

Е.А. ВАСИЛЬЕВА, А.Н. ЮРЧЕНКО

Экспедиция № 63 в Филиппинское и Южно-Китайское моря на НИС «Академик Опарин» (апрель–июнь 2021 г.)

Представлены предварительные результаты морской экспедиции Тихоокеанского института биоорганической химии им Г.Б. Елякова ДВО РАН на НИС «Академик Опарин» в апреле–июне 2021 г. Собрано более 400 образцов морских беспозвоночных и водорослей. Проведен анализ разнообразия и противомикробной и цитотоксической активностей биологически активных веществ в экстрактах морских беспозвоночных животных. Выделено 238 чистых культур микроскопических грибов для дальнейшего биохимического скрининга на выявление биологически активных метаболитов. Собрано более 160 проб воды, моллюсков и макрофитов для исследования загрязнения тяжелыми металлами и мышьяком. Получены новые данные о пространственно-временном распределении содержания морских аэрозолей, тропосферного озона и твердых частиц PM2.5 над акваторией морей Восточной Азии для идентификации источников загрязнений.

Ключевые слова: экспедиция, Филиппинское море, Южно-Китайское море, Тихий океан, биоразнообразие, загрязнения акватории, биологически активные вторичные метаболиты, морские беспозвоночные, водоросли.

Expedition No. 63 to the Philippine and South China Seas on the research vessel “Akademik Oparin” (April–June 2021). E.A. VASILEVA, A.N. YURCHENKO (G.B. Elyakov Pacific Institute of Bioorganic Chemistry, FEB RAS, Vladivostok).

Preliminary results of the marine expedition of the G.B. Elyakov Pacific Institute of Bioorganic Chemistry (PIBOC) of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences (FEB RAS) onboard the research vessel “Akademik Oparin” in April–June 2021 were presented. More than 400 samples of marine invertebrates and algae were collected. The analysis of the diversity and antimicrobial and cytotoxic activities of biologically active compounds in the extracts of marine invertebrates has been carried out. For further biochemical screening to identify biologically active metabolites 238 pure cultures of microscopic fungi were isolated. More than 160 samples of water, mollusks and macrophytes were collected to study heavy metals and arsenic pollutions. New data were obtained on the spatial-temporal distribution of the content of sea aerosols, tropospheric ozone and PM2.5 particulate matter over the water area of the seas of East Asia to identify pollution sources.

Key words: expedition, Philippine Sea, South China Sea, Pacific Ocean, biodiversity, water area pollution, biologically active secondary metabolites, marine invertebrates, algae.

Научные морские экспедиции в Южно-Китайское море на борту НИС «Академик Опарин» организуются Тихоокеанским институтом биоорганической химии им. Г.Б. Елякова (ТИБОХ) ДВО РАН совместно с рядом других институтов ДВО РАН с 2004 г. в рамках Соглашения о совместных научных исследованиях между ДВО РАН и

*ВАСИЛЬЕВА Елена Андреевна – кандидат химических наук, научный сотрудник, ЮРЧЕНКО Антон Николаевич – кандидат химических наук, и.о. заведующего лабораторией (Тихоокеанский институт биоорганической химии им. Г.Б. Елякова ДВО РАН, Владивосток). *E-mail: vasilieva_el_an@mail.ru

Экспедиционные исследования проведены при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Вьетнамской академией науки и технологии (ВАНТ) [1]. В 2008 г. вьетнамской стороной была разработана долговременная программа комплексного исследования Южно-Китайского (Восточного) моря, которая предполагает участие вьетнамских ученых в российско-вьетнамских морских экспедициях, поскольку институты ВАНТ не имеют собственных научных судов. С 2010 г. ВАНТ частично финансирует эти экспедиции. Всего в период с 2004 по 2020 г. было проведено шесть совместных морских экспедиций для исследования шельфовой части и глубоководных зон юго-восточного Вьетнама, в которых участвовали сотрудники пяти институтов ВАНТ: Институт океанографии, Институт химии природных продуктов, Нячангский институт научных исследований и прикладных технологий, Институт морской биохимии и Институт морской окружающей среды и ресурсов [2–4].

За период от окончания войны во Вьетнаме до 2003 г. из организмов, обитающих в водах Вьетнама, выделено и описано только четыре новых соединения. В результате шести совместных экспедиций с 2004 г. обнаружено более 110 новых соединений и опубликовано более 50 статей в международных рецензируемых журналах [5]. Кроме того, получены данные по антропогенному влиянию на морские экосистемы и, особенно, коралловые рифы. Выявлен ряд механизмов устойчивости видового разнообразия. Обнаружены новые источники физиологически активных веществ. Собраны образцы флоры и фауны для научных коллекций. Отчеты о результатах экспедиций направлялись в отдел науки Министерства образования и науки РФ и морской отдел РАН, а также во Вьетнамскую академию науки и технологии и институты ВАНТ, сотрудники которых принимали участие в упомянутых экспедициях. Успешно развиваются научные связи ДВО РАН с институтами ВАНТ, в том числе обмен учеными и подготовка аспирантов из Вьетнама в институтах ДВО РАН. Экспедиции дали старт целому ряду совместных проектов между отдельными лабораториями институтов ДВО РАН и ВАНТ. В феврале 2018 г. между ДВО РАН и ВАНТ была подписана Дорожная карта совместных экспедиций на 2018–2025 гг., что открывает новые перспективы для использования научно-исследовательского флота ДВО РАН.

Несмотря на интенсивную программу российско-вьетнамских морских исследований, Тонкинский залив Южно-Китайского моря, а также побережье Вьетнама севернее острова Ре (Лисон) до 2021 г. практически не изучались в рамках совместных экспедиций. Северная часть Филиппинского моря, выбранная в качестве одного из полигонов экспедиции, была исследована российскими учеными-биохимиками лишь однажды – в рамках рейса № 13 НИС «Академик Опарин» в 1991 г.

Научно-исследовательская экспедиция № 63 в Филиппинское и Южно-Китайское моря на борту НИС «Академик Опарин» была организована и проведена Тихоокеанским институтом биорганической химии им. Г.Б. Еякова (ТИБОХ) ДВО РАН в период с 23 апреля по 11 июня 2021 г. Общая продолжительность экспедиции составила 50 сут. Соорганизатором экспедиции во время работ в Южно-Китайском море выступила Вьетнамская академия науки и технологии.

С российской стороны в экспедиции приняли участие сотрудники ТИБОХ (8 человек), Национального научного центра морской биологии им. А.В. Жирмунского ДВО РАН (6), Тихоокеанского океанологического института им. В.И. Ильичёва ДВО РАН (1), Института биологии южных морей имени А.О. Ковалевского РАН (2) и Института медико-биологических проблем РАН (1) (рис. 1).

С вьетнамской стороны в экспедиции принимали участие сотрудники Института окружающей среды и ресурсов ВАНТ (г. Хайфон), Института океанографии ВАНТ (г. Нячанг), Института химии природных соединений ВАНТ (г. Ханой), Института космических технологий ВАНТ (г. Хайфон), Нячангского института научных исследований и прикладных технологий ВАНТ (г. Нячанг) и Центра гидрологии (г. Ханой) (рис. 2).

Возглавил экспедицию к.х.н. Антон Николаевич Юрченко. Заместителем по научным вопросам и ученым секретарем была назначена н.с. ТИБОХ к.х.н. Елена Андреевна Васильева. Заборными работами руководил начальник отдела морских экспедиционных работ ТИБОХ Валерий Николаевич Петров.



Рис. 1. Российские участники экспедиции № 63 в Филиппинское и Южно-Китайское моря на борту НИС «Академик Опарин». Фото В.А. Шилова

Основными целями экспедиции были поиск новых физиологически активных веществ (ФАВ), обладающих противоопухолевой, противомикробной, иммуномодулирующей активностью, выделенных из морских беспозвоночных животных (губки, иглокожие, кишечнополостные, асцидии) и микроорганизмов северной части Филиппинского и северо-западной части Южно-Китайского морей; изучение влияния наземных источников на загрязнение морей Восточной Азии; исследование многолетних изменений в рифовых сообществах Южно-Китайского моря.

Во время экспедиции научно-исследовательское судно «Академик Опарин» работало в северной части Филиппинского моря (подводные горы Минами-Кохо и Кита-Кохо), северо-западной части Южно-Китайского моря (Тонкинский залив, бухта Халонг, острова Катба, Лонгтяу, Кото, Чан, Бательонгви, Ре, Тям, Конко, Хонзе, Шондонг, Хонмат и Хонме) (рис. 3).



Рис. 2. Совместное фото российских и вьетнамских участников экспедиции № 63 в Филиппинское и Южно-Китайское моря на борту НИС «Академик Опарин». Фото В.А. Шилова

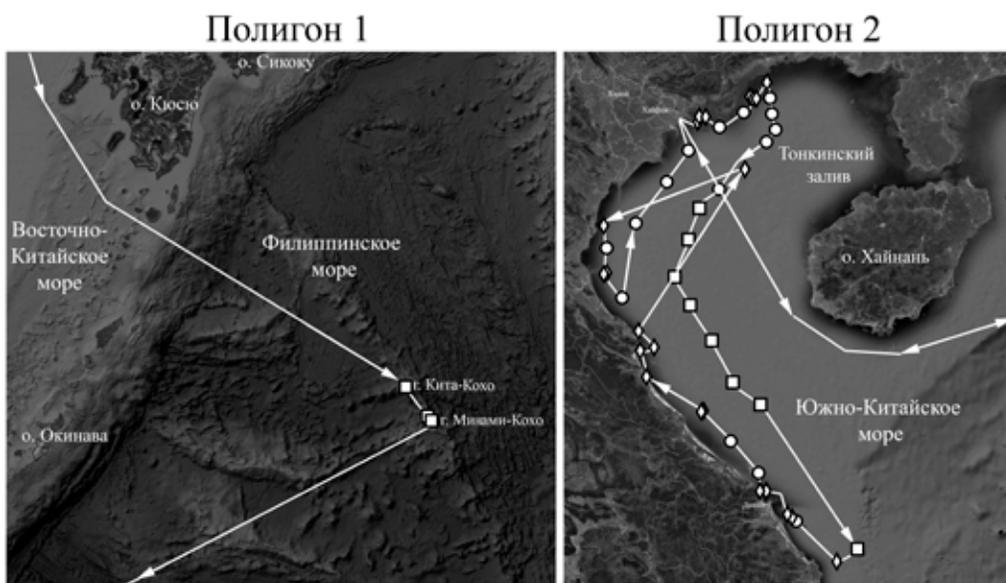


Рис. 3. Маршрут экспедиции (обозначен стрелками), траловые станции (квадраты), места отбора проб дночерпателем (ромбы), водолазные станции (кружки)

За время экспедиции были собраны образцы губок (271, в том числе 130 для проведения химического скрининга), иглокожих для скрининга хиноидных пигментов (47), актиний для определения видового состава (12), хитонов для определения видового состава (8), грунта для изучения состава мейобентоса (16), мертвых кораллов, камней и разлагающейся древесины для выделения и изучения видового состава хитонов (19), водорослей для последующего выделения полисахаридов и флоротаннинов (12).

Сотрудник ИнБИОМ РАН А.М. Тоичкин подготовил пробы воды (34), моллюсков (38), макрофитов (95) для исследования загрязнения тяжелыми металлами и мышьяком (рис. 4). Получены 68 гербарных образцов водорослей для видового определения и формирования коллекции ИнБИОМ РАН.



Рис. 4. Сотрудник ИнБИОМ РАН А.М. Тоичкин готовит пробы моллюсков для исследования загрязнения тяжелыми металлами и мышьяком. Фото А.Н. Юрченко

Аспиранты ННЦМБ ДВО РАН А.А. Комисаренко и О.А. Чадова собрали 23 экз. голожаберных моллюсков, из них 18 для определения качественного состава жирных кислот, 5 – видовой принадлежности и генетического анализа. У представителей класса Anthozoa (34), отряда Octocorallia (21) будет определен состав липидов, 13 экз. из отряда Actinaria будут содержаться в аквариальных условиях ННЦМБ ДВО РАН.

Целью научного сотрудника ТОИ ДВО РАН А.С. Нероды было изучение дальнего атмосферного переноса вещества от континента к океану. Получены новые уникальные данные о распределении концентраций аэрозолей, тропосферного озона и твердых частиц размером 2,5 мкм и менее (PM_{2.5}) над акваториями морей Восточной Азии. Отобрано по 29 образцов проб общего атмосферного аэрозоля, атмосферного аэрозоля размером до 2,5 мкм, сухих выпадений. Непрерывные измерения тропосферного озона и твердых частиц PM_{2.5} проводились в течение 1200 ч.



Рис. 5. Младший научный сотрудник ТИБОХ ДВО РАН Е.В. Гирич проводит ТСХ анализ экстрактов морских беспозвоночных животных на присутствие биологически активных веществ. Фото А.Н. Юрченко

Участники биохимического отряда экспедиции под руководством м.н.с. ТИБОХ ДВО РАН Е.В. Гирич проанализировали 130 экстрактов морских беспозвоночных животных на присутствие структурно новых вторичных метаболитов морского происхождения и на содержание биологически активных веществ (рис. 5). В экстрактах 34 образцов (21,3 % от общего числа протестированных образцов) присутствовали необычные по структуре неполярные (9 образцов), среднеполярные (15 образцов) и полярные (20 образцов) соединения, проявляющиеся на пластинах ТСХ в виде нестандартных по окраске и положению пятен. Экстракты некоторых макроорганизмов, в частности губок О63-069, О63-090, О63-092, О63-161, а также голожаберного моллюска О63-155 обогащены разнообразными низкомолекулярными вторичными метаболитами различной полярности и выделяются на хроматограммах среди других образцов. Отмеченные биологические образцы являются перспективными объектами

для дальнейшего изучения с целью выделения новых низкомолекулярных соединений.

Старший научный сотрудник ИнБИОМ РАН Н.И. Копытина выделила 238 чистых культур микроскопических грибов из донных осадков и морских гидробионтов (рис. 6). 33 изолята грибов-микромикетов переданы для дальнейшего биохимического анализа на выявление биологически активных метаболитов.

Было проведено биотестирование 180 спиртовых экстрактов собранных образцов морских беспозвоночных на противомикробную активность по отношению к *S. aureus* КММ 434, *P. aeruginosa* КММ 433, *C. albicans*. Рост грамположительной бактерии *S. aureus* подавляли 23 экстракта, проявили антимикробную активность в отношении грамотрицательной бактерии *P. aeruginosa* и дрожжей *C. albicans* по одному экстракту.

Определена цитотоксическая активность 90 спиртовых экстрактов морских беспозвоночных, из них 45 были нетоксичны для клеток DLD-1 (клетки колоректальной аденокарциномы), HeLa (клетки рака шейки матки), H9c2 (клетки кардиомиоцитов), 29 показали умеренную токсичность и 5 были высокотоксичны в отношении всех линий клеток.

После окончания экспедиции ее участники доложили о результатах своих исследований на международном рабочем онлайн-совещании, состоявшемся 7 июля 2021 г. В его работе приняли участие президент Вьетнамской академии науки и технологии профессор Чау Ван Минь и



Рис. 6. Старший научный сотрудник ИнБИОМ РАН Н.И. Копытина выделяет культуры микроскопических грибов из донных осадков и морских гидробионтов. Фото А.Н. Юрченко

академик, вице-президент Российской академии наук В.И. Сергиенко, а также директора всех институтов – участников экспедиции.

Научные экспедиции биохимической и биологической направленности в исследованный нами район Мирового океана, несомненно, приносят значительные научные результаты, выражающиеся в научных публикациях и получении из морских беспозвоночных животных, водорослей и микроорганизмов новых морских природных соединений – кандидатов в лекарственные средства и биологически активные добавки [5]. Подобные экспедиции институтов ДВО РАН доказали свою важность и необходимость и должны быть продолжены.

ЛИТЕРАТУРА

1. Юрченко Е.А., Юрченко А.Н., Аминин Д.Л. Морские экспедиции ТИБОХ ДВО РАН в Южно-Китайское море (2004–2018 гг.) // Вестн. ДВО РАН. 2019. № 5. С. 149–152.
2. Юрченко Е.А., Маляренко Т.В. Совместная российско-вьетнамская экспедиция № 49 в Южно-Китайском море на борту НИС «Академик Опарин» (ноябрь 2016 – январь 2017 г.) // Вестн. ДВО РАН. 2017. № 4. С. 154–158.
3. Юрченко Е.А., Юрченко А.Н. Совместная российско-вьетнамская экспедиция № 50 в Южно-Китайское море на НИС «Академик Опарин» (июнь–август 2018) // Вестн. ДВО РАН. 2018. № 5. С. 153–157.
4. Юрченко Е.А., Аминин Д.Л. 45-я комплексная экспедиция на НИС «Академик Опарин» в территориальные воды Вьетнама (апрель–июнь 2013 г.) // Вестн. ДВО РАН. 2014. № 1. С. 184–188.
5. Yurchenko E.A., Yurchenko A.N., Van Minh C., Aminin D.L. Achievements in the study of marine low-molecular weight biologically active metabolites from the Vietnamese territorial waters as a result of expeditions aboard the research vessel “Akademik Oparin” (2004–2017) // Chem. Biodivers. 2019. Vol. 16, N 7. P. Article e1800654. <https://doi.org/10.1002/cbdv.201800654> (дата обращения: 17.12.2021).