

Формулы Фармации. 2024. Т. 6, № 3. С. 48–54

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Краткое сообщение

УДК 574/578 : 576.1 + 58.001 + 60

DOI: <https://doi.org/10.17816/phf639995>

Система эукариот в третьем обновлении интерфейса «Eukaryotic supergroups: Taxonomy/Biotechnology interface» (2024 г.)

И. В. Змитрович¹, В. В. Перелыгин², М. В. Жариков²

¹Ботанический институт им. В. Л. Комарова Российской академии наук, Санкт-Петербург, Россия

²Санкт-Петербургский государственный химико-фармацевтический университет Министерства здравоохранения Российской Федерации, Санкт-Петербург, Россия

Автор, ответственный за переписку: Иван Викторович Змитрович, iv_zmitrovich@mail.ru

АННОТАЦИЯ. Описываются обновленные данные по системе эукариот (домен Eukarya) в интерфейсе «Eukaryotic supergroups: Taxonomy/Biotechnology interface». Девятицарственная система Eukarya имеет следующий вид: субдомен Excavata (царства Archezoa, Discoba), субдомен Obimoda (царства Crumalia, Amoebozoa, Obazoa), субдомен Corticata (царства Eocorticata, Haptista, Tsaralia, Plantae incl. Cryptista, Glaucophyta, Rhodophyta, Chloroplastida).

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: биотехнологии; грибы; животные; мегасистематика; молекулярная таксономия; протисты; растения; таксономический ранг; филогеномика; царства; Amoebozoa; Alveolata; Discoba; Cryptista; Haptista; Jakobea; Loukoozoa; Opisthokonta; Plantae; Rhizaria; Stramenopila

Эукариоты – группа организмов с богатейшим биотехнологическим потенциалом, а создание классификационной системы этих организмов, обладающей эвристической силой и большими прогностическими возможностями, востребовано биотехнологическим сообществом. Требования, предъявляемые к биологической классификации со стороны прикладных наук (и биотехнологии в частности), сводятся к: 1) консенсусному и «мейнстримному» характеру классификационной системы; 2) верному отражению ею природных взаимосвязей, т. е. эвристической силе и прогностическим возможностям [1].

В 2022 г. мы приступили к разработке интерфейса, обеспечивающего взаимодействие таксономического и биотехнологического сообществ. Ранговая структура классификатора была подробно разобрана нами в монографии «Nomenclature and rank correlation of higher taxa of eukaryotes» [2].

За прошедший период опубликованы результаты нескольких исследований, проливающих свет на детали базальной и кроновой структуры древа эукариот.

Полногеномные сравнения позволили сделать вывод о близком возрасте метамонад и аморфей, а объединенное выравнивание аминокислотных последовательностей 183 белков эукариот подтвердило древность метамонад (экскават), а также показало порядок дивергенции их основных групп на эукариотном древе: «парабазалии – форникиаты – преаксостили» [3].

Определено положение загадочной группы *Meteora* – вблизи *Nemimastigophora*, т. е. «базальных кортикат» [4].

Уточнена структура ветвления в кроновой области эукариот [5]. Важным выводом из цитируемой работы является подтверждение принадлежности *Cryptista* к группировке, которую мы называем *Plantae*, принадлежности *Glaucophyta* к «*Viridiplantae*», а *Picozoa* – к *Rhodophyta*. Эти данные – шаг по пути нивелирования дихотомии Кавалье-Смита – «*Plantae/Chromista*» – и неожиданный выход на авансцену мегасистематики более крупной группировки – *Corticata* [6].

Третье обновление интерфейса «Eukaryotic supergroups: Taxonomy/Biotechnology interface» учитывает сделанные за прошедший период важные обобщения, а также аккумулирует проведенную за год работу по корреляции рангов таксонов [7].

Domain EUKARYA Margulis

- Subdomain I. EXCAVATA Caval.-Sm.
- Kingdom 1. Archezoa Caval.-Sm.
- Phylum Parabasalia Honigberg
- Class Hypotrichomonadea Cepicka, Hampl et Kulda
- Class Pimpavickia Boscaro et Keeling
- Class Trichomonadea Kirby
- Class Lophomonadea Boscaro et Keeling
- Class Trichonympha Poche
- Class Cristamonadea Cepicka, Hampl et Kulda
- Class Dienamoeba Boscaro et Keeling
- Class Monocercomonadea Boscaro et Keeling
- Class Tritrichomonadea Cepicka, Hampl et Kulda
- Class Spirotrichonympha Grasse
- Phylum Anaeramoeba ined. (sole class, order, family)
- Phylum Preaxostyla Simpson

- Class Anaeromonadea Caval.-Sm.
- Class Paratrimastixdeined.
- Phylum Oxymonada Karpov
- Class Oxymonadidae ined.
- Class Polymastixdeined.
- Class Streblomastixdeined.
- Class Pyronymphidea ined.
- Class Saccinobaculidae ined.
- Phylum Fornicata Simpson
- Class Carpediemonadea Caval.-Sm.
- Class Eopharingea Caval.-Sm.
- Phylum Planomonada Tedersoo
- Class Planomonadea Tedersoo
- Kingdom 2. Discoba Simpson in Hampl et al.
- Superphylum Jakobea Caval.-Sm.
- Phylum Jakobida Leontyev
- Phylum Tsukubea Caval.-Sm.
- Superphylum Percolozoa Caval.-Sm.
- Phylum Pharyngomonada Caval.-Sm. et Nikolaev
- Phylum Tetramitia Caval.-Sm.
- Class Lyromonadea Caval.-Sm.
- Class Heterolobosea Page et Blanton
- Superphylum Euglenozoa Caval.-Sm.
- Phylum Kinetoplastea Honigberg
- Phylum Diplonemia Caval.-Sm.
- Division Euglenophyta Pascher
- Phylum Calkinsea ined.
- Subdomain II. OBIMODA Zmitr., Perelygin, Zharikov
- Kingdom 3. Crumalia Zmitr., Perelygin et Zharikov
- Phylum Malawimonadea Caval. -Sm.
- Phylum Mantamonada Zmitr., Perelygin et Zharikov
- Phylum Rigifilida Zmitr., Perelygin et Zharikov
- Phylum Colodictyonida Zmitr., Perelygin et Zharikov
- Kingdom 4. Amoebozoa Caval.-Sm.
- Phylum Lobosa Schultze
- Class Tubulinea Smirnov et al.
- Ordo Euamoebida Lepsi
- Ordo Arcellinida Kent
- Ordo Leptomyxida Pussard et Pons
- Ordo Nolandida Smirnov et al.
- Ordo Echinamoebida Caval.-Sm. et al.
- Class Discosea Caval.-Sm. et al.
- Ordo Flabellinia Smirnov et al.
- Ordo Longamoebia Smirnov et al.
- Phylum Conosa Caval.-Sm.
- Subphylum Variosea Caval.-Sm.
- Class Varipodida Caval.-Sm.
- Class Phalansteriida Hibberd
- Class Holomastixgida Lauterborn
- Subphylum Archamoebae Caval.-Sm.
- Class Mastigamoebida Caval.-Sm.
- Class Pelobiontida Caval.-Sm.
- Subphylum Mycetozoa de By ex Rostaf.
- Superclass Dictyosteliomycia ined.
- Class Acytosteliomycetes ined.
- Class Dictyosteliomycetes Doweld
- Superclass Ceratiomycetomycia ined.
- Class Protosporangiomycetes ined.

- Class Ceratiomyxomycetes D. Hawksw., B. Sutton et Ainsw. in Leontyev et al.
- Superclass Myxogasteromycia ined.
- Class Liceomycetes ined.
- Class Physaromycetes Doweld
- Kingdom 5. Obazoa Brown et al.
- Infrakingdom Breviatea ined. (sole phylum, class, order)
- Infrakingdom Apusomonadea ined. (sole phylum, class, order)
- Infrakingdom Opisthokonta Copeland
- Subkingdom Holomycota Liu et al.
- Superphylum Cristidiscoidea Caval.-Sm.
- Phylum Fonticulida ined.
- Phylum Nucleariida ined.
- Superphylum Zoosporia ined.
- Phylum Opisthosporidia Karpov et al.
- Division Eumycota Arx
- Subdivision Chytridiomycotina Caval.-Sm.
- Superclass Chytridiomycia ined.
- Superclass Monoblepharomycia ined.
- Superclass Neocallimastigomycia ined.
- Subdivision Olpidiomycotina ined.
- Subdivision Sanchytriomycotina ined.
- Subdivision Blastocladiomycotina ined.
- Subdivision Basidiobolomycotina ined.
- Subdivision Zoopagomycotina ined.
- Superclass Entomophthoromycia ined.
- Superclass Kickxellomycia ined.
- Subdivision Glomeromycotina ined.
- Subdivision Phycomycotina ined.
- Superclass Phycomycia ined.
- Superclass Mortierellomycia ined.
- Superclass Calcarisporiellomycia ined.
- Subdivision Dikaryomycotina ined.
- Superclass Entorrhizomycia ined.
- Superclass Agaricomycia ined.
- Superclass Saccharomycia ined.
- Subkingdom Holozoa Lang
- Superphylum Ichtyosporia Caval.-Sm.
- Superphylum Pluriformea Hehenberger et al.
- Phylum Corallochytrida Caval.-Sm.
- Phylum Syssomonadea ined.
- Phylum Filozoa Shalchian-Tabrizi et al.
- Subphylum Filasterea Shalchian-Tabrizi et al.
- Subphylum Choanozoa Caval.-Sm.
- Superclass Choanoflagellata Caval.-Sm.
- Superclass Metazoa Haeckel
- [rank lowering needed] Porifera Grant
- [rank lowering needed] Eumetazoa Bütschli
- Subdomain III. CORTICATA Caval.-Sm.
- Kingdom 6. Eocorticata ined.
- Phylum Hemimastigophora Foissner et al.
- Phylum Provora Tikhonenkov et al.
- Phylum Meteora ined.
- Kingdom 7. Haptista Caval.-Sm. et al.
- Division Haptophyta Hibberd
- Class Pavlovaphyceae Edvardsen et al.
- Class Prymnesiophyceae Hibberd
- Phylum Centroplasthelida Febvre-Chevalier et Febvre
- Class Pterocystida Caval.-Sm., von der Heyden
- Class Panacanthocystida Shishkin et Zlatogursky
- Kingdom 8. Tsaralia ined. (= TSAR)
- Superphylum Eochromista ined.
- Phylum Telonemia Shalchian-Tabrizi et al.
- Superphylum Rhizaria Caval.-Sm.
- Phylum Gymnosphaerida Poche
- Phylum Cercozoa Caval.-Sm.
- Class Cercomonadida Poche
- Class Paracercomonadida Caval.-Sm.
- Class Glissomonadida Howe et al.
- Class Viridiraptoridae Hess, Melkonian
- Class Pansomonadidae Vickerman et al.
- Class Helkesea Caval.-Sm.
- Class Thecofilosea Caval.-Sm.
- Class Cryomonadida Caval.-Sm.
- Class Ventricleftida Howe et al.
- Class Tectofilosida Caval.-Sm.
- Class Ebriacea Lemmermann
- Class Thaumatomastigidae Patterson, Zölfell
- Class Euglyphida Copeland
- Phylum Metromonadea Howe et al.
- Phylum Granofilosea Howe et al.
- Phylum Chlorarachnea Hibberd, Norris
- Phylum Endomyxa Caval.-Sm.
- Class Vampyrellida Hess et al.
- Class Phytomyxea Engler et Prantl
- Subclass Plasmodiophorida Cook
- Subclass Phagomyxida Caval.-Sm.
- Class Filoretidae Caval.-Sm.
- Class Gromiida Reuss
- Phylum Ascetosporea Caval.-Sm.
- Class Haplosporida Caullery et Mensil
- Class Microcystida Hartikainen et al.
- Class Paradiniidae Schiller
- Phylum Retaria Caval.-Sm.
- Class Foraminifera d'Orbigny
- Class Acantharea Haeckel
- Class Taxopodida Fol
- Class Polycystinea Ehrenberg
- Phylum Aquavolonida Bass et Berney
- Class Tremulida Howe et al.
- Superphylum Alveolata Caval.-Sm.
- Phylum Acavomonidia Tikhonenkov et al.
- Phylum Colponemidia Tikhonenkov et al.
- Phylum Apicomplexa Levine
- Class Aconoidasida Mehlhorn et al.
- Class Coccidia Leuckart
- Class Gregarinasina Dufour
- Class Blastogregarinea Chatton et Villeneuve
- Phylum Perkinsozoa Noren et Moestrup
- Class Perkinsida Levine
- Class Phagodiniida Caval.-Sm.
- Class Rastromonadida Caval.-Sm. et Chao
- Division Dinophyta Jeffrey
- Class Dinophyceae F. E. Fritsch
- Class Blastodiniophyceae Fensome et al.

- Class Syndiniophyceae Loeblich
- Class Noctilucomphycidae Fensome et al.
- Phylum Colpodellida Caval.-Sm.
- Phylum Ciliophora Doflein
- Class Prostomatea Schewiakoff
- Class Colpodea Small et Lynn
- Class Oligohymenophorea de Puytorac et al.
- Class Plagiopylea Small et Lynn
- Class Nassophorea Small et Lynn
- Class Phyllopharyngea de Puytorac et al.
- Class Spirotrichea Bütschli
- Superphylum Heterokonta Caval.-Sm.
- Phylum Bicosoecia Caval.-Sm.
- Phylum Deleplioea Aleoshin et al.
- Division Ochrophyta Caval.-Sm.
- Class Chrysophyceae Pascher
- Class Eustigmatophyceae Hibberd et Leedale
- Class Phaeophyceae Hansgirg
- Class Phaeothamniophyceae Bailey et al.
- Class Raphidophyceae Chadeaud
- Class Schizocladophyceae Kawai et al.
- Class Xanthophyceae Fritsch
- Class Bolidophyceae Guillou et al.
- Class Bacillariophyceae Hendei
- Class Dictyochophyceae Silva
- Class Pelagophyceae Andersen et al.
- Class Pinguicophyceae Kawachi et al.
- Class Actinophryida Hartmann
- Division Hyphochytriomycota Whittaker
- Division Peronosporomycota Dick
- Class Saprolegniomycetes Hawksworth
- Class Peronosporomycetes Dick
- Phylum Pirsoniorea Caval.-Sm.
- Phylum Sagenista Caval.-Sm.
- Class Eoglyrea Caval.-Sm. et Scoble
- Class Labyrinthulea Olive
- Phylum Opalinata Wenyon
- Class Proteromonadea Grasse
- Class Opalinatea Wenyon
- Phylum Placidozoa Caval.-Sm.
- Phylum Platyulcea Caval.-Sm.
- Kingdom 9. Plantae Haeckel
- Superphylum Cryptista Adl et al.
- Division Cryptophyta Silva
- Class Palpitomonadophyceae ined.
- Class Katablepharidophyceae N. Okamoto et I. Inouye
- Class Cryptomonadophyceae Pascher ex Schoenichen
- Class Cyathophyta ined.
- Class Microheliellophyceae ined.
- Superphylum Glaucophyta Adl et al.
- Division Glaucocystophyta L. Kies et B. P. Kremer
- Superphylum Rhodophyta Karpov
- Division Rhodelphidiophyta Gavryluk et al.
- Division Cyanidiophyta Bold et Wynne
- Division Proteorhodophyta ined.
- Division Eurhodophyta ined.
- Superdivision Chloroplastida Adl et al.
- Division Prasinodermophyta Li et al.
- Class Prasinodermophyceae Li et al.
- Class Palmophyllophyceae Leliaert et al.
- Division Chlorophyta Pascher
- Subdivision Chlorodendrophytina ined.
- Subdivision Pedinophytina ined.
- Subdivision Chloropicophytina ined.
- Subdivision Picocystophyceae ined.
- Class Pyramimonadophyceae Moestrup et Daugbjerg
- Class Mamiellophyceae Marin, Melkonian
- Class Nephroselmidiophyceae T. Nakayama, S. Suda, M. Kawachi et I. Inouye
- Class Pycnococophyceae ined.
- Division Streptophyta Bremer
- Subdivision Chlorokybophytina ined.
- Subdivision Mesostigmatophytina ined.
- Subdivision Klebsormidiophytina ined.
- Subdivision Zygnematophytina ined.
- Subdivision Coleochaetophytina ined.
- Subdivision Charophytina ined.
- Subdivision Embryophytina ined.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Змитрович И. В., Перельгин В. В., Жариков М. В. Супергруппы эукариот глазами биотехнолога. Система эукариот и необходимость создания таксономического/ биотехнологического интерфейса // Формулы Фармации. 2022. Т. 3. № 4. С. 52–65. doi: 10.17816/phf101311.
2. Zmitrovich I. V. Nomenclature and rank correlation of higher taxa of eukaryotes / I. V. Zmitrovich, V. V. Perelygin, M. V. Zharikov: Общество с ограниченной ответственностью «Научно-издательский центр ИНФРА-М», 2022. – 183 p. – ISBN978-5-16-018531-6.
3. Al Jewari C., Baldauf S. L. An excavate root for the eukaryote tree of life // Science Advances. 2023. V. 9(17). eade4973. doi: 10.1126/sciadv.ade4973
4. Eglit Y., Shiratori T., Jerlström-Hultqvist J. et al. Me-teora sporadica, a protist with incredible cell architecture, is related to Hemimastigophora // Current Biology. 2024. V. 34. Issue 2. P. 451–459. doi: 10.1016/j.cub.2023.12.032
5. Yazaki E., Yabuki A., Imaizumi A. et al. The closest lineage of the Archaeplastida is revealed by phylogenomics analyses that include Microheliella maris // Open Biology. 2022. V. 12. P. 210376. doi: 10.1098/rsob.210376
6. Cavalier-Smith T. Ciliary transition zone evolution and the root of the eukaryote tree: implications for opisthokont origin and classification of kingdoms Protozoa, Plantae, and Fungi // Protoplasma. 2022. V. 259. P. 487–593. doi: 10.1007/s00709-021-01665-7
7. Zmitrovich I. V., Perelygin V. V., Zharikov M. V. Eukaryotic supergroups: Taxonomy/Biotechnology interface. 2022–2024. <https://supergroups.ru>

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Иван Викторович Змитрович – д-р биол. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории систематики и географии грибов Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, Россия, iv_zmitrovich@mail.ru

Владимир Вениаминович Перелыгин – д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедрой промышленной экологии Санкт-Петербургского государственного химико-фармацевтического университета Министерства здравоохранения Российской Федерации, Санкт-Петербург, Россия, vladimir.pereligin@pharminnotech.com

Михаил Владимирович Жариков – ст. лаборант кафедры промышленной экологии Санкт-Петербургского государственного химико-фармацевтического университета Министерства здравоохранения Российской Федерации, Санкт-Петербург, Россия, zharikov.mihail@pharminnotech.com

Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

Статья поступила в редакцию 02.10.2024 г., одобрена после рецензирования 13.10.2024 г.,
принята к публикации 28.10.2024 г.

Статья доступна по лицензии CC BY-NC-ND 4.0 International © Эко-Вектор, 2024

Pharmacy Formulas. 2024. Vol. 6, no. 3. P. 48–54

BIOLOGICAL SCIENCES

Short message

The Eukaryotic System in the third update of the “Eukaryotic Supergroups: Taxonomy/Biotechnology Interface” (2024)

Ivan V. Zmitrovich¹, Vladimir V. Perelygin², Mikhail V. Zharikov²¹Komarov Botanical Institute of the Russian Academy of Sciences, Saint Petersburg, Russia²Saint Petersburg State Chemical and Pharmaceutical University, Saint Petersburg, Russia

Corresponding author: Ivan V. Zmitrovich, iv_zmitrovich@mail.ru

ABSTRACT. Updates of the eukaryotic system (domain Eukarya) in the interface “Eukaryotic supergroups: Taxonomy/Biotechnology interface” are described. The nine-kingdom system Eukarya has the following form: subdomain Excavata (kingdoms Archezoa, Discoba), subdomain Obimoda (kingdoms Crumalia, Amoebozoa, Obazoa), subdomain Corticata (kingdoms Eocorticata, Haptista, Tsaralia, Plantae incl. Cryptista, Glaucophyta, Rhodophyta, Chloroplastida).

KEYWORDS: animals; biotechnology; fungi; kingdoms; megasystematics; molecular taxonomy; phylogenomics; plants; protists; taxonomic rank; Amoebozoa; Alveolata; Discoba; Cryptista; Haptista; Jakoea; Loukoea; Opisthokonta; Plantae; Rhizaria; Stramenopila

REFERENCES

1. Zmitrovich, I. V. Eukaryotic supergroups through the eyes of a biotechnologist. The eukaryotic system and the need to create a taxonomic/biotechnological interface / I. V. Zmitrovich, V. V. Perelygin, M. V. Zharikov // Pharmacy formulas. – 2021. – Vol. 3, No. 4. – P. 52–65. – doi: 10.17816/phf101311. (In Russ.).
2. Zmitrovich, I. V. Nomenclature and rank correlation of higher taxa of eukaryotes / IV Zmitrovich, V. V. Perelygin, M. V. Zharikov: Limited Liability Company “Scientific Publishing Center INFRA-M”, 2022. – 183 p. – ISBN 978-5-16-018531-6.
3. Al Jewari C., Baldauf S. L. An excavate root for the eukaryote tree of life // Science Advances. 2023. V. 9(17). eade4973. doi: 10.1126/sciadv.ade4973
4. Eglit Y., Shiratori T., Jerlström-Hultqvist J. et al. Meteteora sporadica, a protist with incredible cell architecture, is related to Hemimastigophora // Current Biology. 2024. V. 34. Issue 2. P. 451–459. doi: 10.1016/j.cub.2023.12.032
5. Yazaki E., Yabuki A., Imaizumi A. et al. The closest lineage of the Archaeplastida is revealed by phylogenomics analyses that include Microheliella maris // Open Biology. 2022. V. 12. P. 210376. doi: 10.1098/rsob.210376
6. Cavalier-Smith T. Ciliary transition zone evolution and the root of the eukaryote tree: implications for opisthokont origin and classification of kingdoms Protozoa, Plantae, and Fungi // Protoplasma. 2022. V. 259. P. 487–593. doi: 10.1007/s00709-021-01665-7
7. Zmitrovich I. V., Perelygin V. V., Zharikov M. V. Eukaryotic supergroups: Taxonomy/Biotechnology interface. 2022–2024. <https://supergroups.ru>

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Ivan V. Zmitrovich – D.Sc. in Biology, Leading Researcher, Laboratory of Systematics and Geography of the Fungi, Komarov Botanical Institute RAS, Saint Petersburg, Russia, iv_zmitrovich@mail.ru

Vladimir V. Perelygin – Dr. Med.Sci., Professor, Head of the Industrial Ecology Department, Saint Petersburg State Chemical and Pharmaceutical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, Saint Petersburg, Russia, vladimir.pereligin@pharminnotech.com

Mikhail V. Zharikov – Senior Laboratory Assistant at the Department of Industrial Ecology, St. Petersburg State Chemical and Pharmaceutical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, St. Petersburg, Russia, zharikov.mihail@pharminnotech.com

The authors declare no conflicts of interests.

The article was submitted October 02, 2024; approved after reviewing October 13, 2024;
accepted for publication October 28, 2024.

The article can be used under the CC BY-NC-ND 4.0 license © Eco-Vector, 2024