

STRUCTURE OF CENOPOPULATION PHYLLOPHORA BRODIAEI ON ZERNOV'S PHYLLOPHORIC FIELD IN JULY-AUGUST OF 1989

Summary

Distribution of size, weight and age compositions of *Phyllophora brodiaei* cenopopulation at the stations of three sections of Zernov's Phyllophoric field made in July-August, 1989 has been studied. The structure of the species cenopopulation is characterized by spatial inhomogeneity. The range of the middle values of height, mass and age of specimens in the species population is extended from the east to the west and from the north to the south. Characters of almost complete degradation of this alga cenopopulation in the south-western part of Zernov's field have been found.

УДК 582.237:632.937.2

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

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ СТРУКТУРА ЦЕНОПОПУЛЯЦИИ PHYLLOPHORA NERVOSA НА ФИЛЛОФОРНОМ ПОЛЕ ЗЕРНОВА ЛЕТОМ 1989 г.

Дана пространственная характеристика размерного и весового составов популяции *Phyllophora nervosa*, собранной на станциях трех разрезов Филлофорного поля Зернова. Установлено, что наиболее крупные по высоте и массе слоевища характерны для краевых участков поля, самые мелкие — для центрального района, где ведется постоянный промысел филлофоры. В юго-западной части поля популяция этого вида находится на грани вымирания.

Ценопопуляция как любая биологическая система характеризуется определенной пространственной структурой. Элементами пространственной структуры ценопопуляций являются отдельные ее участки, или локусы [6]. Исследование пространственной структуры ценопопуляций дает возможность представить, как происходит изменение в экологическом ряду размерно-весового и возрастного составов популяции, средних индивидуальных высоты и массы слоевищ, слагающих популяцию, а также позволяет решать вопросы взаимоотношения видов в одном ценозе и на границе разных сообществ.

Пространственная структура ценопопуляций у морских водорослей-макрофитов изучена недостаточно, для видов филлофоры такие данные вообще отсутствуют.

Для познания механизма динамики ценопопуляций особое значение имеет изучение таких видов, которые, с одной стороны, проявляют себя как довольно стабильные компоненты ценоза, а с другой — обладают довольно значительной динамичностью во времени и пространстве. Именно такими свойствами обладает *Ph. nervosa*. Структура ценопопуляций этого вида на акватории Филлофорного поля Зернова характеризуется неоднородностью, обусловленной воздействием биотических и абиотических факторов среды.

Материал и методика. Изучение структуры ценопопуляции *Ph. nervosa* проводили на Филлофорном поле Зернова в июле 1989 г. в 11-м рейсе нис «Академик А. Ковалевский». Ценопопуляция этого вида исследована на трех стандартных разрезах: I и III, направленных с запада на восток, и II, расположенном по центру поля с севера на юг [3, рис. 1]. Поскольку в дночерпательные пробы филлофоры попадало мало, для измерения и взвешивания слоевищ использовали и траловые пробы. На каждой станции измеряли и взвешивали по 50 растений. Все данные обработаны статистически.

Результаты и обсуждение. *Ph. pervosa* относится к группе олигосапробных водорослей, формирующих самостоятельные сообщества почти по всей акватории Филлофорного поля Зернова. Она распространена на песчаных, илесто-песчаных, песчано-илистых и илистых грунтах с примесью ракушечника, на ровном рельефе дна, на глубине 18—55 м. Слоевища в виде спутанной массы обычно свободно лежат на дне, образуя пятна разнй величины. В 60—70-е годы, когда экологическая обстановка была благоприятной для развития водорослей, отдельные участки филлофоры достигали нескольких десятков и сотен квадратных метров, высота пласта составляла 20—40 см [2]. В настоящее время из-за частых заморных явлений, наблюдающихся в северо-западной части Черного моря, отмирания ветвей и целых слоевищ заросли филлофоры стали очень изреженными и сверху покрытыми слоем взвеси [1, 4].

Возобновление популяции *Ph. pervosa* происходит вегетативным способом и лишь на отдельных участках периферии поля — генеративным. Этот вид филлофоры на поле Зернова не образует и органов прикрепления. Под воздействием придонных течений и в период тралений слоевища легко разламываются на фрагменты, их возраст трудно определить. По поводу определения возраста у *Ph. pervosa* пока не существует единого мнения, поэтому были изучены только размерная и весовая структуры популяции. Но поскольку у *Ph. pervosa* возраст слоевища зависит от его общей высоты и количества сегментов на главной оси, то отражением возрастного состава популяции может служить ее размерный состав.

Популяция *Ph. pervosa* всецело была представлена виргинильной группой, ювенильные, иматурные и генеративные растения отсутствовали.

I разрез. Анализ собранного материала показал, что в состав ценопопуляции *Ph. pervosa*, произрастающий на станциях I разреза, входят особи, размеры и масса которых находятся в пределах 5—26 см и 0,2—3,6 г (рис. 1). Состав популяции, количественное соотношение как размерных, так и весовых классов изменялись от станции к станции. Так, у самой восточной части разреза (ст. 5) популяция *Ph. pervosa* была представлена особями высотой 6—18 см. Содержание самых мелких (до 6 см) и крупных (17—18 см) растений в популяции невысокие: 2—4 %. Остальные промежуточные размерные классы (7—16 см) в популяции представлены в основном равным количеством (8—15 %) с незначительным преобладанием группы особей высотой 12 см (рис. 1, а).

На ст. 7 высота растений (7—21 см) и разнообразие размерного спектра (14 классов) были несколько выше, чем на ст. 5. При этом сохраняется относительная равномерность в распределении особей по размерным классам, отмеченная на предыдущей станции. Небольшим преобладанием (16 %) отличались растения с высотой слоевища около 9 см.

На ст. 9 и 11, расположенных в самом центре Филлофорного поля, ценопопуляция *Ph. pervosa* была представлена особями высотой 6—14 см. При этом размерный спектр популяции сужался до 8—9 классов. Большинство растений (41—80 %) имели высоту 8—11 см.

Ближе к западной части I разреза (ст. 13, 15, 17) разнообразие размерного состава ценопопуляции, «прерывистость» его спектра заметно увеличивались. Так, на ст. 13 наряду с небольшими растениями высотой до

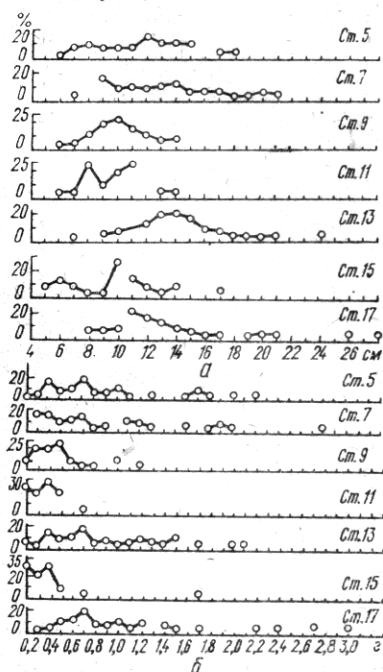


Рис. 1. Изменение (%) размерного (а, см) и весового (б, г) составов особей в ценопопуляции *Ph. pervosa* на I разрезе Филлофорного поля Зернова (ст. 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17)

7 см появлялись отдельные особи, размеры которых достигали 20—25 см. Разнообразие спектра выше, чем на ранее описанных точках (14 классов), его «прерывистость» связана с выпадением нескольких групп особей 8, 22 и 24 см. На этой станции выражено доминирование растений высотой слоевища 14—16 см (50 %).

На ст. 15 размерный спектр ценопопуляции заметно «сдвигался» в сторону мелкокоразмерной части, отсутствующей или незначительно выраженной на других станциях. Здесь в достаточном количестве были представлены небольшие растения высотой 5—7 см. Четвертую часть всего количества проанализированных растений составляли особи высотой 10 см.

Наиболее разнообразный размерный состав ценопопуляции *Ph. pervosa* отмечен в районе ст. 17. Он насчитывал максимальное для I разреза

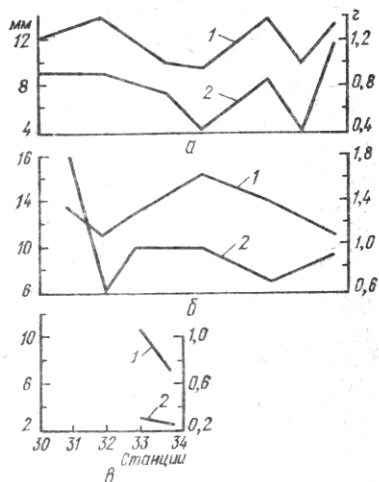


Рис. 2. Изменение средней длины (1, мм) и массы (2, г) слоевища *Ph. pervosa* на станциях I—III разрезов (а—в) Филлофорного поля Зернова

классов (0,3—0,7 г). Весовой спектр достаточно «прерывист», доля крупных особей не превышала 2 %.

В центре I разреза на ст. 9 и 11 подобно размерному спектру весовой состав ценопопуляции сокращался в 2—3 раза (9—5 классов), роль доминирующей группы здесь выполняли растения с небольшой массой 0,3—0,5 г. Особи крупнее 1,0 г встречались редко или вообще отсутствовали. Ближе к западу (ст. 13—17) весовой состав ценопопуляции вновь расширялся за счет появления среди растений достаточно крупных особей массой 2—3 г, спектр приобретал «прерывистый» характер.

Таким образом, на станциях I разреза произрастали растения, масса и высота которых варьировали в широких пределах: 0,2—3,6 г и 5—28 см. Наиболее характерными для ценопопуляции *Ph. pervosa* в этих точках Филлофорного поля являлись растения высотой 9—14 см и массой 0,2—0,7 г. Разнообразие размерного спектра ценопопуляции уменьшалось по направлению с востока и запада к центру поля. Самые крупные по высоте растения встречались на станциях, расположенных ближе к западной окраине района исследования. Доля доминирующих размерных классов в большинстве случаев не превышала 50 %.

Основная часть весового спектра ценопопуляции *Ph. pervosa* на станциях I разреза была смещена в сторону малых классов. Крупные особи массой свыше 2 г встречались редко. Последние характерны для крайних станций разреза и абсолютно исчезали в его центре. Весовой спектр ценопопуляции, в отличие от размерного, характеризовался большей «прерывистостью», наиболее выраженной в кривых точках разреза. Доминирующая группа особей, как правило, слабо выделялась, поскольку весовые классы имели примерно одинаковое количественное содержание в ценопопуляции.

В соответствии с размерно-весовым составом изменялись средние величины высоты и массы особей ценопопуляции *Ph. pervosa*. На рис. 2 и в таблице показано, что на станциях I разреза наибольшие размеры слоевищ приходились на ценопопуляции, расположенные у восточной и западной границ поля. Средняя высота растений здесь достигала $134,0 \pm 10,8$ (ст. 7) и $143,3 \pm 9,9$ мм (ст. 13) соответственно. Такой же ход кривой отмечен и для средней массы слоевищ ценопопуляции (рис. 2, а). Самые низкие средние величины высоты и массы особей были в ценопопуляции центральной части (ст. 11) разреза ($97,6 \pm 9,4$ мм и $0,37 \pm 0,06$ г). В районе ст. 9 и 11 располагается промысловый участок поля, где постоянно ведется до-

Пространственное изменение высоты и массы слоевища в ценопопуляции *Ph. pervosa* на Филлофорном поле Зернова

Разрез	Станция	Высота, мм			Масса, г		
		$\bar{X}$	S	V	$\bar{X}$	S	V
I	5	119,6	9,5	28,5	0,91	0,19	73,6
	7	134,0	10,8	28,5	0,90	0,19	76,0
	9	103,2	7,7	19,0	0,52	0,10	52,5
	11	97,6	9,5	20,7	0,37	0,06	37,0
	13	143,3	9,9	24,5	0,85	0,13	54,5
	15	98,3	13,4	32,2	0,39	0,13	76,8
	17	133,2	12,2	32,1	1,17	0,25	73,8
II	19	136,8	8,9	22,9	1,82	0,31	59,5
	21	108,4	13,5	26,7	0,60	0,15	55,3
	23	129,3	9,6	26,3	1,02	0,15	60,7
	25	163,2	9,6	20,7	1,08	0,15	50,7
	27	137,5	10,2	26,1	0,72	0,12	59,3
	29	111,3	15,1	29,1	0,90	0,54	128,1
III	33	107,5	21,6	56,0	0,29	0,05	51,9
	34	72,3	17,3	39,5	0,26	0,15	94,9

Примечание. $\bar{X}$ — среднее; S — доверительный интервал; V — коэффициент вариации, %

быча филлофоры. Вероятно, во время прохождения по дну жестких конструкций трала хрупкие и ломкие по структуре слоевища филлофоры легко разламываются на более мелкие части. Как будет показано ниже, эти мелкие слоевища в виде молодых фрагментов обладают значительно большим приростом массы, чем крупные. По периферии поля водоросли не заготавливаются и, следовательно, не подвергаются механическому воздействию, поэтому слоевища филлофоры здесь достигают крупных размеров — 25—30 см.

И р а з р е з. Ценопопуляция *Ph. pervosa* проанализирована на ст. 19, 21, 23, 26, 27, расположенных по направлению с севера на юг Филлофорного поля (рис. 3, а). В ее состав входили растения высотой 5—24 см, что почти соответствует пределам варьирования этого параметра у особей, собранных на станциях I разреза. На самой северной станции (ст. 19) в популяции встречались растения высотой 8—24 см с преобладанием особей 12—13 см (44 %). Мелкие растения (менее 6 см) отсутствовали, крупные (более 20 см) встречались единично. На ст. 21, расположенной в зоне промысла филлофоры, появлялись мелкие растения высотой 5—6 см (24,1 %). Крупные особи, обнаруженные на предыдущей станции, здесь отсутствовали. Общее количество классов, образующих размерный спектр ценопопуляции, равно 8. На ст. 23, расположенной почти в центре поля, обнаружены достаточно крупные растения размером 8—24 см. Количественно преобладали особи высотой около 11 см (24 %). Содержание остальных размерных классов в ценопопуляции отличалось выраженным однообразием. Размерный спектр ценопопуляции расширился до 13 классов. На ст. 25 и 27, расположенных ближе к южной части Филлофорного поля, встречались растения высотой 6—22 см. При этом в ценопопуляции преобладали особи размером 12—13 и 17 см. Наиболее разнообразен размерный состав ценопопуляции

(15 классов) на самой южной из проанализированных станций (ст. 27), где ценопопуляция была представлена тремя субформами: *Ph. nervosa* — subf. *latifolia*, subf. *intermedia* и subf. *nana*.

Весовой состав ценопопуляции *Ph. nervosa* на станциях вертикального разреза отличался значительным разнообразием по сравнению с таковым на станциях I разреза и включал растения с массой 0,2—5,5 г (рис. 3, б). Мелкие по массе растения зафиксированы на всех станциях разреза. Наибольшее их количество приходилось на краевые станции (ст. 19 и 27). Наиболее разнообразный весовой спектр популяции отмечен на ст. 19, где он образован максимальным для I и II разрезов количеством классов —

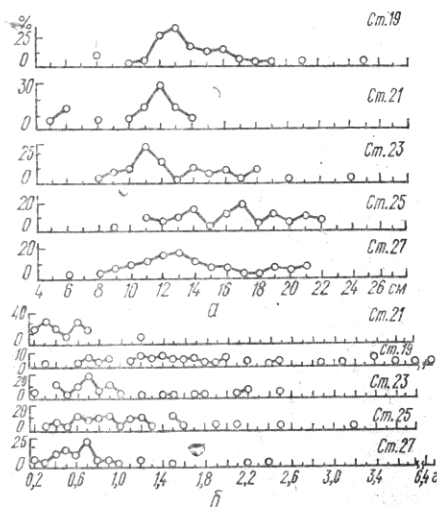


Рис. 3. Изменение (%) размерного (а, см) и весового (б, г) составов особей в ценопопуляции *Ph. nervosa* на II разрезе Филлофорного поля Зернова (ст. 19, 21, 23, 25, 27)

популяции почти не менялся, за исключением появления небольшого количества растений, масса которых превысила 3,0 г. На самой южной из проанализированных станций (ст. 27) основная часть растений состояла из мелких размерно-весовых форм *Ph. nervosa* (subf. *intermedia*, и subf. *nana*), поэтому слоевища имели небольшую массу в пределах 1,0 г. На долю более крупных весовых групп приходилось не более 5 %.

Таким образом, в составе ценопопуляции *Ph. nervosa*, расположенной на станциях II разреза, доминировали растения высотой 11—13 см, что входит в пределы, отмеченные для I разреза. Размерный спектр ценопопуляции приобрел более однообразный характер ближе к югу Филлофорного поля (ст. 25, 27), доминирующая группа наиболее четко была выражена на северной оконечности (ст. 19, 21). Отличительной чертой весового состава ценопопуляции *Ph. nervosa* на станциях II разреза явились наличие очень крупных растений с массой выше 6,0 г, высокая степень его разнообразия (до 24 классов) и как частое явление — выпадение из состава ценопопуляции ряда весовых классов, обнаруженное практически на всех станциях.

Распределение средних величин высоты и массы особей в ценопопуляции филлофоры на станциях II разреза характеризовалось следующими особенностями (рис. 2, таблица). Средние высота и масса особей в ценопопуляции здесь были самые низкие и составляли соответственно $108,4 \pm \pm 13,5$ мм и $0,6 \pm 0,15$ г. Далее на юг средняя высота растений постепенно возрастала и наибольшей величины ($163,2 \pm 9,6$ мм) достигала на ст. 25. Участок разреза, ограниченный ст. 24 и 28, характеризовался значительной глубиной (40—47 м), илесто-песчаными грунтами и более высокой прозрачностью воды по сравнению с северной частью поля. Добыча водорослей

24. Здесь обнаружены как очень мелкие (0,3 г), так и очень крупные (6,5 г) особи. Несмотря на значительно выраженный «прерывистый» характер, весовой состав ценопопуляции достаточно однообразен в количественном распределении особей по весовым классам. Совершенно иной состав ценопопуляции обнаружен на ст. 21. Свыше 90 % особей здесь имели массу 0,2—0,7 г и лишь единичные экземпляры достигали 1,2 г. В результате на этой станции количество весовых классов сокращено до 7. На ст. 23, расположенной в центре поля, в составе ценопопуляции появились достаточно крупные особи массой 2—2,5 г. Однако количественно доминировали небольшие растения массой 0,7 г. Эта станция так же, как и ст. 21, расположена в зоне активной добычи филлофоры, что и обуславливает преобладание в составе ценопопуляции мелких слоевищ. На ст. 25 состав ценопо-

здесь не проводилась, поэтому ценопопуляция филлофоры состояла из крупных слоевищ, обладающих высокими кустистостью и массой.

III разрез. На станциях III разреза, расположенного в юго-западной части Филлофорного поля, ценопопуляция *Ph. pervosa* была очень изрежена и состояла из мелких, хилых слоевищ черного цвета, покрытых мшанками, гидроидами и осевшей взвесью. Из-за невысокой встречаемости популяционная структура вида изучена только на ст. 33 и 34 (рис. 4, а). На ст. 33 растения по размерам были сгруппированы в 9 классов. Пределы вариации высоты слоевища, в отличие от описанных выше разрезов, невысоки и составили 6—13 см. Каждое третье из проанализированных

растений имело высоту слоевища не более 10 см. Достаточно крупные особи высотой 18 см составили 2 %. На ст. 34 в размерном составе ценопопуляции произошли следующие изменения: появились мелкие особи высотой до 3 см, заметно возросло участие размерной группы 5—6 см (более 50 %), выполнявшей на этой станции роль доминанта, и исчезли группы растений высотой 7, 8 и 18 см. Количество размерных классов сократилось до 7. Пределы колебания массы растений на ст. 33 составили 0,1—0,7 г, на ст. 34 — 0,1—1,0 г. На обеих станциях в составе ценопопуляции преобладали особи самых малых весовых классов — 0,1—0,2 г (рис. 4, б). Средняя высота особей в популяции была 72—107 мм, средняя масса — 0,26—0,29 г (рис. 2, в; таблица).

Угнетенное состояние ценопопуляции *Ph. pervosa*, располагающейся на станциях III разреза, связано с неблагоприятными экологическими условиями данного района. От I и II разрезов III разрез отличается низкими величинами прозрачности (0,5—1 м), солёности (15,0—16,5 ‰), температуры (6—13 °C), pH среды (8,00) и насыщения кислорода (33 %) придонных слоев воды [5]. Зона фотосинтеза здесь происходит на глубине 10—20 м, т. е. она в 2—4 раза выше зоны обитания водорослей. Следовательно, в районе III разреза произрастающая на дне филлофора находится в полной темноте. Что же касается биогенных элементов, то их концентрации в воде почти такая же, как и на станциях I и II разрезов. Отсюда следует, что рост филлофоры в юго-восточной части поля лимитирован физическими факторами среды, которые формируются под влиянием стока Дуная. Надо полагать, что ростовые процессы водорослей в данном районе осуществляются непостоянно и только в периоды действия ветров восточных направлений, при которых влияние стока Дуная снижается.

Заключение. Размерно-весовой состав ценопопуляции *Ph. pervosa* на исследованной акватории Филлофорного поля в июле 1989 г. характеризовался пространственной неоднородностью. Наиболее крупные размерно-весовые классы (15—28 см и 2,0—3,6 г), средние величины высоты (11—14 см) и массы (0,9—1,2 г) особей в ценопопуляции характерны: на I разрезе — для прикраевых зон поля и на II разрезе — для участка, расположенного к югу от центра поля. На промышленном участке поля находилась мелкогабаритная и мелковесовая ценопопуляция *Ph. pervosa*, слоевища которой, вероятно, периодически фрагментировались во время промышленной заготовки водорослей. Сведения о влиянии промысла на измельчение слоевищ *Ph. pervosa* также приводятся в работе [1]. В юго-западной части поля ценопопуляция этого вида филлофоры находилась на грани полного вымирания.

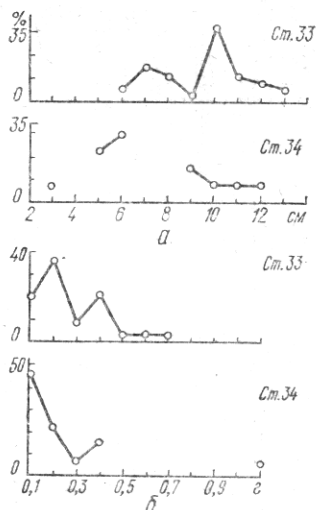


Рис. 4. Изменение (%) размерного (а, см) и весового (б, г) составов особей в ценопопуляции *Ph. pervosa* на III разрезе Филлофорного поля Зернова (ст. 33, 34)

1. Гордеева И. К. Состояние популяции черноморской *Phyllophora pervosa* (DC.) Grev. в районе промысла // Промысловые водоросли и их использование. — М.: ВНИИ мор. рыб. хоз-ва и океанографии, 1981. — С. 97—101.

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. Пархоменко 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 phyloflora. 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