

БІОТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ОДЕРЖАННЯ ТА БЕЗПЕКИ ВИКОРИСТАННЯ НАНОЧАСТОЧЕК МЕТАЛІВ

О. Б. Мехед

Національний університет «Чернігівський колегіум» імені Т. Г. Шевченка, вул. Гетьмана Полуботка, 53, Чернігів 14037 Україна

Наночастинки металів - це переважно малі об'єкти, розмір яких вимірюється в нанометрах. Вони складаються з атомів металів і мають фізичні та хімічні властивості, відмінні від їх більших аналогів. Завдяки своїм надзвичайним розмірам та властивостям, наночастинки металів мають широкий спектр застосування в різних галузях науки та технологій [2].

Значення наночастинок металів у сучасній біології, медицині та біотехнології: медицина та фармація (наночастинки металів знаходять широке застосування у сфері лікування та діагностики. Наприклад, золоті наночастинки можуть використовуватися для доставки лікарських препаратів разом з пульсуючими раковими клітинами, що знижує побічні ефекти лікування. Крім того, наночастинки металів можуть використовуватися для розробки чутливих біосенсорів для ранньої діагностики захворювання); біологія та генетика (наночастинки металів можуть бути використані для розробки нових методів дослідження біологічних процесів. Вони можуть служити як зонди для візуалізації та вивчення клітинних і молекулярних подій); біомаркери та терапія (наночастинки металів можуть бути пошкодженою для біомаркерів, які залишають наявність певних захворювань у ранніх стадіях. Крім того, їх можна використовувати для місцевої терапії, лікування раку); захист від бактерій та інших бактерій (наночастинки металів, такі як срібло та мідь, мають антимікробні властивості і можуть використовуватися для розробки нових антимікробних матеріалів та покриттів); ефективність та екологія (застосування наночастинок металів може підвищити ефективність біотехнологічних процесів, наприклад, очищення води або виробництва біопалива) [1, 3].

Технології виробництва наночастинок металів: фізичні методи синтезу (лазерний абляційний синтез - у цьому методі використовується лазерний промінь для видалення атомів або молекул зі стійкого металевого відкладення. Сплавлені атоми наночастинки у газовій або рідкісній фазі; фізичне осадження - цей процес включає конденсацію пари металу на підстраті при низьких температурах і вакуумних умовах. Результатом є утворення наночастинок металу на поверхні підстрату; метод гелевої електролітичної осадження - у цьому методі вимагається гелеподібна матриця, в якій створюється електролітичне осадження іонів металу, що призводить до формування наночастинок); хімічні методи синтезу (метод хімічного осадження - цьому методі металеві іони реагують зі спеціальними хімічними реагентами, що призводить до осадження наночастинок металу; гідротермальний синтез - використовує високий тиск і температуру води для синтезу наночастинок металів у розчині; метод мікроемulsії - у цьому методі металеві іони реакціонують у воді, розчиненому в неполярному розчиннику, утворюючи наночастинки металу в мікроемulsійних речовинах); біологічні методи

синтезу (біосинтез - живі організми, такі як бактерії або гриби, використовують для виробництва наночастинок металу. Організми виробляють біомолекули, які функціонують як стабілізатори та відновні агенти для перетворення іонів металу в наночастинок; екстрактний синтез - використовуються рослинні екстракти або біомаса для виділення біомолекул, які можуть реагувати з металевими іонами та сприяти синтезу наночастинок).

Нами було досліджено мутагенний вплив наночастинок титану та ніколю. Тест-об'єктом для дослідження мутагенного впливу наночастинок слугували чисті лінії *Dg. melanogaster*, що підтримувались на кафедрі біології Національного Університету "Чернігівський колегіум" імені Т. Г. Шевченка. Експеримент проводили у червні - грудні 2021 року та у червні-листопаді 2022 року, обсяг вибірки становив близько 1300 статевозрілих особин з домінуючими проявами кольору очей, форми крил та забарвлення тіла.

Для визначення мутацій, що виникають у особин, та запобігання врахування модифікацій аналізували нащадків 1-2 покоління за умов існування у середовищі без додавання досліджуваних речовин [4]. При аналізі чисельності імаго та співвідношення статей за дії досліджуваних речовин встановлено, що речовини по-різному впливають на співвідношення статей.

В той самий час, наночастинок титану в обох концентраціях, що досліджувались, та наночастинок Ні у більшій концентрації викликали мутаційні зміни. У всіх мутантних групах кількість мутантних самок статистично достовірно більша за кількість самців. Оскільки більше саме самок, можемо зробити припущення, що такі мутації не є пов'язаними зі статтю. Можливо, тут наявні певні форми епігенетичного наслідування, але це питання потребує більш детального дослідження [7].

Наночастинок титану та ніколю у високій концентрації спричиняють однакові фенотипові мутації з приблизно рівним розподілом за статями. Це може казати про те, що отримані мутації є ідентичними або дуже схожими. Більшість мутацій, що спостерігали, стосувались додаткових антен (38% всіх мутацій), на другому місці за зустрічністю видовжений хоботок – майже 28%; редуковані крила становили 18%, відсутність забарвлення – 16%). При порівнянні чисельності самців у F1 та F2 лінії *Ebony* відзначається, що їх кількість дуже сильно різниться. У F1 максимальна сумарна кількість самців спостерігається за дії наночастинок титану, подібна тенденція простежується і для контрольної групи тварин. У всіх мутантних групах кількість мутантних самок знову статистично достовірно більша за кількість самців. Подібні зміни були відмічені раніше для гетероциклічних сполук [5, 6].

Наночастинок Титану мають більш виражену мутагенну дію. Відсотковий показник фенотипових змін, що можуть свідчити про мутації, дозволяє зробити висновок про позитивну кореляцію між концентрацією досліджуваних речовин та кількісними показниками мутацій. За дії концентрації 0,01 мг/см³ наночастинок Ніколю та Силіцію, аналогічно дикому типу, не зареєстровано фенотипових змін у тварин, що свідчили б про мутаційні зміни. Тож можна в подальшому більш детально досліджувати можливі шляхи застосування цих речовин в фармацевтиці, виробництві та побуті.

Застосування конкретних методів залежить від бажаних властивостей наночастинок, їх розміру, розподілу тощо. Комбінація різних методів може

бути використана для досягнення бажаного результату в синтезі наночастинок металів. Біологічні методи стають все більш популярними через їхню біорозкладаємість та можливість керування розміром і формою наночастинок за допомогою біологічних молекул. Загалом, наночастинок металів грають важливу роль у розвитку сучасної біотехнології, дозволяючи вдосконалювати методи діагностики, лікування, дослідження та захисту здоров'я людини та навколишнього середовища. Важливо вивчати їх безпеку та ефективність для забезпечення успішного впровадження цих технологій.

Література

1. Нанотехнології в сучасному сільському господарстві / О.В. Ситар та ін. Фізика живого. 2016. 18. С. 113–116.
2. Нанотехнології у XXI столітті: стратегічні пріоритети та ринкові підходи до впровадження : монографія / Г. О. Андрощук, А. В. Ямчук, Н. В. Березняк та ін. Київ : УкрІНТЕІ, 2017. 275 с.
3. Наночастинок: приховані ризики: Режим доступу: <https://www.dw.com/uk>
4. Рибка В. С., Садченко Н. М., Мехед О. Б. Фактори спонтанної мінливості в популяціях *Dr. melanogaster*. новітні технології сучасного суспільства нтсс-2020: Збірник тез доповідей *Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих учених*. Чернівці, 2020. – С. 33-34.
5. Селівон М. В., Мехед О. Б., Третяк О. П. Вплив похідних імідазоазепінію на біологічні показники *DROSOPHILA MELANOGASTER*. *Хімічна та екологічна освіта: стан і перспективи розвитку*: Збірник матеріалів II Всеукраїнської науково-практичної конференції. Вінниця : ФОП Корзун Д.Ю., 2012. С. 179–181.
6. Солодовник П. В., Мехед О. Б., Третяк О. П. Вплив гетероциклічних сполук імідазоазепінію на деякі біохімічні показники імаго *Drosophila melanogaster*. Фальцфейнівські читання. Збірник наукових праць. Херсон : ПП Вишемирський, 2011. С. 128–129.
7. Yaschenko A., Yachna M., Mekhed O., Tretyak O. Influence of nanoparticles (Ti, Ni, Si) on indicators of induced mutations of *Drosophila melanogaster*. ВНТ:Biota.Human.Technology