

ЛЕКЦІЯ № 1

ТЕМА: ЗООЛОГІЯ БЕЗХРЕБЕТНИХ ЯК НАУКА. ПІДЦАРСТВО НАЙПРОСТІШИ, АБО ОДНОКЛІТИННІ (PROTOZOA).

План лекції:

1. Зоологія безхребетних як наука.
2. Підцарство Найпростіші, або Одноклітинні (*Protozoa*).
3. Тип Саркомастигофора (*Sarcomastigophora*).
4. Тип Апікомплексні (*Apicomplexa*).
5. Тип Мікроспоридії (*Mixozoa*).
6. Тип Мікроспоридії (*Microsporidia*).
7. Тип Інфузорія (*Ciliophora*).

Основні поняття:

Зоологія, тип, клас, родина, вид, класифікація, систематика, ектоплазма, ендоплазма, фібрилярні структури, псевдоподії, джутики, війки, черепашка, типи обміну речовин: автотрофний або голофітний, гетеротрофний, мікотрофний, палінтомія, монотомія, синтомія, типи копуляції гамет: ізогамія, гетерогамія або анізогамія, оогамія, інкурвація, апікальний комплекс, метагенез, коноїд, роптрія, спорозоїт, ооциста, спора, трофозоїт, шизонт, гамонт, гамети, епімерит, протомерит, дейтомерит, спорогамія, шизогонія, ендодіогенія, екзоеритроцитарна шизогонія, багатоклітинні спори, спороплазма, меронт, амебоїдний зародок, кон'югація, екстросома, мікронуклеус, макронуклеус, ядерний дуалізм, циррі, мембрана, мембранела, ціліатура, кінета, цитостом, порошиця, цитопрокт, синкаріон, автогамія.

ЗООЛОГІЯ БЕЗХРЕБЕТНИХ ЯК НАУКА

Безхребетні тварини є складовою біосфери, їх разом із хребетними тваринами вивчає наука зоологія (від грец. *zoon*—тварина та *logos* — учення). Поділ зоології на два великі розділи — Зоологію безхребетних і Зоологію хребетних зумовлений численністю та різноманітністю представників тваринного світу, ступенем вивченості окремих груп і специфічністю методик їх дослідження.

На Землі налічується п'ять-вісім мільйонів видів безхребетних, із яких описано тільки півтора мільйона. До початку XIX ст. було описано близько 50 тис. видів хребетних і безхребетних тварин, а протягом XIX ст. і у першій половині XX ст. стали відомі вже майже півтора мільйона видів безхребетних. Темпи описання різних груп безхребетних і нині залишаються досить високими.

Накопичення знань про тварин почалося дуже давно, проте формування зоології як науки стало можливим лише після появи праць засновника сучасної систематики К. Ліннея (1707—1778), що розробив бінарну номенклатуру тварин у праці «*Systema naturae*» (1758). За цією номенклатурою кожний вид має власну назву, що пишеться латинською мовою й складається з двох слів — перше (з великої літери) — це назва роду, друге (з малої літери) - видовий епітет. Крім того, К. Лінней розробив ієрархію таксонів, зокрема таких, як клас, ряд, рід і вид. Потім Ж. Кюв'є (1769—1832) увів поняття «тип» як вищий таксон, у якому об'єднуються класи тварин, що мають однаковий план будови. Пізніше ієрархію було доповнено ще однією категорією — родиною.

Ці п'ять категорій: **тип, клас, ряд, родина та вид** є обов'язковими систематичними категоріями, під які підпадає будь-який організм, решта — наприклад триби та всі таксони з префіксами над-, під- тощо — є допоміжними й використовуються переважно в систематиці великих груп тварин.

Велика кількість знань про тварин зумовила диференціацію зоології на ряд окремих наук за об'єктами дослідження (наприклад, ентомологія вивчає комах, малакологія — моллюсків, протозоологія — найпростіших, гельмінтологія — паразитичних червів тощо) та за предметом дослідження (морфологія тварин вивчає їх внутрішню й зовнішню будову, фізіологія — функції окремих органів і організму в цілому, філогенія — конкретні шляхи еволюції окремих груп тварин та їхні родинні зв'язки, зоогеографія — розподіл тварин на суходолі та в гідросфері тощо). Історію тваринного світу вивчає палеозоологія — наука про викопних тварин.

ПІДЦАРСТВО НАЙПРОСТІШИ, АБО ОДНОКЛІТИННІ (PROTOZOA). ТИП САРКОМАСТИГОПФОРА (SARCOMASTIGOPHORA)

Найпростіші - це еукаріотичні організми, що перебувають на клітинному рівні організації, повноцінні в морфологічному і фізіологічному відношеннях. Серед них є одноклітинні та колоніальні організми, багатоядерні плазмодії, багатоклітинні форми.

Назва «найпростіші» не відображає їх будову, яка є складною, однак складність організації стосується клітинних структур, а не багатоклітинних утворень, як у багатоклітинних (*Metazoa*).

Розміри найпростіших коливаються від 2 мкм до 5 см (у середньому — 5—250 мкм). Найменший вид - внутрішньоклітинний паразит великої рогатої худоби *Babesia bovi*, розміри якого не перевищують 2—2,5 мкм. Разом з тим розміри колоній радіолярій можуть досягати 25 см.

Для найпростіших характерна різноманітність форм симетрії. Серед них є сферичні та види з променевою й двобічною симетрією. Значна кількість найпростіших є асиметричними. Найбільш різноманітні форми симетрії трапляються у планктонних морських радіолярій: вони мають мінеральний скелет, який часто утворює складні

правильні геометричні фігури. Джгутикові та вйчасті, що швидко рухаються, мають особливий тип симетрії — п'япнову.

Клітина найпростішого, як і будь-яка еукаріотична клітина, має такі загальноклітинні органіди, як, ядро, мітохондрії (у деяких джгутикових їх немає), рибосоми, ендоплазматична сітка, апарат Гольджі, лізосоми тощо. Проте клітина найпростішого, оскільки вона є повноцінним організмом, має ще й специфічні органели, що різняться в різних типів найпростіших. Клітина найпростішого обмежена мембраною, або плазмалею, яка має мозаїчну будову, типову для біомембран. Зовні до цитоплазматичної мембрани прилягає глікокалікс, який складається з мукополісахаридів.

У цитоплазмі найпростіших можна виділити два шари — зовнішній, більш щільний, драглистий (стан геля) - *ектоплазму* та внутрішній, зернистий, рідкий стан золя) — *ендоплазму*. Ці шари мають здатність взаємно перетворюватися один на одиний.

Всі найпростіші мають ядерний апарат. Він складається здебільшого з одного ядра, проте часто трапляються й багатоядерні форми. В ядрі найпростіших, як і у багатоклітинних, відбувається синтез і-РНК, яка бере участь у синтезі білка.

Найпростіші містять різноманітні фібрилярні структури — *мікрофіламенти* та *мікротрубочки*. *Мікрофіламенти* (товщина 4—10 нм)—це скоротливі структури, що відповідають за рухливість клітин. Вони викликають скорочення тіла або окремих його частин (наприклад, стебельця коловійчастих інфузорій), беруть участь у поділі. *Мікротрубочки* - це відносно жорсткі елементи, які часто виконують роль цитоскелета, вони фіксують певне положення в клітині різних органел. Взаємодіючи з мікрофіламентами, мікротрубочки забезпечують рух найпростіших.

Найпростіші рухаються за допомогою тимчасових виростів цитоплазми — *псевдоподій* або особливих утворів — *джгутиків* і *вйок*.

У цитоплазмі прісноводних найпростіших містяться скоротливі вакуолі, переважно одна, але іноді дві або 15-20. Основна функція скоротливих вакуолю - осморегуляція.

Розмноження найпростіших відбувається нестатевим та статевим шляхом. На відміну від багатоклітинних, для яких характерний *омногенез* (індивідуальний розвиток), у найпростіших відбувається закономірна зміна окремих одноклітинних поколінь, що називається *життєвим циклом*.

КЛАС САРКОДОВИ (SARCODINA)

Форма тіла саркодових змінюється в певних межах, а кількість, будова і форма псевдоподій служать таксономічною ознакою. До класу Саркодіна належать 3 підкласи: *Коренніжки*, *Променяки* та *Сонцевіки*.

Роздивимось особливості підкласу *Коренніжки (Rhizopoda)*. До ряду *Амеби (Amoeba)* відносяться як вільно існуючі, так і паразитичні форми. В організмі людини мешкає 7 видів амеб. Відповідно сучасним поглядам, в просвіті кишечника людини паразитують дрібні, “просвітні” форми *Entamoeba histolitica*. Живляться вони, імовірно, бактеріями, які містяться в невеликих травних вакуолях. Потім кишкові амеби переходять до еритрофагії, з'являється велика “тканева” форма – *F. magna*.

Виникнення великих еритрофагів Entamoeba histolitica не є причиною захворювання, як вважалося раніше, а лише наслідком руйнування слизової оболонки.

Дрібні просвітні форми періодично після декількох циклів безстатевого розмноження приступають до інцистування. Перед цим амеби перестають жити та рухатись. Механізм перетворення безпечної просвітньої форми в небезпечного збудника важкого захворювання – амебіазу – виявлено не до кінця.

В останні роки все більше уваги приділяється вивченню взаємовідносин між дизентерійною амебою та кишковими бактеріями. З'ясувалось, що при відсутності бактеріальної флори у кишечнику, амеби не тільки не викликають захворювання, але й не зможуть прижитися в організмі хазяїна.

Представники ряду *Черепашкові амеби (Testacea)* мають скелет. У черепашкових амеб черепашка утворена органічними речовинами – псевдохітином. У деяких видів кремнеземом, який розчинено у воді, він поглинається найпростішими, а потім виділяється на їх поверхню у вигляді склоподібних лусочок в спеціальних вакуолях.

Багаточисельні представники ряду *Форамініфери (Foraminifera)* мають черепашку: органічну або вапнякову. Черепашка *Foraminifera* може бути відносно простою, складатися із одної камери або бути багатокамерною. Форма камер та їх взаємне розташування дуже різноманітне і є основою систематики форамініфер. Слід зазначити, що в їх циклі розвитку є ріст та ускладнення клітин. Життєві цикли форамініфер складні і супроводжуються чергуванням безстатевого та статевих поколінь. Розглянемо цикл розвитку *Muxotheca arenilega*. Зигота росте, ядро її ділиться мітозом, при цьому утворюється багатоядерна особина – *агамонт*. Потім починається редукційне ділення агамонта, утворюється агамети, які мають гаплідний набір хромосом. Агамета росте та перетворюється на дорослу макросферичну форму – *гамонт*. Із гамонта мітотичним діленням ядра утворюються гамети, які зливаються в зиготу.

Для представників підкласу *Променяки (Radiolaria)*, які мешкають у планктоні морів та океанів, характерно наявність центральної капсули, яка складається із органічних речовин, та внутрішнього мінерального скелету різноманітної форми та будови. Ядро радіолярій поліплоїдне. Серед них є колоніальні та поодинокі організми.

Представники підкласу **Сонцевики (Heliozoa)** – мешкають у прісній або морській воді. Більшість з них організми, які вільно плавають і не мають скелета; тільки деякі прикріплюються до субстрату за допомогою тоненької стеблинки. Їх псевдоподії мають фібрили – аксоподії.

КЛАС ДЖГУТИКОНОСЦІ (*MASTIGOPHORA*)

Характерною, але ж не обов'язковою рисою для джгутиконосців є наявність джгутика – органели руху. Джгутики відходять від базального тіла (кінетосоми), яка занурена в товщу ектоплазми. Кількість кінетосом та пов'язаних з ним джгутиків може варіювати від одного до декількох тисяч. У середині джгута знаходяться правильно розташовані трубчасті фібрили, які сплетені з спіралей макромолекул.

У джгутиконосців зустрічаються три типи обміну речовин:

Автотрофний або голофітний – коли організми самі синтезують органічні речовини, вони мають хроматофори, які містять хлорофіл (вольвокс та інші представники підкласу рослинних джгутиконосців).

Гетеротрофний (анімальний та сапрофітний) – джерелом їжі є готові органічні речовини тверді та розчинені у воді відповідно (тваринні джгутиконосці: трипаносоми, лейшманії тощо).

Міксотрофний – співіснують як гетеротрофний, так і автотрофний тип обміну речовин разом (евглена зелена).

Для більшості джгутиконосців є характерним безстатеве розмноження, статеве розмноження зустрічається переважно у рослинних джгутиконосців, які мають **палінтомічні** колонії.

Процес послідовних ділень без стадії росту і збільшення об'єму клітин називається **палінтомією**.

Монотомією називають такий спосіб безстатевого розмноження найпростішого при якому після акту ділення дочірні особини ростуть і відновлюють усі органоїди, які характерні для материнської клітини.

Синтомія – це коли вихідна клітина зразу, а не поступово розпадається на велику кількість дрібних клітин.

Серед джгутиконосців відомо **три типи копуляції гамет**:

Ізогамія - статеві клітини майже не відрізняються від вегетативних і між собою, вони рухомі та мають джгутики (*Polytoma uvella*).

Гетерогамія або анізогамія - існують мікро- та макрогамети, які зливаються між собою, вони рухомі, мають джгутики (*Eudorina, Pandorina*).

Оогамія – жіноча статеві клітина велика та нерухома, чоловіча рухома та має джгутики (*Volvox globator*).

При вивченні цього класу на особу увагу заслуговують колоніальні вольвокси, які представляють еволюційний інтерес. Колонія *Volvox* складається з багатьох тисяч клітин і представляє собою кулю. Клітини розташовані в один ряд і у дорослої колонії звернені джгутама назовні. У середині кулі є порожнина, і таким чином, колонія вольвоксу має внутрішнє середовище. У вольвоксових спостерігається диференціація клітин колонії – наявність генеративних та соматичних клітин; наявність статевих процесів – копуляція; розвиток дочірніх колоній усередині материнських у стані **інкувації** (стан колонії з джгутиковими кінцями усередині тіла – материнського організму).

В підкласі **Тваринні джгутиконосці** зустрічається значна кількість паразитичних найпростіших – збудників хвороб людини та тварин.

Ряд Kinetoplastida характеризується поліморфістю видів. Найпростіша стадія – промастіготна - коли тварини мають 1 джгут і кінетопласт. Трипромастіготна форма характеризується наявністю подовженого та загостреного на кінцях тіла, а кінетопласт розташований позаду ядра, ближче до заднього кінця тіла. Амастіготна форма має округлу форму. Серед кінетопластид найбільше значення мають трипаносоми (викликають Сонну хворобу людей, злучну хворобу коней тощо) та лейшманії (Кала-азар, Східну пендинку), у них чітко виражені життєві цикли без статевих процесів.

ТИП АПІКОМПЛЕКСНІ (*APICOMPLEXA*)

Цей тип об'єднує понад 6 тис. видів внутрішньоклітинних, рідше порожнинних паразитів різних тварин. Найхарактернішою рисою представників типу є особливий план будови активних фаз життєвого циклу - *мерозоїтів* і *спорозоїтів*. Це видовжені клітини, вкриті пелікулою, яка складається з плазматичної мембрани та з прилеглою до неї зсередини шару мікротрубочок, що тягнуться до заднього кінця клітини. На **передньому** кінці розташований **апикальний комплекс**, що містить специфічні органели для проникнення паразита всередину клітин хазяїна, які видно під електронним мікроскопом. До складу апікального комплексу входять *коноїд*, що має форму зрізаного конуса й складається із спіральне закручених, щільно прилеглих одна до одної фібрил; на верхівці є пара компактних *полярних (преконоїдальних) тілець*.

У передній третині тіла розташовані пляшкоподібні *роптрії* та ниткоподібні *мікронеми*. Коноїд є опорною структурою. Роптрії, ймовірно, заповнені лізуючими ферментами, які розкладають поверхню клітини хазяїна. Мікротрубочки, що тягнуться через усю клітину під пелікулою, виконують опорну функцію, надаючи клітині сталої форми. В одному або кількох місцях клітинна пелікула переривається, мембрана стає одношаровою — утворюється *мікропора*. Можливо, вона виконує роль клітинного рота, через який здійснюється піноцитоз. Оскільки мікропору видно лише під електронним мікроскопом, її часто називають *ультрацитостомом*. Деякі групи мають кілька ультрацитостомів.

Для всіх апікокомплексних характерний **метазенез** із зоготичною редукцією; у деяких статевий процес невідомий. Інвазійною стадією представників цього типу є **спорозоїти**, що перебувають у захисній оболонці — **ооцисті**, всередині якої може налічуватися чотири, вісім і більше спорозоїтів, які в свою чергу можуть вкриватися додатковими оболонками, утворюючи **спори**. В організмі хазяїна спорозоїти виходять з оболонок спороцисти та

спори, потрапляють всередину клітин, де живляться та ростуть. Це — стадія *трофозойта*. Найчастіше вони розмножуються всередині клітини хазяїна шляхом багаторазового поділу, тобто *шизогонії*. У результаті поділу утворюються мерозойти, що виходять із клітини, уражують нові клітини, де повторюється шизогонія й формуються нові мерозойти. Через кілька поколінь мерозойтів утворюються *гамонти*, з яких розвиваються *гамети*.

У апікомплексних відомі всі типи статевого процесу, *ізо-, анізо- та оогамія*. Зигота оточується оболонкою (ооцистою), всередині якої відбувається мейоз, а інколи ще й кілька мітозів з утворенням спорозойтів, часто вкритих оболонками (спори).

КЛАС СПОРОВИКИ (*SPOROZOA*)

Клас Споровики має типову для Апікомплексних у цілому будову й складається з рядів Грегарини та Кокцидієподібні.

Ряд Грегарини

Це своєрідна група порожнинних паразитів безхребетних. Більшість видів мешкає в кишечнику членистоногих, переважно комах. Деякі грегарини паразитують також у інших групах безхребетних — кільчаках, голкошкірих. Частина видів живе в порожнині тіла, в статевих органах тощо. Налічується близько 500 видів грегарин. Для багатьох видів характерний період внутрішньоклітинного паразитування.

Розмір грегарин коливається від 16 мкм до 16 мм. Найскладніше збудовані грегарини, що живуть у кишечнику членистоногих, їх тіло складається, як правило, з трьох частин: передньої — *епімерит*, середньої — *протомерит* і задньої — *дейтомерит*, що розділяються складками пелікули. Єдине ядро розташоване в дейтомериті. Епімерит призначений для прикріплення тварини до стінки кишечнику, на ньому часто містяться гачки чи відростки складнішої будови. Молода особина спочатку паразитує всередині клітини, живлячись через цитостом, розташований на епімериті. В процесі розвитку паразит потрапляє з клітини в порожнину кишечнику, залишаючись прикріпленим за допомогою епімериту до залишків клітини. Коли у грегарин починається статевий процес, епімерит відкидається.

Грегарини, які паразитують у порожнині тіла, статевих залозах та інших органах, характеризуються простішою будовою, їх тіло має червоподібну форму.

У грегарин виділяють слиз, який через численні пори виходить назовні, ззаду стікає й застигає, утворюючи стебельце, що підтовхує тварину. Інші вважають, що слиз із силою викидається з пор, створюючи реактивну тягу.

У життєвому циклі більшості грегарин шизогонії немає, чергуються статевий процес і споруотворення (спорогонія). Інвазійною стадією є ооциста зі спорозойдами всередині.

Ряд Кокцидієподібні

Кокцидії – це внутрішньоклітинні паразити переважно хребетних, зокрема людини. Статевий процес у них відбувається у формі гетерогамії чи оогамії, причому з жіночого гамонту розвивається макрогамета, а з чоловічого гамонту – кілька мікрогамет.

Представники підряду Кокцидії – переважно паразити птахів та ссавців, які уражують хазяїв переважно у молодому віці. Будова спорозойдів та мерозойдів є характерною для представників типу.

Кокцидії частіше за все мешкають у епітелії кишечнику хазяїна: *Eimeria stiedae* – паразитує у жовчних протоках кролика, *Eimeria truncata* – у ниркових каналах птахів. До організму хазяїна потрапляють спори. Під дією травних ферментів хазяїна, в першу чергу трипсину та жовчі, руйнується оболонка та спорозойти проникають у епітелій клітини. Навколо їх утворюються паразитофорні вакуолі, які відіграють важливу роль у механізмі взаємодії клітини та паразита, що оселився у ній. Спорозойт округляється, росте та перетворюється на молодого трофозойта. Трофозойт має велику кількість мікроспор та каналців, за допомогою яких відбувається живлення паразита. Трофозойд швидко росте. Зрілий трофозойд майже у 100 разів більший за молодого. Потім відбувається процес шизогонії. У просвіт кишечнику виходять мерозойти. Мерозойт має ультроцистосом, коноїд, два полярних кільця, роптрії. Мерозойтам властивий аеробний тип обміну.

Шизогонія кокцидій відбувається асинхронно, і в зв'язку з цим в організмі ураженого хазяїна одночасно ростуть та розмножуються шизонти різних поколінь. Потім відбуваються процеси гаметогонії та спорогонії.

До кокцидій належить також паразит багатьох видів ссавців та людини – *Toxoplasma gondii*. Вважається, що 80% населення світу інвазовані цим паразитом, проте захворювання - токсоплазмоз розвивається не у всіх інвазованих.

Життєвий цикл відбувається зі зміною двох хазяїв. Основним або кінцевим хазяїном є представники родини котячих (кішка, леопард, тигр тощо), а проміжним – людина, різноманітні ссавці (гризуни, копитні тощо). Токсоплазма уражує клітини різних органів, насамперед мозку та ретикуло - ендотеліальної системи. Нестатеві стадії життєвого циклу мають серповидну форму й містять апікальний комплекс подібно до мерозойдів інших видів: всередині клітин хазяїна вони розмножуються шляхом **ендодіогенії**.

До кокцидій належать також м'ясні споровики (*Sarcosporidia*) – широко відомі паразити м'язів ссавців. Їх життєвий цикл подібний до циклу токсоплазм. Розвиток відбувається зі зміною хазяїв: кінцевий – хижі ссавці та людина, проміжні – різноманітні ссавці та птахи.

При вивченні **підряду кров'яні споровики** треба зазначити, що стадії розвитку у зовнішньому середовищі відсутні, а у циклі розвитку є зміна хазяїв. Життєвий цикл видів роду *Plasmodium* складається з трьох головних етапів: шизогонії (екзоеритроцитарна шизогонія у клітинах внутрішніх органів і ендоеритроцитарна шизогонія у еритроцитах хребетних тварин); гаметогонії та спорогонії.

Підряд піроплазми об'єднує внутрішньоклітинних паразитів усіх класів хребетних й іксодових кліщів. У тілі хребетних вони мешкають усередині еритроцитів і в клітинах лімфатичної системи, у кліщів в гемолімфі, яйцеклітинах тощо. Піроплазми – трансмісивні природно – вогнещеві захворювання, кінцеві хазяї та переносники – іксодові кліщі, проміжні хазяї – хребетні тварини. Життєві цикли дуже складні і до кінця не з'ясовані (еритроцитарна шизогонія або поділ навпіл). В апікальному комплексі всіх фаз розвитку коноїду немає.

Клінічними проявами піроплазмозів є пропасниця, порушення діяльності внутрішніх органів, поява в крові сечі. Якщо не вжити лікувальних заходів тварина (ВРХ, коні, собаки та інші свійські тварини) гинуть.

ТИП МІКСОСПОРИДІЇ (*MYXOZOA*)

До цього типу належать виключно паразити риб та холоднокровних хребетних. Для них характерна наявність багатоядерних вегетативних стадій – плазмодіїв амебоїдного типу, диференціація їх ядер на вегетативні (соматичні) та генеративні й утворення багатоклітинних спор.

Життєвий цикл відбувається в організмі одного хазяїна, який заражується, проковтуючи спори (інвазійна стадія). Спори мають досить складну будову, зовні вкриті оболонкою з 2-х або більше стулок, всередині біля одного полюса або на обох полюсах спори містяться особливі утвори – полярні, або жалкі, капсули та амебоїдний зародок (спороплазма) з двома гаплоїдними ядрами.

ТИП МІКРОСПОРИДІЇ (*MICROSPORIDIA*)

Внутрішньоклітинні паразити різних тварин: від найпростіших до хребетних. Ряд видів паразитує у інших паразитів: грегарин, трематод, паразитичних нематод. Характерною ознакою є утворення в кінці життєвого циклу одноклітинних спор, вкритих єдиною оболонкою, що містять одно- або двоядерний зародок і апарат екструзії (проникнення в клітину хазяїна), обов'язковим компонентом якого є полярна трубка. На всіх стадіях розвитку мікроспоридії позбавлені власних мітохондрій та лізосом. Вегетативні стадії мікроспоридій (*спороплазма та меронт*) локалізуються в цитоплазмі клітин або ядрі. Спори вкриті тришаровою оболонкою, в середині містять одно- або двоядерний зародок (спороплазма), полярoplast, задню вакуолю, полярну трубку, полярний якірний диск. Усі органіди, крім зародка, взаємопов'язані морфологічно та функціонально й утворюють апарат екструзії.

Зараження мікроспоридіями призводить до порушень таких фізіологічних процесів як линяння, метаморфоз, діапауза тощо. Свій життєвий цикл вони проходять в 1 або 2 хазяїнах (дрібних ракоподібних, личинках кровосисних комарів, в тувових шовкопрядях, медоносних бджолах, морських та прісноводних рибах). Відомо 5 видів, що уражують теплокровних тварин, які можуть заражати людину (найчастіше – це *Encephalitozoon cuniculus*). Виявлено, що 30% хворих на СНІД гинуть саме від мікроспородіозу.

ТИП ІНФУЗОРИЇ (*CILIOPHORA*)

Представники типу мешкають переважно у водному середовищі, серед них є також симбіотичні та паразитичні форми. Відомо близько 7,5 тис. видів інфузорій.

Це організми порівняно великих розмірів (50–300 мкм); окремі види (1–3 мм) **вкриті війками протягом усього життя або лише на певних фазах життєвого циклу**. Для них характерний **ядерний дуалізм** – одне вегетативне ядро великих розмірів (макронуклеус) і одне або кілька генеративних ядер (мікронуклеус). Інфузорії розмножуються поділом або брунькуванням, а також мають особливий тип статевого процесу – **кон'югацію**. Ектоплазма (**кортекс**) інфузорій має дуже складну будову, яку вивчено за допомогою електронно-мікроскопічних методів. У кортексі містяться різноманітні структури, що забезпечують сталість форми тіла. Зовнішня частина, кортексу – пелікула – утворена плазматичною мембраною (плазмалемою) та розташованими під нею сплющеними мішечками, які мозаїчно з'єднані між собою.

У пелікулі перпендикулярно до її поверхні містяться **екструсомми** – пухирцевидні утвори, всередині яких міститься особливий білок. Вони вистрілюються клітиною під час подразнення, багаторазово подовжуючись внаслідок розтягування білкових молекул. У більшості війчастих вони мають вигляд видовжених тілець, добре помітних під світловим мікроскопом і називаються **трихоцистами**. Викидаються трихоцисти назовні під час будь-якого сильного механічного чи хімічного подразнення, висихання тощо, їх функцію остаточно не з'ясовано. Припускається, що вони містять отруйні речовини, які вбивають ворогів або виконують функції осморегуляції, прикріплення тощо.

Війки інфузорій — органели руху — за тонкою будовою не відрізняються від джугитиків. У найпростіших інфузорій вони рівномірно вкривають усю поверхню тіла, проте часто концентруються на певних ділянках або спеціалізуються, утворюючи циррі, мембрани або мембранели.

Циррі — це пучки або китиці з війок, завдяки яким найпростіші можуть «бігати» по субстрату чи «стрибати» в товщі води.

Мембрани — це ряди війок, з'єднані між собою. У мембранелах війки розташовані в ряд, однак не сполучені одна з одною. Мембрани та мембранели забезпечують рух води до ротового отвору. Сукупність усіх війок та їх похідних називається **ціліатурою**.

Війки рухаються узгоджено та розташовані рядами, що називаються **кінетами**. Більшість інфузорій, крім деяких ендопаразитичних форм (ряд *Astomatida*), має клітинний рот — **цитостом**. Найпростішою формою ротового апарата є термінальний рот, що міститься на передньому кінці тіла й оточений звичайною соматичною ціліатурою (*Holophrya*, *Prorodon*). Рот більшості інфузорій розміщений на бічній частині тіла й заглиблений у вп'ячування, або перистом (вестибулум), на дні якого відкривається клітинний рот. У деяких видів перистом веде до вузького каналу – глотки, або цитофаринксу, що закінчується в ектоплазмі.

Сисні інфузорії (*Suctoria*) цитостому не мають, у них є багато сисних шупалець. В кожному з них розвинена трубка, що складається з пучків мікротрубочок. За її допомогою цитоплазма здобичі, що прилипає до такого шупальця, всмоктується в тіло сисної інфузорії.

Перистом у неї переходить у цитофаринкс, який закінчується в ендоплазмі цитостомом – сліпою кишеною, відокремленою від ендоплазми однією мембраною. В цій кишені накопичуються часточки їжі й формується травна вакуоля, яка відшнуровується, а на її місці утворюється нова кишеня. Травна вакуоля переміщується в тілі інфузорії, проходячи шлях від місця утворення через усе тіло, й закінчує своє існування в клітинній **порошиці, або цитопрокті**.

Скоротливі вакуолі інфузорій, яких у однієї особини міститься одна або кілька, мають складну будову. Вакуоля — це скоротливий пухирець, що відкривається отвором (порою) назовні. В неї впадають зірчасте розташовані ампули, тобто кінці довгого тонкого каналу-провідника. Міцність та фіксоване положення цього комплексу в тілі зумовлюють стрічки з мікротрубочок, що починаються від стінок видільної пори та йдуть уздовж ампул і каналів. Ці стрічки в свою чергу укріплені спіралью розташованими мікротрубочками.

Нестатеве розмноження інфузорій має характер поділу. Під час поділу мікронуклеус ділиться мітотично, а макронуклеус перешнуровується навпіл. Якщо поділ клітини нерівномірний, він має характер брунькування.

Під час статевого процесу інфузорії злипаються бічними поверхнями, в області цитостому в них виникає цитоплазматичний місток. Статевий процес (кон'югація) не супроводжується утворенням гамет, замість них зливаються гаплоїдні ядра.

Кон'югація починається з того, що мікронуклеус збільшується, а макронуклеус розсмоктується. Мікронуклеус ділиться мейотично, з чотирьох гаплоїдних ядер, що утворилися, три розсмоктуються, четверте мітотичне поділяється на стаціонарне (жіноче) та мігруюче (чоловіче) ядра — пронуклеуси. Партнери обмінюються мігруючими ядрами, кожне з яких зливається зі стаціонарним ядром іншої особини з утворенням диплоїдного ядра (синкаріон), після чого особини розходяться.

Потім синкаріон шляхом послідовних мітозів утворює вісім ядер, з яких три гинуть, одне стає мікронуклеусом, а чотири – зачатками макронуклеусів. Внаслідок поділу мікронуклеуса ці протоплазми утворюють дві клітини з одним мікронуклеусом і двома зачатками макронуклеусів (цей процес повторюється). Зрештою, утворюються чотири клітини, кожна з яких містить по одному мікронуклеусу та одному зачатку макронуклеуса (обидва ядра диплоїдні). У зачатку макронуклеуса більшість хромосом гине, а ті, що залишилися, розпадаються на дрібні ділянки – окремі гени, більша частина яких також руйнується. Потім починається інтенсивний синтез ДНК, що веде до збільшення числа генів, що залишилися, в сотні та тисячі разів. Отже, хоча макронуклеус поліплоїдний, в ньому залишається лише невелика частина (1,6 %) геному мікронуклеуса.

Цикл розвитку інфузорій проходить з гаметичною редукцією. Його особливості – відсутність гамет і ядерний дуалізм. Якщо інфузорія не має партнера для кон'югації, статевий процес відбувається **автогамно**, тобто мігруюче та стаціонарне ядра зливаються всередині однієї особини.

Біологічний зміст кон'югації – обмін спадковим матеріалом між особинами, що веде до комбінаційної мінливості. Істотне значення має також відновлення макронуклеуса: під час поділів кількість генів у ньому зменшується, що сповільнює розвиток і ріст інфузорій.

Питання для самоконтролю:

1. Основні систематичні категорії зоології.
2. Загальна характеристика підцарства Найпростіші (*Protozoa*), типу Саркомастигофора (*Sarcomastigophora*).
3. Характеристика та основні представники класів Саркодові та Джугитиконосці.
4. Типи обміну речовин у найпростіших.
5. Характеристика типу Апікомплексні (*Apicomplexa*).
6. Цикли розвитку грегарин, кокцидій, токсоплазми, малярійного плазмодія.
7. Характеристика типу Міксоспориції (*Mixozoa*).
8. Характеристика типу Мікроспориції (*Microsporidia*).
9. Характеристика типу Інфузорія (*Ciliophora*). Безстатеве і статеве розмноження інфузорій, кон'югація.