

Л. В. СПЕКТОРОВА

**МОРСКАЯ ФЛАГЕЛЛЯТА *PLATYMONAS VIRIDIS* ROUCH SP. N.
КАК ОБЪЕКТ ДЛЯ МАССОВОГО КУЛЬТИВИРОВАНИЯ**

(Представлено академиком А. Л. Курсановым 8 IV 1969)

Существует мнение, что морские одноклеточные водоросли не переносят условий интенсивного культивирования из-за возникающих при этом механических воздействий на клетки и плохо переносят увеличение плотности суспензии по сравнению с естественной плотностью, существующей в море (¹, ²). В связи с этим многие исследователи сомневаются в целесообразности массового культивирования морских одноклеточных водорослей в производственных целях. Однако среди флагеллят есть виды, опровергающие подобную точку зрения (³⁻⁵).

В ходе работ по выращиванию живых кормов для молоди искусственно воспроизводимых ценных пород морских промысловых рыб мы обратили внимание на морскую одноклеточную зеленую водоросль из сем. Chlamydomonadaceae — *Platymonas viridis* Rouch. sp. n. (⁶). В силу некоторых особенностей, о которых речь пойдет ниже, эта водоросль была выбрана нами в качестве начального звена пищевой цепи: одноклеточные водоросли → беспозвоночные (в наших экспериментах *Artemia salina* L.) → молодь рыб. Данная работа описывает некоторые физиологические и экологические особенности этой водоросли, делающие ее перспективным объектом для массового культивирования.

Мы исследовали влияние на рост платимонаса трех различных факторов: температуры, освещенности и солености. Анализ влияния каждого из этих факторов мы проводили в таких условиях, когда все другие факторы находились в оптимуме, ибо в противном случае характер зависимости мог бы резко измениться. На это указывают как данные Тамия (⁷), Сорокина и Краусса (⁸), Кюрла (⁹), Трухина (¹⁰), так и наши собственные (¹¹). Поэтому мы исследовали влияние температуры при насыщающих интенсивностях освещения, а влияние интенсивности освещения — при оптимальных температурах. В свою очередь, все эти эксперименты проводились при оптимальной солености среды.

Культура платимонаса выращивалась в камерах из органического стекла, через которые непрерывно продувалась смесь воздуха с 2—3% CO₂ из расчета 2 л/мин на 1 л суспензии. Освещение люминесцентными лампами типа ДС-40. Толщина слоя суспензии 2 см при объеме камеры 100 мл. В каждом эксперименте культура росла в 12 камерах, что давало возможность исследовать 6 различных градаций анализируемого фактора в 2 повторностях одновременно. Культуры, использовавшиеся для засева, выращивались стерильно, а сами эксперименты проводились на алогологически чистых культурах. В качестве питательной среды использовалась среда Аллена — Нельсона (¹²), приготовленная на морской воде, взятой в Батумской бухте (Черное море). Скорость роста определялась по увеличению числа клеток (подсчет в камере Горяева).

Определение оптимальной температуры проводилось при интенсивности освещения в 13 000 лк. Как показали данные многих исследователей (¹³⁻¹⁵), подобная интенсивность освещения превышает насыщающую интенсивность освещения для различных видов морских водорослей, но в то же время лежит гораздо ниже интенсивности освещения, ингибирующей их фотосинтез (¹⁶). Каждая камера находилась при определен-

ной температуре, поддерживавшейся на постоянном уровне в пределах $\pm 1^\circ$ при помощи системы вентиляторов и утепляющих колпачков, надетых на некоторые камеры. Таким образом нам удалось поддерживать в камерах целую гамму температур — от 25 до 37°. Подсчет числа клеток во всех камерах проводился ежедневно. Результаты подсчета выражались в процентах от максимального количества клеток в 1 мл, полученного в каждом из опытов. Повторность опытов 3—5-кратная.

Как видно из рис. 1а, наибольшая скорость роста платимонаса наблюдается в диапазоне температур от 25 до 29°. При 30° скорость роста начинает снижаться, а уже при 31° наблюдается резкое ее уменьшение, и конечная плотность культуры составляет всего лишь 50% от максимальной. При 34° скорость роста составляет только 10%, при 35° — менее 5%, а при 36—37° культура полностью прекращает рост и обесцвечивается. Кроме того, в пределах 29—30° лежит та граница, за которой резко изменяется физиологическое состояние клеток водоросли: при более низкой температуре клетки очень подвижны и обладают ярко выраженным положительным фототаксисом, а при более высокой подвижность клеток постепенно теряется, и при 32° подвижных клеток в культуре уже совершенно нет, хотя слабый рост культуры все еще происходит.

К сожалению, нам не удалось проследить, как изменяется скорость роста платимонаса при температурах ниже 25°. По всей вероятности, плато на кривой зависимости скорости роста от температуры, лежащее в пределах 25—29°, простирается еще дальше в сторону более низких температур, ибо в наших предварительных экспериментах было показано, что платимонас хорошо растет при температурах 7; 15 и 20°. К сожалению, эти эксперименты были проведены в других культуральных сосудах, при экстенсивном выращивании водорослей, и поэтому мы не можем объединить их результаты с настоящими данными на одной и той же кривой. Тем не менее, если к тому же учесть общеизвестный факт космополитического распространения платимонаса в морях и океанах с самой различной температурой воды, подтверждается наше предположение о том, что эта водоросль хорошо растет и при температуре ниже 25°.

Определение оптимальной освещенности проводилось при одной и той же температуре 28—29° для всех исследовавшихся интенсивностей освещения: 3000; 5000; 7000; 8000; 10 000 и 13 000 лк.

Как видно из рис. 1б, в диапазоне 5000—13 000 лк интенсивность освещения не влияет на скорость роста платимонаса, и только при интенсивности освещения ниже 5000 лк наблюдалось некоторое снижение скорости роста водоросли (не более 40% от максимальной скорости). Необходимо также отметить, что при указанных интенсивностях освещения клетки платимонаса оставались подвижными.

Определение устойчивости платимонаса к различной солености воды проводилось при оптимальной для его роста температуре 28—29° и освещенности 13 000 лк. Среда Аллена — Нельсона готовилась на воде следующих соленостей: 2; 10; 17; 40; 70 и 100‰. Для приготовления воды

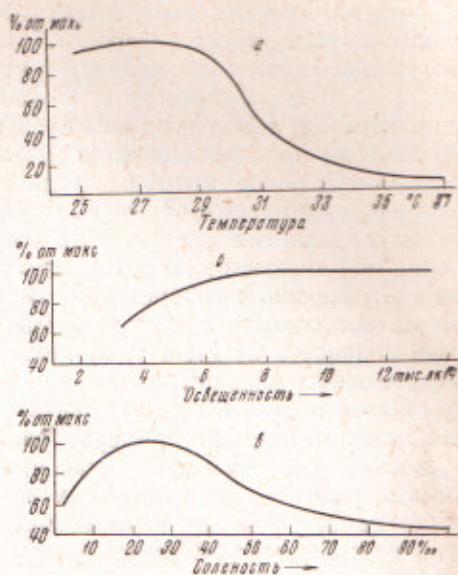


Рис. 1. Зависимость скорости роста платимонаса от температуры (а); интенсивности освещения (б) и солености (в)

с различной соленостью черноморская вода или разбавлялась дистиллированной водой или, наоборот, выпаривалась при температуре не более 70°. При 70° обычно производится стерилизация среды Аллена — Нельсона, и выпаривание воды при этой температуре не приводит к каким-либо физико-химическим изменениям в среде, могущим повести за собой изменение скорости роста водоросли. Из рис. 1а видно, что высокая скорость роста платимонаса сохраняется в весьма широком диапазоне соленостей — от 10 до 40‰. Соленость в 25—30‰ является, по-видимому, оптимальной. При 2 и 100‰ рост значительно замедляется (скорость составляет 56 и 40% от максимальной). Интересно, что при 10—40‰ все клетки в культуре очень активны, подвижны; при снижении же солености до 28‰ и увеличении ее до 70 и 100‰ происходит резкое уменьшение числа подвижных клеток, хотя способность их к размножению сохраняется. Все сказанное об устойчивости платимонаса к среде различной солености хорошо согласуется с данными, полученными нами ранее: черноморский платимонас рос одинаково хорошо на тихоокеанской воде, имеющей соленость 35‰, а тихоокеанский платимонас рос на черноморской воде столь же хорошо, как и на океанической.

Таким образом, эксперименты по выяснению важнейших экологических характеристик (температура, освещенность и соленость) для флагелляты платимонас показали, что эта водоросль обладает большой лабильностью по отношению к условиям окружающей среды. К тому же платимонас устойчив к таким механическим воздействиям, как активное перемешивание суспензии при продувании ее смесью воздуха с углекислотой, а положительный фототаксис, свойственный этой водоросли, обеспечивает лучшее использование клетками световых условий культивирования.

При интенсивном культивировании скорость роста платимонаса увеличивается в 5—7 раз по сравнению с таковой, наблюдаемой при выращивании этой водоросли в экстенсивных условиях. Что же касается абсолютной плотности культуры, то она достигала за 2—3 суток при описанных выше оптимальных условиях культивирования величины в 6 млн кл/мл. По сухому весу биомассы клеток в единице объема суспензии это составляет 1,4—1,5 г, что соответствует плотности наиболее часто культивируемой пресноводной водоросли хлореллы в 150—200 млн кл/мл. Учитывая, что культуральные среды для платимонаса готовятся на морской воде с очень небольшой добавкой солей (0,215 г/л), в то время как среды для культивирования хлореллы содержат 5—10 г солей на литр, а также целый ряд других перечисленных выше положительных качеств платимонаса, можно заключить, что эта водоросль является весьма перспективным объектом массового культивирования, проводимого с целью получения биомассы водорослей для питания морских кормовых беспозвоночных.

Всесоюзный научно-исследовательский институт
морского рыбного хозяйства и океанографии
Москва

Поступило
8 IV 1969

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ В. Р. Eddy, J. Exp. Bot., 7, № 21, 372 (1956). ² R. W. Butcher, Fish. Invest., Ser. 4, 1 (1959). ³ B. Wisely, C. Purday, Tuatara, 2, Part 1, 20 (1963). ⁴ R. Ucles, Limnol. and Oceanogr., 10, № 3, 492 (1965). ⁵ N. Sălăgeanu, Rev. Roum. Biol., Ser. Bot., 12, № 2—3, 211 (1967). ⁶ М. И. Роухияйнен, Новости систематики высших растений, М., 1966. ⁷ H. Tamiya, Ann. Rev. Plant Phys., 8, 309 (1957). ⁸ С. Sorokin, R. W. Krauss, Plant Physiol., 37, № 1, 37 (1962). ⁹ H. Curl, G. C. McLeod, J. Mar. Res., 19, 71 (1961). ¹⁰ И. В. Трухин, ДАН, 149, в. 6, 1450 (1963). ¹¹ Л. В. Спекторова, Бот. журн., 52, 73 (1967). ¹² Allen, E. W. Nelson, J. Mar. Biol. Assoc. U. K., 3, № 5 (1910). ¹³ R. Harder, H. Witsch, Ber. deutsch. Bot. Gesell., 60, 146 (1942). ¹⁴ Л. А. Ланская, Т. И. Пшенина, Тр. Севастоп. биол. станции, 14 (1961). ¹⁵ К. А. Воскресенский, Е. В. Юрина, Вестн. Московск. унив., № 2, 29 (1965). ¹⁶ P. M. Jenkin, J. Mar. Biol. Assoc. U. K., 22, № 1, 301 (1937).