

Альгосообщество в свете концепции ассоциативного симбиоза

Немцева Наталия Вячеславовна, доктор медицинских наук, профессор;
Яценко-Степанова Татьяна Николаевна, доктор биологических наук, доцент
Институт клеточного и внутриклеточного симбиоза УрО РАН (г. Оренбург)

Важной особенностью экосистем является иерархичность их устройства [2]. В качестве примера иерархичности можно рассматривать явление симбиоза.

Симбиоз одно из интереснейших и до сих пор еще во многом загадочных явлений в биологии, хотя изучение этого вопроса имеет уже почти сто пятидесятилетнюю историю. В разные времена толкование термина «симбиоз» было различным. Этот термин (от греч. *symbiosis* - сожительство, совместная жизнь), предложил А. Де Бари [14], как форму сосуществования неродственных организмов («непохожие организмы, живущие вместе»), указывая на то, что между сожителями могут складываться разные по характеру взаимоотношения.

В последующие годы анализ различных симбиозов вскрыл чрезвычайно многообразный характер взаимоотношений между партнерами (от мутуалистических до антагонистических), разную степень их влияния друг на друга - от облигатного до факультативного, разное пространственное расположение партнеров - от контактного до дистантного [1, 10, 11, 16, 17]. Кроме того, характер взаимодействия партнеров в симбиозах может меняться на протяжении жизненного цикла организмов или в результате изменения условий среды [8, 9, 15].

Традиционно симбиоз рассматривают как систему взаимодействия двух организмов. Однако активный интерес к изучению взаимосвязей в природных и искусственных ценозах привел к изменению парадигмы симбиоза, поскольку в природе встречаются симбиотические системы с большим количеством партнеров [12]. Примеры сложных многокомпонентных симбиотических комплексов, состоящих из хозяина (макропартнера), доминантных и ассоциативных микросимбионтов, дали начало новому направлению - ассоциативной симбиологии. Ассоциативный симбиоз - многокомпонентная интегральная система, включающая хозяина в качестве макропартнера, стабильный доминантный микросимбионт и минорные ассоциированные микросимбионты с разнонаправленными воздействиями, определяющие формирование, стабильность существования и продуктивность симбиоза в целом [3]. При этом организм-хозяин является центром организации системы, а доминантный партнер и сопутствующие ему различные ассоциативные компоненты регулируют жизнеспособность симбиоза.

Структурированность сообществ по типу ассоциативного симбиоза определена для биоценозов тела человека и для ризосферы растений [4, 7]. Дальнейшие исследования в этом направлении показали, что явление ассоциативного симбиоза применимо не только к взаимодействию эукариотного хозяина с прокариотными партнерами, строящихся

по принципу эндосимбиоза или эктосимбиоза, но и взаимодействию дистантно расположенных и «равных» между собой организмов. Так, на примере фитопланктонного сообщества пресных озер было показано, что симбиотические взаимоотношения между свободноживущими сообществами водорослей формируются по популяционно - коммуникативному сценарию. Предложены новые подходы и определены критерии (признаки), по набору которых можно было бы выявить функциональное назначение участников симбиоза [5, 6, 13].

Натурные исследования природных водоемов и математическое моделирование позволили выявить константные альгосообщества, основным партнером или «хозяином» которых являлись водоросли из отдела *Chlorophyta*. В роли доминантных микропартнеров, чаще всего, выступали *Euglenophyta*, *Dinophyta*, *Bacillariophyta*. Отмечено, что в структуре комплекса среди доминантных симбионтов может происходить замена партнеров, но при этом общая схема не изменяется. Установлено, что универсальность цепочки замен в водорослевых сообществах *Bacillariophyta* → *Dinophyta* → *Euglenophyta* не зависит от экологических особенностей водоемов.

Выявлено, что ассоциативные микросимбионты из отделов *Cyanophyta*, *Xanthophyta*, играют сопутствующую роль, не оказывая прямого влияния на структуру сообщества. Однако при определенных условиях они участвуют в регуляции взаимоотношений хозяина с остальными компонентами водорослевого сообщества.

В итоге в альгосообществе выявлена трехуровневая иерархия: «базовые» компоненты (*Chlorophyta*), на которых держится вся структура фитопланктонного сообщества, «постоянные» компоненты (обычно *Euglenophyta*, *Dinophyta*, *Bacillariophyta*), принимающие участие в регуляции устойчивости структуры сообщества, и «случайные» компоненты (зачастую *Cyanophyta*, *Xanthophyta*), отсутствие которых не меняет общую схему структуры фитопланктонного сообщества, но при определенных обстоятельствах могут значительно влиять на функционирование сообщества.

Таким образом, изучение симбиоза привело к смене парадигмы и появлению термина «ассоциативный симбиоз». Развитие идей симбиологии позволило по-новому трактовать понятие «организм-хозяин», а также оценить взаимодействие дистантно расположенных симбионтов. Изучение взаимодействия микроорганизмов, складывающихся по популяционно-коммуникативному сценарию показало универсальность и широкое распространение ассоциативного симбиоза в природе.

Литература:

1. Алексеев А.Н. Концептуальный подход к феномену антагонистических и синергетических взаимодействий в многокомпонентных паразитарных системах // Докл. РАН. 2001. Т. 379. № 6. С. 827–829.
2. Баканов А.И. О некоторых методологических вопросах применения системного подхода для изучения структур водных экосистем // Биол. внутр. вод. 2000. № 2. С. 5-19.



3. Бухарин О.В., Лобакова Е.С., Немцева Н.В., Черкасов С.В. Ассоциативный симбиоз. Екатеринбург: УрО РАН, 2007. 264 с.
4. Бухарин О.В., Лобакова Е.С., Перунова Н.Б., Усвяцов Б.Я., Черкасов С.В. Симбиоз и его роль в инфекции. Екатеринбург: УрО РАН. 2011. 230 с.
5. Бухарин О.В., Немцева Н.В., Яценко-Степанова Т.Н. Ассоциативный симбиоз гидробионтов и его значение в определении экологического состояния водоемов // Поволжский экологический журнал. 2012. №3. С. 356-360.
6. Бухарин О.В., Немцева Н.В., Яценко-Степанова Т.Н. Оценка взаимоотношений симбионтов фитопланктонного сообщества, // Экология. 2010. № 1. С. 17-21.
7. Бухарин О.В., Перунова Н.Б. Микросимбиозы. Екатеринбург: УрО РАН, 2014. 260 с.
8. Жук А. В. Происхождение паразитизма у цветковых растений // Вестник Санкт-Петербургского университета. Сер 3. Биология. 2001. Вып. 1. №3. С. 24–37.
9. Ли Ч., Ху Е., Хуанг Я., Хуанг И. Выделение и филогенетический анализ биологически активных бактерий, ассоциированных с тремя губками из Южно-Китайского моря // Микробиология. 2007. Т. 76. N 4. С. 560-566.
10. Нинбург Е. А. Введение в общую биологию (подходы и методы). М.: КМК, 2005. 138 с.
11. Проворов Н.А. Растительно-микробные симбиозы как эволюционный континуум // Журн. общ. биологии. 2009. Т. 70. № 1. С. 10-34.
12. Проворов Н.А., Тихонович И.А. Генетические и молекулярные основы симбиотических адаптаций // Успехи современной биологии. 2014. Т.134. № 3. С. 211-226
13. Яценко-Степанова Т.Н., Немцева Н.В. Структурная организация фитопланктонного сообщества водоемов с позиций концепции ассоциативного симбиоза // Вестник ОГУ. 2009. №12 (106). С. 71-76.
14. de Bary A. Ueber Symbiose. – Tageblatt 51. Versamml. Deutscher Naturforscher u. Aerzte, Cassel .1878. P. 121-126.
15. Sapp J. Genesis: The Evolution of Biology. Oxford University Press, NewYork, 2003. 384 p.
16. Surindar Paracer, Vernon Ahmadjian. Symbiosis: An Introduction to Biological Associations. / Oxford University Press. Place of Publication: Oxford. Publication .2000. P: 275.
17. Wilkinson D. M. At cross purposes // Nature. 2001. Aug 2; V. 419. № 6846. P.485.