

ИНТЕГРАТИВНЫЙ ПОДХОД В ИССЛЕДОВАНИИ ВИДОВОГО РАЗНООБРАЗИЯ, БИОГЕОГРАФИИ И ЭВОЛЮЦИИ МЕЗОПЕЛАГИЧЕСКИХ ЭУФАУЗИИД В АТЛАНТИЧЕСКОМ ОКЕАНЕ



Д.Н. Кулагин, А.А. Лунина, У.В. Симакова, А.Л. Верещака
Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, г. Москва
kulagin.dima@gmail.com

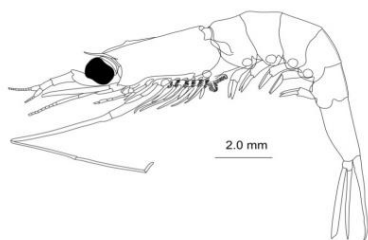


Рис. 1. Внешний вид *Nematoscelis microps* (самка).

Согласно современным оценкам видовое разнообразие зоопланктона существенно недооценено. Проведение исследований океанического зоопланктона с применением молекулярно-генетических методов может существенно изменить наши представления о биогеографических закономерностях в пелагиали. Поэтому важной задачей является описание истинного биоразнообразия в широко распространенных и экологически значимых группах зоопланктона. Нами было исследовано видовое разнообразие, генетическая и морфологическая изменчивость мезопелагических эуфаузиид рода *Nematoscelis* (Рис.1) в Атлантическом океане. Материалом для работы послужили пробы, собранные в шести экспедициях (2012-2018 гг) в Атлантическом океане (42°с.ш.-42°ю.ш.).

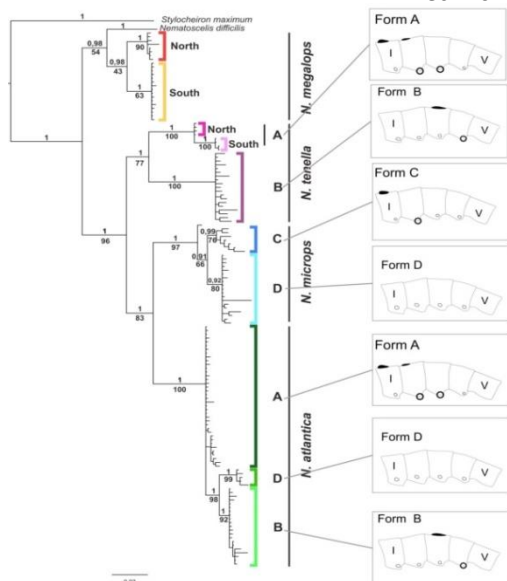


Рис. 1. Филогенетическая реконструкция, построенная методом Байеса, на основании генов COI и H3 (917 п.о.). Шкала – количество ожидаемых замен. Статистические поддержки: сверху – Bayesian pp, снизу – ML. Справа изображены морфологические формы самцов, соответствующие генетическим кладам.

Нами был проведен анализ генетической и морфологической изменчивости четырех видов роде *Nematoscelis*, населяющих Атлантический океан: *N. megalops*, *N. microps*, *N. tenella* и *N. atlantica*. Для трех последних видов, составляющих группу «*N. microps*» описано наличие диморфных самцов, которые различаются комбинацией увеличенных фотофоров и хитиновых бляшек («сёдел») на сегментах абдомена (Рис. 2). Генетический анализ показал наличие дифференцированных клад у всех видов, которые также характеризовались различиями в географическом распространении (Рис. 2, 4). Причем у видов из группы «*N. microps*», эти клады соотносились с особенностями морфологии самцов (Рис. 2). Более детальный морфологический анализ признаков, не связанных с полом, позволил обнаружить статистически значимые различия между кладами *N. megalops* North и South, а также *N. tenella* Form A и Form B (Рис. 3).

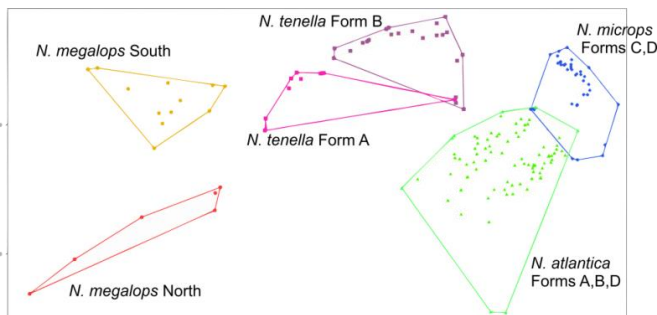


Рис. 3. MDS анализ на основе 17 морфологических признаков, не связанных с полом.

Выявлены три стадии диверсификации:

- (1) географически разделенные популяции, для которых показано расхождение только по митохондриальному гену COI (северная и южная популяции клады Nten-A у *N. tenella*).
- (2) То же, что и выше, но обнаруживаются также и морфологические различия, по крайней мере у самцов, а дистанции по гену COI выше, чем в первом случае (клады внутри видов *N. megalops*, *N. microps* и *N. atlantica*).
- (3) То же, что и выше, но обнаруживаются также различия по более консервативному ядерному гену H3 (клады внутри вида *N. tenella*: Nten-A и Nten-B).

Полученные результаты указывают в пользу аллопатрического механизма видообразования в данной группе. Первичным драйвером наблюдаемого процесса, вероятно, является географическая изоляция. Вторым драйвером, препятствующим гибридизации разошедшихся популяций, является развитие различий во внешней морфологии, в частности самцов, которые, вероятно, обеспечивают репродуктивную изоляцию (помогают самкам сделать правильный выбор полового партнера).

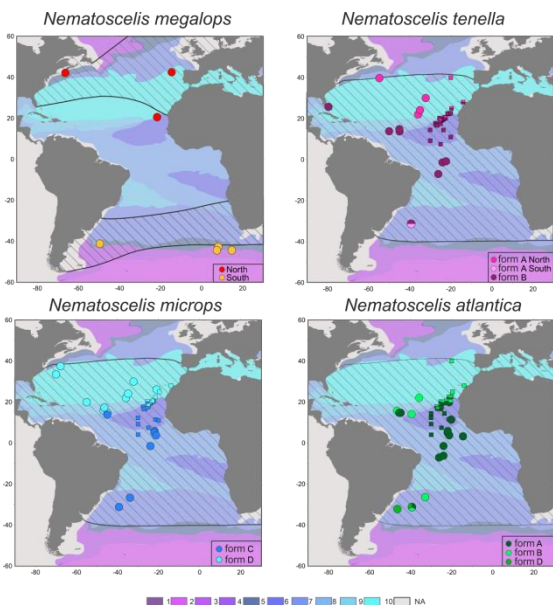


Рис. 4. Биогеография видов и форм рода *Nematoscelis* в Атлантическом океане. Заштрихованная серая область показывает предполагаемую область распространения различных видов согласно Gopalakrishnan (1974). Фон: районирование мезопелагиали на основе анализа гидрофизических параметров [взято из рис. 1 в Sutton et al. (2017)].