

2. Калугина-Гутник А. А., Лачко О. А. Состав, распределение и запасы водорослей Черного моря в районе Филлофорного поля // Распределение бентоса и биология донных животных в южных морях. — Киев : Наук. думка, 1966. — С. 112—131.
3. Калугина-Гутник А. А., Евстигнеева И. К. Многолетняя динамика видового состава и структуры донных фитоценозов Филлофорного поля Зернова // Экология моря. — 1993. — Вып. 44. — С. 90—97.
4. Каминер К. М. Промысловый фитобентос северо-западной части Черного моря в условиях новой экологической ситуации // V съезд Всесоюз. гидробиол. о-ва, Тольятти, 15—19 сент. 1986 г. — Куйбышев : Ин-т экологии Волж. бассейна, 1986. — Ч. 1. — С. 89—90.
5. Пархоменко А. В., Ковальчук Ю. Л. Исследование гидрохимического режима Филлофорного поля Зернова в июле — августе 1986 и 1989 гг. // Экология моря. — 1993. — Вып. 43. — С. 69—75.
6. Ценопопуляции растений. Развитие и взаимоотношения. — М. : Наука, 1977. — 134 с.

Ин-т биологии юж. морей
им. А. О. Ковалевского
АН Украины, Севастополь

Получено 24.03.92

A. A. KALUGINA-GUTNIK, I. K. EVSTIGNEEVA

SPATIAL STRUCTURE OF PHYLLOFLORA NERVOSA CENOPOPULATION ON ZERNOV'S PHYLLOPHORIC FIELD IN SUMMER OF 1989

Summary

Spatial characteristics of the size-weight composition of specimens in the *Phylloflora nervosa* cenopopulation is given on the basis of data collected at the stations of three sections in the region of Zernov's Phyllophoric field. It is established that the largest (in height and mass) thalloms are typical of the marginal areas of the field, while the smallest ones — for the central region with constant gathering of phylloflora. Cenopopulation of this species in the south-western part of the field is on the verge of extinction.

УДК 582.26/27:574.55 (262.5)

А. А. КАЛУГИНА-ГУТНИК, И. К. ЕВСТИГНЕЕВА

МОРФОБИОЛОГИЧЕСКАЯ И ПРОДУКЦИОННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СЛОЕВИЩ *PHYLLOPHORA NERVOSA* И *PH. BRODIAEI* НА ФИЛЛОФОРНОМ ПОЛЕ ЗЕРНОВА В 1986 И 1989 гг.

Для различных участков Филлофорного поля Зернова и Каркинитского залива дается количественная характеристика структурных элементов слоевища и продукции филлофоры ребристой и филлофоры Броди по материалам, собранным летом 1986 и 1989 гг. Показана детерминированность изменений размеров старых и молодых сегментов, а также прироста массы у видов филлофоры пространственной неоднородностью распределения ряда важных факторов среды. Приводятся результаты сравнительного анализа морфометрических параметров и продукции слоевищ филлофоры ребристой, обитающей в северо-западной части Черного и на банках Эгейского морей.

Морфометрическая структура и прирост массы слоевища у *Phyllophora nervosa* (DC.) Grev. по акватории Филлофорного поля Зернова изучены недостаточно [1, 4], причем подобные сведения о *Ph. brodiaei* (Turn.) J. Ag. отсутствуют. Вместе с тем эти данные имеют большое значение для определения состояния популяции вида в различных условиях обитания. В связи с этим целью наших исследований был сравнительный количественный анализ отдельных элементов и прироста массы слоевищ у 2 видов филлофоры на различных участках Филлофорного поля.

Материал и методика. Работа выполнена в июле — августе 1986 и 1989 гг. в 103-м и 115-м рейсах нис «Академик А. Ковалевский» на 75 стан-

© А. А. Калугина-Гутник, И. К. Евстигнеева; 1993

циях и трех стандартных разрезах на Филлофорном поле Зернова (рис. 1). I разрез располагался в северной части поля по направлению с востока на запад, II разрез проходил по центру поля с севера на юг и III разрез охватывал юго-западную часть поля между его центральным участком и западной оконечностью.

Для сравнения структуры слоевища и прироста массы у *Ph. pervosa* были использованы материалы, полученные нами летом 1986 г. в Каркинитском заливе Черного и на банках Эгейского морей.

При анализе структуры слоевища водоросли учитывали его общую высоту и массу, количество сегментов (*Ph. pervosa*) и ярусов (у *Ph. brodiaei*) по оси, характеризующих возраст растения, а также длину, ширину и общую массу молодых сегментов. По отношению массы молодых сегментов к массе слоевища определяли прирост массы, или продукцию, образованную за текущий год. Относительный прирост массы зависит не только от размеров и количества молодых сегментов, но и от общей массы слоевища. Естественно, чем крупнее растение, тем меньше удельный вес его молодых сегментов, выросших за текущий год. Поэтому для достоверности результатов анализировали растения, сходные по высоте и массе. Выборка слоевищ на каждой станции у *Ph. pervosa* составляла 6—8 экз., представленных только взрослыми особями, у *Ph. brodiaei* — 18—35 растений, относящихся к разным возрастным группам. У *Ph. pervosa* проанализировано 488 слоевищ, у *Ph. brodiaei* — 660.

Результаты и обсуждение. *Ph. pervosa*. На I разрезе в июле 1986 г. средняя длина старых сегментов на слоевище *Ph. pervosa* изменялась от $9,0 \pm 0,7$ до $17,6 \pm 1,7$ мм (табл. 1). Наибольшая длина старых сегментов была отмечена в восточной части I разреза (ст. 34), что свидетельствовало о наличии здесь благоприятных условий для роста филлофоры. Отмечено снижение этого параметра по направлению к западу: на окраине поля (ст. 49) длина старых сегментов уменьшилась в 2 раза. Аналогично изменялась и средняя ширина сегментов, пределы колебания которой на ст. 34 составили $4,0 \pm 0,5$ мм, на ст. 50 — $2,4 \pm 0,2$. Особенно наглядно проявилась пространственная неоднородность длины и общей массы молодых сегментов. От восточной окраины поля к западной первая величина уменьшилась в 2,5 раза, вторая — почти в 30. Средний прирост массы молодых сегментов составил соответственно $24,2 \pm 8,4$ и $1,6 \pm 0,2$ % общей массы слоевища. Довольно высокая величина продукции слоевища ($22,2 \pm 15,1$ %) наблюдалась и на ст. 44, где на поднятии дна (глубина 22 м) располагался промысловый пласт этого вида филлофоры. Изменения морфометрической структуры слоевища и его продукции объясняются пространственной неоднородностью распределения отдельных элементов гидрологических и гидрохимических составляющих среды в исследованной части поля. Так, на станциях I разреза в направлении с востока на запад прозрачность, соленость и температура воды постепенно снижались, зона фотосинтеза поднималась в верхние горизонты, в результате чего водоросли, произрастающие в западной половине разреза, оказались в экстремальных условиях.

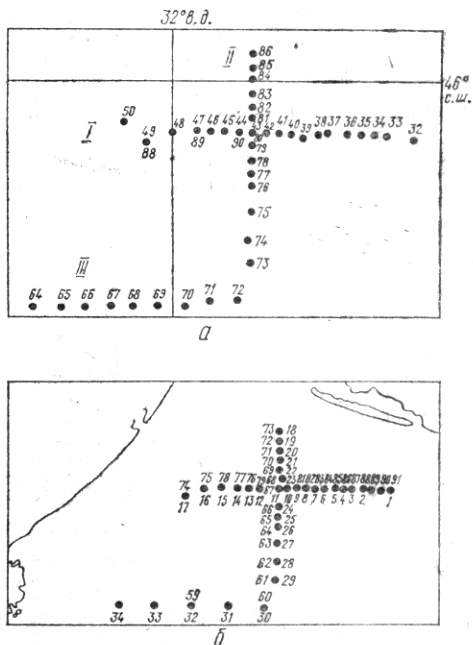


Рис. 1. Расположение станций на Филлофорном поле Зернова в 1986 и 1989 гг.:

а — 1986 г.: ст. 33—50 выполнены 01—04.08 и ст. 64—93 — 28.08—03.09; б — 1989 г.: ст. 1—34 выполнены 01—07.07 и ст. 59—91 — 05—13.08; I—III — разрезы

На станциях II разреза пространственная неоднородность распределения размеров и массы слоевищ у *Ph. pervosa* была выражена несколько слабее, чем на I разрезе. Средние величины длины и ширины старых сегментов здесь сравнительно высокие и изменялись от северной точки разреза до южной в пределах 14—12 и 4—3 мм соответственно (табл. 1, II разрез). Отмечены различия размеров и массы молодых сегментов, которые были наибольшие в северной половине разреза, где располагался промысловый пласт филлофоры. Здесь на глубине 18—22 м средняя длина молодых сегментов достигала значений, почти равных таковым старых сегментов, что, естественно, отражалось на продукции слоевища, достигшей своего макси-

Таблица 1. Морфологическая характеристика и продукция слоевища *Ph. pervosa* в Каркинитском заливе и на Филлофорном поле Зернова в июле 1986 г.

Разрез	Станция	Глубина, м	Старые сегменты			Молодые сегменты		Продукция, %
			Длина, мм	Ширина, мм	Общая масса, г	Длина, мм	Общая масса, г	
Каркинитский залив								
	1	10	10,2±0,6	3,2±0,4	16,3±9,2	8,1±0,5	1,8±0,7	11,6
	4	5	7,0±0,5	2,9±0,3	5,9±1,2	6,6±0,5	0,4±0,2	8,0
	20	15	14,1±0,7	3,8±0,4	5,8±2,4	12,8±1,1	1,8±2,1	16,3
Филлофорное поле Зернова								
I	34	26	17,6±1,7	4,0±0,5		8,6±0,8	0,9±0,2	24,2
	36	25	12,7±0,6	3,7±0,3	3,4±2,4	7,9±0,5	0,7±0,6	18,2
	38	23	13,9±1,2	3,6±0,3	2,2±0,7	5,7±0,6	0,3±0,2	12,0
	40	23	11,8±0,3	2,8±0,2	3,7±1,3	2,9±0,3	0,1±0,1	3,4
	42	24	9,8±0,8	3,1±0,5	2,1±1,7	5,0±0,5	0,2±0,1	8,2
	44	22	10,8±0,7	3,0±0,3	2,8±2,0	7,6±0,6	0,5±0,4	22,2
	46	30	9,0±0,8	2,5±0,2	1,8±1,2	3,9±0,4	0,1±0,1	8,6
	49	21	9,0±0,7	2,7±0,2	0,7±0,5	3,4±0,5	0,03±0,05	5,5
	50	33	9,2±1,0	2,4±0,2	1,6±0,2	3,3±0,7	—	1,6
II	86	18	14,0±3,2	3,8±0,4	2,0±1,3	12,0±1,0	1,4±1,0	40,4
	84	22	14,2±1,2	4,0±0,4	1,2±0,6	9,2±1,1	0,5±0,2	27,4
	82	20	14,0±1,2	4,5±0,4	1,9±0,6	11,1±0,6	0,6±0,4	25,0
	80	27	13,8±4,7	4,0±0,3	1,5±0,9	11,2±0,9	0,4±0,1	25,4
	78	40	12,6±1,3	4,2±0,4	1,0±0,5	3,4±0,7	0,01±0,004	1,4
	76	44	10,7±0,9	2,9±0,2	1,4±0,3	3,2±0,8	0,03±0,01	3,8
	75	40	12,5±1,2	3,1±0,2	1,1±0,5	—	—	—
	74	46	12,2±1,1	3,6±0,3	1,1±0,7	—	—	—
	73	47	14,7±1,2	3,2±0,2	2,3±1,0	1,4±0,2	0,01±0,002	0,3
III	72	52	6,7±1,0	1,8±0,2	0,2±0,03	2,2±0,5	0,006	3,2
	70	48	6,1±0,6	1,5±0,2	0,2±0,1	3,1±0,5	0,009	5,2
	66	38	8,6±0,9	2,2±0,2	0,5±0,2	3,8±1,1	0,006	1,0
	64	37	9,2±0,5	2,0±0,2	0,7±0,1	4,8±0,9	0,01	1,3

мум (25—40 % массы слоевища). На станциях южной части II разреза, располагающихся на глубине 40—47 м, продукция филлофоры резко падала.

На станциях III разреза на слоевищах филлофоры ребристой средняя длина старых сегментов составила всего 6—9 мм, ширина — 1,5—2,0 мм, длина молодых сегментов изменялась в пределах 2,2—4,8 мм, продукция — от 1 до 2 % массы слоевища. Эти данные свидетельствуют о том, что на станциях III разреза популяция *Ph. pervosa* произрастала в крайне неблагоприятных экологических условиях.

В целом проведенные исследования показали, что изученные морфометрические параметры слоевища и его продукция у *Ph. pervosa* имели тенденцию понижения на I разрезе от восточной точки до западной и на II разрезе — от северной точки до южной. На станциях III разреза популяция филлофоры всюду находится в угнетенном состоянии (рис. 2).

Для сравнительной оценки уровня морфометрических параметров и продукции слоевища у Филлофоры поля Зернова аналогичные исследования нами были проведены в июле 1986 г. в Каркинитском заливе Черного и на банках Эгейского морей.

За Бакальской косой Каркинитского залива филлофора представлена *Ph. pervosa* subf. *sphaerica* Kalug., для слоевища которой характерны небольшие размеры сегментов. Из табл. 1 (ст. 1 и 4) видно, что средние длина и ширина старых сегментов составляли $7,0 \pm 0,7$ и $2,9 \pm 0,3$ мм, что несколько ниже, чем в 60-е годы [2]. Длина молодых сегментов ($6,6 \pm 0,5$ мм) была близкой к таковой старых. Прирост массы слоевища в начале июля был равен $8,0 \pm 2,5$ % массы слоевища, что в 2—4 раза ниже продукции *Ph. pervosa*, произрастающей в восточной и центральной частях Филлофорного поля. Это свидетельствует о наличии здесь неблагоприятных условий для роста водорослей. В связи с этим следует отметить, что акватория Каркинитского залива в последние 10—15 лет стала интенсивно загрязняться водами, поступающими с рисовых чеков, которые повышают эвтрофность и снижают прозрачность прибрежных вод. Сильный экологический пресс в зоне произрастания филлофоры создает также интенсивная заготовка песка в районе Бакальской косы [5].

В районе мыса Каменного Каркинитского залива располагается «малое» поле филлофоры, образованное *Ph. pervosa* subf. *latifolia* Kalug. В начале июля 1986 г. на слоевищах филлофоры длина старых сегментов составляла $14,1 \pm 0,7$ мм, молодых — $12,8 \pm 1,1$ мм, прирост массы был равен $16,3 \pm 6,7$ % массы слоевища (табл. 1, ст. 20). По морфометрическим параметрам особи *Ph. pervosa* subf. *latifolia* Каркинитского залива были несколько крупнее таковых одноименной формы Филлофорного поля, в то время как по приросту массы они значительно уступали последней. Как отмечалось ранее [3], заросли филлофоры в районе мыса Каменного находятся на грани полного исчезновения, чему способствуют изменяющиеся экологические условия под воздействием постоянного изъятия со дна песка и попадающих в залив береговых стоков, богатых биогенными веществами и пестицидами.

В Эгейском море морфометрическая структура слоевищ филлофоры была изучена на банках Джонстон, Стокс и Брукер на глубине 60—115 м, где *Ph. pervosa* представлена тремя формами: *latifolia*, *intermedia* Kalug. и *papa* Kalug. На исследованных банках прозрачность воды почти на порядок выше, чем на Филлофорном поле, поэтому солнечные лучи проникают на большие глубины, способствуя произрастанию на них богатой донной растительности. Для сравнения наибольший интерес представляет *Ph. pervosa* f. *latifolia*, произрастающая на банке Стокс. На глубине 80 м средние длина и ширина старых сегментов на слоевище здесь достигают $18,8 \pm 1,8$ и $5,6 \pm 0,8$ мм с максимумом 40 и 8 мм соответственно, что значительно выше, чем у этой же формы филлофоры из северной и восточной частей Филлофорного поля. Прирост массы слоевища, равный $27,9 \pm 11,0$ %, находится в пределах величин, полученных на поле Зернова. На глубине 92 м морфометрические показатели слоевища несколько ниже,

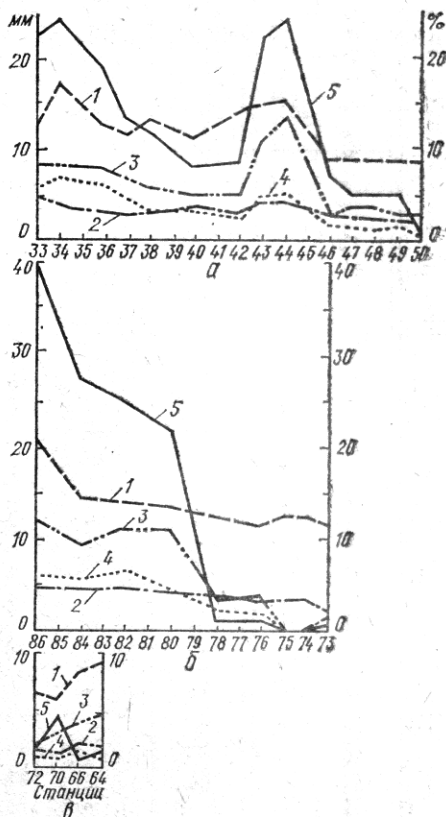


Рис. 2. Изменение длины (1, мм) и ширины (2, мм) старых сегментов, длины (3, мм) и ширины (4, мм) молодых сегментов и продукции (5, %) слоевища *Ph. pervosa* на станциях I—III (а — в) разрезов Филлофорного поля Зернова в 1986 г. Здесь и на рис. 3—6:

E, W, N, S — стороны света

Таблица 2. Морфометрическая характеристика и продукция слоевища *Ph. nervosa* на банках Эгейского моря в июле 1986 г.

Банка	Форма	Глубина, м	Старые сегменты			Молодые сегменты			Продукция, %
			Длина, мм	Ширина, мм	Общая масса, г	Длина, мм	Ширина, мм	Общая масса, г	
Джон-стон	Напа	60	12,4±1,9	2,3±0,2	0,36±0,20	7,4±1,8	2,3±0,2	0,07±0,03	14,4
	Inter-media	60	16,1±3,4	4,2±1,2	0,25±0,08	10,7±3,8	4,2±1,2	0,07±0,07	26,3
Сток	Lati-folia	80	18,8±1,8	5,6±0,8	0,36±0,10	20,6±4,7	5,6±0,8	0,12±0,08	27,9
Бру-кер	То же	92	12,9±1,1	4,0±0,3	0,26±0,10	14,4±2,1	4,0±0,3	0,03±0,03	10,3
	Напа	115	10,9±0,8	3,4±0,3	0,12±0,05	9,8±1,4	—	0,04±0,02	23,1

Таблица 3. Морфометрическая характеристика и продукция слоевища *Ph. nervosa* на Филлофорном поле Зернова в июле 1989 г.

Разрез	Станция	Глубина, м	Старые сегменты			Молодые сегменты		Продукция, %
			Длина, мм	Ширина, мм	Общая масса, г	Длина, мм	Общая масса, г	
01—07.07								
I	3	25	—	—	0,8±0,9	3,5±0,8	0,04±0,02	8,3
	5	25	—	—	0,7±0,04	5,4±0,6	0,04±0,02	6,5
	7	22	—	—	1,0±0,37	4,1±0,7	0,02±0,01	1,6
	9	24	—	—	1,2±0,71	3,0±0,7	0,02±0,004	1,7
	11	24	—	—	1,1±1,00	4,1±1,8	0,01±0,01	4,6
	13	30	—	—	1,1±0,29	3,6±0,4	0,02±0,004	1,5
	15	26	—	—	0,7±0,35	4,0±0,8	0,03±0,04	3,7
II	17	33	—	—	1,6±0,34	2,8±0,5	0,03±0,00	2,0
	19	21	—	—	2,9±1,61	5,8±0,6	0,57±0,46	17,1
	21	21	—	—	0,7±0,39	7,2±1,2	0,07±0,03	9,6
	23	24	—	—	1,3±0,78	5,5±1,1	0,04±0,03	3,4
	25	42	—	—	1,5±0,43	6,3±1,4	0,04±0,08	2,1
	27	40	—	—	0,8±0,30	1,8±0,8	0,001±0,0005	0,2
	29	47	—	—	0,7±0,30	3,6±0,5	0,03±0,02	8,8
III	33	38	—	—	0,8±0,29	3,7±0,6	0,01±0,009	1,6
	34	37	—	—	0,6±1,41	3,7±1,6	0,01±0,001	2,1
05—13.08								
I	88	26	15,6±3,2	5,2±2,1	1,37±0,3	10,0±8,8	0,11±0,04	7,8
	87	25	12,8±1,0	4,0±0,4	1,29±0,4	12,9±2,0	0,20±0,17	15,0
	86	25	13,9±1,4	4,4±0,5	1,30±0,4	11,5±1,2	0,26±0,10	17,4
	85	25	15,8±1,2	4,4±0,4	1,20±0,4	10,8±1,4	0,19±0,16	13,3
	84	23	15,8±1,2	4,5±0,3	1,30±0,4	16,2±1,3	0,45±0,20	23,6
	83	21	13,4±1,0	4,2±0,3	1,36±0,5	12,0±0,9	0,26±0,06	16,1
	82	23	13,7±1,2	4,3±0,3	1,67±0,3	9,7±0,8	0,18±0,08	10,3
	81	23	12,2±1,0	3,6±0,3	1,69±0,7	9,2±0,8	0,16±0,10	9,8
	80	24	14,2±0,3	4,4±0,4	1,38±0,8	11,3±1,2	0,21±0,12	13,8
	79	23	14,5±1,3	3,9±0,4	1,28±0,4	7,0±5,5	0,06±0,05	4,5
	78	30	13,1±0,8	3,2±0,2	1,40±0,5	8,5±1,0	0,12±0,06	10,1
	77	33	13,4±1,0	4,1±0,5	0,96±0,2	7,5±1,0	0,07±0,03	6,9
	76	24	13,0±1,0	3,3±0,4	0,65±0,2	4,8±0,6	0,04±0,004	6,9
	75	24	13,8±0,8	3,1±0,2	1,0±0,4	3,3±0,3	0,02±0,02	3,0
	74	31	14,4±1,2	3,3±0,4	1,1±0,2	3,7±0,9	0,01±0,01	0,9
II	73	17	13,9±1,0	4,2±0,3	2,4±0,8	11,0±0,9	0,30±0,13	12,3
	72	22	13,5±0,9	3,7±0,3	1,0±0,19	9,3±0,7	0,27±0,14	21,0
	71	21	12,8±0,9	3,6±0,3	1,5±0,41	8,0±0,9	0,16±0,04	10,5
	70	20	13,6±0,8	3,9±0,3	1,3±0,5	6,3±0,7	0,14±0,19	8,2
	69	20	13,1±0,8	4,1±0,3	1,3±0,6	6,2±0,7	0,09±0,03	6,6
	68	19	13,1±1,1	4,0±0,4	1,2±0,3	7,6±1,5	0,05±0,03	4,2
	67	23	12,3±1,2	3,7±0,3	1,0±1,1	5,5±1,1	0,03±0,02	5,5
	66	38	14,1±1,1	3,7±0,4	1,1±0,9	6,0±1,8	0,02±0,02	1,7
III	65	40	14,7±1,3	3,1±0,3	0,7±0,22	2,4±0,4	0,002±0,001	0,2
	64	42	14,5±1,9	3,2±0,2	1,9±1,50	3,0±0,6	0,01±0,02	0,3
	62	48	14,6±1,4	3,0±0,3	0,6±0,27	1,1±0,2	0,001±0,00	0,2
	61	48	17,3±1,6	3,2±0,4	0,8±0,58	1,6±0,1	0,002±0,001	0,2

чем на глубине 60 м (табл. 2). У *Ph. nervosa* f. *intermedia* банки Джонстон продукция так же, как и размеры сегментов, оказалась в 2 раза выше, чем у этой же формы филлофоры из Филлофорного поля. То же отмечено и для *Ph. nervosa* f. *papa*.

Таким образом, сравнительный анализ полученных данных к началу июля 1986 г. показал, что по размерам отдельных элементов слоевищ и их продукции филлофора, произрастающая на Филлофорном поле и в Каркинтском заливе, находится в гораздо худшем состоянии, чем на банках Эгейского моря.

Летом 1989 г. на Филлофорном поле в июле и августе с интервалом в месяц был проведен морфометрический анализ слоевищ *Ph. nervosa*.

На I разрезе в июле длина молодых сегментов на слоевище филлофоры варьировала от $5,4 \pm 0,6$ мм у восточной до $2,8 \pm 0,5$ мм у западной оконечности разреза (табл. 3). Продукция водоросли изменялась соответственно от $8,3 \pm 10,3$ до $1,5 \pm 0,5$ % массы слоевища. Эти данные соответствуют значениям, полученным на этих же точках разреза в июле 1986 г. В августе молодые сегменты заметно подросли и их средняя длина варьировала от 11—16 мм (ст. 87—84) в восточной части разреза до 3—4 мм (ст. 75, 74) в западной. Средние длина и ширина старых сегментов были несколько выше, чем в июле 1986 г., которые в среднем изменялись в пределах 12,8—15,8 и 3,1—5,2 мм соответственно. Обращают на себя внимание величины прироста массы слоевищ, которые всего за месяц увеличились довольно значительно. В июле средняя величина продукции филлофоры составила $8,3 \pm 10,3$ %, в то время как в августе она возросла в 3 раза и достигла 23,6 % массы слоевища (табл. 3, ст. 84). В целом по всему I разрезу средняя продукция составила в июле 3,7 и в августе 10,6 % массы слоевища, увеличившись за месяц на 7 %. Эти данные указывают на то, что с начала июля до начала августа филлофора растет очень интенсивно. Как и в 1986 г., в восточной половине разреза прирост массы слоевища был в 2—3 раза выше, чем в западной, где на ст. 74 (табл. 3) в августе филлофора находилась в более угнетенном состоянии, чем в июле на ст. 17.

На станциях II разреза в июле средняя длина молодых сегментов варьировала от $1,8 \pm 0,8$ (ст. 27) до $7,2 \pm 1,2$ мм (ст. 21) и так же, как и в 1986 г., наибольшей величины достигала у особей, произраставших в северной части разреза (табл. 1, II разрез). Однако в 1989 г. размеры молодых сегментов были намного ниже, чем 3 года назад. Если в 1986 г. средняя длина молодых сегментов в целом по II разрезу достигала 7,3 мм, то в 1989 г. она снизилась до 5,6 мм. Замедление роста сегментов, естественно, отразилось на продукции всего слоевища, величина которой в июле 1989 г. изменялась от 0,2 до 17,1 % массы слоевища. В среднем по II разрезу продукция *Ph. nervosa* в июле 1986 г. достигала 17,7 %, в июле 1989 г. была ниже в 3 раза (5,6 % массы слоевища).

На станциях III разреза в июле 1986 г. слоевища *Ph. nervosa* в пробах встречались редко. Средняя длина старых сегментов составляла 6,1—9,2 мм (табл. 1, ст. 64—72). Сегменты были узкими, шириной 1,5—2,2 мм, хотя популяция состояла из широколистной формы (f. *latifolia*). Молодые сегменты на слоевищах встречались очень редко, их средняя длина варьиро-

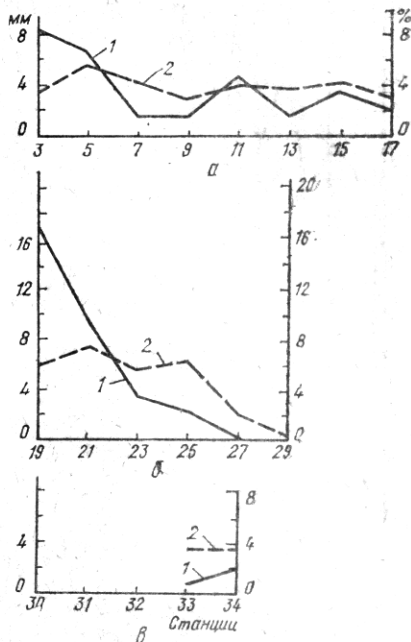


Рис. 3. Изменение продукции (1, %) и длины молодых сегментов (2, мм) слоевища *Ph. nervosa* на Филлофорном поле Зернова на I—III разрезах (а — в) 01—07.07.1989 г.

розала от 2,2 до 4,8 мм, прирост массы по разрезу составил 2,6 % массы слоевища. В июле 1989 г. продукцию вида на III разрезе смогли определить только на ст. 33 и 34, где она была почти в 2 раза ниже, чем в этот же период 1986 г.

В целом в июле 1989 г., как и в июле 1986 г., средняя длина молодых сегментов и прирост массы слоевища закономерно снижались на I разрезе от восточной точки до западной, на II разрезе — от северной точки до южной, на III разрезе эти величины достигали наименьших значений (рис. 3, а — в). В августе общая тенденция распределения величин отдельных структурных элементов

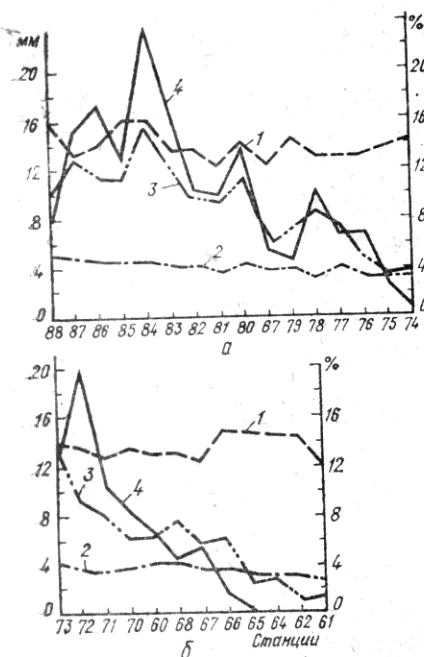


Рис. 4. Изменение длины (1, мм) и ширины (2, мм) старых, длины молодых (3, мм) сегментов и продукции (4, %) слоевищ *Ph. pervosa* на I и II разрезах (а, б) на Филлофорном поле Зернова 05—13.08.1989 г.

здесь преобладают ветры западных направлений. При ветрах восточных направлений прозрачность воды возрастает, и, видимо, в эти немногие благоприятные дни создаются условия для роста филлофоры. К этому следует добавить, что *Ph. pervosa*, благодаря особому строению кутикулы [2], обладает способностью длительное время переносить неблагоприятные условия. Это свойство, выработанное в процессе эволюции у черноморской популяции *Ph. pervosa*, дает возможность ей все еще сохраняться в довольно экстремальных для нее экологических условиях, которые на поле Зернова сформировались в 70-е годы и продолжают прогрессировать, вызывая неуклонное сокращение запасов филлофоры.

***Ph. brodiaei*.** Морфометрический анализ слоевища и определение продукции у *Ph. brodiaei* на Филлофорном поле проведены в июле и августе 1989 г. (табл. 4). Старые сегменты нами не исследовались, поскольку после завершения роста они быстро трансформировались в узкие пластины с разрушенными краями. Приводимые в работе измерения рассчитаны для особей всех возрастных состояний, слагающих популяцию. Ответственными за формирование продукции объемами являются молодые сегменты, у которых определяли длину и общую массу.

Из табл. 4 видно, что на станциях I разреза в июле средняя длина молодых сегментов у *Ph. brodiaei* изменяется от $16,9 \pm 21,0$ (ст. 6) до

отдельных структурных элементов слоевищ и их продукции сохранилась (рис. 4, а, б) и повторила кривые, отмеченные в июле 1986 и 1989 гг. Наибольшая величина продукции приходилась на восточный, северный и центральный участки поля.

Таким образом, на акватории Филлофорного поля количественная структура слоевища *Ph. pervosa* характеризовалась пространственной неоднородностью. На формирование структуры слоевища и его продукцию в целом огромное влияние оказывал комплекс экологических факторов в зоне произрастания водорослей. Как показано гидрологическими исследованиями [6], отрицательное влияние на жизнедеятельность филлофоры оказывали дунайские воды, которые не только опресняют западную часть Черного моря, но и приносят большое количество взвешенных веществ. Последнее значительно понижает прозрачность воды, задерживает проникновение до дна солнечных лучей, способствует заилению грунтов и появлению гипоксии. Судя по данным, полученным о морфометрии слоевища и его продукции, влияние дунайских вод на жизнедеятельность филлофоры сказывается до середины поля Зернова и, вероятно, потому, что

Таблица 4. Длина и масса молодых сегментов и продукция слоевища *Ph. brodiaei* в июле и августе 1989 г.

Разрез	Станция	Масса слоевища, г			Длина, мм			Масса, г			Продукция, %		
		$\bar{x}$	S	V	$\bar{x}$	S	V	$\bar{x}$	S	V	$\bar{x}$	S	V
1—7 июля													
I	6	0,56	0,74	238,4	16,9	2,17	32,4	0,16	0,17	193,4	53,3	16,9	57,3
	7	0,24	0,14	101,2	18,1	2,70	38,1	0,10	0,05	84,8	63,0	16,9	46,5
	8	0,14	0,06	77,8	17,6	2,63	44,2	0,06	0,02	60,9	64,6	15,2	44,3
	12	0,44	0,22	94,0	17,1	2,14	40,2	0,20	0,09	84,9	57,3	16,3	53,4
	13	0,60	0,29	60,0	24,1	2,26	37,4	0,23	0,10	103,5	56,8	10,9	56,8
	15	0,38	0,26	103,0	56,4	8,64	26,5	0,31	0,22	106,8	80,8	7,6	14,0
II	17	0,48	0,26	104,8	33,1	4,50	45,6	0,16	0,17	200,3	38,6	14,9	74,9
	18	0,15	0,12	94,5	15,0	3,20	41,5	0,04	0,03	74,0	57,3	33,3	69,0
	24	0,17	0,07	88,9	29,4	4,50	46,2	0,07	0,02	81,8	57,3	14,6	54,5
	25	0,08	0,04	64,6	37,7	11,8	37,6	0,05	0,02	55,3	77,8	22,1	143,0
	26	0,21	0,08	86,2	27,7	4,80	61,3	0,10	0,04	93,3	65,4	13,2	46,9
	27	0,99	0,34	135,8	21,3	5,60	66,7	0,05	0,03	94,7	41,0	18,4	77,6
III	28	0,49	0,10	79,8	20,9	4,15	58,8	0,18	0,09	81,4	39,3	17,8	82,2
	30	0,09	0,07	123,1	18,0	4,20	27,7	0,05	0,06	202,0	57,7	23,5	64,2
	31	0,02	0,02	46,8	9,8	7,59	83,1	0,01	0,01	61,2	32,4	9,5	18,5
	32	0,59	0,27	112,2	25,4	3,47	56,8	0,17	0,14	206,9	42,6	14,2	82,5
	33	0,27	0,13	69,9	22,6	5,60	62,3	0,05	0,02	61,0	28,5	1,5	76,8
	34	0,27	0,22	114,3	18,9	4,13	46,8	0,03	0,01	64,1	36,0	26,9	104,5
5—13 августа													
I	82	0,22	0,14	84,3	15,8	4,00	51,3	0,11	0,06	82,0	53,7	18,3	59,1
	80	0,49	0,30	117,8	17,8	12,1	33,5	0,18	0,06	65,7	60,7	14,8	49,0
	79	0,60	0,20	85,7	15,4	12,5	39,9	0,18	0,07	86,9	47,4	15,0	65,6
	78	0,52	0,02	95,9	22,3	2,0	28,1	0,16	0,05	66,3	44,0	13,7	68,3
	77	0,35	0,17	114,3	19,6	2,5	40,0	0,10	0,03	56,5	49,7	15,3	72,8
	76	0,28	0,14	112,6	21,4	2,0	28,4	0,13	0,06	96,4	66,5	12,3	40,7
	75	0,21	0,08	88,7	17,4	3,1	52,3	0,08	0,04	104,9	60,3	16,0	59,7
	74	0,24	0,08	89,3	24,0	4,2	67,2	0,06	0,02	81,7	44,1	12,3	77,7
	73	0,35	0,20	125,8	19,8	3,0	43,1	0,22	0,15	94,2	68,0	16,1	49,1
II	72	0,60	0,50	145,2	15,2	2,3	45,4	0,07	0,04	98,8	43,1	23,4	98,1
	70	0,20	0,08	56,8	9,6	1,0	26,8	0,03	0,02	72,2	16,0	4,7	41,5
	68	0,29	0,20	118,0	19,3	1,9	24,4	0,09	0,02	44,9	58,2	19,3	57,3
	67	0,36	0,25	133,1	23,3	2,6	34,6	0,14	0,09	120,6	67,9	16,5	47,4
	66	0,16	0,06	91,1	31,3	3,3	25,6	0,09	0,03	83,1	74,3	11,8	35,9
	65	0,20	0,06	82,5	35,7	2,9	27,3	0,10	0,03	66,2	68,9	51,1	36,2
	64	0,15	0,04	61,6	32,8	4,1	35,6	0,07	0,01	41,5	63,5	13,8	47,5
	62	0,22	0,11	88,3	16,2	5,4	74,8	0,04	0,02	94,7	33,1	20,3	101,2
	61	0,22	0,12	97,7	13,5	7,6	108,8	0,02	0,20	137,9	20,5	17,5	110,8
III	59	0,33	0,16	137,8	18,7	1,7	36,0	0,03	0,01	80,2	32,2	11,4	101,6

Примечание. $\bar{x}$ — средняя; S — доверительный интервал; V — коэффициент вариации.

$56,4 \pm 8,6$ мм (ст. 15), общая масса на слоевище — от $0,06 \pm 0,02$ до $0,31 \pm 0,20$ г. Максимальная длина молодых сегментов (92,0 мм) отмечена на ст. 15. *Ph. brodiaei* по сравнению с *Ph. pervosa* отличается более интенсивным ростом слоевища. Если у *Ph. pervosa* наибольшая величина молодых сегментов за вегетационный период составила 20—22 мм, то у *Ph. brodiaei* в отдельных случаях она достигала 100 мм и более. Поэтому по продукционным показателям *Ph. brodiaei* стоит гораздо выше, чем *Ph. pervosa*. Так, в июле на станциях I разреза продукция *Ph. brodiaei* за текущий год составила $38,6 \pm 14,9$ — $64,6 \pm 15,2$ % массы слоевища, что в 2—3 раза выше, чем *Ph. pervosa*. Величины длины сегментов и прироста массы слоевища были довольно высокими почти на всех станциях этого разреза с некоторой тенденцией возрастания от восточной точки разреза к западной, кроме ст. 17, где этот вид находился в угнетенном состоянии (рис. 5).

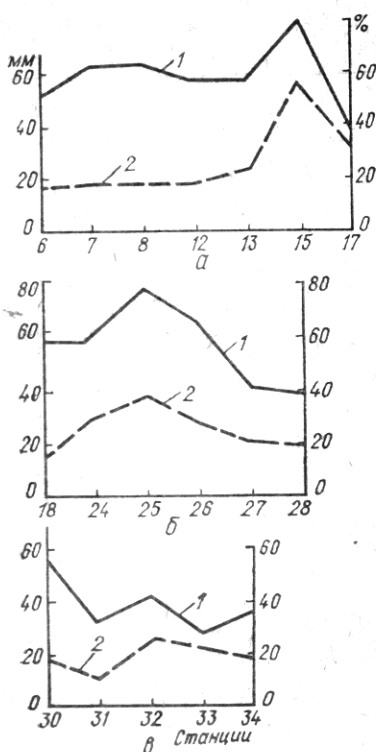


Рис. 5. Изменение продукции (1, %) и длины молодых сегментов (2, мм) слоевищ *Ph. brodiaei* на I—III разрезах (а — в) Филлофорного поля Зернова 01—07.07. 1989 г.

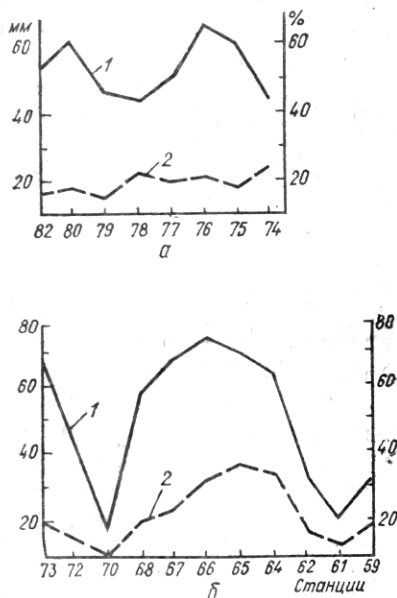


Рис. 6. Изменение продукции (1, %) и длины (2, мм) молодых сегментов слоевищ *Ph. brodiaei* на I и II разрезах (а, б) Филлофорного поля Зернова 05—13.08. 1989 г.

В августе на станциях I разреза средняя длина молодых сегментов была ниже по сравнению с июлем и составила $15,4 \pm \pm 12,5$ — $24,0 \pm 4,2$ мм. В среднем по разрезу в июле длина сегментов была равна 26,1 мм, в августе снизилась до 19,2 мм. Это связано с тем, что часть молодых сегментов к этому времени закончила вегетировать, перешла в более зрелую группу сегментов, на вершине которых начали формироваться органы размножения — нематетии. Прирост массы слоевища в августе оставался высоким ($44,1 \pm 12,3$ — $66,5 \pm \pm 12,3$ %) и мало отличался от такового в июле. Это можно объяснить тем, что, несмотря на переход некоторых молодых сегментов в старшее возрастное состояние, оставшиеся в группе молодых сегменты увеличивались в толщину и образовывали нематетии, за счет чего общий прирост массы слоевища сохранился почти на прежнем уровне. В целом для длины молодых сегментов отмечена тенденция увеличения от восточной части разреза к западной, в то время как продукция наибольших значений достигала на краевых точках разреза (рис. 6, а).

На II разрезе в июле длина молодых сегментов на слоевище *Ph. pervosa* изменялась от $15,0 \pm 3,2$ до $37,7 \pm 4,8$ мм, прирост массы слоевища — от $39,3 \pm 17,8$ до $77,8 \pm 22,1$ % общей массы, т. е. варьировали в тех же почти пределах, что и на станциях I разреза (табл. 4). В августе эти величины изменялись соответственно от $9,6 \pm 1,0$ до $35,7 \pm 2,9$ мм и от $16,0 \pm 4,7$ до $74,3 \pm 11,8$ % и в основном были несколько ниже, чем в июле, что также связано с переходом некоторых молодых сегментов в более старшую возрастную группу. Если в июле в целом по II разрезу средняя длина и продукция достигали 25,3 мм и 56,4 %, то в августе они снизились соответственно до 21,6 мм и 51,3 %. За оба срока наблюдений наиболее высокие количественные показатели отдельных элементов слоевища у *Ph. brodiaei* приходятся на среднюю часть разреза: в июле на ст. 24—26 (рис. 4, б) и в августе на ст. 64—68 (рис. 5, б). На ст. 59—62 водоросль находилась в угнетенном состоянии, поэтому морфометрические составляющие слоевища здесь имели самые низкие значения.

На станциях III разреза в 60-е годы располагались самые обширные и густые заросли *Ph. brodiaei* [1]. В 1986 и 1989 гг. популяция этого вида здесь была в очень угнетенном состоянии. В июле длина молодых сегментов на слоевище варьировала от $9,8 \pm 7,5$ до $25,4 \pm 3,4$ мм и в среднем по разрезу составляла 18,9 мм (табл. 4, III разрез). Это наполовину

меньше величины, полученной для молодых сегментов особей, растущих на станциях I и II разрезов. Прирост массы слоевища изменялся в пределах 28,5—57,7 %, со средним значением по всему разрезу, равным 39,4 %, что также ниже величин, полученных на предыдущих двух разрезах. Наиболее высокой продукцией характеризуется популяция вида, расположенная на ст. 30, в то время как на остальных станциях прирост массы слоевища был ниже почти вдвое.

Выводы. 1. Проведенные исследования показали, что морфометрическая структура и прирост массы слоевища у *Ph. pervosa* и *Ph. brodiaei* на Филлофорном поле Зернова в 1986 и 1989 гг. характеризовались пространственной неоднородностью. Экологический оптимум развития популяции *Ph. pervosa* располагался в восточном, центральном и северном районах поля, популяции *Ph. brodiaei* — в центральном и северо-западном.

2. Выявлена четкая тенденция пространственного изменения морфометрических параметров слоевищ изученных видов филлофоры, которая выражается в том, что у *Ph. pervosa* длина молодых сегментов и прирост массы слоевища постепенно снижаются от восточного к западному и от северного к южному участку поля. У *Ph. brodiaei* эта тенденция проявляется в обратном направлении.

3. Из двух изученных видов филлофоры наиболее интенсивным ростом характеризовалась *Ph. brodiaei*, прирост массы слоевища которой по состоянию на июль — август 1989 г. на отдельных участках поля достигал 70—80 % массы слоевища. *Ph. pervosa* обладала более замедленным ростом, и ее продукция была в 2—4 раза ниже, чем у *Ph. brodiaei*.

4. Сравнительный анализ данных, полученных в разные сроки наблюдений, показал, что у *Ph. pervosa* самый активный рост слоевища наблюдался в период с июля по август, когда прирост массы слоевища возрастал в 1,5—2 раза. Летом 1989 г. длина молодых сегментов и продукция слоевища у этого вида были в 2 раза ниже, чем в эти же сроки в 1986 г. У *Ph. brodiaei* активный рост слоевища происходил до августа, после чего молодые сегменты утолщались и образовывали нематетии.

5. Отмечено большое влияние на состояние структуры слоевищ и их продукцию у видов филлофоры дунайских вод, которые при ветрах западных направлений охватывали большую часть акватории Филлофорного поля, создавая экстремальные условия для произрастания донной растительности.

1. Калугина А. А., Лачко О. А. Состав, распределение и запасы водорослей Черного моря в районе Филлофорного поля Зернова // Распределение бентоса и биология донных животных в южных морях. — Киев : Наук. думка, 1966. — С. 112—131.
2. Калугина-Гутник А. А. Фитобентос Черного моря. — Киев : Наук. думка, 1975. — 247 с.
3. Калугина-Гутник А. А., Евстигнеева И. К. Изменение видового состава и количественного распределения фитобентоса в Каркинитском заливе за период 1964—1986 гг. // Экология моря. — 1993. — Вып. 43. — С. 98—105.
4. Каминер К. М. Филлофора (*Ph. pervosa* (DC.) Grev. и *Ph. brodiaei* (Turn.) J. Ag.) северо-западной части Черного моря // Промысловые водоросли и их использование. — М. : ВНИРО, 1981. — С. 87—96.
5. Каминер К. М. Филлофора и зоостера заливов северо-западной части Черного моря // Там же. — С. 81—86.
6. Пархоменко А. В., Ковальчук Ю. Л. Исследование гидрохимического режима Филлофорного поля Зернова в июле — августе 1986 и 1989 гг. // Экология моря. — 1993. — Вып. 43. — С. 69—75.

Ин-т биологии юж. морей им. А. О. Ковалевского
АН Украины, Севастополь

Получено 24.03.92

**MORPHOBIOLOGICAL AND PRODUCTION CHARACTERISTICS
OF PHYLLOPHORS NERVOSA AND PH. BRODIAEI
ON ZERNOV'S PHYLLOPHORIC FIELD IN 1986 AND 1989**

Summary

Quantitative characteristic of certain thallom elements and production of *Phyllophora nervosa* and *Ph. brodiaei* is given for different areas of Zernov's Phyllophoric field and Karkinitzky bay proceeding from data collected in summer of 1986 and 1989. Directedness in changes of sizes of old and young segments as well as in the weight increment in *Phyllophora* species due to spatial inhomogeneity in distribution of some most important ecological factors has been found. Morphometrical parameters and thallom production of *Ph. nervosa* from the Karkinitzky Bay and Phyllophoric field of the Black Sea and banks of the Aegean Sea have been comparatively analyzed.

УДК 574.587:543.8(262.5)

Ю. В. ПРОСВИРОВ

**ФОРМИРОВАНИЕ СООБЩЕСТВ НА ПЕСЧАНЫХ ГРУНТАХ,
РАЗЛИЧАЮЩИХСЯ ПО МЕХАНИЧЕСКОМУ СОСТАВУ
И СОДЕРЖАНИЮ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ**

На основании результатов полевого эксперимента проанализировано формирование донных сообществ на песчаных грунтах с различным содержанием органических веществ и гранулометрическим составом, но со сходными показателями песчаных эквивалентов. Различия в гранулометрическом составе грунта при сходных величинах песчаных эквивалентов в нашем эксперименте не оказали заметного влияния на структуру формирующихся сообществ. Видовой состав формирующихся сообществ почти не зависел от содержания органических веществ в грунте. Их увеличение приводило к возрастанию численности и биомассы формирующихся сообществ. Изменение этих показателей происходило за счет нескольких видов, предпочитающих грунт, обогащенный органическими веществами.

Несмотря на обилие работ, посвященных взаимосвязи физико-химических характеристик грунта с донными биоценозами, остаются еще нерешенные вопросы. Отчасти это обусловлено тем, что параллельно изменению физико-химических свойств грунта меняются гидрологические, гидрохимические и другие характеристики среды. Одновременные комплексные съемки проводятся редко; если и есть такие данные, то часто трудно установить, какой фактор оказывает решающее воздействие на бентосные организмы. Более определенные результаты можно получить при проведении в море экспериментальных работ, когда в одной точке при одинаковых гидрологических, гидрохимических и других показателях экспонируются грунты различного гранулометрического состава и с разным содержанием органических веществ.

Перед нами стояла задача проанализировать возможные различия видового состава и количественного развития сообществ, сформировавшихся на грунтах разного гранулометрического состава и содержащих разное количество органических веществ. Представляло интерес выявить корреляцию численности и биомассы видов и таксономических групп бентосных животных с этими показателями.

Материал и методика. В 1985 г. была проведена серия опытов по формированию донных сообществ на грунтах разного гранулометрического состава и с различным содержанием органических веществ [1]. В море выставляли четырехъячейные каркасы высотой 0,4 м с квадратными ваннами из пищевого полиэтилена. Высота ванн 10 см, площадь 1156 см². В ванны был насыпан песок слоем 7 см. Использовали два типа грунта (А и Б) разного гранулометрического состава (рисунок) и с различным

© Ю. В. Просви́ров, 1993