
**БИОРАЗНООБРАЗИЕ ЭКОСИСТЕМ
И ЕГО СОХРАНЕНИЕ**

УДК 582.276 (262.5):57.084/.086

DOI: [10.21072/eco.2025.10.1.01](https://doi.org/10.21072/eco.2025.10.1.01)

**ИНТЕГРАТИВНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КРИПТОФИТОВЫХ МИКРОВОДОРОСЛЕЙ
КАК ОСНОВА ИЗУЧЕНИЯ ИХ БИОРАЗНООБРАЗИЯ В ЧЁРНОМ МОРЕ
НА СОВРЕМЕННОМ УРОВНЕ ***

Ханайченко А. Н.

*ФГБУН ФИЦ «Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского РАН»,
г. Севастополь, Российская Федерация,
e-mail: a.khanaychenko@gmail.com*

Аннотация: Криптофиты (класс Cryptophyceae) — экологически важная группа микроводорослей, повсеместно распространённых в пресноводных и морских экосистемах и играющих важную роль в трансформации неорганического и органического вещества. Однако они являются одной из наименее изученных групп в фитопланктонном сообществе Чёрного моря в связи со сложностью их идентификации стандартными консервативными методами исследования. Созданная специализированная рабочая коллекция живых культур штаммов черноморских криптофитовых в отделе аквакультуры и морской фармакологии Федерального исследовательского центра «Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского РАН» (ФИЦ ИнБЮМ) основана на собственных полевых сборах, изоляции и содержания штаммов и соответствует определению биоресурсной. Разработанный интегративный подход, сочетающий прижизненное изучение биологии и изменчивости морфологии клеток культивируемых штаммов с использованием световой микроскопии, ультраструктур клеток — с помощью электронной микроскопии и методов молекулярной генетики, позволяет осуществлять таксономическую идентификацию штаммов криптофитовых на современном уровне, приводит к открытию новых для науки видов черноморских криптофитовых водорослей. Живые культуры идентифицированных видов коллекции используются для проведения экспериментальных работ по изучению их экологической физиологии, трофических связей и биотехнологических характеристик, позволяющих получать ценные биомолекулы.

Ключевые слова: микроводоросли, криптофитовые, Чёрное море, биоразнообразие, интегративные исследования

Введение

Криптофитовые микроводоросли (криptomonеды или криптофиты, класс Cryptophyceae) — одна из наименее изученных групп, преимущественно нанопланктонных (от 5 до 50 мкм), одноклеточных двужгутиковых микроводорослей. Насчитывается около 20 родов криптомонад с более чем 100 видами, но их истинное разнообразие и распространённость в природе, очевидно, значительно недооценены [Hoef-Emden, Archibald, 2017].

Криптофитовые найдены практически во всех пресноводных и морских экосистемах — от полярных и умеренных до субтропических климатических зон. Повсеместно распространённые криптофиты являются экологически значимой группой микроводорослей и играют важную

*Работа выполнена в рамках государственного задания Института биологии южных морей по теме № 124022400152-1 «Комплексное исследование механизмов функционирования морских биотехнологических комплексов с целью получения биологически активных веществ из гидробионтов».

роль в трансформации неорганического и органического вещества. Среди них встречаются фотоавтотрофные, миксотрофные, гетеротрофные и осмотрофные виды. Фототрофные виды криптофитовых вносят значительный вклад в фиксацию углекислого газа, особенно в прибрежных водах и меромиктических бассейнах. Криптофитовые мигрируют в водной толще по вертикали и могут скапливаться в области хемоклина озёр, в северных меромиктических водоёмах их скопления обнаруживают у границы миксолимниона при температурах от 4 до 15 °С [Краснова и др., 2014]. Пластичность криптоноад к быстро меняющимся световым и трофическим условиям позволяет им занимать разнообразные экологические ниши при изменении климата, как это происходит в антарктических водах [Mendes et al., 2023]. В глубоководной части меромиктического бассейна Чёрного моря пик биомассы криптофитовых обнаруживали весной в слое 9–17 м (с уровнем ФАР, составляющем 10 % от уровня ФАР на поверхности моря), а летом их максимум опускался до 30 м (1.5–2.5 % SPAR) [Mikaelyan, Pautova, Fedorov, 2021].

Численность криптофитовых в разнообразных водных экосистемах может варьировать от 10^4 до 10^7 клеток $л^{-1}$. Локальные «цветения» криптофитовых чаще наблюдают в весенний, раннелетний или позднелетний периоды (в зависимости от климатических условий) преимущественно в прибрежных зонах моря и в эстуариях рек [Wang et al., 2025]. Несмотря на то, что численность криптофитовых может достигать значительной концентрации, их «цветения» никогда не регистрировали как токсичные для гидробионтов, в отличие от других групп микроводорослей. Напротив, они являются чрезвычайно важными первичными продуцентами с высоким содержанием ценных, незаменимых биохимических компонентов, таких как липиды, стеролы, полиненасыщенные жирные кислоты, фикобилипротеины и аминокислоты [Abidizadegan, Peltomaa, Blomster, 2021]. Поэтому криптофиты являются чрезвычайно важным источником пищи в водных трофических цепях для разнообразных гетеротрофных микропланктонных организмов (динофлагеллят и инфузорий) [Johnson et al., 2018], коловраток и копепод [Khanaychenko et al., 2018]. Наши исследования впервые показали ключевую роль нанопланктонных криптофитовых как важного пищевого ресурса *Oithona davisae* [Khanaychenko et al., 2018], массового вида–вселенца мелко-размерных циклопоидных копепод в прибрежной части Чёрного моря, которые, в свою очередь, являются важным источником пищи для личинок рыб [Vdodovich et al., 2017]. Селективность микрозоопланктона по отношению к криптофитовым водорослям была подтверждена результатами анализа генетического разнообразия популяций криптофитовых, совмещёнными с экспериментальными данными, полученными с применением метода разбавления [Johnson et al., 2018].

Несмотря на значимость криптофитовых и их очевидную роль в трофических цепях разных экологических сообществ, они оказываются одной из наименее изученных групп в фитопланктонном сообществе как Чёрного моря, так и Мирового океана. Малочисленность исследований разнообразия криптофитов, в том числе черноморских, и их недоучёт связаны со сложностью их определения до таксона ниже класса стандартными методами изучения фитопланктона: их клетки разрушаются под влиянием фиксаторов, а идентификация их до таксонов ниже класса под световым микроскопом практически невозможна [Cerino, Zingone, 2006]. Исследования последних десятилетий показали необходимость применения комплекса методов электронной микроскопии и генетического анализа для идентификации криптофитовых [Hoef-Emden, Melkonian, 2003].

В России большая часть информации о криптофитовых содержится в работах, посвящённых изучению сезонной динамики численности фитопланктона, а специализированные исследования группы очень немногочисленны. Однако при исследовании разнообразия криптофитовых в РФ с помощью комплексного подхода были идентифицированы новые, неизвестные науке виды криптофитовых как в пресных [Gusev et al., 2022; Kulizin et al., 2022], так и в морских водах [Khanaychenko et al., 2022; Khanaychenko et al., 2024].

Первые описания криптофитовых водорослей Черноморского региона относятся к началу XX века, когда несколько видов, обнаруженных в крымском солевом озере, были описаны и отнесены к роду *Cryptomonas* [Wisłouch, 1924]. Позже несколько обнаруженных в Севастопольской бухте криптомонад на основании световой микроскопии М. И. Роухияйнен также отнесла к роду *Cryptomonas* [Роухияйнен, 1967; Роухияйнен, 1970]. И несмотря на то, что в настоящее время показано: род *Cryptomonas* включает исключительно пресноводные виды [Hoef-Emden, Melkonian, 2003; Gusev et al., 2020], до настоящего времени при описании криптофитовых из проб черноморского фитопланктона часто используют невалидные названия криптофитовых, в том числе *Cryptomonas* spp. [Mikaelyan, Pautova, Fedorov, 2021]. Документирование разнообразия морских криптомонад остаётся глобальной проблемой.

Единственным правильным подходом для изучения черноморских криптофитовых водорослей на современном уровне можно считать проведение интегративных исследований этой группы. Для изучения разнообразия черноморских криптомонад была поставлена задача создания коллекции живых культур штаммов черноморских криптофитовых микроводорослей и разработки схемы комплексных исследований для их идентификации на современном уровне.

Материал и методы

Основу коллекции составляют изоляты микроводорослей, полученные благодаря собственным сборам. Для выделения штаммов криптофитовых нативные пробы морской воды объёмом ~ 2 л, отобранные в течение 2020–2023 гг. в прибрежной акватории из разных прибрежных участков Севастопольской бухты, предварительно очищали от крупных организмов (более 40 мкм) путём мягкой обратной фильтрации через нейлоновый газ с размером ячеек последовательно 70 и 20 мкм. Очищенную от крупноразмерного планктона пробу сгущали с помощью воронки обратной фильтрации и ядерных фильтров (г. Дубна, Россия) с диаметром пор 1 мкм до конечного объёма 25–30 мл. Идентификация живых клеток криптофитовых до уровня класса возможна в живой капле практически под любым световым микроскопом благодаря их характерной асимметричной форме и специфическому поступательно-колебательному движению, осуществляемому благодаря движению двух жгутиков. Поэтому полученный концентрат живой пробы просматривали в небольших каплях, распределённых в стерильной чашке Петри (диаметр 5 см), под световым микроскопом.

Для выделения альгологически чистой культуры из смешанных живых проб можно использовать разные микробиологические методы: разведения, пересевы, посеvy на полужидкие среды. Однако нами при изоляции клеток криптофитовых был использован наиболее подходящий для криптофитовых, максимально сложный, но наиболее надёжный метод изоляции одиночных клеток — пипетирование под инвертированным микроскопом Nikon Eclipse TS200, позволяющим производить контролируемые манипуляции. Отлавливание одиночных клеток производили с помощью подготовленных стерильных стеклянных микропипеток Пастера с оттянутым капилляром минимального диаметра при увеличении $\times 100$ и контролировали при увеличении $\times 400$. Процедура выделения отдельных клеток требует непосредственного подведения микрокапилляра к изолируемой клетке и манипуляции по перемещению клетки в отдельную каплю, содержащую стерильную морскую воду. Отобранную с помощью капилляра клетку переносили в новую каплю, а для очистки клетки от нежелательных сопутствующих микроорганизмов её перемещали через серию капель со стерильной морской водой с постепенным добавлением питательной среды Уолна (Walne) (последовательных переносов из капли в каплю). После «проводки» и контроля одиночной изолированной клетки в последней капле её окончательно перемещали из капли в стерильную пластиковую пробирку типа Эппендорф (1 мл), наполненную на $\frac{3}{4}$ объёма стерильной средой Уолна. Все манипуляции производили исключительно под визуальным контролем под инвертированным микроскопом.

Эппендорфы с изолятами криптофитовых помещали в общую коллекцию живых культур штаммов и проверяли штаммы на чистоту и жизнеспособность, отбирая регулярно (через 7–14 суток) аликвоты стерильной пипеткой и просматривая пробу под микроскопом при увеличениях $\times 100$ и $\times 400$. При обнаружении нежелательных живых примесей в культуре проводили дополнительную процедуру изоляции клеток криптофит через последовательные «проводки» в новые стерильные пробирки или выбраковывали полностью неудачные изоляты. Коллекцию живых культур штаммов черноморских криптофитовых микроводорослей содержали при естественном освещении с интенсивностью излучения в пределах 5–10 эйншт. $\text{м}^2\text{сек}^{-1}$.

Результаты

В результате экспериментальных работ группы исследователей [Khanaychenko et al., 2022; Khanaychenko et al., 2024] была разработана методология изучения разнообразия криптофитовых для их таксономической идентификации на современном уровне с применением интегративного подхода. Разработанная схема предлагаемого подхода представляет следующую последовательность.

1. Стандартизацию условий сбора, очистки и хранения культур штаммов:

- отбор проб из моря;
- изоляция отдельных клеток криптофитовых под инвертированным микроскопом;
- выделение в чистую культуру при контролируемых условиях на жидкой минеральной среде;
- поддержание и рекультивирование альгологически чистых культур штаммов криптофитовых через множественные генерации, регулярный пересев и проверка чистоты линий.

2. Микроскопирование клеток:

- исследование морфологии и получение микрофотографий основных структур и формы живых клеток штаммов криптофитовых под световым микроскопом в геле низкотемпературной агарозы при увеличении до $\times 1000$;
- исследование морфологии и получение микрофотографий поверхностных ультраструктур фиксированных клеток под СЭМ при увеличении до $\times 10000$;
- сравнительный анализ морфологических характеристик клеток с существующими в литературных источниках.

3. Генотипирование штаммов.

Выявление филогенетических связей, молекулярно-генетический анализ фрагментов нуклеотидных последовательностей:

- выделение и амплификация ДНК — фрагмента ядерного гена малой рибосомальной субъединицы рДНК (18S) и фрагмента гена большой субъединицы рДНК (28S);
- построение филогенетического дерева с последовательностями консервативных генов штаммов (18S+28S рДНК);
- филогенетический анализ методами максимального правдоподобия (ML) и Байесовского подхода (BI);
- получение данных по ядерному внутреннему транскрибируемому спейсеру ITS2;
- сравнительный анализ ITS2 рДНК у близкородственных штаммов для уточнения филогенетических родственных связей близкородственных видов.

4. Депонирование образцов идентифицированного штамма:

- последовательностей ДНК штаммов в GenBank;
- голотипа фиксированных клеток штамма в стандартизированный гербарий водорослей;
- пополнение референсной базы по генетическим маркерам криптомонад.

Комбинированные данные световой и электронной микроскопии были использованы в интегрированном с данными молекулярно-генетического анализа описании таксономического положения ряда штаммов из новой коллекции криптофитовых. При применении вышеуказанной комплексной методологии интегративного подхода при исследовании штаммов из коллекции криптофитовых к 2025 г. было идентифицировано и описано пять новых для науки видов, из которых один вид относится к *Proteomonas agilis* sp. nov. Khanaychenko, Nikolayeva, Rylkova, Saburova [Khanaychenko et al., 2024], а четыре — к роду *Rhodomonas*: *R. storeatuloformis* sp. nov. Khanaychenko, Saburova, Aleoshin, Rylkova, Popova et Aganesova [Khanaychenko et al., 2022], *R. vitalis*, *R. fusiformis* и *R. mirabilis* nom. prov. Khanaychenko, Nikolayeva, Rylkova, Saburova (в печати) (рис. 1).

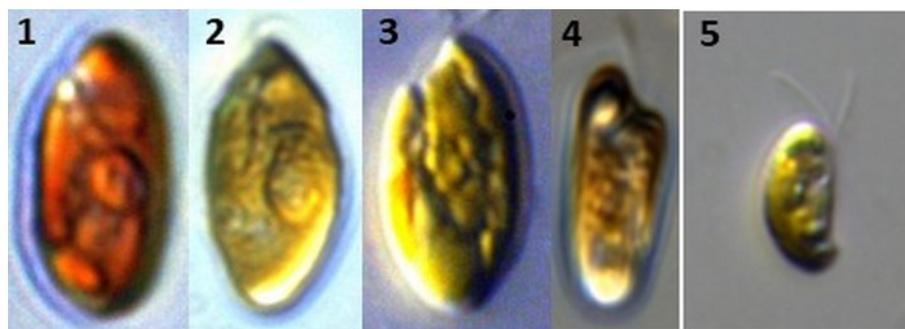


Рис. 1. Новые виды криптофитовых микроводорослей из коллекции живых культур штаммов черноморских криптофитовых ФИЦ ИнБЮМ: 1. *Rhodomonas vitalis* sp. nov.; 2. *R. fusiformis*; 3. *R. mirabilis*; 4. *R. storeatuloformis*; 5. *Proteomonas agilis*

Последовательности ДНК идентифицированных криптофитовых микроводорослей были депонированы в GenBank, а их голотипы переданы на хранение в депозитарий Гербария водорослей (LE) Ботанического института им. Комарова.

Заключение

В настоящее время правильная идентификация криптомонад становится всё более важной для отслеживания изменений в биоразнообразии и прогнозирования текущих изменений окружающей среды. Функционирующая новая рабочая коллекция живых культур штаммов черноморских криптофитовых в ФИЦ ИнБЮМ полностью соответствует представлению о биоресурсной коллекции согласно принятого Государственной Думой и одобренного Советом Федерации РФ Федерального закона от 30 ноября 2024 г. N 428-ФЗ «О биоресурсных центрах и биологических (биоресурсных) коллекциях» и позволяет на её основе исследовать разнообразие черноморских криптофитовых микроводорослей. В связи с тем, что солёность Чёрного моря (18 промилле) значительно ниже океанической (35 промилле), в прибрежных зонах, и особенно в эстуариях рек, можно ожидать значительного биоразнообразия [Wang et al., 2025] и обнаружения дополнительных, новых для науки и флоры России видов криптофитовых.

Полная идентификация массовых черноморских видов криптофитовых из пополняемой коллекции предполагает создание каталога коллекционных штаммов и интегративной базы данных, включающих молекулярные данные, которые можно будет использовать сначала при изучении экспериментальных лабораторных метагеномов с небольшим количеством образцов, а в дальнейшем эта интегративная база данных может быть использована в метагеномных исследованиях природных проб при изучении пространственного и сезонного распределения и разнообразия

криптофитовых Чёрного моря на современном уровне. Создание коллекции культур штаммов черноморских криптофитовых водорослей с последующими комплексными исследованиями, дополненной референсной базой их нуклеотидных последовательностей, отсутствующей в настоящее время, сможет служить основой для корректной интерпретации данных метабаркодинга и других метагеномных исследований.

Проводятся комплексные перспективные экспериментальные исследования экологической физиологии и биотехнологических характеристик недавно идентифицированных новых видов криптофитовых, на основании которых совершенствуются методики их культивирования, изучается их роль в экспериментальных трофических цепях и производится отбор коммерчески перспективных видов черноморских криптофитовых для использования в аквакультуре и биотехнологии с целью изучения возможностей получения из них ценных компонентов, биологически активных веществ (фикобилипротеинов, ненасыщенных жирных кислот и других биологически активных веществ, производных их биосинтеза) для марикультуры, биомедицины и фармакологии.

Благодарности. Автор благодарен всем своим коллегам по работе с коллекцией криптофитовых водорослей за их поддержку и профессионализм, и в частности Д. М. Моисеенко — за его скрупулёзную работу по выведению и рекультивированию штаммов. Автор благодарит неизвестных рецензентов и корректоров за их ценные замечания и рекомендации, которые значительно улучшили текст статьи.

Список литературы

1. Краснова Е. Д., Пантюлин А. Н., Маторин Д. Н., Годоренко Д. А., Белевич Т. А., Милютин И. А., Воронцов Д. А. Цветение криптофитовой водоросли *Rhodomonas* sp. (Cryptophyta, Rhodomonadaceae) в редокс-зоне водоемов, отделяющихся от Белого моря // Микробиология. – 2014. – Т. 83, № 3. – С. 346–354. – <https://doi.org/10.7868/S0026365614030100>
2. Роухияйнен М. И. Новые виды родов *Cryptomonas* (Cryptophyta) и *Platymonas* (Chlorophyta, Chlamydomonadales) из Черного моря // Новости систематики низших растений / Ботан. ин-т им. В. Л. Комарова РАН. – Санкт-Петербург : БИН РАН, 1970. – Т. 7. – С. 20–23.
3. Роухияйнен М. И. Новый вид рода *Cryptomonas* (Cryptophyta) из Черного моря // Новости систематики низших растений / Ботан. ин-т им. В. Л. Комарова РАН. – Санкт-Петербург : БИН РАН, 1967. – Т. 4. – С. 71.
4. Abidizadegan M., Peltomaa E., Blomster J. The potential of cryptophyte algae in biomedical and pharmaceutical applications // *Frontiers in Pharmacology*. – 2021. – Vol. 11. – Art. 618836. – <https://doi.org/10.3389/fphar.2020.618836>
5. Cerino F., Zingone A. A survey of cryptomonad diversity and seasonality at a coastal Mediterranean site // *European Journal of Phycology*. – 2006. – Vol. 41, iss. 4. – P. 363–378. – <http://dx.doi.org/10.1080/09670260600839450>
6. Gusev E., Martynenko N., Kulizin P., Kulikovskiy M. Molecular diversity of the genus *Cryptomonas* (Cryptophyceae) in Russia // *European Journal of Phycology*. – 2022. – Vol. 57, iss. 4. – P. 526–550. – <https://doi.org/10.1080/09670262.2022.2031304>
7. Gusev E., Podunay Y., Martynenko N., Shkurina N., Kulikovskiy M. Taxonomic studies of *Cryptomonas lundii* clade (Cryptophyta: Cryptophyceae) with description of a new species from Vietnam // *Fottea*. – 2020. – Vol. 20, iss. 2. – P. 137–143. – <http://dx.doi.org/10.5507/fot.2020.004>

8. Hoef-Emden K., Archibald J. M. Cryptophyta (Cryptomonads) // Handbook of the Protists / eds: Archibald J. M. [et al.]. – 2nd ed. – Cham : Springer, 2017. – Chap. 24. – P. 851-891. – https://doi.org/10.1007/978-3-319-28149-0_35
9. Hoef-Emden K., Melkonian M. Revision of the genus *Cryptomonas* (Cryptophyceae): a combination of molecular phylogeny and morphology provides insights into a long-hidden dimorphism // *Protist*. – 2003. – Vol. 154, iss. 3/4. – P. 371–409. – <https://doi.org/10.1078/143446103322454130>
10. Johnson M. D., Beaudoin, D. J., Frada M. J., Brownlee E. F., Stoecker D. K. High grazing rates on cryptophyte algae in Chesapeake Bay // *Frontiers in Marine Science*. – 2018. – Vol. 5. – P. 241. – <https://doi.org/10.3389/fmars.2018.00241>
11. Khanaychenko A., Mukhanov V., Aganesova L., Besiktepe S., Gavrilova N. Grazing and feeding selectivity of *Oithona davisae* in the Black Sea: importance of cryptophytes // *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. – 2018. – Vol. 18, iss.8. – P. 937–949. – https://doi.org/10.4194/1303-2712-v18_8_02
12. Khanaychenko A. N., Nikolaeva O. V., Rylkova O. A., Saburova M., Aleoshin V. V. Genus *Proteomonas* is not monotypic: *P. agilis* sp. nov. (Cryptophyceae, Geminigeraceae) from the Black Sea and hidden diversity of *Proteomonas* species // *Botanica Marina*. – 2024. – Vol. 67, iss.6. – P. 621–636. – <https://doi.org/10.1515/bot-2024-0039>
13. Khanaychenko A. N., Popova O. V., Rylkova O. A., Aleoshin V. V., Aganesova L. O., Saburova M. *Rhodomonas storeatuloformis* sp. nov. (Cryptophyceae, Pyrenomonadaceae), a new cryptomonad from the Black Sea: morphology versus molecular phylogeny // *Fottea*. – 2022. – Vol. 22, iss. 1. – P. 122–136. – <https://doi.org/10.5507/fot.2021.019>
14. Kuliz'in P. V., Martynenko N. A., Gusev E. S., Kapustin D. A., Vodeneeva E. L., Kulikovskiy M. S. New species of the genus *Cryptomonas* (Cryptophyceae) in the flora of Russia // *Inland Water Biology*. – 2022. – Vol. 15, iss. 3. – P. 227–237. – <https://doi.org/10.1134/S1995082922030087>
15. Mendes C. R. B., Costa R. R., Ferreira A., Jesus B., Tavano V. M., Dotto T. S., Leal M. C., Kerr R., Islabão C.A., Franco A., Mata M. M., Garcia C. A. E., Secchi E. R. Cryptophytes: an emerging algal group in the rapidly changing Antarctic Peninsula marine environments // *Global Change Biology*. – 2023. – Vol. 29, iss.7. – P. 1791–1808. – <https://doi.org/10.1111/gcb.16602>
16. Mikaelyan A. S., Pautova L. A., Fedorov A. V. Seasonal evolution of deep phytoplankton assemblages in the Black Sea // *Journal of Sea Research*. – 2021. – Vol. 178. – Art. 102125. – <https://doi.org/10.1016/j.seares.2021.102125>
17. Vdodovich I. V., Khanaychenko A. N., Gubanov A. D., Kolesnikova E. A., Aganesova L. O. Identification of some common food items in the guts of fish larvae and juveniles in the Black Sea // *Marine Biological Journal*. – 2017. – Vol. 2, iss. 1. – P. 3–10. – <https://doi.org/10.21072/mbj.2017.02.1.01>
18. Wang C., Liu Y., Tong Z., Cai S., Wang Y., Chen N., Huang B., Xiao W. Cryptophyte diversity and assembly mechanisms reveal ecological discontinuities in a riverestuary-coast continuum // *Ecological Indicators*. – 2025. – Vol. 171. – Art. 113114. – <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2025.113114>
19. Wisłouch S. Przyczynek do biologji solnisk i genezy szlamów leczniczych na Krymie // *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*. – 1924. – Vol. 2, № 2. – P. 99–129.

INTEGRATIVE STUDIES OF CRYPTOPHYTE MICROALGAE AS A BASIS FOR THEIR BIODIVERSITY RESEARCH IN THE BLACK SEA AT THE MODERN LEVEL

Khanaychenko A. N.

*A. O. Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas of RAS, Sevastopol, Russian Federation,
e-mail: a.khanaychenko@gmail.com*

Abstract: Cryptophytes (class Cryptophyceae) are ecologically important group of microalgae present in freshwater and marine ecosystems, and playing important role in transformation of inorganic and organic matter. However, they are one of understudied group in the phytoplankton community of the Black Sea due to the difficulties of their identification by standard conservative research methods. The specialized working collection of live cultures of strains of the Black Sea cryptophytes established in the department of aquaculture and marine pharmacology of the «A. O. Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas of RAS» based on isolation of cryptophyte cells from field collections and regular recultivation of the strains could be defined as a bioresource collection. The developed integrative approach, combining the intravital study of the morphology and biology of the cells of the cultured strains using light microscopy, study of the cell ultra-structure using electron microscopy, and molecular genetics methods, allows taxonomic identification of cryptophyte strains at modern level, leading to discovery of new species of cryptophytes in the Black Sea. Live cultures of the identified cryptophytes enable experimental works on their ecological physiology, trophic relationships and biotechnological characteristics allowing production of valuable biomolecules.

Keywords: microalgae, cryptophytes, Black Sea, biodiversity, integrative research

Сведения об авторе

Ханайченко Антонина Николаевна	кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, ФГБУН ФИЦ «Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского РАН», просп. Нахимова, 2, Севастополь, 299011, Российская Федерация, a.khanaychenko@gmail.com
--------------------------------------	---

Поступила в редакцию 18.02.2025 г.

Принята к публикации 28.02.2025 г.