

# СОХРАНЕНИЕ БИОРАЗНООБРАЗИЯ КАМЧАТКИ И ПРИЛЕГАЮЩИХ МОРЕЙ

Материалы V научной конференции.  
Петропавловск-Камчатский, 22-24 ноября 2004 г.

## К МЕТОДОЛОГИИ ИЗУЧЕНИЯ И ДИАГНОСТИКИ ДИНОФЛАГЕЛЛЯТ (DINOPHYTA)

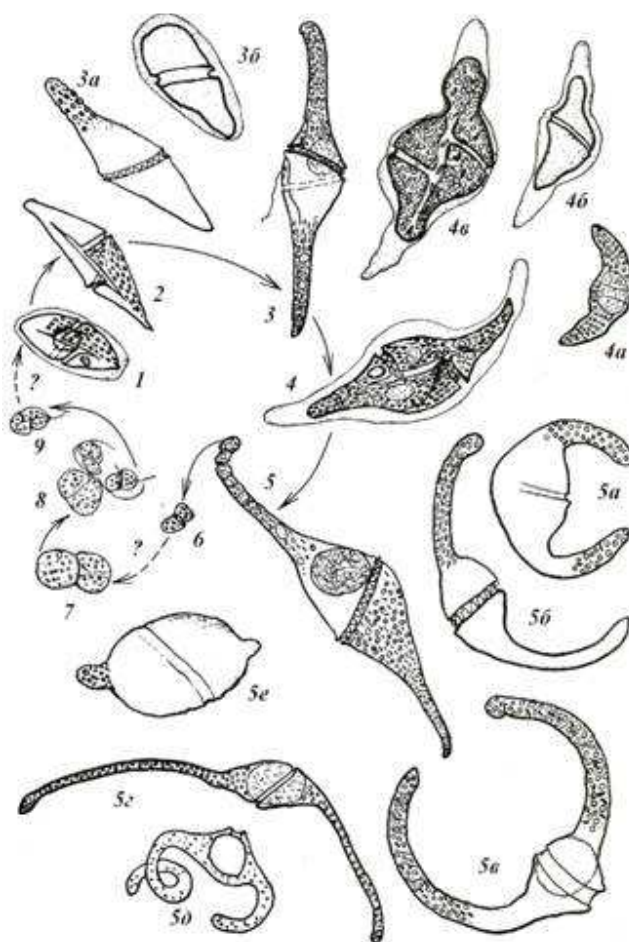
*For methodological of study and diagnostic of the dinophlagellates (Dinophyta)*

Г.В.Коновалова

Институт биологии моря (ИБМ) ДВО РАН, Владивосток

Признано, что динофлагелляты представляют собой чрезвычайно разнообразную совокупность одноклеточных организмов, исследование которой должно базироваться на сочетании ряда методов, отображающих их исключительное своеобразие. Эту группу протистов, низших эвкариот, объединяет наличие у них, хотя бы на одной из стадий жизненного цикла, своеобразного ядра – динокариона (мезокариона), сочетающего признаки настоящего ядра эвкариотов, с таковым прокариотов. По типу питания они делятся на две примерно равные группы: авто- и миксотрофы и гетеротрофы, преимущественно с животным типом питания, хотя настоящие, подлинно автотрофные перидиней, встречаются довольно редко. На этом основании, на протяжении 19 и 20-го веков динофлагелляты относились как царству растений (протофитам), так и к царству животных (протозоа). К концу прошлого века эта группа протистов была названа двуцарственными, однако на основе современных представлений она не относится ни к одному из имеющихся царств растений и животных (см. Кусакин, Дроздов, 1998). До сих пор одни и те же виды (при сохранении их видовых и родовых названий) входят в состав двух систем – ботанической и зоологической, подчиняясь двум разным номенклатурным кодексам. Наряду с системами неонтологов, существовала еще одна система перидиней, созданная палеонтологами, главным образом, на основании спор вымерших и ныне живущих (как было установлено во второй половине 20 века) динофлагеллят, где одни и те же виды имели разные названия, что было причиной дополнительных затруднений. Однако последние проблемы как будто начали решаться созданием первой единой, близкой к естественной (хотя еще во многом несовершенной), системы современных и фоссильных динофлагеллят (Fensome et al, 1993). До сих пор остается ряд трудностей, порожденных таким положением дел, в частности в описании новых таксонов динофлагеллят, что нашло весьма своеобразный выход. Зоологический кодекс не требует обязательного латинского диагноза при описании новых для науки таксонов, который часто является препятствием для большинства биологов, не владеющих латинским языком в нужном объеме. Быть может и по этой причине на протяжении прошлого века большинство новых родов и видов морских панцирных перидиней описано (и переописано) двумя крупнейшими протозоологами Т.Н.Абе и Е. Balech (или с участием их последователей), которые работали по законам Зоологической номенклатуры. В 1980-1990-х годах известный французский фитопланктолог А. Sournia в своих “Каталогах видов морских динофлагеллят” регулярно переводил виды, описанные А. Balech, в незаконные по причине отсутствия латинского диагноза. Несмотря на это, новые таксоны быстро находили свое место в системах ботаников, списках видов и флористических сводках альгологов,

работающих с морскими жгутиковыми водорослями, так как вызывали доверие тщательной и точной диагностикой. На нелепость подобного положения перидиней (вместе с другими “двуцарственными” видами) указывали многие авторы (Кусакин, Старобогатов, 1973; Кусакин, Дроздов, 1994, 1998; Corliss, 1995 и др.). Обсуждалась необходимость создания отдельного кодекса номенклатуры протистов или разработки единого кодекса биологической номенклатуры. О.Г.Кусакин и А.Л.Дроздов (1998) считали разумным, до создания единого кодекса биологической номенклатуры, который, по их мнению, был бы более целесообразным, безусловно, соблюдая все общие правила, не следовать неукоснительно ни одному из них, а в спорных случаях использовать наиболее рациональные предложения каждого. Трудно не согласиться с разумными доводами авторов, считающих излишним требование МКБН обязательного латинского диагноза при описании нового таксона протистов, к которым относятся динофлагелляты, имеющие крайне мало общего с настоящими растениями. В применении к динофлагеллятам (низшим эвкариотам) этот диагноз давно уже превратился в формальный, слабо отражающий характеристику таксона и не гарантирующий его валидность.



Традиционно диагностика динофитовых базируется на морфологических методах исследования вегетативной клетки жгутиковой стадии как у текальных (панцирных), так и у атекальных (беспанцирных, или “голых”) видов. Причем, если для первых метод полного текального анализа, включая сулькальный и сингулярный, как правило, приводит к четкому распознаванию таксона, по крайней мере, на уровне рода, то для вторых, ввиду отсутствия панциря, определение не только вида, но и рода всегда было сопряжено с рядом трудностей.

Специфические морфологические признаки поверхности клеток атекальных динофлагеллят, к которым относится большинство родов гимнодиниоидов (*Gymnodinium*, *Gyrodinium*, *Amphidinium*, *Katodinium* и др.), всегда были скудны, особенно при наблюдении в световом микроскопе (СМ). Но именно они были изначально положены в основу дифференциации жгутиковых стадий беспанцирных перидиней на уровне рода. Практически разделение вышеперечисленных родов осуществлялось по одному главному признаку: положению пояса и величине расхождения его концов на брюшной стороне, т.е. по соотношению размеров эписомы и гипосомы. Такое разграничение было условным и в значительной степени искусственным, что нередко приводило в тупик при таксономических исследованиях. Особенно нелегкие проблемы возникали при идентификации видов двух крупнейших (явно сборных) родов *Gymnodinium* и *Gyrodinium*. Эти роды, как показали недавние исследования (Hansen et al., 2000; Daugbjerg et al., 2000), особенно нуждаются в более тщательном изучении морфологии клетки, включая ультраструктуру органелл, на электронно-микроскопическом уровне в сочетании с некоторыми методами молекулярной биологии, успешно применяемыми в области макро- и микросистематики.

Большие затруднения в диагностике видов атекальных перидиней вызывает необходимость исследования их живыми при оптической микроскопии, что требует большого напряжения, опыта и значительного количества материала. Кроме того, и это наиболее существенно, гимнодиниевидные организмы имеют место в жизненных циклах большинства динофлагеллят, в том числе сложных циклах развития паразитических видов. Поэтому определение атекальных видов требует сочетания экспериментальных лабораторных (культуральных) и естественных полевых наблюдений. При описании нового для науки вида беспанцирных следует непременно опираться на исследование его жизненного цикла, включая жгутиковые и покоящиеся стадии. Для текальных видов – это означает цикл: тека – циста – тека. К сожалению, это происходит далеко не всегда, т.к. связано зачастую с немалыми сложностями исследования динофлагеллят в искусственных условиях. Классические монографии конца 19-го - начала 20-го веков изобилуют изображениями организмов, описанных в СМ на основании одной-двух зачастую мертвых клеток в качестве новых для науки “видов” атекальных перидиней, на самом деле, являющихся стадиями известных или еще не найденных видов. Воспроизведение нового вида беспанцирных на основании одной – двух живых или мертвых клеток продолжалось и в последние десятилетия прошлого века, в какой-то мере продолжается и теперь. Например, описанный Sournia (1972) по фиксированному материалу *Pseliodinium vaubanii* (рисунок, 5г, д) как типовой вид нового рода (кстати, вполне законно, с точки зрения правил МКБН) оказался стадией жизненного цикла *Gyrodinium falcatum* Kof. et. Sw. (см. рисунок) (Коновалова, 2003). Это лишний раз свидетельствует о том, что соблюдение правил Ботанического кодекса для протистов не гарантирует действительного существования вида. Известно, и это подтверждает рисунок, что одной из основных трудностей в систематике динофлагеллят, является внутривидовая изменчивость на протяжении жизненного цикла, который может включать до 20-25 стадий. Сказанное касается и текальных перидиней, особенно таких, как *Ceratium*, тека которого слабо используется в таксономии рода, а планктонная жгутиковая стадия одного вида может давать (в культуре) до 10-13 морфотипов, известных в качестве самостоятельных видов или внутривидовых таксонов.

Еще в прошлом веке стало очевидным, что для более точной диагностики динофлагеллят необходимо постоянное наблюдение видов в культуре, т.к. разовые пробы не дают четкой картины морфологической изменчивости и мало пригодны для целей систематики (Burns, Mitchell, 1980 и др.). Проверка устойчивости морфологических

признаков, наблюдаемых в СМ или СЭМ, требует кропотливой работы с культурой. Однако, выведение динофлагеллят в культуру, особенно ее сохранение, дело весьма сложное. Относительно просто поддержание альгологически чистых культур автотрофных видов, гетеротрофные виды, как правило, редко выживают, особенно в условиях аксенических культур.

В последние годы появились работы, в которых более или менее успешно пытаются решить некоторые из насущных таксономических проблем в группе наиболее крупных родов атекальных динофлагеллят (*Gymnodinium* и *Gyrodinium*), исследуя их родословные связи с помощью ультраструктурных и молекулярно-генетических методов. В частности, используются данные о последовательности большой субъединицы рибосомальной ДНК (LSU rDNA) (Doughjerg et al., 2000), которая считается более подходящей для изучения филогении на родовом и видовом уровне, чем rDNA SSU. Эти данные лишней раз свидетельствуют о том, что молекулярно-генетические методы исследования, по-видимому, могут служить хорошим дополнением к основополагающему морфологическому методу в сложных случаях таксономических или филогенетических проблем.

Появившиеся в последнее время нападки на методы морфологического анализа водорослей и признание их менее надежными, чем методы молекулярно-генетического, никак не оправданы. О высокой разрешающей способности морфологического метода исследования (по фенотипическим признакам, включая ультраструктурные), свидетельствуют недавно обобщенные результаты изучения водорослей на ультраструктурном и молекулярном уровнях (Масюк, Костиков, 2002). Совмещение трех схем родственных связей по ядерному, митохондриальному и пластидному геномам, подтвердило статус 16 отделов водорослей, выделенных ранее по фенотипическим признакам. К результатам исследования на молекулярно-генетическом уровне в решении филогенетических и таксономических проблем, следует относиться осторожно, т. к. они часто зависят от состава и количества исследуемых объектов, выбора маркера и анализа дендрограмм. Кроме того, повторы некоторых генов имеют конвергентное сходство, (т.е. приобретение сходных признаков неродственными генами) и тогда они могут искажать картину эволюционных взаимоотношений между организмами (Кель и др., 1998).

Что касается динофитовых, то основой их систематики остается морфология живой клетки. Однако часто морфологический критерий понимается здесь слишком узко и односторонне, например, как внешний вид единственной клетки, без использования всех широких возможностей морфологического метода. В.Н.Беклемишев (1994) под формой организма понимал весь цикл его изменений в онтогенезе, считая, что истинным объектом сравнительной анатомии являются морфопроцессы (морфогенезы). Очевидно, что современную диагностику динофлагеллят следует основывать на голоморфии, которая подразумевает изучение морфологии всех стадий жизненного цикла вида, включая спору. Голоморфные таксоны D.Wall и B.Dale еще в 1968 году считали основой систематики будущего и создания единой классификации динофлагеллят.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Беклемишев В.Н. 1994. Методология систематики. М.: КМК Scientific Press Ltd. 250с.

Кель Ф.Э., Колчанов Н.А., Соловьев В.В. 1988. Конвергентное происхождение повторов в генах кодирующих глобулярные белки. Анализ факторов, обуславливающих наличие прямых повторов // Журн. общ. биол. Т.49. №3. С.343-354.

Коновалова Г.В. 2003. Жизненный цикл *Gyrodinium falcatum* и валидность *Pseliodinium vaubanii* (Dinophyceae) // Биол. моря. Т.29. №3. С.195-198.

Кусакин О.Г., Дроздов А.Л. 1994. Филема органического мира. Ч. 1. Прологомены к построению филемы. СПб.: Наука. 282 с.

Кусакин О.Г., Дроздов А.Л. 1998. Филема органического мира. Ч. 2. СПб.: Наука. 381 с.

Кусакин О.Г., Скоробогатов Я.И. 1973. К вопросу о наивысших таксономических категориях органического мира // Проблемы эволюции. Новосибирск. Т.3. С.95-103.

Масюк Н.П., Костиков И.Ю. 2002. Современные взгляды на положение водорослей в системе органического мира // Альгология. Т.12. №2. С.151-182

Burns D.A., Mitchell J.S. 1980. Some dinoflagellates of the genus *Ceratium* from around New Zeland // N.Z.J. Mar. and Freshwater Res. Vol.14. №2. P.149-153.

Corlis J.O. 1995. The ambiregnal protists and the Cods of nomenclature: a brief review of the problem and proposed solution // Bull. Zool. Nomencl. Vol.2. Pt. 1. P.11-17.

Daugbjerg N., Hansen G., Larsen J. and Moestrup Ø. 2000. Phylogeny of some of the major genera of dinoflagellates based on ultrastructure and partial LSU rDNA sequence data, including the erection of three new genera of unarmoured dinoflagellates // Phycologia. Vol.39. №4. P.302-317.

Fensome R.A., Taylor F.J.R., Norris G., Sarjeant W.A.S., Wharton D.I. and Williams G.L. 1993. A classification of living and fossil dinoflagellates // Micropaleontology. Spec. Pub. 7. P.1-351.

Hansen G., Daugbjerg N. and Henriksen P. 2000. Comparatives study of *Gymnodinium mikimotoi* and *Gymnodinium aureolum*, comb. nov. (= *Gyrodinium aureolum*) based on morphology, pigment composition, and molecular data // J. Phycol. Vol.36. P.394-410.

Sournia A. 1972. Une période de pousses phytoplantoniques près de Nosy-Be (Madagaskar) en 1971. Espèces rares on nouvelles du phytoplanton // Cah. ORSTOM. Sér. Océanogr. Vol.10. №2. P.151-159.

Wall D. and Dale B. 1968. Modern dinoflagellates cysts and evolution of the Peridinales // Micropaleontology. Vol.14. P.265-304.