

**ТАКСОНОМИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ СООБЩЕСТВА
ВОДОРΟΣЛЕЙ НА ОХРАНЯЕМОЙ ТЕРРИТОРИИ ОЗЕРА ХУЛА
(СЕВЕРНЫЙ ИЗРАИЛЬ) В ТЕЧЕНИЕ ПОСЛЕДНЕГО СТОЛЕТИЯ**

*TAXONOMIC AND ECOLOGICAL CHANGES OF THE ALGAL COMMUNITY
IN THE HULA LAKE NATURAL RESERVE, NORTHERN ISRAEL DURING LAST CENTURY*

Barinova S.S.¹, Tsarenko P.²

¹*Institute of Evolution, University of Haifa, Haifa, Israel, e-mail: barinova@research.haifa.ac.il*

²*Department of Phycology, M.G. Kholodny Institute of Botany NAS of Ukraine,
Kyiv, Ukraine, e-mail: ptsar@ukr.net*

Озеро Хула расположено в пределах охраняемой природной территории на севере Израиля и может служить мониторинговой реперной экосистемой для оценки многолетних изменений среды и биоты этого региона.

Целью настоящих исследований была оценка изменения сообществ водорослей озера Хула на охраняемой природной территории долины Хула в бассейне реки Верхний Иордан как ответа на антропогенную трансформацию в течение последнего столетия.

Долина Хула расположена в северной части Сирийско-Аравийской рифтовой долины на уровне около 70 м над уровнем моря. Базальтовые холмы около 200 м высотой над уровнем моря расположены вдоль ее восточного и западного бортов, а с южной стороны долины перехватывают ее у реки Иордани ограничивают сток воды ниже по течению в озеро Кинерет.

Долина Хула занимает площадь в 177 кв. км (25 км на 6–8 км). Климат в долине Хула средиземноморский, с жарким, сухим летом и прохладной дождливой зимой. Однако горные закрытые борта долины Хула способствуют более экстремальным сезонным и ежедневным колебаниям температуры.

Годовое количество осадков колеблется, значительно отличается в различных частях долины и находится в диапазоне от 400 мм на юге долины до 800 миллиметров на севере. Более 1500 мм осадков приходится на гору Хермон. Питание озера Хула происходит из под земных источников, в том числе источников реки Иордан, но также и за счет атмосферных осадков в зимний период и снеготаяния горы Хермон весной. Ветровой режим связан с региональными особенностями в зимнее время, с редкими сильными северо-восточными ветрами.

Первое современное еврейское поселение в долине Хула, Йесод Хамаала, на западном берегу озера, было создано в 1883 году во время первой алии. В общей сложности к 1948 году было 12 еврейских и 23 арабских поселений в долине Хула. После создания Израиля и арабо-израильской войны 1948 года арабские жители покинули долину, переместившись в соседние арабские страны.

До предпринятой в 1950-х годах мелиорации озеро Хула было около 5,3 км в длину и шириной 4,4 км, занимая площадь около 12–14 кв. км. Его глубина доходила до 1,5 м летом и до 3 м в зимний период между 1951 и 1958 гг. Однако болота были осушены, чтобы увеличить площадь пахотных земель, и как средство в борьбе с малярией, а также для уменьшения испарения, то есть в целях сохранения воды. Дренаж был достигнут двумя основными техническими операциями: 1) углубление и расширение русла реки Иордан ниже по течению, и 2) прокладка двух недавно периферийных каналов, отводящих воды Иордана на севере долины. Единственным остатком бывшей озерной системы оказались около 300 гектаров заповедника, который помог сохранить некоторое разнообразие местной растительности, животных и птиц.

Осушение озера Хула и окружающих водно-болотных угодий позволило создать около 6000 гектаров земли для сельского хозяйства. Тем не менее, возникли серьезные экологические проблемы. Местные фауна и флора долины Хула исчезли, 119 видов животных были

потеряны для региона (из них 37 были полностью потеряны для Израиля), многие виды пресноводных растений вымерли, численность водных птиц сократилась. В центре долины, где сосредоточены торфяные почвы, мелиорация привела к разложению органических веществ, к быстрому погружению торфяников, к спонтанным пожарам и подпитке озера органическими веществами. Подземные пожары ускорили распад почвы и привели к ветровому покрытию торфяной пылью фермы близлежащих районов, что сделало их почвы непригодными для сельского хозяйства. Параллельно воздействие кислорода на органические вещества почв ускорило формирование нитратов, которые выщелачивались в озеро Кинерет и представляли серьезную угрозу для качества его воды.

В конце 1980-х годов израильское правительство решило найти способ прекращения ухудшения почв в долине Хула и сокращения сброса биогенных веществ в озеро Кинерет. Был создан Проект реставрации для области долины Хула.

В апреле 1994 года воды реки Иордан были пущены в еще раз реконструированную часть осушенных земель в центре долины Хула в рамках первого этапа Проекта реабилитации и было создано озеро (озеро Агмон) площадью 110 га. Новое озеро было мельче и гораздо меньше, чем оригинал озера. Оно имеет неправильную форму площадью один кв. км и, как правило, менее чем один метр глубиной. Несколько небольших островов было создано в середине озера, чтобы обеспечить защиту гнездовой птиц.

До сих пор существуют сотни видов птиц в пределах и вокруг вновь созданного озера, а также остановки больших стай мигрирующих пеликанов, аистов, бакланов, журавлей и других птиц на пути между Европой и Африкой. Кроме того, успешными были реинтродукция видов растений, которые вымерли в этом районе после высыхания озера Хула, а также спонтанное восстановление многочисленных водных видов растений. Исторически сложилось, что сложившиеся обстоятельства привели к нынешнему состоянию Хула: основная часть его первичного бассейна используется для нужд сельского хозяйства, а единственным водно-болотным угодьем осталось небольшое озеро Хула-Агмон.

Первый обзор и описание фитопланктона, населяющего озеро Хула, появились в результате сбора в 1938 г., проведенного Rayssand Katschalsky [3]. Это была первая публикация об озере Хула. Они описали обитающие виды, сезонный состав их сообществ и дали общее описание условий и формы озера Хула. С тех пор не было дальнейших отчетов о видах водорослей озера Хулы вплоть до наших исследований в 1996 г.

Следующее обследование этого региона, которое было сделано в середине девяностых годов на вновь созданной площади озера Хула-Агмон [1], включало широкое исследование озера, в том числе его каналов, прудов, самого озера, а также временных водоемов. Было найдено 136 видов водорослей, 17 из которых были новыми для альгофлоры Израиля. В 1998 году Pollinger, Zohary и Fishbein [2] завершили свое четырехлетнее обследование озера Хула-Агмон. В дополнение к сообщению о 276 видах, обитающих в озере, они сравнили свои результаты с историческими данными по водорослям озера Хула и обнаружили, что разнообразие видов стало больше в сравнении с данными, которые приводились ранее. Они объяснили разницу изменениями в отборе проб и методов сохранения по сравнению с методами, использовавшимися в прошлом. В выявленном ими разнообразии водорослей нитчатые цианобактерии отсутствовали, и они пришли к выводу, что это явилось результатом более автотрофного состояния озера.

Мы продолжили обследование озера и водоемов его придаточной системы на территории природной охраняемой территории в 2006–2009 гг. В пробах перифитона и планктона, собранных за две отдельные экскурсии в 2006 и 2009 гг., в озере было найдено 33 вида водорослей. Больше всего в сообществах было зеленых водорослей, они одинаково оккупировали планктон, донные и планктонно-бентосные местообитания. В перифитон не преобладали *Gomphonema parvulum*, *Cocconeis placentula*, а в планктоне в изобилии были *Desmodesmus armatus*, *Pediastrum simplex* и *Coelastrum astroideum*.

Параллельно с нашими исследованиями сотрудниками Лимнологической лаборатории Океанографического Института Израиля было проведено обследование озера Хула с ежемесячным отбором фитопланктона в течение 2007–2010 гг. Было выявлено 176 видов, преимущественно зеленых водорослей.

Следующим этапом стало наше обследование в 2011–2012 гг. Пробы планктона, перифитона и бентоса собирались на охраняемой территории в разные сезоны, как на исторической части озера, так и во вновь построенных каналах и протоках. В результате было найдено 193 вида, причем более всего было зеленых водорослей, но представлены также диатомовые, эвгленовые, харовые и цианобактерии.

Мы объединили все литературные и собственные данные, начиная с 1938 г. по 2012 гг. Всего во флоре озера Хула оказалось 382 таксона водорослей и цианобактерий видового и внутривидового ранга, большинство из них (35%) относилось к отделу зеленых водорослей. Для того чтобы проследить за изменениями таксономического состава сообществ и провести также биоиндикационный анализ ответа видового состава водорослей на изменения на бассейне озера, были построены гистограммы распределения видового состава и видов-индикаторов по годам.

В результате построений очевидно, что видовое богатство было изучено по годам не равномерно, с пиком в 1951 году, и широким плато, начиная с 2006 г. Для того, чтобы адекватно оценить участие отделов водорослей в сообществах, была построена процентная гистограмма. Изучение сообществ водорослей велось до 1995 года неравномерно, однако все же можно сказать, что с 1938 года сообщества менялись с диатомово-зеленого, до сине-зеленого в 1944 г., затем до зелено-сине-зелено-диатомового, вплоть до 1978 г., затем диатомового в 1981 г. и диатомово-зеленого в 1995 г. Далее можно выделить три существенных этапа в изменениях видового состава. Первый в период, 1995–1997 гг., связан с замещением диатомовых и частично зеленых водорослей на динофитовые. Второй, в 1998 г., с пиком развития диатомовых. И третий, с 2006 по настоящее время, с преобладанием зеленых водорослей. Следует, однако, отметить, что с 2007 по 2010 гг. было заметное количество динофитовых, а зеленые вытеснялись цианобактериями. В 2011 году отмечалось наступление эвгленовых, которые в 2012 году вытеснялись зелеными. Интересное явление отмечалось в период с 2007 по 2011 гг. – в состав сообществ озера Хула внедрялась весьма консервативная группа – желто-зеленые водоросли, как было и в других водных объектах Израиля в этот период. Таким образом, внедрение динофитовых и сине-зеленых водорослей совпадает с антропогенной трансформацией. Из этого можно заключить, что многолетние изменения в сообществе охраняемой территории озера Хула были связаны не только с мелиорацией площади озера и его водосборного бассейна, но также и как ответ на климатические флюктуации в регионе.

Биоиндикационный анализ многолетней динамики показал, что сообщества озера Хула представлены в большинстве видами-индифферентами по отношению к солености воды. Однако, начиная с 1998 г., идет постоянное увеличение доли галофилов и мезоалобов, что говорит о постепенном засолении водоема. Индикаторы рН представлены в основном индифферентами, но с 1998 г. в сообществах озера отмечается заметная доля алкалибионтов, свидетельствующих о постепенном повышении рН воды. Индикаторы типа питания были представлены в основном автотрофами. Однако, начиная с 2009 г., происходит внедрение миксотрофов и гетеротрофов, что говорит об отрицательном воздействии на фотосинтез. Индикаторы трофности показывали во все годы олиго-мезотрофное состояние озера, однако, начиная с 1995 г., происходит обогащение сообщества озера видами с широкой экологической амплитудой, предпочитающими эвтрофные воды. Индикаторы органического загрязнения показывали III класс в течение всего периода исследований, однако, начиная с 1998 г., идет активное внедрение индикаторов IV, V и даже VI класса качества вод, что свидетельствует о притоке органического загрязнения в озеро Хула.

В заключение можно сказать, что почти столетняя динамика видового состава сообществ водорослей на основе таксономического и экологического анализа позволила выде-

лить критические периоды природного и антропогенного воздействия на экосистему озера Хула, а также определить параметры, которые имеют тенденции к негативному изменению – соленость рН, органическое загрязнение и трофность озера.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Царенко П.М., Ступина В.В., Вассер С.П., Нево Е., Коваленко О.В., Кондратюк Е.С., Хисориев Х., Крахиальный А.Ф. и Крейнитц Л. Видовое разнообразие водорослей водоемов долины Хула (Северный Израиль) // Альгология. – 1996. – Т. 6 (2). – С. 182–194.

2 Pollinger U., Zohary T. and Fishbein T. Algal Flora in the Hula Valley – past and present// Israel Journal of Plant Sciences. – 1998. – Vol. 46. – P. 155–168.

3 Rayss T. and Katschalsky E. On the plankton in Lake Hula // TevaveHaaretz. – 1938. – Vol. 5. – P. 483–490.

НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ БАЗЫ ПОЛЕВОЙ ПРАКТИКИ «КРЫМСКИЙ» ЮЖНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА

*SCIENTIFIC AND EDUCATIONAL POTENTIAL OF THE FIELD PRACTICE AREA "KRIMSKY"
OF THE SOUTHERN FEDERAL UNIVERSITY*

Брагина Т.М.,^{1,2} Кабанова Е.А.,¹ Мазепина Т.А.,¹ Тушова А.В.¹

¹Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, Россия,

²Костанайский государственный педагогический институт,
г.Костанай, Казахстан, e-mail: tm_bragina@mail.ru

Южный федеральный университет Министерства образования и науки Российской Федерации – ведущий образовательный и научный центр юга России. Как федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования он был создан на базе Ростовского государственного университета, Ростовского государственного педагогического университета и других вузов области в 2006 г. Однако это старейшее образовательное учреждение региона, истоки которого относятся к 1915 году, когда на юг были эвакуированы факультеты Варшавского Императорского университета с ценнейшим библиотечным фондом и оборудованием. В нем представлен широкий спектр получаемых профессий и различных дополнительных программ для более глубокого изучения дисциплин. В программе естественнонаучного образования обязательным компонентом является летняя полевая практика, для проведения которой используются стационары в горах Кавказа, на побережье Черного моря, в дельте реки Дон и др. В настоящее время формируется новая база практики «Крымский», расположенная в Усть-Донецком районе Ростовской области. Ее развитие включено в перспективный план развития ЮФУ до 2020 г.

База полевой практики «Крымский» расположена в 129 км к северу от г. Ростова-на-Дону и находится на территории х. «Крымский» Усть-Донецкого района (Рис. 1). На протяжении многих лет она использовалась в учебном цикле и исследовательских работах Ростовского государственного педагогического университета, в настоящее время вошедшего в состав Южного федерального университета в виде самостоятельных факультетов, входящих в Академию образования.