

Херсонський державний університет  
кафедра ботаніки

# Excavata 1.

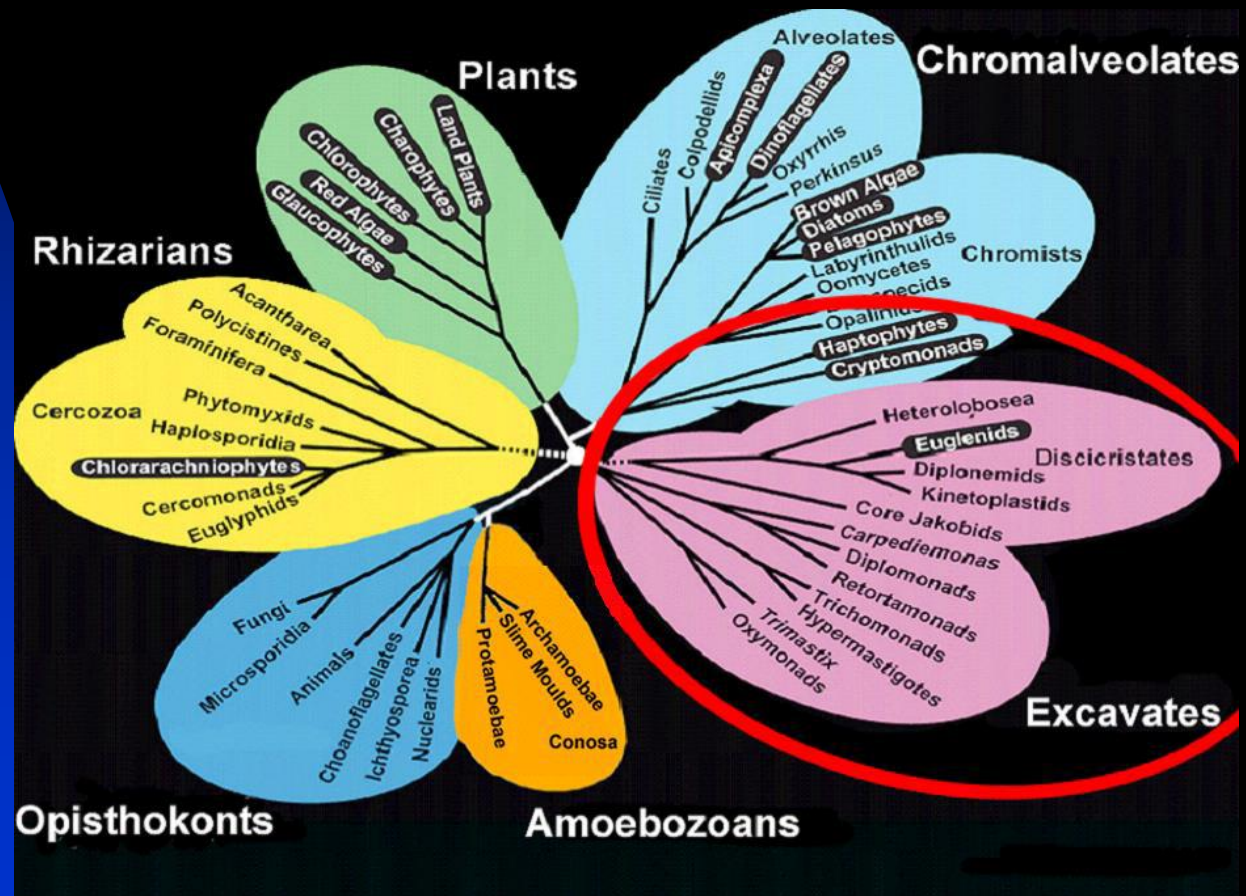
доктор біологічних наук,  
професор  
Олександр Ходосовцев

Херсон - 2020






# План лекції

1. Excavata
2. Fornicata
3. Parabasalia
4. Preaxostyla

# 1. Excavata



# Revisions to the Classification, Nomenclature, and Diversity of Eukaryotes

Sina M. Adl<sup>a,\*</sup> , David Bass<sup>b,c</sup> , Christopher E. Lane<sup>d</sup>, Julius Lukeš<sup>e,f</sup> , Conrad L. Schoch<sup>g</sup>, Alexey Smirnov<sup>h</sup>, Sabine Agatha<sup>i</sup>, Cedric Berney<sup>j</sup> , Matthew W. Brown<sup>k,l</sup>, Fabien Burki<sup>m</sup>, Paco Cárdenas<sup>n</sup> , Ivan Čepička<sup>o</sup>, Lyudmila Chistyakova<sup>p</sup>, Javier del Campo<sup>q</sup>, Micah Dunthorn<sup>r,s</sup> , Bente Edvardsen<sup>t</sup> , Yana Eglit<sup>u</sup>, Laure Guillou<sup>v</sup>, Vladimír Hampl<sup>w</sup>, Aaron A. Heiss<sup>x</sup>, Mona Hoppenrath<sup>y</sup>, Timothy Y. James<sup>z</sup>, Anna Karnkowska<sup>aa</sup>, Sergey Karpov<sup>h,ab</sup>, Eunsoo Kim<sup>x</sup>, Martin Kolisko<sup>e</sup>, Alexander Kudryavtsev<sup>h,ab</sup>, Daniel J.G. Lahr<sup>ac</sup>, Enrique Lara<sup>ad,ae</sup> , Line Le Gall<sup>af</sup> , Denis H. Lynn<sup>ag,ah</sup> , David G. Mann<sup>ai,aj</sup>, Ramon Massana<sup>q</sup>, Edward A.D. Mitchell<sup>ad,ak</sup> , Christine Morrow<sup>al</sup>, Jong Soo Park<sup>am</sup> , Jan W. Pawlowski<sup>an</sup>, Martha J. Powell<sup>ao</sup>, Daniel J. Richter<sup>ap</sup>, Sonja Rueckert<sup>aq</sup>, Lora Shadwick<sup>ar</sup>, Satoshi Shimano<sup>as</sup>, Frederick W. Spiegel<sup>ar</sup>, Guifré Torruella<sup>at</sup> , Noha Youssef<sup>au</sup>, Vasily Zlatogursky<sup>h,av</sup>  & Qianqian Zhang<sup>aw</sup>

© 2018 The Authors *Journal of Eukaryotic Microbiology* published by Wiley Periodicals, Inc. on behalf of International Society of Protistologists  
*Journal of Eukaryotic Microbiology* 2019, **66**, 4–119

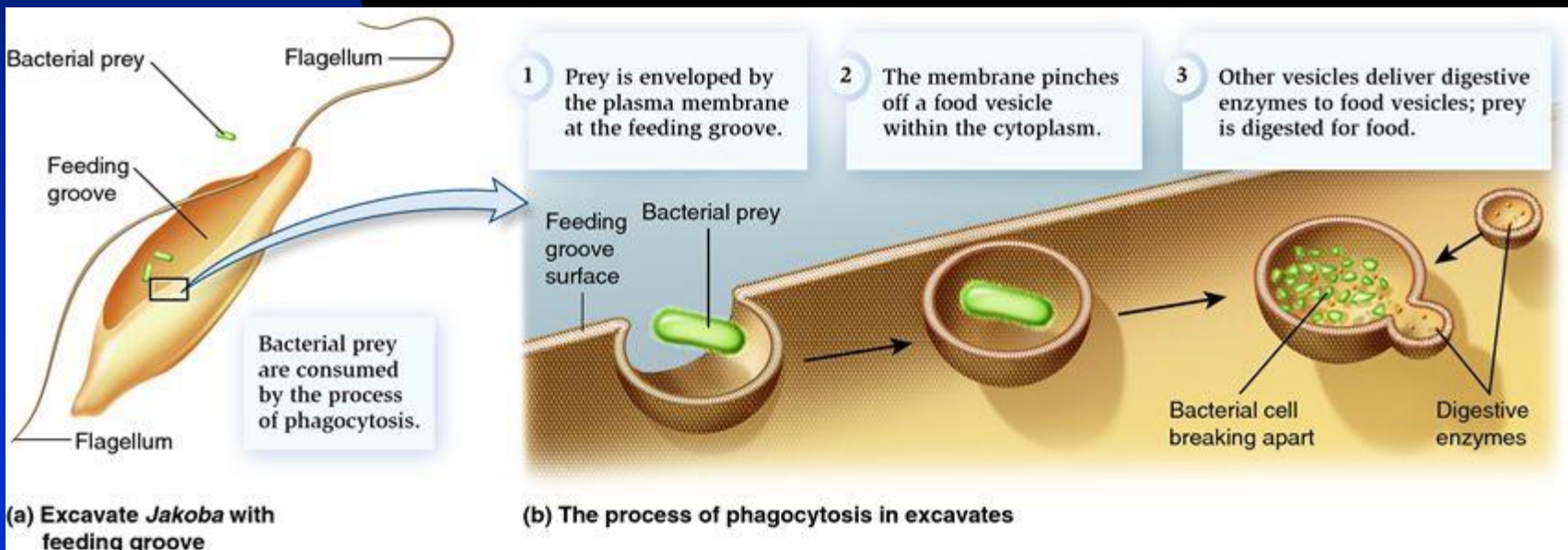
This is an open access article under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits use, distribution and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

**EXCAVATES** [Excavata Cavalier-Smith 2002, emend. Simpson 2003] (P)

Typically with suspension-feeding groove of the “excavate” type, secondarily lost in many taxa; feeding groove used for capture and ingestion of small particles from feeding current generated by a posteriorly directed cilium (F1); right margin and floor of groove are supported by parts of the R2 microtubular root, usually also supported by microtubular fibres (B fibre, composite fibre), and the left margin by the R1 microtubular root and C fibre. Grouping of Metamonada and Discoba and Malawimonads is somewhat controversial, although recent multigene phylogenies have markedly increased support for monophyly of Metamonada, and of Discoba, separately. Apomorphy: Suspension-feeding groove, homologous to that in *Jakoba libera*. Recent phylogenies indicate Metamonada and Discoba probably do not share the same node.

# Загальна характеристика

1. Мають цитостом специфічної будови «excavata»-типу: підвіска з Каверною (пазом) для живлення, який у багатьох видів був втрачений Протягом еволюційного процесу.
2. У більшості видів відсутні мітохондрії, а замість них гідрогеносоми або мітосоми.
3. У мітохондріальних видів дисковидні або трубчасті кристи.
4. Від двох до чотирьох джгутиків.
5. Паразити, симбіонти або вільноіснуючі організми.



# Metamonada – група першого рангу

Анаеробні або мікроаерофіли, мтохондрії без крист та без геному (гідрогеносоми або мітосоми); клітини із джгутиками, звичайно з 4 кінетосомами в одній кінетиді; деякі вільноїснуючі, більшість ендобіотичні або паразити.

● **Metamonada** Grassé 1952, emend. Cavalier-Smith 1987

Anaerobic/microaerophilic, either with modified mitochondria that lack cristae, are nonrespiratory, and lack a genome (e.g. hydrogenosomes or mitosomes), or without mitochondria; mostly ciliated cells, ancestrally with four kinetosomes per kinetid, though a great variation exists; some free-living, many endobiotic, some parasitic. Apomorphies: mitochondrial organelles anaerobic and non-respiratory (secondarily lost in oxymonads); four kinetosomes per kinetid (secondarily modified in a number of lineages).

## 2. Fornicata

Відсутні типові мітохондрії.

- 1) Проста кінетида та ядро, або пара ядер та кінетид.
- 2) Дві або чотири кінетосоми (базальні тільця).

●● Fornicata Simpson 2003

With a single kinetid and nucleus, or a pair of kinetids and nuclei; 2-4 kinetosomes and 1-4 cilia per kinetid; usually with a feeding groove or cytopharyngeal tube associated with each kinetid. Nonrespiratory mitochondria without cristae. Apomorphy: "B fibre" originates against R2 microtubular root (secondarily lost in Diplomonadida and Caviomonadidae).

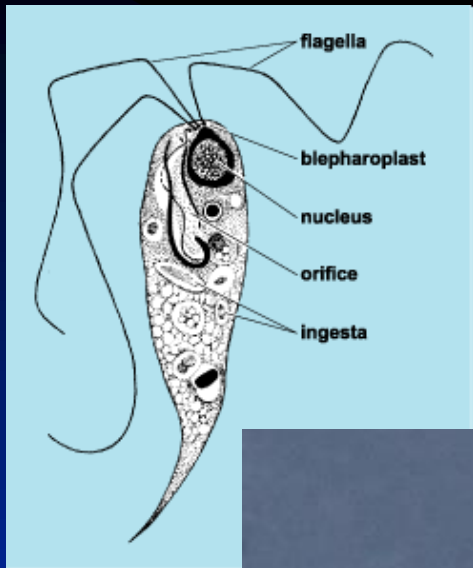


# Retortomonadida

## ●●● Retortamonadida Grassé 1952 (P)

Single ciliary apparatus with four kinetosomes and either two (*Retortamonas*) or four (*Chilomastix*) emergent cilia; posterior cilium has 2–3 vanes and is associated with a ventral feeding groove with posterior cytostome; cell surface often underlain by a corset of microtubules; all endobiotic, except for one free-living species. Apomorphy: “lapel” structure as an electron-dense sheet supporting the anterior origin of the peripheral microtubules. *Chilomastix*, *Retortamonas*. Note that molecular phylogenetic studies currently do not support monophyly, perhaps due to misidentification/polyphyly of *Retortamonas* spp.

# Retortomonadida



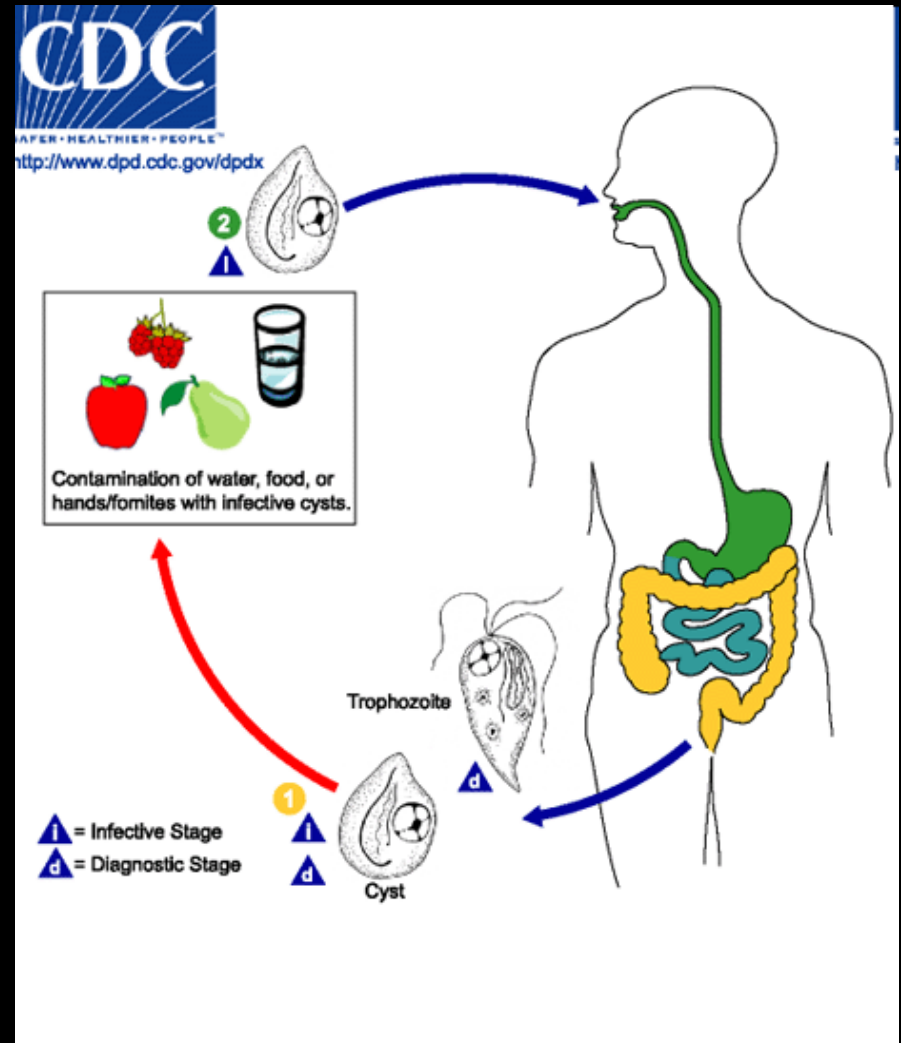
- 1) Чотири кінетосоми.
- 2) Два або чотири джгутика
- 3) Ендосимбіонти або рідше вільноіснуючі.

*Chilomastix*



*Retortomonada*

*Chilomastix mesnili*, *C. bettencourti*,  
*C. caprae*, *C. cuniculi*, *C. equi*, *C.*  
*gallinarum*, *C. intestinalis*, *C.*  
*wenrichi* – непатогенні протісти, з  
сліпої кішки, ГОЛОВНИМ ЧИНОМ,  
гризунів, кіз, кроликів, коней, кур,  
індюків та морських свинок.



# Diplomonadida

## ●●● Diplomonadida Wenyon 1926

Usually with 'diplomonad' cell organization, namely a pair of kinetids and two nuclei; some taxa ('enteromonads') have a single kinetid and nucleus, probably secondarily; each kinetid usually with four ciliated kinetosomes but sometimes only two or three ciliated; at least one cilium per kinetid directed posteriorly, associated with a cytopharyngeal tube or groove, or stretching as free axoneme axially within the cell; various nonmicrotubular fibres supporting the nucleus and cytopharyngeal apparatus; free-living or endobiotic, often parasitic. Apomorphy: diplomonad cell organization.

### ●●●● Hexamitinae Kent 1880

With cytopharyngeal tube or groove; with an alternate genetic code—TAR codons for glutamine; several have a single kinetid and nucleus; endobiotic or secondarily free-living. *Enteromonas*, *Gyromonas*\*, *Hexamita*, *Spiroucleus*, *Trepomonas*, *Trigonomonas*\*, *Trimitus*.

### ●●●● Giardiae Kulda & Nohýnková 1978

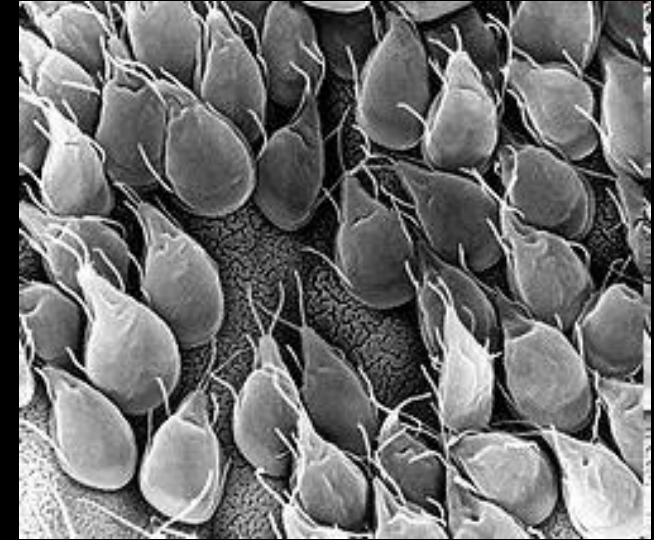
Without distinct feeding apparatus; one posteriorly directed cilium from each kinetid (F1) runs through the length of the cell axially and is intracytoplasmic; with standard genetic code; all endobiotic and with 'diplomonad' cell organization. *Brugerolleia*\*, *Giardia*, *Octomitus*.

# Diplomonadida

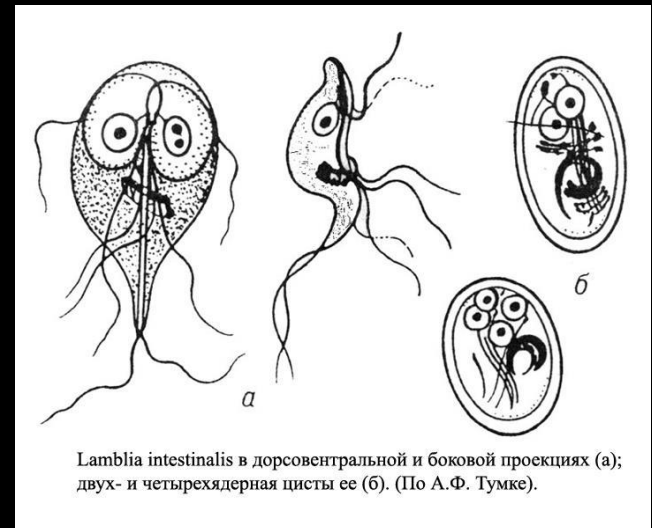
Мають подвійний набір органоїдів: 2 ядра та 8 джугиків.

1859 – відкрив професор  
Харківського  
університету Душан  
Федорович Лямбль  
(1824—1895)

1888 - французький  
вчений Бланхард  
запропонував назвати цих  
найпростіших на честь  
Лябля - *Lamblia*  
*intestinalis* (Lamble, 1859).



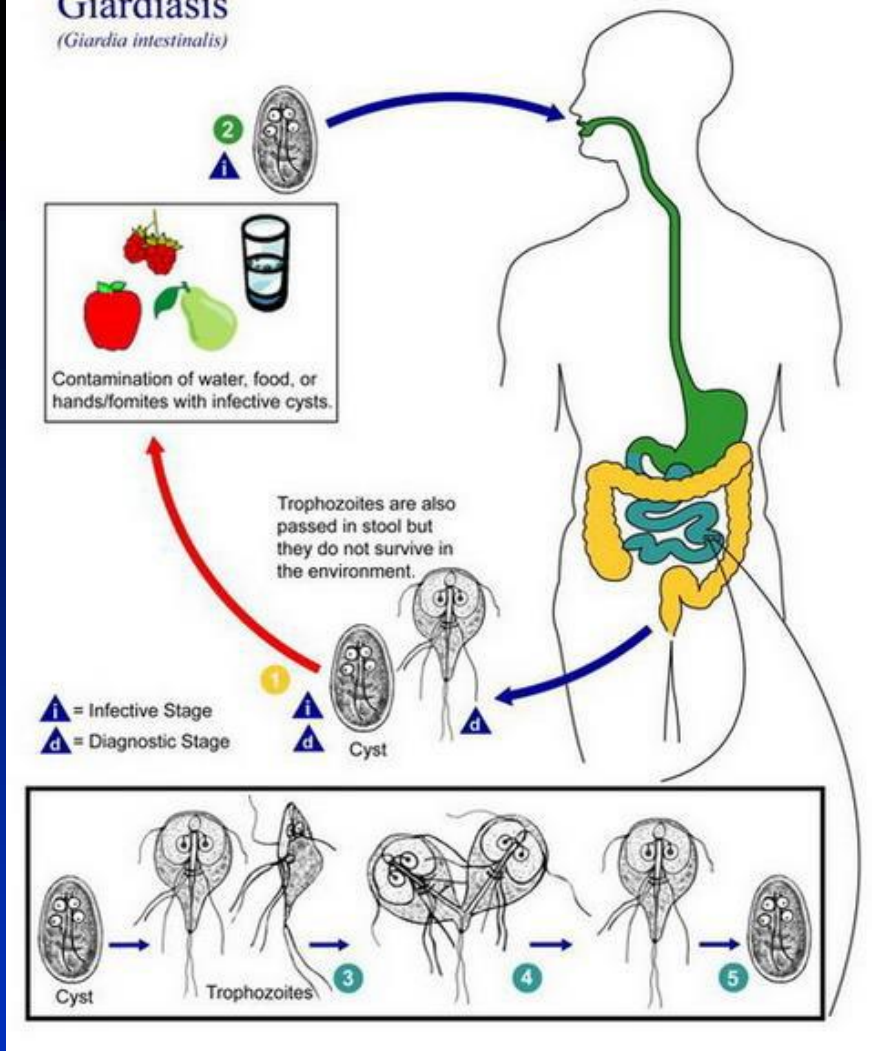
Трофозоїти *Giardia* прикріплені до епітелію



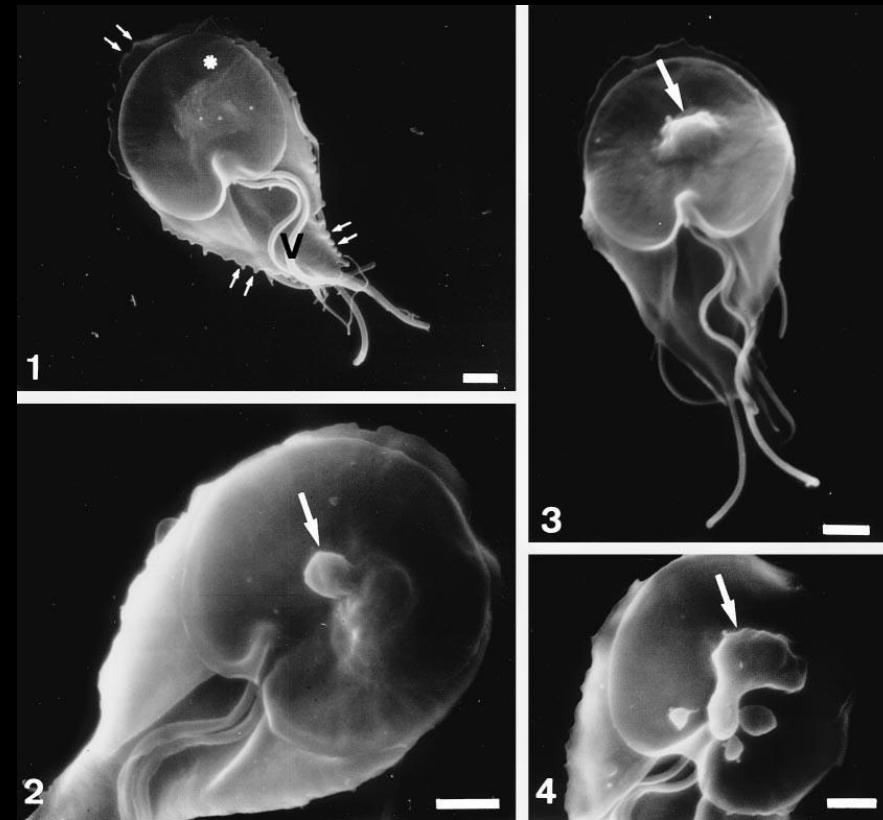
*Lamblia intestinalis* в дорсовентральной и боковой проекциях (а);  
двух- и четырехядерная цисты ее (б). (По А.Ф. Тумке).

# Giardiasis

(*Giardia intestinalis*)



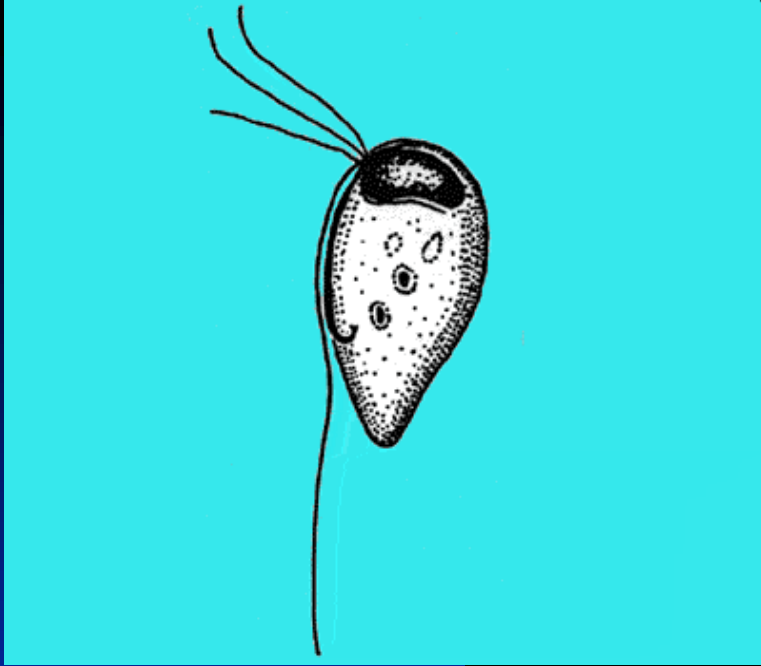
# Лямбліоз (гіардіоз)



протозойное заболевание, протекающее как в виде латентного паразитонительства, так и в манифестных формах с преимущественным поражением средних отделов желудочно-кишечного тракта.

06.04.2020

Показано: адгезивный диск, вентолатеральный гребень, вентральный жгутик



*Enteromonas hominis*



*Enteromonas caviae* – морські свинки;  
*Enteromonas hominis* – людина, мавпи;  
*Enteromonas intestinalis* – кролики;  
*Enteromonas ratti* – пацюки;  
*Enteromonas suis* – свиня;  
*Enteromonas wenyoni* - опосум *Didelphis aurita*

Живе у тонкому кишковикі людини і багатьох видів ссавців, патогенність не встановлена

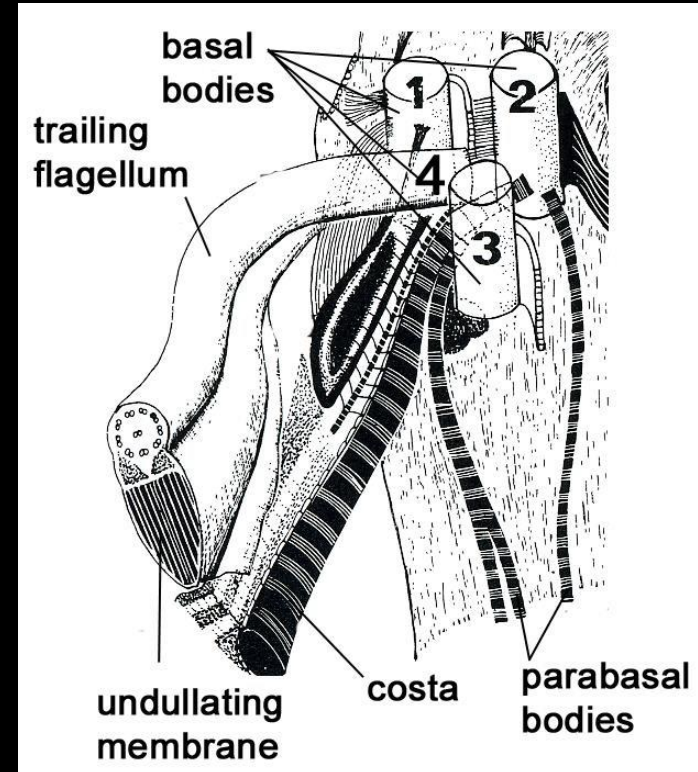
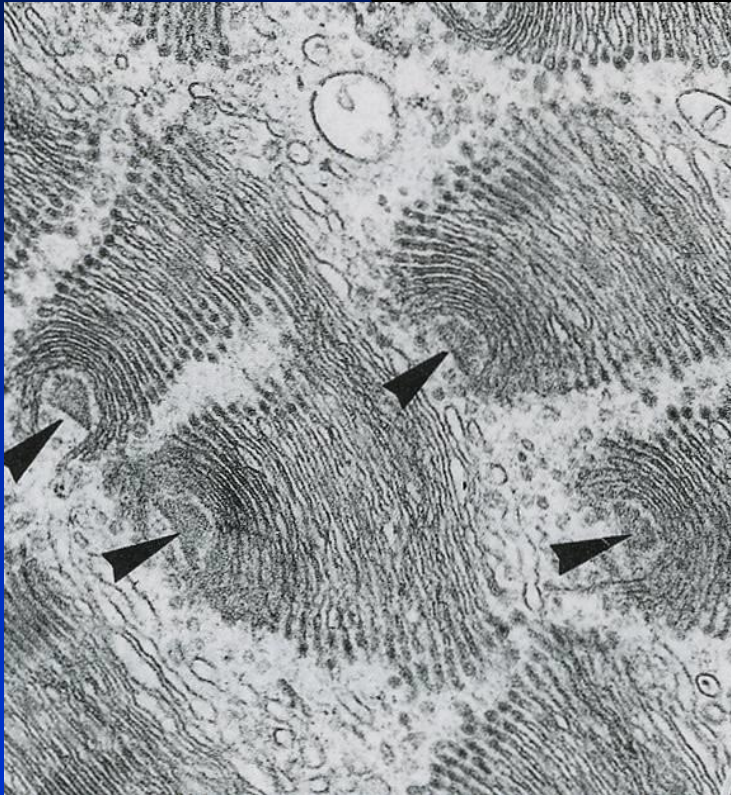
# 3. Parabasalia

## ●● Parabasalia Honigberg 1973

Cells with a parabasal apparatus—two or more striated parabasal fibres connecting the Golgi apparatus to the ciliary apparatus; kinetid ancestrally with four cilia/kinetosomes, but frequently with additional cilia (one to thousands); one kinetosome bears sigmoid fibres that connect to a pelta-axostyle complex; reduction or loss of the ciliary apparatus in some taxa, multiplication of complete or parts of the ciliary apparatus in other taxa; closed mitosis with an external spindle, including a conspicuous microtubular bundle; mitochondria transformed to acristate hydrogenosomes; mostly endobiotic, some parasitic, some free-living, presumably secondarily. Apomorphy: parabasal apparatus.



- 1) Джгутики розташовані в одному або більшій кількості кластерів біля передньої частини клітини.
- 2) Базальні тільця пов'язані з парабазальними мікротрубочками, які прикріплюються до апарату Гольджі (парабазальні тільця).
- 3) Не містять мітохондрії, замість них гідрогеносоми.



Гідрогеносоми – круглясті мікротельця з щільною мембраною та дрібнозернистим матриксом та ущільненою центральною частиною. Здатні ділитися з утворенням 2х дочірніх органел.

- Дві мембрани, але немає внутрішніх цист.
- Одна група знаходиться біля увігнутої поверхні кости.
- Друга – біля аксостилю.
- Тісно пов'язані з ЕПС та іншими органелами за допомогою транспортних пузирьків.
- Немає геному.
- Немає циклу трикарбонових кислот. Продукує молекулярний водень у якості кінцевого продукту ферментативного розщеплення вуглеводнів.
- Анаэробный метаболизм.

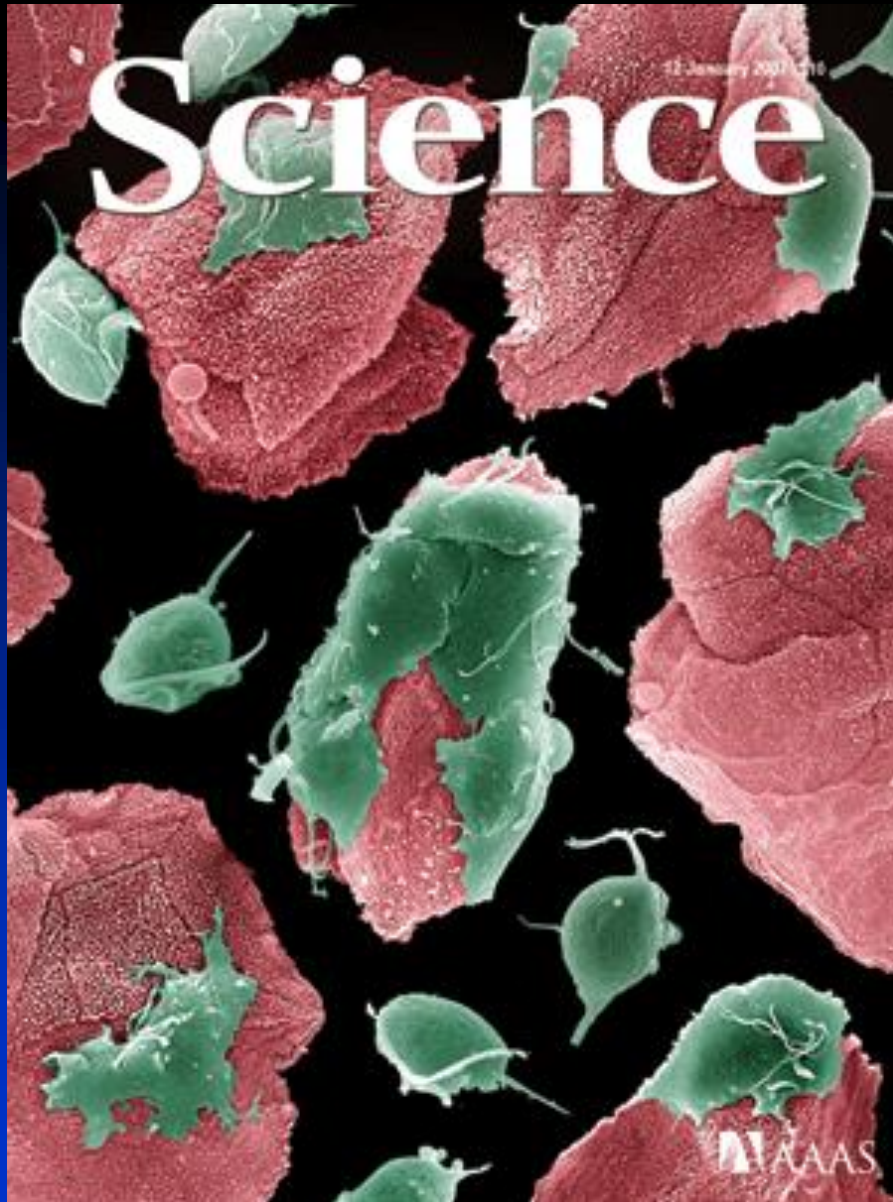
# Trichomonadida

## ●●● Trichomonadida Kirby 1947

Four to six (four ancestrally) cilia with one ciliary axoneme supporting a lamelliform undulating membrane; B-type costa, sometimes absent; comb-like structure and infrakinetosomal body absent; axostyle usually of “*Trichomonas* type”; mostly endobiotic, some parasitic, exceptionally free-living. *Cochlosoma*, *Dientamoeba*, *Lacusteria*, *Pentatrichomonas*, *Pentatrichomonoides*, *Pseudotrachomonas*, *Pseudotrypanosoma*, *Tetratrachomonas*, *Trichomonas*, *Trichomonoides*, *Trichomitopsis*.

## Trichomonadea – група третього рангу

- 4 джгутика: 3 направлені уперед, 1- назад и може утворювати ундулюючу мембрану. Число джгутиків може бути 4-6.
- Кінетосоми 3х джгутиків розташовані паралельно друг другу , одна направлена під кутом.
- Корінцева система: 3 коротких фібрилярних корішків, 2 поперечно поштриховані парабазальні фібрили, коста.
- Коста - поперечно поштрихована фібрила, розташована паралельно рекурентному джгутику, лежить у середині клітини.
- Пельта та аксостиль.
- Представники:
  - Trichomonas vaginalis*, паразит статевої системи людини.
  - Dientamoeba fragilis*, амебоїдний паразит людини.
  - Histomonas meleagridis*, паразит, що викликає захворювання «чорна голова» у домашньої птиці.
  - Mixotricha paradoxa*, симбіонт термітов, має ендосимбіонтів.



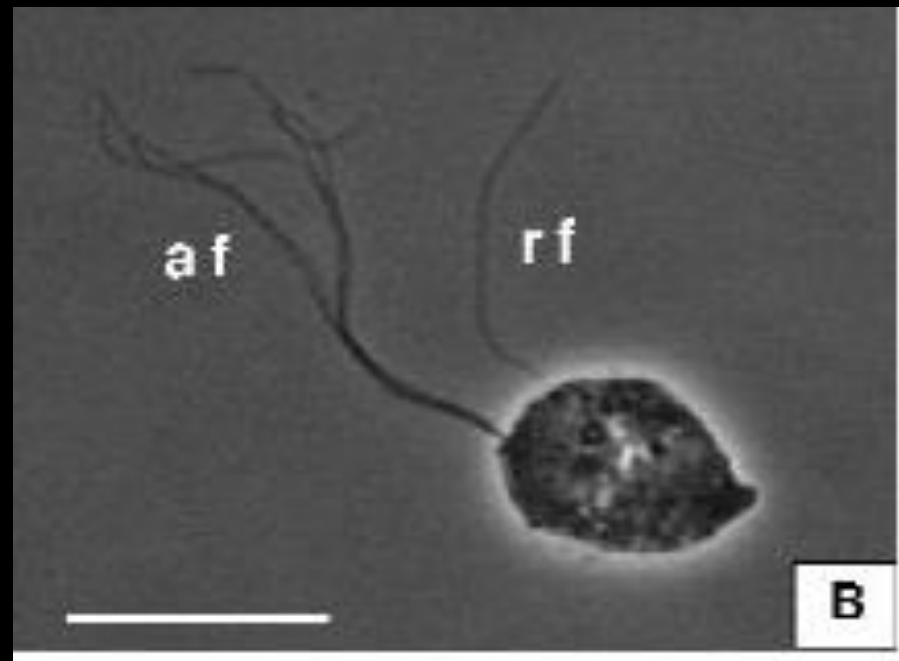
*Trichomonas vaginalis*, що прикріплюється до епітеліальних клітин вагіни. Прикріплені форми набувають амебоїдної форми.

# Honigbergiellida

●●● Honigbergiellida Čepička et al. 2010 (P?)

Two and more than 20 (four ancestrally) cilia with one ciliary axoneme sometimes supporting a lamelliform undulating membrane; costa, comb-like structure, and infrakinetosomal body absent; axostyle usually of "*Trichomonas* type", sometimes of "*Tritrichomonas* type"; usually free-living, some endobiotic. *Ditrichomonas*, *Cthulhu*, *Cthylla*, *Hexamastix*, *Honigbergiella*, *Monotrichomonas*.

Hexamastix termitis  
(за Gerbod et al., 2000,  
scale 20 мкм)



# Hypotrichomonadida

●●● Hypotrichomonadida Čepička et al. 2010

Four cilia with one ciliary axoneme supporting a lamelliform undulating membrane; A-type costa, sometimes absent; comb-like structure present, but no infrakinetosomal body; biramous parabasal body; axostyle usually of "*Trichomonas* type"; endobiotic. *Hypotrichomonas*, *Trichomitus*.

Delphine Gerbod<sup>1</sup>  
Virginia P. Edgcomb<sup>2</sup>  
Christophe Noël<sup>1,3</sup>  
Pilar Delgado-Viscogliosi<sup>4,5</sup>  
Eric Viscogliosi<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire de Biologie Comparée des Protistes,

UPRESA CNRS 6023, Aubière, France

<sup>2</sup>Center for Molecular Evolution, Marine  
Biological Laboratory, Woods Hole, USA

<sup>3</sup>Institut Pasteur, INSERM U167, Lille, France

<sup>4</sup>Laboratoire d'Oncologie Moléculaire,  
Centre Jean Perrin, Clermont-Ferrand, France

<sup>5</sup>Institut Pasteur, Eaux et Environnement,  
Lille, France

Received 13 January 2000

Accepted 15 June 2000

Correspondence to:

Eric Viscogliosi, Institut Pasteur, INSERM U167,  
1, Rue du Professeur Calmette.

59019 Lille, France

Tel.: +33-3-20877960

Fax: +33-3-20877888

E-mail: eric.viscogliosi@pasteur-lille.fr

## Phylogenetic position of parabasalid symbionts from the termite *Calotermes flavicollis* based on small subunit rRNA sequences

**Summary** Small subunit rDNA genes were amplified by polymerase chain reaction using specific primers from mixed-population DNA obtained from the whole hindgut of the termite *Calotermes flavicollis*. Comparative sequence analysis of the clones revealed two kinds of sequences that were both from parabasalid symbionts. In a molecular tree inferred by distance, parsimony and likelihood methods, and including 27 parabasalid sequences retrieved from the data bases, the sequences of the group II (clones Cf5 and Cf6) were closely related to the Devescovinidae/Calonymphidae species and thus were assigned to the Devescovinidae *Foaina*. The sequence of the group I (clone Cf1) emerged within the Trichomonadinae and strongly clustered with *Tetratrichomonas gallinarum*. On the basis of morphological data, the Monocercomonadidae *Hexamastix termitis* might be the most likely origin of this sequence.

**Key words** Parabasalid protists · Termites · Small subunit rRNA · Phylogeny · Molecular evolution



## **Molecular and morphological diversity of the genus *Hypotrichomonas* (Parabasalia: Hypotrichomonadida), with descriptions of six new species.**

[Céza V<sup>1</sup>](#), [Pánek T<sup>1</sup>](#), [Smejkalová P<sup>2</sup>](#), [Čepička I<sup>3</sup>](#).

### **⊕ Author information**

#### **Abstract**

The genus *Hypotrichomonas* Lee, 1960 belongs to the small parabasal class Hypotrichomonadea. Although five *Hypotrichomonas* species have been described from intestines of lizards and birds, some descriptions were brief and incomplete. Only the type species *H. acosta* has been observed repeatedly. We have established 23 strains of the genus *Hypotrichomonas* in culture. Phylogenetic and morphological analyses showed that these isolates represent eight distinct species, six of which are novel. Three of the species showed unusual morphology, such as a reduced undulating membrane, absence of the free part of the recurrent flagellum or a costa-like fiber. Our strains were isolated from a wide range of hosts including cockroaches, frogs, tortoises, lizards, snakes, marsupials, pigs, rodents, and primates. The genus *Hypotrichomonas* thus contains a relatively large number of species that differ in morphology, phylogenetic position and host range. It is remarkable that such diversity of hypotrichomonads was previously undetected, although a number of studies dealt with intestinal trichomonads of vertebrates and invertebrates. Our results indicate that the diversity of the genus *Hypotrichomonas* as well as of the whole Parabasalia is still only poorly understood, and the lineages described so far likely represent only a small fraction of the true diversity of parabasalids.

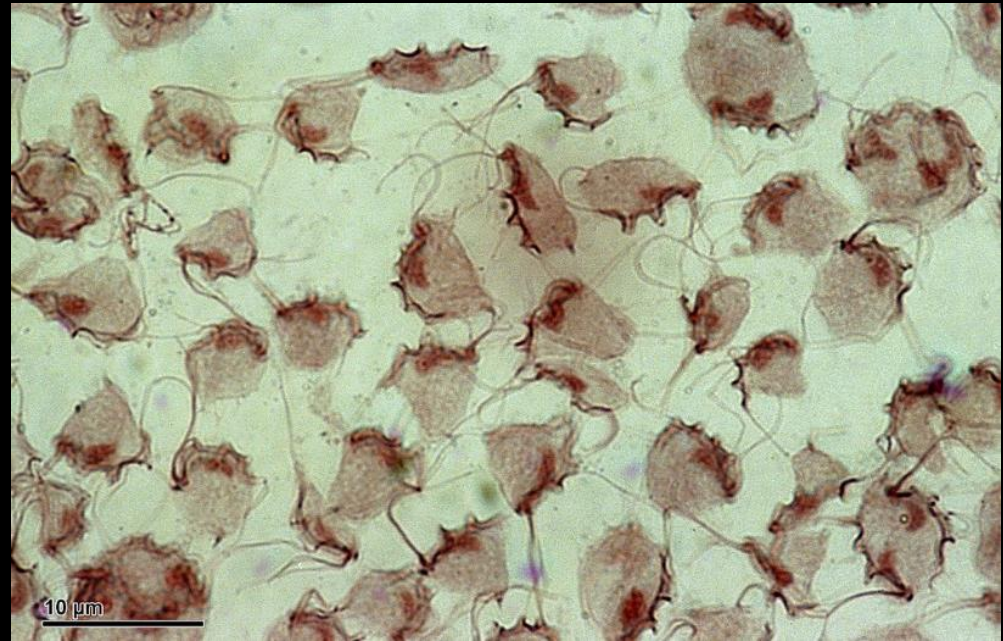
# Tritrichomonadida

●●● Tritrichomonadida Cepička et al. 2010 (P?)

Uninucleate or binucleate; 0–5 (four ancestrally) cilia; ancestrally with comb-like structure, suprakinetosomal and infrakinetosomal body; if present, undulating membrane typically of rail type, sometimes lamelliform; A-type costa, often absent; axostyle of "*Tritrichomonas* type" or "*Trichomonas* type"; endobiotic, some parasitic. *Dientamoeba*, *Histomonas*, *Monocercomonas*, *Parahistomonas*, *Simplicimonas*, *Tritrichomonas*.

*Tritrichomonas foetus*

Спричиняє розлади у роботі кишкового тракту рогатої худоби. Діарея у котів.



# Cristamonadida

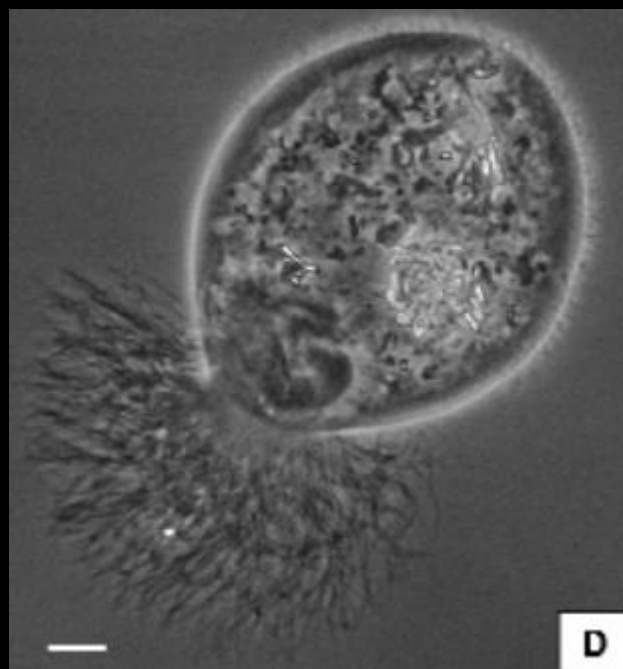
●●● Cristamonadida Brugerolle & Patterson 2001

Uninucleate to multinucleate; akaryomastigonts in addition to karyomastigonts in some multinucleate genera; four-to-thousands of cilia per mastigont; kinetosomes, except for 'privileged kinetosomes', often discarded during cell division in highly ciliated taxa; some with cresta and paraxonemal rod associated with the recurrent cilium; axostyle ancestrally of "*Tritrichomonas* type", secondarily thin or reduced in some; multiple axostyles in multinuclear forms; parabasal body single or multiple, ellipsoid or rod-shaped, often spiralled or ramified; endobiotic. *Caduceia*, *Calonympha*, *Coronympha*, *Deltotrichonympha*, *Devescovina*, *Foaina*, *Gigantomonas*, *Joenia*, *Joenina*, *Joenoides*, *Joenopsis*\*, *Kofoidia*, *Koruga*, *Macrotrichomonas*, *Macrotrichomonoides*, *Metadevescovina*, *Mixotricha*, *Pachyjoenia*\*, *Projoenia*\*, *Pseudodevescovina*, *Rhizonympha*\*, *Snyderella*, *Stephanonympha*.

## *Joenia annectens*

(за Gerbod et al., 2000,  
scale 20 мкм)

Мешкають в кишковиках термітів та тараканів.  
Симбіонти.



# Spirotrichonymphida

●●● Spirotrichonymphida Grassé 1952

Multiple kinetosomes in counterclockwise spiral rows; cilia retained during cell division with the ciliary rows dividing between daughter cells; axostyle single of "*Tritrichomonas* type", or multiple in thin bands, or reduced; endobiotic. *Holomastigotes*\*, *Holomastigotoides*, *Microjoenia*\*, *Micromastigotes*\*, *Rostronympha*\*, *Spiromastigotes*\*, *Spirotrichonympha*\*, *Spirotrichonymphella*, *Uteronympha*\*.

*Spirotrichonympha kofoidi*



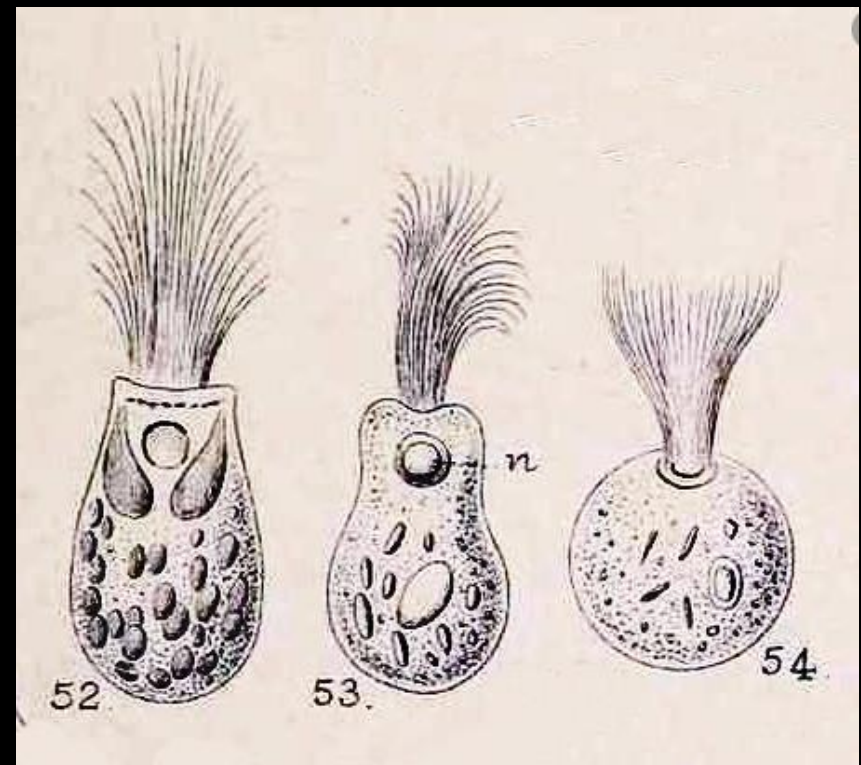
*Reticulitermes* sp.

# Lophomonadida

●●● Lophomonadida Light 1927

Multiple kinetosomes in a single kinetid arranged in an ear-shaped row partially encircling the nucleus; single thin axostyle; endobiotic. *Lophomonas*.

*Lophomonas*



# Authenticity of pulmonary *Lophomonas blattarum* infection: A case report

Shuang-Shuang Meng, Zhi-Feng Dai, Hui-Chao Wang, Yu-Xia Li, Dan-Dan Wei, Rui-Lin Yang, Xu-Hong Lin

## Abstract

Pulmonary protozoal infections are rare. A 28-year-old woman was admitted to hospital with chief complains of cough, sputum, and dyspnea. The clinical laboratory tests for blood revealed an increased eosinophil percentage of 31.3% and significantly elevated total IgE. The chest computed tomography scan revealed that bilateral bronchial walls were thickening, accompanied with patchy spots scattered throughout bilateral lungs. A suspected multflagellated protozoan was observed under a light microscope. But some different features were observed by electron microscopy, such as the orientation of flagella and nucleus. Besides, both bronchoalveolar lavage fluid and bronchoscopic brush smears underwent Gram staining and Pap staining, which revealed that numerous respiratory ciliated cells were scattered or accumulated in the sample. Finally, she was diagnosed with eosinophil pneumonia. Metronidazole, bronchodilators, and mucolytics were taken for 5 d and symptoms and pulmonary ventilation function improved. We herein report a case of chronic eosinophilic pneumonia, which was misdiagnosed as multflagellated protozoan infection, and it is suggested that reliable diagnosis approaches are necessary, rather than clinical symptoms and morphological features.

**Key Words:** [Multiflagellated protozoan](#), [Respiratory disease](#), [Parasitic infection](#), [Case report](#)

# Trichonimphida

●●● Trichonimphida Poche 1913

Bilaterally or tetradially symmetrical, with anterior rostrum divided into two hemirostra; each hemirostrum bears one or two ciliary areas with hundreds to thousands of cilia; cilia usually retained during cell division; one hemirostrum goes to each daughter cell; numerous parabasal fibres originate from two or four parabasal plates that form a rostral tube in some; numerous thin axostyles do not protrude outside the cell; endobiotic. *Barbulanympha*, *Eucomonympha*, *Heliconympha*, *Hoplonympha*, *Leptospironympha*, *Macrospironympha*\*, *Pseudotriconympha*, *Rhynchonympha*\*, *Spirotrichosoma*\*, *Staurojoenina*, *Teranympha*, *Trichonympha*, *Urinympha*.

## Trichonimphida



# 4. Preaxostyla

Гетеротрофи з 4-ма джгутиками та кінетосою в одній кінетиді, класичні мітохондрії відсутні.

- Preaxostyla Simpson 2003

Heterotrophic cell with four cilia and kinetosomes per kinetid; nonrespiratory mitochondria without cristae or absent. Apomorphy: "I fibre" associated with R2 root has 'preaxostylar' substructure—latticework paracrystalline layer of 'double-cross' thickness with a single, fine outer layer.



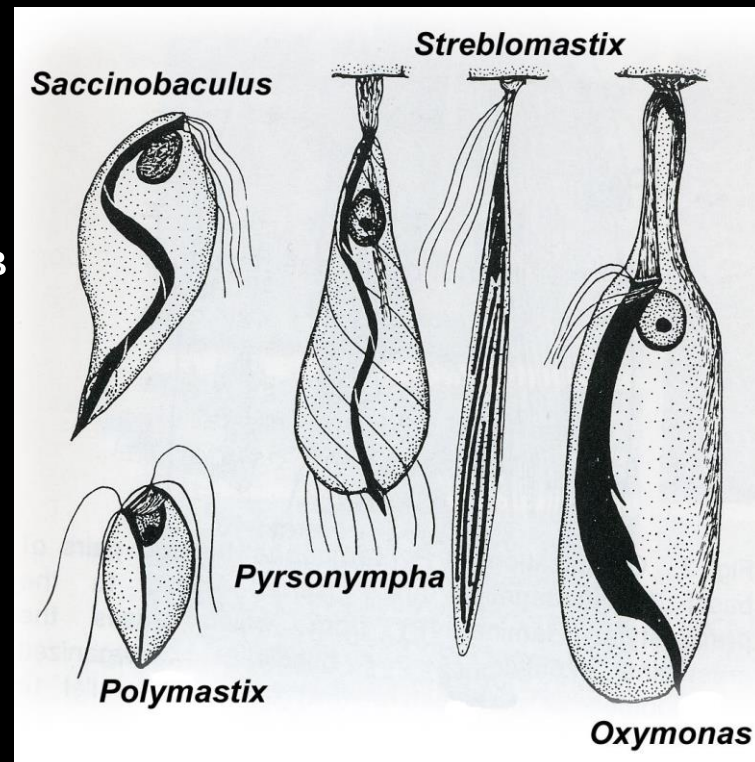
# Oxymonadida

●●● Oxymonadida Grassé 1952

Single kinetid (occasionally multiple kinetids) consisting of two pairs of ciliated kinetosomes distantly separated by a preaxostyle (microtubular root R2 and paracrystalline I fibre), from which arises a microtubular axostyle; axostyle consists of parallel rows of microtubules and is contractile in some taxa; microtubular pelta present in some genera; mitochondrion either absent or non-recognized, gut endosymbionts, mostly in lower termites and *Cryptocercus*, many taxa attach to gut wall using an anterior holdfast; closed mitosis with internal spindle. Apomorphy: Absence of ventral groove. Kinetosomes grouped in two pairs. Axostyle formed by parallel rows of microtubules, (not homologous to that of Parabasalia). Absence of recognizable mitochondrion. *Barroella*, *Blattamonas*, *Brachymonas*, *Dinenympha*, *Microhopalodina*, *Monocercomonoides*, *Notila*, *Opisthomitus*, *Oxymonas*, *Paranotila*, *Polymastix*, *Pyrsonympha*, *Sauromonas*, *Saccinobaculus*, *Streblomastix*, *Tubulimonoides*.

- Невелика група, біля 80 видів
- Симбіонти кишковика тварин, головним чином, у деревоядних термітів та тараканів, а також живуть в амфібіях, рептиліях та ссавцях.
- Мастигонт з 2 парами джгутиків, тенденція до полікаріомастигонтної організації.
- Преаксостиль та аксостиль.

06.04.2020

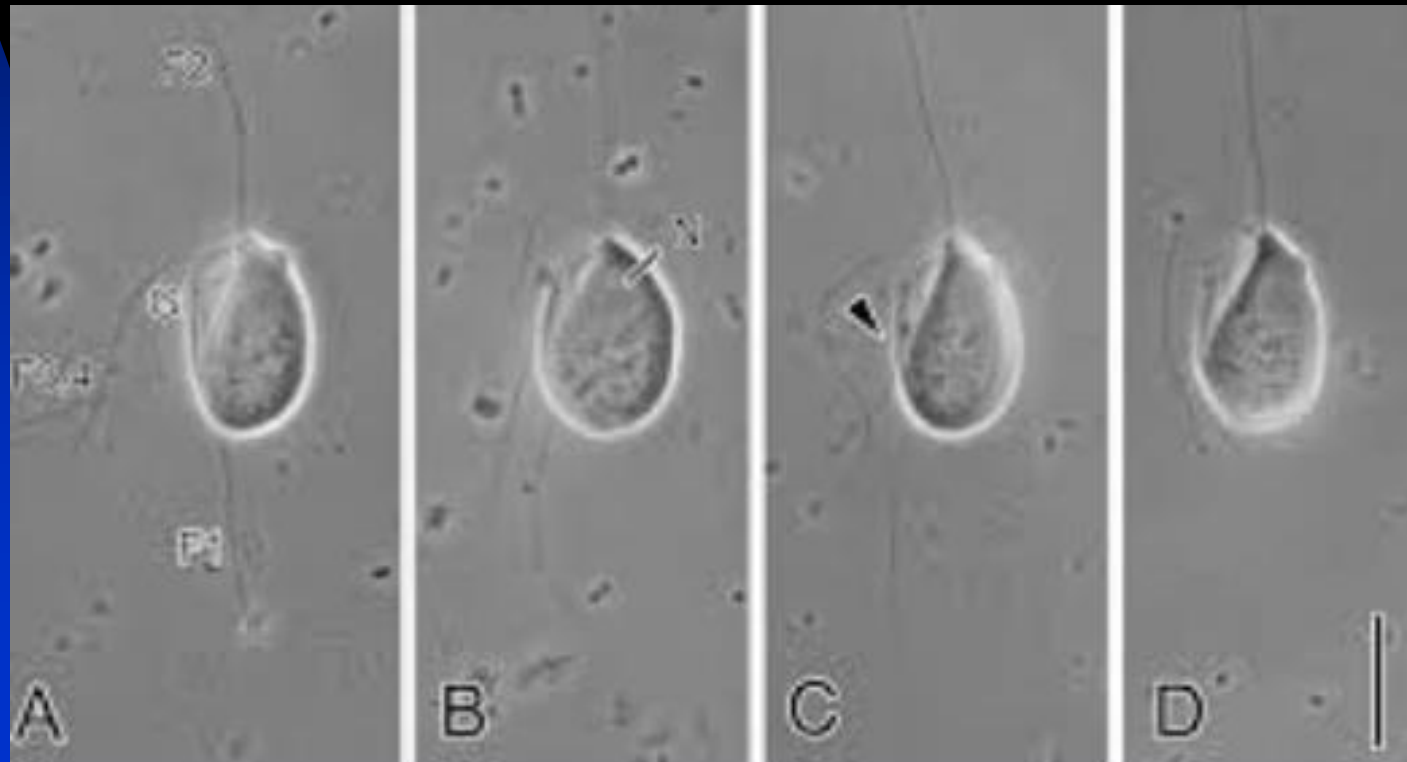


# Trimastigidae

●●● Trimastigidae Saville Kent 1880-1882

Free-living excavate cells bearing four cilia stretched roughly in the anterior, right, left, and posterior directions; a broad ventral feeding groove, in which beats the posteriorly directed cilium; posterior cilium with two broad vanes without thickened vane margins, no conspicuous lateral cytopharynx; nonrespiratory mitochondria without cristae. Marine and freshwater. *Trimastix*.

*Trimastix  
marina*





Original Paper

Marine Isolates of *Trimastix marina* Form a Plesiomorphic Deep-branching Lineage within Preaxostyla, Separate from Other Known Trimastigids (*Paratrimastix* n. gen.)

# Paratrimastigidae

●●● Paratrimastigidae Zhang et al. 2015

Similar to Trimastigidae but with thickened vane margins on posterior cilium; lateral cytopharynx may be present; freshwater species only. *Paratrimastix*.

*Paratrimastix pyriformis*



# The Mitochondrion-Like Organelle of *Trimastix pyriformis* Contains the Complete Glycine Cleavage System

Zuzana Zubáčová<sup>1</sup>, Lukáš Novák<sup>1</sup>, Jitka Bublíková<sup>1</sup>, Vojtěch Vacek<sup>1</sup>, Jan Fousek<sup>2</sup>, Jakub Rídl<sup>2</sup>, Jan Tachezy<sup>1</sup>, Pavel Doležal<sup>1</sup>, Čestmír Vlček<sup>2</sup>, Vladimír Hampl<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Charles University in Prague, Faculty of Science, Department of Parasitology, Prague, Czech Republic, <sup>2</sup> Institute of Molecular Genetics of the Academy of Sciences of the Czech Republic, Prague, Czech Republic

## Abstract

All eukaryotic organisms contain mitochondria or organelles that evolved from the same endosymbiotic event like classical mitochondria. Organisms inhabiting low oxygen environments often contain mitochondrial derivatives known as hydrogenosomes, mitosomes or neutrally as mitochondrion-like organelles. The detailed investigation has shown unexpected evolutionary plasticity in the biochemistry and protein composition of these organelles in various protists. We investigated the mitochondrion-like organelle in *Trimastix pyriformis*, a free-living member of one of the three lineages of anaerobic group Metamonada. Using 454 sequencing we have obtained 7 037 contigs from its transcriptome and on the basis of sequence homology and presence of N-terminal extensions we have selected contigs coding for proteins that putatively function in the organelle. Together with the results of a previous transcriptome survey, the list now consists of 23 proteins – mostly enzymes involved in amino acid metabolism, transporters and maturases of proteins and transporters of metabolites. We have no evidence of the production of ATP in the mitochondrion-like organelle of *Trimastix* but we have obtained experimental evidence for the presence of enzymes of the glycine cleavage system (GCS), which is part of amino acid metabolism. Using homologous antibody we have shown that H-protein of GCS localizes into vesicles in the cell of *Trimastix*. When overexpressed in yeast, H- and P-protein of GCS and cpn60 were transported into mitochondrion. In case of H-protein we have demonstrated that the first 16 amino acids are necessary for this transport. Glycine cleavage system is at the moment the only experimentally localized pathway in the mitochondrial derivative of *Trimastix pyriformis*.

# Рекомендована література:

## Основна:

Adl S.M. et al. Revision to the Classification, Nomenclature, and Diversity of Eukariotes. *Journal of Eukaryotic Microbiology*, 2019, 66, 4–119.

Леонтьев Д. В. Система органічного світу. Історія та сучасність. — Харків : Вид. група «Основа», 2018. — 112 с.

*Додаткова:*

Cavalier-Smith, T. 2013 Early evolution of eukaryote feeding modes, cell structural diversity, and classification of the protozoan phyla Loukozoa, Sulcozoa, and Choanozoa. *Eur. J. Protistol.*, 49: 115-178.

Cavalier-Smith, T. 2016 Higher classification and phylogeny of Euglenozoa. *Eur. J. Protistol.*, 56: 250-276.

Cepicka, I., Dolan, M. F. & Gile, H. F. 2017. Parabasalia. In: Archibald, J. M., Simpson, A. G. B., and Slamovits, C., eds. Handbook of the Protists (Second Edition of the Handbook of Protoctista by Margulis et al.) Springer Reference Works (ebook) [https://doi.org/10.1007/978-3-319-32669-6\\_12-1](https://doi.org/10.1007/978-3-319-32669-6_12-1).

Cepicka, I., Hampl, V. & Kulda, J. 2010 Critical taxonomic revision of parabasalids with description of one new genus and three new species. *Protist*, 161: 400-433.

Hampl, V. 2017 Preaxostyla. In: Archibald, J. M., Simpson, G. B., and Slamovits, C., eds. Handbook of the Protists (Second Edition of the Handbook of Protoctista by Margulis et al.) Springer Reference Works (e-book) [https://doi.org/10.1007/978-3-319-32669-6\\_12-1](https://doi.org/10.1007/978-3-319-32669-6_12-1)

*Додаткова:*

Kostygov, A.Y. & Yurchenko, V. 2017 Revised classification of the subfamily Leishmaniinae (Trypanosomatidae). *Folia Parasitol.*, 64: 020.

Kulda, J., Nohynkova, E. & Cepicka, I. 2017 Retortamonadida (with notes on Carpediemonas-like organisms and Caviomonadidae). In: Archibald, J. M., Simpson, A. G. B., and Slamovits, C., eds. Handbook of the Protists (Second Edition of the Handbook of Protoctista by Margulis et al.) Springer Reference Works (e-book) [https://doi.org/10.1007/978-3-319-32669-6\\_12-1](https://doi.org/10.1007/978-3-319-32669-6_12-1).

Radek, R., Strassert, J. F., Kruger, J., Meuser, K., Scheffrahn, R. H. & Brune, A. 2014 Phylogeny and ultrastructure of *Oxymonas jouteli*, a rostellum-free species, and *Opisthomitus longiflagellatus* sp. nov., oxymonadid flagellates from the gut of *Neotermes jouteli*. *Protist*, 165: 384-99.

Zhang, Q., Taborsky, P., Silberman, J. D., Panek, T., Cepicka, I. & Simpson, A. G. B. 2015. Marine isolates of *Trimastix marina* form a plesiomorphic deep-branching lineage within *Preaxostyla*, separate from other known trimastigids (*Paratrimastix* n. gen.). *Protist*, 166: 468-91.



# Питання для самостійної роботи:

1. Підґрунття для виділення супер-групи Excavata.
2. Особливості положення в системах Adl et al., 2005, Adl et al., 2019.
3. Характеристика Excavata.
4. Характеристика Metamonada, як групи першого рангу та положення представників групи Metamonada в класичних таксономічних системах.
5. Коротка характеристика Fornicata як групи другого рангу.
6. Знайти оригінальні відомості в інтернет просторі про одного представника *Retortomonadida* на основі публікацій з урахуванням молекулярних даних. Надати коротку характеристику, яка б включала: морфологічний тип, специфічні морфологічні або біохімічні особливості, екологічні особливості, місце в системі та реальне або ймовірне використання.
7. Знайти оригінальні відомості в інтернет просторі про одного представника *Diplomonadida* на основі публікацій з урахуванням молекулярних даних. Надати коротку характеристику, яка б включала: морфологічний тип, специфічні морфологічні або біохімічні особливості, екологічні особливості, місце в системі та реальне або ймовірне використання.

8. Гідроносоми та мітосоми як редуковані мітохондрії.

9. Знайти оригінальні відомості в інтернет просторі про одного представника *Trichomonadida* на основі публікацій з урахуванням молекулярних даних. Надати коротку характеристику, яка б включала: морфологічний тип, специфічні морфологічні або біохімічні особливості, екологічні особливості, місце в системі та реальне або ймовірне використання.

10. Знайти оригінальні відомості в інтернет просторі про одного представника *Honigbergiellida* на основі публікацій з урахуванням молекулярних даних. Надати коротку характеристику, яка б включала: морфологічний тип, специфічні морфологічні або біохімічні особливості, екологічні особливості, місце в системі та реальне або ймовірне використання.

11. Знайти оригінальні відомості в інтернет просторі про одного представника *Tritrichomonadida* на основі публікацій з урахуванням молекулярних даних. Надати коротку характеристику, яка б включала: морфологічний тип, специфічні морфологічні або біохімічні особливості, екологічні особливості, місце в системі та реальне або ймовірне використання.

12. Знайти оригінальні відомості в інтернет просторі про одного представника *Cristamonadida* на основі публікацій з урахуванням молекулярних даних. Надати коротку характеристику, яка б включала: морфологічний тип, специфічні морфологічні або біохімічні особливості, екологічні особливості, місце в системі та реальне або ймовірне використання.

13. Знайти оригінальні відомості в інтернет просторі про одного представника *Spirotrichonymphida* на основі публікацій з урахуванням молекулярних даних. Надати коротку характеристику, яка б включала: морфологічний тип, специфічні морфологічні або біохімічні особливості, екологічні особливості, місце в системі та реальне або ймовірне використання.

14. Знайти оригінальні відомості в інтернет просторі про одного представника *Lophomonadida* на основі публікацій з урахуванням молекулярних даних. Надати коротку характеристику, яка б включала: морфологічний тип, специфічні морфологічні або біохімічні особливості, екологічні особливості, місце в системі та реальне або ймовірне використання.

15. Знайти оригінальні відомості в інтернет просторі про одного представника *Trichonimphida* на основі публікацій з урахуванням молекулярних даних. Надати коротку характеристику, яка б включала: морфологічний тип, специфічні морфологічні або біохімічні особливості, екологічні особливості, місце в системі та реальне або ймовірне використання.
16. Коротка характеристика *Preaxostila* і їх місце в класичних системах органічного світу.
17. Знайти оригінальні відомості в інтернет просторі про одного представника *Oximonadida* на основі публікацій з урахуванням молекулярних даних. Надати коротку характеристику, яка б включала: морфологічний тип, специфічні морфологічні або біохімічні особливості, екологічні особливості, місце в системі та реальне або ймовірне використання.
18. Знайти оригінальні відомості в інтернет просторі про одного представника *Trimastigidae* або *Paratrimastigidae* на основі публікацій з урахуванням молекулярних даних. Надати коротку характеристику, яка б включала: морфологічний тип, специфічні морфологічні або біохімічні особливості, екологічні особливості, місце в системі та реальне або ймовірне використання.