МОРСЬКИЙ
ЕКОЛОГІЧНИЙ
ЖУРНАЛ

ИНСТИТУТ ГИДРОБИОЛОГИИ КИТАЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

По Программе сотрудничества Академий наук Украины и Китая автору этой заметки довелось месяц поработать в Институте гидробиологии Китайской академии наук. Институт не случайно находится в Ухане – административном центре провинции Хубей. Ухань – один из крупнейших городов (8.3 млн. человек) и водный центр Китая. Янцзы (Чанцзян – по-китайски) – одна из величайших рек мира, – вместе со своим крупнейшим притоком (Ханьши) делят город на три части. А ещё в нём 38 озер! В провинции Хубей находится около половины всех запасов пресной воды Китая. Где, как не в Ухане, место Институту гидробиологии Китая? Вряд ли мой рассказ сможет передать всю специфичность этого центра гидробиологических исследований. Современный институтский комплекс – несколько современных зданий с парком – расположен на берегу самого большого городского озера Донгху (27.8 км^2). Парк с разнообразной растительностью в виде ряда композиционных групп, прудом – красив в любую погоду. В трёх минутах ходьбы – экспериментальная озёрная станция – акватория с комплексом лабораторий на сваях. Постоянный штат Института – 280 человек, собственно в научных исследованиях участвует 190 человек. В Китае в академических институтах обучаются не только аспиранты – соискатели докторской степени (кандидатской – по-нашему), но и магистранты, что, на мой взгляд, правильно и позволяет эффективно готовить кандидатов в аспирантуру, а затем отбирать наиболее перспективных. В Институте проходит обучение 430 – 450 магистрантов и аспирантов. В каждой лаборатории таковых по 12 – 25 человек. Это создаёт хорошую молодёжную творческую атмосферу, высокий ритм работы, должную мотивацию. Структура лабораторий, на первый взгляд, нам может показаться странной: профессор-заведующий, 1 – 5 научных сотрудников и много студентов-аспирантов. Отношения между профессором и его учениками строятся в соответствии с восточной традицией «учитель – ученик», старшие ученики помогают обучать более молодых. Система работает очень эффективно.

Я посетил не все лаборатории и мой рассказ по этой причине не претендует ни на исчерпывающую полноту, ни на бесстрастность. Все лаборатории разделены на 5 центров:

1. Центр водного биоразнообразия и его охраны с Лабораториями:

1) Поведения и эволюции рыб. Развиваются два основных направления: а) изучение различных форм поведения и памяти пресноводных рыб; б) изучение филогенетических связей современных и вымерших пресноводных рыб Восточной Азии с использованием различных подходов и методов (изучение ископаемых рыб; коэволюции двустворчатых моллюсков и рыб, эволюции питания).

2) Биологических инвазий и адаптивной эволюции. Ведутся исследования по изменчивости и адаптивным откликам местных видов рыб и видов-вселенцев.

3) Биологических основ сохранения редких видов водных животных. Основное внимание уделяется пресноводным дельфинам (различные аспекты биологии, включая вопросы биоакустики).

4) Таксономии водорослей и охраны их ресурсов. Изучается таксономия и филогения, прежде всего, зелёных водорослей и пресноводных динофлагеллят; изменение видовой структуры фитопланктона рек после строительства дамб; физиологические аспекты цветения фитопланктона и т.д.

5) Экологии и природоохранной биологии рыб. Проводится мониторинг состояния популяции редких видов. Оцениваются запасы рыб и влияние на них различных видов антропогенной деятельности (строительство плотин, рыболовство и т.д.).

6) Филогении и биогеографии рыб. В исследованиях используются молекулярно-генетические методы. Лаборатория поддерживает Музей водных организмов – крупнейший такой музей в Азии.

2. Центр пресноводной экологии с Лабораториями:

1) Экологии озёр. Проводятся исследования механизмов эвтрофикации и цианобактериального цветения озёр, миграции и трансформации цианотоксинов в озёрных экосистемах, цикла углерода, биологических предпосылок восстановления зарослей макрофитов в озёрах.

2) Экологии рыболовства. Среди основных задач – изучение влияния рыболовства на окружающую среду; мониторинг ресурсов и их использования; разработка оптимальных стратегий.

3) Экологической физиологии рыб. В центре исследований – типичные китайские и выращиваемые в аквакультуре виды рыб. Широко используется балансовый подход в моделировании влияния факторов среды на рост и продукцию рыб. Разрабатываются оптимальные технологии кормления рыб в аквакультуре. Важно отметить, что при этом учитываются и аспекты влияния аквакультуры на среду.

4) Системной экологии и экологии водосборных бассейнов. Водоём и его водосбор рассматривается как целостная система. Изучаются потоки вещества, энергии и информации (хотя я не совсем понял, что и как оценивается в качестве информации) между рекой и водосбором, рекой и озёрами и т.д. Изучаются механизмы формирования и поддержания биоразнообразия на водосборных бассейнах. Развивается математическое моделирование больших систем и информационная база для задач менеджмента окружающей среды.

5) Таксономии и экологии бентоса. Таксономическая часть исследований наиболее мощно представлена специалистами по олигохетам, изучаются и морские олигохеты. В лаборатории описано более 40 новых для науки видов олигохет, новый род морских олигохет. Хорошо представлено изучение свободноживущих нематод. Проводятся исследования по таксономии гастропод. Изучается структура трофических сетей в бентосе озёр. В лаборатории развивается так называемая предсказательная лимнология, в основном, путём создания обобщённых регрессионных моделей, учитывающих средние показатели для большой совокупности озёр. Принимая участие в семинаре данной лаборатории, мною было высказано сомнение в целесообразности такого подхода к прогнозированию динамики водных экосистем в условиях многолетней климатической изменчивости и неоднозначности возможных откликов экосистем на неё. Обсуждение данного замечания привело к совместному выводу, что в регрессионных моделях, действительно, не заложены механизмы переключений. Следовательно, они обладают невысокой предсказательной ценностью. В настоящее время внимание лаборатории сосредоточено на проблеме регионального масштаба – попытке оценить и предсказать изменения в системе «река Янцзы и её придаточные водоёмы», в частности, на оценке отклика озёр на фрагментацию ландшафта и уменьшение связи озёр с рекой. Это ведёт к уменьшению биоразнообразия, в том числе рыб и птиц.

6) Таксономии и экологии протист. Изучаются как свободноживущие, так и паразитические протисты. Вопросы таксономии и филогении решаются с привлечением как традиционных, так и современнейших ультраструктурных и молекулярно-генетических методов. Широким фронтом проводятся и экологические исследования, включая вопросы экотоксикологии. Используя ДНК-fingerprinting метод для изучения отклика структуры разнообразия протист в планктоне на загрязнение, разрабатывают новые подходы к биомониторингу качества среды.

7) Пресноводных макрофитов. Исследуются механизмы отклика зарослей и отдельных видов макрофитов на стрессовые воздействия. Основная цель – понять механизмы и причины, ведущие к деградации зарослей макрофитов в озёрах, разработать методы их восстановления.

8) Природной биологии рыб. Работы направлены на изучение воспроизводства рыб в природных популяциях и влияния на эти процессы строительства плотин, отсоединения озёр от Янцзы и других изменений водоёмов. Цель – оптимизировать менеджмент эксплуатации водоемов.

3. Центр биотехнологии рыбоводства с Лабораториями:

1) Генной инженерии рыб. Изучаются все аспекты биологии трансгенных рыб (от молекулярной биологии до поведения, популяционной генетики и биотических отношений). Цель – индустриализация рыбоводства трансгенных рыб.

2) Генетики развития рыб и клеточной инженерии. Проводятся исследования: по идентификация генов, ответственных за размножение, рост и иммунитет; изучение генно-регуляторных механизмов гино- и оогенеза, регуляции экспрессии генов в раннем эмбриогенезе рыб, определение генов резистентности к различным агентам; поиск молекулярных маркёров для разделения различных популяций и пород рыб и их использование в популяционно-генетических исследованиях и селекции рыб. Дополнительно проводятся исследования по клеточной инженерии рыб, таких как культуры стволовых клеток, манипуляции с геномом.

3) Здоровой аквакультуры. Развиваются исследования механизмов распространения болезней водных животных, их иммунотерапии, технике экологического контроля состояния объектов аквакультуры. Изучается влияние среды на модуляцию патогенов и иммунитета хозяев.

4) Генетики и биотехнологии водорослей. Изучаются механизмы холодовой толерантности, биогенеза субклеточных структур дифференциации клеток у водорослей и растений.

Применяя технологии функциональной геномики, изучаются цианобактерии и зелёные водоросли Антарктиды и их адаптации к различным стрессовым условиям. У нитчатых азотфиксирующих бактерий изучаются гены, вовлечённые в дифференциацию гетероцист и клеточное деление. Разрабатываются и прикладные проблемы использования микроводорослей для контроля москитов, разрушения поллютантов, производства биотоплива.

5) Водной вирусологии. Изучаются водные вирусы (животных, растений, виропланктон) и их молекулярная биология с использованием всех современных методов. Исследуется их структура, циклы воспроизводства, патогенные механизмы, взаимодействие с хозяевами и внешней средой.

6) Иммунологии рыб и паразитологии. Одно из направлений исследований – понимание структуры, онтогенеза, функций органов и клеток, обеспечивающих иммунитет рыб; изоляция и очистка генов и молекул, обеспечивающих иммунитет. Одна из задач – идентификация генов-кандидатов для создания вакцин против *Flavobacterium columnare.* Решаются и различные задачи ихтиопаразитологии: патология рыб, вызванная паразитами; популяционная экология паразитов рыб; коэволюция рыб и их паразитов.

7) Цито- и популяционной генетики рыб. Основные цели: повысить эффективность репродукции рыб через изучение цито- и молекулярной генетики; оценить генетические изменения в популяциях рыб в условиях антропогенного стресса; создать научную базу для селекции рыб.

8) Инженерии белков водных животных. Основное направление – использование фаговых технологий в аквакультуре. В настоящее время – это создание рекомбинантных антител против вируса «синдрома белых пятен» у креветок, набора по диагностике этого заболевания, изучение гена структуры вирусного протеина и его взаимодействия с клеткой хозяина.

4. Центр инженерии водной среды с Лабораториями:

1) Очистки и восстановительной экологии. Исследования нацелены на улучшение качества воды и экологического восстановления водоёмов. Изучаются процессы деградации водных экосистем, эко-физиология растений, фитохимия эффектов аллелопатии между водными растениями и водорослями (включая цианобактерий). Разрабатываются вопросы экоинженерии биогенов, тяжёлых металлов, восстановления зарослей макрофитов.

2) Природной биологии водорослей. Изучение различных групп микроводорослей (токсических, наземных, экстремофильных и т.д.) в природе дополняется экспериментальными экофизиологическими исследованиями, изучением их взаимодействия с другими группами организмов. Разрабатываются также прикладные аспекты использования водорослей, в том числе использования биомассы цианобактерий из цветущих водоёмов. Очень интересны уже внедрённые разработки по использованию водных культур водорослей для закрепления песков и «запуска» процесса почвообразования в пустынях Внутренней Монголии.

3) Токсикологии внешней среды (совсем молодая лаборатория). Изучаются устойчивые органические поллютанты и их воздействие на клетки, ткани, целостный организм, популяцию. Выясняются молекулярные основы воздействия, генотоксические эффекты и т.д. Идет поиск биомаркёров их присутствия в водоемах для раннего обнаружения.

4) Химической экологии. Исследования связаны с изучением биогеохимии загрязняющих веществ в реках и озёрах (распространение, миграция, трансформация).

5) Биохимии окружающей среды. Изучаются биохимические механизмы, которые управляют изменениями в водных экосистемах. Основное внимание уделяется вопросам эвтрофикации и роли внутриэкосистемных механизмов регуляции циклов биогенов. Исследования проводятся комплексно, но с особым акцентом на выяснение роли экзоферментов, продуцируемых микроводорослями и бактериями, а также обмена между донными осадками и водной массой, оценивается и роль животных в процессах обмена (экскреция, биотурбация). Следует подчеркнуть, что изучение роли различных механизмов в развитии процессов эвтрофирования проводится одновременно на нескольких масштабах (от молекулярного до водоёмного). Так, например, в нашем совместном проекте был сделан акцент на выяснение влияния типа береговой полосы и морфологии водоёма на процессы, регулирующие внутриводоёмный цикл фосфора.

6) Экотоксикологии. Всесторонне изучается проблема устойчивых органических поллютантов. Разрабатываются теория долговременных эффектов малых доз токсикантов на нарушение эндокринной системы и методы скрининга этих веществ в среде и организме.

5. Центр здоровья людей и водной среды с Лабораториями:

1) Ресурсов микроводорослей и токсикологии. Среди основных изучаемых вопросов: продукция токсинов цианобактериями и оценка риска, функциональная роль этих токсинов и их циклы в водоёмах (миграция по трофическим цепям, воздействие на водных беспозвоночных),

молекулярная экофизиология фитопланктона и много других интересных вопросов. Ряд исследований – пионерские. Лаборатория поддерживает крупнейшую в Азии коллекцию культур микроводорослей (FACHB) – более 1000 штаммов (кое-чем поделилась и с ИнБЮМ).

2) Природной геномики. Изучаются функции, регуляция, экспрессия генов рыб важных для здоровья человека или как-либо относящихся к токсичности водной среды (выделению, сорбции, трансформации токсинов).

3) Молекулярной токсикологии (очень молодая лаборатория). Используя рыб как модель, изучают молекулярные механизмы инициации и развития опухолей в результате воздействия канцерогенов и мутагенов в водной среде. Разрабатывают методы мониторинга канцерогенов и мутагенов в воде с использованием трансгенных рыб.

4) Молекулярной патологии. Изучают процессы органо- и тканегенеза у рыб с целью найти и идентифицировать нарушения в каскаде генной регуляции, связанные с факторами среды и ведущими к развитию заболеваний. Конечные прикладные цели – новые подходы к оздоровлению аквакультуры, лечению людей и пониманию роли водной среды в здоровье животных.

5) Биологии вредных водорослей. Исследовательские интересы сфокусированы на изучении токсичных цианобактерий и их токсинов; молекулярной систематике, филогении, эволюции; поиске молекулярных маркеров цианобактерий и их токсинов в водоёмах; изменчивости микроводорослей; выделении, культивировании и молекулярной характеризации штаммов.

.Институт имеет хорошую приборную базу. Наиболее дорогостоящее и уникальное оборудование сконцентрировано в институтском приборном центре, который ведёт с его использованием как свои исследования, так и обслуживает все остальные лаборатории. Девиз – оборудование не должно простаивать. В приборном центре: трансмиссионный и сканирующий электронный микроскопы, различные ультрамикротомы, самая современная проточная цитометрия и др. Разнообразие тематики института потрясает, как и скорость впитывания всего нового из мировой науки, быстрое внедрение исследований в практику. Этому, на мой взгляд, в первую очередь, способствуют следующие факторы: мощная государственная поддержка; гибкость и мобильность структуры института (за три – четыре года создано 7 новых лабораторий); развитые международные контакты; большая доля магистрантов и аспирантов, что придаёт динамичность развитию и возможность отбора лучших. Вероятно, этому способствует и китайская культурная традиция: не отбрасывая старое, дополнять его новым.

В заключении мне остаётся лишь сказать, что было очень интересно и приятно так плодотворно поработать в лаборатории проф. Жоу (Zhou Yiyong), и выразить ему и всей его лаборатории мою благодарность, как и всем другим сотрудникам института, уделявшим мне внимание.

Н.В Шадрин
канд. биол. наук, ст. н. с.
(Институт биологии южных морей НАН Украины)