

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
ОТДЕЛЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ НАУК РАН
ЮЖНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РАН
МУРМАНСКИЙ МОРСКОЙ БИОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ КНЦ РАН
РОССИЙСКИЙ ФОНД ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ АЛЬГОЛОГИИ

Материалы международной научной
конференции
и VII Школы по морской биологии

9–13 июня 2008 г.
г. Ростов-на-Дону



Ростов-на-Дону
2008

маловодные годы у нижней границы АПК качество воды относилось к «умеренно загрязненным» и в районе АГПЗ – «умеренно загрязненное, близкое к грязным».

По содержанию биогенных веществ качество вод региона весной относится к «очень чистым» и «достаточно чистым». По биомассе фитопланктона практически вся исследуемая акватория, особенно в многоводный период – к «умеренно загрязненным» и «сильно загрязненным». Летом на верхнем не зарегулированном участке Волги и в некоторых протоках вода оценивается 2б классом – «вполне чистая». На остальных пунктах – 3а–3б – «достаточно чистая» и «слабо загрязненная». Однако в 1991 г. величина биомассы в июле-августе у вершины дельты и на нижней границе АПК отражали «сильно загрязненные» и «весьма грязные» воды – 4а–5б класс. Осенью, сдерживающим фактором развития фитопланктона является температурный режим, благодаря чему его биомасса бывает низкой (Жукинский, Оксюк, 1977).

Во внутренних водоемах г. Астрахани характерной чертой альгоценозов является специфичный состав синезеленых рода *Oscillatoria*, а также динофитовых, евгленовых и золотистых водорослей. Качество воды здесь оценивалось как «умеренно загрязненное». В сентябре и, особенно, в ноябре оно на некоторых участках водотоков ухудшалось до «умеренно загрязненных с уклоном в грязные».

С начала века качество вод ухудшилось от «умеренно загрязненных, близких к чистым» до «умеренно загрязненных с уклоном к грязным» на современном этапе, особенно весной. При этом прослеживается тенденция ухудшения качества воды по годам.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Жукинский В.Н., Оксюк О.П., Цееб Я.Я., Георгиевская В.Б. Проект унифицированной системы для характеристики континентальных водоемов и водотоков и ее применение для анализа качества вод // Научные основы контроля качества поверхностных вод по гидробиологическим показателям: Тр. Советско-Английского семинара. Л.: Гидрометеиздат, 1977.
- Генкал С.И., Лабунская Е.Н. Новые и интересные диатомовые водоросли планктона Волги и Каспийского моря // Биология внутренних вод: Информ.бюл. Л., 1992. № 93. С. 8–14.
- Генкал С.И., Корнева Л.Г., Соловьева В.В. Новые данные о *Actinocyclus normanii* (Greg.) Hust. (*Bacillariophyta*) // Альгология, 1999. Т. 9. № 4. С. 58–69.
- Лабунская Е.Н. Фитопланктон Нижней Волги и Северного Каспия, его значение в оценке качества вод: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 1995. 24 с.

ВЛИЯНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ СВЕТА НА РОСТ КОРМОВЫХ ВИДОВ МИКРОВОДОРОСЛЕЙ

А.В. Ладыгина

Институт биологии южных морей НАН Украины,
Севастополь, Украина, maricultura@mail.ru

При искусственном разведении двустворчатых моллюсков (мидий и устриц) микроводоросли являются основным видом корма, потребляемым ими на разных стадиях развития. В связи с этим возникает необходимость в оптимизации условий культивирования кормовых видов водорослей.

Свет является одним из главных экологических факторов, влияющих на физиологическое состояние микроводорослей. С одной стороны, свет определяет рост, развитие и интенсивность фотосинтеза в клетках водорослей, с другой, свет высокой интенсивности может вызывать фотоокислительный стресс, который приводит к фотоингибированию, деструкции фотосинтетических пигментов и гибели клеток (Воронов и др. 2002). Так, повышение фотосинтеза у морских видов водорослей было отмечено при увеличении интенсивности света до 100–150 Вт/м², а при интенсивности свыше 200 Вт/м² фотосинтез падает (Тренкеншу, 1984). Такая реакция морских микроводорослей на интенсивность освещения требует изучения зависимости скорости роста от освещенности и определения оптимальных значений интенсивности света для получения максимальных показателей продуктивности культур.

Экспериментальным путем нами были определены оптимальные значения интенсивности света, влияющие на концентрацию клеток водорослей, используемых в качестве корма для личинок двустворчатых моллюсков. Микроводоросли *Isochrysis galbana* (Prymnesiophyceae), *Dunaliella viridis* (Chlorophyceae), *Chaetoceros calcitrans* (Bacillariophyceae) наращивали в колбах объемом 2 л в накопи-

тельном режиме на питательной среде Конвея (Walne, 1966) в собственной модификации, при температуре 22–24 °С. Культуры водорослей предварительно адаптировали к нескольким интенсивностям света в диапазоне 17,2, 86 и 172 мкЕ м⁻²с⁻¹.

При интенсивности света 17,2 мкЕ м⁻²с⁻¹ водоросли росли линейно в течение 35 суток. Максимальная концентрация клеток составляла 5,83 млн кл/мл, 1,25 млн кл/мл и 0,36 млн кл/мл, при среднесуточном приросте $0,4 \times 10^6$ кл/мл сут., 9×10^4 кл/мл сут. и $1,5 \times 10^4$ кл/мл сут. соответственно – у *I. galbana*, *D. viridis* и *C. calcitrans* (табл. 1).

При интенсивности света 86 мкЕ м⁻²с⁻¹ стадия экспоненциального роста сократилась до 22 суток у *I. galbana* и *D. viridis* и до 26 суток у *C. calcitrans*. Максимальные концентрации культуры увеличились до 15,85 млн кл/мл, 1,5 млн кл/мл и 1,03 млн кл/мл соответственно у *I. galbana*, *D. viridis* и *C. calcitrans*, а среднесуточный прирост составил $1,32 \times 10^6$ кл/мл сут., 10×10^4 кл/мл сут. и 8×10^4 кл/мл сут. (Ладыгина, 2007).

Таблица 1

Максимальная концентрация водорослей в зависимости от интенсивности света

Интенсивность света, мкЕ м ⁻² с ⁻¹	Максимальная концентрация культур, млн кл/мл		
	<i>Isochrysis galbana</i>	<i>Dunaliella viridis</i>	<i>Chaetoceros calcitrans</i>
17,2	5,83	1,25	0,36
86	15,85	2,7	1,03
172	18,55	3,2	1,23

При увеличении интенсивности света до 172 мкЕ м⁻²с⁻¹ фаза экспоненциального роста сократилась до 16 суток у *I. galbana* и *D. viridis* и 20 суток у *C. calcitrans*. Максимальные концентрации культуры увеличились до 18,55 млн кл/мл, 1,8 млн кл/мл и 1,23 млн кл/мл соответственно у *I. galbana*, *D. viridis* и *C. calcitrans* (Ладыгина, 2005).

Размер клеток водорослей, культивируемых при разной интенсивности света, изменялся. Максимальные размеры клеток водорослей отмечены при интенсивности света 172 мкЕ м⁻²с⁻¹, а при снижении интенсивности света до 17,2 мкЕ м⁻²с⁻¹ наблюдалось уменьшение размеров клеток. Например, клетки *I. galbana*, выращенные при интенсивности света 172 и 17,2 мкЕ м⁻²с⁻¹, имели объем 39,2 и 34,5 мкм³, а клетки *D. viridis* – соответственно 313,5 и 290,8 мкм³.

Скорость роста микроводорослей также изменялась в зависимости от интенсивности света (рис. 1). Максимальные скорости роста микроводорослей получены при увеличении интенсивности света от 86 до 172 мкЕ м⁻²с⁻¹ и составили 0,99 сут⁻¹, 0,92 сут⁻¹ и 0,18 сут⁻¹ соответственно для *I. galbana*, *C. calcitrans*, *D. viridis*. Максимальное значение коэффициента корреляции скорости роста и интенсивности света было у *I. galbana* 0,90, несколько ниже у *C. calcitrans*, *D. viridis* – 0,81 и 0,67, соответственно. При адаптации водорослей к низким интенсивностям света наблюдалось снижение скорости деления.

Величины скорости деления у диатомовой водоросли *C. calcitrans* и золотистой *I. galbana* значительно (в 4–5 раз) превышали таковые для представителей зеленых водорослей в аналогичных световых условиях.

Очевидно, при слабой интенсивности света (меньше 17,2 мкЕ м⁻²с⁻¹) фотосинтез идет с той же скоростью, что и дыхание, и прирост клеток незначительный. С повышением освещенности скорость деления клеток увеличивается до тех пор, пока интенсивность света не доходит до величины светового насыщения.

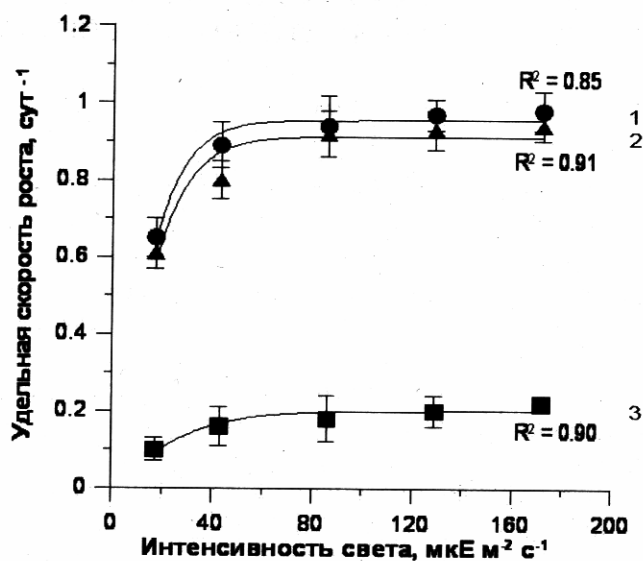


Рис. 1. Зависимость скорости роста микроводорослей от интенсивности света: 1 – *Isochrysis galbana*, 2 – *Chaetoceros calcitrans*, 3 – *Dunaliella viridis*

Результаты исследований показали, у водорослей, принадлежащих к разным систематическим группам (золотистые, диатомовые, зеленые), интенсивность света, при которой начинается световое насыщение, практически не отличалась. Световой оптимум у водорослей *I. galbana*, *D. viridis*, *C. calcitrans* наступает при 140 и 172 мкЕ м⁻²с⁻¹. При таких условиях культивирования максимальные биомассы (сырой вес) у исследованных видов водорослей составляли соответственно 727, 564,3 и 64 мг/л. При увеличении интенсивности света свыше 172 мкЕ м⁻²с⁻¹ и длительности выращивания (свыше 12 дней) при температуре 26–28 °С клетки у *D. viridis* уменьшались в размерах. Они становились бледно-зелеными и погибали, чего не наблюдалось при низких интенсивностях света. В интервале низких значений температуры губительное действие света на микроводоросли наступало при значительно меньших интенсивностях света, чем при оптимальной температуре. Так, при температуре 8–9 °С и интенсивности освещения 17,2 мкЕ м⁻²с⁻¹ клетки *I. galbana* и *D. viridis* хотя и очень медленно, но продолжали делиться, а при интенсивности света 172 мкЕ м⁻²с⁻¹ они погибали. Следовательно, фотосинтез связан с интенсивностью света линейной зависимостью, до оптимального уровня светового насыщения. При высокой интенсивности света наблюдается падение фотосинтеза (Винберг, 1957; Финенко, Ланская, 1971; Одум, 1975).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Винберг Г.Г. Массовое культивирование одноклеточных водорослей как новый источник пищевого и промышленного сырья // Успехи совр. биологии. 1957. Т. 43. № 3. С. 332–344.
- Воронов Е.Н., Волкова Э.В., Казимирко Ю.В. Изменение фотосинтетического аппарата клеток диатомовой водоросли *Talassiosira weissflogii* в ответ на действие света высокой интенсивности // Физиология растений. 2002. Т. 49. № 3. С. 350–358.
- Ладыгина Л.В. Интенсивность роста и биохимический состав микроводоросли *Dunaliella viridis* Teod. в зависимости от условий культивирования // Экология моря. 2005. Вып. 67. С. 56–60.
- Ладыгина Л.В. Микроводоросли как кормовые объекты личинок мидий и устриц: Автореф. дис. канд. биол. наук. Севастополь, 2007. 24 с.
- Одум Ю. Основы экологии. М.: Мир, 1975. 740 с.
- Тренкеншу Р.П. Ростовые и фотоэнергетические характеристики морских микроводорослей в плотной культуре: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Красноярск, 1984. 37 с.
- Финенко З.З., Ланская Л.А. Рост и скорость деления водорослей в лимитированных объемах воды // Экологическая физиология морских планктонных водорослей. Киев: Наук. думка, 1971. С. 22–50.
- Walne P.R. Experiments in the large scale culture of the larvae of *Ostrea edulis* L. // Fishery Invest., Lond, Ser. 2. 1966. Vol. 25. № 4. P. 54–60.