

МІНІСТЕРСТВО АГРАРНОЇ
ПОЛІТИКИ УКРАЇНИ



НАУКОВИЙ ВІСНИК
Львівської національної академії
ветеринарної медицини
імені С.З. Гжицького
заснований у 1998 році

Scientific Messenger
of Lviv National Academy
of Veterinary Medicine named after S.Z. Gzhytskyj

Том 8, № 2 (29)
Частина 4

Львів – 2006

УДК 636:612.015.3

Кравців Р.Й., д.б.н., професор, академік УААН, **Біленчук Р.В.**, к.вет.н., доцент,
Паска М.З., к.вет.н., ст. викладач*Львівська національна академія ветеринарної медицини імені С.З.Гжицького***ФІЗІОЛОГІЧНЕ ЗНАЧЕННЯ МАРГАНЦЮ ДЛЯ ОРГАНІЗМУ ТВАРИН**

Марганець, як мікроелемент в достатній мірі поширений у навколишньому середовищі та в живих організмах, де відіграє надзвичайно важливу роль. Без даного мікроелемента не можуть в повній мірі проходити ті чи інші обмінні процеси і, як наслідок, виникають різноманітні захворювання, що супроводжуються порушенням обміну речовин. Все це приводить до зниження врожайності рослин, продуктивності тварин та якості одержаної продукції. Отже, марганець, як мікроелемент, заслуговує на увагу і потребує проведення подальших наукових досліджень щодо його фізіологічного значення.

***Ключові слова:** марганець, мікроелементи, хелати, метаболізм, дефіцит, довілля ґрунт, вода, рослинний світ, продуктивність, тваринний організм.*

Марганець - один із найбільш поширених у земній корі хімічних елементів. У природі він представлений одним стабільним ізотопом і трапляється тільки у формі сполук, головним чином з киснем. Перебуваючи у стані розсіяності в біосфері, марганець має здатність концентруватися на локальних ділянках, де утворюються промислові його поклади [17, 29].

У гірських породах марганець входить до складу силікатів, карбонатів, фосфатів і утворює біля 150 мінералів марганцю. У верхніх шарах земної кори, в зоні гіпергенезу, марганець може знаходитись у дво-, три- та чотиривалентному стані [17]. Цим визначається складність його міграції в біосфері та сильно залежить від окисно-відновних умов. Характерними мінералами марганцю в зоні гіпергенезу є піролюзім (MnO_2) і псиломелани (складні гідроокиси). Піролюзім відкладається в берегових частинах морських та озерних басейнів в умовах доступу кисню. Псиломелани утворюються на дні осадів морів та озер [29]. Ці мінерали дають найбільші скупчення марганцю, які утворюють марганцеві руди, формування яких тісно зв'язане з біогеохімічними процесами [34]. Сульфати, карбонати, силікати марганцю порівняно з його оксидами та гідроксидами поширені значно рідше. Середній вміст марганцю в земній корі становить 0,1% [25].

У всіх типах гірських порід марганець парагенетично зв'язаний із залізом. Для більшості магматичних порід величина відношення Mn/Fe перебуває в межах від 0,01 до 0,1 і, як правило, підвищується від основних порід до кислих [17, 29, 51]. В осадовому циклі проходить помітний розподіл марганцю та заліза, суттєву роль в якому відіграють більш низька розчинність три- і двовалентних сполук заліза, контакти з вапняками, життєдіяльність ряду мікроорганізмів, які окислюють і відновлюють ці елементи [2].

У розподілі хімічних елементів між окремими ланками біогеохімічного ланцюга особлива роль належить атмосферним опадам. Встановлено, що основним джерелом марганцю в атмосфері є континентальний зольний матеріал. У його складі на поверхню океану щорічно випадає до 800 тис.т елемента. Загальна концентрація марганцю в повітрі коливається від 0,004 до 900 $нг/м^3$ [11]. Найменша

його кількість характерна для районів Південного полюсу і відкритих частин Світового океану, натомість найбільша для континентальних регіонів, де спостерігається висока запиленість. У цих районах виявлено максимальну кількість марганцю в атмосферних опадах (до 94 мкг/л) [17].

Великого значення набуває вивчення вмісту марганцю у ґрунтах. Як правило, він розповсюджений у ґрунтах у формі оксидів і гідроксидів, які часто утворюють шлівки на окремих частинках, конкреції та включення. Стійкість сполук марганцю визначається рН та Eh середовища [11]. У кислих ґрунтах (рН < 6,5) марганець легко витісняється лугами, а з підвищенням рН до 8,0-8,5 проходить утворення гідрату $Mn(OH)_2$. Останній легко окислюється киснем повітря в лужному середовищі до двоокису MnO_2 , нерозчинного у воді та розчинах ґрунту [17, 55]. На проникнення марганцю впливає і життєздатність мікроорганізмів, здатних відновлювати його в анаеробних умовах, використовуючи кисень із MgO_2 . При взаємодії з катіонами мікродобрив, марганець утворює карбонати, фосфати, сульфати та силікати. Він проникає в ґрунти з орґано-мінеральними сполуками. Основним геохімічним бар'єром на шляху міграції марганцю у ґрунтах є лужна реакція ґрунтових розчинів, наявність карбонатів і підвищений вміст гумусу [6]. Розподіл цього елемента за профілем ґрунту пов'язаний із механічним складом і наявністю орґанічної речовини. Остання знижує рН середовища ґрунту та створює умови для відновлення, які сприяють переходу Mn^{4+} у Mn^{2+} [26]. Велику кількість марганцю містять фракції намулу з ґрунту, де він фіксується на поверхні частинок намулу у формі окислених сполук [17]. Рівень рухомих форм марганцю (водорозчинної, обмінної і частково зв'язаної з орґанічними речовинами) знаходиться в ґрунтах у межах від 1 до 1000 мг/кг. Найменша його кількість виявлена в карбонатних і перегнійно-карбонатних ґрунтах із лужною реакцією, а найбільша кількість марганцю міститься в кислих ґрунтах [29]. В Україні надлишок рухомого марганцю встановлено, в основному, в чорноземних ґрунтах південних областей. Нормальна регуляція функцій живих організмів - рослин і тварин - зберігається при вмісті марганцю у ґрунтах від 4 до 3000 мг/кг [16].

Певне значення в біогенній міграції марганцю має його здатність утворювати розчинні сполуки. У цих формах він проникає у води ґрунтів і річок та виноситься в моря й океани [17]. Встановлено, що цей елемент, розчинений у водах рік, представлений трьома формами: орґанічно лабільною (комплекси з лакоїдами), орґанічно стійкою (комплекси з гумінами і фульвокислотами) та неорґанічною (йони, молекули, неорґанічні комплекси) [8]. Кисла реакція середовища сприяє міграції марганцю в формі колоїдних молекулярно дисперсних комплексних металоорґанічних сполук [17]. При рН середовища більше 7 у поверхневих водах з'являються гідрокарбонатні, бікарбонатні та карбонатні комплекси марганцю. Зауважимо, що останні домінують при рН середовища = 9-11, а в різко лужному (рН > 11) - гідроксидні комплекси [9, 28].

На рівень марганцю у водах впливає склад порід і ґрунтів на водозбірних

іншими важкими металами. У процесах осідання сполук марганцю і активну участь беруть різні види бактерій та їх спори, які здатні окис

елементи і фіксувати їх у складі бактеріальної капсули [44]. Марганець і залізо є основними елементами, які входять до складу унікальних природних утворень - залізомарганцевих конкрецій, які покривають 10% усієї території дна океанів [10]. В середньому рівень марганцю в конкреціях становить 18,6%, а заліза - 12,5%. Запаси марганцю на окремих ділянках оцінюються в десятки мільйонів тонн [7].

Останнім часом в окремих країнах ведуться дослідні роботи за видобутком руд важких металів із дна океану. Завершується реєстрація перспективних ділянок для розробки заходів видобування марганцю, які є ще джерелом і Cu, Zn, Co, Au та інших металів. Однак важко уявити ті наслідки, до яких може призвести активне втручання людини в екологічну ситуацію Світового океану [29].

Вміст хімічних елементів у ґрунтах впливає на ступінь нагромадження їх рослинами, відповідно, і на рівень у кормах та продуктах харчування рослинного походження [11, 21]. Це відбивається на забезпеченні цими елементами тварин і людини. Вивченню процесів поглинання марганцю рослинами та його розподілу в них присвячена велика кількість робіт [15, 39]. Відсутність даного металу в середовищі проростання різко знижує фотосинтез у рослин [5, 17, 29, 39]. Він активно поглинається та швидко переноситься в органелах рослин. Середній вміст марганцю в наземних рослинах становить 97 мг/кг повітряно сухої речовини. Межі нагромадження марганцю в рослинах коливаються і зумовлені, головним чином, видовою належністю рослин та загальним екологічним станом [31]. Рівень даного елемента в рослинах суттєво залежить від стадії їх розвитку в наземних частинах. Кількість марганцю підвищується з весни до осені [35]. Для дерев і кущів характерне зменшення вмісту марганцю в такому порядку: листя (хвоя) > кора > деревина; для трав - листя > стебло [11].

Марганець активує процеси синтезу аскорбінової кислоти та інших вітамінів і покращує умови живлення рослин. Варто лише згадати, що марганець позитивно впливає на засухо-, морозо- та солестійкість рослин і підвищує врожай та продуктивність сільськогосподарських культур [17]. При нестачі марганцю в організмі рослин виникають специфічні захворювання, характерні для цілого ряду культур, спостерігаються різні форми хлорозів і некрози. У рослин виникає зморщування листкових пластинок, некротичні темні плями на них, нерівномірний розподіл хлорофілу та потемніння коріння із-за надлишку марганцю, який гальмує проникнення заліза в організм рослин [39]. Це явище настає як результат конкурентної дії між двома вищевказаними елементами за їх місця в простетичних групах ферментів [17, 43].

Встановлено, що високий вміст марганцю, як правило, характерний рослинам із великою кількістю танінів (сильних органічних відновників). Вони інтенсивно поглинають цей елемент для внутрішньоклітинного обміну та регуляції окисно-відновних процесів [17, 29, 46]. Багато марганцю містять алкалоїдоноси, де також має місце біосинтез танінів, що утворюють солеподібні сполуки з алкалоїдами. Зміни концентрації марганцю в межах виду й роду відповідають змінам вмісту танінів [40]. Маргангофіли характеризуються високими концентраціями марганцю (100-2000 мг/кг сухої речовини) порівняно з іншими рослинами, що проростають в одних умовах. Велика кількість мангангофілів трапляється серед гідрофітів і гідрофітів [17]. Останні, перебуваючи у специфічних умовах існування, компенсують нестачу сонячної енергії, тому нагромаджують значну кількість сильних окислювачів, які містять марганець [29]. Середній рівень марганцю в злакових і бобових рослинах луків та пасовищ змінюється від 14 до 119 мг/кг сухої речовини, в різнотрав'ї - від 17 до 334 мг/кг сухої речовини [11].

Не менш важливе значення має нагромадження та розподіл марганцю в живому організмі. Зокрема, в тілі дорослих тварин марганцю міститься 450-560 мкг/кг живої маси. У початковий період онтогенезу концентрація марганцю в організмі зростає, а потім починає поступово знижуватися [14]. Рівень марганцю в раціоні не відбивається на його вмісті у тілі, оскільки концентрація марганцю в основних тканинах дорослих тварин досить стійка [5, 17, 29]. Найвищу концентрацію марганцю виявили в печінці, скелеті, нирках, підшлунковій залозі, найнижчу - в скелетних м'язах. Відповідні дані подані нижче (мкг в 100 г свіжої тканини): печінці - 200-300, селезінці - 20-25, нирках - 120-150, серці - 25-30, кістках - 300-370, мозку - 35-40, підшлунковій залозі - 140-160, скелетних м'язах - 15-25 [5, 40].

Динаміка нагромадження марганцю в окремих тканинах з віком тварин неоднозначна. У печінці встановлено зменшення концентрації марганцю, пов'язане з переходом від чисто молочного типу годівлі до змішаного [12]. При збільшенні рівня марганцю, він нагромаджується в печінці та в інших органах, однак у меншій мірі, ніж мідь і кобальт [5, 17, 29, 40]. Досить висока (5-20 мкг/кг сухої речовини) концентрація марганцю в шерсті (щетині, пір'ї), причому вона корелює з рівнем марганцю в раціоні [12, 38, 42].

Концентрація марганцю у крові становить в середньому 5-10 мкг/100 мг із значними видовими та віковими варіаціями [29]. Рівень марганцю у сироватці крові тварин досить високий (40-60% від його концентрації в крові) [5]. Принагідно зауважимо, що наявність марганцю в сироватці крові, шерсті та екскрементах може служити індикатором забезпечення організму тварин цим елементом [56]. Існує припущення, що марганець сироватки крові зв'язаний з бета-глобуліном [5, 14].

Основні шляхи поглинання марганцю живим організмом - це дихальна система та шлунково-кишковий тракт [13]. Вважають, що проникнення неорганічних сполук марганцю через шкіру малоімовірно, тим часом як його органічні сполуки можуть абсорбуватись шкірою [45]. Досі мало даних про поглинання марганцю через дихальну систему. Частинок досить дрібні для того, щоб легко досягти альвеол легень (менше декількох десятих мікрометра в діаметрі) [29]. Мукоциліарний бар'єр відрізняється проникненням цього елемента в різних видів тварин і саме він впливає на рівень нагромадження частинок у легенях [17]. Встановлено, що відкладення пилу окису марганцю, який вдихається через легені, залежить від електричного заряду його частинок. Слід додати, що позитивно заряджені частинки відкладаються на 33% більше, ніж негативно заряджені. Слід пам'ятати, що якась кількість вдихуваних частинок марганцю, залучених у мукоциліарному транспорті, може також надходити у шлунково-кишковий тракт з ковтанням [54].

Марганець, потрапивши у шлунково-кишковий тракт всмоктується, в основному, в тонкому відділі кишечника і особливо в дванадцятипалій та порожній кишках [54]. До того ж встановлено, що у свиней його абсорбція також проходить і в сліпій кишці. Поглинання марганцю в кишечнику здійснюється шляхом дифузії, а при нестачі заліза - шляхом активного транспортування в дванадцятипалій і порожній кишках. У кормах марганець зв'язаний хелатними агентами і засвоюється організмом тварин досить слабо [5, 17, 29]. Вважають, що марганець всмоктується у двовалентній формі та конкурує із залізом і кобальтом за місця абсорбції [14]. Досі механізм всмоктування марганцю ще недостатньо вивчений. Надлишок у раціонах тварин кальцію, фосфору та заліза знижує використання марганцю. Принагідно відзначимо, що добавки гістидину, етилендіамінтетраоцтової кислоти (ЕДТА), лимонної та аскорбінової кислот підвищують його абсорбцію [52]. Марганець, який

всмоктався, проникає у кров, де як і залізо транспортується трансферином до тканин та органів [17]. Із крові марганець досить швидко проникає в печінку, кістки та волосся, які є основним резервним джерелом цього елемента в організмі тварин [5, 29]. Марганець може також депонуватися і в інших паренхіматозних органах, а саме в нирках, головному мозку, щитоподібній і підшлунковій залозах та лімфатичних вузлах [30]. Припускають, що марганець необхідний для життєдіяльності та функціонування мікроорганізмів рубця, однак відомості про потребу мікрофлори в цьому елементі різноманітні [29]. Зокрема, додавання оптимальних доз марганцю (20-30 мг/кг сухої речовини) до раціону волів сприяло підвищенню активності бактеріальних дезаміназ і посилювало зброджування вуглеводів у передшлунках [53]. Зауважимо, що в дослідженнях *in vitro* з вмістом рубця цей ефект був менш виражений. До того ж доза марганцю 40 мг/кг в інкубованому середовищі викликала інгібування активності вищезгаданого ферменту [50].

Марганець виводиться з організму тварин із каловими масами [29]. Також виявлено його високий рівень у жовчі та соці підшлункової залози [12]. При нормальному функціонуванні організму його виведення проходить переважно з жовчю. Важливо зазначити, що збільшується виділення марганцю при закупорці жовчних протоків або при підвищеному навантаженні організму згаданим вище елементом [29]. Екскреція марганцю з жовчею та соком підшлункової залози є більш важливим фактором у підтримці гомеостазу, ніж інтенсивність його всмоктування [12].

Вважаємо доречним відмітити, що виділення марганцю з сечею є незначним і залежить від введення в організм тварин хелатів. Характерним для цього є те, що екскреція значно збільшується [5, 40]. При підвищеному навантаженні організму щурів марганцем сукупно з етилендіамінтетраоцтовою кислотою (ЕДТА) виявлено зростання рівня вищезгаданого елемента в сечі. До того ж упродовж 24-ох годин виділення з сечею було основним шляхом, після чого відновлювалась екскреція з калом [49].

Марганець відіграє першочергову роль у багатьох важливих процесах, які проходять у живих організмах. При цьому змінюється валентність марганцю і його можливі різноманітні переходи ($Mn^{2+} \rightarrow Mn^{3+} \rightarrow Mn^{4+} \rightarrow Mn^{6+} \rightarrow Mn^{7+}$) в окисно-відновних реакціях [39]. Марганець входить до складу ряду справжніх металоферментів і поряд з іншими металами підвищує активність ферментів циклу Кребса (карбоксилази, декарбоксилази), фосфорилування, ліпідного і вуглеводного обміну (глюкокінази, фосфоглюкомутази тощо). Марганець входить до гідроксиламіноредуктази, яка бере участь в реакціях обміну азоту [17]. Марганець також необхідний для біосинтезу РНК і ДНК. Через його нестачу можливі порушення в будові нуклеїнових кислот і в біосинтезі білка [1].

В організмі тварин марганець відіграє надзвичайно важливу роль як активатор процесів окислення. Він також бере участь у процесах осифікації та входить до складу ферментів - дипептидази, фосфатази, аргінази, оксидази [17, 29]. Встановлені його позитивні впливи на розвиток кісткової тканини, органів кровотворення та функцію відтворення, що сприяє посиленню росту й розвитку тварин. Марганець сприяє утворенню гонадотропного і лакотропного гормонів гіпофізу, посилює дію інсуліну та послаблює вплив адреналіну на вуглеводний обмін [5, 14, 17, 40]. Хелатні сполуки марганцю в комплексі з іншими мікроелементами стимулюють окисно-відновні процеси, гемопоетичну функцію кісткового мозку, білоксинтезуючу функцію печінки у лактуючих корів та бугайців на відгодівлі [3, 18, 20, 23, 24, 48]. Додавання до раціону бугайців металоорганічного префіксу, в склад якого входив цистиннад марганцю, сприяло підвищенню активності системи АОЗ

(антиоксидантного захисту). За цих умов збільшувався вміст SH-груп на 12%, загального глутатіону на 20%, його відновленої форми -- на 39%, знижувався вміст окисленої форми на 22% та концентрації МДА на 31% [32].

Нестача марганцю в раціоні тварин знижує інтенсивність окисно-відновних процесів в їх організмі. При цьому виникають затримка в їх рості й розвитку та формуванні скелету (окостеніння), порушується репродуктивна функція і в окремих випадках виявлені розлади нервової системи (атаксія, розлади координації рухів) [27]. Встановлено, що при дефіциті марганцю його вміст суттєво знижується у печінці, мозковій рідині, підшлунковій залозі і нирках, при цьому встановлено збільшення цинку у всіх органах, а рівень міді у більшості органів не змінювався, за винятком підшлункової залози, де її рівень зменшується. Важливо зауважити, що чутливою до нестачі марганцю є молода птиця, у якої може виникнути захворювання - пероз. При цьому у курчат, індиченят і фазанят деформуються, розпухають, потовщуються й скорочуються кістки кінцівок та крил [5, 36]. Вважається, що дефіцит марганцю може бути однією із причин канібалізму в курей [37, 47].

У корів і свиней, яких випасають на піщаних та торф'яних ґрунтах, виникає нестача марганцю. У самок при цьому знижується продуктивність, пригнічується функція яєчників, порушується овуляція, припиняється тічка та затримується ріст кістяку. Молодняк народжується частково слабким або мертвим [5]. У самців може зникнути статевий потяг і з'явитися атрофія сім'яників.

Через обмеженість всмоктування марганцю у травному каналі різні види тварин добре переносять значні його кількості в кормі. Жуйні тварини поїдають корми, в яких міститься 500-1000 мг/кг марганцю, однак випадків отруєнь не виявляли [40]. При додаванні 25 мг сульфату марганцю у раціон корови протягом шести місяців також не встановлено його шкідливого впливу ні на продуктивність, ні на її здоров'я [14]. Навпаки, застосування марганцю в комплексі з іншими мікроелементами у формі метіонатів до раціону корів мало позитивний вплив як на молочну продуктивність, так і на хімічний склад та харчову цінність молока [3, 19, 22, 23]. При використанні у годівлі високопродуктивних корів вітамінно-мінеральних добавок в комплексі з марганцем встановлено підвищення середньодобового надою на 16,2% при цьому витрати кормів на 1 кг молока знизились на 10,5% [41]. Стосовно токсичної дії марганцю було встановлено, що сполуки двовалентного марганцю в 2,5-3 рази токсичніші від сполук тривалентного марганцю [29].

Отже, проаналізувавши вище наведене, можна зробити узагальнюючий висновок, що марганець, як мінерал, як метал і накінець як мікроелемент в достатній мірі поширений у навколишньому середовищі та в живих організмах, де відіграє надзвичайно важливу роль. Без даного мікроелемента не можуть в повній мірі проходити ті чи інші обмінні процеси і, як наслідок, виникають різноманітні захворювання, що супроводжуються порушенням обміну речовин. Все це приводить до зниження врожайності рослин, продуктивності тварин та якості одержаної продукції. Виходячи з цього, марганець, як мікроелемент, заслуговує на увагу, а дослідження, які проводяться в цьому напрямку, є актуальними.

Література

1. Бакаков В.Н., Менькин В.К. Кормление сельскохозяйственных животных. - М.: Агропромиздат, 1989. - С. 266-268.
2. Берман Ш.А., Ильзинь А.Э. Гидробиологические исследования в Чиатурском марганцевом субрегионе биосферы // Биогеохимическое районирование и геохимическая экология. - М.: Наука, 1980. - С. 136-141.

3. Біленчук Р.В. Фізіолого-біохімічна характеристика організму корів та їх телят і ветеринарно-санітарна оцінка молока за мікроелементної корекції раціону / Автореф. канд. дис., 1999. – 19 с.
4. Бумбу Я.В. Биохимия микроэлементов в растениях, почвах и природных водах Молдавии. - Кишинев: Штинца, 1981. - 271 с.
5. Георгиевский В.И., Анненков Б.Н., Самохин В.Т. Минеральное питание животных. - М.: Колос, 1979. - 471 с.
6. Голубев И.М. Биогеохимические исследования в Тамбовской области // Микроэлементы в СССР. - Рига. Зинатне, 1989. - Вып. 30. - С. 68-83.
7. Гурвич Е.М. Биогеохимия марганца в современной биосфере и в древних толщах // Роль биогеохимических исследований в расширении минерально-сырьевой базы СССР. - Л.: ВСЕРГЕИ. - 1986. - С. 85-95.
8. Демина Л.Л., Гордеев В.В., Фомина Л.С. Формы Fe, Mn, Zn и Cu в речной воде и взвеси и их изменения в зоне смешения речных вод с морскими // Геохимия. - 1978. - № 8. - С. 1211-1229.
9. Добровольский В.В. География микроэлементов: Глобальное рассеяние. - М.: Мысль, 1983. - 272 с.
10. Железо-марганцевые конкреции Мирового океана / Под ред. Ю.Б.Казмина. - М.: Наука, 1984. - 175 с.
11. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. - М.: Мир, 1989. - 439 с.
12. Кальницкий Б.Д. Минеральные вещества в кормлении животных. - Л.: Агропромиздат, 1985. - 207 с.
13. Кальницкий Б.Д., Кузнецов А.П. и др. Методические указания по изучению минерального обмена у сельскохозяйственных животных. - Боровск, 1988. - 103 с.
14. Кишак І.Т. Виробництво і застосування преміксів. - К.: Урожай, 1995. - 272 с.
15. Кист А.А. Феноменология биогеохимии и бионеорганической химии. - Ташкент: Фан, 1987. - 236 с.
16. Ковальский В.В., Андрианова Г.А. Микроэлементы в почвах СССР. - М.: Наука, 1970. - 180 с.
17. Конова Н.И., Летунова С.В. Марганец в биосфере. - М.: Наука, 1988. - 123 с.
18. Кравців Р.Й., Біленчук Р.В., Марків А.М. Гематологічні показники сухостійних корів при корекції мікроелементного живлення // Тези доповідей міжнародної конференції "Біологічні основи живлення сільськогосподарських тварин". - Львів. - 1998. – С. 11-12.
19. Кравців Р.Й., Біленчук Р.В., Салата В.З., Бінкевич В.Я. Мікроелементна корекція раціонів корів як чинник підвищення їх продуктивності та покращення якості молока // Збірник наукових праць Вінницького державного аграрного університету. Вінниця, 2000. - Вип. 8. - Т. 1. – С. 16-19.
20. Кравців Р.Й., Осередчук Р.С., Біленчук Р.В., Ключковська М.В., Герич В.В., Сенечин В.В. Вплив мікроелементно-вітамінних преміксів на гематологічні показники у дослідних бугайців та корів // Науковий вісник Львівської державної академії ветеринарної медицини ім. С.З. Гжицького. – 2001. – Т. 3 (№ 3) – С. 56-59.
21. Кравців Р.Й., Біленчук Р.В., Бінкевич В.Я. Взаємозв'язок хімічного складу ґрунту із якістю кормів для тварин // Матеріали науково-практичної конференції "Перспективи розвитку аграрного сектору економіки в ринкових умовах". – 2001. – С. 15.
22. Кравців Р.Й., Дмитрів О.Я., Біленчук Р.В., Осередчук Р.С., Герич В.В., Сенечин

- М.В. Хімічний склад молока корів за мікроелементної корекції раціону // Наукові праці Полтавської державної аграрної академії, Полтава. – 2002. – Т. 2 (21). – С. 79-82.
23. Кравців Р.Й., Паска М.З. глутатіон, сульфгідрильні групи та малоновий діальдегід за корекції мікро елементного живлення відгодівельних бугайців // Науковий вісник Львівської державної академії ветеринарної медицини ім. С.З.Гжицького. – Львів, 2003. – Т.5, №3, Ч.2.-С.64-70.
 24. Кравців Р.Й., Стадник А.М., Бінкевич В.Я., Біленчук Р.В., Осередчук Р.С., Сенечин В.В., Ключковська М.В., Герич В.В. Хелатні сполуки мікроелементів з амінокислотами – нові компоненти преміксів для тварин і птиці // Науковий вісник Академії наук вищої школи України (Серія: Аграрні науки), 2005. – №3 (29). – С. 106-115.
 25. Краткий справочник по геохимии / Р.В.Войткевич, А.Е.Мирошников, А.С.Поваренных, В.Г.Прохоров. - М.: Недра. - 1977. - 184 с.
 26. Ландшафтно-геохимические основы фонового мониторинга природной среды. - М.: Наука, 1989. - 264 с.
 27. Лебедев Н.И. Использование микродобавок для повышения продуктивности жвачных животных. - Л.: Агропромиздат, 1990. - 96 с.
 28. Линник П.Н., Набиванец В.И. Формы миграции металлов в пресных поверхностных водах. - Л.: Гидрометеоиздат, 1986. - 270 с.
 29. Марганец. Совместное издание Программы ООН по окружающей среде, Международной организации труда и всемирной организации здравоохранения // Всемирная организация здравоохранения. Женева. - 1985. - С. 3-118.
 30. Мельникова М.М. Интоксикация марганцем // Медицина труда и промышленная экология. - 1995. - № 6. - С. 21-24.
 31. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных / Калашников А.П., Клейменов Н.И./ Справочное пособие. - М.: Агропромиздат, 1985. - 352 с.
 32. Паска М.З., Кравців Р.Й., вплив металоорганічних біологічно активних сполук - цистеїнатів дефіцитних мікроелементів на показники еритропоезу // Вісник Сумського національного аграрного університету.- Суми, 2002. – В.7. – С.72-77.
 33. Петухова Н.Н. Краткий обзор исследований по проблеме микроэлементов в почвах Белорусской ССР // История геологического изучения территории Белоруссии. - Минск. Наука и техника, 1988. - С. 63-66.
 34. Покаржевский А.Д. Экосистемный круговорот и эколого-геохимическая классификация элементов // Биология почв Северной Европы. - М.: Изд-во МГУ, 1988. - С. 72-83.
 35. Растения в экстремальных условиях минерального питания / Под ред. М.Я.Школьника, Н.В.Алексеевой-Поповой. - Л.: Наука, 1983. - 177 с.
 36. Риш М.А. Биогеохимическая основа некоторых микроэлементозов (недостаточность меди, марганца, цинка) // Микроэлементозы человека: Тез. докл. Всесоюз. симпоз. - М., Научный совет АН СССР по проблемам микроэлементов в биологии. - 1989. - С. 235-240.
 37. Самохин В.Т. Профилактика нарушений обмена микроэлементов у животных. - М.: Колос, 1981. - 144 с.
 38. Солнцев К.Н. Справочник по кормовым добавкам. - М.: Урожай, 1990. - 397 с.
 39. Чернавская Н.М. Физиология растительных организмов и роль металлов. - М.: Изд-во МГУ, 1989. - 158 с.
 40. Хенниг А. Минеральные вещества, витамины, биостимуляторы в кормлении сельскохозяйственных животных. - М.: Колос, 1976. - 559 с.

41. Хіміч В.В., Величко І.М., Хіміч О.В. Комплексні вітамінно-мінеральні добавки для високопродуктивних корів // Вісник аграрної науки. - 2003. - С. 77-78.
42. Ягодин Б.А., Ермолаев А.А. Микроэлементы в сбалансированном питании растений, животных и человека // Химия в с.-х. - 1995. - № 2-3. - С. 24-26.
43. Alvarez-Tinaut M.C., Zeal A., Recalde-Martines L.R. Iron, manganese interaction and its relation to boron levels in tomato plants // Plant and Soil. - 1980. - Vol. 35. - № 377. - P. 324-331.
44. Cowen I.P., Bruland K.W. Metal deposits associated with bacterial implications for Fe and Mn marine biochemistry // Deep-Sea Res. - 1985. - Vol. 32. - № 3. - P. 253-272.
45. Flachowsky G., Grun M., Kronemann H. et al. Influence of type of diet and incubation time on major and trace elements release in sacco from Italian reyngrass // 6th Internat. Trace element Symp.: Leipzig. - 1989. - Vol. 2. - P. 466-473.
46. Hamilton E.J. Trace element metabolism in man and animals // Fed. Proc. - 1981. - Vol. 40. - № 6. - P. 2126-2130.
47. Kiiskinen Tuomo. Comparison of feed additives "Avotan and Albas in broilers diets" // Ann. agr. fem. - 1987. - Vol. 26. - № 2. - P. 145-149.
48. Krawziw R., Stadnyk A., Bilentschuk R., Binkewitsch V., Ssenetschyn W., Klutschkowsjka M., Osseredtchuk R., Herytsch W. Spurenelemente und Aminosäuren als Komponenten in Fertigmischungen für Nutztiere und Geflügel // 4. Symposium „Österreichisch-Ukrainische Landwirtschaft“. - 2002. - S. 91.
49. Kume Shin-ichi. Nihon chikusan gakkaiho // Anim. Sci. and Technol. - 1995 - 66. - № 8. - P. 743-752.
50. Leach R.M., Gross J.R. The effects of manganese deficiency upon the ultrastructure of the eggshell // Poultry Sci. - 1983. - Vol. 2. - № 3. - P. 499-504.
51. Letunova S.V., Kovalsky V.V. Geochemical ecology of microorganisms // Colorado. SCN press. - 1987. - 87 p.
52. Lonnerdal B., Keen C.L., Bell J.G., Sandstrom B. Manganese uptake and retention: experimental animal and human // Nutrit. Bioavail. Manganese. Washington: ACS. - 1987. - P. 9-20.
53. Manganese role poultry nutrition. - Poultry digest. - 1980. - Vol. 39. - P. 466-600.
54. Mouri T. Experimental study of inhalation of manganese dust // Shikoku Acta Med. - 1988. - 29(2). - P. 118-129.
55. Sanders J.R. The effect of pH on the total and free ionic concentrations of manganese, zinc and cobalt in soil solutions // J. Soil Sci. - 1983. - Vol. 34. - № 2. - P. 314-323.
56. Sviatko P., Hiakova M. Obsah manganu v biologickom materialu dojnyc // Vet. med. - 1993. - 38. - № 9. - S. 539-546.

Summary

Kravtsiv R., Bilenchuk R., Paska M.

Lviv National Academy of Veterinary Medicine named after S.Z. Gzhytskyj

PHYSIOLOGICAL IMPORTANCE OF MANGANESE FOR ANIMALS BODY

Manganese as a mineral as well as metal and trace element is greatly spread both in the environment and in the living organisms where it plays very important role. Any metabolic processes can not take place without the element and various diseases with metabolic violations are the result. These lead to the reduction of crop capacity as well as animals' productivity and quality of obtained products. Therefore manganese as a trace element is of great importance and the researches in this direction is vital.

