



До природи параалергічних реакцій на туберкулін у корів в умовах молочнотоварних ферм

О. В. Панівська¹

¹Волинський національний університет імені Лесі Українки, м. Луцьк, Україна

Адреса для листування: Panivska.Olha@vnu.edu.ua

Отримано: 22.10.24; прийнято до друку: 15.12.24; опубліковано: 30.12.24

Резюме. Мікобактеріози тварин у більшості країн знаходяться в полі пильної уваги вчених ветеринарної медицини. В Україні, на жаль, мікобактеріозам продуктивних тварин не надається належної уваги, не зважаючи на те, що з кожним роком постійно зростає кількість господарств, де виявляють тварин, які дають параалергічні реакції на туберкулін. Це, з одного боку, ускладнює діагностику туберкульозу тварин, а, з іншого, не має відповіді на питання про природу цих параалергічних реакцій. Разом з тим, у молочному скотарстві проблема параалергічних реакцій за діагностики туберкульозу призводить значних економічних збитків через вимушений забій молодняку та високопродуктивних корів. Зважаючи на факти виявлення у хворих на мікобактеріоз людей, декількох видів нетуберкульозних мікобактерій, які є причиною сенсibilізації організму корів, проблема профілактики мікобактеріозів тварин набирає медико-соціальної значимості. Усе вищезазначене стало підставою для встановлення причин постійного виявлення реагуючих на туберкулін корів, на одній із завжди благополучних щодо туберкульозу молочно-товарних ферм Волинської області.

Ключові слова: туберкульоз, алерген атипичних мікобактерій, епізоотичний та інфекційний процеси, алергічні реакції, клінічні та патоморфологічні методи, мікробіологічна діагностика.

On the nature of para allergic reactions to tuberculin in cows on dairy farms

O. V. Panivska¹

¹Lesya Ukrainka Volyn European National University, Lutsk, Ukraine

Correspondence: Panivska.Olha@vnu.edu.ua

Abstract. Animal mycobacteriosis in most countries is a field of close attention for veterinary medicine scientists. Unfortunately, mycobacteriosis of productive animals is not given due attention in Ukraine, even though every year, the number of farms where animals are found that give para allergic reactions to tuberculin is constantly increasing. This, on the one hand, complicates the diagnosis of animal tuberculosis and, on the other hand, does not answer the question of the nature of these para allergic reactions. At the same time, in dairy cattle breeding, the problem of para allergic reactions during the diagnosis of tuberculosis causes significant economic losses due to the forced slaughter of young animals and highly productive cows. Given the facts of the detection in people with mycobacteriosis of several types of non-tuberculous mycobacteria, which are the cause of sensitization of the body of cows, the problem of prevention of animal mycobacteriosis is gaining medical and social significance. All of the above became the basis for establishing the reasons for constantly detecting tuberculin-reactive cows on one of the dairy farms in the Volyn region that are always safe from tuberculosis.

Keywords: tuberculosis, atypical mycobacterial allergen, epizootic and infectious processes, allergic reactions, clinical and pathomorphological methods, microbiological diagnostics.

ВСТУП

Мікобактеріози тварин стали актуальною проблемою ветеринарної медицини у багатьох країнах

світу [1, 2]. Найбільше епізоотологічне та медико-біологічне значення мають мікобактеріози великої рогатої худоби. Адже корови є основними продуцентами молока, молочних і м'ясних продуктів

[3, 4]. Неспецифічні (параалергічні) реакції на ППД-туберкулін (Purified Protein Derivative) у вільних від туберкульозу корів молочнотоварних ферм є досить поширеним явищем у багатьох країнах світу, в тому числі і в Україні [5, 6, 7]. У випадках одноразового виявлення параалергічних реакцій на туберкулін, як правило, їх не реєструють, причини їх виникнення не встановлюють, а тварин, у яких виявлено ці реакції, вибраковують [8]. Якщо параалергічні реакції повторюються у таких випадки застосовують симультанну пробу – одночасне введення двох алергенів – ППД-туберкуліну для ссавців і ААМ (алерген атипичних мікобактерій) [9]. Спеціалісти державних установ ветеринарної медицини України, як правило, не фіксують параалергічні реакції на туберкулін у великої рогатої худоби, оскільки вважають, що нетуберкульозні (атипові) мікобактерії (НТМБ, АТМБ) можуть викликати лише сенсibilізацію організму тварини, але не інфекційний процес [10]. Відповідно до цього постулату, сенсibilізація організму тварин є не результатом прихованого інфекційного процесу, спричиненого НТМБ, а перманентним явищем, яке не викликає появи патологічних змін в організмі інфікованих НТМБ тварин.

Більшість науковців гуманної та ветеринарної медицини вважають, що мікобактеріоз є інфекційним захворюванням, спричиненим НТМБ, має свій етіопатогенез, характерні патологоанатомічні та специфічні гістоморфологічні зміни та характеризується переважно безсимптомною перманентною формою сенсibilізації та хронічним перебігом [11].

Об'єктивно оцінити напруженість епізоотичної ситуації щодо мікобактеріозу тварин в Україні нелегко з кількох причин. По-перше, через значне щорічне скорочення поголів'я продуктивних тварин. Зокрема, поголів'я великої рогатої худоби скоротилося з 28 млн голів у 1993 р. до 2,4 млн голів у 2023 р. [12]. Значно скоротилися терміни господарської експлуатації корів на молочних фермах, що пов'язано зі зміною технології виробництва молока.

Незадовільна якість діагностики лікарями ветеринарної медицини та низька мотивація спеціалістів державних установ ветеринарної медицини у діагностиці нової інфекційної патології негативно вплинули на реальний стан епізоотичної ситуації щодо мікобактеріозів тварин. Це, у свою чергу, призвело до зниження попиту на розробку сучасних методів діагностики та засобів профілактики інфекцій, спричинених атипичними мікобактеріями [13].

Біологічні властивості АТМБ, зокрема винятковість будови клітинної стінки мікобактерій, пов'язана з наявністю в ній жироподібних сполук, забезпечують високі адаптаційні можливості мікобактерій як до мінливих умов зовнішнього середовища, так і стійкість до фагоцитозу. Це дозволяє мікобактеріям виживати в умовах навколишнього середовища і є одним із основних факторів повсюдного поширення мікобактерій [14, 15, 16, 17, 18, 19].

Вивчення особливостей інфекційного процесу в усіх випадках виявлення реагуючих тварин у кожному стаді великої рогатої худоби незалежно від його епізоотичного статусу, моніторинг епізоотичного процесу мікобактеріозу тварин, спричиненого АТМБ, повинні стати не винятком, а обов'язковою нормою протиєпізоотичної роботи у молочнотоварних господарствах. Отримані дані таких досліджень будуть основою для створення інформаційної бази для поглибленого вивчення екології збудників мікобактеріозів та їх епідеміологічного значення. Це, в свою чергу, стане підґрунтям для розробки концепцій контролю за мікобактеріозами як продуктивних, так і не продуктивних тварин у нашій країні.

Мета роботи. Вивчити природу параалергічних реакцій на туберкулін у корів благополучного щодо туберкульозу господарства.

МАТЕРІАЛ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Дослідження проводили на одній із молочнотоварних ферм Волинської області протягом 2018–2023 років. Використано метод епізоотологічного аналізу, клінічні, алергічні, патологоанатомічні, гістологічні, бактеріологічні та статистичні методи дослідження.

Проаналізовано епізоотичну ситуацію щодо туберкульозу за результатами алергічних досліджень, які проводились згідно з календарем проти-епізоотичних заходів спеціалістами районного управління ветеринарної медицини за нашої участі у вказаний період.

При клінічному огляді звертали увагу на загальний стан тварин, їх вгодованість, стан лімфатичних вузлів - заглоткових, піднижньощелепних, передлопаткових, надвим'яних, підколінної складки.

Алергічні дослідження тварин на туберкульоз проводили симультанною пробую. Алергени вводили внутрішньокірно безголковим ін'єктором у середню третину ший в дозі 0,1 см³, ППД-туберкулін для ссавців – зліва, алерген з атипичних мікобактерій (ААМ) – справа.

Для діагностичного забою відбирали тварин, які позитивно реагували на ППД-туберкулін та ААМ. Тварин забивали на п'яту добу після алергічної проби. Від тварин, убитих з діагностичною метою, відбирали лімфатичні вузли (заглоткові, піднижньощелепні, передлопаткові, бронхіальні, середостінні, портальні, брижові, надвим'яні, підколінної складки), а також шматочки паренхіматозних органів (легені, печінка, селезінка), змінені ділянки товстого відділу кишечника.

З лімфовузлів і внутрішніх органів готували мазки, які фарбували за методом Цілля-Нільсена (для звичайної світлової мікроскопії) та аураміном О (для люмінесцентної мікроскопії).

Матеріал для гістологічного дослідження фіксували у 10 % розчині нейтрального формаліну. Після ретельного промивання матеріал заливали парафіном. Парафінові блоки різали серійно, а

товщина зрізів становила п'ять мкм. Зрізи фарбували гематоксиліном та еозином.

Мікрофотографування проводили на мікроскопі ZEISS Primo Star 3 за допомогою кольорової цифрової камери AxioCam 208 і програмного забезпечення Zen ZEISS.

Проводили бактеріологічне дослідження біоматеріалу шляхом посіву на середовище Левенштейна-Йенсена. Матеріал проходив передпосівну обробку за методикою Алікаєвої [20].

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Боротьба з туберкульозом великої рогатої худоби в нашій країні проводиться комплексно.

Проте пріоритет надається своєчасній та ефективній діагностиці, переважно алергічному методу [19].

Вивчення інфекційного процесу мікобактеріозу у корів досліджуваної нами молочнотоварної ферми проводили комплексно з використанням алергічного, клінічного, патологоанатомічного, гістоморфологічного та мікробіологічного методів. Аналіз отриманих даних дав змогу виявити особливості прояву інфекційного процесу та виявити основні рушійні сили епізоотичного процесу за мікобактеріозу тварин стада. Протягом періоду 2018–2023 рр. проведено 12 алергічних досліджень (табл. 1).

Таблиця 1

Результати алергічного дослідження на туберкульоз симультанною пробою із використанням туберкуліну та ААМ поголів'я великої рогатої худоби господарства за період 2018–2023 рр.

Дата дослідження	Досліджено, голів	Виявлено реагуючих				Середня величина реакцій, мм	
		Всього	ТП	ААМ	ТП+ААМ	ТП	ААМ
06.2018 р.	330	132	10	39	83	3,4	3,9
12.2018 р.	341	95	12	56	27	3,6	4,9
06.2019 р.	396	106	6	18	82	3,1	4,0
10.2019 р.	405	102	10	58	34	3,0	3,8
03.2020 р.	408	104	3	52	49	3,1	4,3
10.2020 р.	446	108	3	60	45	3,1	3,9
04.2021 р.	369	99	7	66	26	3,0	4,0
10.2021 р.	395	55	2	17	36	2,9	3,8
04.2022 р.	420	106	6	48	52	3,7	4,4
10.2022 р.	450	60	0	44	16	4,1	4,1
04.2023 р.	450	98	3	78	17	3,1	3,8
10.2023 р.	450	54	2	26	26	3,9	4,2
Всього	4860	1119	64	562	493	3,3	4,1
Відсоток		100	5,72	50,22	44,02		

Примітки: ТП – туберкулін; ААМ – алерген атипичних мікобактерій; ТП+ААМ – туберкулін + алерген атипичних мікобактерій.

Як видно з табл. 1, за весь період алергічно було досліджено 4860 голів і при цьому виявлено 1119 реагуючих тварин. З них лише 64 тварин прореагували тільки на ППД-туберкулін для ссавців, тоді як на ААМ – 562 тварин (у 8,8 рази більше, ніж на туберкулін), а на обидва алергени – 493 тварин (у 7,7 рази більше, ніж на туберкулін). Середній відсоток реагуючих тварин лише ППД-туберкулін до загальної кількості досліджених становив – 5,72%; тільки ААМ – 50,22% і для обох алергенів одночасно – 44,02%. Тобто відношення кількості тварин, що реагували на туберкулін, до кількості тварин, які дали позитивні реакції на ААМ та ААМ і туберкулін, становить 1:16,3. Цей статистичний аналіз свідчить про те, що алергічні реакції на ААМ є визначальними, а реакції на ППД-туберкулін виникають як параалергічні або псевдотуберкульозні, а алергічні реакції тварин на туберкулін не пов'язані з туберкульозним процесом. З іншого боку, можна відзначити, що антигенні детермінанти окремих типів НТМБ мають

високу спорідненість до антигенів мікобактерій туберкульозу.

На підставі епізоотологічного аналізу доведено, що в досліджуваному стаді тварин циркулює популяція або популяції НТМБ, які сенсibiliзують організм тварин, а, можливо, й спричиняють інфекційний процес, а сенсibiliзація є лише проявом останнього.

З точки зору епізоотологічного контролю та нагляду виявлення тварин, реагуючих на туберкулін, вимагає тривалої і кропіткої роботи зі встановлення природи цих реакцій. Часто в такій ситуації спеціалісти ветеринарної медицини ігнорують вимоги «Інструкції з профілактики та боротьби з туберкульозом тварин» (2009 р.) і відправляють реагуючих тварин на забій без проведення додаткових досліджень [8]. З кожним наступним алергічним дослідженням кількість тварин, які позитивно реагують на туберкулін, не зменшується, а збільшується. Це неминуче призводить до необґрунтованого забою продуктивних тварин, а в сучасних умовах невеликих молочнотоварних ферм нерідко

й до повної ліквідації дійного стада. Водночас ситуація залишається нез'ясованою щодо епізоотичного благополуччя, а отже, непередбачуваною.

З 2018 по 2023 роки проведено 12 комплексних досліджень дійного стада з організацією діагностичних забоїв, під час яких досліджено матеріал від 74 тварин, які позитивно реагували на обидва алергени.

За результатами клінічного обстеження реагуючих тварин у них не виявлено ознак, які могли б свідчити про інфекційний процес туберкульозу – втрата маси тіла чи кахексія, зниження молочної продуктивності, збільшення поверхневих лімфатичних вузлів, кашель та інші ознаки ураження легень.

Вивченням епізоотологічних особливостей мікобактеріозу корів у господарстві встановлено, що кількість реагуючих на обидва алергени корів значно (у 2–3 рази) більша після зимово-стілового утримання тварин порівняно з літньо-вигульним утриманням (табл. 1). Очевидно, що утримання тварин на вигульних майданчиках у літній період супроводжується оздоровленням організму тварин від так званої «хлівної» мікрофлори, в тому числі і від мікобактерій. Можна припустити, що значне зниження антигенного навантаження на організм корів НТМБ призведе до зведення нанівесць інфекційного процесу в організмі заражених тварин і, таким чином, до повного зникнення сенсibilізації

організму корів до алергенів атипових мікобактерій.

У попередніх роботах нами було встановлено, що інкубаційний період за мікобактеріозу, спричиненому НТМБ, є значно триваліший (18–26 місяців), ніж при туберкульозній інфекції, спричиненій *M. bovis*. Цим фактом можна пояснити причини пізньої (не раніше 2-річного віку) появи реакцій на введення алергенів у тварин [8]. Такої думки дотримуються вчені, які вивчали патогенез мікобактерій у людини [17, 18].

У 74 тварин, забитих з діагностичною метою, патологоанатомічних змін, характерних для туберкульозу, не виявлено в жодної. Однак у лімфатичних вузлах всіх корів, відмічено низку патологічних змін, зокрема гранулематозні вогнища, атрофія лімфоїдної і розростання епітеліоїдної тканини, гіперплазію різної інтенсивності та характеру, крапкові крововиливи в кіркову зону, що свідчать про активний інфекційний процес. У лімфатичних вузлах виявлено зміни кольору паренхіми (почервоніння або темно-сірий колір), заміщення паренхіми вузла сполучною тканиною, що свідчить про наявність атрофічних процесів. Про атрофію лімфоїдної тканини свідчить розростання сполучної тканини, яка відтісняє лімфоїдну тканину до периферії кортикальної зони, залишки якої помітні у вигляді вузької смужки по периферії вузла (рис. 1).

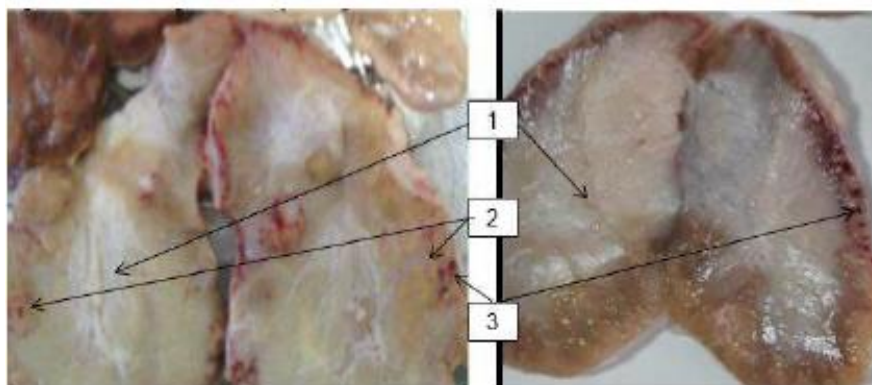


Рис. 1. Патолого-анатомічні зміни надвим'яних лімфовузлів.

Примітка: 1 – дегенерація з повною атрофією паренхіми мозкового шару;

2 – залишки паренхіми в корковому шарі; 3 – крововиливи в кіркову ділянку

Гіперплазія лімфовузлів проявлялася розростанням лімфоїдної тканини та інфільтрацією лімфоцитами, що свідчить про наявність прихованих запальних процесів у тканинах вузлів. Крім цього гіперплазія вказує на реакцію лімфоїдної тканини на чужорідні антигени – у нашому випадку до антигенів НТМБ, які були виділені нами із тканини лімфатичних вузлів. Гістологічні зміни, виявлені в лімфатичних вузлах, свідчать про активний інфекційний процес, причиною якого є продукти життєдіяльності НТМБ. Останні призводять до загибелі лімфоцитів утворення клітинного детриту, навколо якого формується первинний вузлик, оточений значним шаром лімфоцитів, які згодом перетворюються на епітеліоїдні клітини, формуючи сполучнотканинну капсулу (рис. 2).

Бактеріологічними дослідженнями біологічного матеріалу від реагуючих тварин виділено та ідентифіковано НТБМ, зокрема *M. fortuitum*, *M. scrofulaceum*, *M. intracellulae* та *Nocardia spp.*. Результати цих досліджень дають підставу стверджувати, що алергічні реакції на ППД-туберкулін і ААМ є наслідком активного, але клінічно прихованого інфекційного процесу, який призводить до сенсibilізації організму. Очевидно, що процес сенсibilізації антигенами НТБМ починається вже на етапі формування первинних вузликів у реактивних центрах лімфатичних вузлів і постійно підтримується кожним наступним потраплянням в організм НТБМ із зовнішнього середовища.

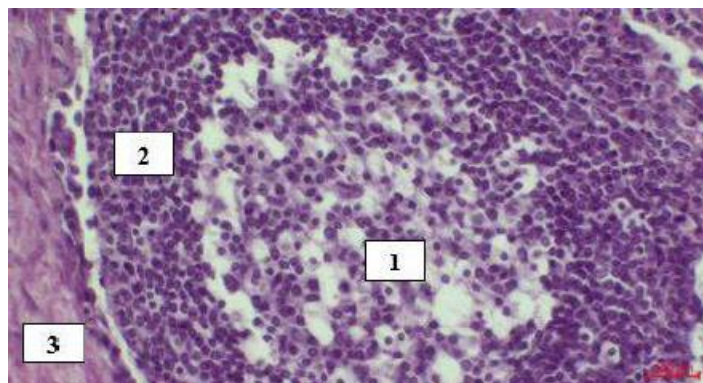


Рис. 2. Утворення вузликів в інфікованих лімфатичних вузлах на пізній стадії інфекційного процесу (забарвлення гематоксилином та еозином. Збільшення $\times 400$).

Примітка: 1 – некроз лімфоцитів у центрі вузлика, фрагментація ядер і конденсація хроматину, осипання цілих ділянок мертвих клітин; 2 – зона лімфоцити навколо детриту; 3 – капсула епітеліоїдних клітин

Основними шляхами надходження НТМБ в організм тварин вважають аліментарний та аерогенний, оскільки мікроорганізми колонізують переважно органи травлення та дихання і найдовше затримуються в регіонарних лімфатичних вузлах цих органів. Це призводить до глибоких патоморфологічних змін на клітинному і тканинному рівнях, які були виявлені завдяки детальним патологоанатомічним та гістологічним дослідженням.

Локалізація патологічних змін, спричинених НТМБ, у проксимальному відділі товстої кишки свідчить про тропність мікобактерій до тканин і органів, багатих лімфоїдними елементами [19]. Тут мікобактерії можуть перебувати в ентеробіотичній фазі існування, колонізуючи не лише місця концентрації лімфоїдних елементів, якими є пейєрові пляшки, а й інші структури підслизового шару стінки товстого відділу кишечника (Бойко та ін., 2020). Энтеробіотична фаза існування НТМБ в організмі є ендемічним джерелом постійного інфікування тканин і органів організму, а отже, підтримання інфекційного процесу мікобактеріозу в організмі та його сенсibiliзації.

Значні патологоанатомічні та гістоморфологічні зміни у надвимв'яних лімфатичних вузлах свідчать про те, що НТМБ елімінується через молочну залозу, а тому молоко слід вважати важливим фактором у механізмі передачі збудника інфекції.

Враховуючи значне поширення НТМБ у природі [13], їх істотну роль в інфекційній патології тварин [14, 15] кожен випадок встановлення функціонування епізоотичного процесу мікобактеріозу у стадах продуктивних тварин повинен розглядатися через призму ризиків для здоров'я людей через харчові продукти, отримані від тварин, інфікованих НТМБ.

ВИСНОВКИ

Комплексним дослідженням великої рогатої худоби на туберкульоз у вільному від туберкульозу господарстві Волинської області протягом 2018–2023 рр. встановлено, що реакції на туберкулін є

параалергічними, і виникають вони внаслідок інфекційного процесу в організмі корів, спричиненого НТМБ.

Інкубаційний період за інфікування організму великої рогатої худоби НТМБ значно триваліший, ніж при зараженні збудником туберкульозу, і становить 18–26 місяців, а параалергічні реакції мають перманентний характер, пов'язаний насамперед з інтенсивністю інфікування тварин НТМБ.

Нетуберкульозні мікобактерії колонізують переважно органи травлення та дихання, що свідчить про аліментарний та аерогенний шляхи потрапляння їх в організм тварин. Тому вони найдовше затримуються в регіонарних лімфовузлах цих органів, де викликають глибокі і часто незворотні патоморфологічні зміни на клітинному та тканинному рівнях, виявити які можна завдяки детальним патолого-анатомічним та гістологічним дослідженням.

Значні патологоанатомічні та гістоморфологічні зміни у надвимв'яних лімфатичних вузлах свідчать про елімінацію НТМБ через молочну залозу, а тому молоко слід розглядати як важливий фактор у механізмі передачі збудників мікобактеріозу корів.

Виявлені патоморфологічні зміни у реагуючих тварин дають змогу констатувати наявність в їх організмі активного скрито перебігаючого інфекційного процесу, викликаного НТМБ, та функціонування епізоотичного процесу мікобактеріозу в дійному стаді корів. Тому реагуючих тварин слід вважати активним джерелом НТМБ.

Враховуючи значну роль НТМБ в інфекційній патології людини, кожен випадок встановлення функціонування епізоотичного процесу мікобактерій у стадах продуктивних тварин слід розглядати як джерело потенційних ризиків для здоров'я людини у харчовому ланцюгу. Тому наступні дослідження будуть зосереджені на поглибленому вивченні інших аспектів інфекційного процесу мікобактерій, екології НТМБ на території молочної ферми та шляхів мінімізації ризиків інфікування людини НТМБ через м'ясо-молочні продукти харчування.

ЛІТЕРАТУРА

1. Varela-Castro, L.; Barral, M.; Arnal, M.C.; Fernández de Luco, D.; Gortázar, C.; Garrido, J. M.; Sevilla, I.A. Beyond tuberculosis: Diversity and implications of nontuberculous mycobacteria at the wildlife-livestock interface. *Transboundary and emerging Diseases* 2022, 69(5), pp 2978-2993.
2. Franco, M.M.; Paes, A.C.; Ribeiro, M.G.; Pantoja, J.C.; Santos, A.C.; Miyata, M.; Leite, J.; Motta, R.; Listoni, F. Occurrence of mycobacteria in bovine milk samples from both individual and collective bulk tanks at farms and informal markets in the southeast region of Sao Paulo, Brazil. *BMC Veterinary Research* 2013, 9, pp 85.
3. Aydin, F.; Ulger, M.; Emekdaş, G.; Aslan, G.; Günel, S. Isolation and identification of mycobacterium bovis and non-tuberculous mycobacteria in raw milk samples in Mersin province. *Bulletin of microbiology* 2012, 46, pp 283-289.
4. Bolaños, C.A.; Paula, C.L.; Guerra, S.T.; Franco, M.M.; Ribeiro, M.G. Diagnosis of mycobacteria in bovine milk: an overview. *Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo* 2012, 59, pp 40.
5. Горжеєв, В. М.; Кассіч, Ю. Я.; Завгородній, А. І.; Павленко, М. С.; Кассіч, В. Ю. Здобутки в боротьбі з туберкульозом великої рогатої худоби в господарствах України. *Вет. Медицина* 2004, 84, с 268–271.
6. Leite, C.Q.; Anno, I.S.; Leite, S.R.; Roxo, E.; Morlock, G.P.; Cooksey, R.C. Isolation and identification of mycobacteria from livestock specimens and milk obtained in Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 2003, 98, pp 319-323.
7. Завгородній, А.І.; Білушко, В.В.; Загребельний, В.О. Вивчення сенсibiliзуючих властивостей атипичних мікобактерій, ізолюваних із біоматеріалу від великої рогатої худоби та з об'єктів довкілля. *Вет. медицина: Міжвід. темат. наук. зб.* 2016, 102, с 84–87.
8. Бойко, П.К.; Бойко, О.П.; Ничик, С.А., Ситнік, В.А., Мазур, В.М. Формування інфікованості великої рогатої худоби атипичними мікобактеріями в окремо взятому стаді. *Ветеринарна біотехнологія* 2020, 36, с 9–21.
9. Кассіч, В.Ю. Мікобактерії та їх диференціація. *Ветеринарна медицина* 2013, №(32), с 106–109.
10. Завгородній, А.І.; Білушко, В.В.; Калашник, М.В. Позмогова, С.А. Калашник, Н.В. Псевдоалергічні реакції на туберкулін у великої рогатої худоби. *Ветеринарна біотехнологія* 2018, 32(2), с 176–184.
11. Бойко, П.К.; Ничик, С.А.; Бойко, О.П.; Титюк, О.В.; Шевчук, В.М. Мікобактеріози великої рогатої худоби – спонтанна інфекція в окремому господарстві чи складна епідеміологічна проблема? *Ветеринарна біотехнологія* 2021, 39, с 18–28.
12. Association of milk producers. www.avm-ua.org. (accessed Jan30, 2024).
13. Weisfeiler, Yu.K. Biology and variability of Mycobacterium tuberculosis and atypical mycobacteria: Experimental and theoretical studies: trans. from Hungarian, Budapest: Publishing House of the Academy of Sciences of Hungary, 1975. 334 p.
14. Nuratinov, R.A. Ecological conditions of existence of mycobacteria populations. *The South of Russia: ecology, development* 2014, 2, pp 18–30.
15. Armstrong, D.T.; Eisemann, E.; Parrish, N.A. Brief Update on Mycobacterial Taxonomy, 2020 to 2022. *Journal of Clinical Microbiology* 2023, 61(4), pp e0033122.
16. Schmidt, V.; Köhler, H.; Heenemann, K.; Möbius, P. Mycobacteriosis in Various Pet and Wild Birds from Germany: Pathological Findings, Coinfections, and Characterization of Causative Mycobacteria. *Microbiology spectrum* 2022, 10(4), pp e0045222.
17. Sandlund, N.; Skår, C.; Karlsbakk, E. First identification of mycobacteriosis in Atlantic mackerel (*Scomber scombrus*). *Journal of Fish Diseases* 2022, 46, pp 527-533.
18. Montero, E.; Rojo-Solis, C.; Castro, N.; Fernández, M.; Perez, V.; Corpa, J. Clinical and Pathological Findings Associated with Mycobacteriosis in Captive Syngnathids. *Animals* 2022, 12, pp 3259.
19. Busol, V.; Boyko, P.; Bednarski, M.; Shevchuk, V.; Mazur, V. Pathomorphological changes in the organs of the peripheral immune system in mycobacteriosis of cattle. *Ukrainian Journal of Veterinary Sciences* 2023, 14(2), pp 9-27.
20. Фещенко, Ю.І.; Журило, О.А.; Барбова, А.І. *Лабораторна діагностика туберкульозної інфекції: навч. посіб.* Київ: ВСВ «Медицина», 2019; с 134, 165, 188.