезпеки при надходженні продуктів ядерного поділу у навколишнє середовище.

Перша – біологічна дія радіоактивних ізотопів йоду, що пов'язана із ураженням щитоподібної залози тварин і наслідки для стану здоров'я тварин, що пов'язані саме із ураженням структури і функції даного органу. Саме невпевненість у прогностичних оцінках цих наслідків і призвели до вищезгаданих проблем.

Друга – проблема надходження ізотопів радіоактивного йоду в продукцію тваринництва, в основному молоко, оскільки саме через молоко радіоактивний йод надходить до організму людей. Ці дві проблеми органічно пов'язані між собою і їх не можна розділяти при оцінці наслідків радіаційних аварійних ситуацій.

Не слід також забувати, що основні медичні проблеми в післяаварійний період також пов'язані із впливом радіоактивного йоду - це проблема виникнення новоутворень у щитопо-

дібній залозі, зокрема в дітей, що є також наслідком недооцінки значимості надходження ізотопів радіоактивного йоду з молоком корів в організм дітей. Саме молоко корів постачає основну «йодну» дозу людині (Прістер Б.С., 1999, Прістер Б.С. та ін., 2013).

У випадку аварійного радіоактивного викиду в атмосферу радіоактивний йод є критичним компонентом забруднення зовнішнього середовища, тобто в порівнянні з іншими радіонуклідами становить найбільшу небезпеку інкорпорованого опромінення населення. Це показує досвід відомих прецедентів - аварія в Уіндскейлі, Анвглія, 1957р. (Webb G A M, et al., 2006, Wakeford R., 2007), катастрофа на ЧАЕС – 1986р. (IAEA, 2006 р.).

Згадані аварії не є єдиними випадками, пов'язаними з викидами радіоактивного йоду в навколишнє середовище. Зараз вже відомо про радіаційні аварії на підводних човнах і підприємствах з переробки опроміненого ядерного палива, але дані аварії не потребували виконання спеціальних мір захисту населення на значній території.

У випадку Чорнобильської катастрофи біологічні ефекти й наслідки біологічної дії радіоактивних ізотопів йоду були визнані світовим співтовариством лише через 10 років після аварії (Karaoglou A. et al., 1996).

Таким чином, радіоактивний йод обумовлює основну небезпеку для населення у випадку радіаційних інцидентів і набуває особливої важливості у сучасний період за реальних умов застосування ядерної зброї.

Мета дослідження полягала у визначенні основних параметрів фізіологічного стану великої рогатої худоби в ендемічних по йоду і забруднених радіонуклідами територій.

Матеріали та методи дослідження.

Для гематологічних і біохімічних досліджень використовували гепаринизовану кров. Проби крові відбирали від 5-6 тварин з кожної групи. В якості антикоагулянту крові використовували гепарин. За час проведення експерименту було оцінено загальний клінічний стан тварин та здійснений індивідуальний облік продуктивності корів методом контрольних доїнь перед початком досліду й далі щомісяця.

Загальний аналіз крові включав: підрахунок кількості еритроцитів і лейкоцитів – у камері з сіткою Горяєва; визначення вмісту гемоглобіну (гемоглобінціанідним методом із ацетонціангідрином); визначення середнього вмісту гемоглобіну в еритроцитах (МСН); виведення лейкограми розрахунковим методом за Левченко В. І. та параметри клінічного стану.

Дослідження проводили на коровах чорно-строкатої породи у виробничих умовах і в умовах активного експерименту з штучним надходженням радіоактивного йоду. Схема проведення досліду представлена у таблиці 1.

Статистичний аналіз проводили методами варіаційної статистики.

Результати та їх обговорення

При проведенні клінічного обстеження і довготривалого спостереження за клінічним станом дослідних тварин важливе значення ми приділяли тому факту, що тварини знаходилися в умовах впливу радіаційного фактору, але й і в умовах нестачі біогенних мікроелементів – йоду, кобальту, цинку, міді, марганцю. Наприклад вміст йоду у воді у 4-50 разів

1. Дослідження корів черно-строкатої породи з штучним надходженням радіоактивного йоду

Групи тварин ВРХ	Місце перебування на момент аварії на ЧАЕС	Дози опромінення			
		На ЩЗ, Гр	Зовнішня, сГр	Внутрішня, сГр	
				На ШКТ	Усе тіло
Виробничі умови (n-20)					
Корови	с. Володимірівка	40	61	35.6	70
Корови	сmt. Поліське	20	30	14	20
Корови	с. Максимовичі	2	15	6	10
Корови (n-3)	с. Новошепелічі	-	200	1000	200
Корови, контроль	с. Музичі	-	-	-	

2. Клініко-фізіологічні параметри стану здоров'я корів, що знаходилися у різних умовах опромінення

№ з/п	Показник	Січень 1986р* (2015-2017)**	0.7 Гр на організм+40Гр на ЩЗ		0.2 Гр на організм+10Гр на ЩЗ		0.1 Гр на організм+3Гр на ЩЗ	
			1.1989	1.1990	1.1989	1.1990	1.1989	1.1990
1	Маса телят при народженні, кг	19-25	25-37	27-40	20-30	20-35	22-31	22-36
2	Анемія слизових оболонок, %	54-60 (26-64)	38-46	45-55	48-55	48-56	40-58	46-54
3	Зміни тонів серця, %	20-34	28	36	32	30	22	26
4	Збільшення меж печінки, %	8-14 (6-14)	6	8	16	10	11	9
5	Гіпотонія рубця, %	18-25 (3-7))	28	28	22	23	22	18
6	Зміни у волосяному покриві, %	58-72 (11-17)	70	68	48	60	60	56
7	Демінералізація скелета, %	56-72	70	68	68	60	60	56
8	Енофтальм, %	15-23	18	20	20	16	20	14
9	Зміни у стані шкіри, %	15-25 (8-21)	20	22	25	20	24	18

* Дані, що отримані науковою експедицією під керівництвом М.І. Судакова;

** Дані, що отримані Н.Г. Грушанською у 2015-2017 рр. під керівництвом М.І. Цвіліховського.

менший за оптимальні значення. Незбалансованість раціонів худоби не могла не сказатися на загальному стані худоби. Результати клінічного обстеження корів, що знаходилися у

різних умовах впливу радіаційного фактору представлені у таблиці 2.

Наведені у таблиці 2 результати клінічного обстеження тварин свідчать про глибоке порушення обмінних

3. Вміст деяких макро і мікроелементів у ґрунтах, раціоні і організмі корів у дослідному господарстві УкрНДІСГР

Об'єкт досліджень	Одиниці виміру	Елементи				
		Со	Zn	Cu	Mn	I
Ґрунт	мг/кг	0.8±0.1	0.1±0.01	2.9±0.3	115±15	1.7±0.2
	Норма	1.1-2.0	0.2-1.0	2.5-4.0	50-100	6-21
Раціон	мг/кг	0.3±0.1	8.0±0.7	6.0±0.8	52.5±4.0	0.08±0.015
	Норма	0.6-1.0	30-60	5-10	40-60	0.3-0.6
Сироватка крові	мкг/100мл	1.1±0.1	60±7	60±8	11±2	1.0±0.1
	Норма	2-4	100-150	60-100	2-8	6-11

4. Морфологічний склад крові корів на території з різними дозами опромінення організму

Показник	Контроль		0.7 Гр на організм+40Гр на ЩЗ		0.2 Гр на організм+10Гр на ЩЗ		0.1 Гр на організм+3Гр на ЩЗ		
	1987	1990	1987	1990	1989	1990	1989	1990	
Лейкоцити, т/мкл; норма 6-12	6.4±0.3	6.2±0.4	6.9±0.4	6.4±0.04	6.6±0.4	7.8±0.1	7.6±0.4	7.2±0.3	
Лейкограма, %	Базофіли, норма-1.0 (0-2)	0.2±0.04	0.9±0.08	0.4±0.03	0.5±0.08	0.7±0.08	1.4±0.1	1.4±1.1	1.6±0.1
	Еозинофіли, норма-6,5 (5-8)	11.0±1.3	13.2±1.3	13.2±1.1	9.6±0.8	11.6±1.0	12.2±1.3	11.2±1.1	10.4±1.0
	Нейтрофіли, норма-31 (22-42)	29.0±3.0	26.3±2.6	22.2±2.1	24.35±2.2	24.8±2.2	22.7±2.1	21.9±2.0	12.8±2.0
	Лімфоцити, норма-57 (45-65)	57.2±6.0	53.8±5.0	61.5±5.4	60.7±6.2	58.8±6.0	61.4±5.0	60.0±5.8	64.0±4.6
	Моноцити, норма-3.5 (2-7)	2.6±0.3	5.8±0.6	2.6±0.2	4.8±0.3	4.1±0.4	2.3±0.3	5.4±0.6	4.1±0.4
Еритроцити, млн/мкл; норма 5-7.5	6.1±0.2	6.6±0.1	5.3±0.2	6.0±0.5	6.8±0.06	6.0±0.1	6.0±0.04	5.8±0.02	
Гемоглобін, г/%, норма 9-12	9.6±0.2	9.4±0.1	9.0±0.01	10.2±0.01	8.9±0.1	9.4±0.1	9.4±0.1	10.0±0.1	
Гематокрит, %	29.0±0.3	26.0±0.4	28.2±0.1	27.6±0.01	25.5±0.4	28.8±0.2	28.2±0.2	26.6±0.2	
Кольоровий показник, відн.од.	0.8±0.04	0.9±0.02	0.8±0.3	0.9±0.02	0.9±0.02	0.8±0.3	0.9±0.03	0.9±0.02	

процесів в організмі корів різних груп, але відокремити вплив радіаційного фактору не представляється можливим із за подібності процесів у всіх дослідних групах, що свідчить про більший вплив екологічних умов і зоогігієнічних умов господарського утри-

мання (перш за все годівлі) худоби.

Порушення у деяких параметрах фізіологічного стану тварин, що в основному характерне для аліментарних нестач біогенних мікроелементів підтверджуються низьким вмістом їх у ґрунтах, раціоні тварин (табл.3).

Слід відмітити, що 5 років після аварії не відмічене видимих змін у процесах обміну речовин у великої рогатої худоби. Вищевказані відхилення у клінічному стані знаходилися на одному рівні і достовірно не залежать від рівнів радіоактивного забруднення території в указаних межах.

Система крові великої рогатої худоби у цілому, і периферійна кров зокрема, є однією з радіочутливих систем організму. Серед змін картини крові, що виникають у периферійній крові тварин найбільш ранніми і достатньо зручними для виявлення біологічних ефектів дії іонізуючих випромінювань є зміни її морфологічного складу.

Однак при цьому слід враховувати, що характер гематологічних змін суттєво залежить як, від рівнів і динаміки опромінення організму тварин, так і від умов їх утримання. Результати гематологічних досліджень крові великої рогатої худоби, що довготривалий час знаходилися на забрудненій радіонуклідами території, представлені у таблиці 4.

Як видно з даних таблиці 4, гематологічні параметри тварин, що знаходилися у різних, за дозовим навантаженням, умовах носить схожий характер. У периферійній крові великої рогатої худоби коливання рівня білих клітин крові відповідає фізіологічним параметрам.

При аналізі кількості еритроцитів в крові великої рогатої худоби слід відмітити, що їх рівень у більшості випадків відповідає нижній межі фізіологічної норми (5–7.5 за В. І. Левченком із співавт., 2017), але достовірної різниці між групами тварин з різними дозами опромінення організму у цілому і дозами опромінення ЩЗ немає.

Більш виражені зміни відмічені при аналізі лейкоцитарної формули крові тварин. Результати показують, що вміст окремих популяцій клітинних елементів крові у ряді випадків суттєво відрізняється від прийнятих фізіологічних норм. Так, вміст еозинофілів клітин у периферійній крові сягало 12, замість 5-8% за нормою. Кількість нейтрофільних клітин у крові тварин знаходиться на нижній межі норми, а рівень лімфоцитів підвищений. Підвищену кількість еозинофілів, також як і інші виявлені нами зміни у кількісному складі крові у корів у перші роки після аварії на ЧАЕС відмічали і інші дослідники на різних слідах радіоактивних випадінь (Іллязов Р.Г., та ін., 2006 р., Прістер Б.С., 1999, та ін.).

При якісному аналізі клітин периферійної крові слід відмітити такі зміни як базофільна зернистість лімфоцитів, некроз, рексис ядер лімфоцитів, каріопікноз і гіперсегментацію нейтрофілів. В мазках крові відмічали наявність патологічних форм еритроцитів – анізацитоз, пойкилоцитоз.

Гематологічні дослідження, що проводилися у дослідному господарстві «Поліське», повторюють загальну картину гематологічних показників, що отримані при дослідженнях різних господарств Київської та Житомирської областей. Характерними змінами, що були відмічені у крові великої рогатої худоби, є понижений рівень еритроцитів і гемоглобіну. У лейкоформулі відмічали понижений рівень нейтрофілів та і збільшення кількості лімфоцитів.

Висновки.

Таким чином, гематологічні дослідження, що проведені у госпо-

дарствах з різними рівнями радіоактивного забруднення і різними дозами опромінення тварин виявили ряд характерних змін у периферійній крові, що, на наш погляд, пов'язані у більшій мірі з умовами утримання і екологічними умовами, насамперед нестачею біогенних мікроелементів в раціонах годівлі тварин. Дефіцит біогенних мікроелементів в раціонах і крові тварин може бути причиною самих різних порушень в системах життєзабезпечення організму тварин. Тим не менше слід підкреслити, що наявна еозінофілія, лімфоцитоз, якісні зміни у клітинах білої крові можуть бути й результатом впливу радіаційного фактору, що підтверджується фундаментальними дослідженнями у роботах (Slavov V., & Plotko T. 2017, Formanek Z., et al., 2003 та ін., Іллязов Р.Г., 2006).

References

1. Priester B.S. (2008) "Problems of agricultural radioecology and radiobiology during environmental contamination with a young mixture of nuclear fission products": monograph. Chernobyl: NPP Safety Institute of the National Academy of Sciences of Ukraine, 320 p.
2. International atomic energy agency (2020), Strategies and Practices in the Remediation of Radioactive Contamination in Agriculture, Proceedings Series - International Atomic Energy Agency, IAEA, Vienna. 194 p.
3. Chernobyl: exclusion zone: Collection of scientific works / Ed. col.: V. G. Baryakhtar, I. R. Alekseenko and others. Kyiv: Naukova dumka, 2001. 548 p.
4. Pentreath R.J. (2023) Radiological protection, radioecology, and the protection of animals in high-dose exposure situations. *J. of Environmental Radioactivity*. Vol. 270. P. 107270. <https://doi.org/10.1016/j.jenvrad.2023.107270>
5. Crout N.M.G., Voigt G. (1996) Modeling the dynamics of radioiodine in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 79:254-259.
6. Horikami, D., Sayama, N., Sasaki, J. et al. (2022) The effect of exposure on cattle thyroid after the Fukushima Daiichi nuclear power plant accident. *Sci Rep* 12, 21754 <https://doi.org/10.1038/s41598-022-25269-0>
7. Priester B.S. (1999) Consequences of the accident at the Chernobyl nuclear power plant for the rural economy of Ukraine. *Issledovanie TsPER*, No. 20. Kyiv Ukraine. 104 p.
8. Pryster B.S., Klyuchnikov A.A., Shestopalov V.M., Cook V.P. (2013) Safety problems of atomic energy. *Lessons from Chernobyl*. 199 c.
9. Webb G A M, Anderson R W and Gaffney M J S (2006) Classification of events with an off-site radiological impact at the Sellafield site between 1950 and 2000, using the International Nuclear Event Scale. *J. Radiol. Prot.* Vol. 26. P.33–49.
10. Wakeford R (2007) The Windscale reactor accident – 50 years on. *J. Radiol. Prot.* Vol. 27. P. 211-215.
11. International atomic energy agency (2006), Environmental consequences of the Chernobyl accident and their remediation : twenty years of experience / report of the Chernobyl Forum Expert Group 'Environment'. — Vienna : International Atomic Energy Agency. 180 p.
12. Karaoglou A., Desmet G., Kelly G.N. and Menzel H.G. (1996) The radioecological consequences of the Chernobyl accident. Editor // EUR 16544 EN.ECSC-EC-EAEC, Brussels. Luxemburg. 1191p.
13. Slavov, V., & Plotko, T. (2017). Natural resistance and breeding capacity of cows under low doses of radiation. *Visnyk Agrarnoi Nauky*, 2017, № 4, p. 28-33
14. Formanek, Z., Lynch, A., Galvin, K., Farkas, J., & Kerry, J. P. (2003). Combined ef-

- fects of irradiation and the use of natural antioxidants on the shelf-life stability of overwrapped minced beef. *Meat Science*, 63(4), p. 433-440.
15. Freedman, J. E.; Frei, B.; Welch, G. N.; Loscalzo, J. (1995) Glutathione peroxidase potentiates the inhibition of platelet function by S-nitrosothiols. *Journal of Clinical Investigation*; 96 (1), pp 394–400. doi: 10.1172/JCI118047
16. Kolb V. G., Kamishnikov V. S. Determination of ceruloplasmin in serum by modified method of Ravina. In: *Practical book in clinical chemistry*, 1982, pp. 290–291.
17. Levchenko V. I., Vlizlo V. V., Kondrakhin I. P., Golovakha V. I., Morozenko D. V., Sakhnyuk V. V., Slivinska L. G., Chumachenko V. V., Tsvilikhovskiy M., Ulizko S. I., Shchurevych G. O. *Clinical diagnosis of internal diseases of animals*. Bila Tserkva, 2017. 544 p.
-

M.M. Lazarev, A.V. Klepko (2023)

EVALUATION OF HEMATOLOGICAL AND IMMUNOLOGICAL PARAMETERS OF BLOOD IN CATTLE WITH "IODINE" PATHOLOGY AFTER THE ACCIDENT AT TEA.

BIOLOGICAL SYSTEMS: THEORY AND INNOVATION, 14(1-2): 5-12.

<http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Biologiya/article/view/43934>

[http://dx.doi.org/10.31548/biologiya14\(1-2\).2023.008](http://dx.doi.org/10.31548/biologiya14(1-2).2023.008).

Abstract. Information on the content of the natural stable element iodine (^{127}I) in the radioactive contaminated areas of the Ukrainian Polissya and the impact of its deficiency in these regions on the physiological indicators of the cattle health status were analyzed.

It is known that the most polluted areas of Ukraine belong to the Polissya zone, which is characterized as zones with a deficiency of nutrients in soils, including iodine. It is also well known that radioactive iodine plays a leading role in the radiation damage of biological objects in almost any nuclear accident when the products of nuclear fission enter the environment. This was the brightest in the history of nuclear accidents after the Chernobyl accident. Diagnostic signs and clinical picture of radiation damage to animals with radioactive iodine are well described in the scientific literature. However, in our opinion, not enough attention is paid to these issues in situations where radioactive iodine affects animal populations in provinces endemic for stable iodine.

Also it is known that the main clinical picture of stable iodine deficiency in cattle are: short stature, low weight, low productivity, characteristic changes in the hair - curls, long hair, skin folds, bradycardia, scar hypotension, impaired reproductive function, disorders erythrocyte- and leukopoiesis. But when assessing the cattle health in radioactive contaminated areas during the acute period of the Chernobyl accident, researchers noted very similar signs.

In active experiments with the artificial intake of radioactive iodine (^{131}I) in different age's cattle, we studied changes in the physiological state of animals under chooses doses of thyroid radiation and confirmed our hypothesis about the similarity of biological effects of iodine damage and stable iodine clinical picture. That why, screening of the main physiological parameters of animal health is the key to correct assessments of the degree of damage to animals by radioactive iodine isotopes.

Key words: stable iodine (^{127}I), radioactive iodine (^{131}I), radionuclide-contaminated area, thyroid gland, hematologic and immunologic blood parameters.