



УДК 619:615.9:546.74:636.084

О.Т. КУЦАН, докт. вет. наук, професор, член-кореспондент НААН

О.Л. ОРОБЧЕНКО, канд. вет. наук

ННЦ «Інститут експериментальної і клінічної ветеринарної медицини», Харків

М.І. ГОЛУБЄВ, канд. сільгосп. наук

Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ

ЕКОТОКСИКОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА БРОМУ ЯК КОМПОНЕНТА РАЦІОНІВ ДЛЯ ТВАРИН

Бром – досить поширений на території України елемент. В організм тварин потрапляє з водою та кормами. Особливу небезпеку становлять водні джерела із вмістом броду понад 1,8 мг/дм³ та корми, які містять цей елемент, – сіно люцерни, ячмінь та солома, соняшникова макуха, зелена маса рослин. Вміст броду в таких кормах становить 8–40 мг/кг. Надлишок його в раціоні тварин здатний спричинити йодну недостатність унаслідок антагонізму даних елементів, а також накопичення в сільськогосподарській продукції, що може стати однією з причин йододефіциту в людей. Для вирішення цієї проблеми необхідно провести екотоксикологічні дослідження.

Бром – представник групи галогенів, його сполуки містяться у воді соляних озер, а в морській воді концентрація елемента становить 0,005%. Крім того, він входить до складу деяких хлорвмісних мінералів. З рослин найбільш багаті на бром бобові – квасоля, горох і сочевиця [1].

Рівень світового видобутку броду наближається до рівня купруму, цинку і пльомбуму [6, 15]. При добуванні корисних копалин навколишнє середовище зазнає значного бромного забруднення [13]. Одне з джерел забруднення ґрунтів і води – використання бромвмісних отрутохімікатів, особливо метилброміду [14]. Так, після обробки ним ґрунту вміст броду у воді каналів і ґрунтових водах нідерландських польдерів досягав 41,0 і 17,0 г/м³ відповідно [17]. Обробка метилбромідом рослин закритого ґрунту призводила до підвищення вмісту броду в суниці – до 0,2–13,5 мкг/г, моркві – 7,7–19,3, перці – 9,7–40,1, кабачках – 3,0–37,0, помідорах – 6,3–87,0 мкг/г [16].

Згідно з «Державним реєстром пестицидів і агрохімікатів...» [5] сьогодні на території України дозволено використовувати окремі препарати з діючими речовинами, які містять бром (див. табл. 1). Більшість із них дозволені до розпилення з авіатранспорту.

В організм тварин бром може потрапляти з водою. Окрім областей, вказаних на карті (див. рисунок) [3], ризик потрапляння броду в питну воду існує в Одеській, Херсонській і Миколаївській областях через його промислове видобування. Надлишок цього елемента може потрапляти в організм також при неправильному використанні бромних кормових добавок (у формі солей бромистоводневої кислоти) у м'ясному тваринництві.

Особливістю бромідів є те, що вони виявляють тиреостатичну дію. Такі речовини використовують при вирощуванні та відгодівлі тварин, оскільки вони забезпечують переважання процесів анаболізму над процесами катаболізму в їх організмі, а це сприяє ефективному формуванню м'ясної продуктивності.

Регуляторна дія солей броду проявляється у впливі на йодний обмін у щитоподібній залозі. Гальмуванням функції щитоподібної залози вдається знизити основний обмін. На практиці це означає підвищення середньодобових приростів і скорочення кормових ресурсів на їх утворення. Для свиней рівень броду в раціоні рекомендують доводити до 15,0 мг/кг сухої речовини корму. Для бугайців на відгодівлі використовують підкормку броміду амонію з розрахунку 0,5 г на 100 кг живої маси [4, 7, 9, 11].

Таблиця 1 – Бромвмісні пестициди, дозволені до використання на території України [5]

Назва	Діюча речовина	Призначення
Асталон 150 SL, РК	Дикват дибромід	Десикант, гербіцид
Гербіцид «Агрофен», РК	Те ж	Десикант
Дикват-Зоря, РК	– «–	Гербіцид, десикант
Пріам, РК	– «–	Десикант, гербіцид
Регістан	– «–	Гербіцид, десикант
Самум 150 РК	– «–	Десикант, гербіцид
Регалон-S, РК	– «–	Десикант
Бомбер, РК	– «–	Те ж
Бумеранг, РК	– «–	– «–
Десикаш, РК	– «–	– «–
Совела	– «–	– «–
Суховій	– «–	– «–
Крушитель SL, РК	– «–	– «–
Дикватрин, РК	– «–	– «–
Альфа-Дикват, РК	– «–	– «–
Фантом Ес	Бромоксиніл	Гербіцид
Зеагран 340, СЕ	– «–	Те ж
Метилбромід, ГЗ	Метилбромід	Фумігант

Найбільше броду сконцентровано у щитоподібній залозі, нирках, а також у крові. Фізіологічний показник елемента в сироватці крові коливається в межах 0,70–1,30 мг% [12], що й було використано нами для оцінки бромного «статусу» організму великої рогатої худоби.

Мета роботи – дослідити кормову базу господарств України та джерела водопою на вміст броду.

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ

Вміст броду у воді, кормах і сироватці крові досліджували у відділі токсикології, безпеки та якості сільськогосподарської продукції ННЦ «ІЕКВМ» упродовж 2012–2014 рр. за допомогою



Схематична карта промислових вод Української РСР:

1–3 – райони поширення вод з промисловим вмістом (1 – йоду, 2 – бром, 3 – калію), 4 – райони можливого поширення вод із промисловим вмістом йоду і бром [3]

рентген-флуоресцентного аналізу відповідно до методичних рекомендацій [8]. Усього було досліджено 42 проби води (з 5 областей України), 81 пробу комбікормів для птиці і свиней з різних господарств (9 областей), 59 проб кормів, які використовують у годівлі великої рогатої худоби (грубі й соковиті – 35, зерно й зернофураж – 24), а також 36 проб сироваток крові ВРХ (із 6 областей).

Результати досліджень статистично обробляли на ПК з використанням пакета програм Microsoft Excel.

Слід зазначити, що вміст бром в кормах в Україні не нормований жодним нормативним документом. Максимально допустимий рівень неорганічних бромідів (35,0 мг/кг) наводить у своїй монографії Ю.А. Александров [2]. У питній воді він має становити 0,2 мг/дм³ [10].

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Середній вміст бром в джерелах Харківської області становив 0,17±0,042 мг/дм³, перевищення максимально допустимого рівня (МДР) було виявлено в 27,3% проб (табл. 2). Клінічного прояву токсикозу в тварин, які споживали таку воду, не виявлено. Максимальний вміст бром було зафіксовано у воді зі свердловин, які знаходились на території птахогосподарства в Миколаївській області, МДР був перевищений у 14,2–55,4 рази. Клінічно дія бром проявлялась у птиці лише діареєю – під час розтину виявляли запалення тонкого відділу кишечника та збільшену печінку.

Вживання води з перевищенням бром в 2,25–8,75 рази не призводило до клінічних змін у свиней у Полтавській області (табл. 2). У пробах води із птахогосподарства в Луганській області не виявили перевищення вмісту бром. А перевищення його вмісту у воді зі свинарського господарства Черкаської області не мало клінічного прояву.

У комбікормах для птиці і свиней перевищення МДР не було виявлено в жодній з областей (табл. 3). Тенденція до підвищення вмісту бром простежувалась у комбікормах для свиней, але показник медіани становив 3,03 мг/кг, що може свідчити про забруднення складових деяких кормів цим елементом через застосування в господарствах пестицидів або введення до складу комбікормів бромвмісних добавок.

Враховуючи стандартне відхилення, у вибірках комбікормів для птиці вміст бром становив 2,83–4,46 мг/кг. Цей показник перевищували 20,8% проб (Івано-Франківська область – 0%, Хар-

ківська – 20,0%, Полтавська – 42,9%, Луганська – 60%, Донецька – 25%).

У комбікормах для свиней вміст бром з урахуванням стандартного відхилення становив 3,70–7,56 мг/кг. Перевищення даного показника виявлено в 29,2% проб (Харківська область – 40,0%, Київська та Черкаська – 0%, Дніпропетровська – 60,0%, Сумська – 50,0%).

Видимі клінічні ознаки отруєння бромом (часткове облісіння) спостерігали в молодняку ВРХ із господарства Херсонської області. У дорослих тварин інших вікових груп таких ознак виявлено не було, хоча за анамнестичними даними в господарстві мали місце захворювання репродуктивної системи у ВРХ (безпліддя, затримка посліду, субінволюція матки).

У кормах із даного господарства відзначали значний уміст бром (табл. 4), причому максимальним накопичувачем елемента було сіно люцерни (20,46 і 39,28 мг/кг). Чималу кількість його виявляли також у зеленій масі судан-

Таблиця 2 – Результати дослідження на вміст бром води із різних областей України

Область	Кількість проб	МДР бром, мг/дм ³	Середній вміст бром, мг/дм ³	Min-max, мг/дм ³	Перевищували МДР, %
Харківська	22	0,2	0,17±0,042	0,011–0,79	27,3
Миколаївська	3	0,2	8,09±2,64	2,83–11,08	100,0
Полтавська	6	0,2	0,84±0,23	0,058–1,75	83,3
Луганська	4	0,2	0,064±0,024	0,021–0,11	0
Черкаська	7	0,2	0,16±0,05	0,011–0,34	42,8

Таблиця 3 – Результати дослідження на вміст бром комбікормів для птиці та свиней із різних областей України

Область	Вид корму	Кількість проб	Середній вміст бром, мг/кг	Медіана, мг/кг	Min-max, мг/кг	МДР, мг/кг
Івано-Франківська	П	12	2,54±0,32	2,42	0,66–4,13	35,00
Харківська	П	20	3,75±0,72	2,14	0,94–10,21	
	С	5	6,85±1,27	6,92	3,75–10,42	
Полтавська	П	7	3,61±0,65	3,88	1,16–5,99	
Луганська	П	5	3,77±0,97	5,07	0,98–5,57	
Донецька	П	4	6,35±3,89	3,90	3,24–14,36	
Київська	С	8	2,52±0,38	2,89	0,86–3,94	
Дніпропетровська	С	5	10,09±3,72	9,43	2,57–22,88	
Черкаська	С	2	2,42±0,64	2,42	1,78–3,05	
Сумська	С	4	8,34±3,07	8,45	2,25–14,2	
Показники бром відносно загальної кількості проб, мг/кг	П	48	3,65±0,40	2,54	0,66–14,36	
	С	24	5,96±1,09	3,53	0,86–22,88	

Примітки. П – комбікорми для птиці; С – комбікорми для свиней.

УВАГА! ТРИВАЄ ПЕРЕДПАЛТА НА ЖУРНАЛ НА 2015 РІКІ!



ської трави, кукурудзи та люцерни (в середньому 11,94 мг/кг), у зерносуші (12,08 мг/кг) та ячмені (15,35 мг/кг). Силос кукурудзяний, сінаж із різно-трав'я і пшениця в середньому містили 4,40 мг/кг бромю. Уміст елемента в сироватці крові великої рогатої худоби перевищував фізіологічну норму в 1,9–2,8 рази.

Корми з Тернопільської області (табл. 4) містили 0,64–7,89 мг/кг бромю, причому максимальний показник був у сіні люцерни. У сироватці крові дорослих корів відхилень умісту бромю від фізіологічної норми не встановлено, тоді як у телят спостерігали перевищення в 1,3 рази.

Середній показник бромю в грубих і соковитих кормах із Полтавської об-

ласті становив 7,42±0,80 мг/кг із максимумом у люцерновому сіні та кукурудзяному силосі, натомість у зерні й зернофуражі його вміст не перевищував 5,16 мг/кг. У сироватці крові перевищень фізіологічної норми не встановлено.

У господарстві Донецької області вміст бромю в кукурудзяному силосі становив 9,62 мг/кг, у дерті (ячмінь, пшениця, горох) – 5,06 мг/кг. У сироватці крові корів перевищень вмісту елемента не виявлено, тоді як у нетелей спостерігали перевищення в 1,4 рази.

Корми з Ізюмського району Харківської області містили 3,71–8,72 мг/кг бромю, а найбільше його було в соняшниковій макусі. У сироватці крові телят виявлено перевищення вмісту елемента

щодо фізіологічної норми в 1,3 рази, тоді як у великої рогатої худоби старших вікових груп перевищення не встановлено.

У господарстві Куп'янського району Харківської області вміст бромю становив 3,09–8,56 мг/кг у грубих і соковитих кормах (максимум – у корнажі й кукурудзяному силосі) і 7,61–10,24 мг/кг – у зерні та зернофуражі. У сироватці крові корів фізіологічна норма бромю була перевищена в 2,5 рази, а в телят – утричі.

Корми із господарства Зміївського району Харківської області містили 1,82–30,54 мг/кг бромю: максимально – в люцерновому сіні, ячмінній соломі (14,06 мг/кг), ячмені (10,04) та соняшниковому шроті (7,51). У сироватці крові вміст бромю був перевищений у 1,1–1,2 рази.

У господарстві з Черкаської області вміст бромю становив 0,30–10,22 мг/кг у грубих і соковитих (максимум – у ячмінній соломі) кормах та 0,84–9,82 мг/кг – у зерні й зернофуражі. У сироватці крові перевищення вмісту бромю не встановлено.

Отже, підвищення вмісту бромю в сироватці крові ВРХ відбувається при наявності в кормах понад 5,0 мг/кг елемента. Дослідження вмісту бромю в сироватці крові різних груп великої рогатої худоби свідчать про вікову тенденцію до накопичення його в організмі (підвищення вмісту бромю в сироватці крові телят), що слід урахувувати при складанні раціонів молодняку.

ВИСНОВКИ

1. Згідно з результатами наших досліджень бром досить поширений елемент на території України. В організм тварин він надходить як з водою, так і з кормами.

2. Особливу небезпеку становлять водні джерела із вмістом бромю понад 1,8 мг/дм³ і корми, в яких він концентрується, – сіно люцерни, ячмінь і солома, соняшникова макуха, зелена маса кукурудзи, суданської трави, люцерни (8–40 мг/кг).

3. Надлишок бромю в раціоні тварин здатний спричинити йодну недостатність унаслідок антагонізму цих

Таблиця 4 – Результати дослідження на вміст бромю кормів та сироватки крові ВРХ із різних областей України

Область	Показник	Кількість проб	Середній вміст бромю, мг/кг (мг %)	Медіана, мг/кг (мг %)	Min-max, мг/кг (мг %)	МДР, мг/кг (фізіологічні норми, мг %)
Херсонська	Г+С	7	14,98±4,57	12,29	2,43–39,28	35,00
	З+Зф	3	10,45±3,40	12,08	3,91–15,35	
	СК	4	3,17±0,24	3,27	2,51–3,62	
Тернопільська	Г+С	5	3,12±1,24	2,53	0,64–7,89	35,00
	З+Зф	4	1,58±0,52	1,51	0,66–2,62	
	СК	14	1,11±0,08	1,07	0,63–1,74 (телята)	
Полтавська	Г+С	3	7,42±0,80	8,03	5,83–8,40	35,00
	З+Зф	2	2,63±2,53	2,63	0,095–5,16	
	СК	5	0,90±0,10	0,98	0,64–1,17	
Донецька	Г+С	1	9,62	–	–	35,00
	З+Зф	1	5,06	–	–	
	СК	2	1,27±0,52	1,27	0,74–1,79	
Харківська (Куп'янський р-н)	Г+С	6	5,38±1,01	4,90	3,09–8,56	35,00
	З+Зф	2	8,93±1,32	8,93	7,61–10,24	
	СК	3	2,85±0,78	3,27	1,33–3,95 (телята)	
Харківська (Зміївський р-н)	Г+С	5	12,12±4,96	7,62	2,68–30,54	35,00
	З+Зф	4	6,24±1,73	6,56	1,82–10,04	
	СК	2	1,51±0,09	1,51	1,42–1,59	
Харківська (Ізюмський р-н)	Г+С	4	4,91±2,62	5,14	4,13–5,22	35,00
	З+Зф	4	6,30±1,05	6,39	3,71–8,72	
	СК	5	1,27±0,13	1,09	1,02–1,64 (телята)	
Черкаська	Г+С	4	4,48±2,07	3,69	0,3–10,22	35,00
	З+Зф	4	4,50±2,16	3,67	0,84–9,82	
	СК	1	0,82	–	–	

Примітки. Г+С – грубі та соковиті корми; З+Зф – зерно та зернофураж; СК – сироватка крові.



елементів, а також надлишкове накопичення в сільськогосподарській продукції, що може стати однією з причин йододефіциту в людей.

4. Для вирішення цієї проблеми необхідно провести більш широкі дослідження, які б включали:

- порівняльне дослідження вмісту бромиду та йоду в ґрунтах, воді, кормах, що використовуються на території України, для встановлення так званих біогеохімічних провінцій;

- визначення токсикодинаміки й кінетики різних сполук бромиду в організмі тварин та поведінку елементів у навколишньому середовищі;

- встановлення науково обґрунтованого максимально допустимого рівня бромиду у воді, ґрунті, кормах і продукції тваринного походження;

- визначення біологічних «маркерів» впливу бромиду на організм та встановлення фізіологічних значень елементів в органах і тканинах тварин;

- залежно від результатів проведених досліджень – створення препаратів для корекції патологічних станів, викликаних надлишковим надходженням бромиду в організм.

СПИСОК

ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. **Авцын А.П.** Микроэлементозы человека: этиология, классификация, органопатология [Текст] / А.П. Авцын, А.А. Жаворонков, М.А. Риш, Л.С. Строчкова; АМН СССР. – М.: Медицина, 1991. – 496 с.
2. **Александров Ю.А.** Кормовые токсикозы сельскохозяйственных животных и птицы: Учебное пособие [Текст] / Мар. гос. ун-т. – Йошкар-Ола. – 2000. – 88 с.
3. **Гидрогеология СССР** [Текст] / Под ред. Ф.А. Руденко; УкрНИГРИ. – М.: Недра, 1971. – Т. V: Украинская ССР. – 614 с.
4. **Гурин В.К.** Эффективность использования поваренной соли, обогащенной бромом и йодом, при выращивании бычков на мясо [Текст] / В.К. Гурин // Известия НАН Беларуси. Серия аграрных наук. – 2002. – № 4. – С. 61–64.
5. **Державний реєстр пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні** (розпочато з 01.01.08 згідно з вимогами постанови Кабміну України від 21.11.2007

- № 1328, доповнення від 01.01.2014) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.menr.gov.ua/index.php/control/control5>.
6. **Екологічна геологія: підручник** / За ред. докт. геол.-мін. наук М.М. Коржнева. – К.: ВПЦ «Київський університет». – 2005. – 257 с.
7. **Киселева М.В.** Эффективность производства говядины с использованием кормовых добавок при выращивании и откорме бычков герфордской породы: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.02.04 / М.В. Киселева. – Троицк, 2008. – 161 с.
8. **Малинін О.О.** Визначення неорганічних елементів у біологічних субстратах методом рентген-флуоресцентного аналізу (метод вказівки) [Текст] / О.О. Малинін, О.Т. Куцан, Г.М. Шевцова, С.П. Долецький, М.В. Літарова, Ф.К. Пузанов / Затв. Держкомітетом ветеринари України 23–24.12.2009 р., протокол № 1. – 30 с.
9. **Петуненков С.В.** Оптимизация уровня брома в рационах растущих свиней: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.02.02 / С.В. Петуненков. – Саранск, 2000. – 21 с.
10. **Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования: Гигиенические нормативы ГН 2.1.5.1315-03** [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.etch.ru/postma.php?art=4>.
11. **Радчиков В.Ф.** Добавка из брома в рационах бычков [Текст] / В.Ф. Радчиков, Л.А. Возмитель, И.В. Сучкова, Ю.Ю. Ковалевская // Збірник наукових праць ВНАУ. – 2010. – № 4 (44). – С. 165–169.
12. **Справочник по кормовым добавкам** [Текст] / Под ред. чл.-корр. ВАСХНИЛ К.М. Солнцева. – Минск: Ураджай, 1975. – 544с.
13. **Удалов И.В.** Гидрохимическая характеристика поверхностных и грунтовых вод Лисичанского и Алмазно-Марьевского геолого-промышленных районов Северо-Восточного Донбасса [Текст] / И.В. Удалов // Вісник Дніпропетровського університету. Серія «Геологія. Географія». – 2014. – Вип. 15. – С. 2–11.
14. **Часова Э.В.** Диоксины как экологическая опасность [Електронний ресурс] / Э.В. Часова, Л.Д. Ермак, В.В. Ивчук, Л.П. Луценко // Вісник КТУ. – 2010. – Вип. 25. – Режим доступу: http://knu.edu.ua/Files/25_2010/38.PDF.

15. **Шафран Л.М.** До проблеми токсикологічної та еколого-гігієнічної оцінки бромвміщуючих антипіренів [Текст] / Л.М. Шафран, В.Ф. Бабій, О.В. Третьякова, Д.І. Леонова // Актуальные проблемы транспортной медицины. – 2013. – № 2 (32). – С. 38–49.
16. **Basile M.** Bromine levels in tissues of plants grown in protected structures fumigated with methyl bromide [Text] / M. Basile, F. Lamberti, A.B. Basile // Colt. Prof. – 1987. – Vol. 16 (11). – P. 73–76.
17. **Wegman R.C.** Bromide-ion balance of a polder district with large-scale use of methyl bromide for soil fumigation [Text] / R.C. Wegman, P. Hamaker, H. de Heer // Food Chem. Toxicol. – 1983. – Vol. 21 (4). – P. 361–367.

Одержано 6.03.2015

Екотоксикологическая характеристика брома как компонента рационов для животных. А.Т. Куцан, А.Л. Оробченко, М.И. Голубев

Бром является довольно распространенным элементом на территории Украины. В организм животных поступает с водой и кормами. Особую опасность несут водные источники с содержанием брома более 1,8 мг/дм³ и кормо-концентраты: сено люцерны, ячмень и солома, жмых подсолнечника, зеленая масса растений, содержание элемента в которых составляет 8–40 мг/кг. Избыток брома в рационах животных может приводить к йодной недостаточности вследствие антагонизма данных элементов, а также к избыточному накоплению в сельскохозяйственной продукции, что может быть одной из причин йододефицита у людей. Для решения этой проблемы необходимо провести комплекс экотоксикологических исследований.

Ecotoxicology of bromine as a component of rations for animals. O.T. Kutsan, O.L. Orobchenko, M.I. Golubev

Bromine is a fairly common element on territory of Ukraine. Significant content in animal organism behaves like water, and with feed. Of particular danger are water sources with bromine content of more than 1,8 mg/dm³ and feed elements: alfalfa hay, barley straw, sunflower meal, green mass of plants, in which content the element is 8-40 mg/kg. Excess bromine in animal diets can lead to iodine deficiency due to antagonism of these elements, as well the excessive accumulation of agricultural products, which may be one reason iodine deficiency humans. To solve this problem conduct complex ecotoxicological studies. ◉