

ПРОВ 98

АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНСКОЙ ССР

Ордена Трудового Красного Знамени
Институт биологии южных морей
им. А. О. Ковалевского

ПРОВ 2010

Экология морских организмов

Материалы Всесоюзной
научно-технической конференции

Институт биологии
южных морей АН УССР

БИБЛИОТЕКА

№ 30348

КИЕВ «НАУКОВА ДУМКА» 1981

Бедность видового состава и количественного развития планктонных водорослей в устье р. Ингури связана, по-видимому, с большой концентрацией взвешенных и влекомых наносов этой реки и является характерной для биоценозов мутноводных рек Кавказа [1]. В зоне смешения речных и морских вод (до 4 км от берега), хотя прозрачность воды была также невелика, по-видимому, сложились оптимальные условия для "процветания" фитопланктона. Наиболее интенсивное развитие планктонных водорослей наблюдали в 1-2 км от берега (см. таблицу). Кроме того, эта зона хорошо прослеживалась по величинам индексов удельного биотического разнообразия (УБР), которые были здесь максимальными - более 3 (рисунок Г, Е). За пределами зоны смешения видовое разнообразие и количественное развитие планктонных водорослей значительно уменьшились и приобрели свойства истинно морского фитоценоза.

1. Жадин В.И. Фауна рек и водохранилищ. - Тр. Зоол. ин-та, 1940, 5, вып. 3/4, с. 722 - 924.

2. Сеничкина Л.Г. Состав, количественное развитие и распределение планктона и гетеротрофных бактерий в чистых и загрязненных хозяйственным стоком водах района Ялты. - В кн.: Опыт теоретических и экспериментальных исследований проблемы глубоководного сброса сточных вод на примере р-на Ялты. Киев : Наук. думка, 1973, с. 219-233.

3. Сеничкина Л.Г. Фитопланктон чистых и загрязненных хозяйственно-бытовыми стоками вод в районе Ялты. - Биология моря, Киев, 1973, вып. 28, с. 135 - 150.

4. Сеничкина Л.Г. Состав и вертикальное распределение массовых видов фитопланктона в районе Ялты осенью 1968 г. - В кн.: Комплексные исследования в Мировом океане. М. : Ин-т океанологии АН СССР, 1975, с. 361 - 364.

УДК 577.472:591.526:577.3

А.Е. Попов

О СВЯЗИ ИНТЕНСИВНОСТИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБМЕНА

С КОНЦЕНТРАЦИЕЙ МАССЫ ОРГАНИЗМОВ

У РЯДА ГИДРОБИОНТОВ

В настоящее время многочисленные литературные данные свидетельствуют о возрастании внимания исследователей к проблеме взаимосвязи разных сторон жизнедеятельности организмов с плотностью их популяции. Зависимость от плотности популяции интенсивности разнообразных физиологических функций у одноклеточных организмов [14], макрофитов и высших наземных растений [12, 13], водных и наземных беспозвоночных [5, 6], рыб [10, 15], земноводных [4, 15], млекопитающих [16] не оставляет сомнений в том, что плотность популяции является мощным регулирующим механизмом широкого спектра действия.

Большинство работ по этой проблеме посвящено изучению влияния плотности на пластический обмен и наиболее сопряженные с ним функции организмов. Развитию этой стороны проблемы способствовала методическая возможность измерения интенсивности пластического обмена непосредственно в природе. Последнее обстоятельство позволило проводить многочисленные эксперименты *in situ*, исключая тем самым ограничения, свойственные лабораторным опытам. Эта группа работ собственно и позволяет считать изменение обмена с увеличением концентрации организмов природным популяционным явлением, а не специфическим отражением экспериментальных условий.

В отличие от этого известные нам данные о влиянии плотности популяции на интенсивность энергетического обмена организмов малочисленны и целиком получены в лабораторных экспериментах. Значительные методические затруднения в постановке опытов, невозможность использования достаточно широких диапазонов плотности явились причиной появления противоречивых результатов, а следовательно, и противоположных мнений исследователей по поводу существования "эффектов". Вместе с тем, учитывая сопряженность пластического и энергетического обмена организмов, вероятно, следует ожидать проявления эффектов плотности и в дыхании животных.

Не имея возможности описать все многообразие проявления эффектов плотности и учитывая наличие образов по наиболее изученным вопросам [4, 12, 15, 16], вкратце остановимся на наиболее малоизученном и дискуссионном аспекте проблемы: влиянии плотности экспериментальной популяции на интенсивность энергетического обмена гидробионтов. Наиболее часто предполагаются несколько механизмов, определяющих эффект плотности в экспериментах по дыханию водных организмов. Они включают изменение двигательной активности организма в результате ограничения жизненного пространства, зрительных, тактильных и других контактов [1, 6, 7], биохимическую регуляцию посредством выделяемых и потребляемых (в широком смысле слова) экзометаболитов животных [3, 15], лимитирование субстратом, т.е. в данном случае концентрацией растворенного в воде кислорода.

Не исключено, что эффект плотности в дыхании гидробионтов может определяться совместно с перечисленными выше, а возможно, и другими механизмами, соотношение и эффективность воздействия которых зависят от уровня организации животного, его физиологического состояния, конкретных условий внешней среды и других фак-

торов. Исследователи обычно недооценивают сложность проблемы, рассматривая в качестве регуляторов те механизмы, которые их специально интересуют. Следствием этого является разобщенность результатов и противоречия в их интерпретации. Положение усугубляется большим видовым разнообразием организмов, используемых в опытах, и измерением плотности экспериментальной популяции только как отношение количества животных к единице объема $\frac{N}{V}$ или поверхности $\frac{N}{S}$. Для возможности сопоставления и обобщения полученных данных предлагаем рассматривать интенсивность обмена не в связи с изменением "численной" плотности популяции $\frac{N}{V}$, а как функцию нового аргумента — концентрации массы организмов $\frac{m}{V}$.

Нами обобщены опубликованные Е.В.Павловой [7] данные по дыханию копепод (пять видов), А.С.Константинова [3] по эффекту группы в дыхании личинок хирономид (20 видов), К.Д.Алексеевой [1] по групповому эффекту в дыхании рыб (пять видов) и собственные экспериментальные данные по газообмену брюхоногого моллюска *Rissoa splendida* [9]. В качестве "общего знаменателя", позволяющего объединить данные, была выбрана концентрация массы организмов $\frac{m}{V}$ мг $\times$ 100 мл^{-1} , который авторы, в рамках своих концепций, не придавали, вероятно, существенного значения. В результате обработки, которая заключалась в приведении экспериментальных данных в форму, удобную для сопоставления, были получены результаты, представленные на рис. I.

Как следует из графика, независимо от видовой принадлежности организма, с увеличением концентрации массы происходит заметное снижение интенсивности дыхания. Весьма важно, что степень проявления эффекта концентрации массы зависит от уровня общего обмена организма, определяемого, в частности, индивидуальной массой животного. В ряду ракообразные, личинки хирономид, рыбы первые обладают наивысшим уровнем общего обмена и наиболее ярко выраженным эффектом концентрации массы. У рыб уровень общего обмена значительно ниже и соответственно отклик физиологической функции на изменение концентрации массы слабее. Из этого следует, как нам кажется, немаловажный методический вывод: организмы с высоким уровнем обмена при невысокой концентрации массы являются наиболее удобными объектами для изучения плотностных зависимостей. По совокупности полученных точек рассчитано регрессионное уравнение зависимости интенсивности общего обмена животных от концентрации массы

$$R = 3,67 \frac{m}{V}^{-0,53 \pm 0,035},$$

(I)

где R - интенсивность общего обмена организма $\text{мкг } \text{O}_2 \cdot \text{мг}^{-1} \cdot \text{ч}^{-1}$,
 $\frac{m}{V}$ - концентрация массы организмов в единице объема $\text{мг} \cdot 100 \text{ мл}^{-1}$.
 Коэффициент корреляции между $\lg R$ и $\lg \frac{m}{V}$ равен 0,789.

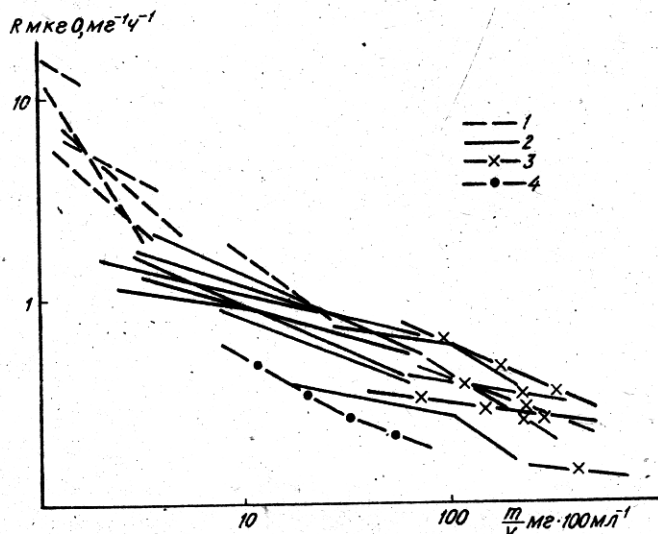


Рис.1. Зависимость интенсивности общего обмена гидробионтов от концентрации их массы:
 1 - копеподы; 2 - хирономиды; 3 - рыбы; 4 - моллюски.

Очевидно, что снижение интенсивности дыхания животных в эксперименте является следствием двух причин: увеличения концентрации массы, с одной стороны, и увеличением индивидуальной массы организмов - с другой. На рис.2 нанесены теоретические прямые зависимости интенсивности обмена от индивидуальной массы организмов, рассчитанные по уравнениям, предложенным Г.Г.Винбергом [2] для класса рыб и Л.М.Сушеной [11] для сем. Сомовых. На основании различия углов наклона "концентрационной" и "весовой" прямых можно предположить, что концентрация массы в данном случае является более существенным фактором, определяющим интенсивность обмена организмов, чем увеличение индивидуальной массы животного. К сожалению, определить зависимость интенсивности обмена от индивидуальной массы организмов для совокупности полученных точек не

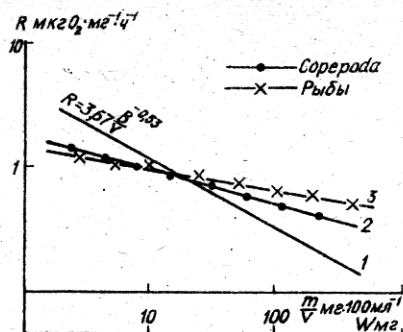


Рис. 2. Зависимость интенсивности общего обмена гидробионтов от концентрации их массы (1) и индивидуальной массы организма (2,3).

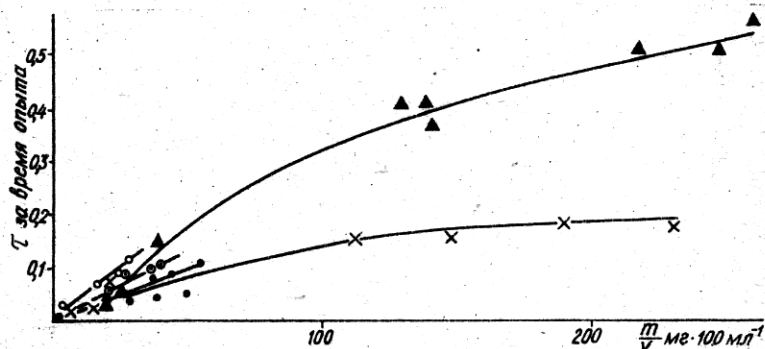


Рис. 3. Зависимость величины ζ от концентрации массы организмов.

удалось. Вследствие этого конкретно оценить парциальный вклад концентрации массы и парциальный вклад индивидуальной массы в регрессионное уравнение (1) не представляется возможным.

Снижение интенсивности дыхания гидробионтов с увеличением концентрации массы организмов может вызываться уменьшением концентрации растворенного в воде кислорода. В природе острый дефицит кислорода — явление достаточно редкое, однако в условиях скляночного эксперимента учет этого фактора имеет существенное значение. Для оценки возможного лимитирования интенсивности обмена организмов в эксперименте нами были рассчитаны величины ζ —

число оборотов фонда O_2 за время опыта. Как следует из рис.3, величины $\bar{\epsilon}$ за время опыта в большинстве случаев не превышают 0,15. Следовательно, существенное лимитирование интенсивности дыхания гидробионтов из-за снижения содержания кислорода в среде происходит только при высокой концентрации массы организмов.

Вероятно, не будет ошибкой сказать, что в проблеме влияния плотности популяции на физиологические функции организмов значительно больше нерешенных вопросов, чем позитивных концепций. Решение этих проблем безусловно целесообразно, по крайней мере в трех аспектах. Теоретический аспект заключается в изучении популяционных механизмов саморегуляции физиологических функций организмов и различных популяционных процессов. В практическом аспекте выбор оптимальной плотности посадки животных имеет первостепенное значение при культивировании организмов. Что касается методической стороны вопроса, то учет фактора плотности необходим для получения верных оценок интенсивности физиологических функций. Это особенно важно при экстраполяции полученных результатов на природные условия.

1. Алексеева К.Д. Интенсивность обмена при групповом и одиночном содержании некоторых морских рыб. - Тр. Севастоп. биол. станции АН УССР, 1959, 14, с. 379 - 395.
2. Винберг Г.Г. Интенсивность обмена и пищевые потребности рыб. - Минск : Изд-во Белорус. ун-та, 1956. - 252 с.
3. Константинов А.С. Об интенсивности дыхания личинок хирономид при одиночном и групповом содержании. - Гидробиол. журн., 1977, 13, № 6, с. 28 - 32.
4. Мина М.В., Клевезаль Г.А. Рост животных. - М. : Наука, 1976. - 290 с.
5. Максимова В.И. Дыхание калифорнийской шитовки *Quadraspis dictus perniciosus* Comst. - Вестн. зоологии, 1978, № 5, с. 71-75.
6. Некрасова Л.С. Рост и развитие личинок комаров *Aedes aegypti* в условиях разной плотности. - Экология, 1976, № 2, с. 89 - 91.
7. Павлова Е.В. О некоторых факторах, влияющих на интенсивность потребления кислорода у морских планктонных животных. - Биология моря, 1975, вып. 33, с. 73 - 78.
8. Павлова Е.В. Интенсивность потребления кислорода у некоторых копепоид при увеличении объема респирометра. - Биология моря, Киев, 1977, вып. 42, с. 86 - 94.
9. Попов А.Е. Эффект группы в потреблении кислорода и растворенного органического вещества моллюском *Rissoa splendida* (Richw.) - Биология моря, Киев, 1978, вып. 44, с. 105 - 110.
10. Рыжов Л.П. Интенсивность газообмена у икры личинок и мальков севанской форели при групповом и одиночном содержании. - Вopr. ихтиологии, 1968, № 1, с. 117 - 125.
11. Сущеня Л.М. Интенсивность дыхания ракообразных. - Киев : Наук. думка, 1972. - 195 с.
12. Титов Ю.В. Эффект группы у растений. - Л. : Наука, 1975. 150 с.

13. Хайлов К.М., Моница Т.Л. Органотрофия у макрофитов как функция плотности их популяций в условиях эксперимента. - Биология моря, Владивосток, 1976, № 6, с. 42 - 51.
14. Хайлов К.М., Бурлакова З.П., Ланская Л.А., Лаврентьев Н.А. О связи органотрофии морских одноклеточных водорослей с плотностью их экспериментальных популяций и индивидуальной массой клеток. - Биология моря, Киев, 1977, вып. 42, с. 61 - 68.
15. Шварц С.С., Пястлова О.А., Добринская Л.А. Рункова Т.Т. Эффект группы в популяциях водных животных и химическая экология. - М. : Наука, 1976. - 142 с.
16. Шилов И.А. Эколого-физиологические основы популяционных отношений у животных. - М. : Изд-во Моск. ун-та, 1977. - 260 с.

УДК 577.4 : 519.2

Б.Н.Беляев

О ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПРИ ПЛАНИРОВАНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

В последнее десятилетие теория математических методов планирования эксперимента нашла практическое применение в целом ряде областей науки и техники, особенно в исследованиях технологических процессов. Лишь в биологии и медицине такие работы исчисляются единицами, что прежде всего объясняется сложностью исследуемого объекта, каким являются живые системы. Однако рост технической оснащенности всех научных исследований приводит к росту числа экспериментальных работ в биологии, что в свою очередь настоятельно требует применения математических методов планирования эксперимента и машинной обработки его результатов.

Хотя до настоящего времени еще не сложилось общепринятое единое определение самого понятия "эксперимент", существует его четкое разграничение с понятием "наблюдение". "Наблюдение" - это изучение объекта без вмешательства в его нормальное функционирование, а "эксперимент" - изучение объекта при целенаправленном воздействии на его параметры [1].

При этом подвергается критике идеология классического однофакторного эксперимента, которая связывает понятие "эксперимент" с возможностью создания точно учитываемых условий для воспроизведения изучаемого явления, поскольку любой реальный эксперимент сопровождается наличием неоднородностей [2].

В исследовательской работе экспериментатору наряду с основными, интересующими его факторами приходится иметь дело со множеством второстепенных, действие которых может значительно исказить результаты опытов, что особенно характерно для биологического эксперимента.