



НАНОТЕХНОЛОГІЇ В ВЕТЕРИНАРНІЙ МЕДИЦИНІ

Роботу виконала

Дарія ТЮНІНА, здобувачка вищої освіти II курсу,
спеціальності 211 "Ветеринарна медицина"

Науковий керівник

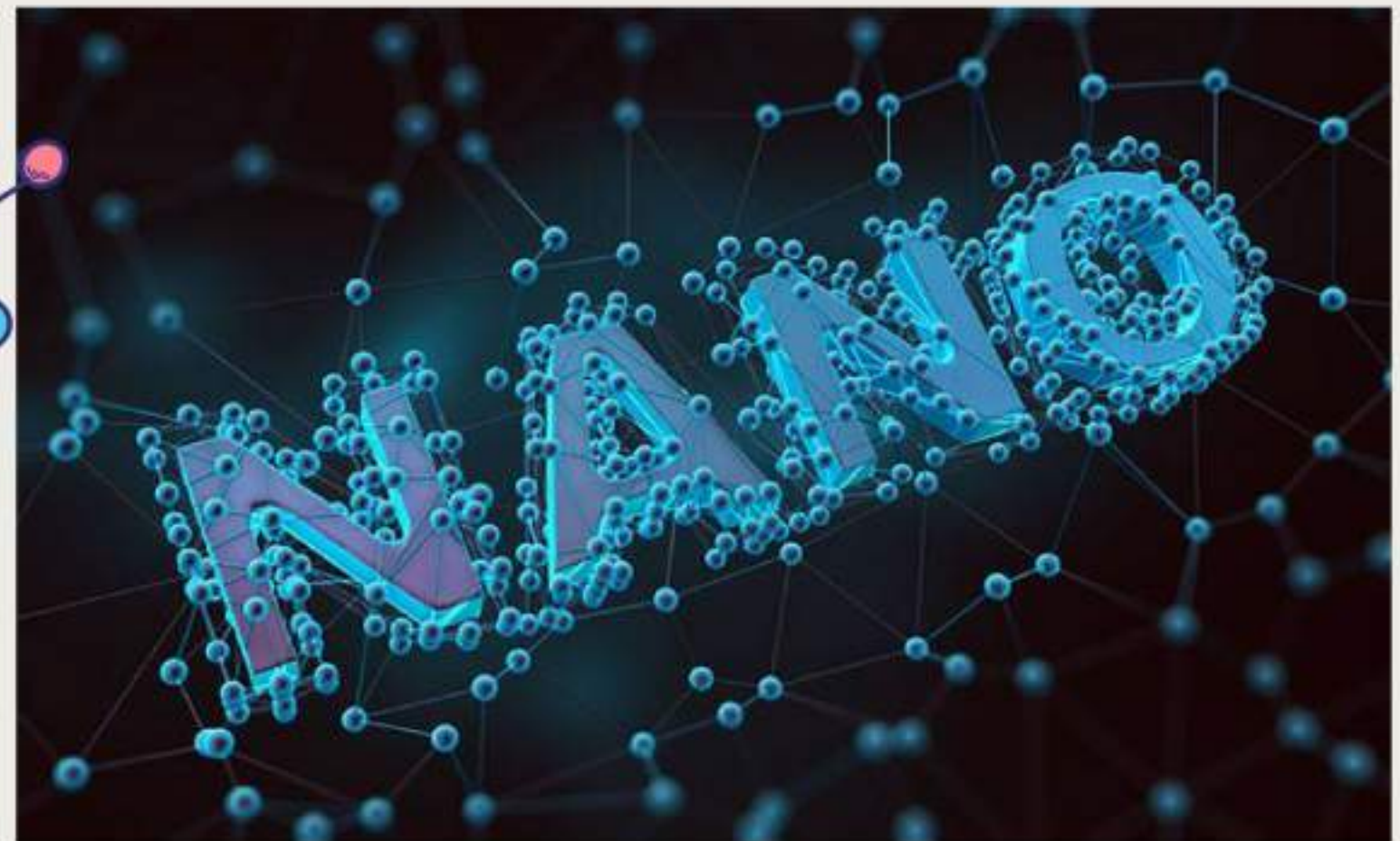
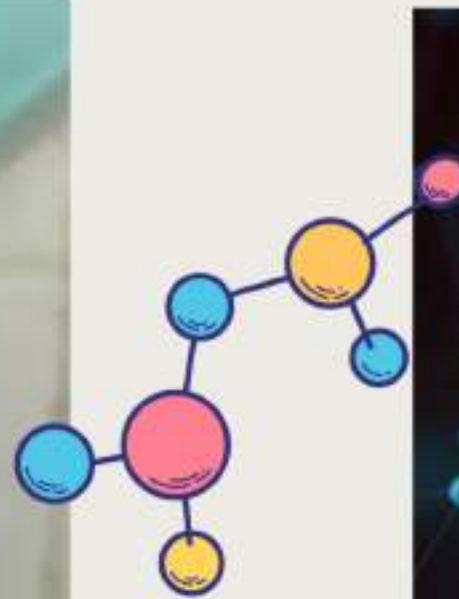
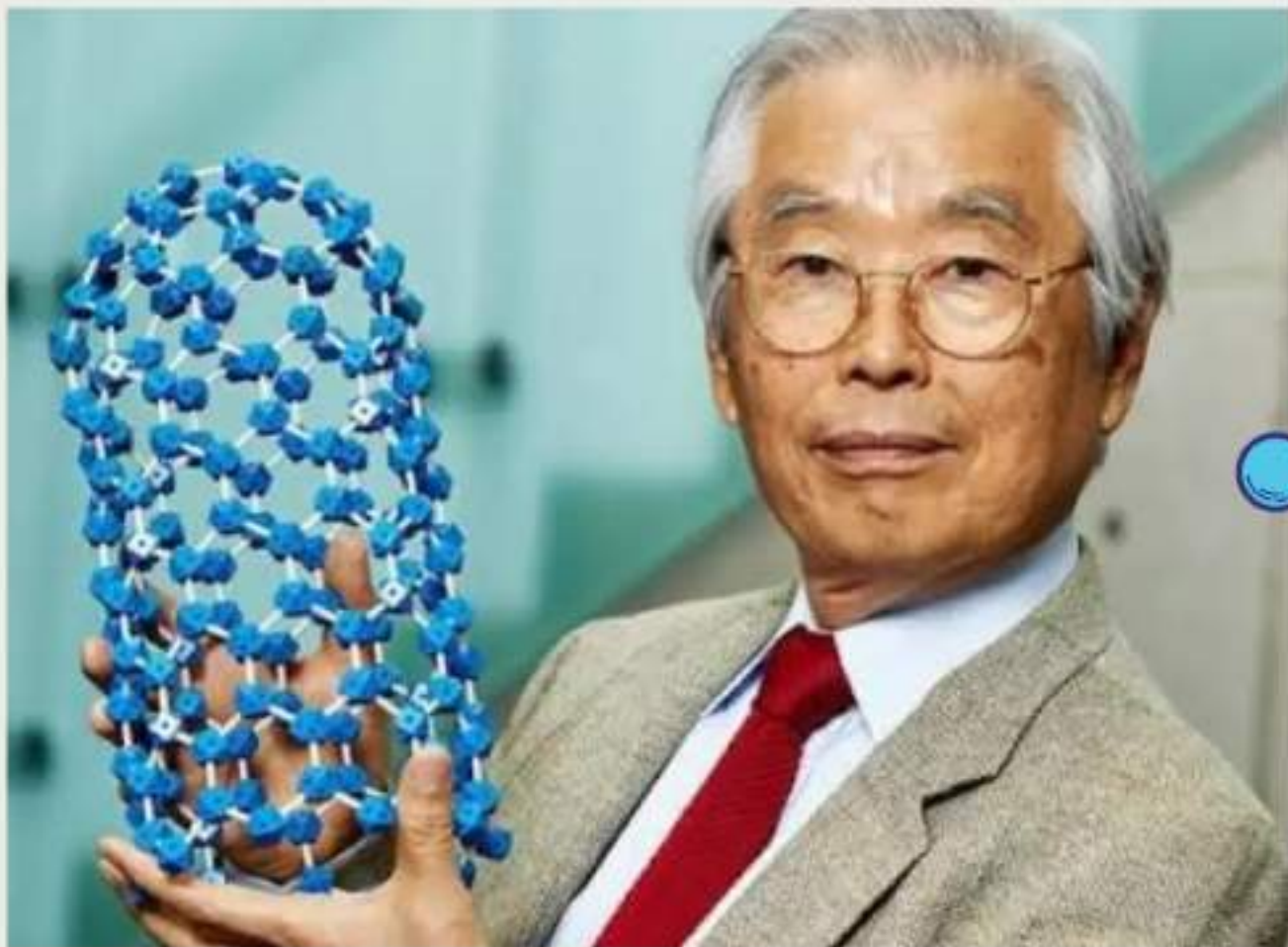
Олена МАРТИНОВА, к. т. н., доцент



Що таке нанотехнології?

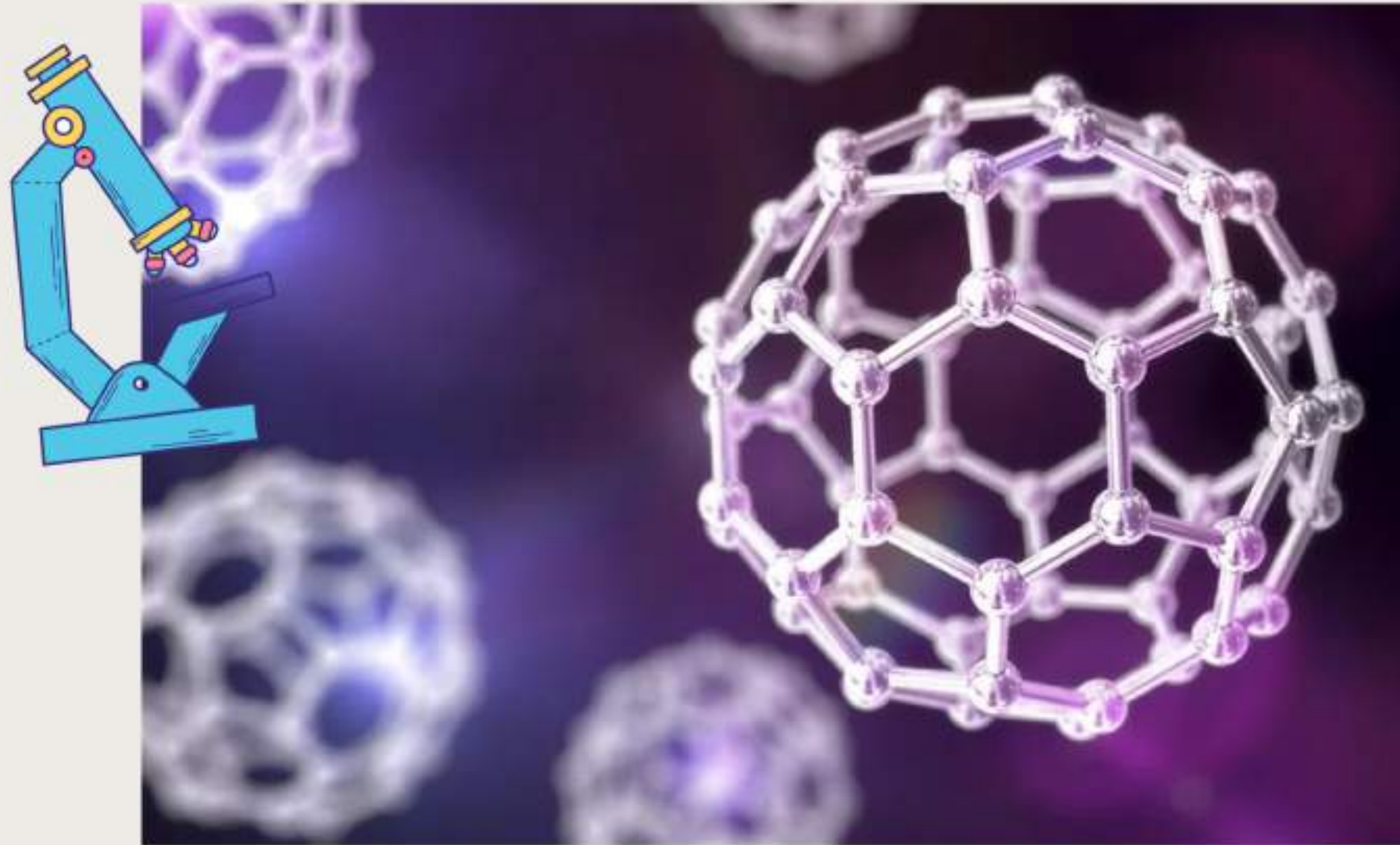
Вперше термін «нанотехнології» застосував у 1974 році на міжнародній конференції японський фізик Норіо Танігучі в доповіді «Про концептуальні основи нанотехнологій», запропонувавши називати структури розміром від 1 до 100 нанометрів «наночастинками» та методи їх одержання нанотехнологіями.

Доцільно розглядати цей напрям досліджень як нанонауку.



Нанонаука

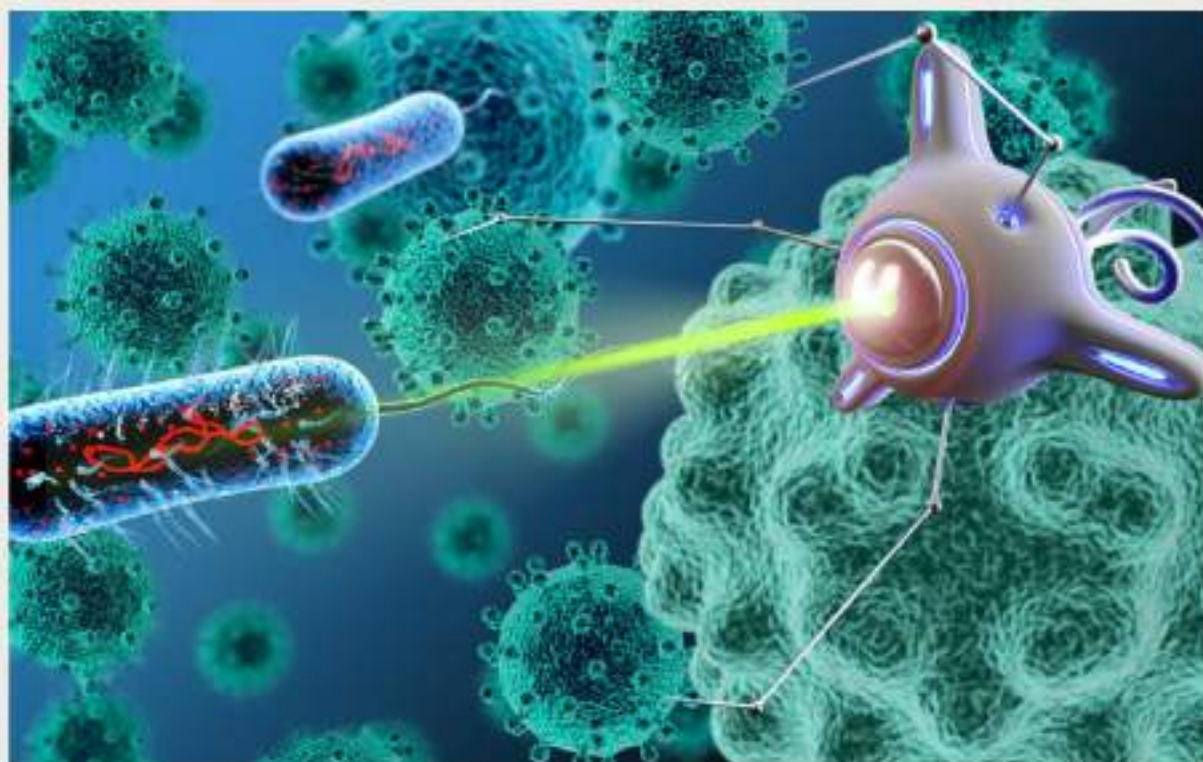
Нанонаука – нова галузь науки, що вивчає фізичні, фізико-хімічні, біологічні, фармакологічні, токсикологічні властивості наночастинок розміром до 100 нм, можливість їх синтезу за допомогою сучасних нанотехнологій та застосування у різних галузях, таких як сільське господарство, медицина та фармацевція.



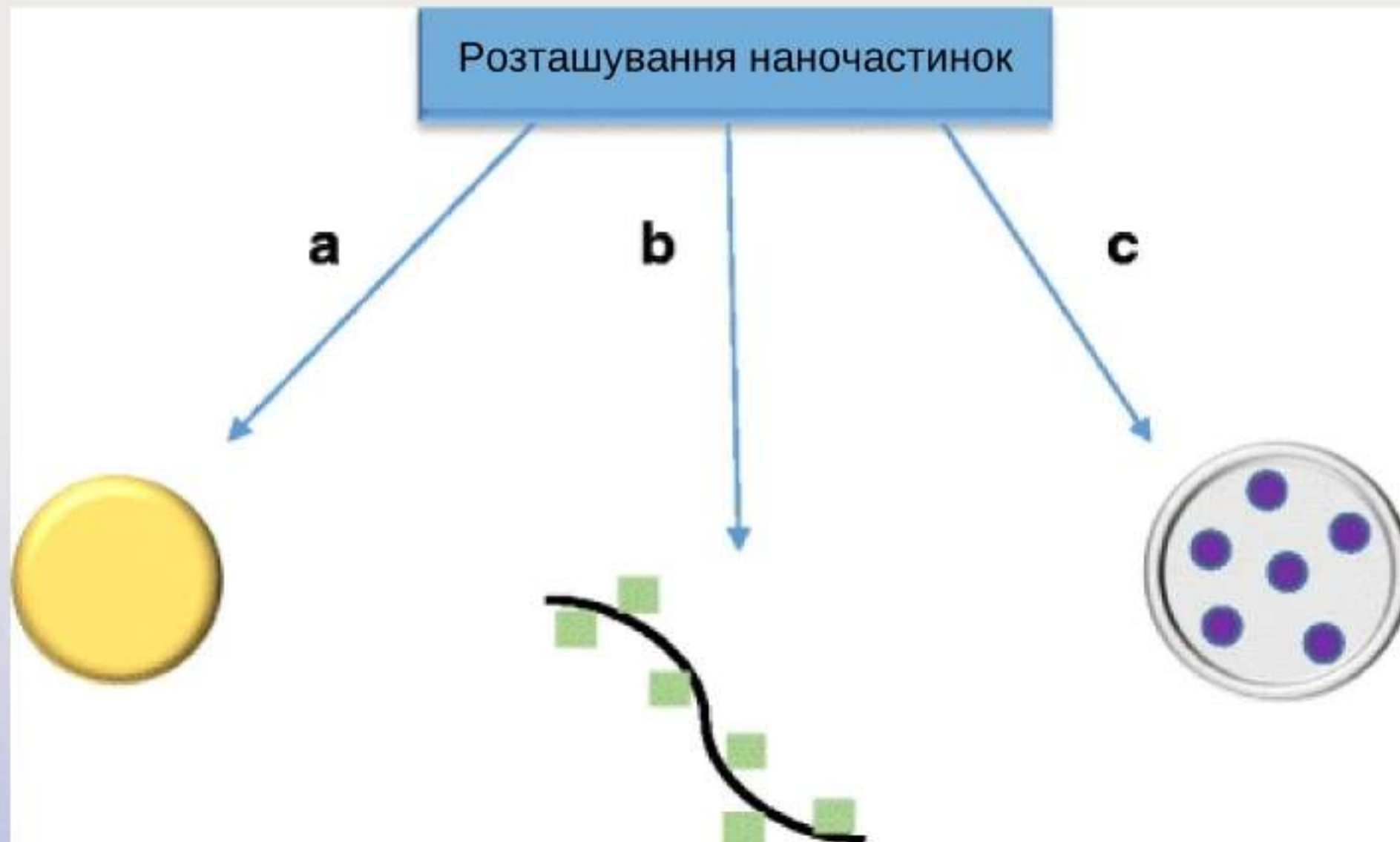
Переваги застосування наноматеріалів



Наноматеріали мають іноваційні фізико-хімічні характеристики, завдяки великій площі поверхні до об'єму, вищій реакційній здатності, стабільності, біоактивності, біодоступності, контрольованому розміру частинок, контрольованому вивільненню ліків, націлюванню на певну ділянку та контрольованому надходженню ліків.



Крім того, нанотехнології мають неймовірний потенціал у доставці ліків з огляду на їх здатність проникати в клітини, тканини та органи, ніж макрочастинки, таким чином перемагаючи погану біодоступність і високу токсичність фармацевтичних препаратів. Ліки можуть бути включені всередину наночастинок або з'єднані з їхньою поверхнею.



Види наноматеріалів

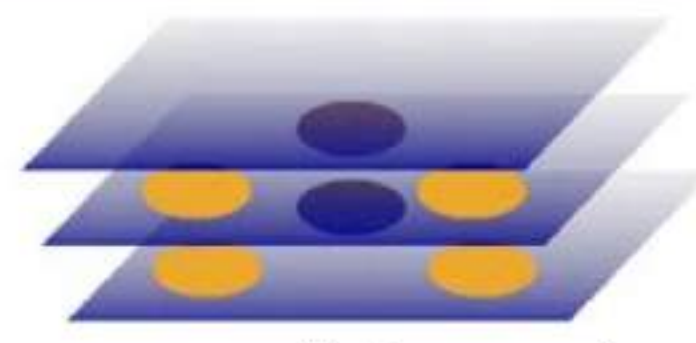
Існує велика різноманітність наноматеріалів, які використовуються у ветеринарній медицині, яка включає наночастинки, нановолокна, нанопластинки, нанокапсули, вуглецеві нанотрубки, полімерні наноструктури, ліпосоми та міцели.



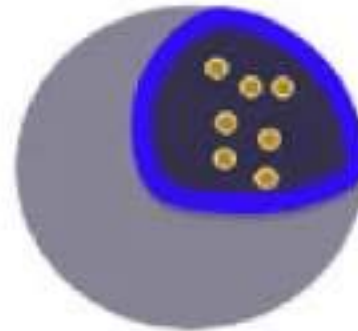
неорганічні
наноматеріали



вуглецеві нанотрубки



неорганічні шаруваті
наноматеріали

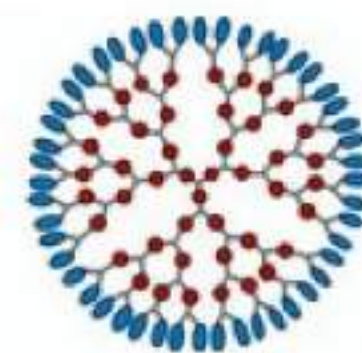


нанокапсули



полімерні наночастинки

наносфери



дендримерні
наночастинки



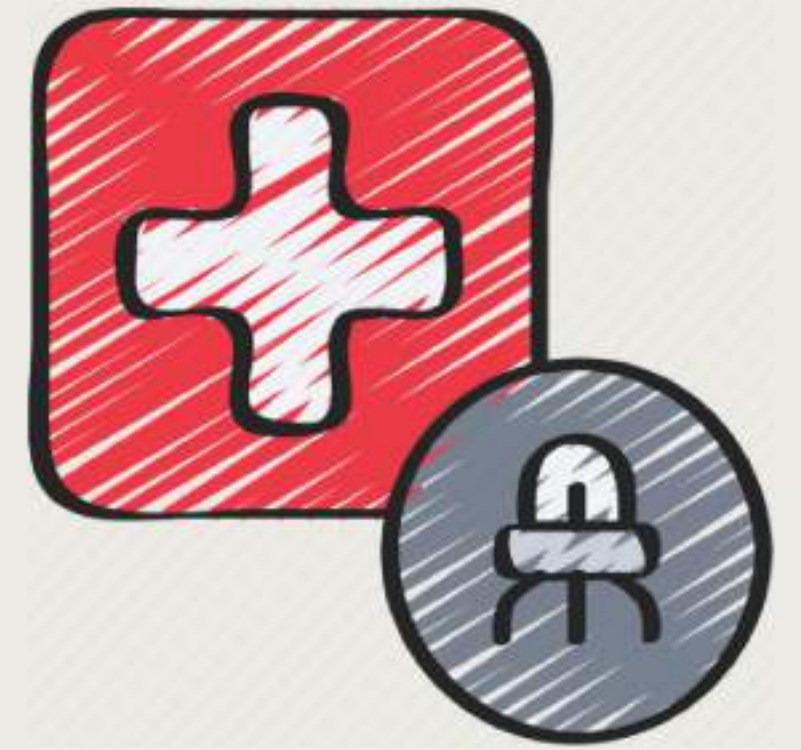
міцелярні
наночастинки



ліпосоми

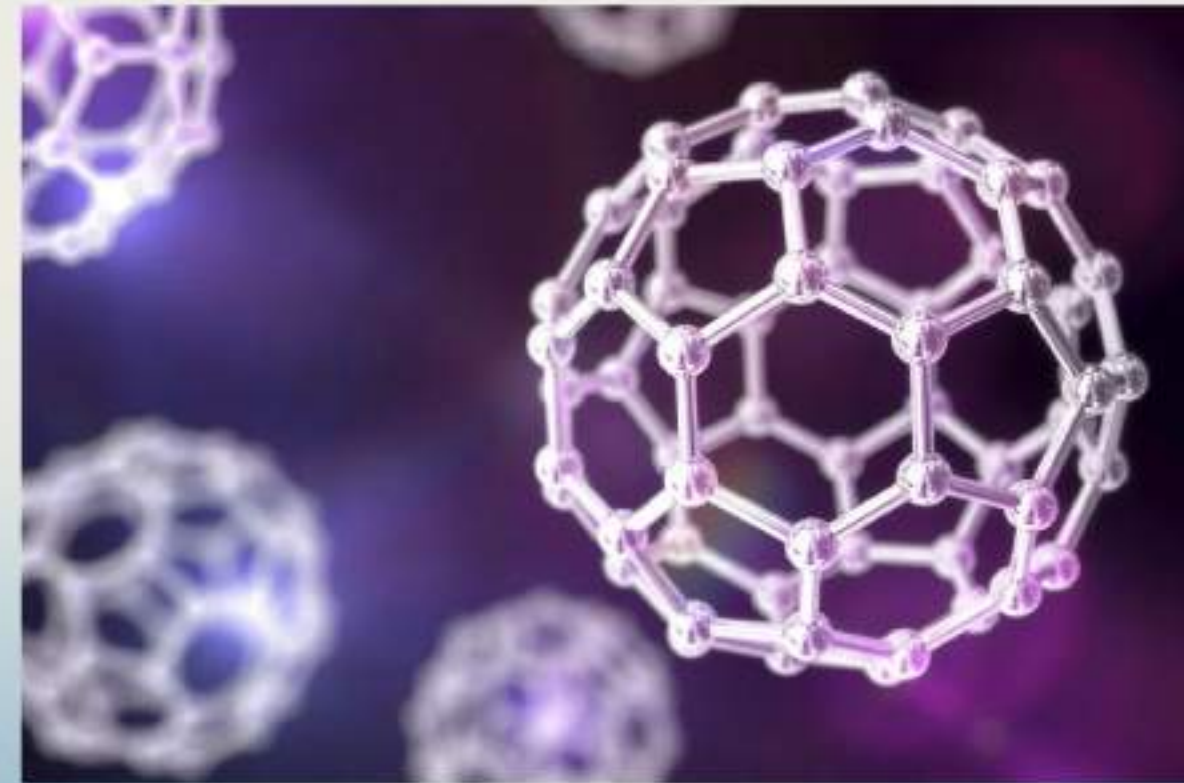
Низька або відсутня токсичність, висока біосумісність і здатність до біодеградації або видалення природним шляхом є основними вимогами до наночастінок для їх застосування у ветеринарії.

За своєю хімічною природою наночастинки можуть бути неорганічного та органічного походження. Перша група включає наночастинки різних елементів (наприклад, різних металів) і неорганічних молекул або матеріалів (наприклад, бінарні сполуки, координаційні сполуки (комплекси, солі), а остання представлена різними синтетичними та біологічними органічними сполуками, полімерами та їх самоорганізовані агрегатами (наприклад, міцели, ліпосоми та більш складні наноструктури на основі біомолекул).

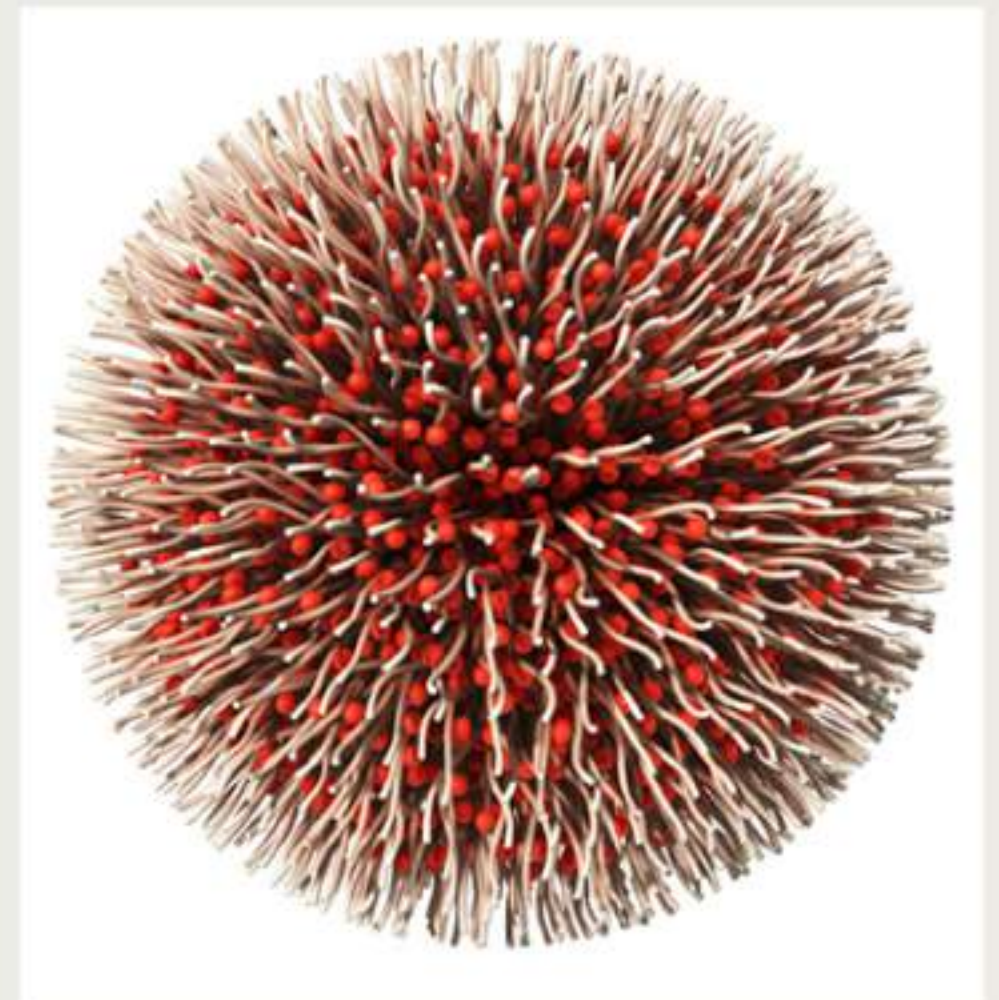
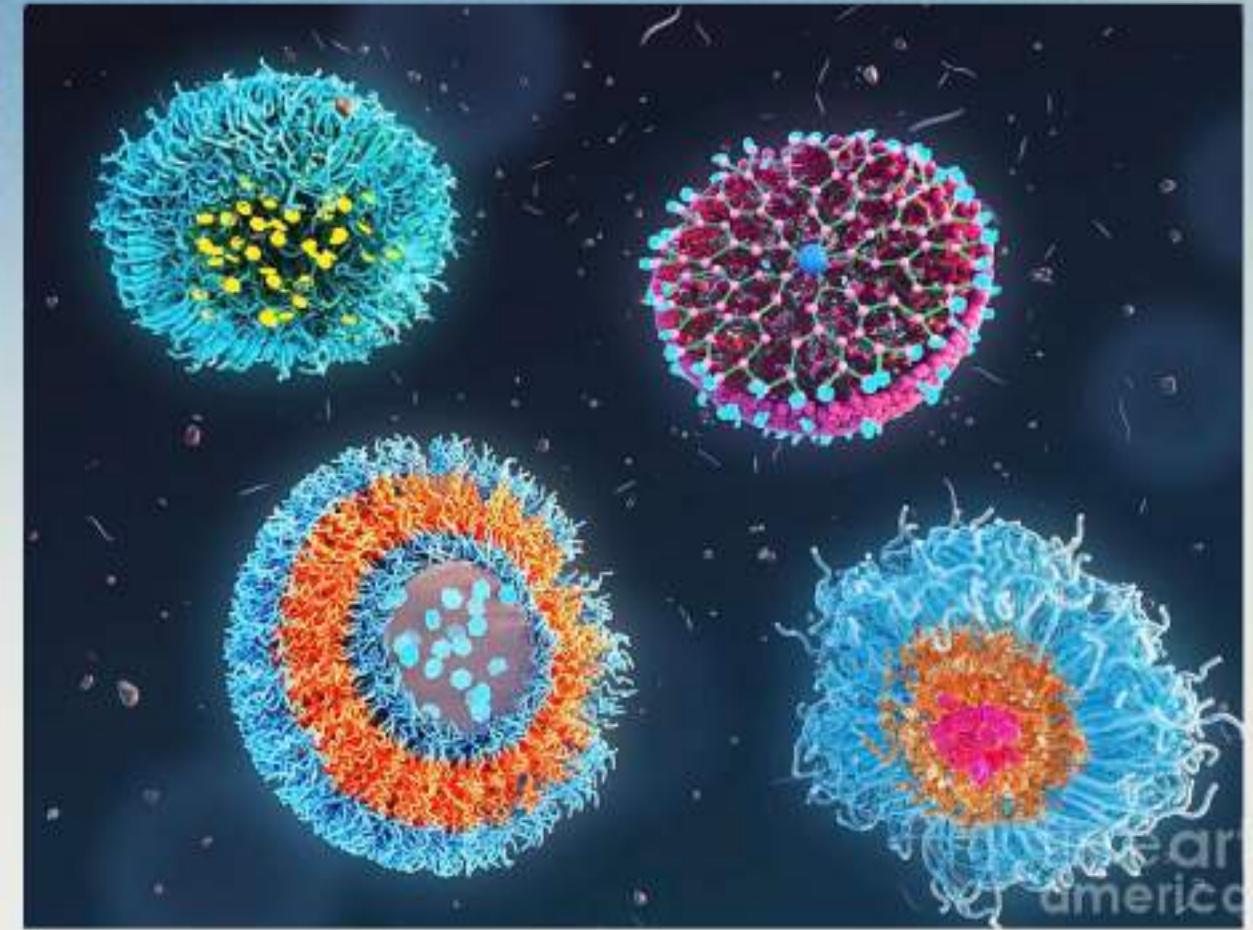


Незалежно від їх природи, наночастинки можуть поєднуватися з різними молекулами (білками, ферментами, РНК, ДНК) для виконання певної функції.

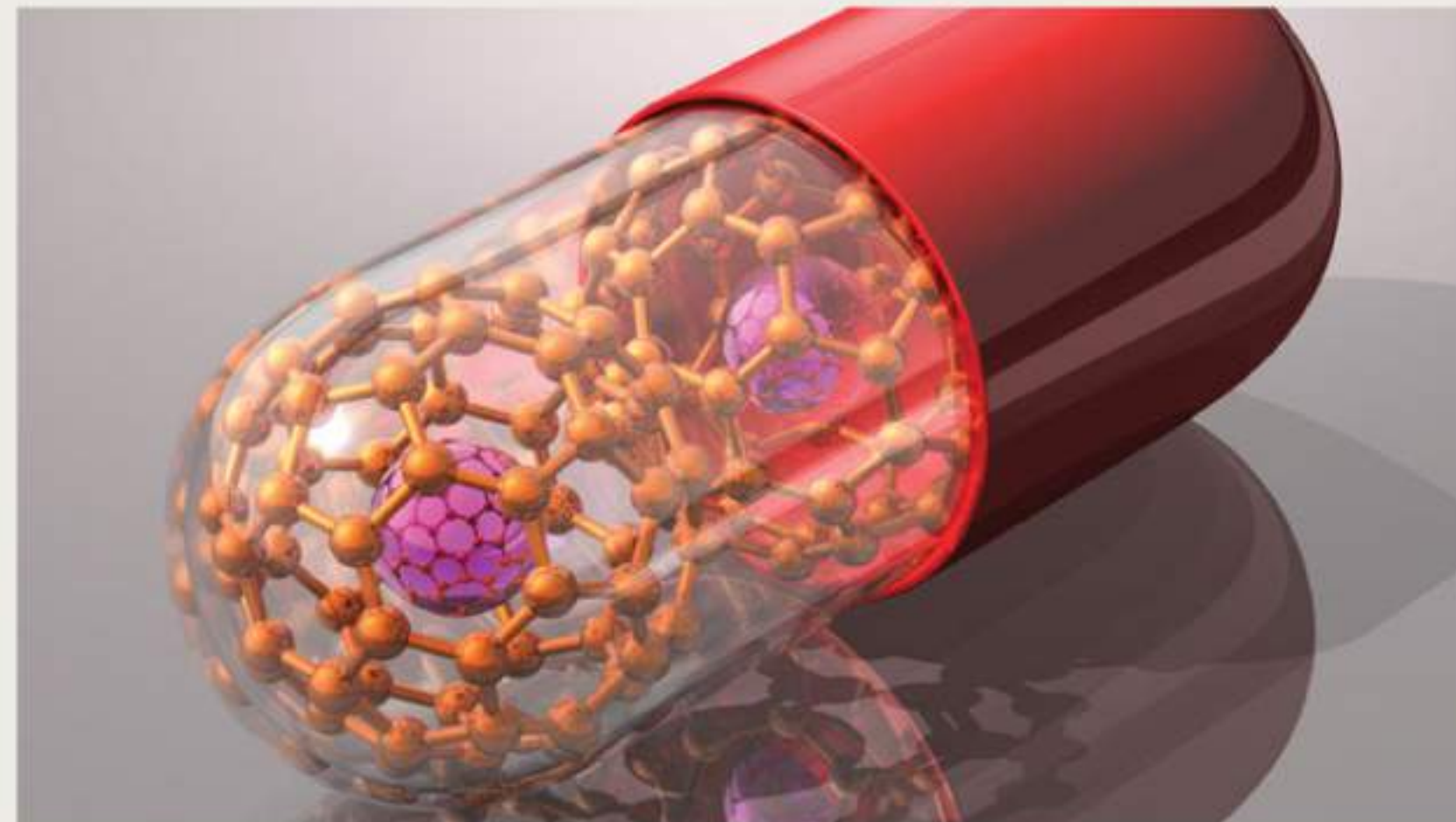
- Металеві наночастинки являють собою подрібнений до нанорозмірів порошок металу, який використовується в антимікробній терапії, яка нейтралізує грампозитивні та грамнегативні бактеріальні клітинні стінки. Зовнішнє або місцеве застосування може бути більш доцільним для деяких видів металів для запобігання накопичення в організмі. Головний недолік цього наноматеріалу полягає в тому, що метал не піддається біологічному розкладанню.



- Полімерні наночастинки – це полімери, які мають здатність прищеплюватися до інших матеріалів, потенційно покращуючи їх біосумісність і деградацію, одночасно розширюючи їх корисність. Біосумісність є дуже вигідною для медицини та харчової промисловості, оскільки робочі концентрації біосумісних наночастинок майже не мають побічної дії на твари.
- До природних наночастин відносяться природні полімери або білки. Вони мають високу біосумісність, розподіляються в організмі та біологічно розкладаються.



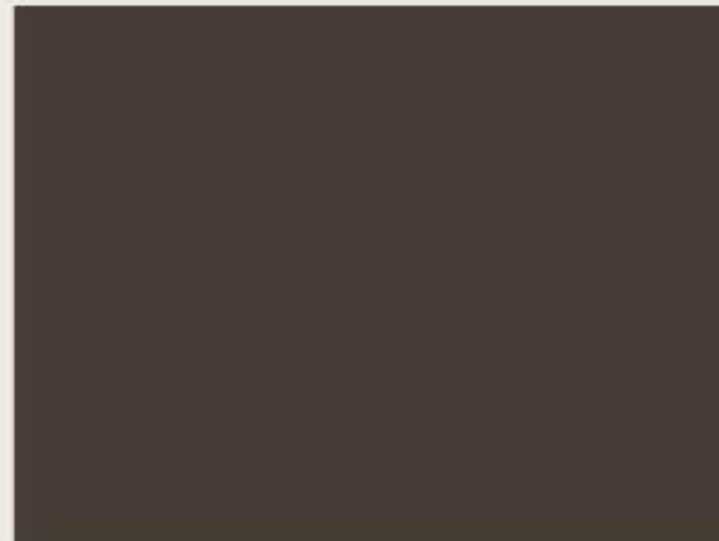
- *Наноструктуровані матеріали – це синтезовані наночастинки, які можуть мати різну природу походження, включаючи природні сполуки, такі як наночастинки на основі ліпідів і білків. Наноструктуровані наночастинки мають багато переваг і можуть служити єдиною функціональною одиницею або носіями для функціональних груп, таких як ліки та поживні речовини, через інкапсуляцію або поверхневу адгезію.*



Наноматеріали в ветеринарії

На сьогодні ветеринарна практика використовує широкий спектр наноматеріалів, включаючи фармацевтичні засоби, діагностичні пристрої, добавки до кормів та вакцини.

Наночастинки дозволяють використовувати інноваційні стратегії у лікуванні тварин. Наприклад, антибіотики, доставлені на наноплатформах, демонстрували вищу ефективність і меншу токсичність та дозу порівняно з традиційними фармацевтичними засобами, що відкриває можливість вирішення проблеми резистентності до антибіотиків.



Препарати на основі наночастінок показали перспективні результати у лікуванні паразитозів та неоплазійних захворювань у тварин.

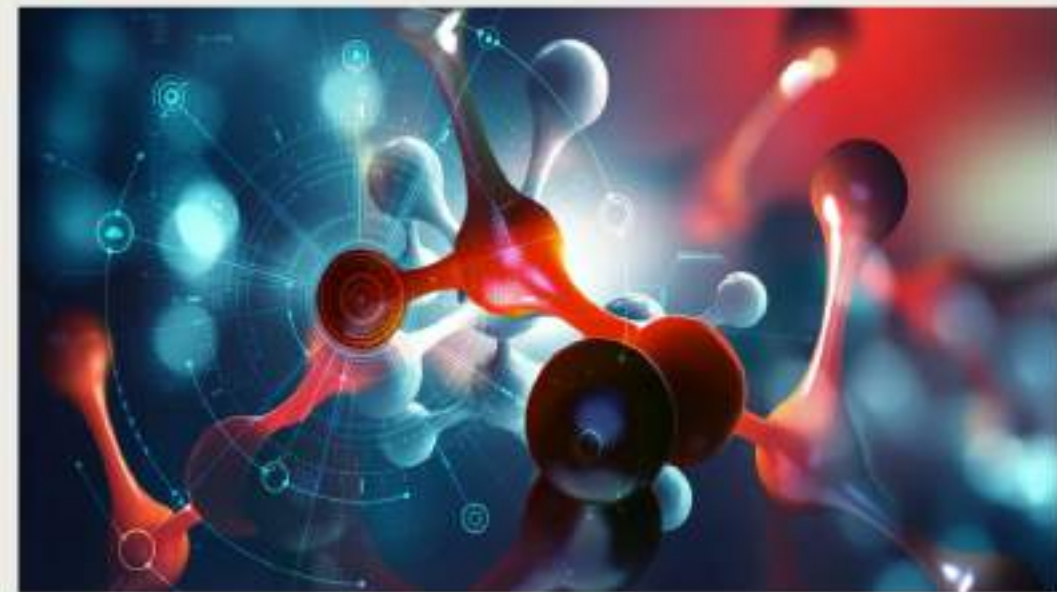
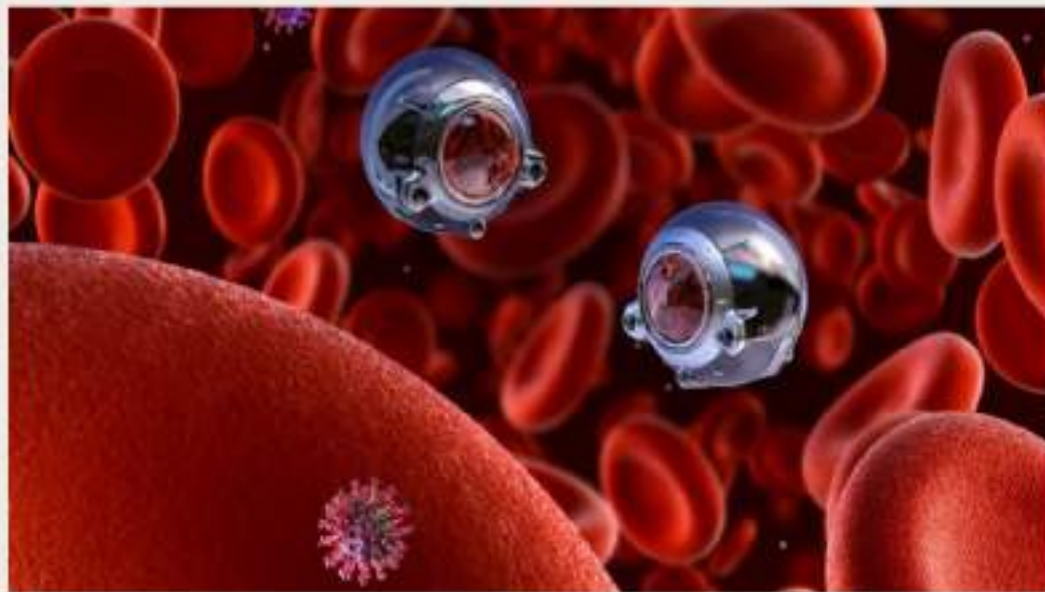
Завдяки сумісності розмірів, наноматеріали застосовуються як вектори доставки генів у ветеринарній генно-терапії.

Вакцини нового покоління, які подаються через нановектори, показали значно вищу ефективність, ніж традиційні. Ветеринарна медицина стрімко рухається вперед в напрямку розробки інноваційних нановакцин, що викликають як гуморальні, так і клітинні імунні відповіді.



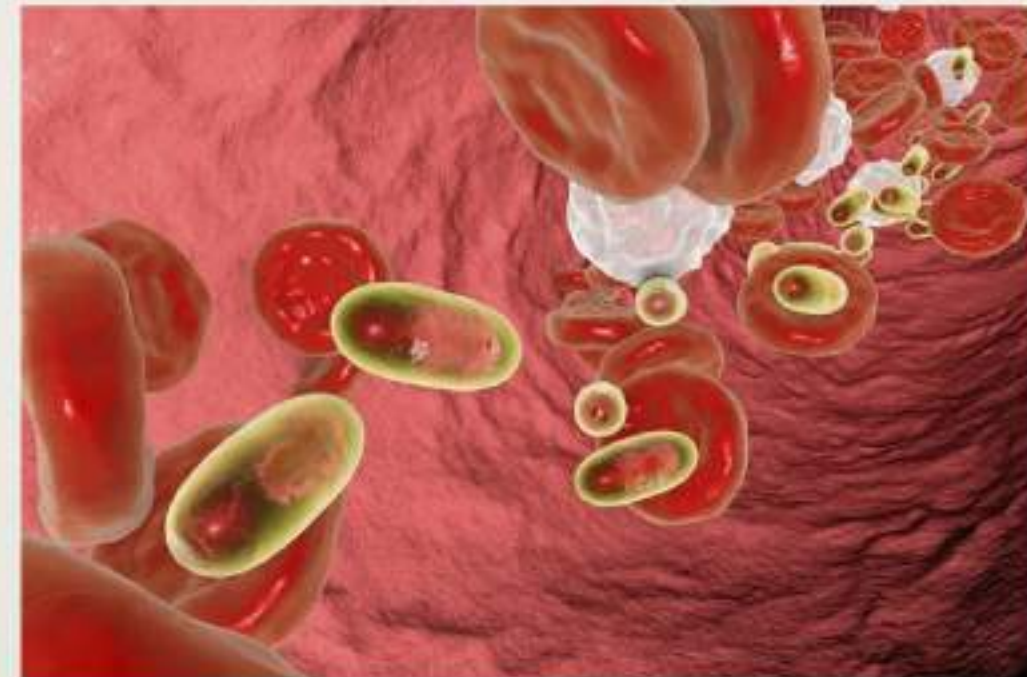
Застосування наноматеріалів у діагностиці хвороб тварин

Наноматеріали використовуються як зонди для діагностики та зображення у ветеринарії. Біочіпи на основі рекомбінантної ДНК виявляють патогени у кормах та в організмах тварин. Наносенсори на основі золота, срібла та інших матеріалів визначають патогени та токсини. Імунодіагностика з використанням наноматеріалів покращує чутливість та специфічність. Молекулярні тести та електронні сенсори служать для діагностики захворювань та оцінки якості продуктів тваринництва. Технологія "електронного носа" дозволяє неінвазивно виявляти інфекції у тварин та контролювати якість харчових продуктів.



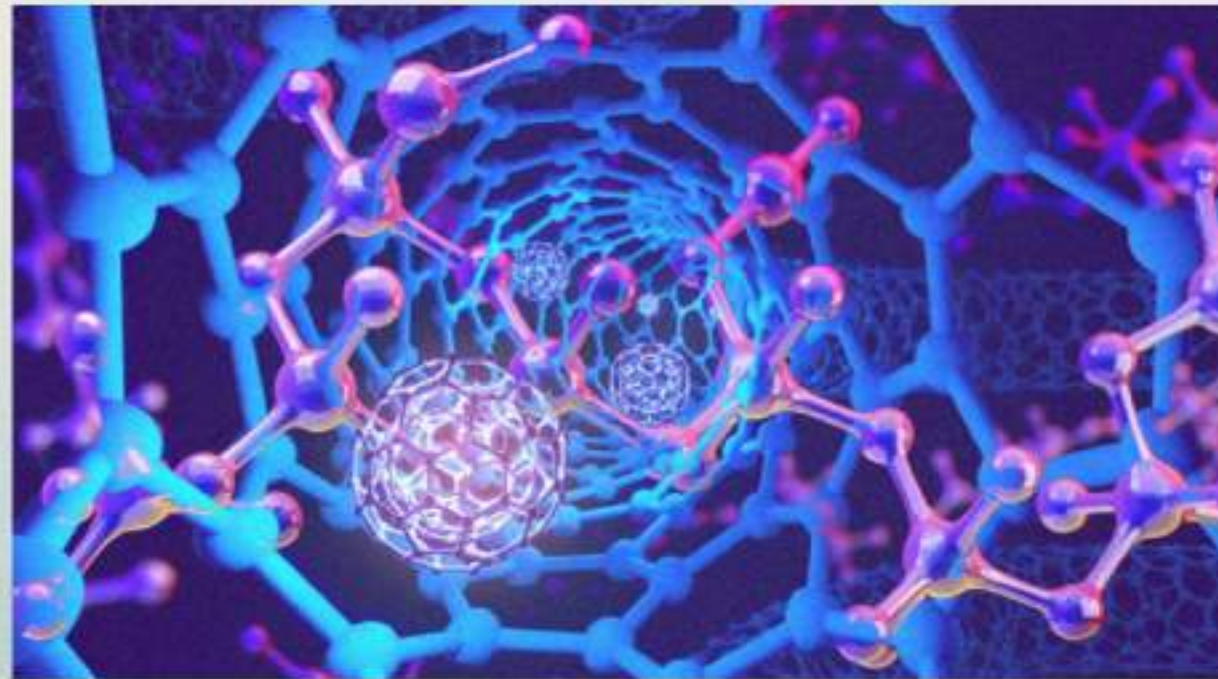
Застосування наноматеріалів у лікуванні тварин

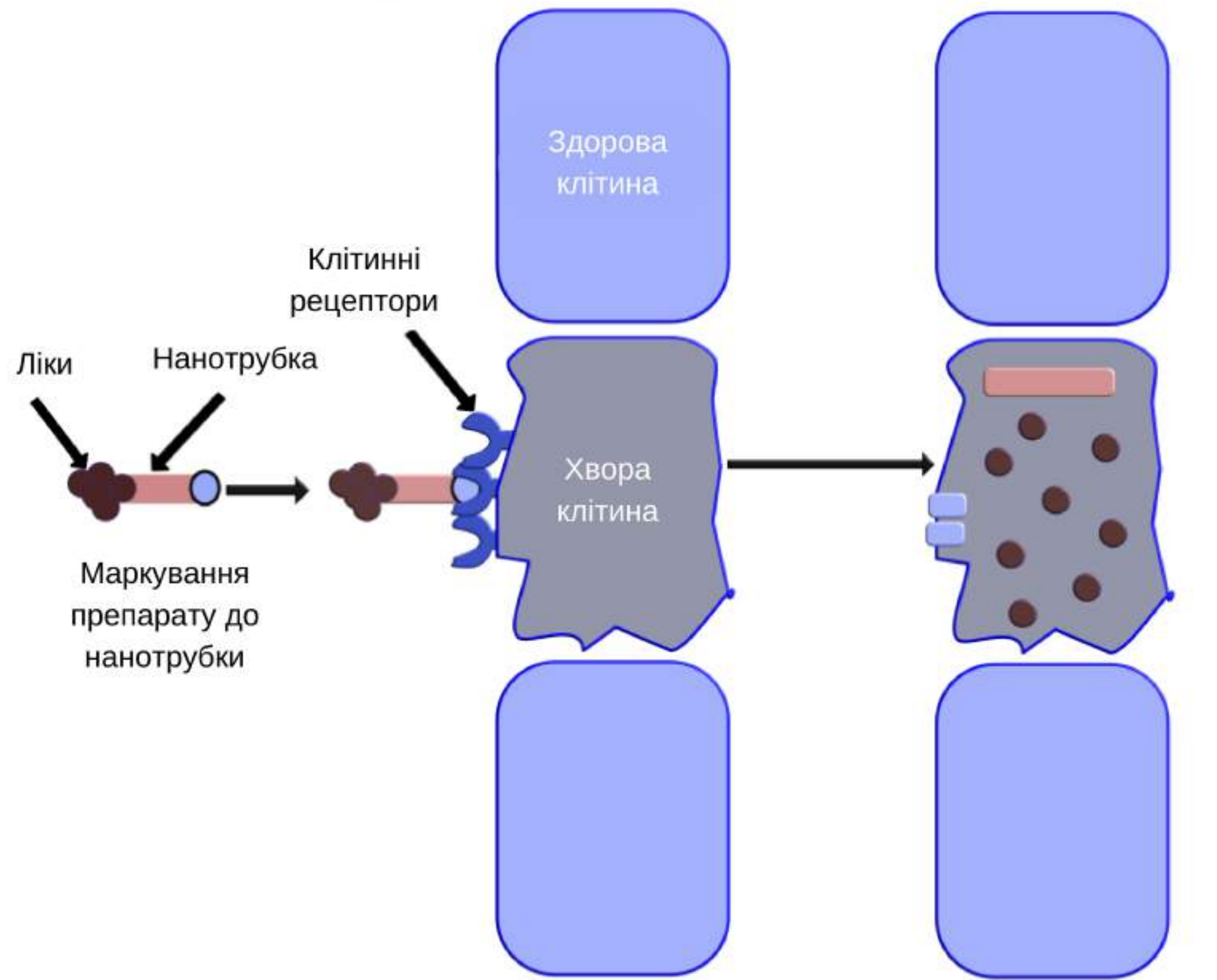
Нанотехнології в медицині та ветеринарії мають великий потенціал для поліпшення біофармакології та зменшення токсичності ліків. Вони дозволяють зменшити дозу антимікробних препаратів у тварин та кількість лікарських залишків у продуктах тваринництва. Технології на основі наночастинок забезпечують цільову доставку ліків та оптимізацію їх терапевтичного ефекту. Методи доставки, такі як ліпосоми, дозволяють контролювати вивільнення ліків та покращити їх ефективність. Нанотехнології також успішно застосовуються для лікування бактеріальних інфекцій та доставки різних добавок та вакцин у птахівництві.



Застосування наночастінок у системах доставки ліків

Наночастинки в галузі фармакології вважаються ідеальною системою доставки ліків, які не лише лікують тварин від вірусних чи бактеріальних інфекцій, але також поліпшує заживлення ран і знеболюють. Крім того, ці нові сполуки доставляють ліки до цільових тканин і органів. Ці системи можуть впливати на швидкість абсорбції, розподілу, обміну та виділення ліків чи інших речовин у організмі, забезпечувати терапевтичний ефект, біодоступність, стабільність, продовжувати тривалість дії, зменшувати частоту доз необхідних для збереження терапевтичних реакцій та зменшення токсичності.



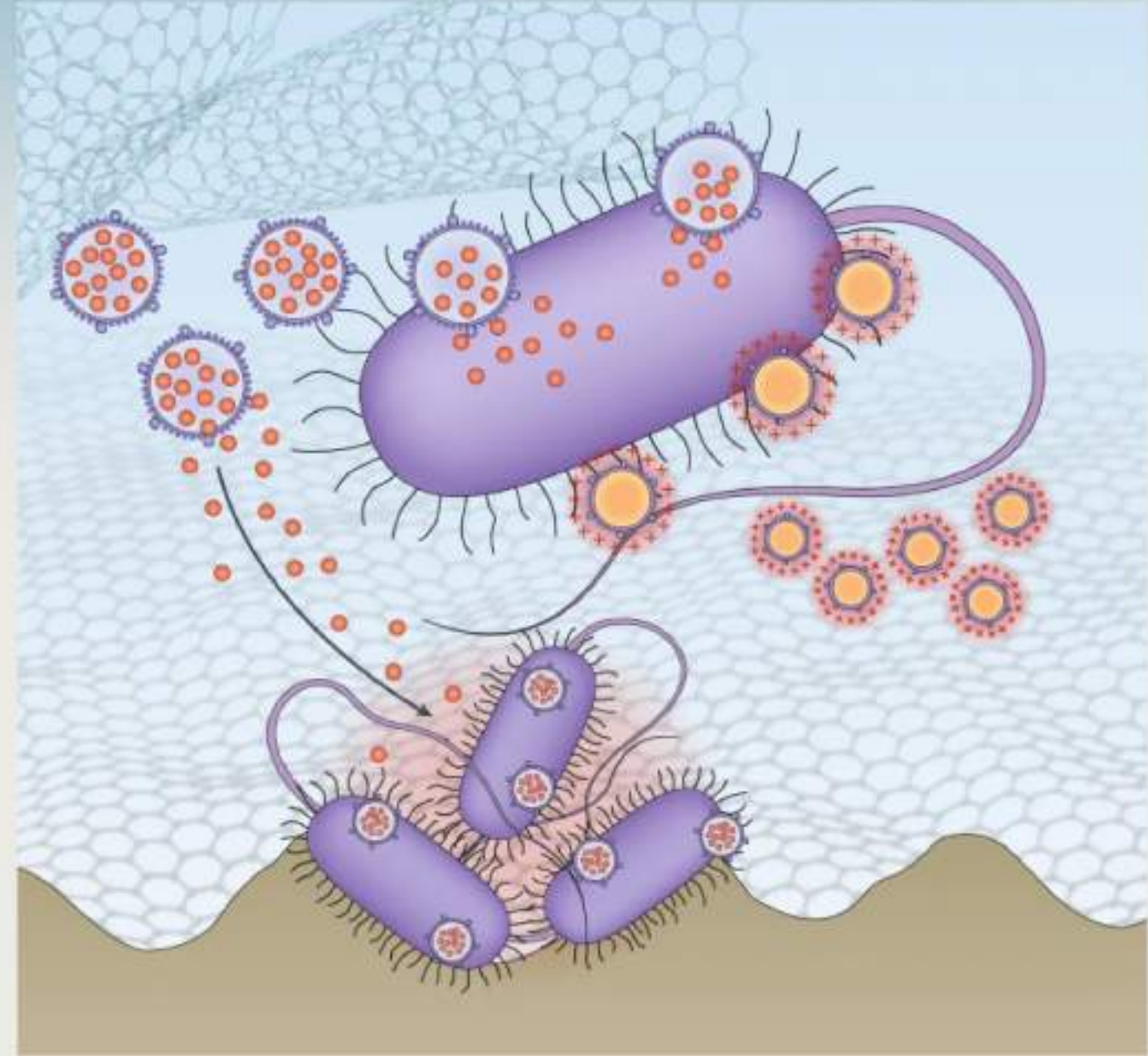


Взаємодія з хворими клітинами шляхом націлювання нанотрубки на рецептори її клітин

Вивільнення ліків у хворі клітини

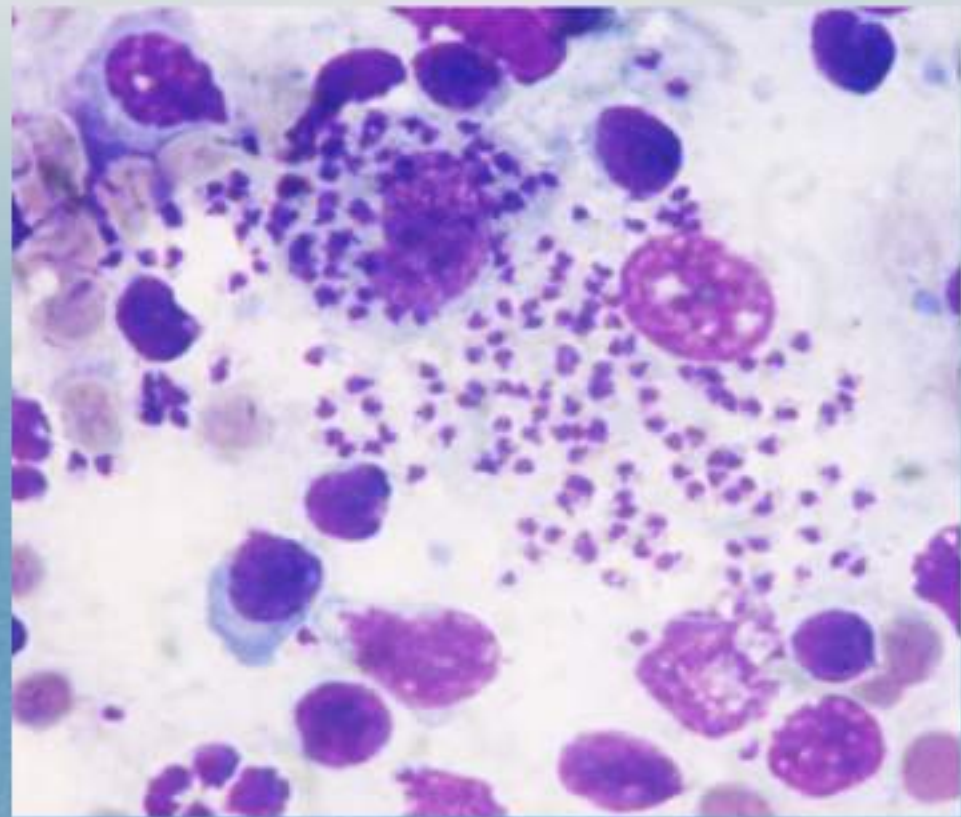
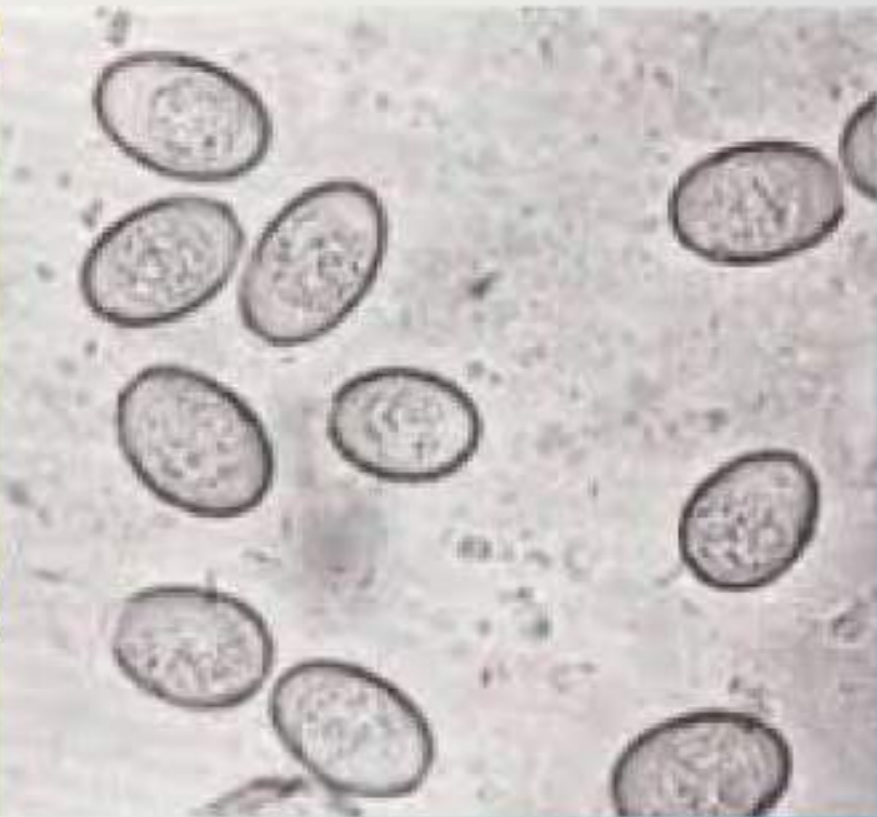
Застосування наночастинок у лікуванні антибіотиками

Стійкість до антимікробних засобів - глобальний виклик людства. Дослідження наночастинок та ліпосомної доставки антибактеріальних препаратів вказують на шляхи покращення ефективності та зменшення токсичності. Металеві наночастинок, зокрема срібло, мають перспективу в боротьбі з антимікробною резистентністю. Нанотехнології також дозволяють покращити ефективність антибактеріальних засобів у ветеринарії та аквакультурі, зокрема, використання нанокомпозитів для очищення водних середовищ від антибіотиків.



Застосування наночастинок у лікуванні паразитарних захворювань

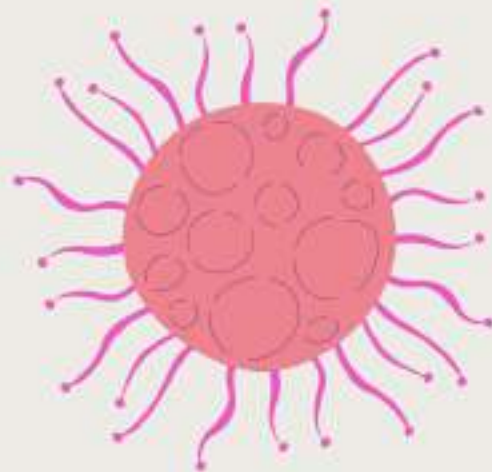
Нанотехнології виявляються ефективними для лікування паразитарних захворювань у тварин. Наночастинки, зокрема, сріблові, проявили високу ефективність проти нематод та кокцидіозу. Топічне використання гідрозолей наночастинок сурми та бісмуту виявилось ефективнішим для лікування кутанного лейшманіозу, порівняно зі стандартними препаратами. Ліпосомні вакцини також успішно викликали імунну відповідь проти *Toxoplasma gondii* у тварин.



Застосування наночастинок у лікуванні онкології

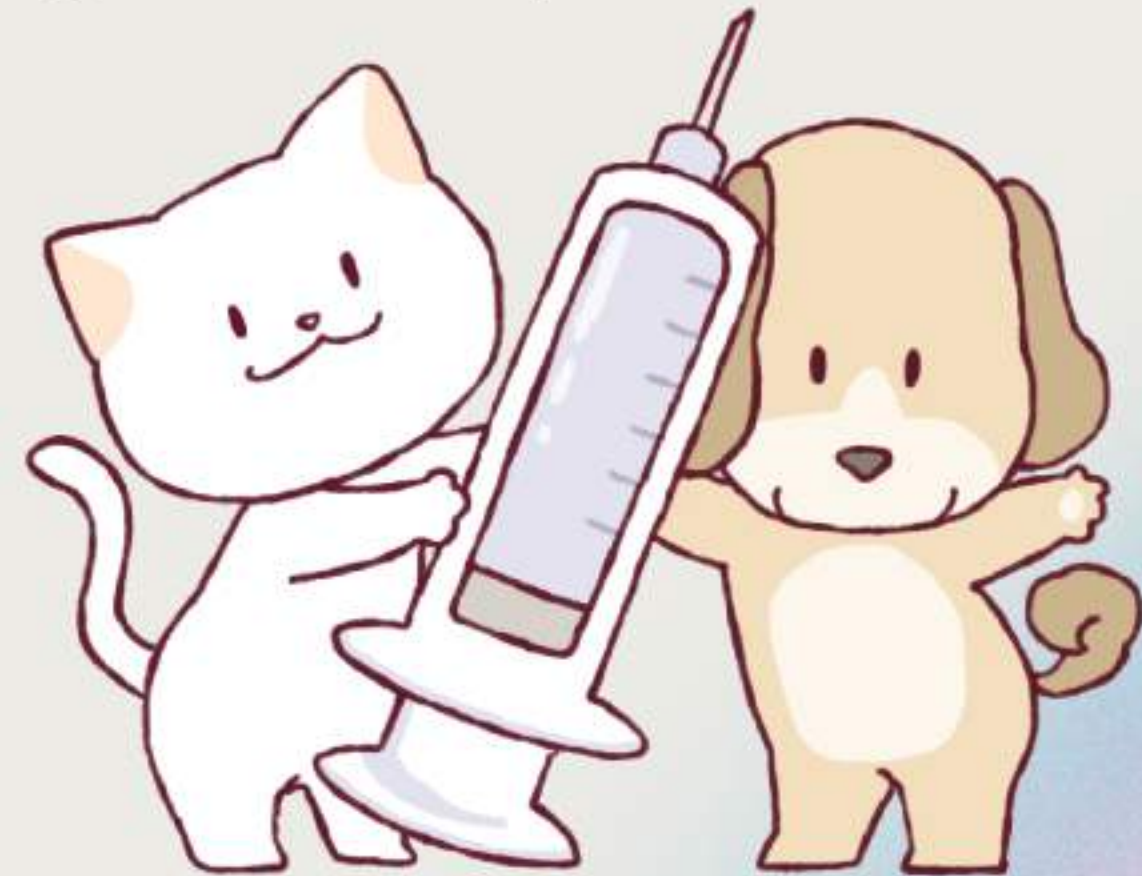
Дослідження наночастинок в лікуванні онкології дуже актуальне. Наноносії поліпшують розчинність та біодоступність препаратів, зменшують токсичність і забезпечують спрямовану доставку. У ветеринарії ці технології дозволяють ефективніше лікувати тварин від новоутворень, зменшуючи побічні ефекти лікування. Дослідження з використанням різних видів наночастинок та наноносіїв на тисячах ракових клітин відкрили нові можливості для лікування пухлин.

Наноліки досягають спрямованої доставки проти пухлин за рахунок підвищеної проникності та утримання ефекту. Використання нанотехнологій, зокрема, антитіл та металевих наночастинок, в лікуванні раку у тварин відкриває нові перспективи. Хоча адаптація цих методів для різних видів тварин є тривалим процесом, результати досліджень обіцяючі.



Нановакцини

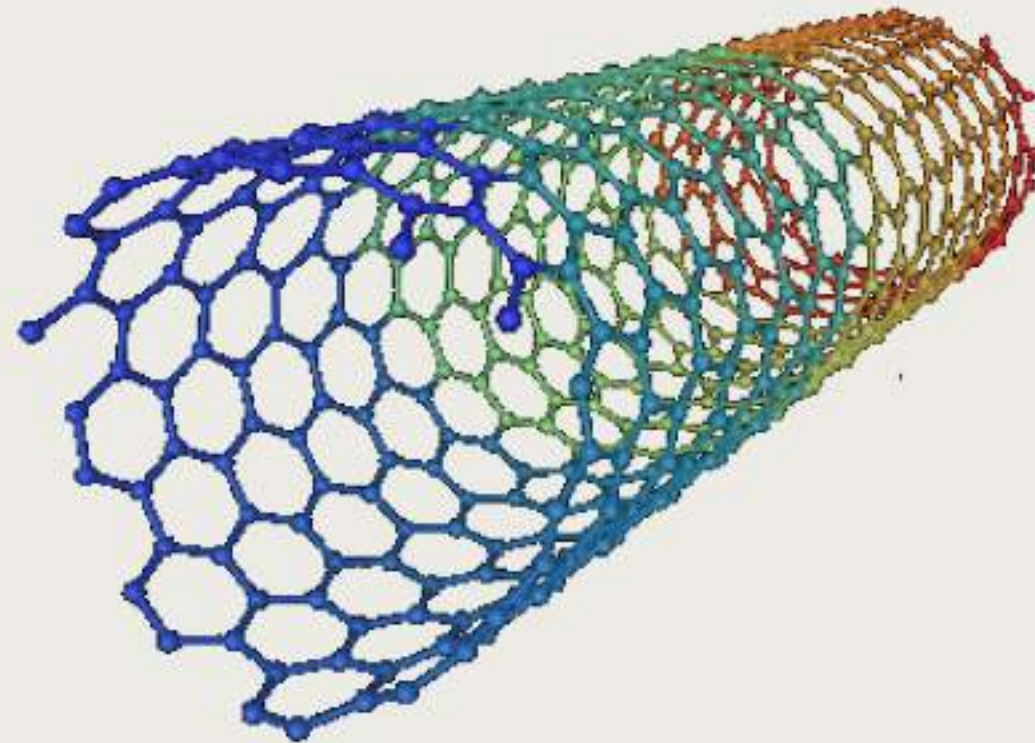
Нанотехнології відіграють важливу роль у розробці інноваційних ветеринарних вакцин. Сучасні вакцини включають компоненти ДНК, РНК та рекомбінантні білки, активуючи як гуморальну, так і клітинну імунну відповідь. У ветеринарній медицині розробляється третє покоління нановакцин з використанням нових полімерів та векторних систем на основі наноматеріалів. Дослідження на великих тваринах, таких як свині, собаки та коні, показують високу ефективність та безпеку генної терапії.



Застосування наноматеріалів у розведенні тварин

Діагностика та лікування репродуктивних розладів, виявлення тічки, заморожування сперми та пряме втручання під час отелення здійснюються за допомогою наноматеріалів. Крім того, наночастинки мають великий вплив на статеві гормони, такі як стероїдні чи гонадотропні гормони.

Одним із найсучасніших і потужних інструментів, що використовують в тваринництві, є нанотрубки. Нанотрубка може бути встановлена під шкіру для точного вимірювання змін у рівні естрадіолу в крові.



Застосування наноматеріалів у виробництві кормів

Наномінерали недорогі, економні в використанні та виконують функцію агентів, що сприяють росту та імуностимуляції, тому вони мають багато переваг в виробництві кормів для тварин. Також вони можуть допомагати у контролі патогенів у кормі та поліпшенні процесу бродіння в рубці.

Нанооксид цинку вважається одним із перспективних наномінералів, який використовується для покращення темпів росту, імунної відповіді, а також лікування розладів, що впливають на репродуктивні функції худоби. Застосування наноцинку може зменшити прояви діареї у молодняка свиней. Також наноцинк знижує кількість соматичних клітин у корів з субклінічним маститом.



Мікроінкапсуляція складових корму здійснюється для їхнього захисту від окислення та розкладу під впливом світла і окислювання, а також для уникнення їхнього лізису під дією ферментів травної системи, таких як протеази. Вона також сприяє стабільності при різних значеннях рН, забезпечуючи краще розподілення та змішування ліпофільних добавок, а також продовжує їхню дію.

Великою проблемою для тварин є мікотоксикози, які присутні приблизно в 25% кормів. Нанооксид кремнію та нанооксид магнію вважаються потужними наноантимікотоксинами, які успішно зв'язуються з афлатоксинами та інактивують їх.



Висновки

Отже, наночастинки мають ряд властивостей, що робить привабливим їх використання у ветеринарії у якості основних діючих речовин, стимуляторів обмінних процесів, мікроелементів, носіїв ліків, маркерів тощо.

Подальший розвиток нанотехнологій, базуючись на властивостях наночастинок, дозволить створювати все більш дієві ветеринарні препарати, що стане потужним поштовхом для модернізації та розвитку тваринництва.



Джерела інформації



1. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6968591/>
2. <https://www.mdpi.com/1999-4923/15/9/2326#:~:text=Nanoparticle-based%20drugs%20showed%20promising,vectors%20in%20veterinary%20gene%20therapy>
3. <https://jasbsci.biomedcentral.com/articles/10.1186/s40104-017-0157-5>
4. <https://www.scielo.br/j/cr/a/s9Mc4NZ8pkfrYRrRDhDZ4fy>
5. <https://sci-hub.se/https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30547342/>
6. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30547342/>
7. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11250-021-02951-5>
8. http://ir.librarynmu.com/bitstream/123456789/4034/1/%D0%9B%D0%A1_2009_5-6_3-8.pdf