

**БІОЛОГІЧНА ДІЯ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ
НАНОМАТЕРІАЛІВ У РІЗНИХ
ВИДІВ ТВАРИН**

В.В. Влізло¹, Р.С. Федорук², Р.Я. Іскра³

¹доктор ветеринарних наук, професор, академік НААН

²доктор ветеринарних наук, професор, член-кореспондент НААН

³доктор біологічних наук

Інститут біології тварин НААН, вул. В. Стуса, 38, м. Львів, 79034, Україна

e-mail: ¹vasyl.vlizlo@inenbiol.com.ua,

²fedoruk@inenbiol.com.ua, ³ruslana_iskra@inenbiol.com.ua

Надійшла 03.09.2018

Мета. З'ясувати біологічний вплив різних концентрацій наноматеріалів в організмі тварин і визначити перспективність їх використання у тваринництві. **Методи.** Фізіологічні, біохімічні, нанотехнологічні з використанням біостатистичного аналізу. **Результати.** Проведено дослідження із з'ясування фізіологічних і біохімічних механізмів дії наноаквацитратів мікроелементів в організмі великої рогатої худоби, свиней, кролів і бджіл у різні періоди онтогенетичного розвитку та продуктивного використання. Досліджено вплив цих сполук на вміст у тканинах і рідинах макро- і мікроелементів, формування імунобіологічної реактивності організму, стан антиоксидантної, дезінтоксикаційної, репродуктивної та імунної систем, ріст і розвиток телят, поросят та кроленят, а також роль цитратів у лікуванні та профілактиці мікроелементозів у тварин. Установлено функціональні зміни окремих систем і органів тварин різних видів за дії наноматеріалів на основі біотичних елементів і синтетичних полімерів. Виявлено низку біологічних ефектів із активацією фізіологічних функцій і біохімічних процесів в організмі тварин. Обґрунтовано доцільність використання функціональних наноматеріалів як активаторів обмінних процесів і ефективних засобів цільової доставки та посилення терапевтичної дії лікарських засобів. **Висновки.** З'ясовано біологічну дію різних концентрацій наноматеріалів в організмі лабораторних і продуктивних тварин, показано стимулювальний вплив їх на метаболічні процеси у фізіологічних дозах. Установлено, що цитрати мікроелементів є біологічно активними та безпечними для здоров'я, а їх застосування підвищує життєздатність і продуктивність тварин. Обґрунтовано доцільність використання наноматеріалів на основі цитратів біоелементів у тваринництві.

Ключові слова: нанотехнології, наноматеріали, лікарські засоби, тварини, біотичні елементи, біологічна дія.

<https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201811-11>

Сучасними дослідженнями визначено, що нанобіоматеріали для тваринництва повинні бути екологічно чистими та біосумісними з даним біологічним об'єктом, а також мати програмовану продуктивну дію [1, 2].

За допомогою нанотехнології дослідниками отримано надчисті карбоксилати основних харчових кислот і біотичних елементів (Zn, Mg, S, Mn, Fe, Cu, Co, Mo, Cr, I, Se). Розробляється новий напрям збагачення

кормових добавок мікроелементами у вигляді цитратів біотичних елементів, одержаних за допомогою аквананотехнології [3, 4].

В Інституті біології тварин НААН проводять дослідження із з'ясування фізіолого-біохімічних механізмів дії наноаквацитратів мікроелементів в організмі тварин у різні періоди онтогенетичного розвитку та продуктивного використання [5, 6]. Визначено токсичні дози наноаквацитратів 20-ти елементів, які виявились у 6–8 разів нижчими від їхніх мінеральних солей. З цього на пряму розробляють кормові добавки, ветеринарні засоби та препарати на основі цитратів мікроелементів з високою біологічною активністю [7]. Установлено мінімальні фізіологічно активні та оптимальні їх дози для великої рогатої худоби, свиней, кролів, бджіл. Досліджено вплив цих сполук на вміст у тканинах і рідинах макро- і мікроелементів, формування резистентності організму, стан антиоксидантної, репродуктивної та імунної систем, ріст і розвиток телят, поросят та кроленят. Вивчено вплив наноаквацитратів окремих елементів на біологічну цінність продукції тваринництва — молока, м'яса, меду. Установлено певні відмінності дії наноаквацитратів Se, Ge, Cr, Fe в організмі тварин, порівняно з іншими сполуками цих мікроелементів.

Мета досліджень — з'ясувати біологічний вплив різних концентрацій наноматеріалів в організмі тварин і визначити перспективність їх використання у тваринництві.

Матеріали та методи досліджень. Дослідження виконано на експериментально-лабораторній базі Інституту біології тварин НААН з використанням поголів'я тварин дослідних і базових господарств, а також віварію інституту. Зокрема, вивчення біологічного впливу цитратів мікроелементів у великої рогатої худоби проведено на поголів'ї корів і телят у ДП ДГ «Пасічна»; свиней — ТзОВ «Прогрес-Плюс» с. Суховоля Бродівського р-ну Львівської обл. та ПП «Агропродсервіс» Тернопільської обл.; кролів — у господарствах Миколаївського та Городоцького р-нів Львівської обл., щурів і бджіл — у віварії Інституту біології тварин НААН. У дослідженнях на тваринах застосовували водні розчини цитратів мікроелементів (Cr, Se, Cu, Co, Fe, Zn, Ge), отриманих

методом нанотехнології [7], нанополімерні матеріали синтезовано в університеті «Львівська Політехніка». Для лабораторних досліджень використовували кров, молоко, тканини внутрішніх органів, м'язів тварин. Визначення фізіологічних і біохімічних показників проведено на гематологічному Mythic vet 18 (Швейцарія) і біохімічному Humalizer 2000 (Німеччина) аналізаторах.

Результати досліджень. У дослідженнях, проведених на коровах, було встановлено, що за умови додавання до їхнього раціону цитратів Cr, Se, Co та Zn поліпшувалася функція печінки, обмін Ca, P та вітаміну E [8]. Включення до раціону корів цитратів цих елементів сприяло активації обмінних процесів в організмі, підвищенню каталазної, супероксиддисмутазної і глутатіонпероксидазної активності на 1- і 2-й місяці згодовування добавки (рис. 1).

Добавки цитратів мікроелементів стимулювали секреторну активність молочної залози, підвищували середньодобові надой молока у корів на 3,3–7,8% [9].

Доведено, що від умісту мікроелементів, які входять в активні центри ферментів гліколізу, пентозофосфатного шляху та антиоксидантного захисту, залежить здатність тварин до відтворення та функціональні властивості сперми самців. Зокрема, досліджено вплив цитратів Mn^{2+} , Cu^{2+} і Zn^{2+} на інтенсивність окисних процесів у спермі та виживання сперміїв бугаїв і кнурів. Установлено, що мікроелементи у вигляді цитратів проникають у статеві клітини та регулюють вплив на інтенсивність споживання кисню і відновну здатність сперми, активність сукцинатдегідрогенази та виживання сперміїв у розріджених еякулятах тварин. Для балансування складу розріджувача до фізіологічних меж нативних еякулятів, нормалізації окисного метаболізму і забезпечення тривалого виживання сперміїв у середовищі розрідження дослідники рекомендують додавати в 10–20 разів нижчі дози Mn-, Cu- і Zn-цитратів, порівняно з їхніми аналогами у вигляді солей [10].

У поросят у період відлучення від свиноматок встановлено виражений комплексний вплив цитратів мікроелементів (Fe, Zn, Mn, Cu, Co) у 10 разів меншій концентрації порівняно з їх неорганічними солями [11].

Зокрема, за дії цитратів мікроелементів виявлено зростання антиоксидантної активності еритроцитів, що зумовлює підвищення адаптивних властивостей організму в період дії стрес-фактора відлучення поросят. Збільшення кількості еритроцитів та концентрації гемоглобіну за дії цитратів мікроелементів у поросят в цей період має велике значення для профілактики залізодефіцитної анемії. Активація системи кровотворення в напрямі інтенсифікації процесу гемопоезу, очевидно, є адаптаційною реакцією організму, що забезпечує реалізацію захисної функції крові і сприяє становленню імунного статусу тварин у ранній постнатальний період розвитку. Цитрати мікроелементів посилюють цю здатність організму, впливають на резистентність та підвищення стійкості тварин до захворювань у період відлучення від свиноматок. Споживання поросятами цитратів мікроелементів впливало і на білковий обмін в організмі тварин у період дії стресу відлучення, зокрема, сприяло зростанню вмісту загального білка та зниженню активності аламінінотрансферази в їхній крові (рис. 2).

Водночас незначне зменшення концентрації глюкози в крові поросят за впливу цитратів мікроелементів на 30-ту добу життя є позитивним чинником, зумовленим підвищенням використання цього субстрату в їх організмі як енергетичного матеріалу у період дії стрес-фактора відлучення. Отримані результати узгоджуються з літературними даними про те, що окремі мікроелементи у цитратній формі впливають на гормональну активність. Оскільки цинк регулює секрецію інсуліну, а хром посилює його дію способом сприяння зв'язуванню гормону з рецепторами на поверхні клітини, тому ці елементи впливають на весь спектр інсулінозалежних процесів [6]. Інтенсифікацію обмінних процесів в організмі поросят за дії цитратів мікроелементів зумовлено кращим їх засвоєнням, порівняно з неорганічними солями. Установлено, що застосування цитратів мікроелементів у годівлі поросят сприяло збільшенню на 33,6% середньодобових приростів маси тіла, які становили у контрольній групі 131 г, водночас у дослідній — 175 г [11].

Проведено комплексне дослідження впливу ферум цитрату на ферум- і оксигентранспортну функції крові та процеси

метаболізму в організмі поросят. Доведено ефективність застосування цієї сполуки для профілактики аліментарної ферумдефіцитної анемії. З'ясовано, що введення ферум цитрату сприяє підвищенню кількості еритроцитів і концентрації гемоглобіну у крові, позитивно впливає на ферумзв'язувальну функцію трансферину, стабілізує білки крові, вміст Fe, Cu, Co, Mn, вітамінів А та Е, продуктів ПОЛ і показники антиоксидантної системи [12].

Цитрати мікроелементів, які споживають самки під час вагітності, можуть впливати на метаболічні процеси не лише в їхньому організмі, а й у їхніх плодів і новонародженого потомства. Установлено, що хром цитрат, який згодовували свиноматкам за 10–15 днів до родів та протягом 20-ти днів після родів у дозах 0,5 і 2 мг Cr(III)/кг маси тіла, стимулював еритропоетичну функцію як у свиноматок, так і новонароджених поросят у перші доби після родів [13]. Крім цього, за дії хром цитрату в кількості 2 мг Cr(III)/кг у крові свиноматок зростала функціональна активність лейкоцитів, кількість лімфоцитів та знижувався рівень сегментоядерних нейтрофільних гранулоцитів в останній місяць вагітності та в перші доби після родів. Це свідчить про посилення клітинної ланки неспецифічної резистентності, специфічних факторів захисту, збільшення в організмі тварин резервних можливостей окисно-відновних метаболічних процесів лейкоцитів. Отже, зміна гемопоетичних та імунологічних показників крові свиноматок і новонароджених поросят за введення до раціону хром цитрату, очевидно, є адаптаційною реакцією їхнього організму у період дії стрес-фактора — народження.

У вагітних свиноматок і кролематок за впливу хром цитрату здійснюється корекція різних ланок метаболізму, зокрема, стабілізуються вуглеводний, ліпідний і білковий обміни, нормалізуються антиоксидантна та імунна системи організму. Метаболічно ефективні кількості хром цитрату, які додатково вводили до раціонів тварин, можуть використовуватись як рекомендовані дози для регуляції процесів обміну речовин і профілактики недостатності Cr(III) в організмі [6].

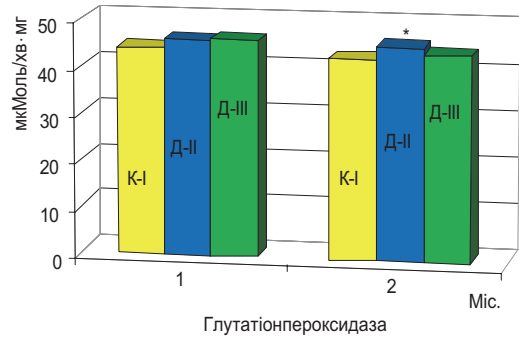
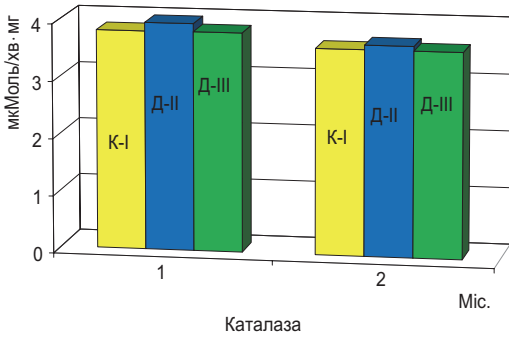


Рис. 1. Ензимна активність антиоксидантної системи крові корів за 2-місячного згодовування цитратів (Д-ІІ) та мінеральних (Д-ІІІ) елементів, * $P < 0,05$

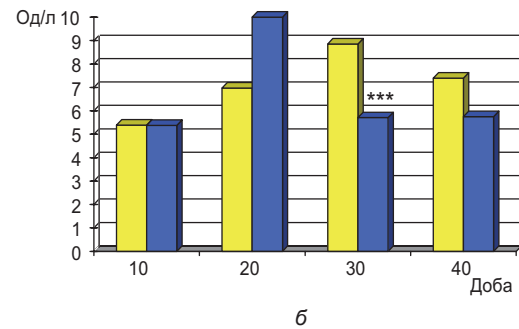
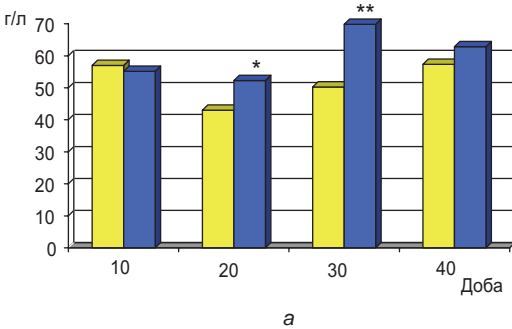


Рис. 2. Показники обміну білків у плазмі крові поросят при відлученні за комплексного впливу цитратів мікроелементів ($M \pm m$, $n=10$): а — уміст білка; б — активність АЛТ; * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$ (до рис. 2–4)

У кролів досліджували вплив хром цитрату (3 мкг/кг маси тіла) на показники Т- і В-клітинного імунітету. Виявлено зростання в їх крові відносного вмісту загальних Т-лімфоцитів, Т-активних лімфоцитів, Т-хелперів, В-лімфоцитів та імунорегуляторного індексу, що свідчить про активацію функціональної активності лімфоцитів і зумовлює підвищення клітинної та гуморальної ланок імунітету кролів за дії хром цитрату (рис. 3).

Експериментально доведено високу ефективність дії хром цитрату в організмі тварин на показники вуглеводного, білкового та ліпідного обмінів, активацію антиоксидантної, NO-синтазної, ендокринної та імунної систем [6]. Установлено, що введення до раціону тварин хром цитрату супроводжується регуляторним впливом на функцію наднирникових, щитоподібної та підшлункової залоз. Зокрема, експериментально

встановлено, що за дії хром цитрату (5 мкг Cr(III)/кг маси тіла) у сироватці крові щурів уміст інсуліну виявляв тенденцію до підвищення, вірогідно зростав уміст трийодтироніну — на 53,1% та тироксину — на 21%, водночас уміст кортизолу знижувався

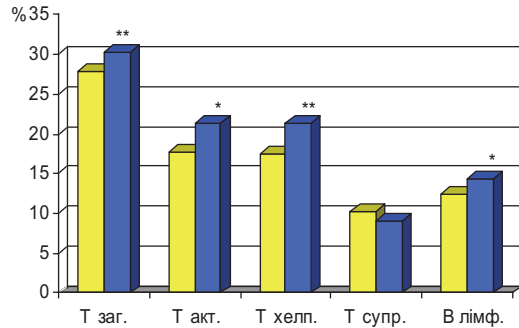


Рис. 3. Відносна кількість Т- і В-лімфоцитів у крові кролів за впливу хром цитрату у дозі 3 мкг/кг ($M \pm m$, $n=4$)

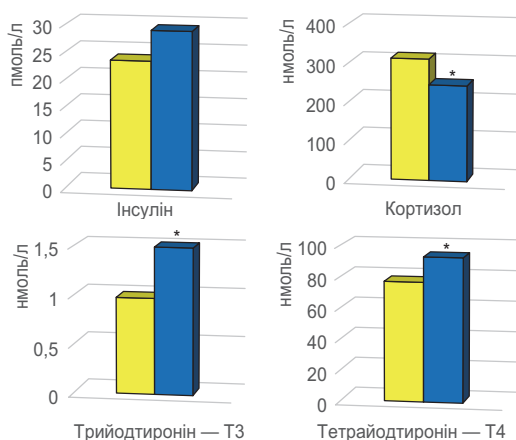


Рис. 4. Уміст гормонів у сироватці крові шкурів за дії хром цитрату в кількості 5 мкг Cr(III)/кг

на 20,8% (рис.4). Подібну дію, але значно слабшу, виявляла у дослідженнях і неорганічна сполука хром хлорид у кількості 20 мкг Cr(III)/кг.

Досліджено дезінтоксикаційну функцію та активність ензимів антиоксидантного захисту в крові та тканинах лабораторних тварин за випоювання розчину цитратів Cr, Se та Ge самкам-матерям [14]. Виявлено позитивний дозозалежний (10, 20, 200 мкг Ge/кг м. т.) вплив цитрату Ge на ріст і розвиток організму шкурів, його гематологічні та імунофізіологічні показники [15].

Доведено, що «наноаквацитрати» мінеральних елементів є не лише біологічно активними, а й безпечними для здоров'я та дозволені для збагачення кормів, сировини і харчових продуктів і виявляють протекторні властивості щодо важких металів [4]. Так, за використання цитратів Cr, Se, Co та Ge для підгодівлі бджіл виявлено зниження вмісту важких металів (Cd, Pb) як у тканинах цілого організму (рис. 5), так і окремих анатомічних відділів бджіл. Це забезпечує підвищення їх життєздатності, збільшення вмісту в організмі та продукції бджільництва

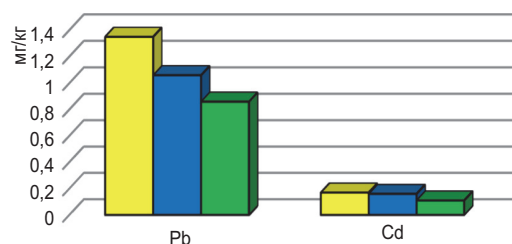


Рис. 5. Уміст Pb і Cd у тканинах організму бджіл: ■ — I; ■ — II; ■ — III

есенціальних мікроелементів, ліпідних і вуглеводних компонентів.

Установлено динаміку вмісту ліпідів у тканинах бджіл, що сприяє процесам метаболічного нагромадження енергетичних і пластичних компонентів. Одержані дані підтверджують доцільність використання добавок цитратів мікроелементів у підгодівлі бджіл.

Досліджено вплив роздільного і спільного застосування різних доз цитратів Co і Ni у весняній кормовій добавці для медоносних бджіл на інтенсивність відкладання яєць бджолиними матками. Отримані результати досліджень свідчать про істотний стимулювальний вплив цитратів Co і Ni за роздільного їх застосування на інтенсивність яйцекладки бджолиних маток у весняний період [16].

Науковці створюють і використовують у дослідженнях полімерні носії псевдополіамінокислоти для доставки біологічно активних речовин. Зокрема, створений нанополімер GluLa-DPG-PEG600, який містить у своєму складі глютамінову та лауринову кислоти, дипропіленгліколь, поліетиленгліколь. З допомогою електрофорезу в 5%-му поліакриламідному гелі встановлено здатність GluLa-DPG-PEG600 зв'язувати сироватковий альбумін крові [17]. Це є позитивною характеристикою полімеру як потенційного транспортера для протеїнів і лікарських засобів, зокрема при створенні вакцин.

Висновки

З'ясовано біологічну дію різних концентрацій наноматеріалів в організмі

лабораторних і продуктивних тварин, показано їх стимулювальний вплив

на метаболічні процеси у фізіологічних дозах. Установлено, що цитрати мікроелементів є біологічно активними та безпечними для здоров'я, а їх застосування підвищує життєздатність і продуктивність тварин. На основі цього обґрунтовано доцільність використання

наноматеріалів на основі цитратів біоелементів у тваринництві. У перспективі визнано доцільним продовження досліджень щодо застосування у тваринництві цитратів мікроелементів і синтетичних полімерів як біологічно активних і безпечних для здоров'я тварин сполук.

Влизло В.В.¹, Федорук Р.С.², Іскра Р.Я.³

Институт биологии животных НААН, ул. В. Стуса, 38, г. Львов, 79034, Украина; e-mail: ¹vasyl.vlizlo@inenbiol.com.ua, ²fedoruk@inenbiol.com.ua, ³ruslana_iskra@inenbiol.com.ua

Биологическое действие функциональных наноматериалов в различных видов животных

Цель. Выяснить биологическое воздействие различных концентраций наноматериалов в организме животных и определить перспективность их использования в животноводстве. **Методы.** Физиологические, биохимические, нанотехнологические с использованием биостатистического анализа. **Результаты.** Проведены исследования по выяснению физиологических и биохимических механизмов действия наноаквацитратов микроэлементов в организме крупного рогатого скота, свиней, кроликов и пчел в разные периоды онтогенетического развития и продуктивного использования. Исследовано влияние этих соединений на содержание в тканях и жидкостях макро- и микроэлементов, формирование иммунобиологической реактивности организма, состояние антиоксидантной, детоксикационной, репродуктивной и иммунной систем, рост и развитие телят, поросят и крольчат, а также роль цитратов в лечении и профилактике микроэлементозов у животных. Установлены функциональные изменения отдельных систем и органов животных различных видов при действии наноматериалов на основе биотических элементов и синтетических полимеров. Выявлен ряд биологических эффектов с активацией физиологических функций и биохимических процессов в организме животных. Обоснована целесообразность использования функциональных наноматериалов в качестве активаторов обменных процессов и эффективных средств целевой доставки и усиления терапевтического действия лекарственных средств. **Выводы.** Выявлено биологическое действие различных концентраций наноматериалов в организме лабораторных и продуктивных животных, показано стимулирующее влияние их на метаболические процессы в физиологических дозах. Установлено, что цитраты микроэлементов являются биологически активными и безопасными для здоровья, а их применение повышает жизнеспособность

и продуктивность животных. Обоснована целесообразность использования наноматериалов на основе цитратов биоэлементов в животноводстве.

Ключевые слова: нанотехнологии, наноматериалы, лекарственные средства, животные, биотические элементы, биологическое действие.

<https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201811-11>

Vlizlo V.¹, Fedoruk R.², Iskra R.³

Institute of biology of animals of NAAS, V. Stusa Str., 38, Lviv, 79034, Ukraine; e-mail: ¹vasyl.vlizlo@inenbiol.com.ua, ²fedoruk@inenbiol.com.ua, ³ruslana_iskra@inenbiol.com.ua

Biological effect of functional nano-materials in various species of animals

The purpose. To find out biological impact of various concentration of nano-materials in an organism of animals and to determine perspectives of their use in animal husbandry. **Methods.** Physiological, biochemical, nano-technological with the use of biostatistical analysis. **Results.** Researchers are carried out on determining physiological and biochemical mechanisms of action of nano-aqua-citrates of microelements in an organism of cattle, pig, rabbit and bee during different periods of ontogenetic development and productive use. Effect is studied of these joints on the content in tissues and liquids of macro- and microelements, formation of immunobiological reactivity of an organism, state of anti-oxidant, detoxification, reproductive and immune systems, growth of calves, pigs and rabbits, as well as role of citrates in treatment and prophylaxis of microelementosis at animals. Functional changes of separate systems and organs of an animal of different species are determined at action of nano-materials on the basis of biotic elements and synthetic polymers. Series of biological effects with activation of living functions and biochemical processes in an organism of animals is revealed. Expediency of use of functional nano-materials as activators of exchange processes and efficient means of target delivery and magnification of therapeutic action of medical products is proved. **Conclusions.** Biological effect of different concentration of nano-materials in an organism of laboratory and productive animals is found out; their stimulating effect on metabolic processes in

physiological doses is shown. It is established that citrates of microelements are biologically active and safe-health, and their application raises grow power and productivity of animals. Expediency of use of nano-materials on the basis of citrates of bio-elements

in animal husbandry is proved.

Key words: nano-technologies, nano-materials, medical products, animal, biotic elements, biological effect.

<https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201811-11>

Бібліографія

1. Hill E.K., Li Ju. Current and future prospects for nanotechnology in animal production. *J. Anim Sci Biotechnol.* 2017. № 8. P. 26. doi: 10.1186/s40104-017-0157-5.
2. Jennifer Kuzma. Nanotechnology in animal production — Upstream assessment of applications. *Livestock Science.* 2010. № 130(1–3). P. 14–24.
3. Каплуненко В.Г., Авдос'єва І.К., Пащенко А.Г. Реальні перспективи використання здобутків нанотехнологій у ветеринарній практиці. *Науково-технічний бюлетень ДНДКІ ветпрепаратів і кормових добавок та Інституту біології тварин.* 2014. № 15(4). С. 252–260.
4. Сердюк А.М., Гуліч М.П., Каплуненко В.Г., Косінов М.В. Нанотехнології мікронутрієнтів: проблеми, перспективи та шляхи ліквідації дефіциту макро- та мікроелементів. *Вісник академії медичних наук.* 2010. № 1. С. 107–114.
5. Влізло В.В., Іскра Р.Я., Федорук Р.С. Нанобіотехнології. сучасність та перспективи розвитку. *Біологія тварин.* 2015. № 17(4). С.18–29.
6. Іскра Р.Я., Влізло В.В., Федорук Р.С., Антоняк Г.Л. Хром у живленні тварин: монографія. Київ: Аграрна наука, 2014. 312 с.
7. Борисевич В.Б., Борисевич Б.В., Каплуненко В.Г. Нанотехнологія у ветеринарній медицині; за ред. В.Б. Борисевича, В.Г. Каплуненка. Київ: Ліра, 2009. 232 с.
8. Федорук Р.С., Хомин М.М., Ковальчук І.І., Храбко М.І. Дезінтоксикаційні процеси і біохімічний профіль крові та молока корів за згодовування цитратів селену, хрому, кобальту і цинку. *Біоресурси і природокористування.* 2014. № 6(3–4). С. 98–103.
9. Хомин М.М., Федорук Р.С., Кропивка С.Й. Біохімічні процеси в організмі корів і біологічна цінність молока за впливу цитратів хрому, селену, кобальту та цинку. *Біологія тварин.* 2015. № 17(1). С. 155–162.
10. Yaremchuk I.M., Bodnar Yu.V., Kuzmina N.V. et al. Intensity of oxidative processes and quality of bulls' sperm by adding in trace elements of trace elements. *Науково-технічний бюлетень ДНДКІ ветпрепаратів і кормових добавок та Інституту біології тварин.* 2016. № 17(2). С. 88–94.
11. Іскра Р.Я. Про вплив цитратів мікроелементів на метаболізм в організмі поросят у період відлучення від свиноматок. *Український фермер.* 2017. № 1(85). С. 152–153.
12. Vlizlo V., Iskra R., Maksymovych I., Berezhovsky R. The system of erythrocyte antioxidant protection in piggeryas affected by ferrous citrate. *British Journal of Science, Education and Culture.* 2014. № 8. 1(5). С. 44–49.
13. Іскра Р.Я. Фізіолого-біохімічні особливості крові свиноматок і новонароджених поросят за впливу цитрату нанохрому. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету. Серія: біологія.* 2011. № 4(49). С. 103–108.
14. Федорук Р.С., Хомин Н.М., Хомин М.М. Фізіолого-біохімічний вплив цитратів наночастинок хрому та селену в організмі щуренят. *Біологія тварин.* 2013. № 15(4). С. 141–149.
15. Храбко М.І., Федорук Р.С. Ріст і розвиток організму самців щурів f1 та його імунофізіологічна активність у період випоювання різних доз нанотехнологічного і хімічно синтезованого цитрату германію. *Бюлетень Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Серія: проблеми регуляції фізіологічних функцій.* 2016. № 21(2). С. 39–43.
16. Fedoruk R.S., Pashchenko A.G., Kovalchuk I.I., Romaniv L.I. The intensity of egg laying by bee uteri in the spring when fed to their families of Co and Ni citrates with sugar syrup. *Scientific symposium with international participation dedicated to 60th anniversary of the founding of the Institute «Zootechnical science — an important factor for the european type of the agriculture»* 29 september — 01 octomber Maximovca. 2016. С. 774–779.
17. Vlizlo V.V., Zaichenko O.S., Ivanytska L.A. et al. Definition deoxynucleotide oligo complexes with polymer carriers. *Biotechnologia acta.* 2013. V. 6, № 5. P. 94–99.