УДК 638.12:615.9:632.951

Лазаренко А.В. – студентка 5 р.н., освітнього ступеня «Магістр»
спеціальності 212 «Ветеринарна гігієна, санітарія і експертиза»,
Миколаївський національний аграрний університет, Миколаїв
Науковий керівник: **Найдіч О.В.** – к.в.н., доцентка кафедри ветеринарної медицини та гігієни, Миколаївський національний аграрний університет, Миколаїв

НЕОНІКОТИНОЇДИ ЯК ЧИННИК ТОКСИКОЛОГІЧНОГО РИЗИКУ ДЛЯ МЕДОНОСНИХ БДЖІЛ

Медоносні бджоли є важливими запилювачами, які підтримують екологічний баланс і гарантують високу продуктивність понад 35% продовольчих рослин та 75% дикорослих квіткових видів у всьому світі. Попри глобальне екологічне та економічне значення цих комах, із кінця двадцятого століття фіксується стійка тенденція до системного скорочення чисельності бджолиних сімей через комплексний антропогенний тиск. Ключове місце серед негативних чинників посідає масове використання в сільському господарстві хімічних засобів захисту рослин, зокрема неонікотиноїдних інсектицидів [1].

З огляду на те, що сполуки даного класу чинять виражену токсичну дію навіть у мізерних сублетальних дозах, а їхні стійкі залишки масово накопичуються в довкіллі та продуктах бджільництва (виявляючись у понад 50% зразків вітчизняного меду), виникає серйозна загроза для виживання запилювачів унаслідок комбінованого пестицидного навантаження. Це зумовлює нагальну необхідність глибокого вивчення та систематизованого узагальнення патогенезу пестицидних інтоксикацій задля обґрунтування комплексу превентивних ветеринарно-санітарних заходів [2].

Сучасні наукові публікації свідчать про складний, багаторівневий характер деструктивного впливу неонікотиноїдів (імідаклоприду, тіаклоприду, клотіанідину, тіаметоксаму) на організм бджіл. На нейротоксичному рівні ці сполуки вибірково зв'язуються з нікотиновими рецепторами ацетилхоліну, провокуючи надмірну стимуляцію збуджувальних нейронних ланцюгів. Водночас відбуваються порушення сигнальних шляхів зі зниженням експресії везикулярних транспортерів глутамату, що пригнічує синаптичну передачу. Фізіологічним наслідком таких змін є зміна чутливості нюхових антен, розлад процесів асоціативного навчання та погіршення пам'яті. Внаслідок когнітивної дисфункції бджоли втрачають здатність розрізняти аромати квітів, ефективно збирати нектар і пилок, орієнтуватися у просторі, а також втрачають чіткість сигнальних танців, якими передають інформацію колонії [3, 4].

На клітинно-метаболічному рівні інсектициди спричиняють деструкцію мітохондрій у клітинах Кеньйона грибоподібних тіл мозку, набряк хроматину та гальмування клітинного дихання зі зниженням синтезу АТФ. Виникає глибокий оксидативний стрес із надмірним утворенням активних форм кисню та пригніченням антиоксидантних ферментів (супероксиддисмутази, каталази), що призводить до інтенсифікації перекисного окислення ліпідів [5].

Поряд із цим спостерігається виражена імунодепресія: пригнічується фенолоксидазна система (активність фенолоксидази знижується до 87%) та експресія генів антимікробних пептидів (дефензинів). Це різко знижує стійкість комах і призводить до підвищення ураження бджолосімей кліщем *Varroa destructor*, а також посилює реплікацію вірусу деформованого крила та збудників нозематозу [6, 7].

Негативний вплив неонікотиноїдів супроводжується пригніченням корисної кишкової мікробіоти (зокрема симбіонтів *Lactobacillus, Bifidobacterium, Snodgrassella*), що руйнує природний бар'єрний захист комах та зумовлює дисбіоз. Окрім того, пестициди накопичуються в маточному молочку, викликаючи затримку розвитку або загибель личинок на ранніх стадіях [6].

З огляду на це, профілактика пестицидних інтоксикацій вимагає комплексного підходу.

Перспективним напрямом є корекція кишкового мікробіому шляхом застосування пробіотичних культур (зокрема *Pediococcus acidilactici*, *Pantoea spp.*, *Enterobacter spp.*), здатніх стимулювати експресію ферментів детоксикації та здійснювати біодеградацію сублетальних доз пестицидів безпосередньо в травному каналі комахи за 72 години [8].

Важливе значення має оптимізація кормової бази бджолосімей та збагачення раціону природними антиоксидантами (вітамінами С і Е, поліфенолами, каротиноїдами) для захисту клітинних мембран від пероксидативного пошкодження. Окрім цього, критично необхідним є удосконалення ветеринарно-санітарної експертизи із залученням високоточних аналітичних методів (високоефективної рідинної хроматографії, мас-спектрометрії), а також впровадження біосенсорів, автоматизованих систем моніторингу та інструментів штучного інтелекту для оперативного контролю залишків неонікотиноїдів у пасічній продукції та довкіллі [1].

Отже, неонікотиноїдні інсектициди зумовлюють глибокі деструктивні зміни в організмі медоносних бджіл на всіх рівнях організації, що супроводжується нейротоксичними порушеннями, мітохондріальною дисфункцією, імунодепресією, оксидативним стресом та руйнуванням корисної кишкової мікробіоти. У сукупності ці патологічні процеси різко знижують резистентність бджолосімей до різноманітних патогенів і паразитів, підвищуючи загальну смертність запилювачів. Для ефективного запобігання пестицидним інтоксикаціям необхідний комплексний підхід, який поєднує біологічну корекцію кишкового мікробіому спеціалізованими пробіотичними штамами для стимуляції детоксикації, збагачення раціону бджіл природними антиоксидантами, а також суворе вдосконалення ветеринарно-санітарного моніторингу залишків небезпечних хімічних сполук у довкіллі та продуктах бджільництва на основі високоточних хроматографічних і біосенсорних методів.

Список використаних джерел:

1) Pesticide contamination in apicultural products: An updated and comprehensive review of analytical methods, occurrence, and safety concerns / A. Fuente-Ballesteros et al. Trends in Environmental Analytical Chemistry. 2026. Vol. 49. P. e00300. URL: https://doi.org/10.1016/j.teac.2026.e00300

2) Pesticides as a cause of honeybee (Apis mellifera) mortality and their persistence in honey / Y. A. Omelchun et al. Biosystems Diversity. 2025. Vol. 33, no. 1. P. e2501. URL: https://doi.org/10.15421/012501

3) The Sublethal Effects of Neonicotinoids on Honeybees / Z. Ahsan et al. Biology. 2025. Vol. 14, no. 8. P. 1076. URL: https://doi.org/10.3390/biology14081076

4) Chronic larval exposure to thiacloprid impairs honeybee antennal selectivity, learning and memory performances / L. Ke et al. Frontiers in Physiology. 2023. Vol. 14. URL: https://doi.org/10.3389/fphys.2023.1114488

5) Tlak Gajger I., Cvetkovikj A. Antioxidant Potential of Pollen Polyphenols in Mitigating Environmental Stress in Honeybees (Apis mellifera). Antioxidants. 2025. Vol. 14, no. 9. P. 1086. URL: https://doi.org/10.3390/antiox14091086

6) Neonicotinoid exposure increases Varroa destructor (Mesostigmata: Varroidae) mite parasitism severity in honey bee colonies and is not mitigated by increased colony genetic diversity / L. J. Bartlett et al. Journal of Insect Science. 2024. Vol. 24, no. 3. URL: https://doi.org/10.1093/jisesa/ieae056

7) Khan M. K., Rolff J. Insect immunity in the Anthropocene. Biological Reviews. 2024. URL: https://doi.org/10.1111/brv.13158

8) El Khoury S., Giovenazzo P., Derome N. Endogenous Honeybee Gut Microbiota Metabolize the Pesticide Clothianidin. Microorganisms. 2022. Vol. 10, no. 3. P. 493. URL: https://doi.org/10.3390/microorganisms10030493