

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 582.26/.27(470.56)

АССОЦИАТИВНЫЙ СИМБИОЗ ГИДРОБИОНТОВ И ЕГО ЗНАЧЕНИЕ В ОПРЕДЕЛЕНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВОДОЁМОВ

О. В. Бухарин, Н. В. Немцева, Т. Н. Яценко-Степанова

*Институт клеточного и внутриклеточного симбиоза УрО РАН
Россия, 460000, Оренбург, Пионерская, 11
E-mail: nemtsevanv@rambler.ru*

Поступила в редакцию 13.11.10 г.

Ассоциативный симбиоз гидробионтов и его значение в определении экологического состояния водоёмов. – Бухарин О. В., Немцева Н. В., Яценко-Степанова Т. Н. – Исследована альгофлора лентических водоёмов Оренбургской области. Сообщество гидробионтов рассмотрено с позиций ассоциативного симбиоза, включающего макропартнера (хозяина), стабильные доминантные и минорные ассоциативные компоненты. Результатом явилось определение структурированности альгосообщества и функциональной нагрузки его симбионтов. Использование такого подхода позволило выявить группу информативных биотических параметров, которые в совокупности с абиотическими факторами оказались пригодными для оценки трофности лентических водоёмов и, как следствие, для определения экологического состояния водоёмов.

Ключевые слова: альгофлора, симбиоз, водоёмы.

Associative symbiosis of hydrobionts and its significance in evaluation of epy ecological status of reservoirs. – Bukharin O. V., Nemtseva N. V., and Yatsenko-Stepanova T. N. – The algoflora of lentic reservoirs in the Orenburg region was studies. The community of hydrobionts is considered from the positions of associative symbiosis, which includes the macropartner (the host), stable dominant and minor associative components. As a result, the structure degree of the algocommunity was determined and the functional loading of its symbionts was evaluated. The use of such an approach has allowed to revealing a group of informative biotic parameters, which, together with abiotic factors, have appeared to be suitable for assessment of the trophic properties of lentic reservoirs, and, as a consequence, for estimation of the ecological status of reservoirs.

Keywords: algoflora, symbiosis, natural reservoirs.

Следуя современной концепции, ассоциативный симбиоз рассматривается как многокомпонентная интегральная система, включающая макропартнёра (хозяина), стабильные доминантные симбионты и минорные ассоциативные микросимбионты с разнонаправленными воздействиями, определяющими формирование, стабильность существования и продуктивность симбиоза в целом (Бухарин и др., 2007).

Исходя из этого была предпринята попытка определения компонентов ассоциативного симбиоза среди гидробионтов – представителей альгофлоры. Научный поиск в данном направлении потребовал предварительного анализа структуры и видовой характеристики альгофлоры. По результатам многолетних исследований планктонных сообществ 227 водоёмов (большие и малые реки, озёра, пруды, водо-

хранилища, эфемерные водоёмы) Оренбургской области был составлен систематический список, включающий 1025 видов, разновидностей и форм водорослей, относящихся к 211 родам, 81 семейству, 34 порядкам, 15 классам и 10 отделам (Яценко-Степанова и др., 2005).

Полученные данные послужили базой для поиска компонентов ассоциативного симбиоза в водорослевом сообществе. В процессе исследований предложены способы, позволяющие определять структурированность фитопланктонного сообщества, различая макропартнёра (хозяина), а также доминантные и минорные компоненты ассоциативного симбиоза водорослей (Бухарин и др., 2010).

Для оценки стабильности структуры сообщества в целом и функциональной значимости отдельных его компонентов был использован подход поочередного исключения симбионтов в объёме отделов.

За базовый водорослевой комплекс в наших исследованиях было принято фитопланктонное сообщество водоёма озерного типа, расположенного в пойме р. Урал в его среднем течении (оз. Кресты, Оренбургская область), представленное комплексом родов микроводорослей из отделов Chlorophyta, Cyanophyta, Xanthophyta, Bacillariophyta, Chrysophyta, Euglenophyta, Dinophyta (рис. 1).

Путем корреляционного анализа с применением поочередного искусственного усечения структуры комплекса сообщества с использованием последовательного удаления его симбионтов в объёме отделов установлена основополагающая структурообразующая роль зелёных водорослей (хозяина), при отсутствии которых общая схема корреляционных связей сообщества кардинально менялась, рассыпаясь на отдельные фрагменты (рис. 2).

Была выявлена взаимозависимость представителей некоторых отделов водорослей друг от друга с «цепочкой» взаимозаиме-

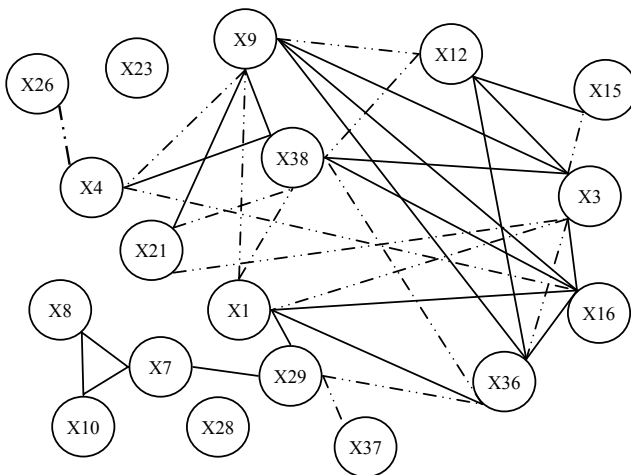


Рис. 1. Схема базового комплекса фитопланктонного сообщества оз. Кресты, включающая все отделы водорослей. Коэффициент корреляции от 0.40 до 0.59 (---), от 0.60 до 0.75 (— · — · —). **Синезелёные водоросли:** X1 – *Anabaena* Bory, X3 – *Microcystis* (Kütz.) Elenk.; **зелёные водоросли:** X4 – *Ankistrodesmus* Corda, X7 – *Crucigenia* Morr., X8 – *Dictyosphaerium* Näg., X9 – *Didymocystis* Korsch., X10 – *Kirchneriella* Schmidle, X12 – *Oocystis* A. Br., X15 – *Scenedesmus* Meyen, X16 – *Tetraedron* Kütz. ex Korsch.; **жёлтозелёные водоросли:** X21 – *Centritractus* Lemm.; **диатомовые:** X23 – *Stephanodiscus* Ehr., X36 – *Cyclotella* Kütz.; **золотистые водоросли:** X26 – *Dinobryon* Ehr.; **эвгленовые водоросли:** X28 – *Euglena* Ehr.; X29 – *Trachelomonas* Ehr.; **динофитовые водоросли:** X37 – *Peridiniopsis* Lemm., X38 – *Peridinium* Ehr.

щения» между Euglenophyta, Dinophyta, Bacillariophyta, что характеризовало их с точки зрения ассоциативного симбиоза как доминантных партнёров с определенными хелперными функциями для хозяина и демонстрировало их значение для

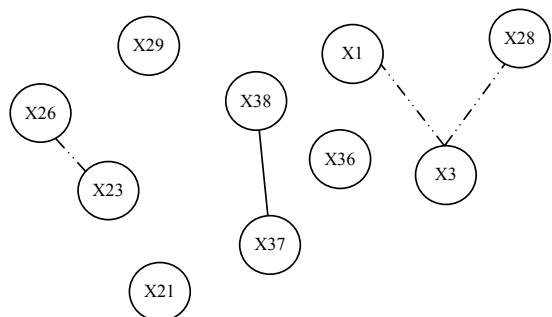


Рис. 2. Схема базового комплекса фитопланктонного сообщества оз. Кресты при искусственном усечении и исключении Chlorophyta. **Синезелёные водоросли:** X1 – *Anabaena* Bory, X3 – *Microcystis* (Kütz.) Elenk.); **жёлтозелёные водоросли:** X21 – *Centritractus* Lemm.; **диатомовые:** X23 – *Stephanodiscus* Ehr., X36 – *Cyclotella* Kütz.; **золотистые водоросли:** X26 – *Dinobryon* Ehr.; **эвгленовые водоросли:** X28 – *Euglena* Ehr.; **динофитовые водоросли:** X37 – *Peridiniopsis* Lemm., X38 – *Peridinium* Ehr. Условные обозначения см. рис. 1

сохранения и регуляции структуры водорослевого сообщества в целом.

В качестве «ассоциативных» компонентов симбиоза были рассмотрены представители отделов Xantophyta, Cyanophyta и др., отсутствие которых не меняло общую схему структуры фитопланктонного сообщества.

Схема структурно-функциональной организации водорослевого сообщества с позиций ассоциативного симбиоза представлена на рис. 3.

Анализ альгоценозов 9 разнотипных пойменных озёр на фоне универсальности структуры сообщества позволил выявить особенности группировок взаимозаменяемых симбионтов, определяемых их зависимостью от

экологического состояния водоёмов. Так, в эвтрофных водоёмах повышалась значимость представителей отдела Cyanophyta, тогда как в мезотрофных – Xantophyta (Яценко-Степанова, Немцева, 2009).

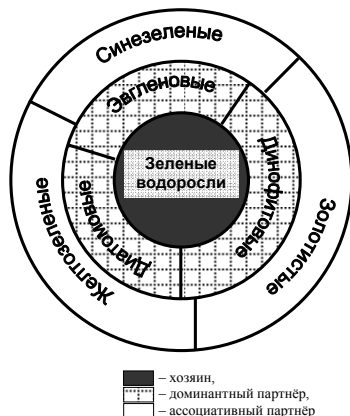


Рис. 3. Ассоциативно-симбионтные взаимоотношения сочленов фитопланктонного сообщества

Экологическая обусловленность реакции компонентов ассоциативного симбиоза нашла практическое применение в оценке уровня трофности водоёмов озёрного типа. С учетом особенностей симбиотической структуры фитопланктонного сообщества в качестве информативных биотических параметров отобраны роды водорослей, относящиеся к отделам Chlorophyta (*Scenedesmus* Meyen, *Crucigenia* Morr., *Coelastrum* Näg., *Tetradron* Kütz. ex Korsch.) и Euglenophyta (*Trachelomonas* Ehr.), а также Cyanophyta (*Anabaena* Bory и *Aphanizomenon* Morr.). Среди абиотических факторов основными информативными параметрами оказались «Среднедекадная температура воздуха», «Количество осадков за декаду» и «Прозрачность». Выявленные информативные параметры использованы

в качестве предикторов для получения регрессионной модели диагностики трофности водоёмов. Это позволило разработать способ дифференцировки мезотрофного и эвтрофного состояния пресных непроточных водоёмов (Бухарин и др., 2008), преимуществом которого явилась минимизация количества параметров, удобство практического применения и ускоренное получение результата при определении уровня трофии водоёмов степного Приуралья. При этом был найден алгоритм определения границ уровня трофности и поиска информативных параметров, являющийся методическим ключом для построения математических моделей, пригодных для диагностики уровня трофности водоёмов для других физико-географических территорий (рис. 4).

Апробация разработанного нового метода экологического состояния лентических водоёмов Степного Приуралья выявила простоту его практического применения, возможность ускоренного получения достоверных результатов, что и послужило основанием для использования разработанного метода (см. рис. 4) в системе мониторинга эколого-гигиенического состояния водоёмов озёрного типа (Немцева и др., 2008).

Оценивая полученные материалы, можно заключить, что гидробиоценозы и, в частности, альгоценозы, являющиеся открытыми системами с эффектами самоорганиза-

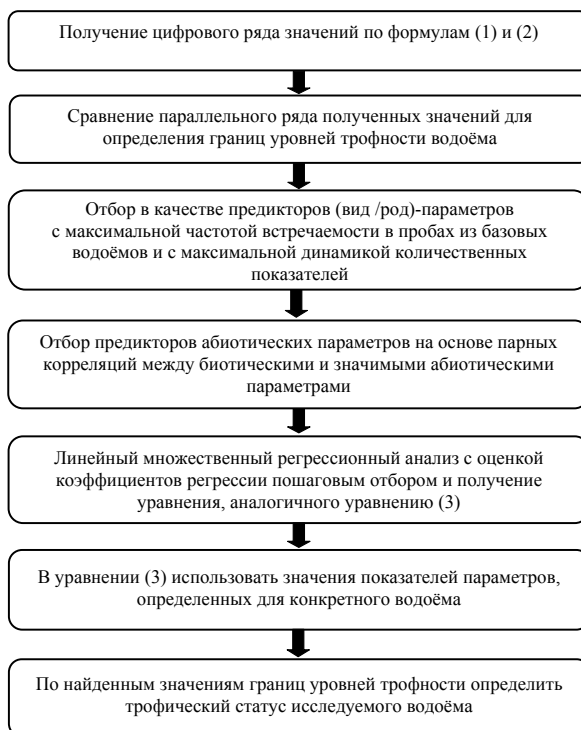


Рис. 4. Алгоритм определения границ уровня трофности водоёмов. Формула расчета вариационного ряда значений для эвтрофного озера:

$$n = (\ln \text{ОЧЭ}) - (\ln \text{ОЧМ}) + (\text{АНЭ} - \text{АНМ}), \quad (1)$$

где n – числовое значение; ОЧЭ – общая численность водорослей эвтрофного водоёма, кл./мл; ОЧМ – общая численность водорослей мезотрофного водоёма, кл./мл; АНЭ – антропогенная нагрузка на эвтрофный водоём, баллы; АНМ – антропогенная нагрузка на мезотрофный водоём, баллы.

Формула расчета вариационного ряда значений для мезотрофного водоёма:

$$n = (\ln \text{ОЧЭ}) - (\ln \text{ОЧМ}), \quad (2)$$

где n – числовое значение; ОЧЭ – общая численность водорослей эвтрофного водоёма, кл./мл; ОЧМ – общая численность водорослей мезотрофного водоёма, кл./мл.

$$Y = a + b_1 \cdot X_1 + b_2 \cdot X_2 + \dots + b_p \cdot X_p. \quad (3)$$

ции, могут быть рассмотрены с позиций ассоциативного симбиоза. В результате определена структурированность альгосообщества и функциональная нагрузка симбионтов. В конечном итоге, это позволило, выявить группу информативных биотических параметров, которые в совокупности с абиотическими факторами оказались пригодными для оценки трофности лентических водоёмов и их экологического состояния.

Работа выполнена при финансовой поддержке Программы Президиума РАН «Биологическое разнообразие» (проект № 12-П-4-1039).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Бухарин О. В., Лобакова Е. С., Немцева Н. В., Черкасов С. В. Ассоциативный симбиоз. Екатеринбург : УрО РАН, 2007. 264 с.

Бухарин О. В., Немцева Н. В., Яценко-Степанова Т. Н. Оценка взаимоотношений симбионтов фитопланктонового сообщества // Экология. 2010. № 1. С. 17 – 21.

Бухарин О. В., Яценко-Степанова Т. Н., Немцева Н. В. Новый метод оценки трофического статуса лентических водоемов // Изв. Самар. науч. центра РАН. 2008. Т. 10. № 5/1. С. 228 – 232.

Немцева Н. В., Яценко-Степанова Т. Н., Бухарин О. В. Определение уровня трофии водоемов озерного типа // Журн. микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии. 2008. № 4. С. 100 – 102.

Яценко-Степанова Т. Н., Немцева Н. В. Структурная организация фитопланктонного сообщества водоемов с позиций концепции ассоциативного симбиоза // Вестн. Оренб. гос. ун-та. 2009. № 12. С. 72 – 77.

Яценко-Степанова Т. Н., Немцева Н. В., Шабанов С. В. Альгофлора Оренбуржья. Екатеринбург : УрО РАН, 2005. 202 с.