

УДК 620.1:574:636.08:619

ФУНКЦІОНАЛЬНІ НАНОМАТЕРІАЛИ В БІОЛОГІЇ, ТВАРИННИЦТВІ ТА ВЕТЕРИНАРНІЙ МЕДИЦИНІ: ОСОБЛИВОСТІ ОТРИМАННЯ ТА БІОЛОГІЧНОЇ ДІЇ

В. Г. Каплуненко¹, д. тех. н., Р. С. Федорук², д. вет. н., проф., Л. М. Мезенцева³, к. біол. н.
Kaplunenko@ndiresurs.gov.ua

¹ТОВ «Наноматеріали та нанотехнології», м. Київ

² Інститут біології тварин НААН, м. Львів

³ Президія Національної академії аграрних наук, м. Київ

Вирішивши проблему виробництва наноматеріалів, розвиток нанотехнологій закономірно розглядає питання їх функціональних властивостей. Функціональність наноматеріалів значною мірою вирішує проблему стабільності і прогнозованості властивостей останніх, зокрема вплив на організм людини і тварин. До функціональних наноматеріалів, найбільш актуальних для біології, тваринництва та ветеринарної медицини, слід віднести макро- і мікроелементні композиції. За будовою функціональні нанобіоматеріали — це комплексні сполуки, в яких у ролі комплексоутворювача виступають електрично заряджені наночастинки. Це відкриває широку можливість синтезувати різноманітні функціональні нанобіоматеріали у вигляді комплексних сполук, в яких у ролі комплексоутворювача виступають наночастинки, а в ролі лігандів — полярні молекули. Як ліганди природного походження в нанотехнології використовуються вода, карбонові харчові кислоти, амінокислоти, полісахариди тощо. Серед функціональних нанобіоматеріалів сьогодні найбільш дослідженими є дві групи — гідратовані і карбоксильовані наночастинки. У першій групі в ролі лігандів виступають молекули води, у другій — карбоксильні групи харчових карбонових кислот. Поряд з тим, як показали спільні напрацювання українських нанотехнологів-матеріалознавців, вчених гуманної та ветеринарної медицини, біохіміків, фізіологів, у застосуванні функціональних наноматеріалів найбільш плідним і перспективним є використання наночастинок не як кінцевого продукту, а як вихідної сировини для отримання біосумісних нетоксичних хімічних сполук і препаратів. До таких сполук належать карбоксилати харчових кислот і, насамперед у вигляді цитратів, які при попаданні в організм беруть безпосередню участь в одному з головних енергетичних обмінних процесів — циклі Кребса. Тоді як цитрати металів, отримані класичними хімічними методами, не завжди відповідають вимогам чистоти, а технології їх синтезу трудомісткі та дорогі.

В Україні створено пріоритетний напрямок в нанотехнології, за допомогою якого отримані карбоксилати харчових кислот більшості біотичних елементів (Zn, Mg, S, K, Mn, Fe, Cu, Co, Mo, Ni, Cr, Se, I, Ge, Si, V) і навіть таких низькореакційних елементів, як золото і срібло (цитрати, сукцинати і аскорбати срібла і золота). Використання у тваринництві і ветеринарній медицині біоелементів саме у вигляді зв'язаних сполук — нанокарбоксилатів, а не вільних наночастинок, знімає одну з дуже важливих і, на нашу думку, повністю обґрунтованих проблем — можливих ризиків для здоров'я тварин і людей з боку мало контрольованих вільних наночастинок, що володіють високою реакційною спроможністю, властивості яких можуть змінюватися залежно від умов середовища. Це підтверджують результати експериментальних досліджень, виконаних як на лабораторних, так і продуктивних тваринах. Отримання вказаних карбоксилатів здійснюється в два етапи. Спочатку шляхом диспергування високочистих гранул металів імпульсами електричного струму в деіонізованій воді отримують водний колоїдний розчин наночастинок елементів. На другому етапі отримують власне карбоксилати біотичних елементів за реакцією прямої взаємодії їх наночастинок з харчовою карбоною кислотою. У результаті утворюються продукти високої хімічної чистоти, які, що особливо важливо, не містять реакційно здатних вільних наночастинок хімічного елемента, оскільки вони повністю взаємодіють у хімічній реакції утворення солей карбонових кислот. Біологічні ефекти таких «наноконкомплексів» всесторонньо вивчаються в Інституті біології тварин НААН з 2008 р. на різних видах тварин. Визначення токсичності цитратів згаданих вище елементів вказує на значно нижчі (у 7–10 разів) їх рівні летальних концентрацій у лабораторних шурів, тоді як мікрокількості (1–2 мкг/кг м. т.) зумовлювали стимулюючий вплив на імунобіологічну реактивність, детоксикаційну здатність, мінеральний, ліпідний і білковий обмін, ріст, розвиток організму і продуктивність у корів, телят, кролів, свиней. Зокрема, введення до раціону лактуючих корів гідратованих наночастинок Йоду з розрахунку 0,6 і 0,06 мг/кг сухої речовини раціону зумовлювало активацію обмінних процесів у крові та молочній залозі, оптимізувало хімічний склад молока і підвищувало добові надой на 4–7 % упродовж першого періоду лактації. Біологічна дія «наногідрату» Йоду була більше виражена у корів, яким згодовували вищу дозу Йоду. Випоювання телятам у перші 2 місяці після народження цитратів Cu, Co, Fe, Zn, Mn у кількостях, передбачених нормами годівлі, на тлі виключення з раціону інших мікроелементних добавок, забезпечувало вищу інтенсивність росту тварин, ніж у контрольній групі.

Експериментально підтверджено стимулюючий вплив цитратів Cr, Cu, Co, Ni, Ge, Se, Ag на життєздатність і продуктивність бджіл, інтенсивність яйцекладки їх маток, вміст есенціальних мікроелементів у тканинах і продукції. Підгодівля бджолиних сімей вказаними сполуками сприяла зниженню вмісту Pb і Cd у тканинах бджіл та їхній продукції.

Отже, аналіз результатів досліджень механізмів дії цитратів мікроелементів, отриманих методом ерозійно-вибухової нанотехнології, свідчить про її ефективність в одержанні функціональних наноматеріалів, а також їх високу біологічну активність, що характеризується полісистемністю стимулюючого впливу цитратів цих елементів з вираженою дією у фізіологічних межах як мікро, — так і макродоз у різних видів тварин.