

ЛИТЕРАТУРА

1. Миничева Г.Г. Показатели поверхности водорослей в структурно-функциональной оценке макрофитобентоса (на примере северо-западной части Черного моря): Автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.18 / Ин-т биологии южных морей — Севастополь, 1989. — 19 с.
2. Миничева Г.Г. Структурно-функциональные особенности формирования сообществ морских бентосных водорослей // Альгология. — 1993. — Т. 3, № 1. — С. 3-12.
3. Миничева Г.Г. Морфофункциональные основы формирования морского фитобентоса: Автореф. дис. ... докт. биол. наук, 03.00.17/ Ин-т биологии южных морей — Севастополь, 1998. — 32 с.
4. Хайлов К.М., Празукин А.В., Ковардаков С.А., Рыгалов В.Е. Функциональная морфология морских многоклеточных водорослей. — К.: Наук. думка, 1992. — 280 с.

УДК 556. 531. 4

А.В. Курейшевич, Н.И. Кирпенко, К.П. Калениченко

Институт гидробиологии НАН Украины, г. Киев

К ВОПРОСУ О МЕХАНИЗМАХ ФОРМИРОВАНИЯ РОВ

Метаболизм гидробионтов является одним из основных факторов изменения качественного и количественного содержания органических соединений в воде. Однако, невзирая на значительный объем исследований, роль водорослевой и бактериальной составляющей в формировании этого показателя до конца еще не выяснена.

Целью работы было изучение общего содержания РОВ и некоторых его компонентов, их связи с количественными показателями развития водорослей и бактерий, в том числе сапрофитных и фосфорных, в фазе интенсивного роста культур синезеленых и зеленых водорослей.

Использованы альгологически чистые культуры *Scenedesmus acutus* Meyen IBASU-A251, *Microcystis aeruginosa* (Кьтз.) Elenk. HPDP-6 и аксенические культуры *Anabaena Bory PCC 7120* France, *Anabaena Bory P-9* Wolk USA. Необходимо отметить, что на стадии интенсивного роста и в аксенических культурах появились бактерии.

Установлено, что динамика роста водорослей носила классический характер и была в общих чертах сходной для всех исследованных культур (рис.). Более высокими показателями биомассы к концу эксперимента характеризовались неаксенические культуры *M. aeruginosa* и *S. acutus*. Жизнеспособность водорослей была высокой, количество живых клеток в процессе роста составляло в основном более 90%.

С увеличением биомассы водорослей в среде всех культур наблюдалось постепенное уменьшение минерального растворенного фосфора. Наиболее интенсивно этот процесс происходил в начале логарифмической стадии роста, что связано с интенсификацией ростовых процессов водорослей и постепенным увеличением (в 2-4 раза) в культуральной среде количества сапрофитных бактерий, конкурирующих с водорослями за легко доступный фосфор (см. рис.). Параллельно в среде накапливался растворенный органический фосфор (см. рис.). Темпы его нарастания снижались при переходе культур в позднюю логарифмическую и стационарную фазу развития. При этом наблюдалось увеличение численности фосфорных бактерий. Однако динамика этого показателя имела разный характер у различных видов и даже штаммов водорослей (см. рис.). Накопление фосфора органического сопровождалось значительным увеличением количества фосфорных бактерий у *M. aeruginosa*, менее значительным у *Anabaena PCC 7120* и вспышкой их роста у остальных двух видов к 9-м суткам опыта с дальнейшим резким уменьшением. Это могло быть связано как с ингибированием бактерий водорослями, так и с изменением соотношения различных фракций растворенного органического фосфора (легкоминерализуемых и трудноминерализуемых) в среде в процессе роста водорослей. Не исключено, что динамика численности этих бактерий отличается у разных водорослей еще и в силу того, что каждый вид водорослей характеризуется типичным для него комплексом микроорганизмов. Например, у *Anabaena* бактерии находились в слизистых влагилицах, у *M. aeruginosa* преимущественно в культуральной среде, а у *S. acutus* зафиксированы, главным образом, внутри мертвых клеток микроколоний водорослей.

Для альгологически чистых культур *S. acutus* и *M. aeruginosa* биомасса водорослей и содержание РОВ по показателю БО на экспоненциальной фазе развития находились в прямой зависимости (см. рис.). Общее содержание РОВ в среде этих культур увеличивалось в течение всего 20-дневного культивирования и достигло у *S. acutus* 416, а у *M. aeruginosa* 528 мг О/дм³ при концентрации биомассы 452, 2 и 516, 7 мг О/дм³ соответственно. В то же время у аксенических анабен, за исключением пика на

ФІЗІОЛОГІЯ, БІОХІМІЯ ТА БІОФІЗИКА ВОДНИХ РОСЛИН І МІКРООРГАНІЗМІВ

шестые сутки у РСС 7120, содержание РОВ находилось на относительно стабильном уровне и не имело тенденции к увеличению. Отмеченные различия в характере и абсолютных значениях РОВ связаны с условиями выращивания водорослей (в монокультуре или альгобактериальном ценозе).

У зеленой водоросли *S. acutus* уменьшение концентрации РОВ сопровождалось существенным повышением численности сапрофитной микрофлоры, что свидетельствует об активном участии бактерий в динамике РОВ воды. Синезеленая водоросль *M. aeruginosa* имела более сложный характер зависимости указанных показателей, что можно объяснить ингибирующим влиянием водоросли на бактерии либо низкой доступностью для них комплекса органических соединений этой культуры.

Показано, что физиологические старение культур водорослей сопровождается накоплением в биомассе углеводов, как запасных веществ, и уменьшением содержания белка вследствие ослабления процессов роста и размножения. Параллельно происходит и изменение содержания в среде органических соединений. Однако необходимо отметить, что на разных стадиях развития водорослей динамика этих процессов может несколько отличаться у разных видов. Аксенические культуры, в отличие от неаксенических, не имели тенденции повышения углеводов в культуральной среде к концу опыта. С концентрацией внеклеточных углеводов исследованных водорослей довольно тесно коррелировало содержание РОВ культуральных сред (см. рис.).

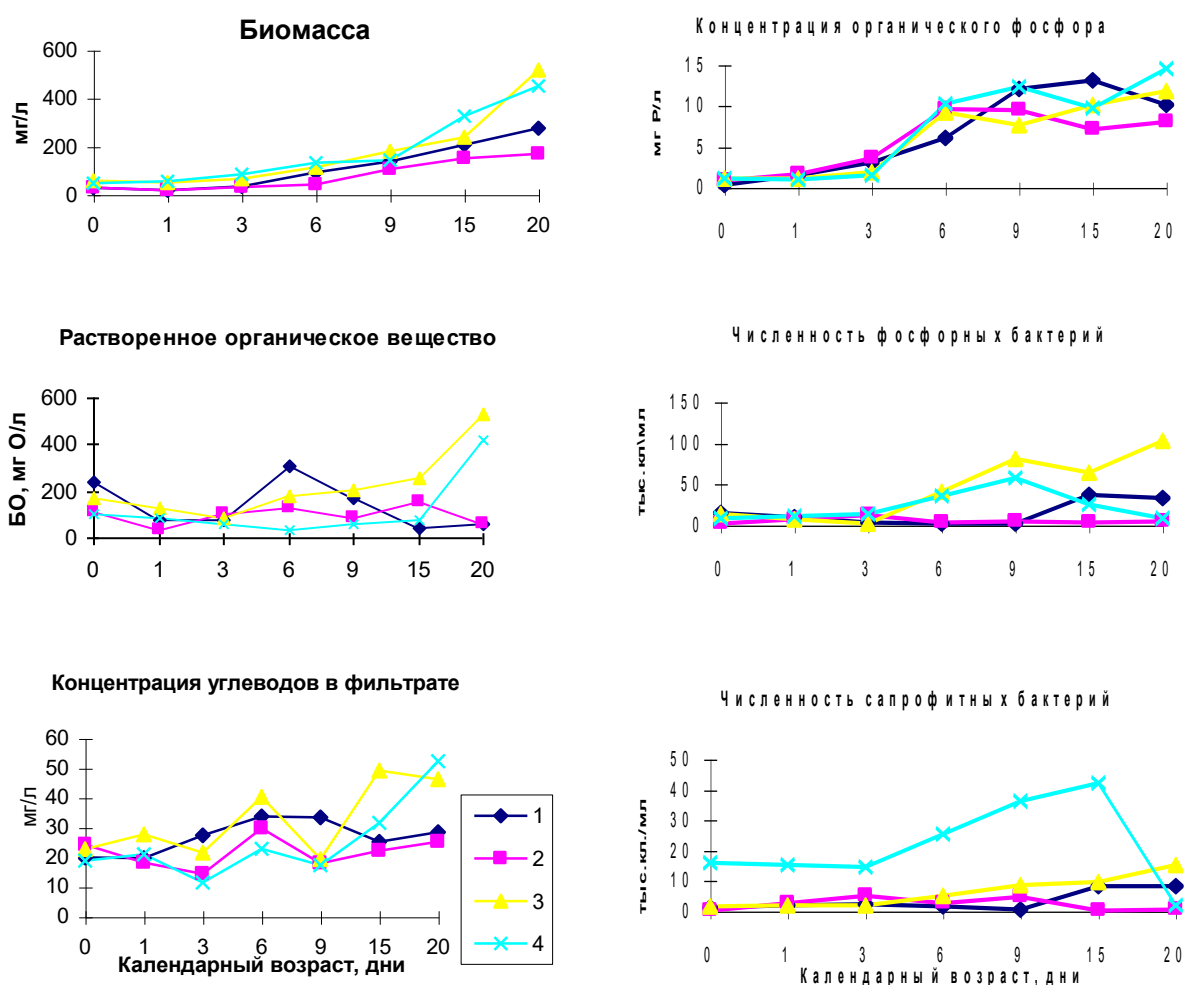


Рис. Ростовые, биохимические и микробиологические показатели аксенических и альгологически чистых культур водорослей: 1– *Anabaena* PCC 7120; 2– *Anabaena* P9; 3– *M. aeruginosa*; 4– *S. acutus*

Таким образом, установлено, что динамика концентрации РОВ носит разный характер у альгологически и бактериально чистых культур водорослей. В отличие от неаксенических культур, у которых наблюдается увеличение концентрации РОВ, в том числе углеводов, к стационарной фазе роста, у аксенических эти показатели находятся на относительно стабильном невысоком уровне. Связь

динамики РОВ с общей обсемененностью и количеством сапрофитных бактерий не закономерна и у разных культур носит различный характер. То же касается и фосфорных бактерий.

Физиологическое старение водорослей сопровождается увеличением содержания растворенного органического фосфора в культуральной среде и нарастанием численности фосфорных и сапрофитных бактерий.

УДК [(546. 17:556. 11) + (581. 526. 325:627. 8. 06)] (285. 33)

В.А. Медведь, П.Д. Ключенко

Институт гидробиологии НАН Украины, г. Киев

ОЦЕНКА ВЗАИМОСВЯЗИ МЕЖДУ СОДЕРЖАНИЕМ ОБЩЕГО АЗОТА ВО ВЗВЕСЯХ И КОЛИЧЕСТВЕННЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ ФИТОПЛАНКТОНА КРЕМЕНЧУГСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Усиление масштабов антропогенного евтрофирования континентальных водоемов способствует накоплению в воде и донных отложениях азотсодержащих соединений. Последние оказывают существенное влияние на формирование качества природных вод, их полноценность для потребителя и биологическую продуктивность водоемов. Поскольку азот относится к числу важнейших элементов биополимеров клетки, изменение его концентрации в воде интегрально отражается на развитии планктонных водорослей. Поэтому важную роль играет установление особенностей взаимосвязи между количественными характеристиками фитопланктона и содержанием соединений азота как в воде, так и во взвесах. Ранее [4] нами уже были представлены модели зависимости между концентрацией азотсодержащих соединений в воде и интенсивностью развития планктонных водорослей. В настоящей работе исследованы численность и биомасса фитопланктона и содержание общего азота во взвесах одного из крупнейших водохранилищ Днепра с целью установления характера взаимосвязи между этими показателями в условиях евтрофного водоема.

Статистическая обработка всего массива данных по количественным характеристикам вегетации фитопланктона и содержанию общего азота во взвесах не выявила достоверной зависимости между исследованными показателями. По всей видимости, это обусловлено большой гетерогенностью системы и влиянием ряда факторов и, в первую очередь, динамичности воды, точечных источников попадания в водоем азотных соединений и видового разнообразия водорослей. Исходя из этого, мы провели ранжирование данных прежде всего с учетом временного фактора (по месяцам). Анализ полученных данных позволил установить положительную достоверную корреляционную взаимосвязь между интенсивностью развития фитопланктона и содержанием общего азота во взвесах в летне-осенний период (июль – сентябрь). Именно в это время в исследуемом водохранилище наблюдается массовое развитие водорослей и минимальное количество минеральных взвесей, поступающих со стоком. Рассчитанные коэффициенты корреляции характеризовались в данном случае следующими значениями (при $P = 0,95$): 0,42–0,74 – для численности клеток водорослей и 0,49–0,73 – для их биомассы.

Тесную взаимосвязь между развитием фитопланктона исследуемого водоема и содержанием общего азота во взвешенном веществе можно наблюдать при статистическом анализе данных с учетом деления водоема на участки, отличающихся между собой гидрологическими характеристиками (речной, озерный, приплотинный и устья впадающих рек). Результаты корреляционного анализа позволили получить при этом ранжировании параметров статистически достоверные коэффициенты корреляции: 0,41–0,88 – для численности и 0,75–0,95 – для биомассы планктонных водорослей.

Весной (апрель–май), в период весеннего паводка и поздней осенью (октябрь) – во время выраженной гомотермии, достоверность связи между количественными показателями фитопланктона и общим содержанием азота во взвесах снижалась ($r = 0,26$ –0,38 – для численности и $r = 0,16$ –0,48 – для биомассы), а в некоторых случаях она имела отрицательный характер. Это объясняется тем, что весной на взаимосвязь исследуемых показателей существенное влияние оказывает повышенное содержание в паводковых водах взвешенного органического и неорганического вещества, а осенью – увеличение концентрации общего азота во взвесах вследствие поступления их из донных отложений во время постоянного штормового перемешивания водной толщи. Так, например, содержание общего азота во