

ГИДРОБИОЛОГИЯ

С. С. БАСЛАВСКАЯ, О. И. КОБЛЕНЦ-МИШКЕ, Л. А. УДАЛОВА
и Е. А. ЧИСТЯКОВА

**ДЕЙСТВИЕ УДОБРЕНИЙ НА ФОТОСИНТЕТИЧЕСКУЮ
ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ФИТОПЛАНКТОНА В ВОДОЕМЕ**

(Представлено академиком Н. А. Максимовым 22 XII 1951)

Одним из важнейших факторов, определяющих продуктивность водоемов, является новообразование и накопление органических веществ в процессе фотосинтеза фитопланктона. Опыты с удобрениями свидетельствуют о том, что повышение общей биомассы фитопланктона часто приводит и к повышению конечной рыбной продукции (1-5). Развитие фитопланктона в водоемах часто лимитируется недостаточной обеспеченностью элементами минерального питания. Создание благоприятного для водорослей режима питания путем внесения удобрений является одним из эффективных и доступных способов воздействия на развитие фитопланктона.

Чтобы рационально применять удобрения, надо знать, какой элемент питания лимитирует развитие фитопланктона в водоеме в данное время. Этот вопрос может быть решен с помощью биологических методов, основанных на сравнении развития водорослей при добавлении к исследуемой воде разных элементов минерального питания. О действии питательных элементов можно судить или по развитию одной из распространенных в данном водоеме форм (6), или же по развитию суммарного фитопланктона.

Основные наши исследования проведены с суммарным планктоном. О продукции органического вещества планктоном мы судили по количеству выделяемого фитопланктоном кислорода. Вода для опытов бралась с глубины примерно полуметра. Соли вносились в виде K_2HPO_4 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, K_2SO_4 из расчета (в мг/л): калия 4; азота 1—2; фосфора 0,25; 0,50; 1,00. Опыты проводились в сосудах емкостью в 1—2 л.

Большинство опытов проведено с водой из пруда, находящегося на Камышинской государственной селекционной станции. Частично изучены в этом отношении и другие пруды Камышинского района. Часть полученных в 1949 г. результатов приведена на рис. 1.

Содержание кислорода в воде без добавления солей по окончании опытной экспозиции, продолжавшейся обычно 2—5 суток, принято за 100. Столбики на рис. 1 характеризуют изменения в содержании кислорода, обусловленные действием солей. Наибольшее содержание кислорода имело место при одновременной добавке к воде азота и фосфора. Эффект от раздельного внесения этих элементов был гораздо слабее, причем положительное действие фосфора в большей части опытов было резче выявлено, нежели действие азота.

Выявив в лабораторных условиях положительное действие азота и фосфора на первичную продукцию органических веществ, мы перешли к изучению действия удобрений в условиях естественного водоема.

О количестве синтезируемых и накапливаемых в водоеме органических веществ мы судили по сдвигам в содержании кислорода, которые происходят в воде, заключенной в светлые и темные склянки, за сутки. Эта методика позволяет определять истинную интенсивность ассимиляции, характеризующую синтез органических веществ, и наблюдаемую, характеризующую итоговый баланс синтеза и распада (7).

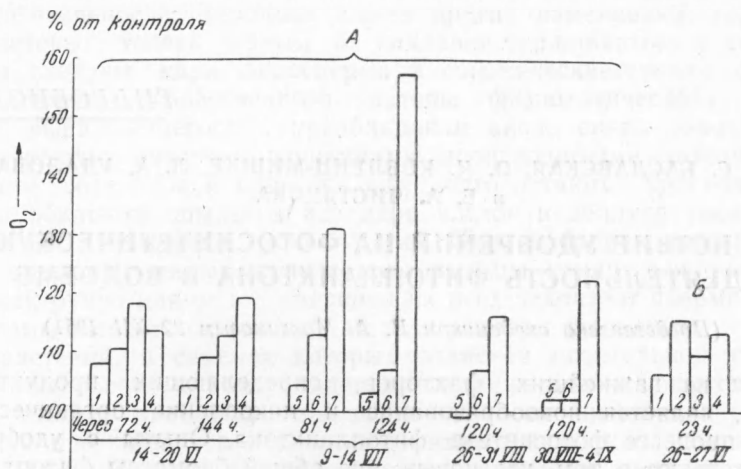


Рис. 1. Действие азота и фосфора на выделение кислорода суммарным фитопланктоном. А — пруд на Камышинской селекционной станции, Б — Казанский пруд. 1 — N, K; 2 — N, K + 0,25 мг P; 3 — N, K + 0,5 мг P; 4 — N, K + 1 мг P; 5 — N; 6 — P; 7 — N, P

Летом 1949 г. удобрения были внесены в хвостовую часть пруда площадью около 0,2 га, которая в конце июля отделилась в результате обмеления от основного пруда. Контролем служила часть основного пруда, которая примыкала к отделившейся хвостовой части. Удобрения были внесены 26 VII в виде суперфосфата и азотнокислого аммония из расчета 15 кг P₂O₅ и 20 кг N на 1 га площади. До и через несколько дней после внесения удобрений в водной массе водоема были определены фотосинтез и поглощение кислорода. Результаты, выраженные в миллиграммах кислорода на литр воды за сутки, приведены на рис. 2.

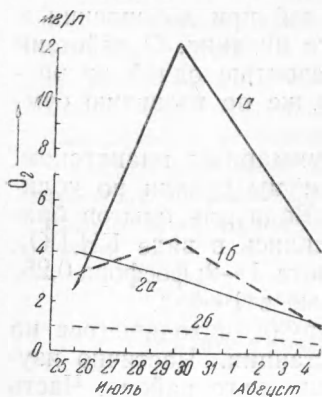


Рис. 2. Фотосинтез (а) и поглощение кислорода (б) в удобренной (1) и неудобренной (2) частях пруда

Образование первичных органических веществ под действием удобрений сильно повысилось. Об этом свидетельствует сильно возросшая величина фотосинтеза.

В 1950 г. мы удобряли весь пруд. Удобрения вносились в виде суперфосфата, сернокислого аммония и калийной соли из расчета (в кг на га): P₂O₅ 42; N 38; K 11. Эти удобрения были внесены примерно равными порциями в четыре приема: 20 VI, 4 VII, 26 VII и 15 VIII. В двух местах — на расстоянии 110—120 м от плотины и в хвостовой части пруда — в течение всего лета на разных глубинах определялись: PO₄^{'''}, фотосинтез и поглощение кислорода. Одновременно брались пробы и для подсчета фитопланктона.

На рис. 3 приведены данные, характеризующие динамику процессов в поверхностном слое воды. Фосфор определялся по методу Дениже и рассчитан в μ г на литр.

Дробным внесением удобрений удалось поддержать в течение всего лета значительную концентрацию фосфора в воде (60—80 $\mu\text{г/л}$ и выше). Каждое добавление удобрений в водоем сопровождалось вспышкой через несколько дней фотосинтеза в водной массе, после чего происходило ослабление этого процесса. Динамика фотосинтеза очень близка к динамике содержания фосфора в воде.

Однако нужно иметь в виду, что в некоторых случаях решающими для общего уровня фотосинтетической деятельности фитопланктона могли быть другие факторы. Тщательный анализ и сопоставление полученных данных с составом фитопланктона, с метеорологическими данными позволяют сделать заключение, что в большинстве случаев внесение удобрений повышало ассимиляционную деятельность фитопланктона

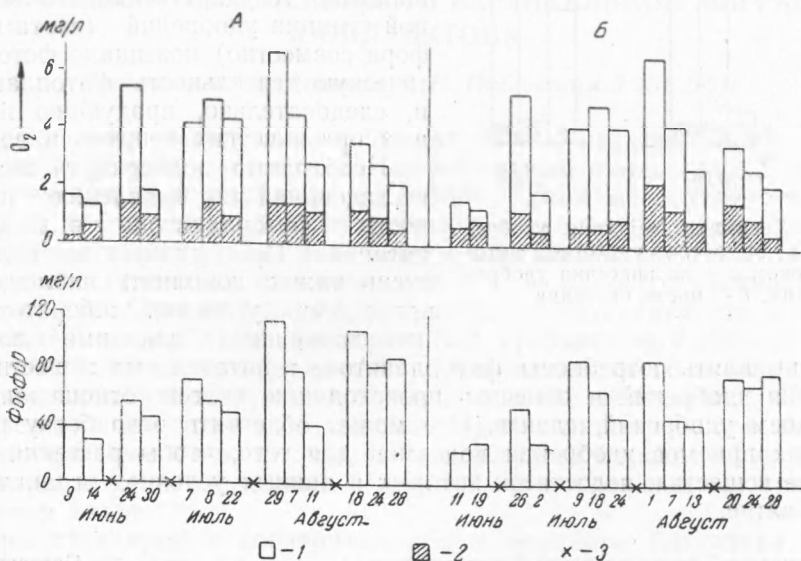


Рис. 3. Действие удобрений на фотосинтетическую деятельность фитопланктона. А — хвостовая часть, Б — у плотины. 1 — Выделение O₂; 2 — поглощение O₂, 3 — внесение удобрений

в водной массе водоема. Повышение общей фотосинтетической деятельности фитопланктона было обусловлено в одних случаях более интенсивным развитием планктонных водорослей, а в других — более интенсивной ассимиляцией.

Развитие фитопланктона до начала июля было очень слабое. С июля началось массовое развитие протококковых, количество которых доходило до 10000—14000 клеток в 1 мл, составляя 90% и выше от всего фитопланктона. Интенсивность ассимиляции водорослей в пересчете на миллион клеток варьировала в пределах 0,20—0,90 мг кислорода в сутки.

Чтобы выяснить, как менялась потребность водорослей в питательных веществах по мере удобрения водоема систематически в лабораторных условиях изучалось действие азота, фосфора и калия на выделение кислорода суммарным фитопланктоном.

До внесения удобрений резко положительное действие на продукцию первичного органического вещества, как и в опыте 1949 г., оказало добавление к воде азота и фосфора одновременно. Действие отдельно внесенных элементов было очень слабым, причем сильнее сказывалось положительное действие фосфора. Но по мере того как в пруд добавлялись удобрения, результаты лабораторных опытов менялись. Реакция растений на фосфор, добавленный отдельно, постепенно пони-

жалась — незначительное повышение имело место лишь в конце августа. Реакция же на азот, сначала очень слабая, постепенно возрастала. Действие совместно внесенных азота и фосфора все время было положительным. Лишь в августе оно заметно снизилось. Калий в этих опытах оказался неэффективным. На рис. 4 приведены результаты двух опытов, подтверждающих вышеуказанные закономерности. Высокая потребность фитопланктона в азоте вероятно была обусловлена массовым развитием протококковых в пруду в это время.

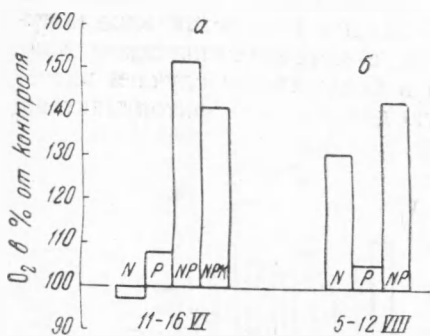


Рис. 4. Динамика действия удобрений на выделение кислорода фитопланктоном. а — до внесения удобрения. б — после внесения

Проведенные в 1949 и 1950 гг. опыты приводят к согласованному выводу о том, что внесение в пруд Кашинской государственной селекционной станции удобрений (азота и фосфора совместно) повышало фотосинтетическую деятельность фитопланктона и, следовательно, продукцию первичных органических веществ в водоеме.

Необходимо подчеркнуть значение исследований по выявлению потребности фитопланктона в элементах питания. При удобрении водоемов очень важно дополнять наблюдения в природных условиях лабораторными исследованиями, дающими возмож-

ность выявлять потребность фитопланктона в питательных веществах до внесения удобрений и отмечать происходящие в этом отношении, под действием удобрений, сдвиги. Это может облегчить разработку рациональных приемов удобрения водоемов для того, чтобы растения получали те вещества, недостаток которых в данных условиях ограничивает их развитие.

Московский государственный университет
им. М. В. Ломоносова

Поступило
28 XI 1951

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ И. Н. Арнольд, Прудовое карповое хозяйство. Справочник по рыбному хозяйству малых вод, 1934. ² И. Н. Арнольд, Удобрение прудов, 1941. ³ Г. Г. Винберг, Тр. Лимнол. ст. в Косине, № 21 (1937). ⁴ А. Н. Елеонский, Рыбоводство в естественных и искусственных водоемах, 1936. ⁵ Н. Swingle and E. Smith, A Symposium on Hydrobiology, 1941. ⁶ С. И. Кузнецов, Микробиология, 1 (1945). ⁷ С. С. Баславская и О. Н. Русина, Вестн. Мсск. гос. ун-та 12 (1950).