

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
БОТАНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ им. В. Л. КОМАРОВА

ACADEMIA SCIENTIARUM URSS
INSTITUTUM BOTANICUM NOMINE V. L. KOMAROVII

НОВОСТИ СИСТЕМАТИКИ
НИЗШИХ РАСТЕНИЙ

Том 23

NOVITATES SYSTEMATICAE
PLANTARUM NON VASCULARIUM

Tomus XXIII



ЛЕНИНГРАД (LENINGRAD)
ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»
ЛЕНИНГРАДСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
1986

став фитоценозов *Turnerella mertensina*, которые формируются на глубине 20—25 м. У Командорских островов образует вместе с *T. mertensiana* фитоценозы на глубине 18—20 м.

Л и т е р а т у р а

Перестенко Л. П. Красные водоросли дальневосточных морей СССР. Пластинчатые криптонемиевые водоросли (пор. Cryptonemiales, Rhodophyta). Ботан. журн., 60, 12, 1975. — Перестенко Л. П. Водоросли залива Петра Великого. Л., 1980. — Hansen G. I., Lindstrom S. C. Morphological study of *Hommersandia maximicarpa* gen. et sp. nov. (Kallymeniaceae, Rhodophyta) from the North Pacific. J. Phycol., 20, 4, 1984. — Kullin H. Die Gattungen der Rhodophyceen. Lund, 1956. — Norris R. E. Morphological studies on the Kallymeniaceae. Univ. Calif. Publ. Bot., 28, 5, 1957. — Norris R. E. The morphology and taxonomy of South African Kallymeniaceae. Bot. mar., 7, 1—4, 1964. — Tokida J. Notes on some new or little known marine algae. (2). J. Jap. Bot., 22, 3—4, 1948.

Т. В. Седова

T. V. Sedova

ДЛИНА КЛЕТОК КАК СИСТЕМАТИЧЕСКИЙ ПРИЗНАК У ВОДОРΟΣЛЕЙ РОДА SPIROGYRA LINK (ZYGNEMATOPHYCEAE, CHLOROPHYTA)

DE CELLULARUM LONGITUDINE — CHARACTERE PRO SPIROGYRA LINK (ZYGNEMATOPHYCEAE, CHLOROPHYTA) TAXONOMICIS NOTULA

При кариологическом изучении 72 образцов спирогиры, которые собирались в течение нескольких лет в разных районах Советского Союза в различное время вегетационного сезона и светового периода суток, нами было обращено внимание на существенные различия в длине клеток не только в разных нитях одного образца, но даже и в пределах одной нити и в значительно меньшей степени — в ширине. Эта же особенность бросается в глаза и при знакомстве с диагнозом практически любого вида спирогиры. Как правило, разница в ширине лишь иногда превышает несколько десятков микрометров, а крайние значения длины отличаются в 2, а иногда даже в большее число раз.

В этой связи представляют интерес наблюдения Е. Е. Успенского (1963), который длительное время поддерживал одноклоновые культуры спирогиры и установил, что при одинаковых условиях выращивания ширина нитей у этой водоросли остается практически неизменной и незначительно изменяется, если условия становятся иными. Это отклонение оказывается строго определенным. Удалось установить, что коэффициент отклонения соответствует $\sqrt[3]{2} = 1.26$, т. е. полая ширина клеток превышает исходную

в 1.26 раза. Не меняется ширина клеток и при их росте, а длина увеличивается, и весьма значительно, как правило, в кратное число раз. Причем при непрерывном делении клеток наблюдаются одни закономерности и совсем другие, когда деление прекращается на несколько дней или на более продолжительное время, что очень важно, поскольку одни виды быстро переходят от энергичного вегетативного деления клеток к копуляции, а другие — крайне медленно. Включение в диагнозы такого признака, как длина клеток, справедливо вызывало недоумение Успенского.

Нами было предпринято более детальное изучение особенностей роста клеток в длину у одного из видов спирогиры, ориентировочно *S. neglecta* (Hass.) Kütz. (поскольку ни разу не удалось встретить зрелых зигот), произраставшего в небольшом, хорошо прогреваемом, слабо проточном водоеме (Борок, Ярославская обл.). Материал собирался в июле—августе 1980 г. строго в одном месте (фиксируются только прикрепленные к грунту нити одной куртнки). В качестве фиксатора использовалась спирт-уксусная смесь (3 : 1), а красителем служил гематоксилин Гарриса. Постоянные цитологические препараты приготавливались по общепринятой методике. В обработанных таким образом нитях измерялись длина и ширина клеток. Результаты промеров ядра и ядрышка будут обсуждены в другой статье.

Наше исследование подтвердило относительную константность ширины клеток, которая равнялась 55.0 ± 0.2 мкм (при коэффициенте варьирования $V=3\%$). Что касается длины клеток, то при дневной фиксации (в 13 ч), когда клеточные деления полностью отсутствовали (образец № 552), в просмотренных нитях она колебалась от 26 до 130 мкм. Обычно верхушечные клетки самые длинные. Остальные клетки нити, как будет ясно из дальнейшего, четко делятся на три группы: короткие (37.3 ± 3.0 мкм), промежуточные (49.8 ± 1.3 мкм) и вытянутые (75.3 ± 6.7 мкм). В одних случаях вслед за верхушечной клеткой следуют вытянутые (в нити 552—3 их 10, в нитях 552—1 и 552—2 всего 2), в других, как в нити 552—4, — 1 промежуточная и только за ней 11 вытянутых, а далее наблюдается чередование вытянутых, промежуточных и коротких клеток, причем число последних, как правило, четное. Несомненно, парные клетки представляют собой недавно образовавшиеся в результате деления сестринские клетки. Иногда они имеют одинаковую длину (26 и 26, 35 и 35, 40 и 40, 45 и 45 мкм), иногда незначительно отличаются (37 и 38, 39 и 40, 40 и 41 мкм), а иногда различия оказываются весьма существенными (32 и 36, 35 и 42, 40 и 44 мкм), причем в одних парах ближе к верхушечной клетке располагается более короткая клетка, в других, наоборот, длинная. По всей видимости, здесь деление клеток проходит не всегда строго пополам. В дальнейшем эти различия усугубляются из-за неодинаковых темпов их последующего роста.

В среднем по этому сроку фиксации преобладают (68.5 % от общего числа) короткие клетки (табл. 1). Если проанализировать каждую нить в отдельности, то только в одной из них (нить 552—2)

соотношение коротких и вытянутых клеток оказывается приблизительно одинаковым, а в трех остальных оно колеблется весьма значительно, хотя и явно преобладают короткие клетки. Небольшой процент промежуточных клеток в этом материале свидетельствует о том, что короткие клетки, образовавшиеся в результате недавно прошедшего цитокинеза, в подавляющей массе еще не приступают к росту, а вытянутые, судя по их размерам, в основном заканчивают его и начинают подготовку к делению.

Т а б л и ц а 1

Соотношение различных групп клеток и их размеры во фрагментах нитей дневной фиксации

№ нити	Число измерений	Соотношение коротких, промежуточных и вытянутых клеток (%)	Длина клеток (мкм)		
			короткие $\bar{X} \pm \sigma$	промежуточные $\bar{X} \pm \sigma$	вытянутые $\bar{X} \pm \sigma$
552—1	69	82.6 : 14.5 : 2.9	36.9 ± 3.3	48.0 ± 0.5	88.0
552—2	65	49.1 : 3.2 : 47.7	36.8 ± 2.0	49.3 ± 2.6	71.3 ± 3.0
552—3	131	89.3 : 0 : 10.7	39.2 ± 3.3	—	82.3 ± 6.8
552—4	113	47.0 : 26.5 : 26.5	33.9 ± 4.2	50.0 ± 0.3	70.0 ± 7.7
Итого	378	68.5 : 11.1 : 20.4	37.6 ± 3.0	49.8 ± 1.3	72.1 ± 9.1

При вечерней фиксации (около 20 ч) в препаратах (образец № 554) выявлены нити двух типов: одни состоят исключительно из неделящихся, а в других присутствуют и делящиеся клетки. В рассмотренных нитях I типа длина клеток колеблется от 30 до 120 мкм, т. е. приблизительно в тех пределах, что и днем. Здесь (табл. 2), как и в материале дневной фиксации, в одних нитях (как например 554—2) по-прежнему преобладают короткие клетки, в других (нить 554—3) соотношение коротких и вытяну-

Т а б л и ц а 2

Соотношение различных групп клеток и их размеры во фрагментах нитей вечерней фиксации при отсутствии в них митозов

№ нити	Число измерений	Соотношение коротких, промежуточных и вытянутых клеток (%)	Длина клеток (мкм)		
			короткие $\bar{X} \pm \sigma$	промежуточные $\bar{X} \pm \sigma$	вытянутые $\bar{X} \pm \sigma$
554—1	84	4.8 : 31.0 : 64.2	45.2 ± 0.1	48.9 ± 1.8	78.8 ± 12.0
554—2	61	52.5 : 14.8 : 32.7	40.2 ± 3.6	49.0 ± 2.2	62.4 ± 6.3
554—3	96	31.3 : 28.1 : 40.6	37.1 ± 3.9	50.0 ± 1.2	62.5 ± 8.8
Итого	241	27.4 : 25.7 : 46.9	37.6 ± 3.3	49.7 ± 1.1	69.4 ± 10.4

тых клеток приблизительно одинаковое. Наряду с этим появляются нити с довольно большим количеством вытянутых клеток (как нить 554—1).

Во всех просмотренных нитях вечерней фиксации по сравнению с нитями дневной фиксации прослеживается тенденция к уменьшению количества коротких и увеличению промежуточных и вытянутых клеток. Очевидно, именно в это время идет их интенсивный рост. Несколько неожиданным, особенно если учесть, что у спирогиры митозы приурочены к вечерним и ночным часам, оказалось присутствие коротких клеток. Вероятно, такие клетки в той или иной мере можно встретить в нитях в любое время суток и это, по всей видимости, объясняется тем, что часть клеток после завершения деления по каким-то причинам долго не приступает к росту.

В нитях II типа длина интерфазных клеток колеблется от 35 до 110 мкм, т. е. в тех же пределах, что и в нитях I типа, преобладающими оказываются вытянутые клетки и стабильно мало становится коротких клеток (в среднем 14.5 % от общего числа)

Т а б л и ц а 3

Соотношение различных групп клеток и их размеры во фрагментах нитей вечерней фиксации при наличии в них митозов

№ нити	Число измерений	Соотношение коротких, промежуточных и вытянутых клеток (%)	Длина клеток (мкм)		
			короткие $\bar{X} \pm \sigma$	промежуточные $\bar{X} \pm \sigma$	вытянутые $\bar{X} \pm \sigma$
554—4	247	17.8 : 19.0 : 63.2	42.6 \pm 1.8	49.8 \pm 1.0	75.4 \pm 8.8
554—5	271	11.1 : 18.1 : 70.8	44.1 \pm 0.6	51.6 \pm 1.2	64.0 \pm 3.2
Итого	518	14.5 : 18.5 : 67.2	42.8 \pm 1.6	51.2 \pm 0.8	67.8 \pm 8.8

(табл. 3). Кроме того, к вечеру, особенно с наступлением митозов, в нитях начинают встречаться, хотя и в незначительном количестве, сильно вытянутые клетки, например в нити 554—2 — порядка 100 мкм, в нити 554—4 — свыше 100 мкм, в нити 554—1 — около 120 мкм. Их появление можно объяснить тем, что переход к подготовке деления и продолжение роста некоторых клеток по каким-то причинам, очевидно, задерживаются. Действительно, при наступлении неблагоприятных условий, в частности понижении температуры воздуха, смене солнечных дней пасмурными и т. д., клетки перестают делиться, но их рост продолжается. Так, в образце № 562, зафиксированном днем (в 12 ч) именно в такой период, нити состоят из клеток длиной от 50 до 260 мкм, из них всего 0.5 % оказываются промежуточными, 19.9 % — вытянутыми (72.3 \pm 8.3 мкм) и 79.6 % — сильно вытянутыми

(134.0 ± 24.0 мкм). Короткие клетки здесь отсутствуют. По всей видимости, затягивание неблагоприятного периода должно сопровождаться дальнейшим увеличением количества сильно вытянутых клеток. Это подтверждает и анализ ранневесенних и позднесенних сборов, в нитях которых преобладают сильно вытянутые клетки.

Сравнение делящихся клеток показывает (табл. 4), что между интерфазой и профазой рост клеток еще продолжается ($t=5.4$), а метафазные, анафазные и телофазные клетки уже не отличаются по длине от профазных (соответственно $t=2.5$, 1.3, 1.4 и 2.0). На этом основании клетки, достигшие длины 75.3 ± 6.7 мкм, можно считать в основном закончившими рост и готовыми к делению (так называемые вытянутые клетки). В делящихся клетках происходит, как правило, довольно раннее заложение клеточных перегородок. Иногда они становятся видимыми уже в анафазе, но чаще это удается наблюдать в телофазе. В этот период встречается сравнительно много вновь образующихся сестринских клеток, в которых цитокинез еще полностью не заканчивается и нередко сохраняются даже остатки нитей межзонального веретена. Есть все основания полагать, что такие клетки, обычно длиной порядка 37.3 ± 3.0 мкм, еще не начинают расти после деления (так называемые короткие клетки). Как показывает их измерение, они не всегда оказываются равновеликими, различия иногда достигают 5 мкм. Это несомненно является одной из причин появления в нитях разных по длине клеток. Клетки, размеры которых больше

Т а б л и ц а 4

Длина клеток на разных стадиях митоза (мкм)

№ нити	Интерфаза		Профаза		Метафаза		Анафаза		Телофаза		Сестринские клетки	
	число измерений	длина $\bar{X} \pm \sigma$	число измерений	длина $\bar{X} \pm \sigma$	число измерений	длина $\bar{X} \pm \sigma$	число измерений	длина $\bar{X} \pm \sigma$	число измерений	длина $\bar{X} \pm \sigma$	число измерений	длина $\bar{X} \pm \sigma$
554—4Д	156	75.4 ± 8.8	16	79.0 ± 6.7	32	81.7 ± 0.6	31	83.6 ± 5.4	30	89.4 ± 5.6	—	—
554—5Д	192	64.0 ± 3.2	9	64.6 ± 6.1	9	76.0 ± 9.2	15	71.2 ± 7.1	46	74.4 ± 3.0	88	37.3 ± 3.0
Итого	348	67.8 ± 8.8	25	75.3 ± 6.7	44	79.2 ± 5.5	46	81.2 ± 6.0	76	79.0 ± 7.5	88	37.3 ± 3.0

37.3 ± 3.0 мкм, но меньше 75.3 ± 6.7 мкм, составляют группу находящихся в состоянии роста, или так называемых промежуточных, клеток.

Таким образом, природный материал оказывается чрезвычайно разнородным как по размерам, так и по физиологическому состоянию клеток, причем к вечеру эта особенность становится более отчетливой, чем днем, поскольку наряду с разными по длине интерфазными клетками появляются еще и делящиеся.

Что касается длины клеток, то она в нитях исследованного вида спирогиры колеблется в очень широком диапазоне и, как показывают наблюдения, может увеличиваться по сравнению с исходной почти в 4 раза. Самые мелкие клетки (37.3 ± 3.0 мкм) образуются сразу после завершения деления. Далее наступает период роста и готовые к делению взрослые вегетативные клетки достигают длины порядка 75.3 ± 6.7 мкм. Наконец, с прекращением на длительное время по тем или иным причинам клеточных делений в нитях появляются сильно вытянутые клетки (134.0 ± 24.0 мкм). Следовательно, при описании данного вида спирогиры длина клеток должна быть указана в следующих интервалах: 37.3 ± 3.0 — 75.3 ± 6.7 — 134.0 ± 24.0 мкм. В то же время соотношение этих групп клеток в течение суток меняется, иногда весьма существенно, и в какой-то мере позволяет судить о состоянии нити: наличие большого количества коротких клеток — свидетельство интенсивного клеточного деления в ней, преобладание длинных клеток — признак вступления в период подготовки к делению, появление сильно вытянутых клеток обычно связано с длительным прекращением деления и часто наблюдается при наступлении неблагоприятных условий.

Данные по длине клеток, которые приводятся в Определителях, заставляют думать, что в одних случаях, очевидно, материал собирался в таком состоянии, когда имелись только короткие и вытянутые клетки, в других — вытянутые и сильно вытянутые клетки, в третьих давались усредненные данные небольшого количества измерений. Без сомнения, ни в одном из них не раскрывается сущность признака во всей его полноте.

Л и т е р а т у р а

У с п е н с к и й Е. Е. Превращение одних наследственных форм в другие и возникновение новых в роде *Spirogyra*. В кн.: Физико-химические условия среды как основа микробиологических процессов. М.: Изд-во АН СССР, 1963.