

Н.Л.Финогенова, М.М.Данилова

Одесский филиал Института биологии южных морей НАН Украины, г.Одесса

**ПИШЕВОЙ СПЕКТР И МАСС-РАЗМЕРНЫЕ СООТНОШЕНИЯ
ДВУСТВОРЧАТОГО МОЛЛЮСКА *ANADARA INAEQUIVALVIS*
В ЧЕРНОМ МОРЕ**

Исследовали питание и рост двустворчатого моллюска *Anadara inaequalvis* (Bivalvia, Arcidae) в разных районах Черного моря (Жебриянская бухта, шельф Болгарии и устье р.Дунай). Во всех исследуемых районах пищевой спектр моллюска был сформирован бентосной формой диатомовой водоросли *Nitzschia sp.* Определены пищевые спектры для моллюсков разных возрастных групп. Отмечены различия значений коэффициентов уравнений масс-размерных характеристик роста моллюсков, собранных в разных районах.

Одной из основных форм антропогенного влияния на экосистему Черного моря является случайная интродукция новых видов. Процесс вселения (акклиматизации) новых видов из отдаленных районов Мирового океана в Черное море связан с развитием морской транспортной структуры (строительство новых и реконструкция старых портов), интенсификацией судоходства, отсутствием четкой правовой базы по охране окружающей среды. В результате, личинки новых видов с балластной водой преодолевают солевой барьер проливов, соединяющих Средиземное и Черное моря. Хотя состав фауны моря при таких интродукциях изменился незначительно, многие вселенцы широко распространились в море и вызвали крупномасштабные экологические последствия, затрагивающие все компоненты экосистемы. Они оказали заметное влияние на структуру донных сообществ, которые представлены видами с многолетним жизненным циклом и могут являться интегральным показателем состояния экосистемы в целом [1].

В последние годы в Черном море успешно акклиматизируется двустворчатый моллюск *Anadara inaequalvis* (Bivalvia, Arcidae), вид широко распространенный в Индийском и Тихом океанах. В Черном море *A. inaequalvis* впервые был зарегистрирован в 1968 г. в районе Туапсе-Шепси [2]. У берегов Болгарии он был найден в 1981 г. [3, 4], позже – на шельфе Румынии [5]. В 1986 г. единичные особи этого моллюска были найдены на шельфе северо-западной части Черного моря, в Керченском проливе и у берегов Кавказа [6]. В 1989 г. *A. inaequalvis* был обнаружен в Азовском море [7]. В 1999 г. наличие *A. inaequalvis* зарегистрировано в районе южного берега Крыма (Карадаг, район г.Алушты) [8]. За сравнительно короткое время *A. inaequalvis* распространился по всему Черному и Азовскому морям и встречается на различных грунтах (илистых, илисто-песчаных, песчаных). Новый вселенец превратился в существенный компонент донных биоценозов [9].

Исследование расширения ареала и темпов акклиматизации нового для фауны Черного моря моллюска представляет большой интерес. Учитывая

способность *A. inaequalvis* формировать скопления большой плотности, очевидна необходимость дальнейшей всесторонней оценки последствий расселения этого моллюска на шельфе Черного моря, его роли в новых биоценозах и перспектив хозяйственного использования.

В решении проблемы биологической продуктивности водоемов большое значение принадлежит исследованию питания и пищевых взаимоотношений животных, относящихся к разным трофическим уровням. Моллюски играют существенную роль в трофодинамических процессах моря как потребители растительного и животного планктона и бентосных форм, с одной стороны, и как объекты питания для других моллюсков и рыб, с другой [10]. Оценивая роль *A. inaequalvis* в биоценозах следует отметить, что по типу питания этот моллюск является фильтратором-сестонофагом, следовательно, его следует считать участником процесса самоочищения водоемов.

В настоящее время в литературных источниках есть лишь краткие сведения о составе пищевого комка и масс-размерных характеристик для *A. inaequalvis*, поэтому целью нашей работы является изучение особенностей питания и роста двустворчатого моллюска *A. inaequalvis* в Черном море [1].

Материал и методика. Нами изучался характер питания моллюсков разных возрастных групп из районов с разным уровнем антропогенного загрязнения. Материалом для настоящего исследования послужили результаты анализа содержимого желудков моллюсков *A. inaequalvis*, собранных в октябре 2003 г. на шельфе Болгарии (район г. Варна), в мае 2005 г. в Жебриянской бухте и в акватории дельты р. Дунай. Были исследованы моллюски в Жебриянской бухте в количестве 50 шт. с глубины 12 м (грунт – ил, серый детрит) длиной от 5,8 до 21,0 мм, массой от 0,2 до 2,47 г.; район дельты Дуная в количестве 30 шт. с глубины 12 м (грунт – ил, песок) длиной от 10,8 до 32,4 мм и массой от 0,33 до 9,49 г., на шельфе Болгарии в количестве 65 шт. с глубины 18 м (грунт – ил, песок) длиной от 19,3 до 44,2 мм и массой от 1,8 до 26,5 г.

Анализ состава пищи включал подсчет кормовых компонентов в пищевом комке анадары и определение их частоты встречаемости. Массу пищевых объектов определяли по соответствующим таблицам для зоопланктона Черного моря [10]. Для более полного представления о пищевом спектре моллюсков готовили окрашенные препараты [11]. Для выделения размерных когорт использовали статистический пакет FISAT-2. Были выделены две размерные группы: 5,8 – 15,0 и 15,5 – 32,4 мм. Для всех моллюсков измеряли общую массу (W , г), длину (L , мм), высоту (H , мм) и ширину (B , мм) раковины. Были рассчитаны значения показателей степенной зависимости общей массы, высоты и ширины от длины моллюсков для каждого изучаемого района по формуле $\ln Y = a + b \ln X$.

Результаты и обсуждение. В пищеварительном тракте моллюсков *A. inaequalvis* первой размерной группы из Жебриянской бухты преобладала растительная пища: диатомовые водоросли *Nitzschia* sp. (69,7 %), ил (40 %) и детрит (45,5 %). Наибольшее разнообразие видов пищи обнаружено у моллюсков второй размерной группы. В пищевом комке моллюсков этой группы доминировали диатомеи: здесь в равном соотношении (0,2 – 0,5 %) были пред-

Т а б л и ц а 1. Состав пищи *Anadara inaequalvis* размерной группы 15,5 – 32,4 мм в районе Жебриянской бухты.

пищевые компоненты	доля отдельных групп организмов, %		частота встречаемости
	по массе	по количеству	
бактерии		100	100
Vacillariophyta			
<i>Nitzchia</i> sp.	59,8	78,6	83,7
<i>Coscinodiscus</i> sp.	23,7	6,0	10,8
<i>Nitzchia holsatica</i>	5,3	0,5	6,4
<i>Naviculla pennata</i>	6,6	0,2	7,2
<i>Coscinodiscus radiatus</i>	0,4	0,2	1,1
<i>Cocconeis</i> sp.	1,7	0,5	7,9
Chlorophyta	1,3	8,6	10,4
Суанопхита	0,2	5,4	12,7

ставлены *Naviculla pennata*, *Nitzchia holsatica*, *Coscinodiscus* sp., *Coscinodiscus radiatus*, *Cocconeis* sp. и др. Основу спектра питания *A. inaequalvis* в районе Жебриянской бухты сформировала бентосная водоросль *Nitzchia* sp.: 78,6 % численности, 59,8 % массы, 83,7 % встречаемости. Необходимо отметить, что в пищевом комке более крупных моллюсков группы присутствует детрит (40 – 50 %), споры растений, бактерии, остатки макроводорослей и минеральные частицы (табл.1).

В пищевом комке моллюсков, собранных на шельфе Болгарии (в районе г.Варна), обнаружены диатомы *Nitzchia* sp. (25,3 %), *Naviculla* sp. (15,3 %), *Thalassiosira* sp. (4,3 %), *Coscinodiscus* sp. (5,4 %), *Prorocentrum micans* (3,3 %), детрит (40 %), бактерии и минеральные частицы. У некоторых особей, особенно у молодых, большую часть содержимого пищеварительного тракта составляет ил (30 – 40 %), детрит (40 – 50 %) и бактерии. Очевидно, для *A. inaequalvis*, как и для других донных фильтраторов в отсутствие другой пищи, бактерии и детрит являются основным источником питания.

В районе дельты р.Дунай спектр питания *A. inaequalvis* был представлен небольшим количеством форм. Пищевой комок моллюсков этого района состоял, в основном, из бентосной диатомеи *Nitzchia* sp. (85,3 %), кроме этого у более крупных моллюсков значительную долю пищи составили кокколитофориды 5,4 % , синезеленые 9,8 % и зеленые водоросли 6,7 %. В пищевом комке *A. inaequalvis* отмечены остатки бурых водорослей (*Phaeophyta*), бактерии, детрит (1,5 – 3 %) и минеральные частицы.

Пищевой спектр *A. inaequalvis* меняется не только в зависимости от размеров моллюсков, но и его обитания в районах с разными типами антропогенных воздействий.

В акватории Дуная (район с высокой антропогенной нагрузкой и сильным опреснением) значительную роль в питании моллюсков, кроме диатомовых, приобретают кокколитофориды, синезеленые и зеленые водоросли. По нашим наблюдениям в устье р.Дунай набор кормовых объектов очень специфичен. В пищевом тракте *A. inaequalvis* из этого района нет диатомовых водорослей,

широко распространенных в районе побережья Болгарии и Жебриянской бухты (*Coscinodiscus sp.*, *Naviculla sp.* и др.). Но доминирует диатомея *Nitzschia sp.* Остальные пищевые объекты представлены незначительно.

Таким образом, соотношение компонентов питания *A. inaequalvis* в исследуемых районах очень динамично, оно зависит от локальных условий среды и сезонных изменений температурного режима, солености, гидродинамики и притока питательных веществ. Об этом свидетельствует сопоставление полученных данных по трем исследуемым районам. Кроме этого, пищевой спектр моллюсков связан с их морфометрическими особенностями. По мере роста и развития моллюска в содержимом пищевом тракте все большее значение приобретают крупные формы фитопланктона и бентоса (*Coscinodiscus sp.*, *Naviculla sp.* и др.). С другой стороны, высоким темпом роста, крупными размерами и высокой численностью отличаются моллюски в районах богатых планктоном и детритом (в районе Жебриянской бухты и на шельфе Болгарии).

Изменчивость скорости роста, как ответная реакция организма на изменения во внешней среде, является удобным и поддающимся точной количественной оценке показателем при изучении взаимоотношений между развивающимся организмом и условиями его жизни [12]. Основным методом изучения относительного роста служит сопоставление размерных или масс-размерных характеристик, полученных по особям разного возраста, которые дают общее представление о тенденциях роста изучаемой группы животных.

Нами были получены аллометрические соотношения показателей массы всего моллюска *A. inaequalvis* от длины, высоты и ширины его раковины (табл.2). Полученные данные свидетельствуют об изометрическом росте *A. inaequalvis* в Черном море, так как коэффициенты b в уравнениях регрессии для зависимостей массы моллюска от длины, ширины и высоты раковины близки к 3 ($P < 0,05$). Значения коэффициента b , который отражает

Т а б л и ц а 2. Коэффициенты уравнений масс-размерных соотношений двустворчатого моллюска *A. inaequalvis* в Черном море.

уравнение	район	a		b		R^2
		среднее значение	стандартная ошибка	среднее значение	стандартная ошибка	
$\ln W = a + b \ln L$	I	-9,308	0,229	3,424	0,096	0,96
	II	-7,052	0,832	2,683	0,266	0,93
	III	-7,731	0,508	2,921	0,144	0,94
$\ln W = a + b \ln H$	I	-7,931	0,208	3,158	0,097	0,96
	II	-6,531	0,854	2,693	0,293	0,93
	III	-7,779	0,368	3,101	0,110	0,97
$\ln W = a + b \ln B$	I	-6,810	0,164	3,105	0,089	0,96
	II	-5,429	0,798	2,517	0,297	0,92
	III	-6,624	0,200	2,857	0,062	0,98

Примечание: I – Жебриянская бухта, II – дельта р. Дунай, III – шельф Болгарии; W – общая масса моллюска, г; L – длина раковины, мм; H – высота раковины, мм; B – ширина раковины, мм; R^2 – коэффициент детерминации.

количественные изменения весового роста моллюсков, отличаются для моллюсков разных районов. В полученных нами соотношениях у особей из Жебриянской бухты коэффициент b выше, чем у моллюсков шельфа Болгарии и, особенно, у моллюсков, собранных в устье р. Дунай, характеризующимся обедненной кормовой базой и наиболее сильным антропогенным влиянием на экосистему.

Различия коэффициентов в уравнениях аллометрических соотношений для *A. inaequalvis* разных районов, статистически значимы на 95 %-ном доверительном уровне ($F = 92,57$; $P < 0,05$).

Выводы. Для *A. inaequalvis* Черного моря характерны широкие пищевые спектры. Во всех исследуемых нами районах основу пищевого комка моллюсков составила бентосная форма диатомовой водоросли *Nitzschia* sp., которая по массе составила 59,8 %, по количеству 78,6 %, по частоте встречаемости 83,7 %. Пищевые спектры моллюсков разных размерных групп различны. У взрослых особей (16,5–32,4 мм) пищевой спектр значительно шире, чем у молодежи. Разнообразие растительных форм в пищевом комке моллюсков увеличивается. В устье р. Дунай пищевой спектр *A. inaequalvis* был представлен небольшим количеством форм, в связи с антропогенным влиянием и гидрологическими условиями, которые определяли развитие кормовой базы. В питании *A. inaequalvis* четко прослеживается преобладающая (диатомеи) и второстепенная (кокколитофориды, синезеленые и зеленые водоросли) пища. Весной и летом *A. inaequalvis* питается массовым фитопланктоном. Соотношение компонентов пищи моллюска в исследуемых нами районах зависит от сезона года и локальных условий среды.

Для моллюска *A. inaequalvis* в Черном море характерен изометрический рост. Незначительные колебания значений коэффициентов степенной зависимости связаны с адаптационной изменчивостью морфологии раковины моллюска в разных местообитаниях.

Полученные результаты и литературные данные свидетельствуют о том, что гидрологические и кормовые условия в Азово-Черноморском бассейне благоприятны для роста и развития двустворчатого моллюска *A. inaequalvis*. Они могут быть использованы при расчете различных популяционных характеристик моллюска и в физиологических исследованиях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кучерук Н.В., Баскин А.Б., Котов А.В., Чикина М.В. Макрозообентос рыхлых грунтов северо-кавказского побережья Черного моря: многолетняя динамика сообществ / Комплексные исследования северо-кавказской части Черного моря (под ред. А.Г.Зацепина и М.В.Флинта).– М.: Наука, 2002.– С.289-297.
2. Киселева М.И. Сравнительная характеристика донных сообществ у побережья Кавказа / Многолетние изменения бентоса Черного моря / Отв. ред. В.Е.Заика.– Киев: Наукова думка, 1992.– С.84-99.
3. Маринов Т., Стойков Ст., Барек М. Зообентосът от сублиторального пясчно и тинесто дъно на Варненский залив // Изв. Ин-та рибни ресурси.– 1983.– т.20.– С.109-133.
4. Маринов Т., Стойков С., Нгуен Суан Ли Характеристика на макрозообентос в Бургаский залив по зооценози // Океанология.– 1989.– кн.18.– С.52-60.

5. *Gomoiu M. T. Scapharca inaequivalvis (Bruquiere) – a new species in the Black Sea // Cercetari marine.– 1984.– № 17.– P.131-141.*
6. *Золотарев В.Н., Золотарев П.Н. Двустворчатый моллюск *Cunearca cornea* – новый элемент фауны Черного моря // Докл. АН СССР.– 1987.– т.297, № 2.– С.501-503.*
7. *Анистратенко В.В., Халиман И.А. Двустворчатый моллюск *Anadara inaequivalvis (BIVALVIA, ARCAIDAE)* в северной части Азовского моря: завершение колонизации Азово-Черноморского бассейна // Вестник зоологии.– 2006.– 40, № 6.– С.505-511.*
8. *Андреевко Т.А., Солдатов Т.А., Головина И.В. Сравнительная характеристика особенностей тканевого метаболизма у двустворчатых моллюсков *Anadara inaequivalvis* и *Mytilus galloprovincialis Lam.* // Естественные и инвазийные процессы формирования биоразнообразия водных и наземных экосистем. Тез. докл. Международной научной конференции. 5-8 июня 2007.– С.24-25.*
9. *Цветков Л.П., Маринов Т.М. Фаунистическое пополнение Черного моря и изменение его донных экосистем // Хидробиология.– 1986.– кн.27.– С.3-21.*
10. *Петина Т.С. О среднем весе основных форм зоопланктона Черного моря // Тр. Севастополь. биол. станц.– 1957.– т.9.– С.39-57.*
11. *Данилова М.М. Питание молоди атерины *Aterina boveri* Черного моря // Вопросы ихтиологии.– 1991.– т.31, вып.1.– 123 с.*
12. *Савилов А.И. Рост и его изменчивость у беспозвоночных Белого моря *Mytilus edulis*, *Mya arenaria* и *Balanus balanoides* // Труды института океанологии.– 1953.– т.7.– С.198-258.*

Материал поступил в редакцию 5.11.2009 г.