

© В. Ф. Шаторна, В. І. Гарець, В. В. Крутенко, І. І. Колосова, Ю. О. Бельська

УДК 611.12-034:591.33-092.9

**В. Ф. Шаторна, В. І. Гарець, В. В. Крутенко, І. І. Колосова, Ю. О. Бельська**

## **НАНОМЕТАЛИ: СТАН СУЧАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ВИКОРИСТАННЯ В БІОЛОГІЇ, МЕДИЦИНІ ТА ВЕТЕРИНАРІЇ**

**Державний заклад «Дніпропетровська медична академія» (м. Дніпропетровськ)**

Дане дослідження є фрагментом міжкафедральної планової наукової роботи Державного закладу «Дніпропетровська медична академія» «Розвиток та морфофункціональний стан органів і тканин експериментальних тварин та людини в нормі, в онтогенезі, під впливом зовнішніх чинників», номер державної реєстрації 0111U012193.

Стрімкий розвиток нанотехнологій – технологій направленої отримання та використання речовин і матеріалів в діапазоні розмірів менше 100 нанометрів, не тільки відкриває широкі перспективи в отриманні матеріалів з принципово новими корисними властивостями, але й викликає занепокоєння в зв'язку з потенційним ризиком для здоров'я людини та стану навколишнього середовища. В науковому світі зростає громадське хвилювання, більш скептичною стає позиція суспільства по відношенню до нанотехнологій. Це занепокоєння має суттєві підстави особливо щодо використання наноматеріалів в біології, медицині, ветеринарії, виробництві продуктів харчування. Європейська конференція «Нанотехнології: критична галузь в професійній безпеці та здоров'ї» (2007 р.) констатувала той факт, що досвід людства в використанні нанопродуктів досить малий, а можливий вплив комплексу їх властивостей на організм та віддалені результати впливу поки що мало вивчено. Тому до нанотехнологій необхідно застосовувати принцип перестороги та забезпечувати жорсткий контроль за безпечністю наночастинок на всіх етапах їх виробництва та використання [28].

Наноматеріали володіють комплексом фізичних, хімічних властивостей та біологічною дією, які часто радикально відрізняються від властивостей цієї ж речовини у формі суцільних фаз або макроскопічних дисперсій. Сучасні дослідники [1, 17, 18, 22, 23], що працюють у сфері виробництва та застосування продуктів нанотехнологій виділяють наступні фізико-хімічні особливості поведінки речовин: 1) збільшення хімічного потенціалу речовин у стані нанорозміру призводить до суттєвих змін розчинності, реакційної та каталітичної здатності наночастинок та їх компонентів; 2) велика питома поверхня наночастинок збільшує їх адсорбційну ємність, хімічну реакційну спроможність і каталітичні властивості, призводить до збільшення продукції вільних радикалів і активних форм кисню та руйнування біологічних структур; 3) малі розміри та різноманітність форм наночастинок дають можливість зв'язуватися їм з нуклеїновими кислотами, білками, вбудовуватися в мембрани, проникати в клітинні органели і тим самим змінювати функції біоструктур; 4) велика адсорбційна активність за рахунок високо розвинутої поверхні наночастинок надає їм властивість ефективного сорбента

і здатність поглинати на одиницю своєї маси набагато разів більше речовин, що адсорбуються, на відміну від макроскопічних дисперсій; 5) висока спроможність наночастинок до акумуляції [1, 4, 5].

Наночастки, які володіють вищезазначеними фізико-хімічними властивостями та біологічною дією, в порівнянні з традиційними аналогами – це нові види матеріалів, визначення потенційного ризику яких для здоров'я та життя людини є обов'язковим та актуальним.

В залежності від розміру наночастинок трансформуються їх поверхневий натяг і поверхнева енергія наноматеріалу, що впливає на термодинамічні властивості таких наноструктур, а також умови фазових перетворень наноматеріалів. Перехід від макророзмірів до наночастинок супроводжується трансформацією міжатомних відстаней та кристалічної решітки, що зумовлює виникнення своєрідних властивостей наноструктур [8].

В останні десятиріччя вивчення особливостей впливу наночастинок металів на процеси обміну клітин та розвиток тканин є актуальним завданням біології і медицини. Його вирішення відкриває нові перспективи як у фундаментальному розумінні дії нанометалів на стан та функціональну активність клітин, так і в практичному ефективному їх застосуванні у біотехнології [17, 19]. Серед усього різноманіття існуючих наночастинок металів особливої уваги заслуговують наночастинок золота, срібла, міді, заліза, так звані пріоритетні нанометали [29]. Кількість експериментальних робіт, присвячених їх медико-біологічному застосуванню, зростає в геометричній прогресії, що свідчить про перспективність використання наночастинок металів у технологіях конструювання високоефективних засобів діагностики та цільової терапії, зокрема онкологічних захворювань, стоматології, косметології. Особливо сміливо впроваджується нанопродукція у ветеринарній та аграрній галузях народного господарства.

Зростає і частка наукових морфологічних досліджень з впливу наночастинок на об'єкти біології та людини. Увага дослідників головним чином зосереджена на вивченні біологічних ефектів впливу нанометалів на клітинному рівні [2, 5, 12, 13]. Однак, незважаючи на інтенсивні дослідження останніх років, відомості щодо ефектів впливу наночастинок металу на організм та на ембріон є досить обмеженими і суперечливими.

Аналізуючи наукові дані світової літератури сучасних досліджень з нанобіотехнологій, ми зіткнулися з дефіцитом інформації про вплив тих чи інших нанопродуктів на ембріогенез та органогенез, хоча питання віддаленої післядії постає досить

актуальним як в біології, медицині так і в ветеринарії. Використання нанопродуктів у тваринництві, землеробстві, медицині призводить до потрапляння чималої їх кількості в навколишнє середовище, тобто можливе їх наступне включення в біосистеми [9, 11, 14].

Внаслідок зменшення розмірів наноматеріалів від 100 до 0,1 нм значно підвищується їх активність. Наприклад, золото інертне в формі звичайного металу, однак стає реакційно активним у вигляді наночастинок, наноплівки, як каталізатор багатьох біохімічних реакцій. Більшість атомів у наночастинках знаходяться на поверхні, і, таким чином, поведінка цих поверхневих атомів змінює їх властивості. Електрони атомів стиснуті (ущільнені) в меншому, ніж зазвичай, просторі також змінюють властивості наночастинок. У світі проводяться інтенсивні дослідження з отримання наночастинок золота та вивчення їх властивостей [9]. В онкології для виявлення специфічних пухлинних маркерів застосовується імуноаналіз з використанням стабільних нанооболонки або нанозарядів золота, що змінюють свій колір під час взаємодії ліганду з квантовими частинками, поєднаними зі специфічними антитілами. Наночастинки золота виступають як контрастні агенти. Завдяки електростатичним та гідрофобним взаємодіям до цих частинок можна приєднати будь-яке антитіло. В момент взаємодії антитіла з антигеном наночастинка змінює свій колір, що реєструється за допомогою спеціальних приладів. Колоїдне золото відомо ще з давніх-давен і використовувалося в лікувальних цілях. Є данні про значне підсилення властивостей антибіотиків та протипухлинних засобів при їх кон'югації з нанозолотом розміром 20-40 нм та позитиву дію наночастинок золота на функціональну активність макрофагів [22, 23, 26, 30]. Проте тип і спосіб модифікації поверхні наночастинок золота впливає на розвиток не тільки фармакологічного, але і токсичного ефектів *in vitro* та розвиток оксидативного стресу. Щодо токсичності наночастинок золота – існують суперечливі дані, більшість дослідників вважають нанозолото нетоксичною речовиною. Але відомостей щодо впливу нанозолота на хід ембріогенезу при такому широкому спектрі застосувань металу, ми не зустріли.

Значний науково-практичний інтерес мають дослідження препаратів з наносрібла [1, 17, 16, 20]. Наночастинки срібла надзвичайно активні і викликають загибель бактерій, вірусів, грибків, завдяки великої питомої поверхні, що збільшує зону контакту срібла зі збудниками інфекційних захворювань, значно підвищуючи його бактерицидні властивості. Прямими експериментами *in vitro* показано інгібування вірусу імунодефіциту людини наночастинками срібла виключно в діапазоні розмірів 1-10 нм. При розгляді еволюції срібла від іонів до наночастинок та дослідження дії різних препаратів срібла на віруси, бактерії та клітини, встановлено, що біоцидний ефект наночастинок срібла суттєво перебільшує дію іонів срібла в цих же концентраціях [1, 17, 13, 14, 15]. Наводяться приклади успішного застосування нанопрепаратів срібла при лікуванні хворих на остеомієліт, гнійні рани, в комплексному лікуванні

бактеріального вагіноза, опікових ран, хронічних запальних захворювань органів малого тазу, а також в хірургії, травматології, ветеринарії та ін. Таким чином, застосування наночастинок срібла дозволяє значно знизити концентрацію срібла у лікарських формах зі збереженням бактерицидної активності [20, 22, 23, 24, 25].

Аналіз даних літератури показав, що наночастки металів володіють не тільки більш вираженою фармакологічною активністю, але і токсичністю в порівнянні із звичайними мікрочастками, здатні проникати в незміненому вигляді через клітинні бар'єри, а також через гематоенцефалічний бар'єр в центральну нервову систему, циркулювати і накопичуватися в органах і тканинах, викликаючи більш виражені патоморфологічні зміни у внутрішніх органах, а також мають тривалий період напіввиведення. Токсичність наночастинок залежить від їх форми і розмірів. Так дрібні наночастини веретеноподібної форми викликають більш руйнівні ефекти в організмі, ніж подібні їм частки сферичної форми. Також при впливі на організм чітко простежується зв'язок «доза-ефект» [4, 5, 7, 23]. В науковій літературі ми зустріли зовсім незначну кількість робіт, присвячених дослідженням впливу наносрібла на ембріогенез. Американські вчені прослідкували транспорт окремої наночастки срібла в ембріоні риби – смугастого даніо (*danioregio*) і досліджували вплив наночастинок срібла на ранній ембріональний розвиток. За результатами спостережень було показано, що біологічна сумісність і токсичність наночастинок срібла залежать від дози наночастинок. Швидкість поширення і накопичення наночастинок в ембріонах, ймовірно, відповідальні за міру токсичності наночастинок. Цей метод пропонує нові можливості досліджувати події в реальному часі, що приводять до відхилень в розвитку ембріонів [24, 25]. Повідомлення щодо експериментів з вияву токсичного впливу наносрібла на ембріогенез риб не отримали подальшого розвитку і результатів нових досліджень з цієї теми ми не зустріли.

Більш сміливо використовуються продукти нанотехнологій в сільському господарстві та ветеринарії. Цікавими виглядають дослідження ветеринарів в експериментах по виявленню протипаразитарних та загоюючих властивостей наночастинок. За сучасними даними протягом останнього десятиліття в дезінфектології не з'явилося жодної принципово нової хімічної сполуки, а багаторічне використання хімічних сполук тієї ж хімічної групи або подібного типу дії призводить до зниження чутливості щодо популяцій гельмінтів у тварин як домашніх так і сільськогосподарських, що успадковується їхніми наступними поколіннями. З року в рік список низькоефективних протипаразитарних засобів поповнюється, що примушує дослідників проводити пошук та створювати нові антигельмінтні та дезінвазійні засоби з використанням нанометалів. Харчові нанодобавки до раціону тварин теж вже давно досліджуються та використовуються в Україні. Проведені дослідження в зазначеному напрямку дали високі позитивні і стабільні результати [2, 3, 6, 15, 16]. Водночас, аналіз наукових повідомлень виявив відсутність досліджень

з впливу використаних наночасток металів на хід ембріогенезу в ветеринарії.

Тератогенні ефекти різних класів наноматеріалів на ембріонах досліджували і в Україні [7]. Матеріалом були обрані ембріони курки, а вплив проводили трьома класами наноматеріалів: природними, антропогенно-мимовольними та антропогенно-нарочитими. Вченими виявлено односкерований тератогенний вплив на курячі ембріони представників наноматеріалів всіх трьох класів. В цілому дослідники спостерігали зупинку розвитку зародка на ранніх стадіях і значні деструктивні зміни в його тканинах, хоча ступінь вираженості цих змін відрізнявся для кожного класу. Найбільшу руйнівну силу, на думку авторів, мають антропогенно-нарочиті наноматеріали, вони призводили до незворотних змін у розвитку ембріону і викликали некробіози та некрози тканин. Смертність ембріонів складала 100%. У групі, де вплив проводився природними наноматеріалами смертність складала 14%, а в групі впливу антропогенно-мимовольними наноматеріалами – 29% [7]. Але загалом аналіз наукової літератури демонструє

недостатність інформації про вплив наноматеріалів на ембріогенез, органогенез, а також відсутні дані щодо конкретних токсичних та терапевтичних доз для вагітних піддослідних тварин. Не зустріли ми і порівнянь впливу наночастин на хід ембріогенезу у плацентарних та неплацентарних дослідних тварин.

Дані наукової літератури про вплив на організм різних видів наноматеріалів суперечливі, але їх можна інтерпретувати таким чином: наночастини володіють токсичністю, яка корелює з розміром наночастин та залежить від дози та комбінації наночастин з іншими матеріалами. Необхідно створити інформаційні бази даних з біобезпеки наноматеріалів. Для цього, перш за все, потрібно проводити експериментальні дослідження впливу наночастин на організм та опосередкований вплив на ембріони.

Активне використання наноматеріалів в різних галузях виробництва, харчової промисловості, ветеринарії, фармакології, медицини спонукає до вивчення не лише наявної функції чи дії наноматеріалу, але й наслідків можливої віддаленої дії, тобто впливу на ембріогенез взагалі та на органогенез зокрема.

### Список літератури

1. Артисюк М. В. Цитотоксична активність наносрібла щодо культури клітин CHO K1 / М. В. Артисюк // Український науково-медичний молодіжний журнал «YouthNanoBioTech-2010. Молодіжний форум з нанобіотехнологій». Матеріали конференції 19 травня 2010р., Київ. – №3. – С. 20-21.
2. Борисевич В. Б. Нанотехнології мікронутрієнтів: проблеми, перспективи та шляхи ліквідації дефіциту макро- та мікроелементів / В. Б. Борисевич, В. Г. Каплуненко, М. В. Косінов // Журнал АМН України. – 2010. – №1. – С. 107-114.
3. Волошина Н. О. Визначення ефективності наночасток магнію на яйця *Ascaris suum* (Goeze, 1782) на тест-об'єктах / Н. О. Волошина // Вісник Львівського університету. Серія біологічна. – 2010. – №52. – С. 163-166.
4. Картель М. Т. Концепція методології і дентифікації та токсикологічних досліджень наноматеріалів і оцінки ризику для людського організму та довкілля при їх виробництві і застосуванні / М. Т. Картель, В. П. Терещенко // Химия, физика и технология поверхности: Межвед. сб. науч. труд. – К.: Наукова Думка, 2008. – Вып. 14. – С. 565-583.
5. Колесниченко А. В. Токсичность наноматериалов – 15 лет исследований / А. В. Колесниченко, М. А. Тимофеев, М. В. Протопопова // Российские нанотехнологии. – 2008. – Т. 3, №3-4. – С. 54-61.
6. Кузнецова С. А. Наноконпозицы лекарственных веществ с арабиногалактоном / С. А. Кузнецова, А. Ф. Лебедева // Вестник Красноярского Гос. ун-та. Сер. естественных наук. – 2005. – №2. – С. 121-124.
7. Лавриненко В. Є. Тератогенні ефекти різних класів наноматеріалів / В. Є. Лавриненко, С. С. Зінабадінова // Укр. наук.-мед. молодіжний журнал. – 2010. – №3 (Спец. вип.). – С. 57-58.
8. Методичні засади розпізнавання патології, індукованої чинниками Чорнобильської катастрофи, для встановлення факту інвалідації: посібник / За ред. В. П. Терещенко. – К.: Медінформ, 2005. – 160 с.
9. Мовчан Б. А. Электронно-лучевая нанотехнология и новые материалы в медицине – первые шаги / Б. А. Мовчан // Вісник фармакології і фармації. – 2007. – №12. – С. 5-13.
10. Морохов И. Д. Физические явления в ультрадисперсных средах / И. Д. Морохов, Л. И. Трусов, В. Н. Лаповок. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 224 с.
11. Мосин О. В. Физиологическое воздействие наночастиц меди на организм человека / О. В. Мосин // NanoWeek. – 2008. – №22. – Р. 86-94.
12. Москаленко В. Ф. Нанонаука, нанобіотехнології, наномедицина, нанофармакологія / В. Ф. Москаленко, І. С. Чекман, Н. О. Горчакова [та ін.] // Український науково-медичний молодіжний журнал «YouthNanoBioTech-2010. Молодіжний форум з нанобіотехнологій». Матеріали конференції. 19 травня 2010 р., Київ. – №3. – С. 9-16.
13. Москаленко В. Ф. Нанотехнології, наномедицина, нанофармакологія: стан, перспективи наукових досліджень, впровадження в медичну практику / В. Ф. Москаленко, Л. Г. Розенфельд, Б. О. Мовчан, І. С. Чекман // І нац. конгр. «Человек и лекарство – Украина». – К., 2008. – С. 167-168.
14. Москаленко В. Ф. Наукові основи наномедицини, нанофармакології та нанофармації / В. Ф. Москаленко, В. М. Лісовий, І. С. Чекман // Вісник Національного медичного університету ім. О. О. Богомольця. – 2009. – №2. – С. 17-31.
15. Наноматеріали в біології. Основи нановетеринарії. Посіб. для студ. аграрн. закл. освіти III-IV рівнів акредитації / [В. Б. Борисевич, В. Г. Каплуненко, М. В. Косінов, Б. В. Борисевич та ін.]; за ред. В. Б. Борисевича, В. Г. Каплуненко. – К.: ВД «Авіцена», 2010. – 416 с.
16. Петренко О. Ф. Рекомендації щодо застосування наночасток Ag, Cu, Zn для лікування ран у собак та для профілактики гельмінтозів тварин / [О. Ф. Петренко, В. Б. Борисевич, О. О. Петренко, К. Г. Лопатько та ін.]. – К.: НУБіПУКРАїна, 2009. – 40 с.
17. Резніченко Л. С. Вплив металів-мікроелементів на функціональний стан бактерій-пробіотів / Л. С. Резніченко, Т. Г. Грузіна, В. В. Вембер, З. Р. Ульберг // Укр. біохім. журн. – 2008. – Т. 80, №1. – С. 96-101.
18. Сердюк А. М. Нанотехнології мікронутрієнтів: питання безпечності та біотичності наноматеріалів при виробництві харчових продуктів / А. М. Сердюк, М. П. Гуліч, В. Г. Каплуненко, М. В. Косінов // Журнал Академії медичних наук України. – 2010. – №3, Т. 16. – С. 467-471.

19. Сердюк А. М. Перспективы использования достижений нанотехнологии для решения проблемы дефицита микроэлементов в питании населения / А. М. Сердюк, М. П. Гулич, В. Г. Каплуненко, Н. В. Косинов / В Сб. Матеріали VI Міжнародн. наук.-практ. конф. «Актуальні питання та організаційно-правові засади співробітництва України та КНР у сфері високіх технологій» (Київ, 2 червня 2009 р.). – К., 2009. – С. 135-140.
20. Сердюк А. М. Управление риском для примененной нанотехнологии в продуктах питания и косметических средствах / А. М. Сердюк, М. П. Гулич, В. Г. Каплуненко, М. В. Косинов / Сб.: Проблемы окружающей среды и природных ресурсов. Обзорная информация. – Москва, 2009. – Вып. 5. – С. 3-79.
21. Терещенко В. П. Окремі питання верифікації медико-біологічних наслідків техногенних інцидентів: методичні рекомендації / В. П. Терещенко, В. А. Піщиков, О. М. Науменко [та ін.]. – К.: МОЗ України, 2006. – 50 с.
22. Чекман І. С. Нанофармакологія / І. С. Чекман. – 2011. – 260 с.
23. Чекман І. С. Нанофармакологія: експериментально-клінічний аспект / І. С. Чекман // Лікарська справа. Врaчебное дело. – 2008. – №3-4. – С. 104-109.
24. Braydich-Stolle L. Cytotoxicity of nanoparticles of silver in mammalian cells / L. Braydich-Stolle, S. Hussain, J. Schlager // Toxicological Sciences, 2005. – 380 p.
25. Broad-Spectrum Bactericidal Activity of Ag<sub>2</sub>O-Doped Bioactive Glass / Maria Bellantone, Huw D. Williams, Larry L. Hench // J. Antimicrobial Agents and Chemotherapy. – 2002. – Vol. 46, №6. – P. 1940-1945.
26. Hoshino A. Physicochemical Properties and Cellular Toxicity of Nanocrystal Quantum Dots Depend on their Surface Modification / A. Hoshino, K. Fujioka, T. Oku [et al.] // Nano Letters. – 2004. – Vol. 4, № 11. – P. 2163-2169.
27. Oberdorster G. Principles for Characterizing the Potential Human Health Effects From Exposure to Nanomaterials: Elements of a Screening Strategy, Particle, Fibre / G. Oberdorster, A. Maynard, K. Donaldson [et al.] // Toxicology. – 2005. – Vol. 2, № 8. – P. 235-246.
28. European Nan OSH Conference – Nanotechnologies: A Critical Area in Occupational Safety and Health. – Фінляндія, Хельсінкі, 3-5 грудня 2007 року. <http://www.nanowerk.com>.
29. Chen Z. Acute toxicological affects of copper nanoparticles in vivo / Z. Chen, H. Meng, G. Xing [et al.] // The journal of physical chemistry. Toxicology letters, 2006. – Vol. 3, №5. – P. 134-141.
30. He-fang Liu. The antifertility effectiveness of copper / low-density polyethylene nanocomposite and its influence on the endometrial environment in rats / He-fang Liu, Zi-long Liu, Chang-sheng Xie, Jing Yu, Chang-hong Zhu // Contraception. – 2007. – №75. – P. 157-161.

УДК 611.12-034:591.33-092.9

### **НАНОМЕТАЛИ: СТАН СУЧАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ВИКОРИСТАННЯ В БІОЛОГІЇ, МЕДИЦИНІ ТА ВЕТЕРИНАРІЇ**

**Шаторна В. Ф., Гарець В. І., Крутенко В. В., Колосова І. І., Бельська Ю. А.**

**Резюме.** Використання нанотехнологій і наноматеріалів є одним з найперспективніших напрямів розвитку науки і техніки ХХ століття. Найближчим часом слід очікувати різкого збільшення обсягів виробництва наноматеріалів у всьому світі, що призведе до потрапляння значної кількості наноматеріалів в навколишнє середовище і їх накопичення в компонентах біологічних систем з подальшим контактом з організмом людини. Оцінки можливого ризику для організму людини, тварин і навколишнього середовища при виробництві і застосуванні наноречовин – одне з пріоритетних завдань сучасної біології та медицини. Необхідність розробки всебічного токсикологічного аналізу нанопродуктів, прояв експериментальним шляхом даних про можливий вплив на організм і ембріон актуальні сьогодні як ніколи.

**Ключові слова:** нанозолото, наносрібло, ембріогенез.

УДК 611.12-034:591.33-092.9

### **НАНОМЕТАЛЫ: СОСТОЯНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В БИОЛОГИИ, МЕДИЦИНЕ И ВЕТЕРИНАРИИ**

**Шаторна В. Ф., Гарець В. И., Крутенко В. В., Колосова И. И., Бельская Ю. А.**

**Резюме.** Использование нанотехнологий и наноматериалов является одним из самых перспективных направлений развития науки и техники ХХ века. В ближайшее время следует ожидать резкого увеличения объемов производства наноматериалов во всем мире, что приведет к попаданию значительного количества наноматериалов в окружающую среду и их накопление в компонентах биологических систем с последующим контактом с организмом человека. Оценки возможного риска для организма человека, животных и окружающей среды при производстве и применении нановеществ – одна из приоритетных задач современной биологии и медицины. Необходимость разработки всестороннего токсикологического анализа нанопродуктов, проявление экспериментальным путем данных о возможном влиянии на организм и эмбрион актуальны сегодня как никогда.

**Ключевые слова:** нанозолото, наносеребро, эмбриогенез.

UDC 611.12-034:591.33-092.9

### **Nanometal: The State Of Current Research And Application In Biology, Medicine And Veterinary**

**Shatorna V. F., Harets V. I., Krutenko V. V., Kolosova I. I., Belska J. O.**

**Summary.** The use of nanotechnology and nanomaterials is one of the most promising areas of science and technology of XXI age. In the near future we should expect a sharp increase in the production of nanomaterials in the world that would hit a large number of nanomaterials to the environment and their accumulation in the components of biological systems, followed by contact with the body. Estimates of the possible risk to human health, animals and the environment in the production and application of nano – one of the priority tasks of modern biology and medicine. The need to develop a comprehensive, nano toxicological analysis, expression of the experimental data by the possible effects on the embryo and relevant today as ever.

**Key words:** nanogold, nanosilver, embryogenesis.

Стаття надійшла 20.09.2012 р.

Рецензент – проф. Костенко В. О.