

УДК 57.04:575

Любчикова Д. Р., Ячна М. Г., Мехед О. Б., Третяк О. П.

**Особливості розвитку *D. melanogaster* та виникнення мутацій за дії наночастинок**

*Національний університет "Чернігівський колегіум"  
імені Т.Г. Шевченка, Україна*

In the presence of nanoparticles in the nutrient medium, the following mutations were observed in flies: reduced wings and a discolored (white) body, as well as additional antennae and an elongated proboscis. When studying the mutational effect of nanoparticles in the offspring of both generations (F1 and F2), differences in the quantitative indicators of mutant individuals in males and females under the influence of the same substances are unlikely. Ti nanoparticles have a more pronounced mutagenic effect compared to others.

**Key words:** genotype, *Drosophila*, induced mutations, mutational influence, nanoparticles of titanium, nickel, silicon, phenotype

Наночастинки мають велике значення для сучасного суспільства через їхні різноманітні застосування. У виробництві сонячних батарей наночастинки допомагають створювати більш стабільні та ефективні джерела енергії [1]. В медицині вони використовуються для точної доставки ліків та покращення методів лікування захворювань. Нанотехнології в електроніці дозволяють створювати більш потужні та компактні пристрої [2]. У сільському господарстві наночастинки можуть покращити врожайність та зменшити використання хімічних пестицидів. В промисловості вони сприяють створенню матеріалів з покращеними властивостями [3]. Нанотехнології допомагають у розробці ефективних систем очищення води та повітря. У космічних технологіях наночастинки використовуються для створення міцних та легких матеріалів для конструкцій космічних апаратів. У косметичній та фармацевтичній галузях вони використовуються для розробки нових косметичних та медичних продуктів з покращеними властивостями. Нанотехнології сприяють розробці ефективних методів захисту поверхонь від забруднень та мікроорганізмів. Розвиток нанотехнологій відкриває шлях для інновацій та прогресу у багатьох галузях, що сприяє загальному розвитку суспільства [2].

В той же час необхідно вивчати мутагенний вплив наночастинок, оскільки це має важливе значення для забезпечення безпеки та здоров'я людей, а також охорони навколишнього середовища [5]. Вивчення мутагенного впливу наночастинок дозволяє оцінити їхні можливі ризики та вплив на генетичний матеріал організмів. По-перше, дослідження мутагенного потенціалу наночастинок допомагає визначити їхню здатність змінювати генетичну структуру клітин та можливість викликати мутації. По-друге, це дозволяє встановити можливість наночастинок переносити генетичні зміни на наступні покоління організмів, що може

мати далекосяжні наслідки для популяцій і біорізноманіття [6]. По-третє, вивчення мутагенного впливу наночастинок допомагає розробляти ефективні стратегії та методи контролю за їхнім використанням, щоб уникнути потенційних негативних наслідків для здоров'я людей і навколишнього середовища. Крім того, такі дослідження є важливими для розробки міжнародних стандартів та рекомендацій з використання наночастинок у різних сферах, що сприятиме їхньому безпечному та відповідальному застосуванню [8]. Узагальнюючи, вивчення мутагенного впливу наночастинок є необхідним етапом у забезпеченні безпеки та ефективного використання цих матеріалів у сучасному світі.

Мета роботи: дослідити вплив наночастинок титану, нікелю та силіцію на особливості розвитку та мутагенез у *D. melanogaster*.

Об'єктом дослідження мутагенного впливу наночастинок були чисті лінії *Drosophila melanogaster*, які зберігалися на кафедрі біології Національного Університету "Чернігівський колегіум" імені Т.Г. Шевченка. Експеримент проводили в період з червня по грудень 2023 року, використовуючи приблизно 1100 статевозрілих особин з домінуючими характеристиками кольору очей, форми крил і забарвлення тіла. Кожна група популяції складалася з диких типів *Drosophila melanogaster*, що відрізнялися домінуючими проявами ознак кольору очей, форми крил і забарвлення тіла. Для виявлення мутацій у нащадках та виключення впливу модифікацій, аналіз проводили на основі нащадків 1-2 поколінь, які ростуть у середовищі без додавання досліджуваних речовин.

Встановлено, що в першому поколінні за присутності всіх досліджуваних речовин окрім нікелю чисельність самок перевищує таку у самців – максимально за дії наночастинок титану і мінімально за дії силіцію. Що можна пояснити різним ступенем летальної дії речовин на розвиток особин самців (гетерогаметна стать). У першому поколінні максимальна сумарна кількість самців спостерігається за дії наночастинок Ti, а у F2 вона рівна контролю. Менша концентрація наночастинок Ni та Si не викликала мутаційних змін, що свідчить про можливість подальшого дослідження можливих застосувань цих речовин у фармацевтичній галузі. У той же час, наночастки Ti в обох досліджуваних концентраціях, а також наночастки Ni та Si у вищій концентрації викликали мутаційні зміни. Тепер розглянемо ці мутації більш детально. Наночастки Ti та Ni у великій концентрації викликають схожі фенотипові мутації з приблизно рівним розподілом за статями. Це може свідчити про те, що отримані мутації є аналогічними або дуже схожими.

У наступному поколінні спостерігається зниження відсотка особин, які є носіями мутацій. Це можна пояснити тим, що у цих особин відбувається активна індукція систем репарації відносно досліджуваних речовин. В усіх випадках мутагенезу кількість самок статистично значно перевищує кількість самців. Це дає підставу припустити, що зазначені речовини можуть мати летальний вплив на особин гомогаметного статевого типу, що веде до відхилення співвідношення статей від очікуваного (1 : 1). Однак це питання потребує подальшого детального

дослідження. Виявлено, що наночастинки титану, нікелю та кремнію призводять до мутаційних змін у дрозофіл. Найбільша загальна кількість мутацій спостерігається під впливом наночастинок титану, при цьому кількість мутацій у самок статистично значно перевищує кількість самців. Це дозволяє припустити, що такі мутації не пов'язані зі статтю.

Наночастинки виявляють значно більш виражену фармакологічну активність, але водночас проявляють більш виражену токсичність порівняно зі звичайними мікрочастинками. При наявності наночастинок у поживному середовищі мух були виявлені наступні мутації: скорочення розмірів крил, втрата забарвлення тіла (прояв білого кольору), додаткові антени і подовжений хоботок. Під час аналізу мутаційного впливу наночастинок на нащадки обох поколінь (F1 та F2) виявлено, що відмінності у кількісних характеристиках мутантних особин у самців і самок за впливом тих самих речовин є невірогідними. Наночастинки титану проявляють більш виражену мутагенну дію в порівнянні з іншими.

### Література

1. Нанотехнології в сучасному сільському господарстві / О.В. Ситар, Н.В. Новицька, Н.Ю. Таран [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. Наукові основи наномедицини, нанофармакології та нанофармації. Вісник НМУ ім. О. О. Богомольця. 2019. № 2. С. 17–31.
4. Любчикова Д. Р., Яценко А. В. Дослідження мутацій у *Drosophila melanogaster*, що виникають за дії наночастинок *Новітні технології сучасного суспільства (НТСС-2022)* : III Міжнародна науково-практична конференція (м. Чернігів, 20 грудня 2022 р.) : тези доповідей – Чернігів : НУ "Чернігівська політехніка", 2022. С 26
5. Мехед О. Б. Біотехнологічні аспекти одержання та безпеки використання наночастинок металів. *Біологічні дослідження – 2023: Збірник наукових праць*. Житомир, 2023. С. 143-145
6. Нагорний П., Мехед О. Вплив наночастинок нікелю, силіцію та титану на показники індукованих мутацій в популяції *Drosophila melanogaster* Meigen, 1830. *Природні ресурси прикордонних територій в умовах зміни клімату*. VII Міжнародна наукова конференція: програма, тези доповідей. Чернігів : Десна-Поліграф. 2023. С. 94-95
7. Селівон М. В., Мехед О. Б., Третьяк 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 : ФОРМ Корзун Д.Ю., 2012. С. 179 -181
8. Yaschenko A., Yachna M., Mekhed O., Tretyak O. Influence of nanoparticles (Ti, Ni, Si) on indicators of induced mutations of *Drosophila melanogaster*. *BHT : Biota.Human.Technology*, 2023. No1, P.34-40