

ПОПУЛЯЦИОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КРАСНОЙ ВОДОРΟΣЛИ *LAURENCIA CORONOPUS J. AG.* В ЧЕРНОМ МОРЕ

Исследована динамика размерно-вещового состава ценопопуляции красной водоросли *Laurencia coronopus J. Ag.* в Севастопольской бухте (Черное море). Определена норма реакции длины и массы слоевища. Показано, что по мере удаления от выхода из бухты увеличиваются разнообразие размерно-вещового состава ценопопуляции лауренции, масса и размеры водоросли. С глубиной размерный спектр сужается, его прерывистость увеличивается, а средняя масса слоевищ и количество вешовых классов уменьшаются. Морфопараметры слоевища, количество размерно-вещовых классов у эпифитной формы лауренции выше, чем у литофитной.

Пространственная структура ценопопуляций – совокупный результат популяционных, биоценологических и экотопических влияний на ее отдельные элементы. С ней связаны устойчивость и продуктивность популяции, реализация адаптивной стратегии вида [3]. Структура популяций морских водорослей вообще и лауренций, в частности, исследована недостаточно [1, 2].

Целью настоящего исследования стало изучение динамики размерно-вещового состава ценопопуляций черноморской красной водоросли *Laurencia coronopus J. Ag.* – содоминанта ряда олигосапробных ассоциаций Черного моря, имеющего большое хозяйственное значение. В задачи работы входил анализ состава ценопопуляций и его зависимости от условий местообитания в разных районах и на различных глубинах Севастопольской бухты; сравнение характеристик ценопопуляции и слоевища у двух экоморф лауренции – эпифитной и литофитной; выявление степени межгодовых флуктуаций изученных морфопараметров.

Материал и методы. Исследование особенностей вертикального и горизонтального распределения размерно-вещовых характеристик слоевища и ценопопуляции лауренции чашезидной (*Laurencia coronopus*) проведено в июне – августе 1997 г. в севастопольских бухтах – Омега и Казачья (на глубинах от 0,5 до 15 м), а также у мысов Херсонесский и Коса Северная на одном и том же горизонте (1 м). Кроме того, проанализированы и сопоставлены данные, полученные при обработке проб, собранных в бухтах Омега и Песочная (глубина 0,5 м) в августе 1980 и 2001 гг. Размерную и вешовую структуру определяли путем взвешивания и измерения слоевищ во влажном состоянии. При группировании полученных данных, число классов и классовый интервал (1 см и 10 мг) определяли в соответствии с рекомендациями [6]. Данные по длине и массе слоевищ эпифитной и литофитой форм лауренции обработаны методом корреляционного и дисперсионного анализов [4]. Объем каждой выборки составлял 50 – 100 растений, общий объем материала – 80 проб.

Результаты и обсуждение. Ценопопуляция лауренции в б. Омега включала особи, входящие в первые десять размерных классов (рис. 1). С глубиной размерный спектр постепенно сужался, а его прерывистость увеличивалась. Доля крайних классов была наиболее существенной на больших глубинах (10 и 15 м). К числу доминирующих групп относились среднеразмерные классы (2 – 6 см), что не противоречило статистическим закономерностям модификационной изменчивости. Для вешовой структуры ценопопуляции вида в б. Омега было характерно преобладание почти на всех глубинах растений с массой от 0,1 до 0,2 г (30 – 60 % общего количества особей). Растения массой свыше 1 г встречались редко и на отдельных горизонтах (0,5 и 3 м). Количество вешовых классов, образующих популяцию, с увеличением глубины уменьшалось вдвое (с 19 до 9). По сравнению с размерной структурой, вешовой состав ценопопуляции отличался еще большей прерывистостью. Средняя длина слоевища по глубинам менялась незначительно, за исключением ценопопуляции на 10-метровой глубине, где длина растений имела минимальное значение. Средняя индивидуальная масса слоевища плавно снижалась с

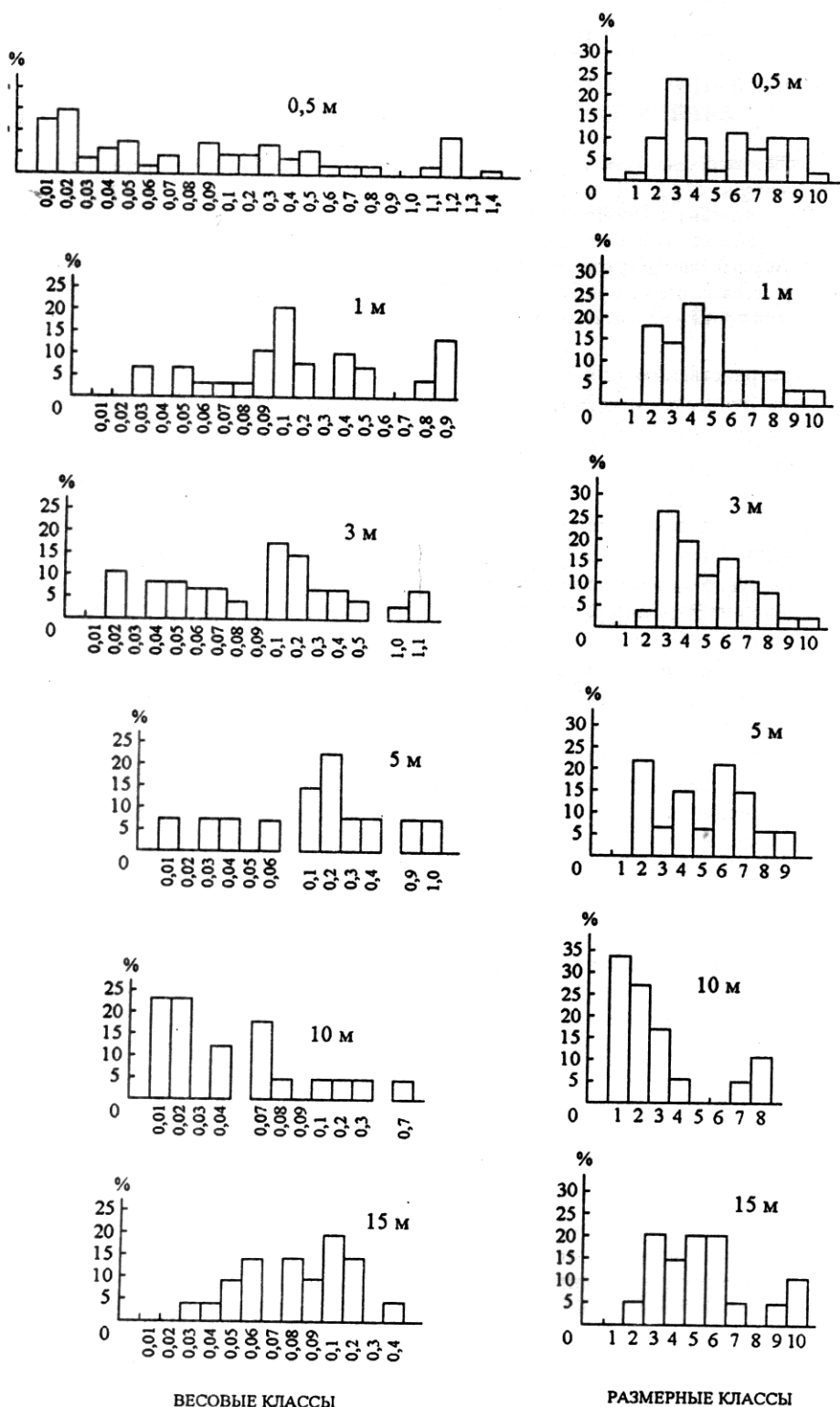


Рисунок 1. Динамика размерно-вещного состава ценопопуляций *L. coronopus* J. Ag. по глубинам в бухте Омега
 Figure 1. Dynamics of dimensional-weight structure of *L. coronopus* J. Ag. cenopopulations on depths in the Omega Bay

глубиной. В целом, в б. Омега произрастали растения, вытянутые в высоту и небольшие по массе.

В б. Казачья ценопопуляция лауренции состояла из особей, средняя длина которых изменялась от 39,3 до 69,1 мм. Лимиты и размах вариации длины растений были выше, чем в б. Омега, а вариационная кривая отличалась плавным снижением в диапазоне глубин от 5 до 15 м. Размерная структура ценопопуляции в б. Казачья отличалась меньшим разнообразием (4 - 10 классов) и незначительной прерывистостью (рис.2). Наибольшую встречаемость здесь имели растения длиной 1 см. На глубине 15 м размерный спектр был узким и однообразным по составу. Лимиты вариации массы слоевища в б. Казачья заметно превышали таковые в б. Омега (0,12 – 1,07 г), хотя при этом по-прежнему сохранялась обратная зависимость между глубиной и средней индивидуальной массой. Для весовой структуры ценопопуляции лауренции отмечено то же количество классов, что и в б. Омега, а также доминирование особей массой от 0,1 до 0,2 г и снижение разнообразия весовых классов с глубиной.

Охарактеризуем размерно-весовые параметры ценопопуляции *Laurencia coronopus*, обитающей на сравнимых участках Севастопольской бухты в пределах одной глубины (1 м). Эти участки отличаются степенью водообмена с открытой частью моря и степенью антропогенной нагрузки. Антропогенная нагрузка особенно велика вблизи м. Коса Северная, а также в бухтах Омега и Казачья, где развита сеть объектов массового отдыха, осуществляются морские перевозки пассажиров и имеются случаи аварийных сбросов канализационных вод. Установлено, что самые крупные по размеру и массе особи произрастали в районе м. Херсонесский (табл. 1), а размерный спектр ценопопуляции существенно расширился (с 2 до 7 - 10 классов) по направлению к выходу из б. Севастопольской. Весовой состав ценопопуляций лауренции в большинстве случаев изменялся адекватно размерному, и отличался наибольшим разнообразием в открытой части бухты. Существует мнение, что морфологические пропорции типа длина/масса (L/M) свидетельствуют о вытянутости слоевищ и отражают в первом приближении гидродинамические свойства таких структур [5]. Этот параметр снижается с ростом индивидуальной массы растений, что подтверждают и наши данные. Показатель отношения длины слоевища к его массе снижался от 378 в б. Казачья до 26 ум. Херсонесский, что свидетельствовало о росте гидродинамического сопротивления слоевищ лауренции движущейся воде, а, следовательно, и об усилении ветвления растений на открытых участках Севастопольской бухты.

Таблица 1. Изменение средней длины (L, мм) и массы (M, г) слоевища *Laurencia coronopus* в разных районах Севастопольской бухты
Table 1. Change of a medium length (L, mm) and mass (M, g) of *Laurencia coronopus* thallus in different regions of Sevastopol Bay

Район	L	M	L / M
Мыс Коса Северная	28,4	0,2	142
Бухта Омега	48,6	0,3	162
Бухта Казачья	37,8	0,1	378
Мыс Херсонесский	49,0	1,9	26

В Черном море *Laurencia coronopus* встречается в виде двух форм - эпифитной, поселяющейся на других водорослях, и литофитной, обитающей на раковинах моллюсков и на твердом грунте. В табл. 2 сведены результаты сравнительного анализа структуры ценопопуляций двух жизненных форм лауренции из бухт Омега и Песочная, которые позволяют сделать вывод о том, что в б. Омега длина и масса слоевища, количество размерных и весовых классов в ценопопуляции эпифитной формы, как правило, были выше. Общим для обеих форм стало сходство лимитов вариации массы и набор доминирующих размерных и весовых классов. В б. Песочная, напротив, большинство размерно-весовых параметров структуры ценопопуляции эпифита не превышали таковые

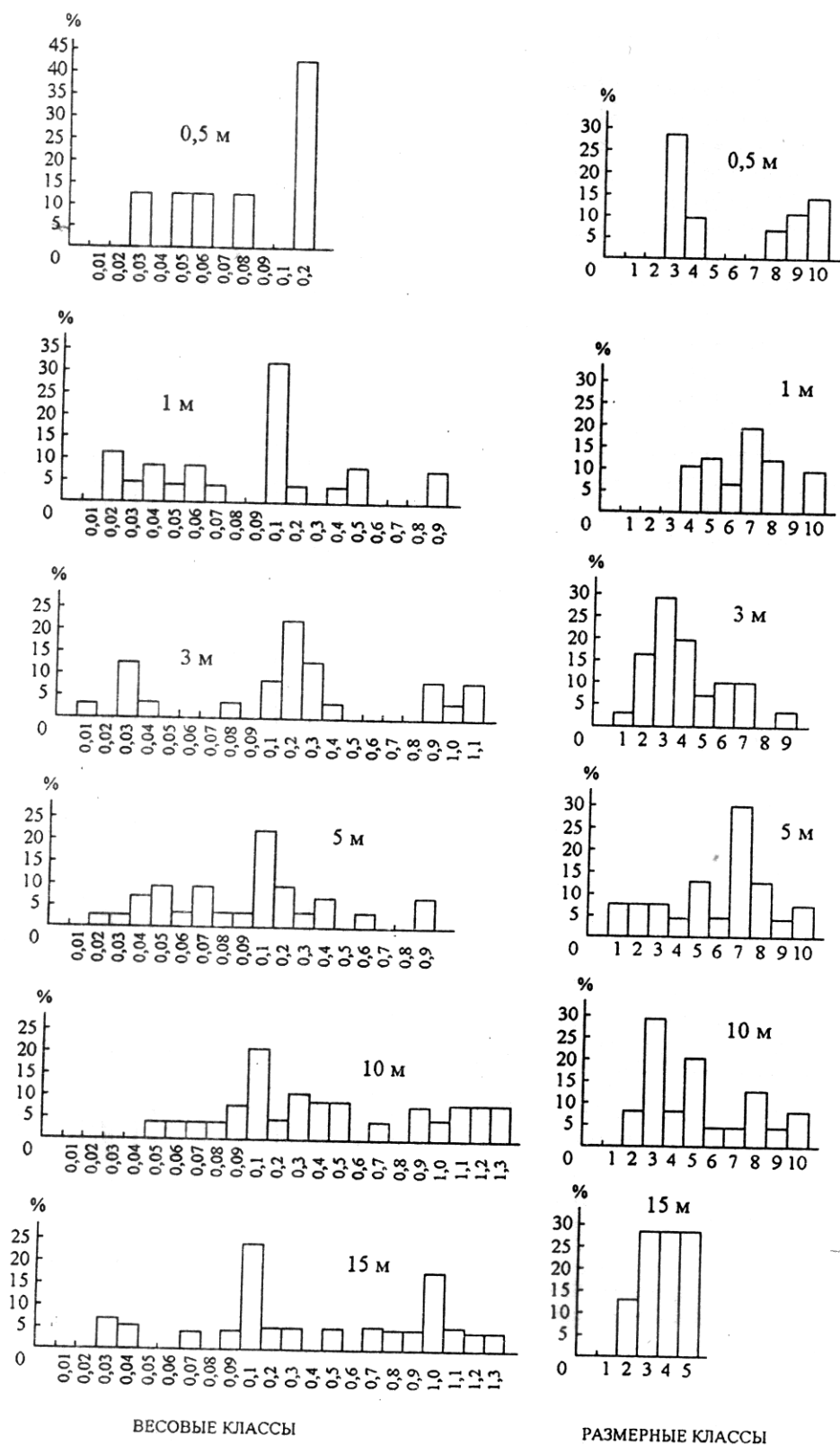


Рисунок 2. Динамика размерно-вещового состава ценопопуляций *L. coronopus* J. Ag. по глубинам в бухте Казачья
 Figure 2. Dynamics of dimensional-weight structure of *L. coronopus* J. Ag. cenopopulations on depths in the Kazachia Bay

у литофита. Тем не менее, и здесь сходство двух форм выразилось в наборе доминирующих классов.

Таблица 2. Количественные параметры морфоструктуры слоевища и ценопопуляции эпифитной и литофитной форм *Laurencia coronopus* в бухтах Омега и Песочная

Table 2. Quantitative parameters of a thallus morphostructure and cenopopulations of epiphytic and lithophytic forms of *Laurencia coronopus* in Omega and Pesochnaya Bays

Параметр	<i>Laurencia coronopus</i> из:			
	б. Омега		б. Песочная	
	эпифит	литофит	эпифит	литофит
Средняя длина (мм)	56,7	45,8	35,0	43,0
Средняя масса (г)	0,47	0,38	0,20	0,43
Лимиты вариации длины (мм)	20 – 108	20 – 76	12 – 70	8 – 110
Лимиты вариации массы (г)	0,1 – 1,8	0,1 – 1,5	0,001 – 1,4	0,1 – 3,8
Количество размерных классов	10	7	7	10
Количество весовых классов	9	11	9	16
Доминирующий размерный класс (см)	4 – 6	4 – 5	3 – 4	3 – 6
Доминирующий весовой класс (г)	0,1 – 0,2	0,2	0,1	0,1 – 0,2

При изучении многолетних флуктуаций структуры популяции лауренции, обитающей в б. Омега, мы сравнили данные за 1980 и 2001 гг. В 1980 г. размерно-весовой спектр ценопопуляции включал ограниченное количество классов (4) с четким доминированием особей длиной 5 см и массой 0,15 г. В 2001 г. ценопопуляция отличалась заметной широтой размерно-весового спектра и разнообразием доминирующих классов.

Длина и масса слоевища относятся к числу взаимосвязанных морфологических признаков водорослей. Методом корреляционного анализа было установлено, что степень сопряжения между ними по существующей классификации коэффициентов корреляции [4] у литофитной формы лауренции в б. Омега можно считать значительной ($r = 0,62$), а у эпифита – очень сильной ($r = 1,0$). В б. Песочная коэффициенты корреляции системы «длина – масса» литофита (0,32) и эпифита (0,78) были ниже и для литофита свидетельствовали о слабой связи учтенных параметров. Тем не менее, у эпифита она была по-прежнему высокой, хотя и не в такой мере, как в б. Омега.

Для выяснения степени зависимости индивидуальных биометрических характеристик эпифитных слоевищ лауренции от факторов среды был применен метод дисперсионного анализа однофакторных комплексов. Оказалось, что сила влияния комплекса экологических факторов в бухтах Омега и Песочная на морфоструктуру эпифитной формы лауренции очень велика (90,6 %) и статистически значима ($F_{\phi} = 3,93 > F_{05} = 2,1$) при 5%-ном уровне достоверности. Степень воздействия условий местообитания на габитус литофита была столь же высокой, но статистически недостоверной. Межгрупповая дисперсия ($\sigma_x^2 = 1276,9$) была существенно выше внутригрупповой, что свидетельствовало о достоверности различий средних показателей слоевища в сравниваемых районах.

Выводы. 1. Размерный состав ценопопуляции *Laurencia coronopus* на различных участках Севастопольской бухты варьирует от 2 до 10 классов, а ее весовой состав отличается большим разнообразием и прерывистостью. 2. В соответствии с закономерностями модификационной изменчивости наименьшей частотой встречаемости отличались особи крайних размерно-весовых классов. 3. С увеличением глубины сужается спектр размерных групп и увеличивается его прерывистость, уменьшаются количество весовых классов и средняя масса слоевищ. 4. Ближе к выходу из б. Севастопольской в открытое море возрастает разнообразие размерно-весового состава ценопопуляции лауренции, увеличиваются индивидуальные масса и длина слоевищ. 5. Количественные показатели размерно-весовой структуры эпифитной формы лауренции, как правило, выше, чем у литофитной. Обе формы сходны лимитами вариации массы слоевищ и набором доминирующих весовых классов. 6. Широта размерно-весового состава ценопопуляции *L. coronopus* и разнообразие группы доминирующих классов в 2001 г., по сравнению с 1980 г.,

свидетельствует об увеличении степени неоднородности условий обитания в бухтах Персочная и Омега, связанной с ростом антропогенного воздействия. 7. Корреляционная связь изменений длины и массы слоевища *L. coronopus* относится к положительной и прямой, а сила влияния условий среды на габитус эпифитной формы лауренции – к очень высокой и статистически достоверной. 8. Оптимальными для вегетации *L. coronopus* являются верхний 3 – 5-метровый слой воды и открытые участки Севастопольской бухты.

1. Евстигнеева И.К. Количественная характеристика структуры ценопопуляций лауренций в Севастопольской бухте // Тез. докл. III Всес. совещ. по морск. альгологии – макрофитобентосу. – Севастополь, 1979. – С. 47 – 49.
2. Евстигнеева И.К. Структура цистозирово- и зостеро- лауренциевых фитоценозов в некоторых районах крымского побережья Черного моря // Экология моря. – 1983. – Вып.12. – С. 35 – 41.
3. Заугольнова Л.Б. Жизненные формы и популяционное поведение многолетних травянистых растений // Экология популяций. – М.: Наука, 1991. – 239 с.
4. Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: Высшая школа, 1973. – 343 с.
5. Хайлов К.М., Парчевский В.П. Иерархическая регуляция структуры и функции морских растений. – Киев: Наук. думка, 1983. – 256 с.
6. Шмидт В.М. Математические методы в ботанике. – Л.: Изд - во Ленингр. ун - та, 1984. – 288 с.

Институт биологии южных морей НАН Украины,
г. Севастополь

Получено 11. 04. 2002

I. K. EVSTIGNEEVA

POPULATION INVESTIGATIONS OF RED ALGA *LAURENCIA CORONOPUS* J. AG. IN THE BLACK SEA

Summary

A dynamics of dimensional-weight structure of cenopopulations of the red alga, *Laurencia coronopus* J. Ag. have been studied in the Sevastopol Bay. A reaction norm of the length and mass of a thallus has been determined. The variety of dimensional-weight structure of cenopopulations, the mass and dimensions of algae are increased in the open parts of the Bay. The dimensional spectrum is became narrower and its intermittence is increased, a medium mass of a thallus and the number of weight classes are decreased accordingly to the increase of the depth. Morphological parameters of a thallus and a number of dimensional-weight classes of laurencia's epiphytic form are higher than those in the lithophytic form.