

МЕЖВИДОВЫЕ РАЗЛИЧИЯ СОСТАВА, СТРУКТУРЫ И ДИНАМИКИ ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ *ULVA LINNAEUS* (CHLOROPHYTA) В ЧЁРНОМ МОРЕ

И. К. Евстигнеева, И. Н. Танковская

Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН, Севастополь, РФ,
logrianin@nm.ru

Приводятся результаты сравнительного анализа гетерогенности и динамичности размерно-весовой структуры ценопопуляций трех массовых черноморских видов *Ulva* (Chlorophyta). Установлено, что *Ulva intestinalis*, *U. linza* и *U. rigida* проявляют морфоструктурные различия слоевища и ценопопуляций. При этом *U. intestinalis* и *U. linza* обладают межвидовым сходством, которое выше, чем у каждого из них с *U. rigida*. Полученные данные свидетельствуют о наличии определенной видоспецифичности размерно-весовых характеристик *U. rigida* и их динамики.

Ключевые слова: ценопопуляция, макроводоросли, Chlorophyta, размерно-весовая структура, изменчивость, Крым, Чёрное море

Ценопопуляция (ЦП) подобно любой биосистеме обладает определенным составом и структурой, которая включает набор элементов, их пространственное расположение и характер связей между ними [1]. Современное представление о структуре охватывает не только размещение элементов ЦП в пространстве, но и динамику их во времени разного масштаба, так как каждая система одновременно существует в пространстве и во времени. Популяционный анализ является важным этапом гидроэкологических исследований, поскольку позволяет детально изучить структуру и функционирование отдельных видов. При определении цели работы исходили из того, что структура популяций морских макроводорослей вообще и ульвовых, в частности, исследована крайне недостаточно. Исходя из сказанного, целью работы стало сравнительное исследование размерно-весовых характеристик слоевища и ценопопуляций некоторых массовых представителей Chlorophyta (*Ulva intestinalis* L., *U. linza* L. и *U. rigida* C. Ag.), степени и характера их пространственной динамичности. Полученные результаты позволяют дать оценку видоспецифичности параметров выбранных объектов и их изменчивости, а также расширят весьма скудную базу данных о структуре и динамике популяций массовых и ценозообразующих видов зеленых водорослей.

Материал и методы. В основу работы положены фитобентосные сборы на глубине 0.2–0.5 м в разных районах Крымского побережья, на естественных и искусственных твердых субстратах по стандартной гидробиотической методике [2]. Для описания особенностей ЦП на искусственном и естественном субстратах в качестве модельных выбраны популяции видов, обитающих в б. Мартынова, Балаклавская и Севастопольская (пос. Радиогорка). Для характеристики размерно-весовой структуры ЦП водорослей за основу приняты следующие параметры: средние размерно-весовые показатели для каждой станции и для всего района обитания, лимиты и размах вариаций, доверительный интервал, мода и модальный класс [3]. Для ранжирования исходных данных применяли формулу Стерджесса [4]. На основе этой формулы для вариационного ряда размерных характеристик ЦП трех видов был принят шаг, равный 2 см, для весовых – 1 г (*U. rigida*) и 0.1 г (*U. linza*, *U. intestinalis*).

Для оценки степени и характера изменчивости параметров слоевища и ценопопуляции применяли коэффициент вариации (C,%) и 7-балльную шкалу вариабельности биологических признаков [5]. Районы работ представлены на рисунке.



Рис. Карта районов исследования

Результаты и обсуждение. Сравнительный анализ данных, полученных для трех видов зеленых водорослей в разных районах и на разных субстратах, позволил вычлнить сходство и отличие для каждого объекта и по отношению к другим исследованным видам.

Разные субстраты. Установлено, что на естественном субстрате по ряду параметров наибольшее сходство проявляют *U. intestinalis* и *U. linza*. К таким параметрам можно отнести среднее значение, размах и лимиты вариаций индивидуальной длины растений, количество и размах значений размерных классов, значение одной из мод, полночленность размерного состава и его сдвиг влево, в сторону мелкоразмерных групп. *U. rigida* занимает промежуточное положение, за исключением проявления ее сходства с *U. linza* за счет «верхненормального» характера изменчивости размеров слоевища, а с *U. intestinalis* – на уровне примерно равного количества и доли модальных классов. Полученные данные позволяют говорить о существовании определенной видоспецифичности размерно-весовых характеристик *U. rigida*. Одновременно три вида обладают единственным сходством, выражающемся в полночленности размерного спектра.

Примерно такая же картина характерна и для весовых характеристик, когда *U. intestinalis* и *U. linza* межвидовое сходство проявляют в большей степени, чем с *U. rigida*. Кроме того, для всех видов, независимо от топической локализации ЦП, характерны высокая степень изменчивости массы слоевища и одномодальность весового спектра.

На искусственном субстрате складывается несколько иная ситуация. Здесь не только *U. intestinalis* и *U. linza*, но и *U. intestinalis* и *U. rigida* проявляют сходство некоторых параметров. В двух случаях обнаружены общие черты и у ЦП такой пары видов, как *U. linza* и *U. rigida*. Особенно выраженное своеобразие проявляется при сопоставлении весовых параметров слоевища и ЦП видов. Установлено, что на

искусственном субстрате виды проявляют большее сходство, чем на естественном. Это касается высокой изменчивости массы слоевища, одномодальности весового спектра и одинакового смещения вариант в сторону мелковесовых классов. У *U. intestinalis* и *U. linza* отмечено как совпадение величины моды и вклада модального класса в общую весовую структуру, так и неполночленность весового спектра классов. По остальным параметрам сходства между видами нет.

Разные районы Крымского побережья. Вдоль исследованного побережья три вида ульвы характеризуются одинаковыми или близкими к таковым размахом и средним для всего массива данных значениями индивидуальной длины растений, типом ее изменчивости, превышающей «норму», количеством размерных классов и, за небольшим исключением – модальных. Для размерного спектра видов характерно смещение вариант в сторону мелкогабаритных классов. По ряду параметров сходство особенно сильно выражается у таких пар видов, как *U. intestinalis* и *U. rigida*, в единичных случаях – у *U. linza* и *U. rigida*, у *U. intestinalis* и *U. linza*.

При наличии сходных черт исследованные растительные объекты проявляют некоторое своеобразие, что прежде всего касается *U. rigida*. Например, длина слоевища, средняя для ЦП на всех участках берега, размах значений этого показателя и степень его пространственной изменчивости у *U. rigida* выше, чем у остальных видов. Кроме этого, существуют отличия на уровне крайних значений размеров растений. Минимум показателя у *U. intestinalis* и максимум у *U. rigida* не совпадают с таковыми у других видов.

Для размерного состава ЦП *U. linza*, в сравнении с другими исследованными видами, характерен наименьший размах количества классов. Спектр размерных классов у *U. intestinalis* в большинстве случаев бимодальный, у остальных – одномодальный. *U. rigida* отличается от других объектов одной из двух выявленных мод и сочетанием полночленного и неполночленного размерного состава ЦП.

Как правило, одноименные признаки слоевища и ценопопуляции у разных видов варьируют одинаково. Весовые характеристики слоевища и ЦП, по сравнению с размерными, отличаются выраженной пространственной динамичностью. Изменчивость индивидуальной массы вдоль всего берега относится к «аномально большой» против «нормальной» у длины. В конкретных районах вариабельность массы слоевища кроме «аномальной», является «очень большой», «большой», «значительной» и иногда «нормальной».

Весовой спектр каждого из видов, по сравнению с размерным, является более разнообразным по числу классов. За малым исключением, для видов характерно одинаковое число модальных классов (1), преобладание полночленного состава, смещение кривой распределения вариант влево даже при классовом шаге, рассчитанном для *U. rigida* и не совпадающим с подобным у других ульв. Поскольку для *U. rigida* наиболее характерно 100% смещение в сторону первого весового класса с модой 1.0 г, то для этой части спектра был применен тот же классовый промежуток (0.1 г), что и для других видов. В этом случае также наблюдалось смещение сгущения вариант влево, поскольку модой доминирующих классов чаще всего являются такие значения, как 0.1 и 0.2 г.

У пары видов *U. intestinalis* и *U. linza* по некоторым весовым характеристикам выявлено выраженное межвидовое сходство. *U. rigida* отличается полным несовпадением с другими видами лимитов и размаха значений индивидуальной массы, для него характерна более высокая пространственная изменчивость массы слоевища, а

ее среднее для всего массива данных значение в пять раз выше, чем у *U. linza*. Подобно размерному весовой состав ЦП, *U. rigida* в половине районов прерывается за счет выпадения отдельных классов, тогда как у других видов ульвы неполнотенность популяционного спектра – весьма редкое явление.

Отметим, что недавно на основе результатов генетических исследований было произведено объединение трех исследованных видов в один род *Ulva* Linnaeus [6]. Однако полученные нами данные являются еще одним доказательством уязвимости морфологического критерия видов.

Выводы. Таким образом, впервые определены размерно-весовые параметры слоевища и состава ЦП трех массовых черноморских видов зеленых водорослей (*U. intestinalis*, *U. linza*, *U. rigida*). Установлены крайние и средние уровни этих параметров, их географическая и топическая локализация, а также характер их пространственной изменчивости. Полученные данные свидетельствуют о том, что *U. intestinalis*, *U. linza* и *U. rigida* проявляют морфоструктурные различия слоевища и ценопопуляций. При этом *U. intestinalis* и *U. linza* обладают более высоким межвидовым сходством, чем у каждого из них с *U. rigida*. Полученные нами данные дополнительно свидетельствуют об уязвимости морфологического критерия видов.

1. Василевич В. И. Количественные методы изучения структуры растительности // *Итоги науки и техники. Ботаника*. Т. 1. М.: Изд-во ВИНТИ, 1972. С. 7–83.
2. Калугина А. А. Исследование донной растительности Чёрного моря с применением легководолазной техники // *Морские подводные исследования*. М., 1969. С. 105–113.
3. Лакин Г. Ф. *Биометрия*. М.: Высшая школа, 1973. 343 с.
4. Sturges H. The choice of a class-interval // *J. Amer. Statist. Assoc.* 1926. Vol. 21. P. 65–66.
5. Зайцев Г. Н. *Математика в экспериментальной ботанике*. М.: Наука, 1990. 296 с.
6. Guiry M. D., Guiry G. M. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway [Electronic resource]. <http://www.algaebase.org>. Searched on 07 September 2015.

INTERSPECIES DIFFERENCES IN CONTENT, STRUCTURE AND DYNAMICS OF *ULVA LINNAEUS* (CHLOROPHYTA) CENOPOPULATION IN BLACK SEA

I. K. Evstigneeva, I. N. Tankovskaya

Kovalevsky Institute of Marine Biological Research, RAS, Sevastopol, RF, logrianin@nm.ru

The results of comparative analysis of heterogeneity and dynamics of the cenopopulation structure for three most spread black sea species of *Ulva* (*Chlorophyta*) are given. It was found that *Ulva intestinalis*, *U. linza* and *U. rigida* exert morphostructural differences in thallus and cenopopulation. At the same time *Ulva intestinalis* and *U. linza* feature interspecies similarity, which is most expressed than with *U. rigida*. The data obtained evidence the existence of certain species' specificity in spatial-weight characteristics of *U. rigida* and its dynamics.

Keywords: cenopopulation, macroalgae, Chlorophyta, spatial-weight structure, variability, Crimea, the Black Sea