

УДК: 582.232/.275

И.И. СТРАТУЛАТ, С.Н. ДОБРОЖАН, В.В. ШАЛАРУ

Молдавский госуниверситет, факультет биологии и почвоведения,
ул. А. Матеевича, 60, 2009 Кишинев, Респ. Молдова
e-mail: stratulat.irina90@yahoo.com

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ КЛЕТОК *NOSTOC* *FLAGELLIFORME* (BERK. ET CURT) ELENKIN (*CYANOPHYTA*) В УСЛОВИЯХ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ НА РАЗЛИЧНЫХ ПИТАТЕЛЬНЫХ СРЕДАХ

Изучены морфологические изменения клеток водорослей. Установлена зависимость изменения параметров клеток от длительности культивирования, состава питательной среды, температуры, интенсивности света и др. Морфологические изменения клеток водоросли *Nostoc flagelliforme* варьируют в зависимости от питательной среды и периода культивирования. Подтверждено свойство саморегуляции морфологических параметров клеток водоросли в зависимости от условий питательной среды.

Ключевые слова: *Cyanophyta*, *Nostoc flagelliforme*, длина клетки, ширина клетки, объем клетки, питательная среда.

Введение

Одним из наиболее интересных видов синезеленых водорослей является *Nostoc flagelliforme*. Этот вид часто встречается в засушливых и полусушливых регионах Алжира, Китая, Словакии, Франции, Мексики, Монголии, Марокко, России, Сомали, Соединенных Штатов и др. (Gao, 1998; Gao, Ye, 2003). Обнаружен он также в почве южных районов Молдовы (Шалару, 1996). В природных условиях водоросль *N. flagelliforme* способна образовывать колонии на поверхности почвы в виде нитей, длина которых достигает 50 см, диаметр 0,2–1 мм. Вегетативные клетки составляют около 4–6 мк дл. и 4–5 мк шир. Гетероцисты интеркалярные либо терминальные, диаметром 6–8,5 мк, акинеты размером 2–4,6 мк расположены последовательно (Scherer, 1991; Stephen, Timothy, 2004).

Изучение морфологических изменений клеток водорослей позволяет определить их физиологическое состояние и установить оптимальные условия развития. Размеры таллома у разных видов обусловлены генетически, хотя они сильно варьируют в зависимости от состояния среды. Морфологические изменения клеток водоросли *N. flagelliforme* зависят, в первую очередь, от экологических факторов. Считается, например, что выращивание ее на влажных почвах способствуют образованию плоской формы таллома (Gao, 1998), с иногда внушительными размерами.

Нам предстояло выявить морфологические изменения клеток водоросли *N. flagelliforme* при выращивании её на различных питательных средах, чтобы определить влияние различных факторов на размеры вегетативных клеток, а следовательно, и биомассу в целом.

Материалы и методы

Предметом исследования служили пробы водоросли *N. flagelliforme*, отобранные на черноземной почве юга Молдовы. Водоросль выделена в альгологически чис-

© И.И. Стратулат, С.Н. Доброжан, В.В. Шалару, 2014

тую культуру и хранится в коллекции альгологической лаборатории Молдавского госуниверситета. В экспериментах использованы жидкие питательные среды: Фогг, Гусев, Громов-6, Дрю, и Z-8 (Сиренко, 1975; Гайсина, 2008; Kótai, 1972), на которых выращивали *N. flagelliforme*. Культивировали в колбах Эрлен Мейера, объем питательной среды 100 мл, в которые вносили водоросли из расчета 0,04 г/л. Эксперименты проводили в лабораторных условиях при температуре 25 °С, освещении 7400 лк и периодическом перемешивании. Длину и ширину клеток измеряли каждые три дня. Объем клеток (V_c) определяли по формуле: $V_c = \pi/4 \times D^2 \times H$, где D – ширина клеток, H – длина (Vadrucci, 2007). Результаты обрабатывали математически с использованием компьютерной программы "Microsoft Office 2013", определяя среднюю арифметическую (\bar{X}) и стандартную ошибку (x).

Результаты и обсуждение

Для анализа морфологических изменений определяли длину и ширину клеток водоросли. Первоначальная длина клеток во всех вариантах составляла $4,39 \pm 0,05$ мк, ширина $3,25 \pm 0,03$ мк, водоросль находилась в фазе экспоненциального роста. Морфологические изменения водоросли варьируют в зависимости от питательной среды, используемой в процессе культивирования и времени проведения опыта.

При выращивании водоросли *N. flagelliforme* на различных питательных средах отмечено небольшое увеличение длины клеток водоросли. На питательных средах Дрю и Фогг длина клеток увеличивалась до 12-го дня (соответственно до $4,93 \pm 0,06$ мк и $4,83 \pm 0,05$ мк) и уменьшалась на 15-й день (соответственно $4,78 \pm 0,07$ мк и $4,42 \pm 0,07$ мк). Морфологические изменения клеток *N. flagelliforme*, выращиваемой на питательной среде Гусева, имеют в основном те же тенденции, только длина клеток была немного больше ($5,07 \pm 0,04$ мк). Возможно, это связано с тем, что среда Гусева подготовлена на основе водопроводной воды, которая содержит микроэлементы, отсутствующие в средах Дрю и Фогг. Длина клеток водоросли, культивированной на питательной среде Z-8, увеличивалась на 3-й день ($4,44 \pm 0,05$ мк) и уменьшалась на 6-й день, а затем снова повышалась на 12-й день ($4,71 \pm 0,03$ мк) и снижалась на 15-й день ($4,66 \pm 0,06$ мк). Эта тенденция наблюдалась во всех вариантах опыта и связана с циклическим делением трихомов. У молодых трихомов клетки меньших размеров и их рост увеличивается по мере удлинения нити, готовящейся к очередному делению, которое повторяется приблизительно через 3–4 дня в зависимости от состава питательной среды.

Максимальная ширина клеток наблюдались на 3-й день культивирования на среде Гусева ($4,12 \pm 0,04$ мк) и на 12-й ($4,1 \pm 0,03$ мк) – на среде Фогг. Минимальные размеры ширины клеток отмечены в вариантах с питательной средой Дрю на 6-й день культивирования ($2,94 \pm 0,06$ мк) и на 3-й день на питательной среде Фогг ($3,01 \pm 0,03$ мк). На питательной среде Громова-6 резких колебаний параметров клеток не наблюдалось. Максимальная ширина клеток в этом варианте отмечена на 12-е сутки культивирования ($3,88 \pm 0,02$ мк), что свидетельствует о способности клеток водоросли регулировать свои размеры.

Таким образом, максимальная длина и ширина клеток водоросли *N. flagelliforme*, выращенной на минеральных средах, соответственно $5,07 \pm 0,04$ мк и $4,12 \pm 0,04$ мк, минимальная длина и ширина клетки, соответственно, $4,15 \pm 0,05$ и

2,94±0,06 мк. Результаты этих экспериментов имеют большое практическое значение для разработки технологий промышленного культивирования ценных штаммов водорослей.

Изучение объема клеток необходимо при разработке методов культивирования водорослей. Из таблицы видно, что максимальные значения объема клеток водоросли отмечены на питательной среде Фогга на 12-й день культивирования (63,74±0,56 мк³), за которой следуют питательные среды Гусева и Дрю с аналогичными значениями. Параллельно с изменениями длины и ширины клеток изменяется их объем, что свидетельствует о способности водорослей к самостоятельной авторегуляции своих параметров. Оптимальные точки роста, характерные для объема клеток водоросли *N. flagelliforme*, изменяются в зависимости от питательной среды, составляя 61,98±0,53 мк³ на среде Дрю; 63,74±0,56 мк³ на среде Фогг; 62,09±0,4 мк³ на среде Гусева; 57,08±0,32 мк³ на среде Громов-6; 54,83±0,32 мк³ на среде Z-8. Минимальное значение составляло 30,77±0,62 мк³.

**Динамика изменения объема клеток водоросли (мк³) *Nostoc flagelliforme*,
выращенной на различных питательных средах**

Питательная среда	Продолжительность опыта, дни					
	1-й	3-й	6-й	9-й	12-й	15-й
Дрю	36,4±0,61	34,85±0,37	32,16±0,43	49,21±0,53	61,98±0,53	50,81±0,72
Фогг	36,4±0,61	30,87±0,29	37,78±0,38	59,44±0,55	63,74±0,56	34,87±0,44
Гусева	36,4±0,61	55,29±0,59	40,45±0,29	40,94±0,69	62,09±0,4	39,28±0,41
Громова-6	36,4±0,61	39,89±0,49	35,64±0,37	50,07±0,47	57,08±0,32	42,04±0,47
Z-8	36,4±0,61	32,42±0,34	30,77±0,62	50,57±0,66	54,83±0,32	38,4±0,54

Выводы

Морфологические изменения параметров клеток водоросли *Nostoc flagelliforme* характеризуются свойством гомеостаза. Оптимальная длина клеток изменяется в зависимости от питательной среды и не превышает 5,07±0,04 мк. Ширина их также варьирует в зависимости от условий культивирования и питательной среды, не превышая 4,12±0,04 мк. Изменение объема клеток также подтверждает их свойство к саморегуляции параметров в зависимости от условий обитания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Gao K. Chinese studies on the edible blue-green alga, *Nostoc flagelliforme*: a review // J. Appl. Phycol. – 1998. – 10. – P. 37–49.
- Gao K., Ye C. Culture of the terrestrial cyanobacterium, *Nostoc flagelliforme* (Cyanophyceae), under aquatic conditions // Ibid. – 2003. – 39. – P. 617–623
- Kôtai J. Instructions for preparation of modified nutrient solution Z8 for algae // Niva. – 1972. – В-11/69.

- Scherer S., Zhong Z.P. Desiccation independence of terrestrial *Nostoc commune* ecotypes (Cyanobacteria) // Microbiol. Ecol. – 1991. – 22. – P. 271–283.
- Stephen S., Timothy J. Non marine algae of Australia: Survey of colonial gelatinous blue-green macroalgae (Cyanobacteria) // Telopea. – 2004. – 9. – P. 573–599.
- Vadrucci M.R., Cabrini M., Basset A. Biovolume determination of phytoplankton guilds in transitional water ecosystems of Mediterranean Ecoregion // Trans. Wat. Bull. TWB. – 2007. – 2. – P. 83–102.
- Гайсина Л.А., Фазлутдинова А.И., Кабиров Р.Р. Современные методы выделения и культивирования водорослей: Учеб. пособ. – Уфа: Изд-во БГПУ. – 2008. – С. 152.
- Сиренко А., Сакевич А.И., Осипов Л.Ф. Методы физиолого-биохимического исследования водорослей в гидробиологической практике. – Киев: Наук. думка, 1975. – С. 241.
- Шалару В.В. Почвенные водоросли естественных и искусственных фитоценозов Республики Молдова: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – Кишинев, 1996. – 47 с.

Подписала в печать О.Н. Виноградова

I.I. Stratulat, S.N. Dobrojan, V.V. Şalaru

Moldova State University, Faculty of Biology and Soil Science,
60, Mateevich St., 2009 Kishinev, Republic of Moldova
e-mail: stratulat.irina90@yahoo.com

MORPHOLOGICAL PARAMETERS OF CELLS OF *NOSTOC FLAGELLIFORME* (BERK. ET CURT) ELENKIN (*CYANOPHYTA*) UNDER CULTIVATION AT VARIOUS NUTRIENT MEDIA

Morphology of *Nostoc flagelliforme* cell cultivating with various nutrient media was studied. It was shown that dimensional parameters depend on the period of cultivation, environmental factors, nutritive medium composition, etc. was confirmed the property of self-regulation of morphological parameters of algal cells depending on the conditions of nutrient medium.

Key words: *Cyanophyta*, *Nostoc flagelliforme*, cell length, cell width, cell volume, nutrient medium.