

Symonova, N. A., Mekhed, O. B., Kupchyk, O. Y. & Tretyak, O. P. (2018). Toxicants in the degradation of lipids in the organism scaly carp. *Ukrainian Journal of Ecology*, 8 (4), 6–10

Yakovenko, B. V., Tretyak, O. P., Mekhed, O. B. & Iskevych, O.V. (2018). Effect of herbicides and surfactants on enzymes of energy metabolism of the *Cyprinus carpio*. *Ukrainian Journal of Ecology*, 8 (1) 948–952

Особливості мутагенного впливу наночасточек різного походження на показники індукованих мутацій у *Drosophila melanogaster* Meigen, 1830

Дарія Любчикова, Павло Нагорний, Юрій Дятлов

Національний університет «Чернігівський колегіум» імені Т.Г. Шевченка,
Чернігів, Україна, liubchykovadariia@gmail.com, mob8791@gmail.com,
dvfilm@ukr.net

Ключові слова: дрозофіла, індуковані мутації, мутагенез, наночасточки

Активні дослідження у галузі наноматеріалів і нанотехнологій показують, що використання наночастинок може відкрити нові можливості у різних галузях, включаючи медицину, енергетику, електроніку, харчову та косметичну промисловість тощо (Дерев'янка та ін., 2020; Любчикова та ін., 2022). Дослідження мутагенного впливу наночасточек різного походження на *Drosophila melanogaster* Meigen, 1830 є актуальним через зростаюче використання наноматеріалів у різних галузях, що викликає занепокоєння щодо їхньої біологічної безпеки (Любчикова та ін., 2024). Наночасточки можуть проникати в клітини і взаємодіяти з генетичним матеріалом, що потенційно призводить до мутацій. Вивчення індукованих мутацій у *Drosophila melanogaster* допомагає оцінити генетичні ризики для екосистем і людства (Селівон та ін., 2012; Солодовнік та ін., 2011). Актуальність теми також полягає у визначенні відмінностей у впливі наночасточек різного походження, що сприяє розробці безпечніших наноматеріалів.

Метою нашої роботи було дослідити вплив наночастинок титану, нікеля та силіцію фізичного та хімічного походження на мутагенез у *Drosophila melanogaster*.

Матеріали та методи. Дослідження мутагенезу, індукованого наночасточками титану, нікелю та силіцію проводили з використанням у якості тест-об'єкту особин чистих ліній *Canton S*, *ebony*, *yellow D. melanogaster*, що були надані працівниками кафедри молекулярної біології, біохімії та генетики ОНУ імені І. І. Мечникова та підтримуються в лабораторії генетики кафедри біології НУЧК імені Т. Г. Шевченка. Кількісні показники вибірки – близько 2400 статевозрілих особин. Кожна група популяції складалася з дикого типу *Drosophila melanogaster* або ліній *ebony* та *yellow*, що характеризувалися домінантним проявом ознак забарвлення тіла, форми крил та кольору очей. Для уникнення урахування модифікацій та встановлення мутацій, які впливали на фенотип, проводився аналіз особин F1 та F2 контрольних груп, які вирощувалися в

середовищі без додавання наночастинок (Кімак-Голуб та ін, 2016; Терновська та ін., 2010).

Основні результати. В рамках дослідження нами було проаналізовано показники чисельності імаго *D. melanogaster* досліджуваних ліній та співвідношення статей за внесення у поживне середовище наночастинок титану різної концентрації. В першому поколінні за наявності в середовищі наночастинок титану чисельність самців є меншою порівняно із самками, що можна пояснити різним ступенем летальної дії відповідних наночастинок на представників гетерогаметної статі. Також потрібно відмітити, що у першому поколінні нащадків найбільшу сумарну кількість самців відмічено у лінії Canton S. За умов експериментального внесення наночастинок нікелю кількісні співвідношення статей у нащадків обох поколінь практично не різняться. У F1 найбільша кількість самців спостерігається у лінії ebony при $0,1 \text{ мг/см}^3$ часточок нікелю, це простежується і для тварин, що утримувались в фізіологічних умовах. У представників першого покоління гібридів максимальні кількісні показники самців спостерігається за дії обох концентрацій часточок силіцію. У представників всіх досліджених ліній тварин кількість самок з ознаками мутаційних змін більша за кількість самців. Наночасточки силіцію ($0,1 \text{ мг/см}^3$) викликали мутаційні зміни.

В той же час наночасточки титану (в обох досліджуваних концентраціях) та наночасточки силіцію і нікелю ($0,1 \text{ мг/см}^3$) викликали мутаційні зміни (видовжений хоботок, додаткові антени, редуковані крила, відсутність забарвлення). Найбільший мутагенний вплив зареєстровано для наночастинок в більшій концентрації. Одночасно спостерігається значне зменшення відсотку носіїв мутацій з другому поколінні. Це може бути пояснене індукцією систем репарації *D. melanogaster*, що існували в умовах наявності наночастинок у поживному середовищі. Можемо зробити гіпотезу, що маємо епігенетичне наслідування (можливо, цитоплазматичне). У всіх відмічених випадках мутагенезу кількість тварин гомогаметної статі переважають такі у самців, відповідно наявне відхилення співвідношення статей від статистичного (1 : 1). Можна зробити припущення про летальну дію досліджуваних наночастинок на особин гетерогаметної статі.

Згідно даних літературних джерел сполуки металів та метали у вигляді наночастинок мають інші фізико-хімічні властивості залежно від їх мікро- та іонних форм (Ситар та ін., 2016). Їхня токсичність залежить від таких характеристик, як розмір, структура, площа поверхні, вид металу, спосіб виробництва, а також біологічних моделей, на які проводяться дослідження. Нами було перевірено здатність до мутагенезу наночастинок нікелю, одержаних різними способами: у результаті диспергування матеріалів (фізичний метод) та як наслідок реакції відновлення (хімічний метод). Результати вивчення виявленого мутагенезу зображено на рис. 1.

Результати експерименту свідчать, що більше індукують мутаційну мінливість наночасточки, одержані фізичним методом ерозійно-вибухового диспергування, порівняно із наночастинками, одержаними хімічним шляхом,

можемо зробити пропозицію, що відмічені відмінності пояснюються формою частинок, однак відмінності незначні та пояснення даного факту вимагає подальшого дослідження.

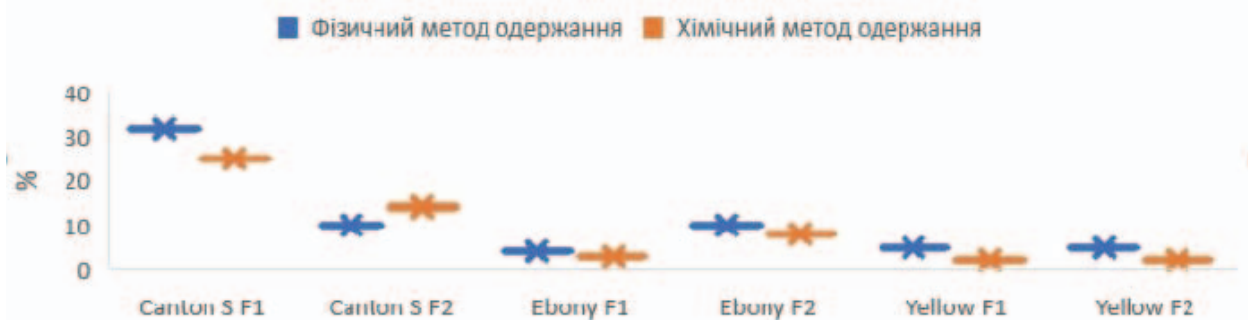


Рис. 1. Відсоткові показники кількості мутантних особин дрозофіл залежно від походження наночасточек нікелю в концентрації 0,1 мг/см³

Висновки. Для всіх трьох різновидів досліджуваних наночасточек у певному ступені характерна мутагенна дія. Виявлене відхилення у співвідношенні особин різної статі у експериментальних групах від статистично значимого свідчить про можливу смертельну дію мутацій, спричинених присутністю досліджуваних наночастинок у середовищі, на особин певної статі (у нашому випадку - чоловічої). Серед досліджуваних наночастинок найбільший мутагенний вплив мають частинки титану (виявлені мутації при обох концентраціях у середовищі розвитку). У той же час, мутагенного впливу незначних концентрацій наночастинок нікелю та силіцію не зафіксовано. Здатність індукувати мутагенез у наночасточек нікелю має залежність від способу добування. Таким чином, перспективи використання наночастинок нікелю та силіцію у фармакологічних цілях потребують подальших досліджень.

Література

Дерев'яно, С. В., Васильченко, А. В., & Магеррамзаде, Н. І. (2020). Біологічна активність наночастинок Нікелю. *Сільськогосподарська мікробіологія*, 1(31), 36–43.

Кімак-Голуб Н., Смик М., & Черник Я. (2012). Роль антиоксидантів у індукованому рентгенівським опроміненням мутагенезі *Drosophila melanogaster*. *Вісник Львівського університету. Серія біологічна*. 27. С.114–120

Любчикова, Д. Р., Ячна, М., Мехед, О., & Третяк, О. (2024, 14 травня). *Особливості розвитку D. melanogaster та виникнення мутацій за дії наночастинок*. [Тези доповіді на конференції]. Актуальні питання біологічної науки. X Міжнародна заочна науково-практична конференція, Київ, Україна.

Любчикова, Д., & Яценко, А. (2022, 10 квітня). *Вплив наночастинок на показники індукованих мутацій в популяції Drosophila melanogaster*. [Тези доповіді на конференції]. Молодь і поступ біології, Львів, Україна.

Ситар, О. В., Новицька, Н.В., & Таран Н.Ю. (2016). Нанотехнології в сучасному сільському господарстві. *Фізика живого*, 18, 113–116.

Селівон, М. В., Мехед, О. Б., & Третяк, О. П. (2012, 12 березня). *Вплив похідних імідазоазепінію на біологічні показники Drosophila melanogaster*. [Тези доповіді на конференції]. Хімічна та екологічна освіта: стан і перспективи розвитку, Київ, Україна.

Солодовник, П. В., Мехед, О. Б., & Третяк, О. П. (2011, 17 травня). *Вплив гетероциклічних сполук імідазоазепінію на деякі біохімічні показники імаго Drosophila melanogaster*. [Тези доповіді на конференції]. Фальцфейнівські читання, Херсон, Україна.

Терновська, Т. (2010). *Генетичний аналіз. Навчальний посібник з курсу «Загальна генетика»*. Видавничий дім «Києво-Могилянська академія».

Yaschenko, A., Yachna, M., Mekhed, O., & Tretiak, O. (2023). Influence of nanoparticles (Ti, Ni, Si) on indicators of induced mutations of *Drosophila melanogaster*. *BHT: Biota. Human. Technology*, 1, 34–40.

Токсичний вплив поверхнево-активних речовин та солей важких металів на організм риб

Сергій Матюшко

*Національний університет «Чернігівський колегіум» імені Т.Г. Шевченка,
Чернігів, Україна, msn@grandwis.com.ua*

Ключові слова: поверхнево-активні речовини, важкі метали, риби, гідробіонти

Евтрофікація водного середовища токсичними речовинами залишається однією з найважливіших проблем сучасної гідроекології, оскільки вона значно обмежує функціонування водних екосистем і їхню біопродуктивність (Папка та ін., 2019). Ксенобіотики є основними забруднювачами, які, накопичуючись у тканинах і органах риб, можуть тривалий час впливати на життєво важливі процеси в організмі гідробіонтів. Шляхи, форми та швидкість трансформації токсичних речовин у водному середовищі визначають їхнє потрапляння до організмів гідробіонтів і включення у процеси метаболізму, що визначає рівень їхнього впливу (Аравін та ін., 2021). На відміну від органічних забруднювачів, потрапляння токсичних речовин у водойми зазвичай викликає сильний стресовий вплив, що веде до погіршення стану екосистем і переходу до екстремальних умов.

Фосфати, фосфонати та лаурилсульфат належать до найбільш поширених ПАР, які активно використовуються у побуті, що робить дослідження їхнього впливу на адаптацію гідробіонтів до токсикозу надзвичайно актуальним (Yakovenko et al, 2018). Гідробіонти у процесі еволюції розвинули механізми біохімічної адаптації, здатні протистояти різноманітним хімічним чинникам (Грубінко, 2011). Це визначає важливість нашого дослідження.

Мета роботи: дослідити особливості впливу ксенобіотиків на організм коропа лускатого.

Матеріали та методи. Робота виконана в умовах навчально-дослідних лабораторій Національного університету «Чернігівський колегіум» ім. Т. Г. Шевченка та Клініки чернігівської державної лікарні ветеринарної медицини