

## ВІДНОВНИЙ ПОТЕНЦІАЛ КРОВІ КОРІВ ЗА УМОВ УТРИМАННЯ НА ТЕРИТОРІЯХ, ЗАБРУДНЕНИХ РАДІОНУКЛІДАМИ

*І. В. Чала*

Житомирський національний агроекологічний університет

*Стаття присвячена дослідженню редокс-потенціалу та вмісту глутатіону у крові тільних корів, що утримуються у зоні, забрудненій радіонуклідами. Встановлено, що редокс-потенціал крові таких корів суттєво менший, ніж у корів, що знаходяться у зоні відносного екологічного благополуччя. Вміст відновленої фракції глутатіону суттєво знижується в умовах радіонуклідного забруднення. Встановлено, що редокс-потенціал крові корів, що утримувались у зоні екологічного благополуччя, становить  $32,5 \pm 2,7$  мВ, а у корів, що утримувались у зоні, забрудненій радіонуклідами, становить  $23,7 \pm 1,5$  мВ. Вміст відновної фракції глутатіону становить відповідно  $377,4 \pm 18,6$  мг/л і  $259,4 \pm 22,6$  мг/л.*

Після аварії на ЧАЕС проблемам біологічної дії іонізуючого випромінювання на організм людини та тварин приділяється значна увага. За останнє десятиліття проведені значні наукові та практичні дослідження у напрямку з'ясування первинних механізмів дії мало інтенсивного іонізуючого випромінювання на клітини та тканини тварин. Разом з тим, існує ряд питань, що залишаються недостатньо дослідженими. Зокрема, однією з проблем, є вивчення окисно-відновного стану клітин в умовах дії низьких доз іонізуючого випромінювання. Відновні властивості клітини є важливим захисним резервом в умовах зростання інтенсивності вільнорадикальних процесів та процесів перекисного окиснення хімічних сполук, які є життєво важливими елементами клітин тваринного організму.

Аналіз літературних даних показав, що в останній період основна увага приділялась дослідженню клінічних проявів дії низьких доз іонізуючого випромінювання та практичних проблем зменшення негативних наслідків цього впливу. Разом з тим, для розуміння механізмів, що лежать в основі паталогічних явищ, необхідно виявляти первинні процеси, основні напрямки розвитку того чи іншого паталогічного явища та можливі шляхи їх корекції.

Як відомо, дія низьких доз іонізуючого випромінювання має свої особливості. На думку більшості авторів основним процесом, так званим ключовим механізмом розвитку паталогічних змін у клітині, є радіоліз води — процес розкладання молекули води на іони та радикали під дією іонізуючого випромінювання. А оскільки найбільш обводненою частиною більшості тваринних клітин є цитоплазма, то саме у цій частині клітини відбувається утворення вільних радикалів. Серед продуктів радіолізу води найбільшу небезпеку становить супероксидрадикал, який характеризується високою вільною енергією, наявністю неспарених електронів та здатністю до утворення перекисних сполук [1, 4, 5]. Окрім радіолізу води, супероксидрадикал може утворюватись у мітохондріях за умов порушення спряженості окиснення та фосфорилування. Одними з найбільш чутливих сполук до дії вільних радикалів є поліненасичені жирні кислоти, що входять до складу фосфоліпідів клітинних мембран. Наявність подвійних зв'язків і зумовлює високу реакційну чутливість до дії продуктів вільнорадикального розпаду. В результаті цілого комплексу хімічних реакцій утворюються перекиси жирних кислот, альдегіди, кетони, зокрема дієнові кон'югати тощо. Руйнування жирних кислот фосфатидів призводить до порушення цілісності мембран, процесів трансмембранного транспорту, чутливості клітин [2–4]. Порушення структури клітинних мембран має надзвичайно важливе значення, особливо для імунокомпетентних клітин, мембранних рецепторів, які забезпечують молекулярний контакт з антигеном.

За умов інтенсивного розвитку вільнорадикальних процесів, важливе значення має активність захисних механізмів, зокрема стану антиоксидантної системи. Вказана система включає декілька основних ланок, а саме: антирадикальну та антиперекисну. Для нейтралізації

продуктів перекисного окиснення ліпідів необхідний значний запас сполук, що володіють антиоксидантною або відновною здатністю. Такими сполуками є речовини, що містять легко зв'язаний Гідроген. Найбільш поширеними сполуками такого ряду є амінокислота цистеїн та її похідні, зокрема трипептид глутатіон. Саме глутатіон використовується клітинами як універсальний донор Гідрогену у багатьох біохімічних процесах. Глутатіон забезпечує високий рівень редокс-потенціалу клітин. Вважається, що вміст відновленої фракції глутатіону корелює з величиною редокс-потенціалу багатьох клітин, у тому числі, еритроцитів [2, 4, 8]. Рівень редокс-потенціалу як окремих клітин, так і тканин у цілому, характеризує їх стійкість до розвитку оксидативного стресу, який у кінцевому результаті може призвести до апоптозу клітин. Таким чином, вивчення первинних механізмів, що лежать в основі паталогічних змін при дії низьких доз іонізуючого випромінювання є метою наших досліджень. Основними завданнями є визначення редокс-потенціалу та вмісту різних фракцій глутатіону крові корів, що утримувались у зоні, забрудненій радіонуклідами Чорнобильського походження порівняно до таких, які утримувались у зоні екологічного благополуччя.

**Матеріали і методи.** Для досліджень було відібрано дві групи глибоко тільних корів чорно-рябої породи. Контрольна група тварин утримувалась в умовах учгоспу «Україна», смт Черняхів, потужність експозиційної дози становила 14–21 мкР/год. Дослідна група тварин утримувалась в орендному господарстві с. Сілець, Народницького р-ну Житомирської обл., потужність експозиційної дози — 28–45 мкР/год. Групи були сформовані за принципом аналогів з урахуванням живої маси, віку, молочної продуктивності та періоду тільності. Раціони тварин були аналогічними і склалися із сіна, соломи, силосу, коренебульбоплодів, концкормів. Радіоактивність раціону за  $^{137}\text{Cs}$  у корів контрольної групи становила 800 Бк/добу, у корів дослідної групи — 2200 Бк/добу. Для лабораторних досліджень брали кров з яремної вени з дотриманням правил антисептики, яку стабілізували гепарином. У крові визначали вміст загального, відновленого та окисненого глутатіону методом йодометрії та рівень редокс-потенціалу методом потенціометрії іономіром лабораторним І-160МІ з використанням індикаторного електроду типу ЕРП-101 та електролітичного ключа. Вимірювання редокс-потенціалу проводили у насиченому розчині хлориду калію.

**Результати та обговорення.** Редокс-потенціал характеризує відношення концентрацій сполук з відновними властивостями до таких, що здатні приєднувати електрони, тобто до концентрації окисників. Редокс-потенціал характеризує стійкість клітинних мембран. Відновний потенціал є важливим резервом для відновлення сполук при паталогічних процесах, при перекисному окисненні ліпідів, тощо. При дослідженні рівня редокс-потенціалу встановлено, що у корів контрольної групи він знаходився у межах  $32,5 \pm 2,7$  мВ (58 %), тоді як у корів дослідної групи цей показник становив  $23,7 \pm 1,5$  мВ (42 %, рис. 1).

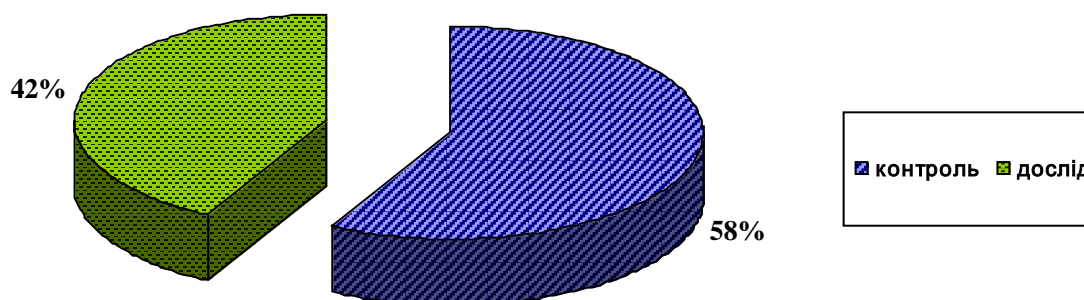


Рис. 1. Рівень редокс-потенціалу крові корів

Таким чином, спостерігається зниження окисно-відновного потенціалу крові корів, які утримувались у зоні, забрудненій радіонуклідами. Як зазначалось вище, найбільш важливою сполукою, що має високий відновний потенціал є трипептид глутатіон, який містить амінокислоту цистеїн. Однією з хімічних властивостей цієї амінокислоти є здатність легко від'єднувати атоми Гідрогену від сульфгідрильних груп ( $-\text{SH}$ ) і перетворюватись у цистин, який

містить дисульфідні групи (S–S). Вказана реакція лежить в основі перетворення відновленого глутатіону в окиснений, при цьому вільний Гідроген зв'язується з окисненими сполуками, зменшуючи таким чином окисний потенціал і оксидативний стрес у цілому. Результати дослідження вмісту глутатіону представлені у таблиці 1.

Таблиця 1

Вміст різних форм глутатіону у крові корів, мг/л (M±m)

Групи тварин	Форми глутатіону		
	Загальний	Відновлений	Окиснений
Контрольна	395,7 ± 21,6	377,4 ± 18,6	18,4 ± 0,8
Дослідна	325,8 ± 38,9	259,4 ± 22,6*	65,4 ± 3,2*

Примітка: \* — різниця між показниками контрольної та дослідної груп статистично достовірна на рівні  $p < 0,05$

Вміст загального глутатіону у крові корів контрольної групи був дещо вищим, ніж у дослідної, однак різниця між цими показниками була статистично не достовірна, щодо відновленого глутатіону, то його вміст у крові контрольних тварин становив  $377,4 \pm 18,6$  мг/л, а у тварин дослідної групи —  $259,4 \pm 22,6$  мг/л і суттєво відрізнявся від контролю, спостерігалось зменшення цього показника у тварин дослідної групи на 31,6 %. Вміст окисненого глутатіону був утричі вищим у крові корів дослідної групи.

Одержані результати свідчать про те, що у тварин, які утримувались у зоні радіоактивного забруднення відбувається інтенсифікація процесів окиснення. Зміни вмісту відновленого та окисненого глутатіону узгоджуються із показниками окисно-відновного потенціалу.

Таким чином, у тільних корів в умовах дії низько інтенсивного іонізуючого випромінювання спостерігається зменшення відновного потенціалу переважно за рахунок зменшення вмісту відновленого глутатіону. Такі зміни можуть негативно позначитись на активності ферментів оксидоредуктаз, які містять у активних центрах сульфгідрильні групи цистеїну, на активності імунокомпетентних клітин, на цілісності клітинних мембран. Однак, такі зміни можуть бути викликані не лише негативною дією іонізуючого випромінювання, а і комплексом негативних екологічних факторів, що склалися у цій зоні, зокрема дефіцитом макро- та мікроелементів у трофічних ланцюгах. Виходячи з вищевказаного, ця проблема потребує подальших комплексних досліджень.

## ВИСНОВКИ

1. У крові тільних корів, що утримувались у зоні, забрудненій радіонуклідами, спостерігалось зменшення окисно-відновного потенціалу (редокс-потенціалу).

2. У крові корів дослідної групи спостерігалось суттєве зниження фракції відновленого глутатіону, яке становило 31,6 % порівняно до показників контрольної групи. Такі зміни свідчать про використання сполук з високим відновним потенціалом для нейтралізації радикалів з високою окисною активністю.

3. У крові корів, що утримувались у зоні, забрудненій радіонуклідами, спостерігалось стрімке зростання частки окисненого глутатіону, що свідчить про зростання окисних реакцій, які не спряжені з фосфорилуванням.

**Перспективи подальших досліджень.** Слід встановити причини зменшення рівня редокс-потенціалу у крові корів, що утримуються у зоні радіоактивного забруднення, а також корекції раціону з метою збільшення синтезу сполук, що несуть високий відновний потенціал. Важливим напрямком цих досліджень є встановлення рівня кореляції між рівнем редокс-потенціалу та клінічними або лабораторними змінами.

## THE BLOOD REDOX POTENTIAL OF COWS KEPT ON RADIOCONTAMINATED TERRITORIES

I. Chala

## SUMMARY

The paper covers the investigations into the redox-potential and glutathione content of blood in pregnant cows kept on radiocontaminated territories. It has been established that the redox potential of blood of such cows is considerably lower than of the cows kept in the zone of so-called relative ecological safety. The content of the glutathione restored fraction decreases considerably under the condition of the radionuclide contamination. It has been established that the redox-potential of the cows kept in the zone of relative ecological safety is  $32,5 \pm 2,7$  mV, but the redox-potential in the radiocontaminated zone is  $23,7 \pm 1,5$  mV. The content of the glutathione restored fraction accordingly is  $377,4 \pm 18,6$  mg/l and  $259,4 \pm 22,6$  mg/l.

## ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ КРОВИ КОРОВ В УСЛОВИЯХ СОДЕРЖАНИЯ НА ТЕРРИТОРИЯХ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ РАДИОНУКЛИДАМИ

*И. Чалая*

## АННОТАЦИЯ

Статья посвящена исследованию редокс-потенциала и концентрации глутатиона в крови стельных коров, содержащихся в зоне, загрязненной радионуклидами. Установлено, что редокс-потенциал крови таких коров существенно меньше, чем у коров, находившихся в зоне относительного экологического благополучия. Содержание восстановленной фракции глутатиона существенно уменьшается в условиях радионуклидного загрязнения. Установлено, что окислительно-восстановительный потенциал у коров, содержащихся в зоне относительного экологического благополучия составляет  $32,5 \pm 2,7$  мВ, а у коров, содержащихся в загрязненной зоне —  $23,7 \pm 1,5$  мВ. Содержание восстановленной фракции глутатиона составляет соответственно —  $377,4 \pm 18,6$  мг/л и  $259,4 \pm 22,6$  мг/л.

## ЛІТЕРАТУРА

1. *Барабой В. А.* Перекисное окисление и стресс / В. А. Барабой, И. И. Врехман, В. Г. Голотин, Ю. Г. Кудряшов. — Л. : Наука, 2009. — 160 с.
2. *Барабой В. А.* Исследование механизмов мембранотропного действия ионизирующей радиации в низких дозах и интенсивностях : 3-й радіобіологічний з'їзд : тези доповідей / В. А. Барабой, В. А. Зинченко, П. А. Зотиков. — К., 1993. — Т. 1. — С. 78.
3. *Барабой В. А.* Лучевое поражение как стресс, биохимические механизмы лучевого стресса : 3-й радіобіологічний з'їзд : тези доп. / В. А. Барабой. — К., 1993. — Т. 1. — С. 71.
4. *Барабой В. А.* Механизмы стресса и перекисное окисление липидов / В. А. Барабой // Успехи современной биологии. — 1991. — Т. 3, Вып. 6. — С. 929–931.
5. *Бурлакова Е. В.* Биоантиоксиданты в лучевом поражении и злокачественном росте / А. В. Алексеенко, Н. П. Пальмина. — М. : Наука, 2009. — 214 с.
6. *Ильязов Р. Г.* Итоги комплексной оценки физиологического состояния крупного рогатого скота при длительном содержании на территории с различной плотностью загрязнения после аварии на ЧАЭС : 3-й радіобіологічний з'їзд : тези доповідей / Р. Г. Ильязов. — К., 1993. — Т. 1. — С. 415.
7. *Freedman B. A.* Free radicals in molecular biology aging and disease / B. A. Freedman ; Eds. Armstrong D. et al. — N. Y. : Raven Press, 2008. — P. 43.
8. *Garner R. J.* Metabolism of radionuclide in the dairy cows / R. J. Garner, H.G. Jones // J. Agric Sci. — 1993. — 55. — P. 387.

**Рецензент:** доцент кафедри мікробіології, вірусології та епізоотології, кандидат біологічних наук Солodka Л. О., Житомирський національний агроекологічний університет.