

Л. М. ЕРМОЛАЕВА

**ОБ ОБРАЗОВАНИИ АУКСОСПОР У ВОДОРΟΣЛИ
CYCLOTELLA MENEGHINIANA KTZ.**

(Представлено академиком К. И. Скрябиным 9 V 1953)

Проводя опыты с планктоном по выяснению влияния длины светового дня на развитие водорослей, мы наблюдали в одной из опытных колб процесс образования ауксоспор у *Cyclotella Meneghiniana* Ktz. Насколько можно судить по доступной литературе, процесс образования ауксоспор у видов рода *Cyclotella* исследован недостаточно, а у *C. Meneghiniana* он и вовсе не описан. Это позволяет думать, что приводимые ниже данные представляют известный интерес*.

Ауксоспоры были обнаружены 15 III 1950 г. в колбе, находившейся на круглосуточном освещении. В этой колбе клетки *C. Meneghiniana* размножились в заметном количестве за время развития культуры на круглосуточном освещении. В образце воды, взятом для опыта, *C. Meneghiniana* встречалась крайне редко. Следовательно, образованию ауксоспор предшествовало интенсивное размножение. В образовании ауксоспор принимала участие небольшая часть всей популяции *C. Meneghiniana*. Весь этот процесс продолжался в опытной колбе в течение двух с лишним недель, после чего спорулирующие клетки попадаться перестали.

Клетки, образующие ауксоспоры, имели диаметр 10—16 μ . В этих же пределах колебались и размеры стерильных клеток. Чаще спорулировали клетки диаметром 15—16 μ . Сам процесс образования ауксоспор у *C. Meneghiniana* происходит следующим образом. Перед образованием ауксоспоры высота клетки (длина первальварной оси) увеличивается с 6—8 до 20—28 μ , т. е. в 3—4 раза. Увеличение происходит за счет разрастания вставочного пояса, который на прокаленном материале имеет вид 2—3 вставочных колец (рис. 1 а). Клетки при этом принимают цилиндрическую форму (рис. 1 б). Такое изменение формы клетки *C. Meneghiniana*, несомненно, стоит в связи с процессом образования ауксоспор и предшествует ему. Однако в исследованном материале наблюдались случаи, когда клетки с разросшимся вставочным пояском по каким-то причинам ауксоспору не образовывали, а делились обычным путем (рис. 1 в). После того как клетка примет цилиндрическую форму, обе створки клетки с прилегающими к ним кольцами вставочного пояса расходятся, протопласт выходит наружу и покрывается тонкой оболочкой (рис. 1 г). Образовавшаяся таким образом ауксоспора имеет шаровидную форму. Диаметр ее равен 32—40 μ и превышает таковой материнских клеток в 2—4 раза. Первое время половинки материнских створок связаны с ауксоспорой и располагаются под тем или иным углом друг к другу (рис. 1 д). Содержание ауксоспоры прозрачное со светлокорицевыми овальными хроматофорами.

* Работа выполнена на кафедре Общей биологии Омского медицинского института им. М. И. Калинина под руководством проф. А. П. Скабичевского.

Вскоре внутри ауксоспоры начинается формирование новой крупной клетки. Развивающиеся створки клеток сначала так тонки и нежны, что незаметны, и об их присутствии можно судить лишь по радиальной исчерченности, появляющейся внутри пузыря ауксоспоры. Эта исчерченность становится затем все более и более ясной, и через некоторое время внутри ауксоспоры можно видеть образовавшуюся крупную клетку в форме невысокого барабана (рис. 1 *е*). В период формирования клетки связь ауксоспоры с оболочками материнской клетки становится все менее прочной, и они в конце концов отпадают. Радиальная исчерченность створок обычно не занимает всей ее поверхности, а располагается

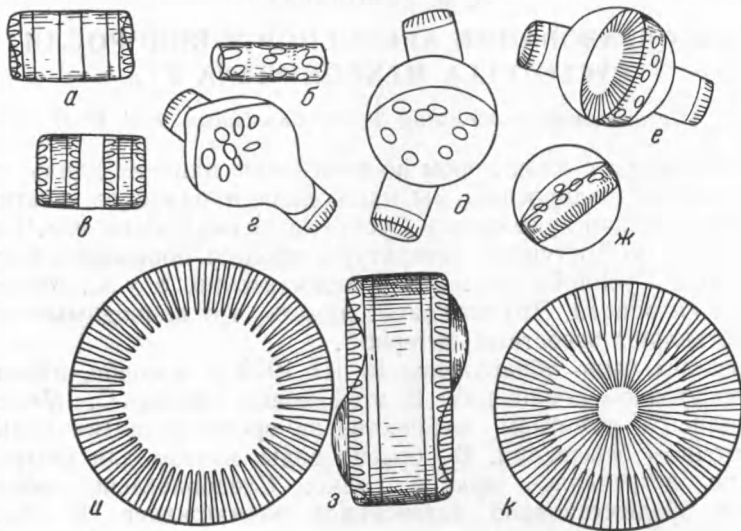


Рис. 1. *б, г, д, е, ж* — $\times 400$; *а, в, з, и, к* — $\times 900$

в области краевой зоны створки. Поверхность каждой створки клетки неровная, тангентально вогнуто-выпуклая. Однако в процессе формирования изредка наблюдались клетки, имеющие равномерно-выпуклую, полусферическую поверхность створки (рис. 1 *ж*). Сформировавшаяся внутри ауксоспоры клетка освобождается от оболочки и приступает к обычному делению. Такие клетки достигали в диаметре 30—40 μ , т. е. превышали диаметр измельчившихся вегетативных клеток в 2—4 раза. Высота клеток равнялась 10—15 μ (у вегетативных клеток 6—8 μ). В этом отношении наши данные существенно не отличаются от данных других авторов. Так, по наблюдениям Бахманна (⁴), у *Cyclotella bodanica* v. *lemanica* O. F. Müller в результате образования ауксоспор клетка увеличивается в диаметре около 4 раз. Из других близких к *Cyclotella* диатомей у *Melosira* ширина (или диаметр) клеток увеличивается: по данным О. В. Троицкой (³) у *M. varians* Ag. в 2—4 раза, по Мюллеру (⁸) у *M. islandica* O. Müller от 2,6 до 3, у *M. undulata* Kütz. от 2 до 2,5. По данным А. П. Скабичевского (²), *M. baicalensis* (K. Meyer) Wisl. увеличивается в диаметре в среднем в 2,5 раза. В роде *Chaetoceras* по Шютту (⁹) увеличение равно 2.

Значительный интерес представляет формирование структуры створок после образования ауксоспор. Наблюдения некоторых авторов показывают, что структура молодых клеток диатомей может несколько отличаться от обычной. Так, у *Melosira islandica*, как указывает Мюллер (⁹), клетки, проросшие из ауксоспор, отличаются более грубой зернистостью, чем исходные. А. П. Скабичевский (²) отмечает, что клетки *M. baicalen-*

sis, образовавшиеся из ауксоспор, имеют более сильно расставленные ряды пор и более и тесное расположение пор в ряду. Как показали исследования нашего материала, створки крупных клеток *S. Meneghiniana* имели характерное для данного вида строение (рис. 1 з, и) и отличались от диагноза (1, 6) лишь более крупными размерами, достигавшими до 40 μ в диаметре. Центральное поле створки лишено структуры, иногда же снабжено 2—3 точками. Краевая зона занята радиальной штриховкой в виде довольно грубых ребер клиновидной формы. Количество их 7,2—8, у материнских клеток 7,8—9 на 1 μ . Следовательно, частота штриховки почти не меняется. Длина ребер на створке равна почти половине ее радиуса. На некоторых единичных створках молодых клеток штриховка распространялась и на центральное поле, почти до самого центра. На таких створках краевая зона в общем сохраняла обычный характер структуры, в то время как штриховка центрального поля была более нежной и местами прерывалась (рис. 1 к). Такой характер структуры створки является, вероятно, временным и необязательным при формировании клетки из ауксоспоры. При дальнейших наблюдениях над *S. Meneghiniana* за процессом ее мельчания, клеток с ребристой исчерченностью центрального поля больше не встречалось.

Так как после образования ауксоспор увеличиваются линейные размеры клеток, возрастает и их объем. В связи с тем, что и у спорулирующих клеток увеличивается объем за счет роста вставочного пояса перед образованием ауксоспоры, представляет интерес выяснить, каковы соотношения объемов вегетативной, спорулирующей клетки ауксоспоры, а также крупной клетки, образовавшейся из последней. В связи с этим был вычислен объем нескольких экземпляров всех указанных клеток, а также ауксоспор (табл. 1). Между спорулирующими клетками и ауксоспорами, данные для которых приведены в табл. 1, имеется прямая генетическая связь. Вегетативные же и молодые клетки не родственны предыдущим и лишь подобраны соответствующих диаметров для сравнения со спорулирующими и ауксоспорами.

Таблица 1

| | | | | | | |
|------------------------------------|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Вегетативные клетки | Диаметр, μ . . . | 12 | 15 | 15 | 16 | 16 |
| | Высота, μ . . . | 6 | 7 | 7,5 | 7 | 8 |
| | Объем μ^3 . . . | 684 | 1232 | 1326 | 1433 | 1608 |
| Спорулирующие (материнские) клетки | Диаметр, μ . . . | 12 | 15 | 15 | 16 | 16 |
| | Высота, μ . . . | 24 | 20 | 22 | 22 | 28 |
| | Объем μ^3 . . . | 2719 | 3536 | 3889 | 4422 | 5628 |
| Ауксоспоры | Диаметр, μ . . . | 36 | 36 | 33 | 36 | 40 |
| | Объем, μ^3 . . . | 24494 | 24494 | 19564 | 24494 | 33600 |
| Молодые крупные клетки | Диаметр, μ . . . | 36 | 36 | 33 | 36 | 40 |
| | Высота, μ . . . | 10 | 12 | 10 | 13,6 | 12 |
| | Объем, μ^3 . . . | 8038 | 10890 | 9600 | 11655 | 12204 |

Из данных табл. 1 видно, что объем спорулирующих клеток перед образованием ауксоспор заметно увеличивается за счет разрастания вставочного пояса и в несколько раз превышает объем стерильных клеток. В то же время объем материнских клеток значительно уступает объему ауксоспор (в 6—9 раз). Из этого можно заключить, что в период образования ауксоспоры происходит ее рост. Объем крупной клетки приблизительно в два раза меньше объема ауксоспоры. Это объясняется тем, что новая молодая клетка не соответствует по форме самой ауксоспоре, а формируется внутри нее в виде невысокого барабана.

Для выяснения картины мельчания у *S. Meneghiniana* 23 IV 1950 г. была выделена ее чистая культура. Впоследствии, к сожалению, она за-

сорилась мелкими протококковыми водорослями, однако не настолько, чтобы это могло воспрепятствовать наблюдению. Вариационно-статистические исследования в течение года показали, что в первые месяцы мельчание клеток шло довольно быстро. Если в марте часто встречались клетки диаметром в 35—36 μ , то уже в мае такие клетки попадались весьма редко. На быстрое мельчание при делении клеток с большим диаметром у *Melosira islandica* указывает Клеве-Еулер (5). Во второй половине года мельчание шло заметно медленнее, что отчасти, вероятно, объясняется угнетением развития *S. Meneghiniana* в засоренной культуре.

Таблица 2

Вариационные ряды диаметра клеток

| Варианты | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | $M \pm m$ | Σ |
|--------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|----|----|----|----|-------------------|----------|
| 17 V 1950 | — | — | — | — | — | — | 1 | 5 | 114 | 48 | 23 | 5 | 4 | 28,56 \pm 0,068 | 200 |
| 25 IV 1951 | 18 | 36 | 23 | 11 | 12 | — | — | — | — | — | — | — | — | 21,63 \pm 0,124 | 100 |

Из табл. 2 видно, что в течение года в результате мельчания клеток происходит значительное смещение ряда справа налево и уменьшение средней с 28,5 до 21,63. Такое же постепенное уменьшение размеров клеток наблюдал Микель (7) в культурах *Nitzschia palea* (Ktz.) W. Sm., а в природных условиях Шютт (9) у *Rhizosolenia alata* Bright и А. П. Скабичевский (2) у *Melosira baicalensis*. Последний установил, что между двумя периодами аукоспорообразования у *M. baicalensis* проходит 4—5 лет. Как указывает Клеве-Еулер (5), Везенберг-Лунд установил, что у *M. islandica* v. *helvetica* O. Müll. этот срок равен 4 годам. На основании наблюдения за мельчанием у *S. Meneghiniana* можно считать, что этот промежуток времени, вероятно, не превышает 3 лет, ибо клетки диаметром в 16 μ уже дают аукоспоры, а за первый год они измельчали в среднем до 21 μ . Споруляция клеток *S. Meneghiniana* с различным диаметром (10—16 μ) подтверждает мнение Троицкой о широких пределах размеров клеток, способных к образованию аукоспор. Клетки с наименьшим диаметром способны к образованию аукоспор. Помимо размеров клеток, на процесс образования аукоспор влияют и внешние факторы. На это указывает то, что образование аукоспор у *S. Meneghiniana* наблюдалось в опытной колбе, развивавшейся на круглосуточном освещении и без добавки питательных солей. В другой аналогичной колбе, куда были добавлены питательные соли в излишнем количестве, этого процесса не наблюдалось. Не было его и в культурах, развивавшихся на коротком и среднем дне. На влияние внешних факторов указывают также О. В. Троицкая (3), А. П. Скабичевский (2) и др.

Поступило
16 X 1951

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ Диатомовый анализ, 2, 1949, ред. Прошкина-Лавренко. ² А. П. Скабичевский, Русск. гидр. журн., 8, 4—5 (1929). ³ О. В. Троицкая, Изв. Главн. ботан. сада РСФСР, 24 (1925). ⁴ Bachmann, Pringsh. Jahrb., 39 (1904). ⁵ A. Cleve-Euler, Arch. Hydrobiol u. Planktonkunde, 7 (1912). ⁶ F. Hustedt, Die Kieselalgen Deutschland, Osterreichs und der Schweiz, 1930. ⁷ P. Miquel, Ann. de Micrographie, 4, (1892—1893). ⁸ O. Müller, Jahrb. wiss. Botanik, 43 (1908). ⁹ Fr. Schütt, Ber. D. Bot. Ges., 7 (1889).