МАТЕРИАЛЫ

Международной конференции

ПРОБЛЕМЫ СИСТЕМАТИКИ И ГЕОГРАФИИ

ВОДНЫХ РАСТЕНИЙ

Борок, Россия

21–24 октября 2015 г.

PROCEEDINGS

of International conference

PROBLEMS OF TAXONOMY AND GEOGRAPHY

OF AQUATIC PLANTS

Borok, Russia

21–24 October, 2015

Градов О.В.

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКАЯ БИОЦЕНОТИЧЕСКАЯ И БИОГЕОГРАФИЧЕСКАЯ СИСТЕМАТИКА ВОДНЫХ РАСТЕНИЙ
НА ОСНОВЕ КОМПЛЕКСНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РЕАКТИВНОСТИ
К ГИДРОХИМИЧЕСКИ-ОБУСЛОВЛЕННЫМ ФАКТОРАМ

GRADOV O.V.

BIOCENOTIC AND BIOGEOGRAPHIC SYSTEMATICS OF THE AQUATIC PLANTS BASED ON COMPLEX INDICATORS OF A
PLANT RESPONSE TO THE HYDROCHEMICAL FACTORS CONSIDERED IN THE FRAMEWORK OF PHYSICAL CHEMISTRY

ИНЭПХФ РАН (INEPCP RAS), Москва (Moscow)

Общеизвестно, что для каждого из водных растений характерна видоспецифическая реактивность к факторам среды, эволюционно обусловленная географическими условиями их произрастания в природной среде. Следовательно, реактивность / резистентность видов, специфичных для данной гео-/ гидрохимической и географической локации может являться критерием их адаптивности в филогенезе, а значит – критерием эволюционной систематики с биогеографической привязкой. Зная показатели реактивности и диапазоны резистентности различных систематических единиц или таксонов, можно составить базу данных систематики растений на основе объективных физико-химических факторов, не зависящих от систематики как субъекта классифицирования и его взглядов на данную таксономическую единицу. Этот подход может явиться вспомогательным комплементарным методом как для лабораторных, так и для природных условий исследования.

Так, например, известно, что хедитотис Зальцмана (*Hedyotis salzmännii*) способен расти в воде с pH до 8, элеохарис живородящий (*Eleocharis vivipara*) чувствителен уже к значениям pH 7-7.5, гемиянтус малоцветковый (*Hemianthus micranthemoides*) не способен существовать при pH <6, а некоторые роталы (*Rotala* sp.) поддерживают физиологически нормальное функционирование и при pH, много меньшем 5.5. То есть, иными словами, диапазоны резистентности растений к окислительно-восстановительному потенциалу / pH существенно различаются, а в ряде случаев являются видоспецифичным признаком. Аналогично обстоит дело с концентрацией CO₂ и отдельных ионов. Например, для болбитиса Геделоти (*Bolbitis heudelotii*) достаточна концентрация уголекислоты 3–5 мг/л, ситняг крошечный (*Eleocharis parvula*) требует поддержания CO₂ на уровне 10–15 мг/л, ротала крупнотычинковая (*Rotala macrandra*) оптимально развивается при 15–25 мг/л, а пеплису двухтычинковому (*Peplis diandra*, *Didiplis diandra*) необходимо завышенное значение в 20–30 мг/л. Во множестве случаев результат вегетации и морфогенеза растения также определяется содержанием CO₂ и отдельных ионов. Так, у гетерантеры остролистной (*Heteranthera zosterifolia*), способной развиваться даже при 3–5 мг/л CO₂, при доведении уровня CO₂ до 20-30 мг/л наблюдается увеличение размеров до 2 раз, а ротала Валлиха (*Rotala wallichii*) имеет зависимость окраски (пигментации) от концентрации CO₂ и ионов железа. У последней наблюдается к тому же зависимость колористической гаммы от концентрации фосфатов и нитратов, а у ряда других растений, таких как лимнофила ароматная (*Limnophila aromatica*) и эхинодорус нежный (*Echinodorus tenellus*), она качественно зависит от pH. Кроме ротал Валлиха, из относительно распространённых растений, чувствительными к железу является пузырчатка травolistная (*Utricularia graminifolia*). Также элеохарис живородящий при недостатке железа этиолируется и желтеет, а гетерантера остролистная чернеет и т.д.

Если рассуждать с точки зрения биогеографического подхода, очевидно, что разные по физико-химическим предпочтениям виды не способны сосуществовать в единой локации. Соответственно, можно также систематизировать географические условия среды (диапазоны оптимальности), исходя из реактивности / резистентности сосуществующих в них растений. Для этого необходимо проводить мониторинг среды с целью установления её внутренних взаимоотношений и оптимальной регуляции с учётом потребностей видов. С другой стороны, известно, что факторы среды комплексно, а не по одиночке, воздействуют на водные растения и взаимодействуют между собой. Имеет смысл проиллюстрировать эту цепочку связей простейшим примером: pH и жёсткость воды связаны, так как кислотно-основные свойства в воде складываются, как минимум, из баланса концентраций карбонатов, ответственных за карбонатную жесткость и играющих роль основания, и CO₂, играющего роль кислоты. Однако CO₂ есть, как известно, субстрат фотосинтеза, от концентрации которого зависит рост водных растений, вырабатывающих кислород. Следовательно, чем больше концентрация CO₂, тем больше впоследствии будет концентрация кислорода. Но, в то же время, увеличение CO₂ в среде влечёт понижение pH, которое замедляет метаболизм микроорганизмов, в частности – ответственных за нитрификацию, что вызывает ускоренное ухудшение водной среды редокс-критерию и по скорости гумификации – отложения гуминовых кислот и фульвокислот (по отношению к которым применяется, в частности, термин «окислительное кислотообразование», говорящий о взаимосвязи этих процессов с изменением pH, rH и редокс-потенциала Eh). Для пресноводной растительности в локации торфяных болот подкисление воды как фактор воздействия на растения связано с тем, что гуминовые кислоты входят в состав органической массы торфа. Однако торф, равно как и многие другие используемые в подобных целях органические и природные материалы, выделяет CO₂, потребляемый водной растительностью. Она, в свою очередь, осуществляет «биологическую оксигенацию» среды, что приводит к окислению откладывающегося органического вещества. Диссоциация органических кислот, в свою очередь приводит к изменению pH, что замыкает

цикл биогеохимического равновесия.

Так как все обозначенные целевые параметры взаимосвязаны, вполне логична потребность в системе, которая бы осуществляла взаимно-скомпенсированный и коррелированный мониторинг в этой области, одновременно автоматически осуществляла бы классификацию как биогеографической среды, так и возможной при данных факторах воздействия (следовательно – факторах адаптации или отбора) растительности по «шкале пригодности» определённого растения или неантагонистического растительного сообщества. Иначе говоря, аппаратура такого рода должна относить регистрируемые с её помощью значения в комплексе к «зелёной зоне» (оптимальной) и давать возможность работы с базами данных для подбора взаимно-однозначных соответствий / функциональных зависимостей – с целью комплементарного приложения данных к морфологической и молекулярной систематике вида или таксона и «паспортизации» сообщества (в т.ч. – по критериям дескрипторов его адаптивности).

Необходим синхронный анализ с использованием ряда юстируемых друг относительно друга химических величин. В силу сложности взаимодействия этих величин, рассмотренной выше, этот процесс должен осуществляться в режиме мониторинга, а не единичных измерений. Используя ряд подключаемых через предварительные преобразователи и многоканальные АЦП к ЭВМ электродов и сенсоров (рН-метрические электроды; датчики на содержание газов, напр. CO₂; датчики жёсткости воды TDS / кондуктометрические электроды для измерения удельной электропроводности по солям в выносной колбе или прокачиваемой проточной ячейке), выдающих показания в ПО с базой данных и графическим интерфейсом, допускающим фитирование (с вычислением статистической невязки) к кривым оптимума / адаптивности / реактивности, можно получать многомерный комплекс значений объективных показателей-дескрипторов для каждого внесенного или вносимого в БД вида / таксона или для каждого местообитания / биогеографической локации.

Несколько лет назад российской инициативной группой под кураторством автора (Градов О.В., 2014) по просьбе коллег из Латвии, специализировавшихся на выращивании водных растений, была сконструирована и собрана лабораторная мониторинговая тест-система для взаимно коррелированного измерения четырёх параметров: рН, растворённого кислорода / углекислого газа, температуры и жёсткости, для которой также являлось возможным расширение до 12-канальной системы сбора-обработки данных. К ней был разработан прототип ПО с базой данных. Для лабораторных исследований данная система решала прямую задачу – поиск оптимума для известных растений в условиях изменяемой среды. Но для полевого применения тот же интерфейс позволяет решать «обратную задачу» – систематизацию вероятной аквафлоры по условиям среды с отнесением к той или иной статистической когорте, либо биогеографическую / биогеохимическую классификацию промеряемой водной среды в базе данных с предложением вариантов возможных водных растений, если данные об их диапазонах адаптации и чувствительности присутствуют в базе данных (в альтернативном случае – могут быть введены в нее). На данный момент работа над проектом не ведется, технически результаты предшествовавшей части устарели по элементной базе и программной реализации, однако идеология, предложенная в этой работе, продолжает быть актуальной и не воспроизведенной в полном объеме ни РФ, ни за рубежом.

Градов О.В. (2014), *Аквафлора* 5: 47-51.

Гусев Е.С.¹, Доан Нё Хай², Нгуен Нгок Лам²

**РАЗНООБРАЗИЕ ЗОЛОТИСТЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ ВЬЕТНАМА:
МОРФОЛОГИЧЕСКИЙ И МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИЙ ПОДХОДЫ**

**GUSEV E.S.¹, DOAN NHU-HAI², NGUYEN NGOC-LAM²
CHRYSTOPHYTES DIVERSITY IN VIET NAM: MORPHOLOGICAL AND MOLECULAR ASPECTS**

¹Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН, п. Борок, Россия, evsergus@yahoo.com

²Институт Океанографии, г. Нячанг, Вьетнам

Водоросли порядка Synurales (класс Chrysophyceae) изучались в водоёмах Вьетнама в 2008-2015 гг. Материал собран в различных регионах страны: Южном Вьетнаме (провинции Бария-Вунгтау, Киенгьянг, Биньтхуан, Донгнай), Центральном Вьетнаме (Кханьхоа, Ламдонг, Куангнам, Даклак) и Северном Вьетнаме (Лаокай, Баккан, Хайфон, окрестности г. Ханой). Основными типами исследуемых водоёмов были водохранилища, озёра, пойменные мелководные водоёмы и небольшие озёра заболоченных территорий, включая водоёмы в национальных парках Каттхен, Катба, Кондао, Фукуок, Бабе. В результате работ обнаружено и документировано более 100 таксонов золотистых водорослей рангом ниже рода, из них 15 – новые для науки виды из секций Planae, Multisetigerae, Torquatae, Mallomonas, Papillosae, Quadratae.

Всего выделено в культуру 60 штаммов золотистых водорослей из водоёмов провинций Кханьхоа, Биньтхуан и Ламдонг. Выделены в культуру виды р. *Mallomonas* из следующих секций: Annulatae, Mallomonas, Papillosae, Quadratae, Torquatae, Planae, Multisetigerae. Род *Synura* в коллекции представлен видами из секций Petersenianae и Synura. Также в коллекции представлен род *Poterioochromonas*. Все организмы задокументированы с помощью сканирующей и трансмиссионной электронной микроскопии, проведён молекулярно-генетический анализ по ядерным (SSU и LSU rDNA) и пластидным (rbcL) генам. Использо-