

## SECTION 4. MEDICAL AND BIOLOGICAL SCIENCES: INNOVATIONS OF THE FUTURE

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-401-6-21>

### EVOLUTION OF THE PARASITE-HOST SYSTEM

#### ЕВОЛЮЦІЯ СИСТЕМИ «ПАРАЗИТ-ХАЗЯЇН»

**Shevchuk T. I.**

*Candidate of Medical Sciences,  
Associate Professor,  
Associate Professor at the Department  
of Medical Biology,  
National Pirogov Memorial  
Medical University  
Vinnytsia, Ukraine*

**Шевчук Т. І.**

*кандидат медичних наук, доцент,  
доцент кафедри медичної біології,  
Вінницький національний медичний  
університет імені М. І. Пирогова  
м. Вінниця, Україна*

**Khliestova S. S.**

*Candidate of Pedagogical Sciences,  
Associate Professor,  
Associate Professor at the Department  
of Medical Biology,  
National Pirogov Memorial  
Medical University  
Vinnytsya, Ukraine*

**Хлєстова С. С.**

*кандидат педагогічних наук, доцент,  
доцент кафедри медичної біології,  
Вінницький національний медичний  
університет імені М. І. Пирогова  
м. Вінниця, Україна*

**Vasenko T. B.**

*Assistant at the Department  
of Medical Biology,  
National Pirogov Memorial  
Medical University  
Vinnytsya, Ukraine*

**Васенко Т. Б.**

*асистент кафедри медичної біології,  
Вінницький національний медичний  
університет імені М. І. Пирогова  
м. Вінниця, Україна*

Кожний вид організмів існує у тісному контакті з іншими видами організмів, створюючи при цьому систему, для якої характерний певний набір елементів та форм взаємодії між ними. Таке сумісне існування визначається як симбіоз. Паразитизм є антагоністичним симбіозом як мінімум двох організмів із взаємовиключаючими інтересами. Для паразита існування хазяїна є життєвонеобхідним, без нього він існувати не може. Хазяїн в свою чергу не зацікавлений в існуванні паразита, оскільки він для паразита є місцем проживання,

розмноження, джерелом харчування і страждає від його патогенної дії. Тобто паразитарну систему з її різноманітними формами взаємодій формує і підтримує ініціатор, яким виступає паразит, а інші компоненти системи (хазяїн, резервуар, переносник) лише підтримують існування паразита як виду.

Своєрідність системи «паразит-хазяїн» виражається у її двоїстості: з одного боку – це антагонізм компонентів системи, а з іншого – стабілізація і згладжування антагоністичних взаємовідносин і формування рівноважної системи. Індивідуальні шляхи еволюції паразита і хазяїна йдуть паралельно, хоча і в різних напрямках: паразит удосконалює механізми адаптації до організму хазяїна, а хазяїн – механізми захисту від патогенної дії паразита. Але природний добір діє на систему «паразит-хазяїн» як на цілісну структуру, тому вона стає більш стійкою, що сприяє збереженню виду як паразита, так і хазяїна.

Загалом переходу до паразитичного способу існування сприяв низький ступінь організації організмів. Так, здебільшого паразитами є найпростіші і безхребетні, тоді як хазяями є переважно хребетні тварини. Тобто паразит зазвичай знаходиться на нижчому рівні еволюційного дерева, ніж його хазяїн, хоча бувають і винятки. Так, досить часто паразитами найпростіших є інші найпростіші організми, деякі комахи відкладають яйця в тіло інших комах.

Оскільки більшість паразитів можуть паразитувати у організмів кількох таксономічних груп, можна вважати, що паразитизм є поліфілетичним явищем, тобто його формування відбувалося в історичному аспекті в різних систематичних групах незалежно одна від одної і на різних етапах еволюції живої природи.

Важливою умовою підтримання системи паразит-хазяїн є поєднання максимальної пристосованості паразита до хазяїна зі збереженням життєвоважливих функцій і спричинення мінімальної шкоди останньому.

У багатьох випадках два і більше видів організмів взаємодіють протягом поколінь і взаємно адаптуються до еволюційних умов. Такі коєволюційні процеси характерні як для мутуалістичних, так і для антагоністичних систем, в тому числі системи «паразит-хазяїн». Але коєволюція в антагоністичних системах часто супроводжується виникненням таких змін в організмі паразита і хазяїна, що призводить до значного зростання патогенності і вірулентності паразита і, як наслідок, спричиняти важкий перебіг хвороби у хазяїна. Прикладом є коронавірусна хвороба, спричинена SARS-CoV-2, з високою смертністю населення [3].

Для утворення системи паразит-хазяїн вчені виділяють певні критерії: паразити і хазяї повинні існувати в певній екосистемі

і контактувати між собою; між паразитом і хазяїном повинні існувати просторові або трофічні зв'язки; імунна система хазяїна повинна уможливлувати знаходження паразита в його організмі, а патогенна дія паразита повинна бути незначною і не призводити до загибелі хазяїна.

Доведено, що хазяїн, як компонент системи, має різноманітні засоби захисту від паразита, певний стан імунної системи, стійкість і толерантність, зміна поведінки тощо. Ці засоби захисту існують поряд із великою кількістю паразитичних характеристик (вірулентність, патогенність, екстенсивність, інтенсивність, гострий або хронічний перебіг), особливістю життєвих циклів (кількість хазяїв, наявність переносника), різними механізмами передачі. Таке поєднання характеристик паразита і хазяїна можливе за рахунок сумісної коеволюції, яка відображає адаптацію хазяїв і взаємну контрадаптацію паразитів. Автори визначають основні характеристики теоретичної моделі взаємодії, які дозволяють зрозуміти коеволюцію системи паразит-хазяїн, і відносять сюди динаміку популяції і генетичну основу захворювань [1].

Паразитизм, як одна із форм взаємовідносин організмів, сформувалась давно і пройшла тривалий еволюційний розвиток. Деякі вчені вважають, що між паразитом і хазяїном встановлюється тісний метаболічний зв'язок.

Паразитизм з'явився одночасно з появою гетеротрофних організмів. Можливо розвиток паразитизму йшов різними шляхами, а стимулюючими факторами при цьому є захист від чинників довкілля, пошук житла, їжі, місця розмноження тощо. Становлення паразитизму є не однобічним процесом, в якому бере участь лише один організм, а одночасне формування взаємовідносин між двома організмами: паразитом і хазяїном.

Ймовірно, що перші контакти двох організмів переважно були нетривалими і закінчувалися загибеллю одного з них. Частіше гинуть паразит, який знешкоджувався імунною системою хазяїна.

В процесі еволюції паразитарних систем спостерігається розвиток толерантності з боку хазяїна до присутності паразита в його організмі, а з боку паразита з'являється здатність протистояти захисним реакціям хазяїна.

Явище паразитизму розвивалось різними шляхами. До прикладу походження ектопаразитизму можна пояснити збільшенням кількості джерел харчування, переходом від хижацтва до ектопаразитизму за рахунок подовження контактів з організмом хазяїна і збільшення тривалості харчування тощо.

Ендопаразитизм міг виникнути в результаті випадкового проникнення цист, яєць або личинок вільноживучих видів, які

попередньо адаптувалися до проживання у навколишньому середовищі. Прикладом може слугувати вугриця кишкова, яка в своєму життєвому циклі зберегла здатність розмножуватися як в ґрунті, так і в організмі людини. Ще можливі варіанти виникнення ендопаразитизму: в результаті переходу до паразитування в одному хазяїні після попередньої адаптації до паразитування в іншому (при поїданні хазяїв один одним); переходу ектопаразитизму до ендопаразитизму (зміна інстинкту відкладання яєць у мух і оводів і формування тканинного личинкового ендопаразитизму); переходу від порожнинного ендопаразитизму до внутрішньо-тканинного або внутрішньо-клітинного (наприклад, деякі стьожкові та круглі черви мають стадії, які паразитують як в порожнині кишечника, так і в тканинах одного й того ж хазяїна).

Цікавим еволюційним явищем є існування гіперпаразитів (видів, які паразитують на інших паразитах), які здатні впливати на екологію і еволюцію багатьох систем «паразит-хазяїн». Так, доведено, що гіперпаразити можуть суттєво впливати на вірулентність паразитів, індукуючи гіповірулентність (через зменшення розміру популяції паразита), або гіпервірулентність (через посилення виділення токсинів паразитом). Гіперпаразити завдяки своїм ефектам розглядаються як можливий фактор біологічного контролю багатьох паразитарних захворювань (наприклад, фаготерапія як альтернатива антибіотикам) [2].

Отже, явище паразитизму пройшло тривалий шлях еволюції і має різноманітні механізми походження; паразитизм – явище вторинне, про що свідчить умовність класифікації симбіотичних форм, здатність різних форм симбіотичних відносин переходити одна в одну, а також наявність в життєвих циклах багатьох паразитів вільноживучих стадій розвитку. Наслідком довготривалої сумісної коеволюції паразита і хазяїна є формування біологічних пристосувань, які уможливають існування обох організмів.

### Література:

1. Buckingham, L. J., Ashby, B. Coevolutionary theory of hosts and parasites. *Journal of Evolutionary Biology*. 2022. 35. P. 205–224. <https://doi.org/10.1111/jeb.13981>
2. Jason Wood, Ben Ashby. Hyperparasitism and the evolution of parasite virulence. *Evolution*. 2023. Volume 77. Issue 12. P. 2631–2641, <https://doi.org/10.1093/evolut/qpaa178>
3. Zinner D, Paciência FMD, Roos C. Host–Parasite Coevolution in Primates. *Life*. 2023. 13(3):823. <https://doi.org/10.3390/life13030823>