

582.273(262.5)

Е 26

ОРДЕНА ЛЕНИНА АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНСКОЙ ССР
ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ЮЖНЫХ МОРЕЙ им. А. О. КОВАЛЕВСКОГО

На правах рукописи

ЕВСТИГНЕЕВА Ирина Константиновна
УДК 258.5.271/3-|581.9/26/

**СЕЗОННАЯ МОРФОДИНАМИКА СЛОЕВИЩ
НЕКОТОРЫХ ВИДОВ ЛАУРЕНЦИЙ,
СТРУКТУРА ИХ ПОПУЛЯЦИЙ
И СООБЩЕСТВ В ЧЕРНОМ МОРЕ**

03.00.18—гидробиология

АВТОРЕФЕРАТ

**диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук**

Севастополь 1986

ПРОВ 98

ПРОВ 2010

ОРДЕНА ЛЕНИНА АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНСКОЙ ССР

ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ

ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ЮЖНЫХ МОРЕЙ им. А.О.КОВАЛЕВСКОГО

На правах рукописи

ЕВСТИГНЕЕВА ИРИНА КОНСТАНТИНОВНА

УДК 258.5.271/3 + 581.9/26/

СЕЗОННАЯ МОРФОДИНАМИКА СЛОЕВИЦ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ *лауренций*
, СТРУКТУРА ИХ ПОПУЛЯЦИЙ И СООБЩЕСТВ В ЧЕРНОМ МОРЕ

В печать
Приказом Спецсовета
акад. корр. АН УССР
12.11.86
Вруж

03.00.18 - гидробиология

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени

кандидата биологических наук

Институт биологии
южных морей АН УССР

БИБЛИОТЕКА

№

Севастополь

1986 г.

Работа выполнена в Институте биологии южных морей АН УССР

Научный руководитель: доктор биологических наук

А.А.Гутник /Калугина/

Официальные оппоненты: доктор биологических наук

Ю.Е.Петров

кандидат биологических наук

Т.И.Еременко

Ведущее учреждение: Институт океанологии АН СССР им.П.П.Ширшова

Защита состоится " 6 мая 1966 г. в " "
часов на заседании специализированного совета Д 016.12.01 в Инсти-
туте биологии южных морей АН УССР

335000, г.Севастополь, пр.Нахимова,2.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Института биологии
южных морей АН УССР

Автореферат разослан " " 1966 г.

Ученый секретарь

Специализированного совета,

кандидат биологических наук

Н.Г.СЕРГЕЕВА

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. Черное море в отношении видового состава макрофитов и их количественного развития относится к богатым водоемам. Однако, несмотря на то, что сырьевые запасы промысловых растений в нем значительны, в последние годы наметилась тенденция их сокращения, связанная с загрязнением водоема и чрезмерной эксплуатацией его природных ресурсов / Калугина-Гутник, 1983 /. В целях сохранения структуры естественных фитоценозов и обеспечения отдельных отраслей промышленности стабильным сырьем необходимо развивать искусственное выращивание водорослей.

В Черном море имеется ряд массовых видов водорослей, биология которых совершенно неизучена, а, следовательно, нельзя оценить их потенциальные возможности в качестве объектов марикультуры. Из них большой интерес представляют лауренции / Rhodophyta /, имеющие высокую биомассу и являющиеся существенными компонентами донных фитоценозов. В талломах лауренций обнаружены ценные агароподобные вещества / Mshigeni, Nzalalila, 1977 / и терпеноиды, большинство из которых по своей природе являются естественными гербицидами, антибиотиками и фунгицидами / Baslow, 1969; Faulkner, 1977 /.

Черноморские лауренции, как возможные объекты культивирования, изучены слабо, а данные по экологии, размножению, росту, структуре их популяций и фитоценозов отсутствуют не только в отечественной, но и в зарубежной литературе.

Цель работы. Изучение биологических и фитоценологических особенностей лауренций в Черном море и изыскание видов, перспективных для культивирования.

Задачи исследования. 1. Выявить зависимость анатомо-морфометрической структуры слоевища лауренций от сезона и условий местообитания. 2. Проанализировать сезонную динамику размерной, весовой и генеративной структуры популяций некоторых видов лауренций в различных условиях обитания. 3. Определить сроки и способы размножения видов

лауренций в Черном море. 4. Изучить рост и развитие некоторых видов лауренций в море на искусственном субстрате с целью выявления возможности их культивирования. 5. Исследовать видовой состав и количественную структуру фитоценозов с участием лауренций, определить их роль в сложении растительных сообществ и индикации качества прибрежных вод.

Научная новизна. Впервые проведены круглогодичные исследования с применением статистических методов обработки данных по изменчивости анатомо-морфологических признаков у четырех видов лауренций в зависимости от сезона и условий обитания, что позволило выявить основные и второстепенные таксономические признаки и их вклад в структуру слоевища. Изучена размерно-весовая и биологическая структура популяций некоторых видов лауренций, что дало возможность проследить за сменой генераций, определить соотношение гаметофита и спорофита в природных популяциях и выявить сроки их развития. Подробно исследована сезонная динамика структуры фитоценозов с участием лауренций, которая до настоящего времени оставалась неизученной. Отмечена приуроченность лауренций к чистым водам. Усиление загрязнения прибрежных вод вызывает значительные изменения в видовом составе и структуре лауренциевых сообществ и соответственно снижает количественное развитие лауренций. На основании этих данных, а также по соотношению поли-, мезо- и олигосапробных видов в сообществе лауренциевые фитоценозы отнесены к разряду олигосапробных, а сами виды были выделены в качестве индикаторов чистых вод. Изучены сроки размножения, рост и развитие трех видов лауренций, позволявшие оценить возможность использования их для марикультуры.

Практическая ценность. Приведенные в работе многосторонние данные по лауренциям могут быть использованы для подбора видов, перспективных для культивирования. Детальное изучение роста и развития агаросодержащей водоросли *L. obtusa* в море на искусственных

по биологии шельфа / Владивосток, 1982 /, на IV Всесоюзном совещании по научно-техническим проблемам марикультуры / Владивосток, 1982 /, на научных семинарах отделов бентоса, фитобентоса и культивирования водорослей.

Публикации. По теме диссертации опубликованы 4 статьи и 5 тезисов. Эти работы, а также I статья, находящаяся в печати, отражают ее основное содержание.

Объем работы. Диссертация состоит из введения, шести глав с заключениями, выводов и списка цитируемой литературы. Содержит 143 страниц машинописного текста, иллюстрирована 41 рисунком и 29 таблицами. Библиография включает 176 наименований, из них 91 на иностранных языках.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обосновывается необходимость изучения лауренций как перспективных для культивирования агаросодержащих водорослей, сформулированы основные задачи исследования, показана научная и практическая ценность выполненной работы.

Часть I. ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Глава I. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

В главе приводятся сведения об истории изучения рода *Laurencia* Lamour., описывается его таксономическая структура в различных системах / Yamada ,1931; Tseng ,1945; Saito ,1967 /. Отмечается, что значительная часть иностранных работ посвящена исследованию химического состава лауренций / Обата, Фукуси, 1952; Gordon ,1963; Huvé, Pellegrini ,1969 и др. /. Кратко характеризуются вещества, полученные из лауренций. Обсуждается состояние изученности растительных ассоциаций с участием лауренций. Рассматриваются вопросы, связанные с практическим применением этой группы водорослей.

В целом, анализ литературных данных показывает, что специальными исследованиями лауренций Черного моря, кроме вопросов система-

тики и географического распространения, никто не занимался. Отсутствуют данные о росте, циклах развития, сроках размножения, возрастной и экологической изменчивости, численности, биомассе и продукции, структуре популяций и их сезонной динамике. Вместе с тем, в большинстве работ указывается на то, что лауренции относятся к числу ведущих и сопутствующих видов и являются показателями чистых вод. Высказывается мнение, что некоторые виды лауренций могут быть объектами культивирования.

Глава 2. МАТЕРИАЛ, МЕТОДЫ СБОРА И ОБРАБОТКИ

2.1. Объем материала, методы сбора и районы исследования.

Материалом исследований послужили фитобентосные пробы, собранные в 1978-1981 гг. в районе Севастопольской / бухты Песочная, Омега, Казачья, мыс Омега / и Новороссийской бухт, а также у Карадага. До глубины 1 м водоросли собирали с берега вручную, а глубже - с помощью аквалангистов. Ежемесячно отбирали по четыре количественные пробы на глубине 1 м рамкой 25х25 см, а глубже - 50х50 см. Во время летних экспедиций в район Карадага, бухт Ласпи и Новороссийская выполнены разрезы, охватившие глубины: 1, 3, 5, 10, 15 и 20 м. Подобные разрезы по сезонам сделаны в бухте Омега. Всего выполнено 20 гидробиотических разрезов и 92 станции, собрано и обработано свыше 300 количественных проб, взвешено и измерено 8102 растения, анатомо-морфометрическому анализу подвержено свыше 900 слоевищ, исследован состав более 300 популяций.

В этом же разделе рассматриваются условия произрастания макрофитов на исследованных участках Севастопольской бухты, различающихся степенью прибойности и эвтрофирования воды. Описание экологических условий других районов для удобства перенесено в другие главы.

2.2. Методы обработки материала

При сборе и обработке проб использовали методику, изложенную в работе А.А.Калугиной /1969/.

Для характеристики структуры фитоценозов и сравнения ее по районам, сезонам и глубинам вычисляли индекс видового разнообразия Шеннона / Wilhm , 1968 /, коэффициенты общности видов / Василевич, 1969; Воронов, 1973 /, сходства биомассы / Ярошенко, 1961 / и сапробности / Dresscher , Mark , 1980 /.

Размерно-весовую структуру популяций определяли путем тщательного измерения и взвешивания особей лауренции, отобранных из количественных проб. Полученные цифровые данные по индивидуальной массе и длине слоевищ распределяли на размерные и весовые классы с шагом 1 см и 10 мг. Число вариантов, относящихся к тому или иному классу, выражали в процентах от объема выборки. Для подробного морфометрического анализа отбирали по 10 слоевищ с каждой станции. При исследовании анатомических элементов слоевища измеряли на поперечном срезе длину и ширину клеток корового, промежуточного и центрального слоев в основании, средней части и у вершины главной оси растения. Кратность измерения равна 20. В некоторых случаях клетки измеряли с поверхности слоевища и на продольном срезе его главного ствола. Данные, полученные при обработке фактического материала, подвергли вариационно-статистическому анализу / Урбах, 1967; Лакин, 1973 /. Для описания формы клеток применяли индекс формы / Кондратьева, 1972 /. Для выявления степени зависимости некоторых морфологических признаков от условий местообитания, сезона и глубины применили дисперсионный анализ / Хартман и др., 1977; Плохинский, 1980 /.

Часть II. РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Глава 3. СЕЗОННАЯ МОРФОДИНАМИКА СЛОЕВИЩА НЕКОТОРЫХ ВИДОВ ЛАУРЕНЦИИ

При выборе объекта для культивирования необходимо прежде всего знать его видовую принадлежность. Лауренции - чрезвычайно полиморфные виды. Их сезонный полиморфизм находится в зависимости от условий местообитания, возраста растения. В немногочисленных работах по систематике лауренций Черного моря приводятся описания видов,

сделанные по гербарным образцам, собранным только в летний период. Все это обусловило необходимость исследования характерных признаков лауренций и их изменчивости в зависимости от сезона, условий местобитания и возраста как отдельных частей слоевища, так и всего растения в целом.

3.1. Общая характеристика видов рода *Laurencia* Lamour.

Описываются особенности внешней и внутренней структуры слоевища и органов размножения, отмечается характер распространения лауренций в Мировом океане.

Разделы 3.2-3.5. Приводятся данные исследования изменчивости анатомических и морфологических признаков каждого из четырех изученных видов в зависимости от возраста, сезона, района и глубины, на основании которых в заклЮчении делается вывод о сходстве структур талломов *L. coronopus* и *L. pinnatifida*, с одной стороны, и *L. papillosa* и *L. obtusa*, с другой. Общими признаками для *L. coronopus* и *L. pinnatifida* являются: сплюснутая форма главной и боковых осей, ветвление в одной плоскости, наличие лентиккулярных утолщений в клетках промежуточного и центрального слоев ткани. Для *L. obtusa* и *L. papillosa* характерны: округлая форма главной и боковых осей, ветвление в разных плоскостях, одинаковая форма и размеры клеток промежуточного и центрального слоев, их рыхлое расположение с образованием межклеточного пространства, наличие в трихобластах и коровых клетках вакуольных включений "corps en sérise", полисибонное расположение клеток в центре поперечного среза слоевища. Основные различия сравниваемых видов сводятся к следующему. Слоевище *L. coronopus*, в основном, сплюснуто в апикальных участках главной и боковых осей. Большая часть его ветвится в разных плоскостях, а ближе к вершине - в одной плоскости. Отличительной чертой вида является наличие коротких адвентивных ветвей - пролификаций. Нижняя часть ствола нередко покрыта толстой кутикулой. В основании зрелых

слоевиди образуется слой ослизневшихся клеток, предшествующий коровому слою. Коровые клетки старых участков слоевища чаще крупные, удлиненные, расположенные палисадными рядами; реже - мелкие, округлые или квадратные. Расположение клеток компактное.

Слоевища *L. pinnatifida* значительно мельче и светлее по окраске. Ветвление дихотомическое и в одной плоскости. Отличительными чертами вида являются: сильное уплощение слоевища от вершины до основания и мелкие прямоугольные или квадратные коровые клетки, не образующие палисадных рядов. У этого вида никогда не происходит разрастание корового слоя.

Слоевище *L. obtusa* мягкое, нежное, ломкое. Основание ствола переходит в слабо выраженную подошву или ризоиды. Конечные стерильные веточки цилиндрические или слегка булабовидные, нередко усеченные, простые или слабо разветвленные. Коровые клетки крупные, округлые, квадратные, сердцевидные. К числу постоянных признаков относится присутствие в коровых клетках включений "corps en cerise". Для *L. obtusa* характерно рыхлое расположение клеток, светлая окраска их содержимого, за исключением корового слоя, постоянная форма клеток сердцевин, тонкая кутикула.

Консистенция *L. papillosa* хрящевидная. К субстрату прикрепляется хорошо выраженной дисковидной подошвой. Ствол ветвится равномерно, метельчато или пирамидально. Боковые ветви отходят поочередно, местами супротивно и по всей длине покрыты короткими, более или менее густо расположенными веточками цилиндрической или булабовидной формы, простыми или гроздевидно разветвленными. Коровые клетки крупные, радиально вытянутые, образуют палисадные ряды. Клеточные стенки обильной толщины или иногда толстые, с ленткулярными утолщениями. В отдельные сезоны года крупные клетки чередуются с мелкими, в результате чего образуется мелкоячеистое пространство. Чаще расположение клеток компактное.

Исследования показали, что стабильных признаков у черноморских лауренций немного: форма и характер ветвления главного ствола, форма клеток промежуточного и центрального слоев ткани, наличие ленткулярных утолщений и включений "corps en sérise", пролификаций и папилл. Остальные признаки изменчивы. Так, форма и размеры клеток меняются в зависимости от возраста отдельных частей оловейца: от основания / старая часть / к вершине / растущий участок / размеры клеток уменьшаются, а их форма становится более округлой. От вершины к основанию диаметр главной оси увеличивается почти вдвое за счет возрастания количества клеточных рядов сердцевин, а также вследствие увеличения размеров клеток всех типов.

Форма и размеры клеток и ствола на поперечном срезе меняются и в зависимости от времени вегетации. Например, у *L. papillosa* весной и летом клетки крупные, удлинённой формы / индекс формы равен $1,5-2,5$ /, а зимой и осенью — мелкие и округлые / $F = 1,0-1,3$ /. Диаметр ствола особенно велик весной и осенью.

Выяснено, что сезонная морфодинамика особей близких по строению видов *L. obtusa* и *L. papillosa* носит сходный характер, выражающийся в количественном преобладании в течение года ветвей 2-го порядка с максимумом в летне-осенний период и высокой степени изменчивости линейных размеров ветвей 1-го порядка / коэффициент вариации нередко превышал 100% /, а также относительном постоянстве их у ветвей 2-3-го порядков / $V = 5-25\%$ /. Для *L. coronopus* характерно количественное доминирование не только ветвей 2-го, но и 3-го порядков, высокое варьирование в течение года размеров не только ветвей 1-го, но и 3-го порядков / $V = 102-103\%$ /.

Морфометрическая структура одного и того же вида в экологически различных районах моря не одинакова. Так, при сходном характере годовых вариаций размеров ветвей 2-3-го порядков у особей *L. papillosa*, произрастающих на открытых и чистых участках моря у вхо-

да в бухту Омега, ветви I-го порядка зимой, весной и летом были короче, чем у особей в бухте Песочная. Статистически достоверным оказалось различие растений по степени кустистости / количество ветвей I-го порядка / $F_{\text{экс.}} = 14,1 > F_{\text{табл.}} = 2,4$ / , массивности боковых ветвей / отношение массы слоевища к числу ветвей I-го порядка / $F_{\text{экс.}} = 3,8 > F_{\text{табл.}} = 2,4$ / и удельному весу слоевища / отношение массы слоевища к его длине / $F_{\text{экс.}} = 7,9 > F_{\text{табл.}} = 2,4$ / : в бухте Песочная они выше, чем у входа в бухту Омега.

Морфологическая структура лауренций меняется с возрастом растения. На примере *L. согорпус* показано, что в процессе онтогенеза происходит непрерывное увеличение средних длины и массы слоевища, длины и количества боковых ветвей I-го порядка и пролификаций. / рис.1 /. Ветви 2-го порядка впервые появляются у ювенильных особей, 3-го и пролификации - у имматурных. Наибольшей возрастной изменчивостью отличаются длина ветвей I-го порядка и расстояние между ними. Корреляционная связь между массой и длиной слоевищ разных возрастных групп положительная, а коэффициент корреляции высок и изменяется от 0,51 у имматурных особей до 0,94 у ювенильных.

Глава 4. СЕЗОННАЯ МОРФОДИНАМИКА ПОПУЛЯЦИЙ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ ЛАУРЕНЦИЙ

Сезонная изменчивость популяций проявляется в изменении численности особей, в смене их возрастного и размерно-весового состава. В разделе 4.1. описывается размерно-весовой состав популяции *L. согорпус*, поселяющейся на цитозире, и его изменение в зависимости от сезона и глубины в бухте Песочная, у входа в бухту Омега и напротив мыса Омега. Например, в бухте Песочная популяция вида на глубине 0,5 м представлена особями, длина и масса которых находится в пределах от 2 до 12 см и от 0,8 до 8,8 г. В зимне-весенний период в популяции доминируют растения малых размеров / от 2 до 6 см / и весовых групп / до 0,8 г // рис.2 /. Крупные особи зарегистрирова-

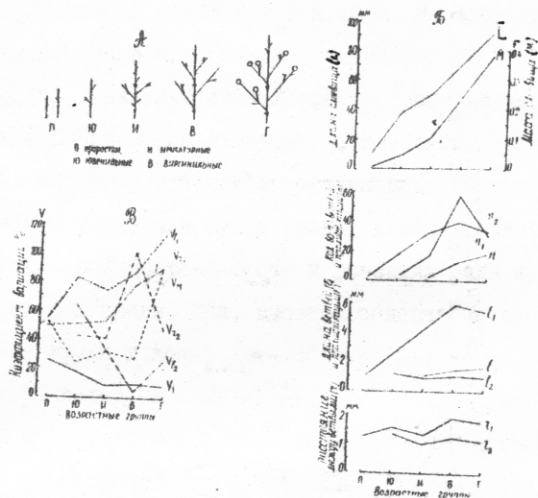


Рис. I. Возрастная морфодинамика слоевища *L. soroporus*.
 А - схема внешнего строения особей различных возрастных групп; Б - возрастные изменения длины и массы слоевища, длины и количества боковых ветвей и пролифаций; В - вариабельность исследуемых признаков.

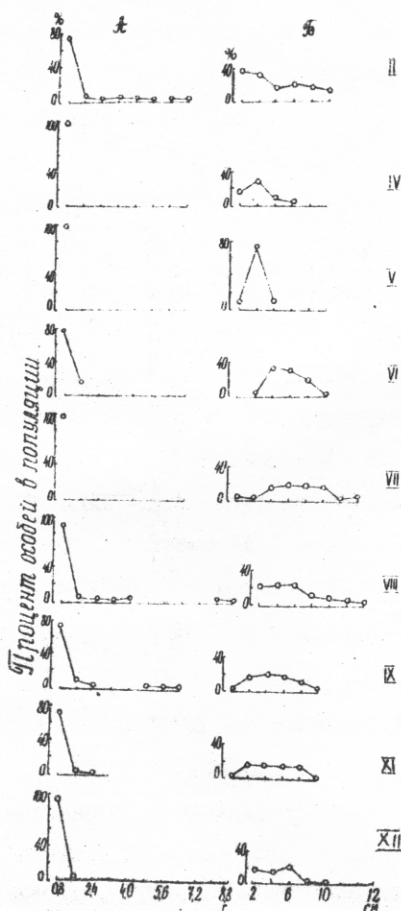


Рис.2. Сезонная динамика весового /А/ и размерного /Б/ состава популяции *L. согонорус* в бухте Песочная / II-XII-
- месяцы /.

ны в конце зимы, летом и в начале осени. Установлено, что на открытых участках моря напротив мыса Омега размерно-весовой состав популяции *L. scotoporus* меняется по глубинам. С ростом глубины увеличивается, в целом, степень разнообразия спектра популяции, снижается участие особей средней весовой группы / от 0,12 до 0,24 г /, растет доля малых размерных и весовых классов. Спектры популяции особенно разнообразны на глубине 3,5 и 10 м. На всех глубинах доминируют растения, масса которых не превышает 0,04 г.

В разделе 4.2. анализируется возрастной состав популяции *L. scotoporus* у мыса Омега и его изменение с глубиной. В разделе 4.3. рассматривается размерно-весовая структура популяции *L. papillosa* в бухте Песочная и у входа в бухту Омега, характер динамики которой определяется особенностями роста и развития вида и сезонными изменениями факторов среды. Так, высокое содержание особей малых размерно-весовых групп в конце лета объясняется ингибирующим действием высокой температуры воды $+21-24^{\circ}\text{C}$ /, приводящим к изреживанию популяции, и наблюдаемой в этот период сменой поколений, а осенью и зимой - действием штормовых волн, вызывающих элиминацию крупных слоевищ. В разделе 4.4. описывается структура популяции неприкрепленной формы *L. obtusa* f. *laxa* в бухте Казачья в период с апреля по сентябрь. Отмечается, что в исследуемый промежуток времени в популяции преобладали одни и те же размерные / 4-6 см / и весовые / 0,1-0,2 г / группы растений. В каждом разделе анализируется характер изменений средних длины и массы особей в популяции в зависимости от сезона, района и глубины обитания. В заключении говорится, что, в целом, независимо от видовой принадлежности в популяциях лауренций в течение года доминируют группы особей, относящиеся к малым размерно-весовым классам, содержание которых в отдельные сезоны приближается к 100%. Максимальные значения средне-месячных длины и массы особей исследованных видов приходятся на

весенний и большую часть летнего периода, а минимальные - к концу лета-началу осени, когда у большинства видов происходит смена поколений.

Глава 5. РОСТ, РАЗМНОЖЕНИЕ И ГЕНЕРАТИВНАЯ СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦИЙ ВИДОВ ЛАУРЕНЦИЙ

Предполагаемое использование черноморских лауренций в качестве объектов марикультуры обусловило необходимость изучения таких биологических особенностей видов как рост, продолжительность вегетации, сроки и способы размножения.

5.1. Сроки размножения и генеративная структура популяций.

В условиях Черного моря *L. coronopus* и *L. pinnatifida* размножаются бесполым и половым способами, а *L. obtusa* и *L. papillosa* - еще и вегетативным, путем фрагментации талломов на части и с помощью стелющихся побегов, дающих начало новым особям.

Популяция *L. coronopus* в зимне-весенний период, когда температура воды не превышает $+15^{\circ}\text{C}$, состоит из молодых стерильных растений, спорофита и мужского гаметофита. Женские растения вегетируют с мая по июль при температуре воды $+18-21^{\circ}\text{C}$. Во второй половине лета происходит смена поколений. Осенью, по мере охлаждения воды до $+14^{\circ}\text{C}$, плодоносящие особи встречаются редко, а основную часть популяции составляют растения летней генерации.

Популяция *L. papillosa* с января по июль представлена многочисленным спорофитом и гаметофитами. В конце августа при $t=+24^{\circ}\text{C}$ происходит смена поколений и с сентября по декабрь все особи данного вида стерильны. В конце декабря начинают закладываться спорангии, а в мае - цистокарпы.

Популяция *L. obtusa* f. *laxa* с сентября по апрель состоит из стерильных особей. В мае при $t=+11-13^{\circ}\text{C}$ на них появляются спорангии, а в августе / $t=+22^{\circ}\text{C}$ / - цистокарпы и антеридии.

В разделе приводятся сведения о внешней и внутренней структуре гаметофита и спорофита и их количественном соотношении в по-

пуляции.

5.2. Рост *L. obtusa f. laxa* в море на искусственном субстрате

С точки зрения создания марикультурных хозяйств на Черном море большого внимания заслуживает неприкрепленная форма *L. obtusa f. laxa*, образующая значительные скопления в Тендровском, Егорышском и Джарылгачском заливах. Поскольку этот вид способен размножаться вегетативно путем фрагментации таллома и спорами, возможны два способа ее выращивания: вегетативным и путем оспоривания искусственных субстратов. С целью определения возможности выращивания лауренции на искусственном субстрате в море были поставлены 4 эксперимента, длительностью по 4-7 месяцев. В качестве субстрата использовали капроновые поводки и бетонные плиты. В первых двух опытах посадочным материалом служили апикальные фрагменты слоевища, в остальных двух - субстраты оспоривались в естественных условиях. Опыты выращивания лауренции из фрагментов, закрепленных на капроновых поводках, установленных в море на глубине 3 и 6 м, показали, что прирост массы в десятки раз превосходит темпы линейного роста за счет интенсивного процесса регенерации боковых побегов и способности лауренции к кущению. Средняя масса фрагментов уже в первый после посадки месяц увеличилась в 2-3,5 раза, а за 4 месяца роста в эксперименте возросла в 14 раз / на глубине 6 м / и 23 раза / на глубине 3 м /. Из двух сравниваемых глубин средние длина и масса фрагментов, их удельная продукция были наиболее высоки в сентябре на глубине 3 м. Результаты опытов по оспориванию капроновых поводков и бетонных плит в естественных условиях свидетельствуют о том, что споры лауренции быстро оседают на твердые субстраты, выставленные в море, прорастая без периода покоя. Появление проростков не ограничено определенным периодом года. За 3 месяца роста они достигают размеров взрослых особей естественных популяций.

Институт биологии
южных морей АН УССР

БИБЛИОТЕКА

№

В заключении обобщаются сроки и способы размножения черноморских лауренций, делается вывод о том, что *L. obtusa* обладает достаточно высоким темпом роста и продукцией, быстро адаптируется к искусственному субстрату и может быть рекомендована как перспективный для культивирования объект.

Глава 6. СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА СТРУКТУРЫ ЦИСТОЗИРОВО-ЛАУРЕНЦИЕВЫХ И ЗОСТЕРОВО-ЛАУРЕНЦИЕВЫХ АССОЦИАЦИЙ

L. coronopus, *L. pinnatifida*, *L. papillosa*, *L. obtusa* на мелководных и чистых участках моря образуют II-III ярусы цистозировых и зостеро-вых фитоценозов и в отдельные сезоны года в количественном соотношении не уступают цистозире и зостере.

6.1. Асс. *Cystoseira crinita* + *C. barbata* - *Laurencia papillosa* + *L. coronopus* - *Gelidium*.

Цистозирово-лауренциевая ассоциация полидоминантная со сложной структурой растительного покрова. Индекс видового разнообразия высок / 2,0-2,5 бит/г / за счет массового развития субдоминантов; произрастающих круглый год. В бухте Песочная биомасса ассоциации в течение года колеблется от 299 до 1710 г.м⁻², а лауренции - от 75,6 до 1116,8 г.м⁻². Наибольшее развитие ассоциация получает в марте, июне и сентябре при $t_{\text{ср}} = +12 \dots +18^{\circ}\text{C}$. В другие месяцы происходит изреживание зарослей: летом - за счет высокой солнечной радиации / 0,70-0,75 кал·см⁻²·мин⁻¹ / и прогрева водной толщи до $+23 \dots +24^{\circ}\text{C}$, зимой - от воздействия сильных штормов. Среднегодовая биомасса ассоциации равна $972,7 \pm 277,5$ г·м⁻². Доля участия *L. papillosa* в данном сообществе велика: за исключением марта, августа, октября-ноября, она выполняет роль доминанта, а ее биомасса составляет 31-81% биомассы макрофитов ассоциации /рис.3/.

Наиболее высокие коэффициенты сходства биомассы отмечены между месяцами одного сезона / 90-98% /, а самые низкие - между месяцами разных периодов года / 36% /. Видовой состав ассоциации

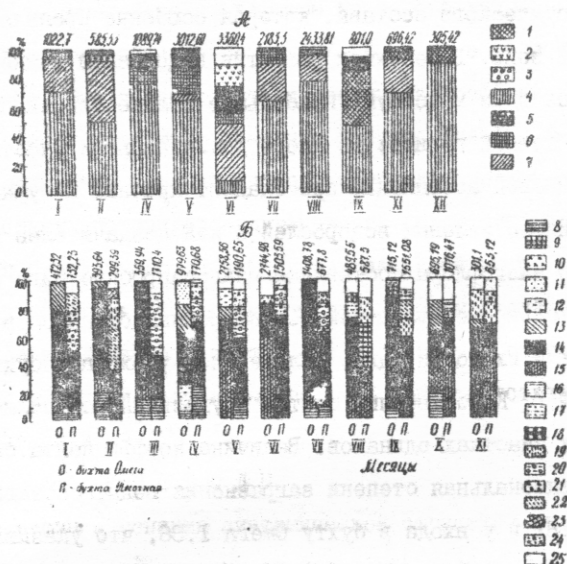


Рис.3. Изменение биомассы зостеро-лауренциевой ассоциации /А/ в бухте Казачья и цистозиро-лауренциевой /Б/ - в бухтах Омга и Песочная по месяцам. 1. *Zostera minor*, 2. *Sphacelaria cirrhosa*, 3. *Phyllophora nervosa*, 4. *Zostera marina*, 5. *Laurencia obtusa* f. *laxa*, 6. *Gracilaria verrucosa*, 7. *Potamogeton pectinatus*, 8. *Polysiphonia subulifera*, 9. *Cladophora*, 10. *Chondria tenuissima*, 11. *Stilophora rhizodes*, 12. *Cystoseira barbata*, 13. *Laurencia coronopus*, 14. *L. papillosa*, 15. *C. cristata*, 16. *Ceramium*, 17. *Padina pavonia*, 18. *Dilophus fasciola*, 19. *Gelidium*, 20. *Ulva rigida*, 21. *Corallina officinalis*, 22. *Ceramium rubrum*, 23. *Grateloupia dichotoma*, 24. *Enteromorpha intestinalis*, 25. Прочие виды.

более динамичен, чем ее биомасса. Большие колебания коэффициента общности видов / $7,1-75,0\%$ / связаны с ярко выраженной сезонной динамикой флористического состава, которая особенно проявляется в самой прибрежной зоне. В сезонном развитии водорослей данной ассоциации наблюдается один максимум: наибольшее количество видов / 24 / приходится на летний период. Во флоре исследованных участков цистозирово-лауренциевой ассоциации преобладают красные и бурные водоросли, а удельный вес зеленых водорослей в ней незначителен / $12,1-21,9\%$ /. Ядро альгофлоры составляют олигосапробные виды / $43,7-57,6\%$ /. Несколько меньше в ней мезосапробных организмов, причем в бухте Песочной их почти вдвое больше, чем у входа в бухту Омега / $40,7$ и $27,2\%$ /. Качественный состав и удельный вес полисапробных видов на обоих участках одинаков. Величина коэффициента сапробности, обратно пропорциональная степени загрязнения воды, составила в бухте Песочная $0,81$ и у входа в бухту Омега $1,36$, что указывает на большую степень эвтрофирования первого участка по сравнению со вторым.

В разделе приводятся данные по распределению численности и биомассы четырех видов лауренций, характерных для цистозирово-лауренциевых фитоценозов в районе Карадага, Севастополя и Новороссийска.

6.2. Асс. *Zostera marina* + *Potamogeton pectinatus* - *L. obtusa*

f. laxa

Участки данной ассоциации широко распространены в чистых бухтах и заливах Черного моря. В ее состав в качестве субдоминанта входит *L. obtusa* f. *laxa*. Зостеро-лауренциевая ассоциация полидоминантная. Индекс видового разнообразия ее изменяется в широких пределах: от $0,51$ в декабре до $2,5$ в январе. В бухте Казачья биомасса зостеро-лауренциевой ассоциации колеблется от 395 до $3360 \text{ г} \cdot \text{м}^{-2}$ / см. рис.3 / с максимумом в июне и минимумом в декабре. Среднегодовая биомасса ассоциации равна $1680,3 \pm 909,3 \text{ г} \cdot \text{м}^{-2}$. Среднегодовой

коэффициент сходства биомассы невысок / $45 \pm 4\%$ /, что указывает на значительное изменение структуры ассоциации в течение года. Доля участия *L. obtusa* f. *laxa* в ассоциации изменяется от 0,05 в декабре до 18,5% в июне. Ядро альгофлоры zostеро-лауренциевой ассоциации составляют олигосапробные виды / $56,2\%$ /, а полисапробные виды не обнаружены. Эти данные, а также величина коэффициента сапробности / 1,62 / свидетельствуют о том, что в бухте Казачья на участках zostеро-лауренциевой ассоциации вода загрязнена в меньшей степени, чем на участках цистозирово-лауренциевой ассоциации в бухте Песочная и у входа в бухту Омега. В заключении делается вывод о том, что лауренции могут служить биологическим индикатором степени загрязнения воды, поскольку лучшего развития они достигают у открытых и чистых берегов или в бухтах полузакрытого типа при отсутствии прямых источников загрязнения.

ВЫВОДЫ

1. Выявлены изменения анатомической структуры слоевища у 4-х видов лауренций в зависимости от возраста, сезона и условий обитания. Общей закономерностью для них является: увеличение с возрастом толщины кутикулы, размеров и количества рядов клеток всех типов ткани, изменение формы коровых клеток от округлой до вытянутой. К числу стабильных признаков относятся: форма и размеры главного ствола на поперечном срезе, форма клеток сердцевин, характер расположения клеток. Наиболее высоким уровнем возрастной и экологической изменчивости обладают форма и размеры коровых клеток.

2. Наибольшее сходство в строении талломов отмечено между *L. conopseus* и *L. pinnatifida*, с одной стороны, и между *L. obtusa* и *L. papillosa*, с другой. Выяснено, что сезонная морфодинамика особей близких по строению видов *L. obtusa* и *L. papillosa* носит сходный характер, выражающийся в количественном преобладании в течение года ветвей 2-го порядка с максимумом в летне-осенний период и высокой степени сезонной изменчивости размеров ветвей 1-го порядка. Для *L. conopseus* характерно доминирование не только ветвей 2-го, но и 3-го

порядка, высокое варьирование в течение года размеров ветвей I-го и 3-го порядков.

3. Установлено, что в процессе онтогенеза происходит непрерывное увеличение средних длины и массы слоевища *L. coronopus*, длины и количества боковых ветвей I-го порядка и пролифкаций. Наибольшей возрастной изменчивостью отличаются длина ветвей I-го порядка и расстояние между ними.

4. Выявлена сезонная и месячная динамика размерно-весового состава популяций лауренций, обусловленная особенностями роста и развития самих растений и сезонными изменениями факторов среды. Выяснено, что независимо от видовой принадлежности в популяциях в течение года доминируют группы особей, относящиеся к малым размерно-весовым классам, содержание которых в отдельные сезоны года достигает 100%.

5. Изменения среднемесячных длины и массы особей в популяциях лауренций характеризуются сложной сезонной динамикой. Максимальные значения этих параметров приходится на весенний и большую часть летнего периода, а минимальные - к концу лета-началу осени, когда у большинства видов происходит смена поколений. Сезонные колебания длины и массы *L. papillosa* и *L. coronopus* выражены довольно отчетливо и, в целом, характеризуются одновершинной кривой. Динамика размерных и весовых характеристик особей в популяции *L. obtusa* f. *laxa* на протяжении года характеризуется относительно четкой неоднородностью, при этом наблюдается тенденция развития их в противофазе.

6. Выявлены сроки размножения и исследована генеративная структура 3-х видов лауренций. Популяция *L. coronopus* в зимне-весенний период состоит из стерильных особей, спорифита и мужского гаметофита. Женские растения вегетируют с мая по июль. Во второй половине лета происходит смена поколений. Осенью плодоносящие осо-

би встречаются редко, а основную часть популяции составляют растения летней генерации. Популяция *L. papillosa* с января по июль представлена спорофитом и гаметофитом. В конце августа происходит смена поколений, поэтому с сентября по декабрь все особи в популяции стерильны. В конце декабря на них закладываются спорангии, а в мае - цистокарпы. Популяция *L. obtusa* f. *laxa* с сентября по апрель состоит из стерильных особей. В мае на них появляются спорангии, а в августе - цистокарпы и антеридии.

7. Показано, что фрагменты *L. obtusa* f. *laxa* легко адаптируются к искусственному субстрату и обладают высокой продукцией. Прирост массы слоевища в десятки раз превосходит темпы линейного роста, что связано с высокой способностью фрагментов к кущению. Установлено, что споры лауренции быстро оседают на твердые субстраты, выставленные в море, и прорастают без периода покоя. Появление проростков не ограничено определенным периодом года и за 3 месяца роста они достигают размеров взрослых особей естественных популяций.

8. *L. papillosa* и *L. coronopus* в мелководных и чистых участках моря образуют II-III-й ярусы цистозировых фитоценозов и в отдельные сезоны года выполняют роль доминанта ассоциации *Cystoseira crinita* + *C. barbata* - *Laurencia papillosa* + *L. coronopus* - *Gelidium*. Биомасса макрофитов данной ассоциации колеблется у входа в бухту Омега от 301 до 2800 г·м⁻² с максимумом в мае-июне, а в бухте Песочная - от 299 до 1710 г·м⁻² с максимумом в марте, июне и сентябре. Доля участия *L. papillosa* в цистозирово-лауренциевой ассоциации колеблется от 31 до 81% общей биомассы. Неприкрепленная форма *L. obtusa* является субдоминантом ассоциации *Zostera marina* + *Potamogeton pectinatus* - *Laurencia obtusa* f. *laxa*. Биомасса макрофитов zostеро-лауренциевой ассоциации варьирует от 400 до 3400 г·м⁻² с максимумом в июне. Доля участия *L. obtusa* f. *laxa* в

ассоциации изменяется от 0,1 до 18,5% общей биомассы.

9. Изучена сезонная динамика биомассы и продукции у трех видов лауренций. Установлено, что *L. obtusa* и *L. papillosa* имеют один максимум в развитии биомассы, приходящийся на весенне-летний период, при этом отличие от минимальных величин составляет порядок и больше. Годовая кривая биомассы *L. coronopus* имеет двухмодальную структуру с максимумами весной и осенью.

10. На основании анализа видового и сапробного состава водорослей цистозирово-лауренциевой и зостеро-лауренциевой ассоциаций, количественного распределения лауренций на участках с различной степенью загрязнения исследуемые виды лауренций отнесены к олигосапробной группе и выделены в качестве индикаторов чистых вод.

11. Данные количественного распределения, сроков размножения, роста *L. obtusa* f. *laxa* на искусственном субстрате позволяет рекомендовать эту водоросль в качестве объекта марикультуры. Оптимальная глубина посадки - 3 м, сроки посадки - май-июнь. Посадку можно проводить с помощью фрагментов, прикрепленных к поводкам, и путем опосредования искусственного субстрата.

Работы, опубликованные по теме диссертации.

1. Количественная характеристика структуры ценопопуляций лауренций в Севастопольской бухте.- В кн.: Тез. докл. на III Всесоюз. совещ. по мор. альгологии-макрофитобентосу, Севастополь, 1979, Киев, Наукова думка, 1979, с.47-49.
2. Анатомо-морфологическая структура некоторых видов лауренций Севастопольской бухты.- Там же, с.45-47.
3. Сезонная динамика структуры цистозирово-лауренциевых и зостеро-лауренциевых фитоценозов в районе Севастопольской бухты.- В кн.: VII съезд Украинс. ботан. о-ва: Тез. докл., Киев, 1982, с.291.
4. Структура цистозирово- и зостеро-лауренциевых фитоценозов в не-

- которых районах Крымского побережья Черного моря.-Экология, 1982, вып.12, с.35-41.
5. Структура фитопленозов и ценопопуляций лауренций Черного моря.- В кн.: Биология шельфовых зон Мирового океана: Тез. докл., Владивосток, 1982, ч.1, с.21-22.
6. Сезонная динамика структуры ценопопуляций лауренций в Севастопольской бухте.- Экология моря, 1983, вып.14, с.56-62.
7. Возрастные этапы в онтогенезе *Laurencia coronopus* J. Ag. Черного моря.- Экология моря, 1983, вып.15, с.29-33.
8. Рост *Laurencia obtusa* (Huds.) Lamour. на искусственном субстрате в Черном море.- В кн.: IV Всесоюз. совещ. по науч.-техн. проблемам марикультуры: Тез. докл., Владивосток, 1983, с.124-125.
9. Возрастная структура эпифитной синузиды *Laurencia coronopus* J. Ag. в Черном море.- В сб.: Биологические ресурсы водоемов в условиях антропогенного воздействия, Киев, Наукова думка, 1985, с.8-9.
10. Рост и развитие *Laurencia obtusa* (Huds.) Lamour. на искусственном субстрате в Черном море.- В кн.: Марикультура водорослей и беспозвоночных в морях СССР, М., 1985, в печати.

В.И.У.