

БИОЛОГИЯ

УДК 574.52

Член-корреспондент В. П. СЕМЕНЧЕНКО, академик Л. М. СУЩЕНЯ

**ВЛИЯНИЕ НАГОННЫХ ЯВЛЕНИЙ И ПЕРЕМЕШИВАНИЯ ВОДНЫХ МАСС
НА СОДЕРЖАНИЕ БИОГЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ
В ЛИТОРАЛЬНОЙ ЗОНЕ СЛАБОЭВТРОФНОГО ОЗЕРА**

НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам, Минск

Поступило 11.09.2013

Введение. В мелководных водоемах с хорошо развитой литоральной зоной ветровое воздействие приводит к значительному перемешиванию водных масс, нагону воды, увеличению количества взвешенного вещества в прибрежной зоне. В результате этого из донных отложений может высвободиться значительное количество биогенных элементов, в первую очередь, растворенных форм азота и фосфора [1; 2]. Изменения различных гидрохимических параметров также определяются характером литоральной зоны: ее протяженностью, наличием и степенью зарастания высшей водной растительностью, характером донных отложений и др. В частности, плотные заросли надводной растительности снижают волновое воздействие на прибрежную зону.

Нагонные явления и волновое перемешивание в литоральной зоне имеют также целый ряд экологических последствий [3]. Они влияют на развитие фито- и зоопланктона, макрозообентоса и распределение рыб [4; 5]. Показано, что нагон воды в литоральную зону приводит к коренной перестройке структуры зоопланктона [6]. Высвобождение биогенных элементов может способствовать развитию фитопланктона, в том числе и сине-зеленых водорослей.

Главной особенностью воздействия нагонных явлений на литоральную зону является их временная непредсказуемость. Это в определенной степени затрудняет оценку последствий от нагонных явлений, которые могут длиться от нескольких часов до нескольких дней.

Воздействие волнового перемешивания на различные процессы в прибрежной зоне достаточно хорошо изучено для морских эстуариев, в то время как для озерных экосистем, особенно небольшой площади и глубины, такого рода данные практически отсутствуют.

Основной целью данных исследований было определить воздействие нагонных явлений и перемешивания водных масс на концентрацию растворенных форм азота и фосфора в литоральной зоне слабоэвтрофного озера.

Материалы и методы исследования. Исследования проведены в летний сезон (июль) на слабоэвтрофном оз. Обстерно (Республика Беларусь). Площадь водоема составляет около 10 км², средняя глубина – 5,0 м, средняя прозрачность воды по диску Секки – 3,0 м за период исследований.

Озеро характеризуется выраженной литоральной зоной, протяженность которой в местах отбора проб составляет около 50 м, местами сильно заросшей тростником (*Phragmites australis*) и камышом (*Scirpus lacustris*). Пробы для гидрохимического анализа отбирали батометром в прибрежной зоне (глубина около 1 м) с поверхностного слоя воды в штилевую погоду и во время нагона воды. Параллельно фиксировали температуру, pH, электропроводность, направление ветра. Величина волнения во время нагона воды и перемешивания водных масс в литоральной зоне составила 3 балла (максимальная высота волны – 0,4 м), т. е. была относительно небольшой.

Определение гидрохимических показателей (ионы PO_4^- , NO_3^- , NH_4^+) проведено фотометрически, используя оборудование фирмы HANNA (HI 83 000). Данные получены для двух типов биотопов: заросли камыша и литораль без зарослей (чистая литораль), а также в пелагической части озера. Отметим, что станции отбора проб не подвергались прямому антропогенному загрязнению.

Результаты и их обсуждение. Чтобы определить изменения гидрохимических показателей и концентрацию биогенных элементов в течение достаточно длительного времени, на протяжении июля пробы отбирали с периодичностью 1 раз в три дня, после чего были рассчитаны средние значения. За исследуемый период температура, pH и величины электропроводности оставались относительно постоянными (таблица). Иная картина получена для концентрации растворенных форм азота (рис. 1).

Средние значения некоторых гидрохимических показателей в оз. Обстерно в течение июля (время измерения – 12⁰⁰)

Место забора проб	Температура, °C	pH	TDS, μS
Пелагиаль	21,9 ± 1,7	8,2 ± 0,4	124,6 ± 1,5
Чистая литораль	22,3 ± 1,8	8,4 ± 0,2	125,0 ± 1,2
Камыш	22,4 ± 1,9	8,3 ± 0,1	124,4 ± 6,3

Для данных биогенных элементов (ионы NO_3^- , NH_4^+) возможны достаточно значительные колебания концентрации в течение одного месяца. При этом в литоральной зоне величины стандартного отклонения выше таковых в пелагиали (рис. 1).

Что касается концентрации растворенного фосфора, то она была относительно одинаковой в разных биотопах в течение исследуемого периода.

Причины колебаний гидрохимических показателей, в особенности нитратного и аммонийного азота, могут быть вызваны значительным перемешиванием воды, спровоцированным нагонными явлениями и, соответственно, поступлением биогенных элементов из донных осадков.

Проведенные нами исследования показали, что спустя три дня после нагона воды концентрация ионов PO_4^- значительно увеличилась (рис. 2). Еще более возросла концентрация аммонийного азота, особенно в зоне с зарослями камыша (рис. 3).

Для того чтобы определить возможное воздействие ветрового перемешивания водных масс на содержание биогенных элементов, в частности, растворенного фосфора, был проведен следующий эксперимент.

В прибрежной зоне оз. Обстерно (глубина 0,5 м) было проведено механическое перемешивание воды, после чего отобраны пробы воды (5 л) со взвесью. После осаждения взвеси было проведено определение концентрации растворенного фосфора. Оказалось, что по отношению к контролю в чистой литорали концентрация фосфора увеличилась в 1,2 раза, а в литорали с зарослями камыша – в 3 раза.

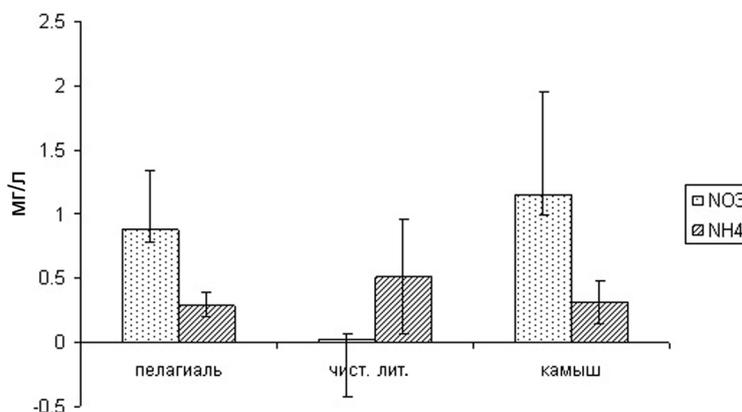


Рис. 1. Концентрация растворенных форм азота в разных биотопах оз. Обстерно

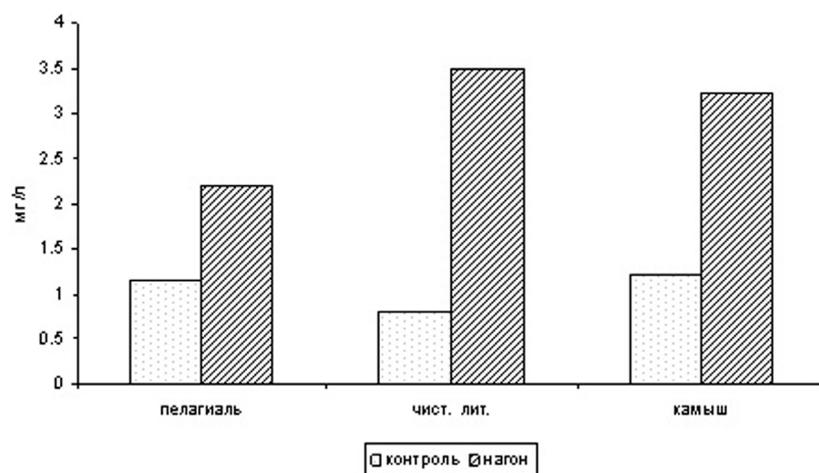


Рис. 2. Изменение концентрации растворенного фосфора при нагоне воды в литеральной зоне оз. Обстерно

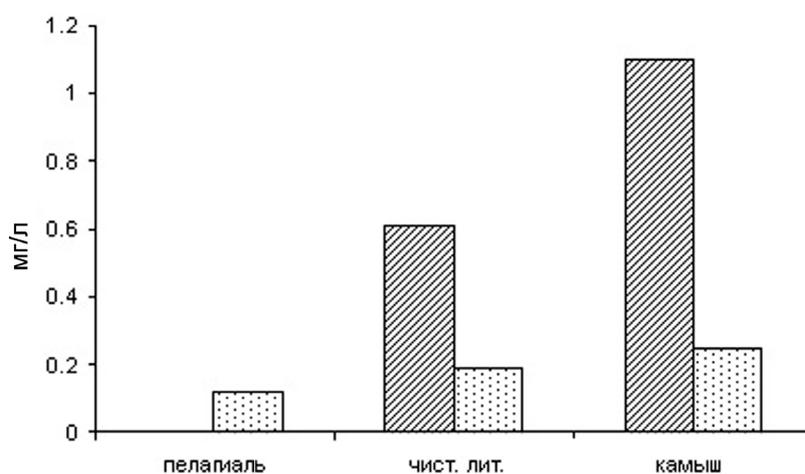


Рис. 3. Изменение концентрации аммонийного азота при нагоне воды в литеральной зоне оз. Обстерно

Различия в высвобождении растворенного фосфора, наблюдавшиеся при перемешивании воды, между чистой литералью и зарослями камыша могут быть в первую очередь вызваны его повышенной концентрацией в донных отложениях зарослей вследствие отмирания растений.

Таким образом, нагонные явления и интенсивное перемешивание водных масс в литеральной зоне озер могут приводить к существенному высвобождению биогенных элементов с донных отложений. Это, соответственно, создает благоприятные условия для массового развития фитопланктона и, в частности, сине-зеленых водорослей, вызывающих «цветение» воды.

Авторы выражают благодарность Т. Н. Рыбкиной за помощь в проведении гидрохимических анализов.

Литература

1. Gude H., Seidel M., Teiber P., Weymuller M. // Verh. Internat. Verein. Limnol. 2000. Vol. 27. P. 1–4.
2. Hofmann H., Lorke A., Peeters F. // Hydrobiologia. 2008. Vol. 613. P. 85–96.
3. Scheifhacken N., Fiek C., Rothhaupt K.-O. // Fundamental and Applied Limnology. 2007. Vol. 169, N 2. P. 115–129.
4. Stoll S., Hofmann H., Fischer P. // J. Fish Biol. 2010. Vol. 76. P. 1714–1728.
5. Hofmann H., Lorke A., Peeters F. // Limnol. Oceanogr. 2008. Vol. 53, N 1. P. 368–380.
6. Палаш А. Л. // Весці НАН Беларусі. Сер. біял. навук. 2007. № 1. С. 86–88.

V. P. SEMENCHENKO, L. M. SUSCHENYA

semenchenko57@mail.ru

INFLUENCE OF THE PILEUP AND MIXING OF WATER ON THE CONCENTRATION OF BIOGENIC ELEMENTS IN THE LITTORAL ZONE OF THE EUTROPHIC LAKE

Summary

The influence of the pileup and mixing of water on the concentration of dissolved nitrate nitrogen, ammonium nitrogen, and phosphorus in the littoral zone of eutrophic Lake Obsterno (Belarus) has been studied.

This concentration was determined for the two types of the littoral zone – with and without water-air vegetation (*Scirpus lacustris*). After the pileup the concentrations of PO_4^- , NO_3^- , NH_4^+ ions increased. The increasing of PO_4^- was higher in the littoral zone without vegetation, but NH_4^+ – in the littoral with vegetation.

Thus, the pileup and mixing of water in the littoral zone lead to an increase in biogenic elements, which may influence the phytoplankton development.