

4-Й МЕЖДУНАРОДНЫЙ КОНГРЕСС ПО МОРФОЛОГИИ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ, МОСКВА

DOI: 10.7868/S004451341803011X

В конце лета 2017 г. на Биологическом факультете Московского государственного университета состоялось замечательное событие: 4-й Международный конгресс по морфологии беспозвоночных (4th International Congress on Invertebrate Morphology, August 18–23, 2017). Регулярные (каждые три года) международные встречи по этой тематике начали проводиться сравнительно недавно: первый конгресс состоялся в Копенгагене (2008, председатель Claus Nielsen) второй – в Бостоне (2011, председатель Gonzalo Giribet, Гарвардский университет), третий – Берлине (2014, председатель Gerhard Scholtz, Университет им. Гумбольдта). Все конгрессы проходят под патронажем Международного общества морфологов беспозвоночных (ISIM), основанного выдающимся датским зоологом Клаусом Нильсеном и его последователями. На Берлинском конгрессе членами Общества было принято провести следующую встречу в Москве. Не все участники согласились с этим решением (вспомним напряженную политическую атмосферу вокруг России 2014 г. из-за Крыма и Донбасса). Не последним фактором в выборе именно Москвы стали возрастающая активность и успехи российских ученых в этой области. Президентом ISIM на Берлинском конгрессе избрана Н.М. Бисерова (МГУ), председателем Оргкомитета Конгресса стала Е.Н. Темерева (МГУ).

В Москву на Конгресс приехало 330 участников, из которых более половины иностранные ученые, представляющие 29 стран. Это больше, чем в каждом из трех предыдущих конгрессов. Устные сообщения были сгруппированы в четырнадцать симпозиумов, которые проходили одновременно в двух больших аудиториях. Всего представлено 170 устных докладов, в их числе пять пленарных сорокаминутных (ключевые лекторы А.Н. Островский, В.В. Малахов, L.L. Moroz, P.R. Hiesinger, S.N. Gorb, G. Scholtz). Остальные доклады распределены по четырнадцати тематическим сессиям, которые шли параллельно в двух больших аудиториях, каждая сессия начиналась более длинным (30 мин) докладом приглашенного лектора. Кроме того, в рекреациях и холлах Биологического факультета было вывешено 160 постерных докладов. Более трети докладов сделаны молодыми учеными, аспирантами и студентами. Большинство российских участ-

ников было представлено учеными МГУ, на втором месте были аспиранты и сотрудники Санкт-Петербургского университета, на третьем месте по числу участников – Дальневосточный университет и Научный центр морской биологии, Владивосток. За неделю до начала Конгресса на Биологическом факультете МГУ была проведена международная школа “Сравнительная анатомия беспозвоночных” с заключительным семинаром, где обсуждались узловые вопросы филогении беспозвоночных (организатор Н.Н. Римская-Корсакова). Материалы Конгресса опубликованы в сборнике тезисов с ISBN978-5-906988-32-4 и в двух специальных выпусках российского журнала “Invertebrate Zoology” (http://kncjournals.com/journals/Inv_Zool/IZ_Index_Volumes).

Тематика Конгресса оказалась очень широкой. Докладов по чисто описательной морфологии было не так много, но присутствовали биология развития, физиология, молекулярная генетика и филогенетика, даже экология, биогеография, поведение и таксономия – правда, во всех сообщениях морфологический аспект так или иначе присутствовал. Очень большое внимание неизменно привлекали доклады с элементами функциональной морфологии. Выделить наиболее значимые доклады довольно трудно, поскольку большинство из них были высокого уровня и основаны на новых интересных результатах, полученных с применением новых исследовательских техник (лазерная конфокальная микроскопия, микротомография, микроскопия плоскостного освещения, выявление паттернов экспрессии морфогенов, геометрическая морфометрия, анимация, компьютерные 3D-реконструкции и т.д.), и очень многие были прекрасны, даже артистически представлены и доложены. Принципиально новых, революционизирующих концепций на Конгрессе, на первый взгляд, предложено не было – однако продемонстрированы мощь и перспектива применения новейших методов исследования. При этом по важности результатов, широте охвата проблемы, мастерству изложения и интересу аудитории более частные секционные доклады не уступали пленарным.

Одной из важных тем на Конгрессе были паттерны экспрессии морфогенов, выявляемые методом гибридизации *in situ*. В этой связи надо от-

метить доклад М.О. Martindale (Флоридский университет, США, “Towards a cellular and molecular understanding for the embryonic origins of axial organization in the anthozoan *Nematostella vectensis*” – “Клеточное и молекулярное понимание эмбрионального происхождения осевой организации актинии *Nematostella vectensis*”). У кораллов гастрულიция (формирование энтомезодермы) имеет место на анимальном полюсе эмбриона, а не на вегетативном, в отличие от большинства билатерий. Экспрессия задних Нох-генов происходит в области будущей подошвы – это открытие не соответствует классической концепции осей Ван-Бенедена–Седжвика–Ремане.

Л.Л. Мороз (Флоридский университет, США, “Origins and parallel evolution of neural systems across Metazoa: from Ctenophora to Cephalopoda” – “Происхождение и параллельная эволюция нервной системы у метазоев: от гребневиков до головоногих”) провел удивительное исследование, где с использованием очень широкого набора методов геномики отдельных клеток, а также протеомики, метаболомики, микроскопии, развития и филогеномики, охарактеризованы тысячи индивидуальных нейронов и сотни нервных систем для выявления происхождения и ранней эволюции нервных и сенсорных элементов у базальных метазоев всех основных ветвей Bilateria. Одним из результатов этой масштабной работы стало убедительное доказательство независимого происхождения нервной системы у гребневиков и у всех остальных эуметазоев.

Большое внимание привлек доклад D. Arendt из Европейской лаборатории молекулярной биологии (Гейдельберг, Германия, “From nerve net to nerve cord and brain: the evolution of centralized nervous system” – “От нервной сети к нервному тяжу и мозгу: эволюция централизованной нервной системы”), посвященный исследованию процесса специализации клеток нервной системы в процессе индивидуального развития от первичных нервных клеток эмбрионов у представителей различных групп многоклеточных на основе анализа транскриптомов индивидуальных клеток. Докладчик говорил о складывающейся таким образом “системе” клеточных элементов, которые можно обнаружить у клеток различных животных на разных этапах развития нервной системы

Сессия “Происхождение Bilateria: противоречия и достижения” собрала и маститых ученых с мировым именем (таких как М. Martindale, G. Giribet, A. Schmidt-Rhaesa, T. Stach, В.В. Малахов), и молодых исследователей. Некоторые доклады выявили существование значительных противоречий и противоположных мнений по ключевым вопросам фундаментальной проблемы происхождения билатерий, а также эволюции и филогении конкретных

групп. Большой резонанс и бурную дискуссию вызвал доклад Гонзало Жирибета “Что может и чего не может сказать об общем предке билатерий молекулярная филогения”. По мнению докладчика, вовсе нет нужды пытаться даже предполагать морфологический облик общего предка билатерий и реконструировать пути эволюции современных групп. В рамках существующих возможностей современной науки ученые могут лишь накапливать как можно больше сведений о рецентных формах, но любые реконструкции исторических событий заведомо обречены на провал. Этот вывод вызвал много вопросов, недоуменных комментариев и острых пикировок между докладчиком и слушателями. Очевидно, что вопрос происхождения билатерий остается одним из важнейших в современной зоологии беспозвоночных

Первое место по опросу участников получил яркий доклад Z. Sigvardt и др. (Копенгагенский университет, Дания, “Clam shrimps (Crustacea, Branchiopoda) – functional morphology of male claspers and systematic of Laevicauda” – “Конхостраки – функциональная морфология класперов и систематика Laevicaudata”). У самцов этих примитивных ракообразных передние торакальные конечности преобразованы в органы удержания самки (класперы). Строение этих придатков традиционно имеет большое значение для классификации конхострак. Морфология класперов изучена в сканирующем электронном микроскопе, а их функционирование тщательно отснято видеокамерой с возможностью микросъемки. Строение и особенности функционирования класперов нанесены на филогенетическое дерево бранхиопод, реконструированы этапы эволюции этих придатков в трех группах конхострак, Spinicaudata, Laevicaudata и Cyclestherida.

С. Wolff (Университет Гумбольда, Берлин, “Light sheet water flea – live imaging morphogenesis in *Daphnia*” – “Микроскопия плоскостного освещения показывает морфогенез живой дафнии”) продемонстрировал возможности нового, но пока малоизвестного метода флуоресцентной микроскопии плоскостного освещения – тонкий фронт света используется для получения оптического среза прозрачного объекта, содержащего флуоресцентные молекулы. При этом освещается лишь небольшая часть объекта; свет, формирующий оптический срез, мало отклоняется в окружающее пространство, что значительно повышает соотношение сигнал/шум. Это также снижает эффекты фотообесцвечивания и фототоксичности. При таком режиме освещения можно долгое время, часы и сутки, наблюдать с очень высоким разрешением развитие живого эмбриона, помеченного флуорофором. Этим методом можно получить трехмерную картину развития организма, проследить клеточные линии и движения отдельных клеток. В докла-

де эффективно показан процесс формирования листовидной грудной конечности дафнии со всеми перемещениями и делениями клеток.

В докладе М. Bright (Венский университет, Австрия, “The giant tubeworm evolved to cooperate with its symbiont under extreme conditions at deep-sea hydrothermal vents” – “Вестиментиферы эволюционировали в кооперации со своими симбионтами в экстремальных условиях глубоководных гидротермальных источников”) показано, как бактерии (гамма-протеобактерии) проникают в личинок вестиментифер через их интегумент, далее попадают в мезентерий между спинным кровеносным сосудом и кишкой и вызывают пролиферацию мезодермальных тканей и таким образом стимулируют формированию трофосомы, органа симбиотрофного питания. При этом бактерии-симбиотрофы нормально существуют в окружающей среде, симбиоз для них не обязателен, тогда как для вестиментифер бактерии необходимы, без них невозможно дальнейшее развитие осевшей личинки во взрослую стадию.

С очень большим вниманием был заслушан доклад D. Fontaneto (Институт экосистемных исследований, Италия, “Different differentiation and speciation rates between sexual and asexual rotifers” – “Разные особенности и темпы видообразования у бисексуальных и партеногенетических коловраток”, где морфология обсуждалась вместе с генетикой и биологией. Получилось, что виды Monogonota (половой процесс есть) и по генетическим, и по морфологическим показателям более дискретны, чем виды Bdelloidea (полового процесса нет). В частности, это очень красиво показано методами геометрической морфометрии. Многие слушатели выделили это сообщение как наиболее интересное на Конгрессе.

А. Wanninger (Венский университет, Австрия, “The evolution of mollusks” – “Эволюция моллюсков”) суммировал последние результаты, касающиеся эволюции моллюсков. Филогеномные исследования показывают глубокую дихотомию, соответствующую традиционному делению на Aculifera и Conchifera. Эмбриологические работы поддерживают представление о червеобразных аплакофорах как о вторично упрощенных животных. Данные по экспрессии генов делают возможным предположение, что Нох- и ПараНох-гены, которые у большинства билатерий вовлечены в процесс разметки продольной оси тела, у конхифер утратили эту функцию и стали играть новые таксон-специфические роли.

В докладе Р. Ракитова (Палеонтологический институт РАН, “Piercing stylets of Hemiptera: appendages drawn in setae” – “Колющие стилеты клопов: придатки, вытянутые в щетинки”) расска-

зано о хоботке и яйцекладе клопов. Стилеты хоботка или створки яйцеклада скользят друг вдоль друга, будучи соединенными по типу шпунта (зип-лок, струнный замок); чтобы соединить или развязать половинки, нужно приложить усилие. После каждой линьки стилеты заново соединяются друг с другом с помощью других ротовых частей. Помимо того, что доклад был насыщен интересной информацией, он восхитил аудиторию мастерством и изяществом исполнения.

А. Вишняков и др. (Санкт-Петербургский университет, Венский университет, “Structural and transport adaptations for symbiosis between bryozoans and bacteria” – “Структурные и транспортные адаптации к симбиозу мшанок и бактерий”) сообщили, что у автозоидов двух видов мшанок, плацентарной *Bugula neritina* и неплацентарной *Aquiloniella scabra*, имеются объемистые полости с симбиотическими бактериями; топографически эти полости связаны с полым мезотелиальным канатиком, соединяющим желудок со стенкой тела. Хорошо проиллюстрировано перемещение бактерий от материнской особи к личинке: бактерии сначала собираются группами под выводковой камерой, далее продвигаются между клетками аналога плаценты и проникают через ее кутикулу и через оболочку оплодотворения, окружающую личинку, и между ее ресничками – к паллиальному синусу личинки.

Ю. Тамберг и Н. Шунатова (Санкт-Петербургский университет, “Feeding behaviour and tentacle structure in bryozoans: immovable floodlights and flickering flames” – “Пищевое поведение и строение щупалец у мшанок: постоянный свет и мерцающее пламя”) рассказали о питании и строении щупалец в трех классах мшанок. Морские Gymnolaemata показывают широкий диапазон и высокую скорость поведенческих реакций, у морских Stenolaemata репертуар быстрых реакций более узкий, у пресноводных Phylactolaemata скорость и частота реакций заметно ниже. Скорость и репертуар движений щупалец не вполне соответствуют их мускулатуре: у Stenolaemata в щупальцах обнаружена только исчерченная (striated) мускулатура, у Gymnolaemata и исчерченная, и гладкая, у Phylactolaemata только гладкая. Предполагается, что преимущество филлактолемат в том, что они поддерживают энергетически малозатратные позы, тогда как щупалец гимна- и стенолематных мшанок оптимизированы для быстрых, частых и разнообразных движений.

Начиная с середины 19 века сравнительная анатомия и эволюционная морфология были основным инструментом построения филогении многоклеточных животных. В последние десятилетия роль этих наук изменилась, и, по мнению многих исследователей, ныне они выполняют вторичную роль, пытаясь иллюстрировать морфологическими

данными эволюционные схемы, полученные на основе молекулярной филогенетики. Однако доклады, представленные на Конгрессе, убедительно демонстрируют, что морфология как наука сохранила свою самостоятельную ценность и продолжает привлекать сотни увлеченных исследователей.

Очень интересно была организована неформальная часть Конгресса. Участники могли посетить Зоологический музей МГУ, Палеонтологический музей и Главное здание МГУ. Большой успех имела поездка на Звенигородскую биологическую станцию МГУ 22 августа. В этой поездке были предусмотрены: (1) утренняя работа на ЗБС в рамках практического курса по пресноводным беспозвоночным, (2) утренняя экскурсия в монастырь (музей и памятник архитектуры), (3) утренний

отдых в Москве с вечерним выездом на банкет. Последний состоялся там же на ЗБС – были блюда барбекю и живая музыка джаз-банда. В заключение мы поздравляем организаторов Конгресса Н.М. Бисерову, Е.Н. Темереву, Н.Н. Римскую-Корсакову и их помощников с безусловным, даже триумфальным успехом. Им удалось устроить настоящий праздник науки. Следующий, пятый Конгресс по морфологии беспозвоночных состоится в Вене (Австрия), организатор А. Wanninger.

А.В. Чесунов, А.Б. Цетлин

*Биологический факультет Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова,
Москва 119234, Россия
e-mail: AVTchesunov@yandex.ru*