

В.Н.Кулепанов, М.В.Суховеева, Л.В.Жильцова

**МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ
ТАЛЛОМОВ КОСТАРИИ РЕБРИСТОЙ
У ПОБЕРЕЖЬЯ ПРИМОРЬЯ**

Бурая водоросль костария ребристая *Costaria costata* (Turn.) Saund (Phaeophyta, Laminariales) – широкобореальный тихоокеанский вид, часто встречающийся в сублиторали дальневосточных морей на каменистых грунтах на глубинах от 0,5 до 18–22 м (Гайл, 1930, 1949; Суховеева, 1967; Пржеменецкая, 1988). Костария растет вместе с ламинарией японской. Благоприятные условия для ее развития складываются на ламинариевых плантациях, где она становится основным конкурентом ламинарии (Пржеменецкая, Климова, 1983). Костария, как и другие ламинариевые, содержит альгиновую кислоту и может служить источником получения альгинатов (Суховеева, Шмелькова, 1981). Несмотря на широкое распространение и практическую ценность этой водоросли, морфологическая изменчивость ее изучена недостаточно, и поэтому данная работа посвящена изучению этого вопроса.

Сбор водорослей проводился у побережья Приморья – от мыса Поворотного до мыса Золотого – в мае–июле 1997–1999 гг. во время работ по оценке запасов промысловых водорослей. Исследования осуществлялись легководолазным способом по общепринятой методике: расстояние между разрезами составляло одну милю, между станциями – от 20 до 100 м в зависимости от уклона дна. Обследованием охвачены глубины от 0,5 до 20 м. Обработка собранного материала осуществлялась следующим образом: водоросли разбирались по видам, затем взвешивались и промерялись. У костарии делались следующие промеры: измеряли длину черешка, длину и максимальную ширину пластины, массу слоевища без ризоидов. Всего промерено порядка 1700 экз. водорослей.

Морфологические параметры талломов костарии у побережья Приморья изменяются в больших пределах. Слоевища с максимальными размерами и массой встречались в основном на севере Приморья. Так, слоевище массой 1250 г при длине 150 см отмечено южнее мыса Сосунова на глубине 6 м. Средняя масса слоевищ в выборках изменялась от 203 г у мыса Сосунова до 26 г у мыса Южного (табл. 1). У большинства слоевищ масса не превышала 100 г (рис. 1).

Длина костарии также варьировала в широких пределах. Растение с максимальной отмеченной длиной (230 см) встречено в бухте Плитняк на глубине 3 м. Средние размеры пластины в разных районах побережья Приморья примерно близки и колебались от 80 до 138 см, ширина пластины варьировала от 1,5 до 100,0 см при средних значениях от 7 до 27 см (табл. 1).

Таблица 1

Средние значения морфологических признаков *Costaria costata* из различных районов побережья Приморья

Table 1

The average values of morphological characteristics *Costaria costata* at the coast Primorye region

Район	Дата сбора	Кол-во тал- ломов, экз.	Длина че- решка, см	Длина плас- тины L, см	Ширина плас- тины H, см	Масса рас- тения, г	L*H	L/ H
Бухта Успения	18.06.99	40	15	130	13	125	1902	14,0
Бухта Клевка	23.06.99	34	8	92	12	107	1269	9,7
Мыс Островной	27.06.99	36	8	105	15	126	1722	8,8
О. Петрова	27.06.99	25	10	111	20	192	2423	7,5
Бухта Соколовская	28.06.99	39	17	120	13	134	1730	12,3
Мыс Белявского	29.06.99	25	12	138	20	192	3039	10,3
О. Опасный	3.07.99	20	13	80	15	136	1695	9,5
Бухта Валентина (выход)	4.07.99	27	8	136	15	192	2295	13,0
Бухта Моряк-Рыболов	6.07.99	52	10	112	15	116	1806	9,9
Мыс Низменный	8.07.99	43	10	101	21	116	2237	7,6
Мыс Мраморный	13.07.99	13	11	87	16	111	1598	7,3
Бухта Опасная	19.07.99	50	8	88	7	40	710	13,8
Мыс Южный	23.07.99	10	5	40	7	26	284	6,5
Мыс Рассыпной	21.06.98	71	7	80	21	141	1874	5,8
Мыс Северный	19.06.98	62	8	86	24	172	2360	5,0
Мыс Мосолова	18.06.98	37	6	89	17	109	1771	6,8
Мыс Маячный	14.06.98	71	7	103	11	77	1263	13,7
Мыс Белкина	11.06.98	119	7	93	12	73	1398	9,3
Мыс Сосунова	8.06.98	101	7	102	27	203	3437	5,3
Мыс Золотой	28.05.98	83	9	95	22	173	2832	6,6

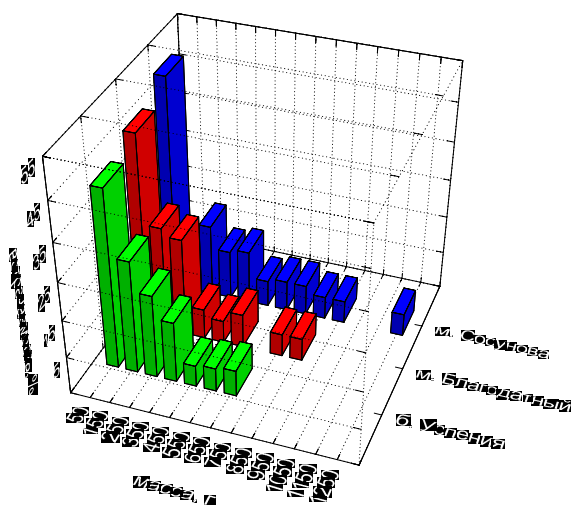


Рис. 1. Частота встречаемости слоевищ костарии с разной массой у побережья Приморья

Fig. 1. Histograms showing the frequency distribution of the thallus mass in three area of Primorye

Для количественной оценки формы слоевища нами рассчитывалось отношение длины к ширине (индекс L/H) и произведение длины на ширину ($L \cdot H$ – «площадь» пластины). Показатель L/H наибольший у длинных и узких слоевищ, минимальный у широких и коротких, изменяется от 1,8 (длина 73, ширина 40 см) до 34,0 (длина 102 см, ширина 3 см). Индекс L/H менее 2 характерен для зрелых слоевищ, верхушка которых уже в июле начинает разрушаться.

Отмечено, что величина индекса L/H изменяется с глубиной (рис. 2). Растения с узкими и длинными талломами (индекс L/H максимален) чаще встречались на мелководье, а с увеличением глубины слоевища были более широкие (индекс L/H минимален). Для индекса $L \cdot H$ («площадь» пластины) такой зависимости не отмечено.

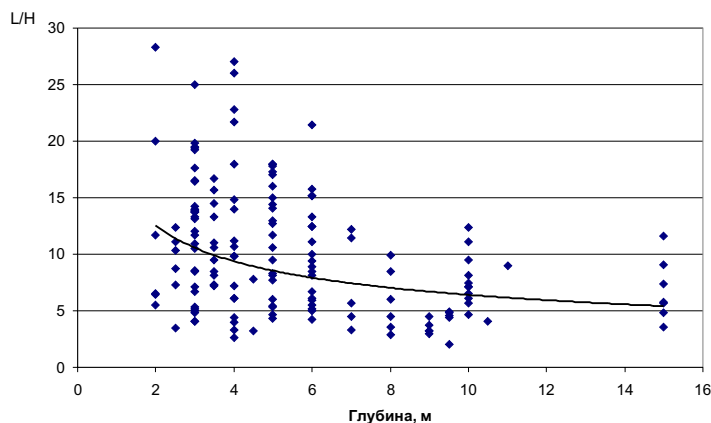


Рис. 2. Изменение индекса L/H с глубиной

Fig. 2. Change of an index L/H depending on depth

В зависимости от условий произрастания костарию можно разделить на две экологические группы. На открытых участках побережья с высокой степенью прибойности водоросль формирует узкую и длинную пластину, а там, где волнение воды меньше (в закрытых и полузакрытых бухтах), пластины имеют вытянуто-сердцевидную форму, расширенную в нижней части и плавно суживающуюся к вершине (Kanda, 1936; Пржеменецкая, 1988).

Длина черешка варьировала от 1,5 до 32,0 см, в среднем в выборках эта величина колебалась от 5 до 17 см. Более длинный черешок был у растений, собранных на мелководье.

В других районах Японского моря размеры костарии также изменялись в достаточно широких пределах. Так, в зал. Петра Великого (бухта Сивучья) в мае средняя длина пластины составляла 98 см (максимальная 130 см). У мыса Кесаря (о. Фуругельма) на глубине 2–4 м средняя длина пластин равнялась 190 см, отдельные экземпляры достигали 245 см, что очень редко для зал. Посъета (Суховеева, 1972). В районе мыса Травяного (Татарский пролив) Л.Г.Паймеевой в 1986 г. (устное сообщение) на глубине 6 м найден экземпляр массой 1300 г при длине 175 см и ширине 140 см. На севере о. Хоккайдо (район Раусу) максимальная длина слоевища костарии составляла 108,0 см, ширина – 35,4 см, при длине черешка 19,2 см. Максимальная масса слоевища равнялась 457 г (Sasaki, 1978). Следует отметить, что оценивать морфологические различия костарии из разных районов корректно можно в том случае, если материал собран в один и тот же сезон, так как водоросль имеет короткий жизненный цикл и развитие ее идет очень интенсивно. Во второй половине июля талломы костарии начинают активно разрушаться, поэтому морфологические показатели в это время снижаются и становятся несравнимы с материалом, собранным на месяц раньше или позже (сборы в бухте Опасной и на мысе Южном).

Если длина, ширина слоевища и их соотношение связаны с условиями произрастания водоросли, то большие разбросы массы слоевищ можно объяснить неодновременностью прорастания спорофитов костарии. Как правило, молодые спорофиты появляются обычно в ноябре, но и в мае–июне можно найти ювенильные растения (Пржеменецкая, 1988).

Одним из наиболее удобных и общепринятых показателей изменчивости является коэффициент вариации, который позволяет сравнивать разные признаки (Яблоков, 1966; Черепанов, 1986). Сравнение коэффициента вариации морфологических признаков костарии из разных районов Приморья показало, что изменяются они по побережью примерно одинаково (табл. 2), хотя на севере Приморья более значительно. Самый переменный признак – масса слоевища, наименее – длина черешка и длина пластины. Доказано, что чем признак более функционально важен для организма, тем он менее изменчив (Яблоков, 1966). Одним из важнейших факторов, влияющих на водоросли, и в частности на костарию, является гидродинамика вод. Поэтому длина черешка и длина пластины (признаки, которые связаны с таким фактором среды, как волновое воздействие) и определяют способность водоросли закрепляться и выживать на небольших глубинах.

Таблица 2

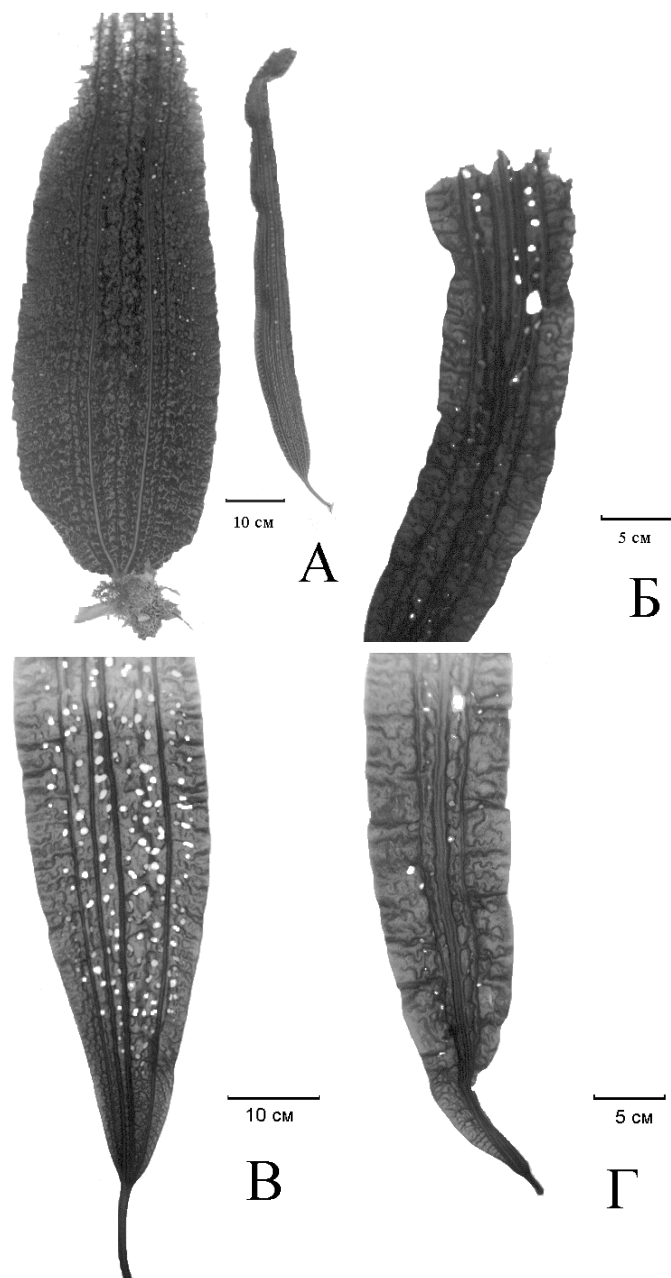
Изменение коэффициентов вариации морфологических признаков талломов костарии в различных районах Приморья

Table 2

Changes of the quotients variation of morphological feature of thallus *Costaria costata* at the coast Primorye region

Район	Длина черешка, см	Длина пластины, L, см	Ширина пластины, H, см	Масса слоевища, г	L/H	$L*H$
Бухта Киевка	36,4	37,5	67,4	90,7	43,4	81,6
Мыс Низменный	33,2	32,1	76,2	87,2	64,6	88,1
Мыс Мраморный	33,8	35,6	65,3	90,1	49,9	81,0
Мыс Белкина	49,4	44,7	79,7	137,4	42,2	112,5
Мыс Сосунова	40,3	40,1	87,1	118,5	45,5	106,7
Мыс Золотой	56,7	51,7	97,0	106,0	49,9	105,9

Вдоль слоевища костарии расположены утолщения – ребра, – два из которых выступают на одной стороне пластины, три – на другой. Как правило, утолщений пять, но число их может изменяться (рис. 3). Так, встречались слоевища без центрального ребра, со сросшимися между собой или, наоборот, расщепленными ребрами. В результате число ребер варьировало от двух до восьми. Частота встречаемости растений с «аномальным» (отличным от пяти) количеством ребер в выборках по побережью колебалась от 1 до 27 % (рис. 4). Наиболее часто (20 % и более) такие талломы были отмечены севернее бухты Валентина, в районе от бухты Опасной до мыса Ватовского, от зал. Опричник до мыса Грозного и в районе мыса Маячного. Севернее мыса Белкина частота встречаемости талломов с измененным количеством ребер составляла 1–4 %.



режью колебалась от 1 до 27 % (рис. 4). Наиболее часто (20 % и более) такие талломы были отмечены севернее бухты Валентина, в районе от бухты Опасной до мыса Ватовского, от зал. Опричник до мыса Грозного и в районе мыса Маячного. Севернее мыса Белкина частота встречаемости талломов с измененным количеством ребер составляла 1–4 %.

Рис. 3. Морфологические отклонения у талломов костарии: **А** – широкий и узкий таллом, **Б** – раздвоение ребер, **В** – меньшее количество ребер, **Г** – срастание ребер

Fig. 3. Morphological deviation from the norm of the costaria thallus: **A** – wide and narrow thallus, **B** – bifurcate of ribs, **В** – reduction number of ribs, **Г** – growing ribs together

Можно предположить, что изменение количества ребер связано с нарушениями в зоне роста. Однако не отмечены различия в размерах и массе у «аномальных» слоевищ по сравнению с талломами, имеющими пять ребер. Изменение количества ребер может быть также связано с распределением воды в этих районах (зал. Ольги, бухта Светлая) или

наличием каких-то геологических аномалий, встречающихся вдоль Сихотэ-Алинского хребта достаточно часто (бухта Рудная, район р. Бурливой и др.) (Говоров, 1977). Мы пока не можем назвать конкретно причину этого явления, скорее всего на количество ребер влияет комплекс факторов как эндогенного, так и экзогенного характера. Для бурых водорослей отклонения от нормального роста, вызванные поражением интеркалярной зоны, описаны у ламинарии японской (Гайл, 1936). Количество ребер на талломах костарии можно рассматривать как фен – дискретную альтернативную вариацию признака, неделимую без потери качества (Яблоков, Ларина, 1985).

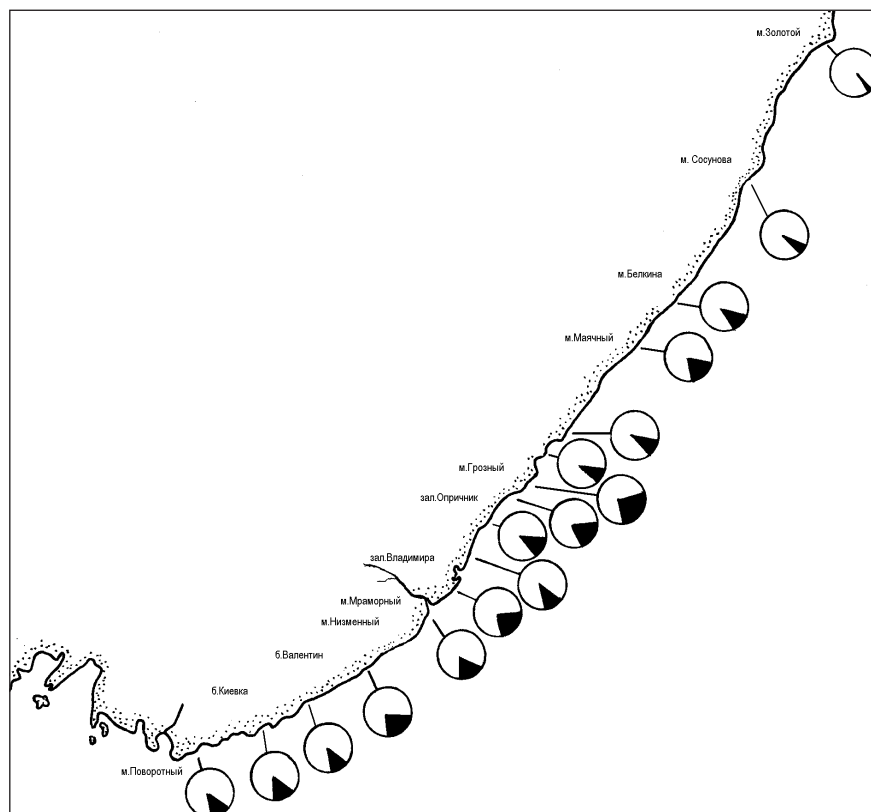


Рис. 4. Частота встречаемости талломов с измененным количеством ребер у побережья Приморья

Fig. 4. Map showing percentage morphological departure from the norm of the thallus at coast Primorye

Изучению фенотипической изменчивости морфологических признаков как у животных, так и у растений посвящено большое количество публикаций (Яблоков, 1966, 1987; Яблоков, Ларина, 1985; Kilar, Hanisak, 1988; Царенко и др., 1990; Jackelman, Bolton, 1990). Работы эти важны для популяционных исследований. Если картина распределения частоты встречаемости аномального количества ребер вдоль побережья будет и дальше повторяться (рис. 4), то в этом случае можно говорить о популяционной изменчивости костарии вдоль побережья Приморья.

Таким образом, морфологические показатели костарии у побережья Приморья очень изменчивы. Максимальная масса отдельных растений достигает 1250 г, но в целом не превышает 100 г. Во второй половине июля начинается активное разрушение костарии после спороношения, и в это время масса растений из разных районов не может быть сравнима

между собой. На размеры и форму слоевищ также влияют условия среды. Эти показатели меняются в соответствии с биономическим типом района, степенью прибойности, глубиной.

Размеры и масса слоевищ костарии, обитающей у материкового побережья Приморья, больше, чем у растений побережья Хоккайдо. Масса слоевища – наиболее вариабельный признак, длина черешка и длина пластины – наименее вариабельный, что связано с условиями существования водорослей в прибойной зоне.

Костария, как правило, имеет пять утолщений слоевища – ребер, но их количество может меняться. Частота встречаемости «аномальных» слоевищ костарии вдоль побережья Приморья изменяется, но полученных данных пока недостаточно для однозначных выводов. Тем не менее отмеченные морфологические отличия, на наш взгляд, можно использовать при изучении популяционной структуры костарии и её взаимосвязи с факторами среды.

Литература

Гайл Г.И. Очерк водорослевого пояса приморского побережья в связи с некоторыми общими вопросами его использования // Изв. ТИРХ. – 1930. – Т. 4, вып. 2. – С. 3–38.

Гайл Г.И. Ламинариевые водоросли дальневосточных морей // Вестн. ДВФ АН СССР, 1936. – № 19. – С. 31–65.

Гайл Г.И. Промысловые водоросли Сахалина и Курильской гряды. – Владивосток: Прим. кн. изд-во, 1949. – 67 с.

Говоров И.Н. Геохимия рудных районов Приморья. – М.: Наука, 1977. – С. 25.

Пржеменецкая В.Ф. *Costaria costata* (Huds.) Saund. (Phaeophyta, Laminariales) в дальневосточных морях // Комаровские чтения. – Вып. 35. – Владивосток: ДВО АН СССР, 1988. – С. 36–51.

Пржеменецкая В.Ф., Климова В.Л. Эпифиты ламинарии (*Laminaria japonica*, Phaeophyta) в культуре // Марикультура на Дальнем Востоке. – Владивосток: Дальневост. кн. изд-во, 1983. – С. 110–118.

Суховеева М.В. Распределение водорослей вдоль берегов Приморья // Изв. ТИНРО. – 1967. – Т. 61. – С. 255–260.

Суховеева М.В. Распределение макрофитов на некоторых участках зал. Петра Великого // Изв. ТИНРО. – 1972. – Т. 81. – С. 209–214.

Суховеева М.В., Шмелькова Л.П. Новые виды сырья и перспективы их использования водорослевой промышленностью // Промысловые водоросли и их использование. – М., 1981. – С. 39–44.

Царенко П.М., Ступина В.В., Хегевальд Э., Борисова Е.В. Морфологическая изменчивость видов рода *Scenedesmus* Meyen (Chlorophyta) (Обзор литературных данных) // Альгология. – 1996. – Т. 6, № 1. – С. 3–14.

Черепанов В.В. Эволюционная изменчивость водных и наземных животных. – Новосибирск: Наука, 1986. – 240 с.

Яблоков А.В. Изменчивость млекопитающих. – М., 1966. – 364 с.

Яблоков А.В. Популяционная биология. – М.: Высш. шк., 1987. – 303 с.

Яблоков А.В., Ларина Н.И. Введение в фенетику популяций. Новый подход к изучению природных популяций. – М.: Высш. шк., 1985. – 159 с.

Jackelman J.J., Bolton J.J. Form variation and productivity of an intertidal foliose *Gigartina* species (Rhodophyta) in relation to wave exposure // Hydrobiologia. – 1990. – № 204–205. – P. 57–64.

Kilar J.A., Hanisak D. Seasonal patterns of morphological variability in *Sargassum polyceratum* (Phaeophyta) // J. Phycol. – 1988. – Vol. 24, № 4. – P. 467–473.

Kanda T. On the gametophytes of some Japanese species of Laminariales // Sci. Pap. Inst. Algal. Res. – 1936. – Vol. 1, № 2. – P. 1–136.

Sasaki S. A note of the life history of *Costaria* from Rausu, Hokkaido // Journ. Hokk. Fish. Exper. Sta. – 1978. – Vol. 35, № 11–12. – P. 1–10.