

К. М. ХАЙЛОВ

ПОПУЛЯЦИОННАЯ РЕГУЛЯЦИЯ ФОТОСИНТЕЗА И ОРГАНОТРОФИИ У МОРСКИХ МАКРОФИТОВ

(Представлено академиком С. С. Шварцем 22 I 1975)

Среди регуляторов популяций, определяющих их функционирование, внимание экологов привлекает в первую очередь размерно-весовая структура и плотность популяций. С увеличением индивидуального веса интенсивность питания, дыхания, экскреции животных снижается по степенному закону и такая зависимость считается у животных универсальной ⁽¹⁾. С увеличением плотности популяций животных интенсивность их физиологических функций, связанных с трансформацией пищи, в принципе тоже снижается ⁽²⁾, но неясно насколько это правило всеобщее, а вид зависимости исследован недостаточно.

Из общебиологических соображений можно предположить, что у растений возможны аналогичные типы популяционной регуляции жизненных функций. Однако количественных данных по этому вопросу мало. У морских одноклеточных водорослей описана зависимость их фотосинтеза и роста от индивидуального веса клеток, а также их фотосинтеза и органотрофии от плотности популяций ^(3, 4). По отношению к морским макрофитам есть лишь данные о связи их фотосинтеза и роста со скоростью водообмена в среде обитания ⁽⁵⁾, что косвенно говорит о возможной регуляции через плотность популяции.

В настоящей работе ставилась задача проанализировать: 1) связь фотосинтеза (P_i) и органотрофии (P_o) с индивидуальным весом талломов морских макрофитов (w) и через него — с размерно-весовой структурой их популяций и 2) связь тех же физиологических функций с плотностью популяций макрофитов (W) в условиях эксперимента. P_i и P_o определялись радиоуглеродным методом. Техника опытов заключалась в том, что в склянки одинакового объема (3 л при определении связи P_i и P_o с w и 1 л при определении связи P_i и P_o с W) на 6 час. помещались либо набор талломов разного индивидуального веса, либо разные количества талломов одного индивидуального веса с измерением P_i и P_o в конце шестичасовой экспозиции при естественном дневном освещении. Детали методики и радиометрии сообщаются в работе ⁽⁶⁾. Пределы, в которых в опытах задавались w и W , количество проб и концентрации субстратов приведены в табл. 1. На основе радиометрии талломов рассчитывались удельные скорости фотосинтеза и органотрофии в мкг сухого вещества на 1 мг сухого веса талломов в час. Совокупности данных по каждому опыту обрабатывались на ЭВМ методом наименьших квадратов.

Как следует из рисунка и таблицы, фотосинтез и органотрофия снижаются с увеличением как w , так и W , причем обе зависимости могут быть аппроксимированы степенным уравнением. Для каждого вида макрофитов степенные коэффициенты, характеризующие интенсивность снижения физиологических функций, с увеличением w и W статистически неразличимы. Однако они существенно различны у разных видов. При этом у вида с более интенсивным обменом (*Rhodimenia palmata*) степенные коэффициенты выше, т. е. ослабление физиологической функции больше, нежели у вида с низким уровнем обмена (*Fucus inflatus*). Это позволяет думать,

что причина ингибирования в обоих случаях может быть одинаковой. Возможный механизм ингибирования — накопление продуктов жизнедеятельности (внешних метаболитов) в одном случае внутри талломов, а в другом случае в объеме воды, занимаемой популяцией в экспериментальной склянке. По отношению зависимости фотосинтеза и органотрофии от плотности популяции оценивалась возможность лимитирования пищей. Однако расчет убыли концентрации пищевых субстратов (карбонаты и растворенное органическое вещество, вводимое в опыт) показывает, что трофическое лимитирование играет хотя и различную, но в большинстве случаев незначительную роль и не может объяснить наблюдаемых зависимостей.

Полученные данные, по-видимому, проливают свет на причины различия дифинитивных весов у изученных видов. Действительно экстраполируя линии регрессии, описывающие зависимость P_i и P_o от индивидуального веса в сторону его увеличения, нетрудно найти значения w , при которых фотосинтетическая продукция и органотрофия макрофитов не обеспечат достаточности прироста особей. Из рисунка следует, что у родимении это произойдет при значительно меньших индивидуальных весах, нежели у фукуса. Действительно, у родимении в районе наших исследований величина w достигает максимум 1 г сухого веса, а у фукуса — сотен граммов.

Аналогичным образом можно указать на причину различия максимальной плотности популяций в природных условиях. Экстраполируя линии регрессии, описывающие зависимость P_i и P_o от W , можно видеть, что у фу-

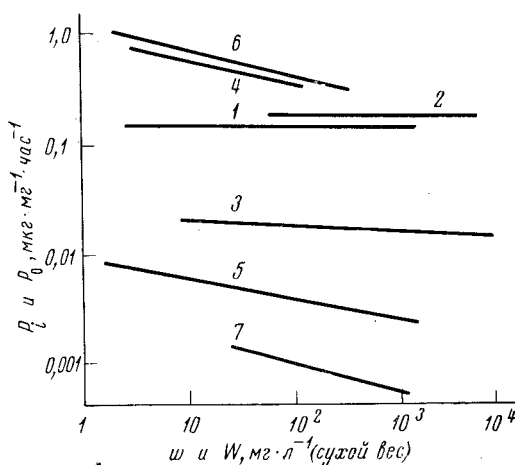


Рис. 1. Зависимость фотосинтеза (P_i) и органотрофии (P_o) макрофитов от индивидуального веса (w) и их талломов и плотности популяции (W) в условиях эксперимента. Обозначения и условия см. в табл. 1

Таблица 1

Уравнения, связывающие фотосинтез (P_i) и органотрофию (P_o) с индивидуальным весом (w , мг сухого веса) и плотностью популяций (W , мг·л⁻¹, сухой вес) макрофитов

Вид макрофитов	Весовой диапазон талломов (w) и диапазон плотности популяции (W), в пределах которых определялись P_i и P_o	Количество определений, n	Вводимый в опыт субстрат с меткой по радиоуглероду	Параметры уравнения	№ линии на рисунке
Fucus inflatus	2—1250	20	NaH ¹⁴ CO ₃	$P_i = 0,172 \cdot w^{-0,011}$	1
	50—5800	29	NaH ¹⁴ CO ₃	$P_i = 0,230 \cdot W^{-0,017}$	2
	9—8800	10	Гидролизат биомассы макрофитов, 1,5 мг·л ⁻¹	$P_o = 0,0027 \cdot W^{-0,041}$	3
Rhodimenia palmata	3—120	48	NaH ¹⁴ CO ₃	$P_i = 1,28 \cdot w^{-0,228}$	4
	1,5—1500	24	Глицин, 0,2 мг·л ⁻¹	$P_o = 0,009 w^{-0,161}$	5
	1,8—320	21	NaH ¹⁴ CO ₃	$P_i = 1,60 \cdot W^{-0,225}$	6
	30—1100	11	Гликолевая кислота, 0,2 мг·л ⁻¹	$P_o = 0,0035 \cdot W^{-0,236}$	7

куса инфлятус максимальная плотность популяции теоретически может быть весьма высокой, тогда как у родимения продукция в сильной мере лимитируется плотностью популяции. Действительно природные популяции фукусов образуют в районе наших исследований значительно большие биомассы на единицу поверхности дна, нежели родимения.

Приводимые результаты подтверждают представления о популяциях, как о системах экологически организованных (¹), показывая одновременно, что у морских макрофитов реализуются по меньшей мере два механизма популяционной регуляции физиологических и продукционных функций, из числа механизмов, известных в экологии животных. Следовательно, при определении физиологических и продукционных параметров макрофитов в условиях эксперимента необходимо учитывать размерно-весовой состав и плотность популяций в природных условиях и задавать их в эксперименте в пределах всего природного диапазона. В настоящее время не редко публикуются данные без указания того, при какой плотности популяции или с растениями какого размера и веса определены те или иные физиологические параметры.

В заключение можно предположить существование аналогичных регуляторных механизмов также в популяциях высших растений.

Институт биологии южных морей
Академии наук СССР
Севастополь

Поступило
9 I 1975

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ Л. М. Суцеля, Интенсивность дыхания ракообразных, 1972. ² K. Watt, Экология и управление природными ресурсами, М., 1971. ³ C. Nalewajko, Limnology and Oceanography, v. 11, 1 (1966). ⁴ З. П. Бурлакова, Н. А. Лаврентьев, Экспедиционные исследования в 27-м рейсе н.и. судна «Ломоносов», 1974. ⁵ H. Schwenke, Marine Ecology, v. 1, Part 1, 1971, p. 1091. ⁶ К. М. Хайлов, Биохимическая трофодинамика в морских прибрежных экосистемах, 1974. ⁷ С. С. Шварц, Эволюционная экология животных, Свердловск, 1969.