

УДК 574.524

Хенно СТАРАСТ, Ану МИЛИУС, Аини ЛИНДПЕРЕ

ИНДЕКС ТРОФИИ МАЛЫХ ОЗЕР ПО БИХРОМАТНОЙ ОКИСЛЯЕМОСТИ ВОДЫ

*HENNO STARAST, ANU MILIUS, AINI LINDPERE. VAIKEJARVEDE TROOFSUSINDEKS
DIKROMAATSE OKSODEERITAVUSE JÄRGI*

*HENNO STARAST, ANU MILIUS, AINI LINDPERE. DICHROMATE OXIDIZABILITY TROPIC
STATE INDEX OF SMALL LAKES*

Концентрация органического вещества (ОВ) в водоемах негумусового питания зависит, главным образом, от их общей биопродуктивности. Вследствие антропогенного эвтрофирования увеличивается первичная продуктивность водоемов. Л. Л. Россолимо (1977) рассматривает это эвтрофирование как процесс, нарушающий лимнологическую экосистему, возникающий и развивающийся из-за повышения уровня первичной продукции ОВ. Нарушение равновесия экосистемы происходит вследствие ограничения распространения и развития популяций гетеротрофных организмов, что приводит к отставанию деструкционных процессов от продукционных, а следовательно, к накоплению в озере ОВ (Алекин и др., 1983). Л. А. Калининой и Э. А. Румянцевой (1980) обнаружена взаимосвязь между содержанием растворенных ОВ и уровнем трофии озер. А. Мязметс и С. Локк (Mäemets, Lokk, 1982) установили в озерах Эстонии, в которых преобладает автохтонное ОВ, корреляционную связь между бихроматной окисляемостью и некоторыми параметрами, характеризующими уровень эвтрофирования. Поскольку степень окисления ОВ бихроматом в крепком растворе серной кислоты близка 100%, следует предполагать, что бихроматная окисляемость воды является показателем трофического состояния светловодных озер.

Ниже прогнозируется уровень трофии малых светловодных фитопланктонных озер на основе величины бихроматной окисляемости.

Материал (287 проб) для исследования взят из 32 малых фитопланктонных светловодных (цветность до 50° по бихроматкобальтовой шкале) озер Эстонии с мезо-, эв- и гипертрофным уровнем трофии в вегетационные периоды 1982 и 1983 гг. Бихроматную окисляемость воды определяли титриметрически (Алекин, 1959), концентрацию хлорофилла *a* спектрофотометрически в метаноловом экстракте (Talling, 1969). Во время наблюдений бихроматная окисляемость воды в обследованных озерах (на глубине 1 м) колебалась от 7,9 до 98 мг О/л, содержание хлорофилла *a* от 0,6 до 280 мг/м³. Регрессионный анализ

средних данных показал тесную корреляцию между содержанием хлорофилла a и бихроматной окисляемостью воды:

$$\log chl = -1,680 + 1,798 \log C; \quad n=58; \quad r=0,76; \quad S=0,29, \quad (1)$$

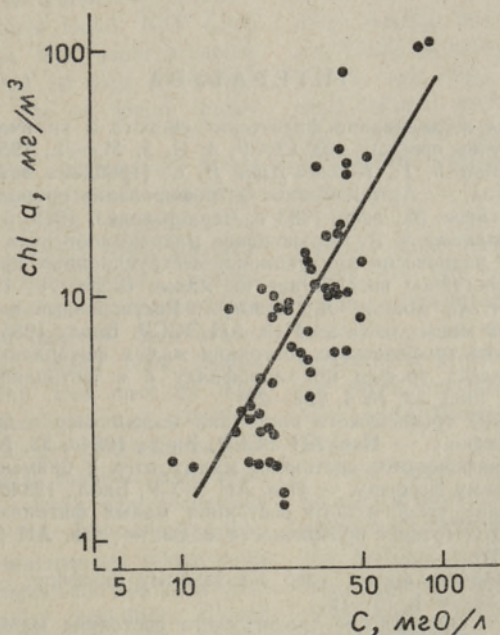
где chl — содержание хлорофилла a , mg/m^3 ; C — бихроматная окисляемость, $mg O/l$. Исходя из этой закономерности, выведен индекс трофии по бихроматной окисляемости воды (I_C):

$$I_C = -35,76 + 59,68 \log C; \quad r=0,76; \quad S=9,7. \quad (2)$$

Стандартное отклонение I_C , вычисленное нами на основании средних данных за два года, оказалось бóльшим по сравнению со стандартными отклонениями, выведенных нами ранее индексов трофии (Милиус, 1983, 1984а, б, в, 1986; Милиус, Кываск, 1984; Линдпере и др., 1985; Милиус и др., 1986).

Средние значения I_C находились в пределах 30–84 (индекс трофии до 35 баллов — озеро олиготрофное, до 47 — мезотрофное, до 60 — эвтрофное, выше этого — гипертрофное). Эти критические значения I_C были выведены с учетом трофического состояния озер и по значениям индекса хлорофилла a (Милиус, 1983) с использованием уравнения межиндексной связи

$$I_C = 21,59 + 0,5764 I_{chl}; \quad r=0,76; \quad S=7,4. \quad (3)$$



Корреляционная связь между содержанием хлорофилла a и бихроматной окисляемостью воды для озер Эстонии.

Пример. Данные бихроматной окисляемости (O , mg/l) в течение вегетационного периода в одном озере

C : 42,8; 46,7; 30,0; 32,7; 31,0; 45,8; 41,5; 41,1.

По этим данным, используя уравнение (2), вычисляли исходные индексы

I_C : 62,5; 65,2; 51,6; 54,3; 52,6; 64,6; 61,6; 61,3.

Для упорядоченной выборки исходных индексов подсчитывали выборочное среднее ($\bar{I}=59,2$) и выборочное стандартное отклонение (S)

$$S = \left\{ \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (I_i - \bar{I})^2 \right\}^{1/2} = \sqrt{\frac{209,79}{7}} = 5,47,$$

где n — количество определений.

Чтобы оценить принадлежность I_3 (наибольшее отклонение от среднего) к данной нормальной совокупности и принять решение об исключении или оставлении I_3 в составе выборки, находили отношение

$$U = \frac{\bar{I} - I_3}{S} = \frac{59,2 - 51,6}{5,47} = 1,39.$$

Результат сравнивали с величиной $a = 2,13$ (Правила..., 1973 табл. 1) при объеме выборки $n = 8$. Если $U \geq 2,13$, то I_3 аномален и его следует исключить. В данном случае результат нормален и его не исключали.

Таким образом:

$$I_c = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n I_i = \frac{473,7}{8} = 59,2$$

Индекс трофии по бихроматной окисляемости воды для данного озера $I_c = 59 \pm 5$, следовательно, озеро можно считать либо сильно эвтрофным, либо гипертрофным.

ЛИТЕРАТУРА

- Алекин О. А. Методы исследования физических свойств и химического состава воды. — В кн.: Жизнь пресных вод СССР. 4. Ч. 2. М.—Л., 1959, 251—253.
- Алекин О. А., Драбкова В. Г., Коплан-Дикс И. С. Проблема эвтрофирования континентальных вод. — Антропогенное эвтрофирование природных вод. Тез. докл. III Всесоюз. симп., М., сент. 1983 г. Черноголовка, 1983, 6—9.
- Калинина Л. А., Румянцева Э. А. Соотношение макрокомпонентов «системы углерода» как критерий равновесия продукционно-деструкционных процессов в озерах. — В кн.: Антропогенное воздействие на малые озера. Л., 1980, 37—42.
- Линдпере А., Стараст Х., Милиус А., Симм Х. Растворенный в воде кислород как индекс трофии малых озер. — Изв. АН ЭССР, Биол., 1985, 34, № 3, 239—241.
- Милиус А. Определение трофического состояния малых фитопланктонных озер с применением индекса трофии по хлорофиллу a в фитопланктоне. — Изв. АН ЭССР, Биол., 1983, 32, № 4, 288—291.
- Милиус А. Определение трофического состояния малых озер с применением индекса трофии по фосфору. — Изв. АН ЭССР, Биол., 1984а, 33, № 2, 144—147.
- Милиус А. Оценка трофического состояния малых озер с применением индекса трофии по весеннему фосфору. — Изв. АН ЭССР, Биол., 1984б, 33, № 4, 297—298.
- Милиус А. Определение трофического состояния малых фитопланктонных озер при помощи индекса трофии прозрачности воды. — Изв. АН ЭССР, Биол., 1984в, 33, № 1, 73—76.
- Милиус А. Индекс трофии малых озер по зимнему фосфору. — Изв. АН ЭССР, Биол., 1986а, 35, № 1, 75—78.
- Милиус А., Кываск В. Определение трофического состояния малых озер с применением индекса трофии по биомассе фитопланктона. — Изв. АН ЭССР, Биол., 1984, 33, № 2, 148—150.
- Милиус А., Стараст Х., Линдпере А. Индекс трофии малых озер по фосфатному фосфору. — Изв. АН ЭССР, Биол., 1986б, 35, № 1, 72—75.
- Правила оценки аномальности результатов наблюдений. ГОСТ 11.002-73. М., 1973.
- Россолимо Л. Л. Изменение лимнических экосистем под воздействием антропогенного фактора. М., 1977.
- Mäemets, A., Lökk, S. Eutrofeerumise otsesest ja kaudselt seosest järvede ökosüsteemi parameetritega. — Rmt.: Eesti NSV järvede nüüdisseisund. Tartu, 1982, 142—150.
- Talling, J. E. Sampling techniques and methods for estimating quantity of biomass: general outline of spectrophotometric methods. — In: IBP Handbook, 12. Oxford, 1969, 22—24.