

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

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.

Постановка проблеми

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 останніх досліджень та постановка завдання. Аналіз літературних даних показав, що в останній період основна увага приділялася 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 званім 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 супероксид-радикал, який характеризується високою

вільною енергією, наявністю неспарених електронів та здатністю до утворення перекисних сполук.[1, 4, 5] Окрім радіолізу води, супероксид-радикал може утворюватися 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 вільно радикального розпаду. У 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, 3, 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, 9]. Рівень редокс-потенціалу як окремих клітин, так і тканин в 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 утримувалися у зоні, забрудненій радіонуклідами Чорнобильського походження, порівняно до таких, які утримувалися у зоні екологічного благополуччя.

Матеріали та методи досліджень

Для досліджень було відібрано дві групи глибоко тільних корів чорно-рябої породи. Контрольна група тварин утримувалася в умовах учгоспу «Україна», смт Черняхів, потужність експозиційної дози становила 14–21 мкР/год. Дослідна група тварин утримувалася в орендному господарстві с. Сілець Народицького району Житомирської області, 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}Cs у корів контрольної групи становила 800 Бк/добу, у корів дослідної групи – 2200 Бк/добу. Для лабораторних досліджень відбирали кров із яремної вени з дотриманням правил антисептики, яку стабілізували гепарином. У крові визначали вміст загального, відновленого та окисленого глутатіону методом йодометрії та рівень редокс-потенціалу методом потенціометрії іоніміром лабораторним І-160МІ з використанням індикаторного електроду типу ЕРП - 101 та електролітичного ключа. Вимірювання редокс-потенціалу проводили у насиченому розчині хлориду калію.

Результати досліджень

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 нами було 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).

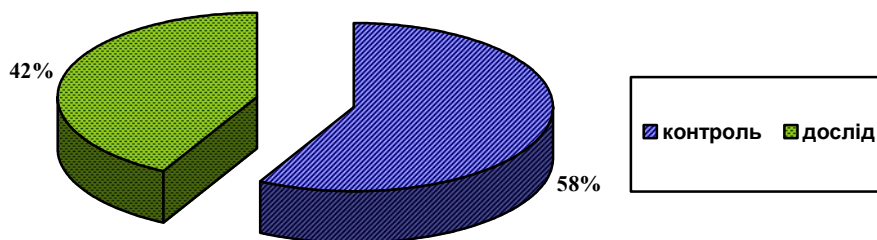


Рис. 1. Рівень редокс-потенціалу крові корів

Таким чином, спостерігається зниження окисно-відновного потенціалу крові у корів, які утримувалися у зоні, забрудненій радіонуклідами. Як зазначалося вище, найбільш важливою сполукою, що має високий відновний потенціал, є трипептид глутатіон, який містить амінокислоту цистеїн. Однією з хімічних властивостей даної амінокислоти є здатність легко від'єднувати атоми Гідрогену від сульфгідрильних груп ($-\text{SH}$) і перетворюватися у цистин, який містить дисульфідні групи (S-S). Вказана реакція лежить в основі перетворення відновленого глутатіону в окислений, при цьому вільний Гідроген зв'язується з

окисленими сполуками, зменшуючи таким чином окисний потенціал і оксидативний стрес в цілому. Результати дослідження вмісту глутатіону представлені у таблиці 1.

Таблиця 1. Вміст різних фракцій глутатіону у крові корів, мг/л, $M \pm m$

Групи тварин	Фракції глутатіону		
	загальний	відновлений	окислений
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 даного показника у тварин дослідної групи на 31,6%. Вміст окисленого глутатіону був утричі вищим у крові корів дослідної групи.

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

Таким чином, у тільних корів, в умовах дії низькоінтенсивного іонізуючого випромінювання, спостерігається зменшення відновного потенціалу переважно за рахунок зменшення вмісту відновленого глутатіону. Такі зміни можуть негативно позначитися 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, дана проблема потребує подальших комплексних досліджень.

Висновки

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

2. У крові корів дослідної групи спостерігалось незначне зменшення вмісту загального глутатіону.

3. 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.

4. У крові корів, що утримувалися у зоні, забрудненій радіонуклідами, спостерігалось стрімке зростання частки окисленого глутатіону, що свідчить про зростання окисних реакцій, які не спряжені з фосфорилюванням.

Перспективи дослідження

Подальші дослідження були спрямовані на встановлення причин 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.

Література

-
1. Перекисное окисление и стресс/*В.А. Барабой, И.И. Врехман, В.Г. Голотин, Ю.Г. Кудряшов.* – Л.: Наука, 2009. – 160с.
 2. *Барабой В.А.* Исследование механизмов мембранотропного действия ионизирующей радиации в низких дозах и интенсивностях/*В.А.Барабой, В.А. Зинченко, П.А. Зотиков* // III радіобіологічний з'їзд: тези доп. – К., 1993. – Т 1.– С.78.
 3. *Барабой В.А.* Лучевое поражение как стресс, биохимические механизмы лучевого стресса// // 3 –ій радіобіологічний з'їзд: Тези доповідей. – 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/ *Е.В.Бурлакова, А.В. Алексеев, 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 /*Р.Г. Ильязов*// III радіобіологічний з'їзд: тези доп. – К., 1993. – Т 1. - С.415.
 7. *Freedman B.A.* Free radicals in molecular biology aging and disease/*B.A. Freedman eds. Armstrong D.* [at al.]. – N.Y.: Raven Press, 2008. – P.43.
 8. *Garner R.J.* Methabolism of radionuclide in the dairy cows /*R.J. Garner, H.G. Jones* // J. Agric Sci. – 1993. - 55. – P.387.
-