

УДК 594.3: 591.53 [262.5(1—16)]

А. П. Куракин, И. А. Говорин

**ИНТЕНСИВНОСТЬ ПОТРЕБЛЕНИЯ МИДИЙ
РАПАНОЙ *RAPANA VENOSA* В СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ
ЧАСТИ ЧЕРНОГО МОРЯ**

В условиях, максимально приближенных к природным, изучена интенсивность питания, суточные рационы и размерно-массовые предпочтения у разнополых особей рапаны *Rapana venosa* при потреблении ими мидий *Mytilus galloprovincialis* в северо-западной части Чёрного моря (район о. Змеиный).

Ключевые слова: *Rapana venosa*, интенсивность питания, суточные рационы, *Mytilus galloprovincialis*, численность, размерно-массовые соотношения, Чёрное море, шельф, о. Змеиный.

Одним из основных кормовых объектов для рапаны *Rapana venosa* (Valenciennes, 1846) [= *Rapana thomasiana* Crosse, 1861] в северо-западной части Чёрного моря (СЗЧМ) являются наиболее массовые в данном регионе двустворчатые моллюски мидии *Mytilus galloprovincialis* Lam. [1]. Однако исследования, посвящённые количественной оценке потребления рапанами черноморских мидий, до настоящего времени довольно немногочисленны и проводились в лабораторных условиях. При этом не учитывались возможные различия в интенсивности питания у разнополых животных [2, 4].

Цель данной работы — изучить интенсивность питания, суточные рационы и размерно-массовые предпочтения у самцов и самок рапаны *R. venosa* при потреблении ими мидий *M. galloprovincialis* в условиях максимально приближенных к природным (шельф о. Змеиный, СЗЧМ).

Материал и методика исследований. В отличие от предыдущих исследований интенсивности питания у рапан, проводившихся в закрытых аквариумах или проточных ёмкостях [2, 4], нами была поставлена задача максимально приблизить условия эксперимента к естественным условиям обитания животных. Для этого, в августе 2007 и 2008 гг. в районе о. Змеиный на дне (глубина 10 м) были установлены несколько сетчатых садков размером 100×50×30 см, в которые помещали по 100—300 ос. разноразмерных мидий с длиной створок до 80 мм и 5—10 ос. рапаны. Район исследований был выбран ввиду минимального антропогенного влияния на донные биоценозы (отсутствие массового вылова как рапан, так и мидий) и высокой численности популяций обоих моллюсков. Животных для экспериментов отбирали

© Куракин А. П., Говорин И. А., 2011

здесь же, из скалистого биоценоза, характерного для выбранного района исследований. Сбор мидий и рапан, а также сортировка последних по размеру и половой принадлежности производились непосредственно под водой, чтобы избежать шока у подопытных животных при изменении температуры и давления вследствие подъёма на поверхность. Рядом с экспериментальными садками размещали один садок, в который помещали только мидии (без хищников), служивший контролем для фиксирования возможной естественной смертности этих моллюсков в течение эксперимента. Мидии из контрольного садка использовались затем для изучения размерно-массовых зависимостей у моллюсков из популяции данного района СЗЧМ, с целью последующего определения массы съеденного животного и его мягких тканей по массе оставшихся пустых створок

Эксперименты проводили в самый тёплый период года (август), температура воды в районе исследований колебалась в пределах 18—22°C. В это время у рапан наблюдается наибольшая активность, связанная с пиком их размножения (в момент постановки садков наблюдалось большое количество спаривающихся и делающих кладки моллюсков). Это, вероятно, может определять выявленные в ходе экспериментов повышенные пищевые рационы у самок рапаны, обусловленные их дополнительными энергетическими затратами, связанными с формированием и откладкой яиц. Размерные группы хищников были выбраны как наиболее массовые для этих животных репродуктивного возраста в районе исследований.

У рапан, используемых в экспериментах, определяли половую принадлежность (σ , φ), измеряли высоту раковины (H , мм), а также общую массу животного (M_{r_1} , г) и массу его сырого тела (M_{r_2} , г) (табл. 1). У живых мидий измеряли длину створок (L , мм), общую массу моллюска в створке (M_{m_1} , г), массу его сырых тканей (M_{m_2} , г) и пустых створок (M_{m_3} , г).

Взвешивание моллюсков проводили на электронных весах марки AXIS AD 500 с точностью до 0,001 г.

Экспозиция моллюсков в садках составляла 5 и 10 сут. После завершения эксперимента подсчитывали количество съеденных мидий по оставшимся пустым створкам, которые затем взвешивали для последующего определения общей массы съеденного животного (M_{m_1} , г) и массы его сырых тканей (M_{m_2} , г). Для этого использовали расчётные формулы линейной зависимости этих двух показателей от массы створок (M_{m_3} , г), наблюдаемой у живых моллюсков находящихся в контрольных садках (рис. 1):

$$M_{m_1} = 1,775 \cdot M_{m_3} - 0,073 \quad (R^2 = 0,994), \quad (1)$$

$$M_{m_2} = 0,697 \cdot M_{m_3} - 0,097 \quad (R^2 = 0,987). \quad (2)$$

Затем определяли интенсивность питания рапан (IC , мг корма·г⁻¹·сут⁻¹), как количество потреблённого корма на 1 г живой массы хищника в сутки, и их суточные рационы (DR , г·ос⁻¹·сут⁻¹) — как массу сырых тканей мидий, потреблённых 1 ос. рапаны за сутки:

1. Размерно-массовые характеристики рапан *R. venosa*, используемых в экспериментах по изучению интенсивности потребления ими мидий *M. galloprovincialis* из северо-западной части Чёрного моря

| Садки | N , ос. | Пол | H , мм | M_{r_1} , г | M_{r_2} , г |
|--|-----------|-----|------------|----------------|----------------|
| Эксперимент № 1 (2007 г.) | | | | | |
| 1 | 5 | 3 ♂ | 65,2—76,1 | 45,402—66,901 | 13,953—23,104 |
| | | 2 ♀ | (70,3±1,8) | (58,030±3,552) | (17,410±1,486) |
| 2 | 5 | ♂ | 69,3—75,4 | 55,704—64,702 | 20,043—22,601 |
| | | | (72,5±0,9) | (60,310±1,429) | (21,560±0,435) |
| 3 | 5 | ♂ | 68,0—74,6 | 49,912—74,621 | 20,730—27,842 |
| | | | (71,0±1,0) | (59,598±3,786) | (23,716±1,152) |
| Эксперимент № 2 (2008 г.) | | | | | |
| 1 | 10 | ♂ | 61,8—69,9 | 36,018—63,690 | 11,602—20,491 |
| | | | (65,3±0,9) | (48,934±2,929) | (16,067±1,150) |
| 2 | 10 | ♂ | 70,0—84,0 | 59,590—120,490 | 17,264—39,345 |
| | | | (79,2±1,2) | (88,240±5,320) | (28,897±1,753) |
| 3 | 10 | ♀ | 62,0—71,4 | 38,931—63,944 | 12,064—20,275 |
| | | | (65,6±0,8) | (47,451±2,074) | (14,758±0,780) |
| 4 | 10 | ♀ | 70,0—79,0 | 54,289—87,052 | 15,275—32,152 |
| | | | (73,9±0,9) | (67,233±2,802) | (19,777±1,390) |
| В среднем для двух экс- периментов | | | 71,1±1,7 | 61,399±4,781 | 20,312 ± 1,716 |

П р и м е ч а н и е. Здесь и далее — в скобках приводится среднее значение показателя ± его ошибка.

$$IC = M_{m_2} / M_{r_2} \cdot T, \quad (3)$$

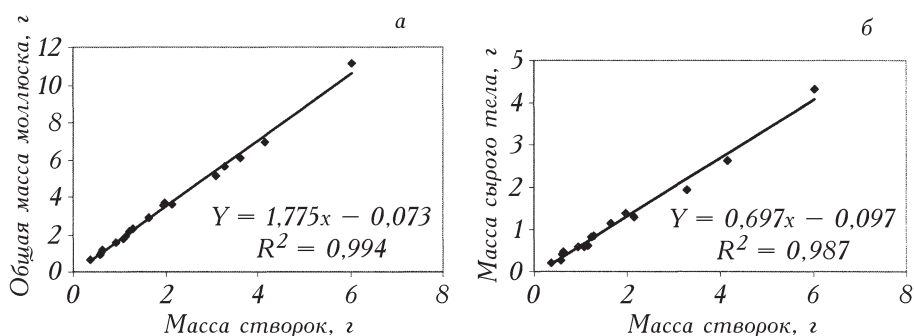
$$DR = M_{m_2} / N_{r_2} \cdot T, \quad (4)$$

где M_{m_2} — масса сырых тканей потреблённых мидий, г; M_{r_2} — масса сырого тела рапаны, г; N_{r_2} — количество рапан в садке, ос.; T — экспозиция, сут.

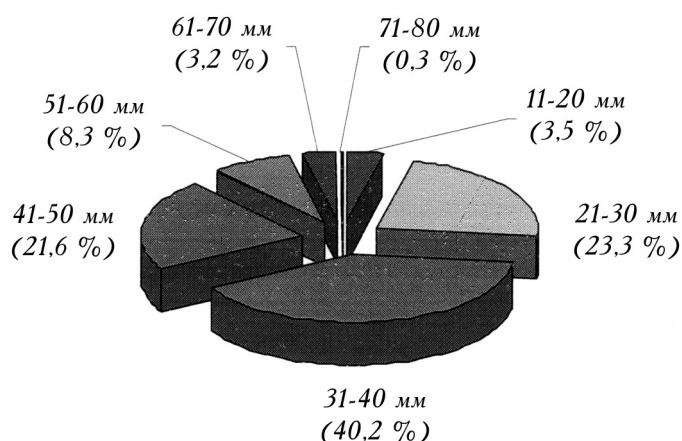
Результаты морфометрических измерений и полученные расчётным методом данные подвергали статистической обработке с помощью пакетов компьютерных программ (Statgraph Plus 5.0 и Excel), графики и уравнения наблюдаемых зависимостей создавались при наличии статистически значимых различий ($p < 0,01$).

Результаты исследований и их обсуждение

Проведенные эксперименты показали, что наиболее активно рапаны потребляли мидий размерной группы 30—40 мм ($40,2 \pm 3,2\%$), при этом остава-



1. Зависимость общей массы моллюска (а) и массы его сырых тканей (б) от массы створок у мидий в районе о. Змеиный, используемых в экспериментах по изучению интенсивности питания рапаны.



2. Распределение (%) потреблённых рапанами мидий по размерным группам (в среднем для двух экспериментов).

лись практически нетронутыми мелкие моллюски с длиной створок менее 10 мм (рис. 2).

В среднем, в условиях эксперимента один хищник элиминировал за сутки одну мидию ($DE = 0,9 \pm 0,09$ экз·сут⁻¹) длиной $36,3 \pm 1,5$ мм, масса пустых створок такого моллюска составляла $2,236 \pm 0,127$ г (табл. 2)

Общая масса потреблённого рапаной моллюска (M_{m_1}) и масса его сырого тела (M_{m_2}), рассчитанная по формулам зависимости этих двух показателей от массы оставшихся нетронутыми створок, составляли соответственно $3,941 \pm 0,565$ и $1,481 \pm 0,221$ г. Интенсивность питания рапан (IC) в экспериментах варьировала в широких пределах — от $37,92 \pm 1,77$ до $119,12 \pm 6,30$ мг корма·г⁻¹·сут⁻¹. При такой интенсивности питания суточный ра-

2. Количество мидий *M. galloprovincialis*, потреблённых рапанами *R. venosa* в течение эксперимента, интенсивность их элиминации хищниками, длина и масса створок потреблённых моллюсков

| Садки | N_{m} , экз. | T , сут | DE , экз·сут ⁻¹ | L , мм | M_{m3} , г |
|--|----------------|-----------|------------------------------|-------------------------|-------------------------------|
| Эксперимент № 1 (2007 г.) | | | | | |
| 1 | 29 | 5 | 1,16 | 23,4—64,6 (38,4±1,7) | 0,480—10,230 (2,418±0,417) |
| 2 | 16 | 5 | 0,64 | 27,3—57,0 (39,8±2,1) | 0,851—7,170 (2,716±0,438) |
| 3 | 19 | 5 | 0,76 | 27,8—59,4 (35,4±1,6) | 0,782—3,055 (1,824±0,399) |
| Эксперимент № 2 (2008 г.) | | | | | |
| 1 | 86 | 10 | 0,86 | 13,3—63,5 (32,9±1,3) | 0,129—8,579 (1,710±0,219) |
| 2 | 88 | 10 | 0,88 | 17,5—66,4 (36,9±1,2) | 0,237—12,784 (2,486±0,251) |
| 3 | 114 | 10 | 1,14 | 16,1—71,7 (36,5±1,1) | 0,168—13,057 (2,338±0,216) |
| 4 | 94 | 10 | 0,94 | 16,0—72,1 (34,2±1,3) | 0,165—14,741 (2,161±0,271) |
| В среднем для двух экс- периментов | | | 0,9±0,09 | 36,3±1,5 | 2,236 ± 0,127 |

П р и м е ч а н и е. Интенсивность элиминации мидий рапанами (DE) определялась из расчёта на 1 ос. рапаны за 1 сут эксперимента.

цион (DR) одного животного размерной группы 62—84 мм колебался от 0,899 ± 0,044 до 1,906 ± 0,073 г мидийного мяса (табл. 3).

В среднем для обоих экспериментов, рацион одного животного размером 71,1 ± 1,7 мм и массой 61,40 ± 4,78 г составлял 1,361 ± 0,129 г мидийного мяса в сутки. Полученная величина DR была несколько ниже, чем у черноморских рапан размерной группы 65—90 мм в условиях проточного аквариума (1,636 г·ос.⁻¹·сут⁻¹) [2], и близка к имеющимся в зарубежной литературе данным, полученным для рапаны в естественных условиях (садки) в северной части Адриатического моря (1,20 г·ос.⁻¹·сут⁻¹) [3]. При этом наблюдались определённые различия по величине DR у разнополых моллюсков (рис. 3). Так, у самок рапан этот показатель был выше ($p < 0,05$), чем у самцов, — соответственно 1,542 ± 0,081 и 1,244 ± 0,072 г мяса·ос.⁻¹·сут⁻¹. Причём у мелкоразмерных самок с высотой раковины 62,0—71,4 мм суточные рационы были выше не только, чем у самцов одной с ними размерной группы (61,8—69,9 мм), но и чем у более крупных самок (70,0—79,0 мм): со-

3. Средняя масса в створке и масса сырого тела у мидий *M. galloprovincialis*, потреблённых рапаной *R. venosa* в течение эксперимента, интенсивность питания моллюска и его суточные рационы в условиях северо-западной части Черного моря

| Садки | M_{m_1} , г | M_{m_2} , г | IC , мг корма·г ⁻¹ ·сут ⁻¹ | DR , г·ос. ⁻¹ ·сут ⁻¹ |
|--|---------------|---------------|---|---|
| Эксперимент № 1 (2007 г.) | | | | |
| 1 | 4,218 ± 0,742 | 1,588 ± 0,291 | 109,50 ± 8,70 | 1,906 ± 0,073 |
| 2 | 4,747 ± 0,777 | 1,796 ± 0,305 | 53,41 ± 1,12 | 1,152 ± 0,023 |
| 3 | 3,135 ± 0,702 | 1,171 ± 0,274 | 37,92 ± 1,77 | 0,899 ± 0,044 |
| Эксперимент № 2 (2008 г.) | | | | |
| 1 | 3,285 ± 0,426 | 1,218 ± 0,167 | 65,20 ± 4,67 | 1,047 ± 0,075 |
| 2 | 4,339 ± 0,446 | 1,636 ± 0,175 | 49,83 ± 3,02 | 1,440 ± 0,087 |
| 3 | 4,100 ± 0,386 | 1,542 ± 0,152 | 119,12 ± 6,30 | 1,758 ± 0,093 |
| 4 | 3,763 ± 0,481 | 1,411 ± 0,189 | 67,09 ± 4,72 | 1,327 ± 0,092 |
| В среднем для двух экс- периментов | | | 71,72 ± 10,78 | 1,361 ± 0,129 |

ответственно $1,758 \pm 0,092$, $1,047 \pm 0,068$ и $1,327 \pm 0,084$ г мяса·ос.⁻¹·сут⁻¹. У самцов разных размерных групп статистически значимых различий в суточном рационе не наблюдалось.

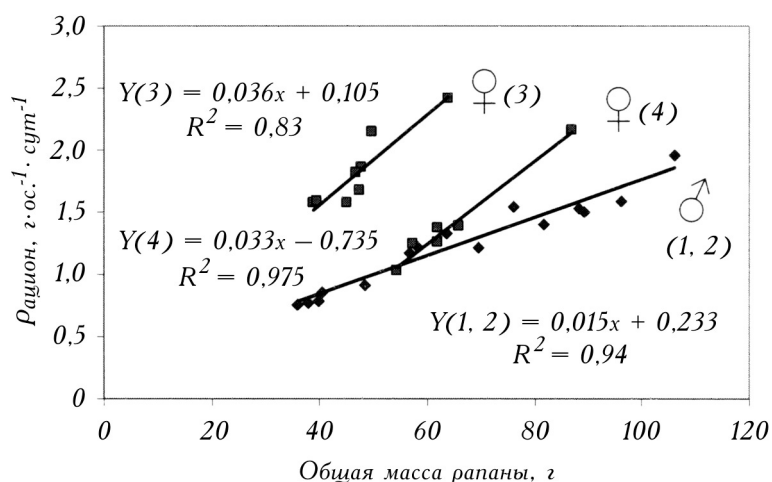
Итоговые уравнения зависимости суточных рационов хищников (DR , г мидийного мяса·ос.⁻¹·сут⁻¹) от размера рапаны (H , мм) и массы её мягкого тела (M_{r_2} , г) в зависимости от пола моллюска выглядят следующим образом ($p < 0,01$):

$$\ln DR_{(\text{самцы})} = 3,526 + 1,144 \cdot \ln(M_{r_2}) - 1,598 \cdot \ln(H) \quad (R^2 = 95,85; SE = 0,060),$$

$$\ln DR_{(\text{самки})} = 11,616 + 0,971 \cdot \ln(M_{r_2}) - 3,288 \cdot \ln(H) \quad (R^2 = 50,40; SE = 0,172),$$

где R^2 — коэффициент детерминации, %; SE — стандартная ошибка параметров уравнений.

До недавнего времени в северо-западной части Черного моря численность рапаны была незначительной, по сравнению с восточной частью черноморского бассейна. Однако в последние годы популяция этого хищного моллюска демонстрирует здесь резкую вспышку. В частности, у о. Змеиный численность рапаны в прибрежных биоценозах скал и камней варьирует от 8 до 12 ос·м⁻², а в биоценозе «камни + песок» составляет 33 ос·м⁻², достигая максимума в период нереста (79 ос·м⁻²) [1]. При такой плотности хищ-



3. Зависимость суточного рациона от общей массы хищника у самцов рапаны в садках 1, 2 и самок в садках 3, 4, эксперимент № 2 (2008 г.).

ников на 1 м² поверхности дна, они в состоянии за сутки элиминировать из мидийной популяции этого района от 8 до 33 ос. моллюсков размерного диапазона 10—70 мм и общей массой (в створке) от 31,5 до 130,0 г.

Приведенные расчеты могут в дальнейшем служить основой при оценке снижения количественных и размерно-массовых показателей естественных мидийных популяций в северо-западной части Чёрного моря при условии элиминации части моллюсков рапанами.

Заключение

Как показали проведенные исследования, наиболее активно рапанами размерной группы 62—84 мм потребляются мидии с длиной створок 30—40 мм ($40,2 \pm 3,2\%$) и практически нетронутыми остаются моллюски размером менее 10 мм. Интенсивность питания рапаны (рассчитанная в мг корма на г тела животного в сутки) варьирует в широких пределах — от $37,92 \pm 1,77$ до $119,12 \pm 6,30$ мг·г⁻¹·сут⁻¹. При этом рацион одного хищника составляет от $0,899 \pm 0,044$ до $1,906 \pm 0,073$ г мидийного мяса·ос.⁻¹·сут⁻¹ (в среднем $1,351 \pm 0,125$). Подобные пищевые потребности рапаны соответствуют суточному потреблению моллюском одной мидии размером $36,3 \pm 1,5$ мм и общей массой (в створке) $3,941 \pm 0,203$ г. Полученные данные относятся только к наиболее теплomu периоду, тогда как в более холодный период у рапаны вполне возможны длительные (до месяца (по некоторым устным сообщениям — с декабря по апрель)) перерывы в питании.

Величина суточного рациона рапан зависит от пола животного — у самок она несколько выше, чем у самцов. При этом суточные рационы мелкоразмерных самок (62,0—71,4 мм) превышают аналогичные показатели как для самцов такой

же размерной группы, так и для более крупных самок (70,0—79,0 мм): соответственно $1,758 \pm 0,092$, $1,047 \pm 0,068$ и $1,327 \pm 0,084$ г мяса·ос⁻¹·сут⁻¹.

Зафиксированный в последние годы в северо-западной части Чёрного моря всплеск численности рапаны, несомненно, представляет собой негативный фактор, снижающий основные количественные и размерно-массовые показатели мидийных поселений данного региона.

**

В умовах, найбільш наближених до природних, вивчалася інтенсивність живлення хижого червоногого моллюска Rapana venosa чорноморськими мідіями Mytilus galloprovincialis. Встановлено добові раціони рапани в північно-західній частині Чорного моря (о. Зміїний), а також розмірно-масові переваги тварин різної статі.

**

The consumption rates of predatory whelk Rapana venosa in the caging experiments in natural environment (Northwestern part of Black Sea, Ukrainian shelf, Zmiyiny Island), as well as the intensity of feeding and size-mass preferences for different sexes whelks with mussels Mytilus galloprovincialis as a feeding object, was studied.

**

1. Бушуев С.Г., Куракин А.П., Чичкин В.Н. Оценка запасов промысловых беспозвоночных (мидия, рапана) в прибрежной зоне о-ва Змеиный // Экологічні проблеми Чорного моря: Зб. матеріалів до VI Міжнар. симп., 11—12 листоп. 2004 р., Одеса.— Одеса: ОЦНТЕІ, 2004. — С. 80—84.
2. Чухчин В.Д. Экология брюхоногих моллюсков Черного моря.— Киев: Наук. думка, 1984. — 176 с.
3. Savini D., Occhipinti-Ambrogi A. Consumption rates and prey preference of the invasive gastropod *Rapana venosa* in the Northern Adriatic Sea // Helgol. Mar. Res. — 2006. — Vol. 60. — P. 153—159.
4. Seyhan K., Mazlum E.R., Emiral H. et al. Diel feeding periodicity, gastric emptying and estimated daily food consumption of whelk (*Rapana venosa*) in the south eastern Black Sea (Turkey) marine ecosystem // Indian J. Mar. Sci. — 2003. — Vol. 32, N 3. — P. 249—251.