

8. *Pseudo-nitzschia pungens* (Bacillariophyceae): A cosmopolitan diatom species? / G. Casteleyn, V.A. Chepurnov, F. Leliaert [et al.] // Harmful Algae. –2008. – Vol.7, N 2. – P. 241–257.

*Н.А. Давидович, Ю.А. Подунай, О.І. Давидович*

Карадагський природний заповідник НАН України, Крим

ПРО ВІДСУТНІСТЬ БІОЛОГІЧНОЇ РЕПРОДУКТИВНОЇ ІЗОЛЯЦІЇ МІЖ АЛОПАТРИЧНИМИ ПОПУЛЯЦІЯМИ *SYNEDRA ULNA* (BACILLARIOPHYTA)

Клони діатомової водорості *Synedra ulna*, виділені з алопатричних популяцій, віддалених один від одного на значні відстані, виявили здатність до схрещування. Відсутність біологічної репродуктивної ізоляції свідчить про те, що розглянуті популяції належать до того самого біологічного виду.

*Ключові слова: діатомові водорості, репродуктивна ізоляція, алопатричні популяції*

*Н.А. Davydovych, Yu.A. Podunay, O.I. Davydovych*

Karadag natural preserve of NAS of Ukraine, Crimea

ABOUT ABSENCE OF BIOLOGICAL GENESIAL ISOLATION BETWEEN ALOPATRIC POPULATION OF *SYNEDRA ULNA* (BACILLARIOPHYTA)

Clones of the diatom *Synedra ulna* isolated from remote allopatric populations revealed an ability to interbreed. The absence of reproductive isolation shows the relation of the examined populations to the same species.

*Key words: diatom algae, genesial isolation, allopatric population*

УДК 582.261.1 (282.256.341.5)

**В.Г. ДЕВЯТКИН**

Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН  
пос. Борок, Некоузского района, Ярославской области, Россия

## **ЭКОЦЕНЫ ФИТОПЛАНКТОНА**

Предлагается модель внутрисезонной сукцессии фитопланктона как последовательности элементарных ячеек сукцессии – экоценов – адаптивных ассоциаций водорослей, формирующихся при определенных экологических условиях и образующих при кластерном анализе кластеры первого (нижнего) порядка. Продолжительность существования экоценов обычно колеблется от 2 до 7 суток, а временные границы обычно совпадают со сменой доминирующих видов планктонных водорослей. Учитывая возобновляемость экоценов при определенных экологических условиях, сукцессию фитопланктона можно представить в виде сложной спирали, в которой более крупные годичные витки состоят из более мелких внутрисезонных.

*Ключевые слова: фитопланктон, сукцессия, видовой состав, динамика развития*

В озерах и водохранилищах умеренной зоны циклические изменения притока солнечной радиации, температуры, плотности толщ воды, концентрации биогенных веществ и других факторов определяют сезонные циклы развития фитопланктона. К настоящему времени достаточно хорошо изучены сезонные сукцессии фитопланктона в макромасштабе (весна, лето, осень) временной шкалы [3, 6]. Гораздо слабее изучена сукцессия фитопланктона в масштабе от нескольких дней до нескольких недель, что затрудняет прогнозирование зависящего от фитопланктона экологического состояния водоемов в реальном масштабе времени: «цветения», вторичного загрязнения, накопления альготоксинов.

В настоящее время нет единого мнения о способности фитопланктона образовывать устойчивые ассоциации водорослей, в чем-то подобные фитоценозам сосудистых растений. Относительно короткий период существования планктонных альгоценозов и быстрая смена при изменении экологических условий затрудняет их выявление.

### Матеріал і методи досліджень

В основі даного повідомлення положені результати проводившихся в районі стаціонара Інституту біології внутрішніх вод РАН (ІБВВ РАН) «Сунога» в течение кількох вегетаційних сезонів щоденних спостережень над видовим складом і показателями обилля фітопланктону. Вибір і обробка проб проводились по прийнятій в ІБВВ РАН методикі [2, 5]. Для аналізу сезонної сукцесії планктонних водоростей, виходячи з даних по складу, обиллю і співвідношенню входять в планктонні альгоценози видів, використовували кореляційний, кластерний і факторний аналіз.

Для порівняння ступеня схожості або відмінності між вибірками фітопланктону, сформованими в результаті підрахунку чисельності входять в його склад видів, можуть використовуватися різні показателі. Ними для цих цілей частіше за все застосовувався коефіцієнт кореляції Пірсона. Ця метрика має фіксовану розмірність від -1 до +1, широко використовується в гідробіологічних дослідженнях і встроєна в більшість статистических пакетів. Використовувалися також коефіцієнти абсолютного і відносного схожості А.С. Константінова [4], засновані на теорії множин, значення яких також коливаються в межах  $\pm 1$ .

### Результати досліджень і їх обговорення

В цілому, внутрісезонна сукцесія літорального фітопланктону Рыбинського водохранилища протікає нерівномірно [1]. Періоди його відносної стабільності, які зазвичай не перевищують кількох днів, сменяються періодами більш швидких змін спільноти. Адаптивні асоціації водоростей до певного комплексу середообразуючих факторів, формуються між періодами швидкої трансформації фітопланктону, ми пропонуємо називати екоценозами [2]. Крім фітопланктону це поняття може бути застосовано і до інших екологічеських групировкам водоростей (перифітон, мікрофітобентос), а також до інших організмів. Внутрісезонну сукцесію фітопланктону як послідовність змін екоценозів можна розглянути на прикладі даних щоденних спостережень над фітопланктоном в літоралі Рыбинського водохранилища, проводившихся нами в течение кількох років.

Аналізуючи схожість складу екоценозів в той або інший період вегетаційного сезону з подібними даними попередніх або наступних спостережень, нетрудно помітити певне схожість або навіть майже «повторюваність» видового складу і співвідношення чисельності окремих екоценозів. Так, видовий склад і співвідношення найбільш масових видів, спостережувані в кінці травня, в значительній мірі можуть повторитися в течение вегетаційного періоду (рис. 1).

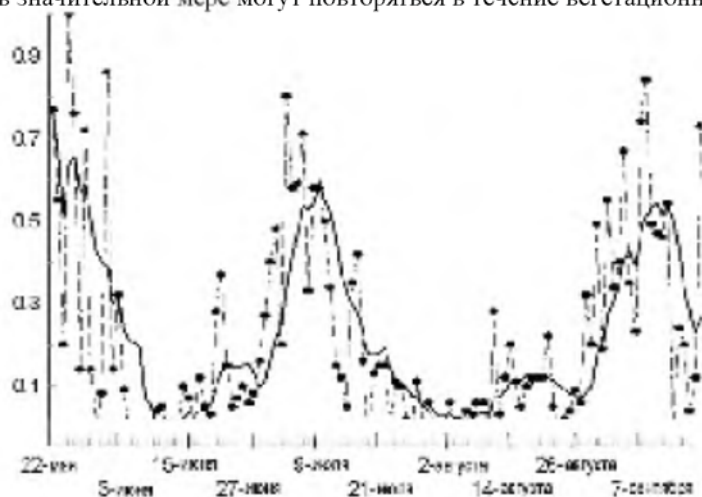


Рис. 1. Кореляція (ось ординат) видового складу і чисельності фітопланктону 25 травня з даними інших днів спостережень 1981 року. Пунктирна лінія – фактичеські дані, сплошна – середнє по 7 сусіднім точкам

В цілому, внутрісезонна сукцесія фітопланктону, в відмінність від сукцесії перифітону [2], крім певної циклічності не проявляла видимої напрямленості і характеризувалась помітною повторюваністю. Так, при кластерному аналізі фітопланктон початку і середини липня може виділитися в окрему підгрупу кластерів. Фітопланктон кінця липня об'єднується з фітопланктоном кінця серпня – початку вересня, а фітопланктон середини і кінця серпня – з фітопланктоном кінця вересня. Фітопланктон середини вересня об'єднується з фітопланктоном середини жовтня, а фітопланктон початку вересня (як фітопланктон початку липня) своєобразно по

составу и объединяется с фитопланктоном начала 20-х чисел этого месяца. Факторный анализ, дополняя кластерный, подтверждает полученные выводы.

Можно предположить, что формирование адаптивных ассоциаций фитопланктона (экоценов) в значительной степени зависело от гидрометеорологических условий. Так, наиболее крупные разрывы в последовательности экоценов, судя по результатам кластерного и факторного анализа, были связаны с заметным понижением или повышением температуры воды. Напротив, судя по результатам статистического анализа, наиболее часто объединялись экоцены, формировавшиеся в сходных погодных условиях (рис. 2).

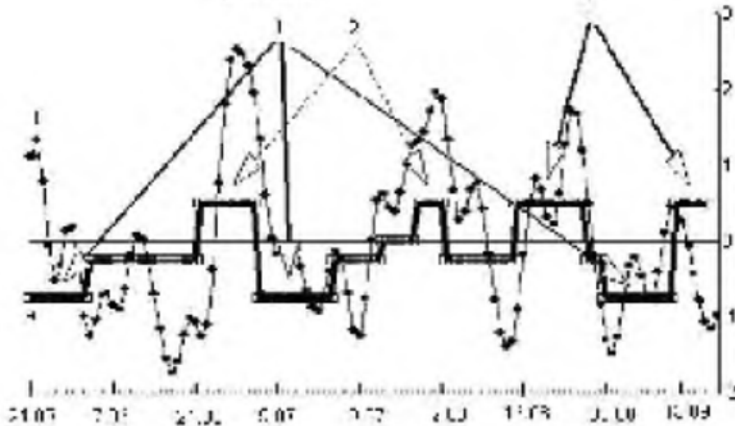


Рис. 2. Особенности объединения экоценов (стрелки) в зависимости от температуры воды (стандартизированные отклонения,  $t$ , правая ось ординат) по данным кластерного анализа. Жирной линией обозначено отклонение температурных условий периода формирования соответствующих экоценов от среднего уровня в 1981 г.

Можно предположить, что адаптивные ассоциации водорослей – экоцены – достаточно устойчивые для данного водоема ассоциации видов водорослей. Вероятно, они могут в той или иной степени возобновляться в процессе сукцессии фитопланктона в разные годы. В пользу этого предположения свидетельствует проведенный анализ состава фитопланктона разных лет исследований. Так, при кластерном анализе видового состава и численности фитопланктона в 1979–1981 гг. легко объединялись экоцены разных лет наблюдений. Помимо заметной близости состава экоценов разных лет наблюдений, развивающихся при повышенном или пониженном температурном фоне, также наблюдается ассоциированность летних экоценов, формирующихся в периоды пониженного температурного фона с весенним и осенним фитопланктоном (рис. 3).

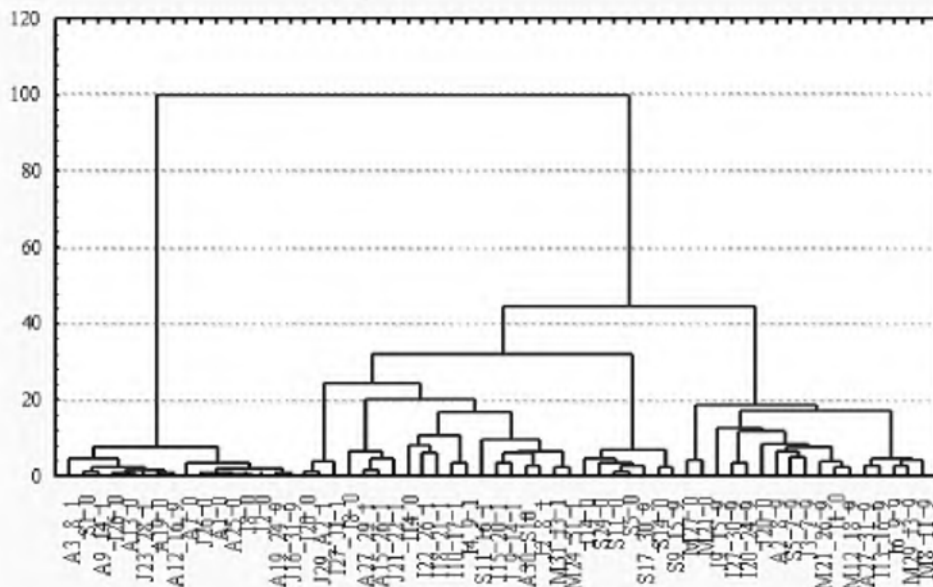


Рис. 3. Дендрограмма связей экоценов фитопланктона 1979–1981 гг. на основе анализа численности 290 таксонов водорослей:  $m$  – май,  $i$  – июнь,  $j$  – июль,  $a$  – август,  $s$  – сентябрь;  $9$  – 1979 г.,  $0$  – 1980 г.,  $1$  – 1981 г.



**Выводы**

Внутрисезонную сукцессию фитопланктона можно рассматривать как последовательность развития элементарных ячеек внутрисезонной сукцессии – экоценов – адаптивных ассоциаций водорослей, формирующихся при определенных экологических условиях и образующих при кластерном анализе кластеры первого (низшего) порядка. Продолжительность существования экоценов колеблется от 2 до 7 сут., что совпадает со сменой доминирующих видов планктонных водорослей.

Результаты статистического анализа свидетельствуют, что плавное течение сезонной сукцессии фитопланктона нарушается при резких колебаниях гидрометеорологических условий. Иерархическая структура экоценов и наиболее крупные разрывы в их последовательности также в значительной степени зависят от синоптических условий. Летний фитопланктон, развивающийся в периоды длительного похолодания, может проявлять значительное сходство состава с весенним или осенним фитопланктоном. Фитопланктон периодов максимального прогрева водоема также демонстрирует заметное сходство видового состава и соотношения численности доминирующих видов. Таким образом, внутри основного сезонного цикла появляются дополнительные.

Адаптивные ассоциации водорослей – экоцены, – по-видимому, являются достаточно устойчивыми для данного водоема ассоциациями видов водорослей, которые могут возобновляться в процессе внутрисезонной сукцессии фитопланктона в разные годы существования водоема в условиях повторяемости гидрометеорологических условий. Учитывая повторяемость экоценов, сукцессию фитопланктона можно представить в виде сложной спирали, в которой более крупные годичные витки состоят из более мелких внутрисезонных.

1. *Вайновский П.А.* О влиянии изменчивости гидрометеорологических характеристик на фотосинтетическую активность фитопланктона / Вайновский П.А., Девяткин В.Г. // *Водные ресурсы.* – 1995. – Т. 22, № 4. – С. 435–438.
2. *Девяткин В.Г.* Структура и продуктивность литоральных альгоценозов водохранилищ Верхней Волги : автореф. дисс. ... докт. биол. наук / В.Г. Девяткин. – М.: МГУ, 2003. – 44 с.
3. *Киселев И.А.* Планктон морей и континентальных водоемов. Ч. 11 / И.А. Киселев. – Л.: Наука, 1980. – 440 с.
4. *Константинов А.С.* Использование теории множеств в биогеографическом и экологическом анализе / А.С. Константинов // *Успехи современной биологии.* – 1969. – Т. 67, вып. 1. – С. 99–108.
5. *Методика* изучения биогеоценозов внутренних водоемов. – М.: Наука, 1975. – 240 с.
6. *Reynolds C.S.* Temporal scales of variability in pelagic environments and the response of phytoplankton / C.S. Reynolds // *Freshwater Biology.* – 1990. – Vol. 23. – P. 25–53.

*В.Г. Дев'яткін*

Інститут біології внутрішніх вод ім. І.Д. Папаніна РАН, Борок, Росія

**ЕКОЦЕНИ ФІТОПЛАНКТОНУ**

Запропоновано модель внутрішньо сезонної сукцесії фітопланктону як послідовності елементарних ланок сукцесії – екоценів – адаптивних асоціацій водоростей, які формуються за певних екологічних умов і утворюють кластери першого (нижчого) порядку. Тривалість існування екоценів зазвичай коливається від 2 до 7 діб, а часові межі, як правило, співпадають з зміною домінуючих видів планктонних водоростей.

*Ключові слова:* *фітопланктон, сукцесія, видовий склад, динаміка розвитку*

*V.G. Dev'yatkin*

Institute of Biology of Inside Water RAS, Borok, Russia

**EKOTSEN OF PHYTOPLANKTON**

The paper suggests the model of phytoplankton seasonal succession as a sequence of elementary succession nuclei – ecocoens – algal adaptive associations, developing under specific ecological conditions and forming clusters of the first (the lowest) order in cluster analysis. Ecocoens usually exist from 2 up to 7 days, and their time limits usually coincide with changes of dominant algal species in plankton. Taking into account the ecocoens being renewable under certain ecological conditions, the phytoplankton succession can be shown in the form of a complex helix, where the larger annual coils consist of smaller seasonal ones.

*Key words:* *phytoplankton, succesion, specific composition, dynamics of development*