

ЭКОЛОГИЯ МОРЯ

1871



ИНБЮМ

15
—
1983

полностью соответствует постоянному прикреплению валлиснерии к субстрату.

Полученные результаты дают материалы для суждения о развитии жизненных форм высшей водной растительности в связи с адаптацией растений к определенной степени погруженности и прикреплением к твердому субстрату.

1. Алеев Ю. Г. О биогидродинамических различиях планктона и нектона. — Зоол. журн., 1972, 51, № 1, с. 5—12.
2. Алеев Ю. Г. Нектон. — Киев: Наук. думка, 1976. — 392 с.
3. Алеев Ю. Г., Бурдак В. Д. Жизненные формы зоогидробийонтов в единой системе жизненных форм организмов. — В кн.: Тез. докл. IV Всесоюз. съезда ВГБО (Киев, 1—4 дек. 1981 г.). — Киев: Наук. думка, 1981, с. 4—5.
4. Методы биохимического анализа растений / Под ред. В. В. Полевого, Г. Б. Максимова. — Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1978. — 192 с.

Ин-т биологии южных морей
им. А. О. Ковалевского АН УССР, Севастополь

Получено
26.04.82

Yu: G. ALEEY, O. I. OSKOLSKAYA

ON RELATION OF ADSORPTION ACTIVITY OF SPROUT AND ROOT SYSTEMS IN VALLISNERIA SPIRALIS L.

Summary

A relative development of surface and ATPase activity was studied in sprout and root systems of *Vallisneria spiralis* L. A reduced specific surface of the sprout system was found to be considerably higher than that of the root system. Indices of ATPase activity proved to be somewhat higher for the root system than for the sprout one which corresponds to a constant fastening of *Vallisneria* to a solid substrate as a mineral nutrition source.

УДК 582.275.54:581.55(262.5)

И. К. ЕВСТИГНЕЕВА

ВОЗРАСТНЫЕ ЭТАПЫ В ОНТОГЕНЕЗЕ LAURENCIA CORONOPUS J. AG. ЧЕРНОГО МОРЯ

Биология лауренций Черного моря изучена недостаточно, а их жизненный цикл практически не описан. Поэтому в предлагаемой работе мы попытались проследить за изменениями размерной и возрастной структур *Laurencia coronopus* J. Ag. в процессе онтогенеза, получившей массовое развитие на отдельных участках Черного моря. Этот вид поселяется на стволах цистозир, формируя эпифитные синузии среди цистозировых ассоциаций [2, 3].

Материал и методика. Материалом послужили пробы водорослей, собранные в бухтах Ласпи (летом) и Омега (осенью) на глубине 0,5; 1; 3 и 5 м. Морфологическая характеристика возрастных состояний дополнялась описанием внутренней структуры слоевища. При распределении особей на возрастные группы учитывали длину слоевища, степень его ветвления, наличие пролификаций и форму главного ствола таллома. Всего собрано и обработано 150 проб. Изучение анатомо-морфологических признаков (24 параметра) проводили на живых растениях. Кратность измерения анатомических параметров равна 20, а морфологических — не менее 50. Данные обработаны статически с учетом доверительных интервалов [1, 4].

Результаты исследований. В жизненном цикле *L. coronopus* выделены следующие возрастные состояния: латентный период (споры), виргинильный (проростки, ювенильные, имматурные, взрослые вегетативные, или собственно виргинильные, растения), генеративный и сенильный (старческий).

На рис. 1 изображены условные схемы внешнего строения слоевищ различных возрастных групп. Так, к группе проростков отнесены растения с простыми, почти неразветвленными короткими слоевищами. Ветви I порядка, короткие и немногочисленные, закладываются лишь у отдельных особей. Пролификации, а также уплощенные вершины боковых ветвей, характерные для данного вида, у них отсутствуют.

Слоевища ювенильных растений снабжены ветвями I порядка почти одинаковых размеров. Начинают закладываться ветви II порядка.

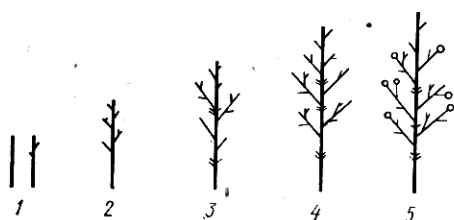


Рис. 1. Условные схемы внешнего строения растений в различных возрастных состояниях:

1 — проростки; 2 — ювенильные; 3 — имматурные; 4 — виргинильные; 5 — генеративные особи.

Талломы узкие, веретеновидные, без пролификаций и уплощенных частей. Ювенильные особи значительно крупнее проростков, особенно по длине ветвей I порядка.

Имматурные растения длиннее ювенильных, с ветвями III порядка и пролификациями. Вершины главного ствола и боковых ветвей их слоевищ плоские, а само тело водоросли приобретает пирамидальную форму. Генеративные особи обладают органами размножения.

Внутреннее строение различных возрастных групп обладает своими

особенностями. Так, слоевище проростков на поперечном срезе имеет очень мелкие коровые (15×23 мк) и центральные (29×41 мк) клетки. Расположение клеток компактное, а их содержимое сообщается вторичными поровыми связями. Кора сложена двумя рядами клеток. Клеточные стенки тонкие (3—4 мк), лентикулярные утолщения встречаются, но крайне редко. В целом анатомическая структура проростков напоминает строение вершины главного ствола взрослых особей.

В отличие от проростков у ювенильных растений слоевище снаружи покрыто кутикулой, кора однорядная у основания и двухрядная у вершины слоевища. Оболочки многих клеток имеют лентикулы. По направлению от основания слоевища к его вершине встречаемость вторичных поровых связей снижается, а форма центральных клеток становится более округлой.

У имматурных растений увеличивается толщина главной оси слоевища, особенно в основании. Кора чаще образована двумя рядами мелких клеток ($12-22 \times 17-47$ мк). У виргинильных растений появляется не только кутикула, но и предкоровой слой, а коровые клетки (в отличие от других возрастных состояний) самые крупные и наиболее вытянуты в радиальном направлении. Для них характерен четко выраженный слой продолговатых паренхимных клеток, сообщающихся посредством вторичных поровых связей с коровыми. Иногда среди клеток сердцевины развивается межклеточное пространство.

У виргинильных особей самая узкая вершина и наиболее вытянутые коровые и паренхимные клетки, индекс формы F которых, принятый нами как отношение ширины клетки к ее длине, невысок и меняется от 0,3 у коровых клеток до 0,6 у паренхимных. У генеративных растений толщина ствола минимальная, а центральные клетки средней части слоевища и коровые верхней — очень крупные.

Морфологический анализ возрастных состояний *L. sorogopus* показал, что в процессе онтогенеза происходит непрерывное увеличение средней длины и массы слоевища (табл. 1), длины и числа ветвей I порядка, пролификаций. Ветви II порядка появляются у ювенильных особей, а пролификации — у имматурных. Из перечисленных выше морфологических признаков наибольшей изменчивостью отличается длина ветвей I порядка, особенно у взрослых растений, а также расстояние между ними. Коэффициент вариации длины слоевищ превышает коэффициент вариации его массы. Их значения максимальны у

Таблица 1. Изменение средней длины ($\bar{l}$, мм) и массы ($\bar{m}$, мг) слоевищ *L. согонорус* разных возрастных состояний

Возрастная группа	Объем выборки n	Средняя длина			Средняя масса		
		$\bar{l} \pm \Delta^*$	S^{**}	V^{***}	$\bar{m} \pm \Delta$	S	V
Проростки	47	$4,98 \pm 0,68$	2,32	46,54	$2,19 \pm 0,37$	1,26	57,59
Ювенильная	46	$24,98 \pm 4,03$	13,61	54,50	$29,11 \pm 10,19$	34,02	116,85
Имматурная	52	$45,79 \pm 3,59$	12,89	28,15	$95,58 \pm 18,78$	67,36	70,48
Виргинильная	8	$61,62 \pm 9,77$	11,68	18,96	$161,1 \pm 38,11$	45,67	28,34

* Доверительный интервал; ** стандартное отклонение; *** коэффициент вариации.

ювенильных растений и особенно низки у взрослых вегетативных. Связь между массой и длиной растений различных онтогенетических групп положительная, а коэффициент корреляции высок и изменяется от +0,51 у имматурных особей до +0,94 — у ювенильных (табл. 2). Корреляционная связь между массой и длиной взрослых вегетативных растений (+0,91) сильная, как и у юношеских (ювенильных) особей. Из табл. 2 также следует, что коэффициент регрессии, свидетельствующий о степени относительного прироста слоевищ, увеличивается с возрастом: он минимален у проростков и максимален у взрослых вегетативных растений. Коэффициенты статистически достоверны. В целом представи-

Таблица 2. Результаты корреляционного и регрессионного анализов зависимости между массой и длиной *L. согонорус* в различных возрастных состояниях

Возрастная группа	Коэффициент корреляции r	Ошибка коэффициента корреляции m_r	Параметры уравнения $y = a + bx$		Ошибка коэффициента регрессии m_b
			a	b	
Проростки	+0,82	0,15	-0,73	0,55	0,10
Ювенильная	+0,94	0,09	-32,37	2,17	0,21
Имматурная	+0,51	0,22	-13,01	1,82	0,78
Виргинильная	+0,91	0,17	-54,47	3,55	0,66

тели всех возрастных групп, особенно виргинильной, в исследуемый промежуток времени в условиях бухты Ласпи на глубине 0,5 м отличаются высоким относительным приростом.

Анализ состава эпифитной синузии *L. согонорус* в районе бухты Ласпи показал, что на долю проростков приходится 13,7%, ювенильных и имматурных особей — 67, виргинильных — 6,4, а генеративных — 12,8%. Многочисленность ювенильных и имматурных растений в некоторой степени свидетельствует о достаточно высокой эффективности процесса «семенного» возобновления. Преобладание генеративных особей среди взрослых растений, низкая относительная численность взрослых вегетативных слоевищ позволяют нам предположить, что условия существования вида в данное время в бухте Ласпи близки к его экологическому оптимуму.

В бухте Омега на глубине 1 м эпифитная синузия состоит из большого количества проростков, ювенильных и, особенно, имматурных растений, тогда как на долю взрослых вегетативных особей приходится всего лишь 10% (рис. 2). В этот период происходит смена поколений и в летних синузиях наряду с немногочисленными старыми слоевищами встречается большое количество молодых растений, развившихся из спор предыдущей генерации. На глубине 3 м возрастной состав синузии не изменился, но иным оказалось соотношение онтогенетических групп: преобладают взрослые вегетативные растения (40%), количество ювенильных уменьшилось вдвое, несколько снизилось содержание имматурных особей, число проростков осталось без существенных изменений. На глубине 5 м эпифитная синузия на 64,2% состоит из имма-

турных и ювенильных растений. Генеративная группа, как и на меньших глубинах, отсутствует, а количество проростков и виргинильных растений одинаковое. Очевидно, количество имматурных растений может служить показателем скорости развития и степени выживаемости ювенильных растений, на долю которых приходится 15,2% общего числа особей в популяции [5]. Как отмечалось выше, ювенильные особи

обладают высоким темпом роста, что способствует быстрому их переходу в старшие возрастные группы.

В динамике размерной структуры возрастных групп *L. согонорус* виргинильного периода (генеративные и сенильные растения в синюзиях этого времени отсутствовали) по глубинам можно отметить следующие особенности: на глубине 1 м проростки на 100% состоят из особей до 1 см высоты (рис. 3). У ювенильных растений доля данной размерной группы в популяции снижается до 75%. Их спектр расширяется за счет появления более крупных слоевищ, дли-

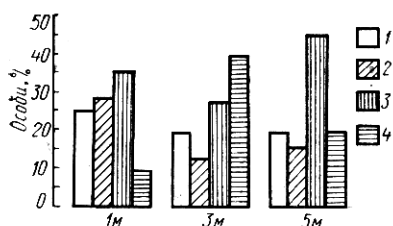


Рис. 2. Изменение возрастной структуры эпифитной синюзии *L. согонорус* в бухте Омега с глубиной.

Обозначения те же, что и на рис. 1.

на которых изменяется от 2 до 4 см и в среднем составляет $14,8 \pm 4,0$ мм. У имматурных растений удельный вес самой малой размерной группы (до 1 см) по сравнению с проростками сокращается почти в 10 раз, а сам спектр увеличивается на два класса, к которым относятся растения с длиной слоевищ от 5 до 6 (63,6%) и 9 см (27,3%). Средняя длина особей этой возрастной группы в 14 раз больше длины проростков (табл. 3).

Средняя длина проростков на глубине 3 м такая же, как и на глубине 1 м ($5,00 \pm 1,3$ мм). Их средняя масса ($2,0 \pm 0,4$ г) вдвое выше, чем на глубине 1 м, а размерный спектр ювенильных растений включает только два класса: до 1—2 см (с преобладанием первого), а у имматурных групп он остался без изменения. Средняя длина виргинильных особей в 1,5, а масса в 3 раза меньше, чем на глубине 1 м. На глубине 5 м размерный состав проростков и ювенильных растений остается прежним, меняется только соотношение размерных групп последних: на долю особей с длиной слоевищ до 1 см приходится 42,9%, а с длиной в 2 см — 57%. Размерный состав имматурных рас-

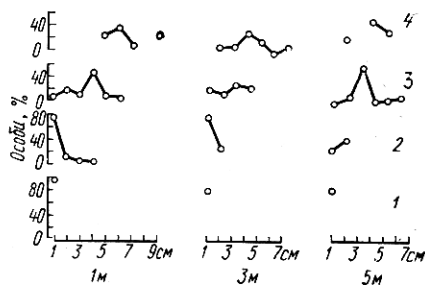


Рис. 3. Изменение размерного состава различных возрастных групп *L. согонорус* в бухте Омега с глубиной.

Обозначения те же, что и на рис. 1.

Таблица 3. Изменение средней длины ($\bar{l}$, мм) и массы ($\bar{m}$, мг) слоевища разных возрастных состояний *L. согонорус* с глубиной

Глубина, м	Параметры слоевища	Проростки	Ювенильные растения	Имматурные растения	Виргинильные растения
1	$\bar{l} \pm \Delta^*$	$4,82 \pm 0,67$	$14,84 \pm 3,99$	$35,16 \pm 4,48$	$68,54 \pm 11,9$
	$m \pm \Delta$	$1,10 \pm 0,37$	$5,14 \pm 1,85$	$43,88 \pm 12,31$	$309,1 \pm 208$
3	$\bar{l} \pm \Delta$	$5,00 \pm 1,28$	$13,00 \pm 4,25$	$27,33 \pm 0,50$	$45,11 \pm 5,80$
	$m \pm \Delta$	$2,00 \pm 0,41$	$11,69 \pm 7,50$	$39,96 \pm 0,55$	$95,71 \pm 44,10$
5	$\bar{l} \pm \Delta$	$7,55 \pm 2,04$	$14,57 \pm 5,78$	$35,90 \pm 6,34$	$55,33 \pm 15,04$
	$m \pm \Delta$	$2,82 \pm 0,59$	$12,93 \pm 6,47$	$75,50 \pm 28,08$	$146,20 \pm 54,45$

* Доверительный интервал.

тений так же широк, как и на глубине 1 м, причем подобно растениям на глубине 3 м здесь доминирует группа особей длиной в 3 см.

Выводы. 1. В онтогенезе *L. coronopus* впервые для Черного моря выделены следующие достояния: латентный, виргинильный (проростки, ювенильные, имматурные, виргинильные растения), генеративный и сенильный периоды.

2. Переход от ранней онтогенетической стадии развития к более поздним сопровождается существенными изменениями их общей организации: усложняется морфологическая структура слоевища, увеличиваются длина и масса растений, длина и число боковых ветвей.

4. Удельный вес проростков в эпифитной синусии *L. coronopus* с глубиной постепенно снижается. Больше всего виргинильных растений отмечено на глубине 1 и 5 м.

5. С возрастом снижается доля самой малой размерной группы до полного исчезновения у взрослых вегетативных растений, а размерный спектр становится шире за счет особей более крупных размеров.

1. Бейли Н. Статистические методы в биологии. — М.: Мир, 1959. — 271 с.
2. Евстигнеева И. К. Анатомо-морфологическая структура некоторых видов лауренции Севастопольской бухты. — В кн.: III Всесоюз. совещ. по мор. альгологии — макрофитобентосу (Севастополь, окт. 1979 г.): Тез. докл. Киев: Наук. думка, 1979, с. 45—47.
3. Евстигнеева И. К. Структура пистозирово- и зостеро-лауренциевых фитоценозов в некоторых районах Крымского побережья Черного моря. — Экология моря, 1982, вып. 12, с. 35—41.
4. Лакин Г. Ф. Биометрия. — М.: Высш. шк., 1973. — 343 с.
5. Шорина Н. И. Возрастные спектры и численность популяций безвременника великолепного (*Colchicum speciosum* Stev.) в лесном и субальпийском поясах западного Закавказья. — В кн.: Вопросы морфогенеза цветковых растений и строения их популяций. М.: Наука, 1968, с. 125—154.

Ин-т биологии южных морей
им. А. О. Ковалевского АН УССР, Севастополь

Получено
12.04.82

I. K. EVSTIGNEYEVA

AGE STAGES IN ONTOGENY BLACK SEA LAURENCIA CORONOPUS J. AG.

Summary

An age structure of epiphytic synusia of *Laurencia coronopus* J. Ag., an abundant *Laurencia* Black Sea species is described on the basis of studies in outer and inner thallus structure. Synusia of *L. coronopus* consists of germs, juvenile, immature, adult vegetative, generative and senile individuals. Transition from early ontogenetic developmental stage to later ones is accompanied by essential changes in total organization of the plants: morphological structure of the thallus becomes more complex, length and mass of the plants get larger, length and the number of lateral branches grow. Average length and mass of germs increase with depth (the length being not more than 1 cm), those of virginal plants — decrease. Size of juvenile and immature individuals does not vary with depth, whereas their mass increases. A quantitative ratio of age groups, their size structure are stated to depend on the depth of growing.