

УДК 001:017:576.8:597.2/.5(26)

## ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И ПИТАНИЕ ЖЕЛЕТЕЛЫХ ХИЩНИКОВ В ПРИБРЕЖНЫХ РАЙОНАХ КРЫМА В ЗИМНИЙ ПЕРИОД 2016 г.

© 2016 г. **Г. А. Финенко**, канд. биол. наук, в. н. с., **Н. А. Дацык**, м. н. с.,  
**Б. Е. Аннинский**, канд. биол. наук, с. н. с.

Институт морских биологических исследований им. А. О. Ковалевского РАН, Севастополь, Россия

E-mail: gfinenko@gmail.com

Поступила в редакцию 12.08.2016 г. Принята к публикации 27.09.2016 г.

Желетелые хищники — важнейший компонент экосистемы Чёрного моря. Несмотря на многочисленные исследования различных аспектов их биологии (горизонтального и вертикального распределения, биоэнергетических показателей роста и трансформации энергии на организменном и популяционном уровнях) сведения о состоянии популяций и их функционировании в зимний период остаются крайне скудными. В настоящей работе численность, биомасса, размерная структура желетелых хищников (медузы *Aurelia aurita*, гребневиков *Mnemiopsis leidyi*, *Beroe ovata* и *Pleurobrachia pileus*) и интенсивность питания двух доминирующих видов (*A. aurita*, *M. leidyi*) исследованы на 17 станциях на шельфе Крыма в зимний период 2016 г. Сбор материала осуществляли модифицированной сетью Богорова — Расса с диаметром входного отверстия 80 см, ячеей 300 мкм, которой производили вертикальные траления от дна (10–100 м) до поверхности. Биомасса *A. aurita*, доминирующего в это время вида желетелых, изменялась в пределах 30–1990 г·м<sup>-2</sup> с более высокими величинами в южных районах. Биомасса других видов желетелых была значительно ниже (максимальные величины — 170 г·м<sup>-2</sup> для *M. leidyi*, и 60 г·м<sup>-2</sup> для *P. pileus*). Высокая биомасса *B. ovata* (85 г·м<sup>-2</sup>), сравнимая с летней величиной, отмечена на одной из станций в западной части шельфа. Достоверных различий в биомассе отдельных видов желетелых по районам не выявлено, за исключением различий в биомассе *B. ovata* между западным и южным районами ( $p < 0.01$ ). Популяции *A. aurita* и *M. leidyi* состояли из взрослых особей, в то время как большую часть популяции *B. ovata* составляли неполовозрелые гребневики длиной 20–30 мм. Основным видом пищи были велигеры двусторчатых моллюсков у *A. aurita* и различные стадии Copepoda — у *M. leidyi*. Суточные рационы медуз составляли 0.009–0.107, *M. leidyi* — 0.02–0.28 % С тела и были значительно ниже пищевых потребностей животных в данных температурных условиях.

**Ключевые слова:** Чёрное море, желетелый планктон, распределение, питание, скорость дыхания, пищевые потребности

Желетелые хищники — важнейший компонент экосистемы Чёрного моря, в большой степени определяющий закономерности трансформации энергии в планктонной пищевой цепи. Будучи конкурентами мелких планктоноядных рыб, они могут влиять на состояние и пищевую обеспеченность рыб, приводя к сокращению запасов и к огромным экономическим потерям. Мониторинговые наблюдения за состоянием популяций желетелых позволяют проследить сезонную динамику и многолетние тренды развития популяции, количественно оценить роль желетелых в трофической цепи мезозoopланктон — хищные желетелые и в регуляции кормовой базы мелких пелагических рыб.

Во многих исследованиях желетелых в Чёрном море рассматривались вопросы их горизонтального и вертикального распределения [2], [4], [6], [7], [12], [13], [14], [15], [16], однако большинство из них охватывает весенне-летний период. Сведения о состоянии популяций и их

функционировании в зимний период остаются скудными.

Цель настоящей работы — изучить горизонтальное распределение всех желетелых хищников (*Aurelia aurita*, *Mnemiopsis leidyi*, *Beroe ovata*, *Pleurobrachia pileus*) на шельфе Крыма и прилегающих районов в зимний период 2016 г., исследовать состав пищи двух доминирующих видов — медузы *A. aurita* и гребневика *M. leidyi* — в разных районах, оценить интенсивность потребления зоопланктона этими видами.

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Работу проводили в 83-м рейсе НИС «Профессор Водяницкий» с 28 января по 2 февраля 2016 г. на 17 станциях, охватывающих зону шельфа у берегов Крыма от м. Тарханкут до Керчи, включая южную часть Азовского моря, с координатами 44° 23' – 45° 5' N и 32° 22' – 36° 36' E (рис. 1).

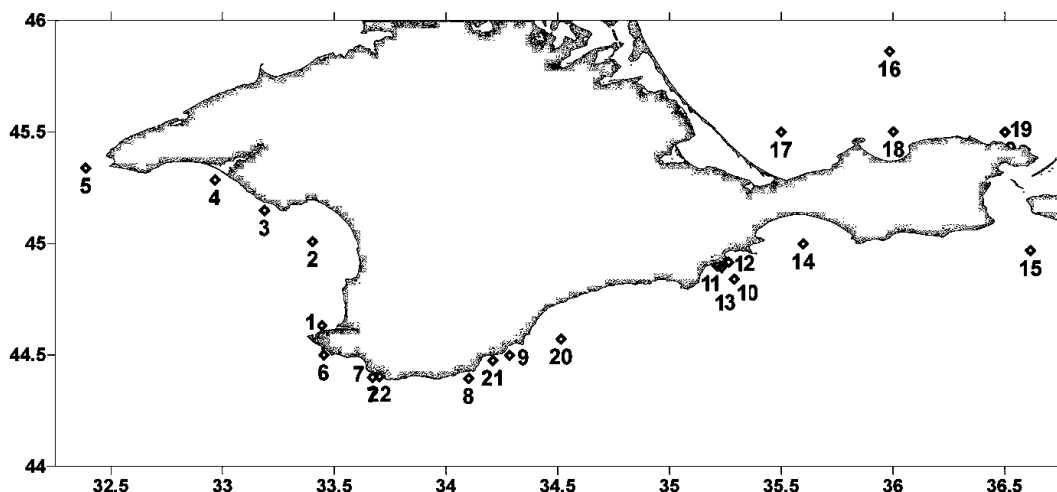


Рис. 1. Карта станций в 83-м рейсе НИС «Профессор Водяницкий»

Fig.1. Map of stations in 83<sup>th</sup> "Professor Vodyanitsky" expedition

Для сбора желетелого макропланктона использовали модифицированную сеть Богорова — Расса (БР), диаметр входного отверстия 80 см, ячей 300 мкм, которой производили вертикальные траления от 3 м от дна (10–100 м) до поверхности. На 12 станциях совершались повторные ловы, и величины численности и биомассы приведены как средние из двух ловов. Пробы обрабатывали немедленно после их отбора. Диаметр купола медуз *Aurelia aurita* (расстояние между статоцистами) и орально-аборальную длину гребневиков *Mnemiopsis leidyi* измеряли с точностью до 1 мм в момент максимального расслабления особей на градуированной стеклянной пластине. Массу тела находили, используя ранее установленные линейно-весовые соотношения (табл. 1). Для изучения спектра питания и рациона желетелых хищников в море всех выловленных особей просматривали в лаборатории под микроскопом сразу после вылова. Состав пищи в гастральной полости животных по возможности определяли до вида и стадии развития. Суточный рацион медуз и гребневиков ( $F$ , мг·экз<sup>-1</sup>·сут<sup>-1</sup>) рассчитывали по формуле:

$$F = B_z \times DT^{-1} \times 24, \quad (1)$$

где  $B_z$  — биомасса зоопланктона в гастральной полости хищника (мкг),  $DT$  — время переваривания зоопланкто-

на (ч). В расчётах суточных рационов медуз было учтено, что время переваривания является функцией веса хищника, температуры и биомассы пищи в гастральной полости  $DT = f(WW, t, B_z)$ , где  $WW$  — масса тела животных (г) и  $t$  — температура воды в море. Эмпирическая формула для расчёта имела вид:

$$DT = 1.81 B_z^{0.122} WW^{-0.193} k_t k_{sp}, \quad (2)$$

где  $B_z$  — биомасса жертв в гастральной полости (мкг·экз<sup>-1</sup>),  $k_t$  — температурная поправка при пересчёте времени переваривания рачкового зоопланктона при 20 °C к 8 °C (средняя температура на станциях в период исследования), равная 3.76,  $k_{sp}$  — поправка на увеличение времени переваривания велигеров *Bivalvia* (2.67) по сравнению с временем переваривания рачкового зоопланктона [11]. Последнюю поправку не вводили, когда крупные *A. aurita* (больше 150 мм) содержали в гастральной полости не более 5 велигеров. В этих случаях время переваривания велигеров приравнивалось ко времени переваривания рачкового зоопланктона.

При расчёте суточных рационов *M. leidyi* использовали ранее определённые величины времени переваривания пищи [9]; при пересчёте значений от 20 °C к 8 °C принимали  $Q_{10} = 2.2$ . Переход от размерных характеристик мезо-

**Таблица 1.** Зависимость сырого веса (WW, мг) от размеров тела (D — диаметр, мм, L — орально-аборальная длина, мм) у трех видов желетелого макропланктона Чёрного моря

**Table 1.** Relationship between wet weight (WW, mg) and body size (D — diameter, mm, L — oral-aboral length, mm) in three species of gelatinous macroplankton in the Black Sea

| Вид                         | Уравнение           | Размерный диапазон, мм | г    | Ссылка |
|-----------------------------|---------------------|------------------------|------|--------|
| <i>Aurelia aurita</i>       | $WW=0.053 D^{2.98}$ | 2–247                  | 0.99 | [3]    |
| <i>Mnemiopsis leidyi</i>    | $WW=1.31 L^{2.49}$  | 5–70                   | 0.99 | [9]    |
| <i>Pleurobrachia pileus</i> | $WW=0.682 L^{2.52}$ | 3–25                   | —    | [16]   |

зоопланктона к единицам биомассы проводили по известным для черноморских видов размерно-весовым соотношениям [8].

При анализе размерной структуры популяций особи медузы *A. aurita* были разделены на 5 размерных групп: < 10; 10–50; 50–100; 100–200 и > 200 мм [11], гребневники *M. leidyi* — на 3 группы: < 10 (личинки), 10–30 (переходная стадия) и > 30 (лобчатая стадия) [14], *Beroe ovata* — на 3 группы: < 10; 10–30 и > 30 мм, *Pleurobrachia pileus* — на 3 группы: < 10; 10–20 и > 20 мм [16]. Расчёт пищевых потребностей *A. aurita* при 8 °С проводили по формуле (3):

$$Q = 1.6WW^{0.86}, \quad (3)$$

где WW — сырой вес (г), для *M. leidyi* — по формуле (4):

$$Q = 0.037DW^{0.88}, \quad (4)$$

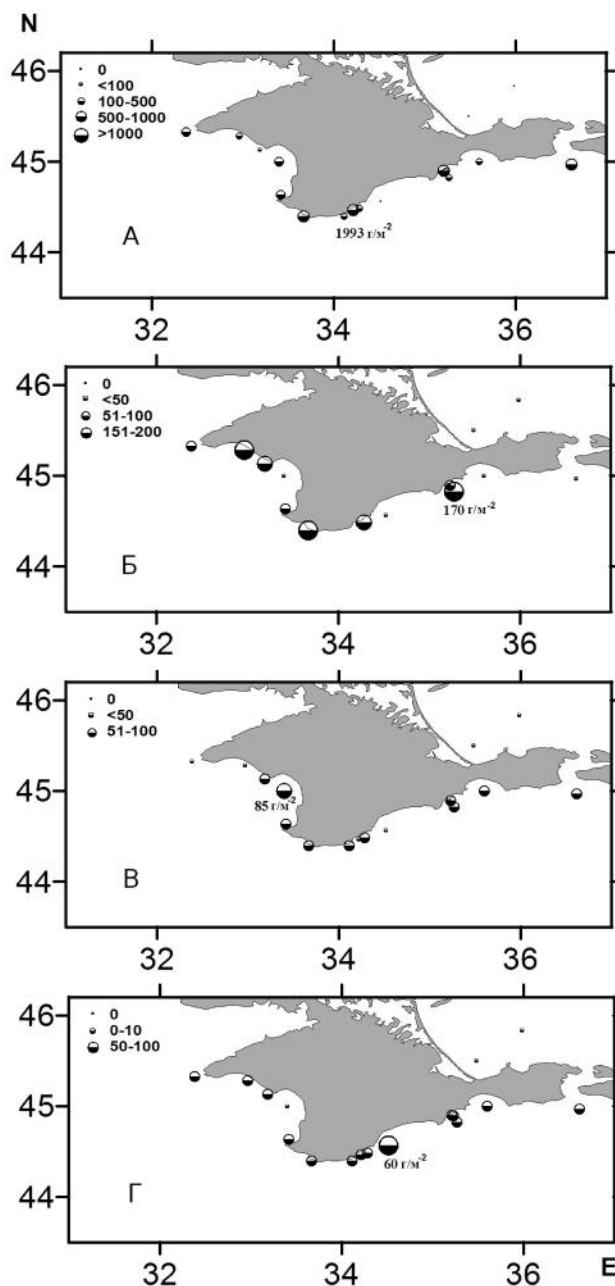
где  $Q$  — скорость дыхания, мл  $O_2 \cdot \text{экз}^{-1} \cdot \text{ч}^{-1}$ ,  $DW$  — сухой вес, г. Для перехода от миллиграммов и миллилитров  $O_2$  к единицам углерода принималось, что 1 мг  $O_2$  эквивалентен 0.375 мг С, 1 мл  $O_2$  — 0.359 мг С соответственно [5].

Пищевой спектр и скорость питания были исследованы у 47 экземпляров *A. aurita* и 20 особей *M. leidyi* на 14 станциях, охватывающих западный, южный и юго-восточный прибрежные районы Чёрного моря у Крыма.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

**Численность, биомасса, структура популяции и распределение желтелого макропланктона.** В период исследования макрозоопланктон был представлен одним видом медуз (*A. aurita*) и 3 видами гребневиков (*M. leidyi*, *B. ovata* и *P. pileus*). В Чёрном море медузы присутствовали практически на всех станциях, их численность изменялась от 2.5 до 30 экз·м<sup>-2</sup> и биомасса — от 30.5 до 1993.3 г·м<sup>-2</sup>. В Азовском море желтелые не обнаружены. Распределение медуз характеризуется выраженной неоднородностью. Самая высокая численность наблюдалась в районе южного берега Крыма, в то время как биомасса здесь была самой низкой из трёх изученных районов. Это обусловлено большей долей мелких животных в популяции. Максимальные величины биомассы отмечены на ст. 21 — 1993.3 г·м<sup>-2</sup> в акватории Массандры (рис. 2А). Коэффициенты вариации численности и биомассы медуз из двух параллельных ловов изменялись в широких пределах — 39.1–141.4 % — и не были связаны с глубиной лова. В пробах часто встречались медузы со значительным количеством планул, что свидетельствует об их размножении в зимний период.

Размерная структура популяции медуз *A. aurita* в западной, юго-восточной части крымского побережья и в районе Керчи была практически одинакова, где в равной степени (40–50 % общей численности) присутствовали медузы размером от 100 до 200 мм (рис. 3А). Мелкие медузы до 50 мм составляли незначительную (не более 20 %) часть популяции.

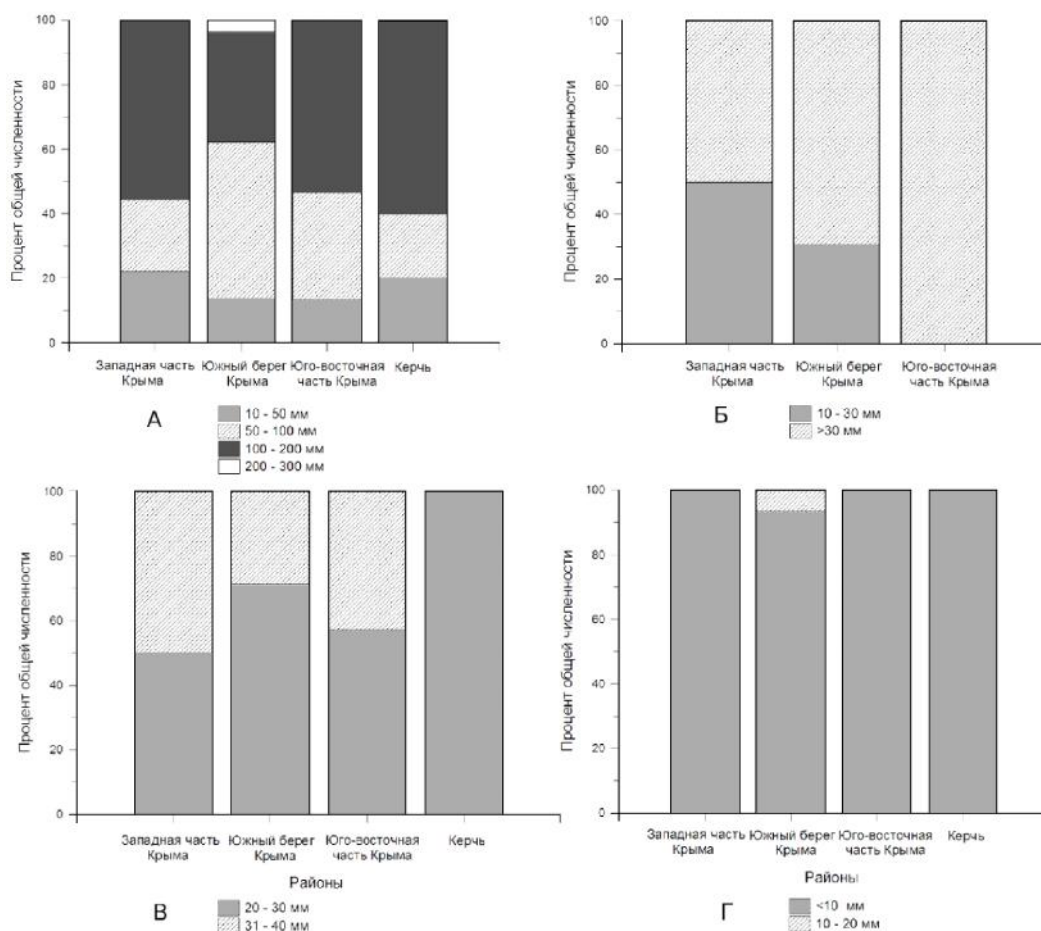


**Рис. 2.** Распределение (биомасса, г·м<sup>-2</sup>) в зимний период 2016 г. в шельфовой зоне Чёрного моря у крымского побережья: *Aurelia aurita* (А), *Mnemiopsis leidyi* (Б), *Beroe ovata* (В), *Pleurobrachia pileus* (Г)

**Fig. 2.** Distribution (biomass, g·m<sup>-2</sup>) in winter 2016 in the Black Sea inshore waters off the Crimean coast: *Aurelia aurita* (А), *Mnemiopsis leidyi* (Б), *Beroe ovata* (В), *Pleurobrachia pileus* (Г)

В южном районе Крыма популяция характеризовалась наличием небольшой доли крупных медуз (200–300 мм). По-видимому, основную часть популяции во всех районах составляли особи прошлой годней генерации.

В исследуемый период гребневники-вселенцы *M. leidyi* и *B. ovata* в пробах присутствовали нерегулярно и были



**Рис. 3.** Структура популяции в зимний период 2016 г. в Чёрном море у Крымского побережья: *Aurelia aurita* в шельфовой зоне (А), *Mnemiopsis leidyi* (Б), *Beroe ovata* (В), *Pleurobrachia pileus* (Г)

**Fig. 3.** Population structure in winter 2016 in the Black Sea inshore waters off the Crimean coast: *Aurelia aurita* (А), *Mnemiopsis leidyi* (Б), *Beroe ovata* (В), *Pleurobrachia pileus* (Г)

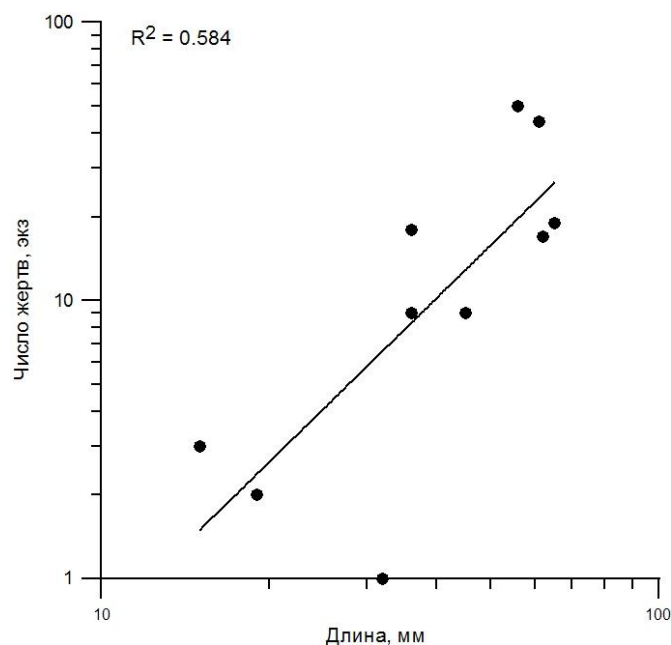
отмечены примерно на 50–55 % станций. Численность и биомасса *M. leidyi* варьировали в пределах 2.5–10 экз·м<sup>-2</sup> и 13.2–170.2 г·м<sup>-2</sup> соответственно. Высокая численность наблюдалась в южном районе, биомасса — в западном, однако различия в величинах по отдельным районам были статистически не достоверны ( $p > 0.5$ ). В юго-восточной части Чёрного моря гребневик наблюдался только на двух станциях (рис. 2Б).

Популяция *M. leidyi* во всех исследованных районах состояла из переходных стадий (более 10 мм) и лобатных форм (крупнее 30 мм) (рис. 3Б). В западной и южной областях в популяции преобладали взрослые животные, хотя доля переходных стадий достигала 30–50 %. Ни в одном из районов личинки менее 10 мм не были обнаружены.

Численность и биомасса *B. ovata* варьировали в пределах от 2.5 до 15 экз·м<sup>-2</sup> и от 3.5 до 85 г·м<sup>-2</sup>. Несмотря на то, что численность *B. ovata* вдоль всего крымского побережья изменялась в небольших пределах, достоверные

различия по биомассе выявлены между западным и южным районами ( $p < 0.05$ ) и обусловлены, по-видимому, высокой величиной биомассы — 85 г·м<sup>-2</sup> — в Каламитском заливе (рис. 2В). Коэффициенты вариации численности в повторных ловах изменялись в пределах 47.1–141.1 % у обоих видов гребневиков, биомассы — от 18.1 до 141.1 % у мнемииопсиса и от 11.7 до 141.1 % у берое.

Популяция *B. ovata* во всех районах состояла из взрослых особей длиной 20–40 мм, при этом её основу образовывали неполовозрелые особи длиной 20–30 мм (50–70 % общей численности), в районе Керчи их доля достигала 100 % (рис. 3В). Вероятно, это — зимующие животные прошлой годней генерации. Известно, что *B. ovata* могут достаточно долго выживать при недостатке пищи, при этом происходит сокращение их размеров [10]. Присутствие *B. ovata* в шельфовых водах в зимний период отмечено нами только в последние годы (2013–2014), что, по-видимому, вызвано потеплением климата.



**Рис. 4.** Связь между длиной тела *M. leidy* и количеством жертв в гастральной полости

**Fig. 4.** Relationship between *M. leidy* body length and prey number in gastric cavity

Холодноводный гребневик *Pleurobrachia pileus* присутствовал почти повсеместно с высокой численностью — от 5 до 400 экз·м<sup>-2</sup> — и биомассой от < 1 до 60 г·м<sup>-2</sup>. Максимальными значениями численности и биомассы характеризовались станции южного берега Крыма (20–70 экз·м<sup>-2</sup>, средняя биомасса — 4.7±1.25 г·м<sup>-2</sup>), за исключением ст. 20 у Алушты, где отмечена биомасса, на порядок превышающая среднюю, — около 60 г·м<sup>-2</sup>. В юго-восточной и западной части Чёрного моря величины биомассы были значительно ниже — 0.86±0.09 и 1.4±0.59 г·м<sup>-2</sup> соответственно (рис. 2Г). Поскольку *P. pileus* — глубоководный холодноводный вид, такое распределение объясняется тем, что прибрежные районы южного побережья Крыма более глубокие, чем юго-

восточная и западная части Чёрного моря (100 м против 30 м).

Во всех исследуемых районах практически вся популяция *P. pileus* состояла из мелких гребневиков диаметром до 10 мм (рис. 3Г). В более глубоководном районе южной части Крыма в небольшом количестве (около 5 %) присутствовали более крупные животные размером до 20 мм.

**Пищевой спектр желтелых.** Из 47 исследованных особей медуз 40 экз. (85 %) содержали пищу в гастральной полости, преобладающим (а чаще единственным) компонентом которой были велигеры *Bivalvia* (от 1 до 45 экз·экз<sup>-1</sup>). На большинстве станций их вклад составлял от 70 до 100 % общей численности и биомассы содержимого гастральной полости. На станциях юго-

**Таблица 2.** Удельные суточные рационы медузы *A. aurita* и гребневика *M. leidy* (R, % сутки<sup>-1</sup>) в прибрежных районах Чёрного моря в зимний период 2016 г. Приведены средние величины ± ошибка средней

**Table 2.** Specific daily rations in medusae *A. aurita* and ctenophore *M. leidy* in the Black Sea inshore waters in winter 2016. Mean values ± standard errors (SE) are given

| Длина, мм               | Сырой вес, (WW), г | Сухой вес, (DW <sub>1</sub> ), г | Содержание углерода, (C) мг | R <sub>ww</sub> /WW, % сутки <sup>-1</sup> | R <sub>DW</sub> /DW, % сутки <sup>-1</sup> | R <sub>C</sub> /C, % сутки <sup>-1</sup> | N  |
|-------------------------|--------------------|----------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------|------------------------------------------|----|
| <i>Aurelia aurita</i>   |                    |                                  |                             |                                            |                                            |                                          |    |
| 82±0.4                  | 28.7±3.5           | 0.60±0.0                         | 22.9±2.82                   | 0                                          | 0.01                                       | 0.107±0.0                                | 15 |
| 126±0.3                 | 98.9±7.3           | 2.08±0.15                        | 79.0±5.8                    | 7.9 10 <sup>-5</sup>                       | 9.1 10 <sup>-4</sup>                       | 9.6 10 <sup>-3</sup>                     | 10 |
| 174±0.7                 | 258.1±45.7         | 5.79±0.80                        | 220.1±30.5                  | —                                          | 0.002                                      | 0.026±0.0                                | 10 |
| <i>Mnemiopsis leidy</i> |                    |                                  |                             |                                            |                                            |                                          |    |
| 33±0.4                  | 9.19±2.42          | 0.23±0.05                        | 8.1±2.1                     | 0                                          | 0.02±0.01                                  | 0.22±0.06                                | 7  |
| 62±0.2                  | 38.9±3.1           | 0.86±0.1                         | 34.3±3.7                    | 0.003                                      | 0.028±0.0                                  | 0.28±0.06                                | 5  |

восточного шельфа (ст. 10–14) состав пищи был значительно более разнообразным и включал различные стадии копепоид (*Paracalanus parvus*, *Pseudocalanus elongatus*, *Oithona davisae*, яйца и взрослых коловраток); при этом доля велигеров моллюсков снижалась до 0–20 %.

У 35 % исследованных гребневиков пища в кишечниках отсутствовала. В группе мелких гребневиков (10–30 мм) питание было наименее интенсивным; доля животных без пищи составляла около 60 % (5 из 8 экз.), в то время как у лобатных форм (> 30 мм) — 30 %. Все крупные гребневики больше 50 мм имели пищу в гастральной полости; при этом спектр питания у них был самым широким. В отличие от медуз, велигеры *Bivalvia* встречались достаточно редко, и их доля варьировала от 0 до 30 % общей численности жертв в гастральной полости. Основу пищи составляли различные стадии рачкового зоопланктона — от яиц до взрослых животных: *Acartia clausi*, *P. elongatus*, *P. parvus*, *O. davisae*. Яйца Соперода преобладали в пище всех размерных групп (по численности — до 60 % у крупных гребневиков, по биомассе — до 30 %). Диапазон индивидуальных вариаций как по численности отдельных видов жертв, так и по биомассе был очень широк — от 4 до 81 % у *A. clausi*, от 3,6 до 56 % у *P. parvus* (по биомассе). Небольшое количество животных в размерных группах делает статистическую обработку данных нерепрезентативной, и мы ограничиваемся приведением интервалов величин. Очевидно лишь то, что, в отличие от пищевого спектра *A. aurita* в период исследований, пищевой спектр гребневиков был значительно шире, а роль меропланктона (велигеров бивальвий) — значительно ниже.

Количество жертв в гастральной полости питающихся *M. leidy* изменялось от 1 до 50 экз. и возрастало с увеличением размера потребителя (рис. 4).

**Время переваривания и скорость потребления пищи.** Рассчитанное вышеописанным способом время переваривания зоопланктона *A. aurita* при температуре наблюдений 8 °С изменялось от 2,0 до 15,9 ч в зависимости от размера медуз, количества и видового состава пищи в гастральной полости. Среднее время переваривания пищи медузами исследованной размерной выборки при наблюдавшемся составе пищи и температурных условиях составляло  $8.5 \pm 3.2$  (sd) ч. Минимальная продолжительность переваривания (2 ч) отмечена при переваривании 230-мм медузой коловратки и науплиуса Соперода (по 1 экз.), максимальная — 160-мм *A. aurita* при наличии в гастральной полости 45 велигеров *Bivalvia* и 6 велигеров *Gastropoda* (15,9 ч).

Время переваривания пищи гребневыми даже при большем объеме пищи было значительно короче при тех же температурных и пищевых условиях — от 1,5 до 4,5 ч (среднее —  $2.8 \pm 0.9$  ч).

Скорость потребления пищи медузами и гребневыми была очень низкой — от 0,009 до 15 у медуз и от 0,029 до 1,87 мг·экз<sup>-1</sup>·сутки<sup>-1</sup> у гребневиков; при этом у медуз связь с массой тела отсутствовала ( $r^2 = 0.039$ ), в то

время как у гребневиков она проявлялась очень четко ( $r^2 = 0.807$ ) (рис. 5).

Удельная скорость потребления зоопланктона рассчитана для 3 размерных групп медуз (50–100; 110–150 и 160–250 мм) и 2 групп гребневиков (10–50 и > 50 мм).

Удельные суточные рационы, рассчитанные по сырому, сухому весу и содержанию углерода в теле жертв и хищников, также были очень низкими. Самыми низкими они оказались при расчёте рационов по сырому весу (табл. 2).

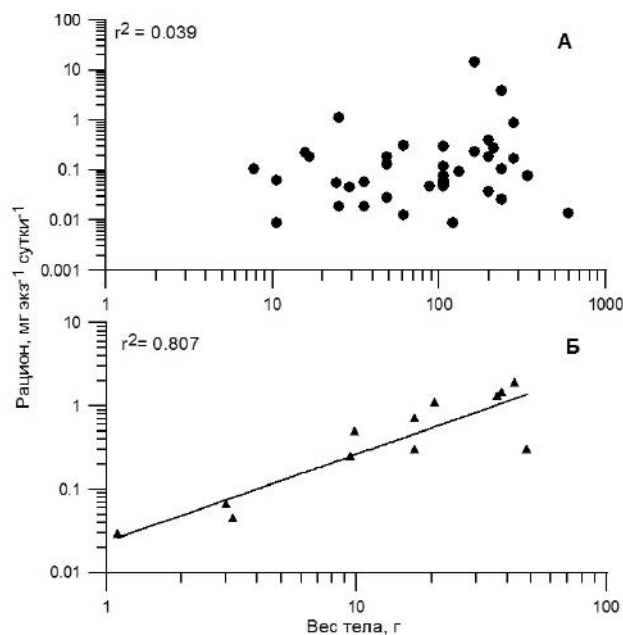


Рис. 5. Связь между суточным рационом и сырым весом тела: А — у *A. aurita*, Б — у *M. leidy*

Fig. 5. Relationship between daily ration value and body wet weight: А — *A. aurita*, Б — *M. leidy*

Приведённые в таблице 2 нулевые значения  $R_{ww}/WW$  означают, что они ниже  $10^{-5}$  % веса тела. Даже самые высокие рационы как у медуз, так и у гребневиков, рассчитанные по углероду, не превышали десятых долей содержания углерода в теле, будучи несколько ниже у медуз. Достоверных различий в величинах рационов медуз отдельных размерных групп не установлено ( $p > 0,1$ ). Таким образом, желетелые в зимний период в условиях низкой температуры и низкой концентрации зоопланктона практически не питаются, однако причины этого у двух изученных видов разные. Температура 8 °С близка к пороговой для теплолюбивого *M. leidy*. Известно, что гребневики способны выдерживать достаточно длительное голодание (даже при температуре около 20 °С они могли выживать без пищи более 30 дней), при этом происходит их «сжатие», уменьшение размеров тела, т. к. дыхательные потребности в это время не могут удовлетворяться за счёт пищи и животные вынуждены тратить накопленные резервы [10]. В зимний период 2016 г. пищевые потребности

*M. leidy* (рассчитано по (1)) превышали средний суточный рацион в  $7 \pm 5$  раз. Соматический рост в этих условиях становится отрицательным.

Сравнение полученных зимой 2016 г. данных с собранными нами в прибрежных районах Севастополя в 2009–2014 гг. ( $n = 6$ ) показало чуть более интенсивное питание в прошлые годы (средний суточный рацион составлял  $1.4 \pm 0.4$  (SE) % С тела), хотя в целом скорость питания животных была низкой и пищевые потребности животных превышали суточный рацион примерно в 3 раза.

У медуз, по-видимому, основная причина голодания заключается в том, что в январе–феврале преобладающая часть популяции состоит из крупных животных прошлогодней генерации, которые прекращают питание [3]. Об этом свидетельствуют крайне низкие рационы в сравнении с пищевыми потребностями: средняя величина рациона исследованной популяции медуз в зимний период при  $8^\circ\text{C}$  была в  $2100 \pm 751.1$  (SE) раз ниже пищевых потребностей. Уже в марте–апреле при появлении новой генерации картина качественно изменится.

#### Выводы:

1. В зимний период у берегов Крыма желетельный планктон представлен характерными для Чёрного моря видами — медузой *Aurelia aurita* и тремя видами гребневику (*Mnemiopsis leidy*, *Beroe ovata* и *Pleurobrachia pileus*). По численности (до  $400 \text{ экз} \cdot \text{м}^{-2}$ ) доминировал холодноводный гребневик *P. pileus*, по биомассе (до  $1993 \text{ г} \cdot \text{м}^{-2}$ ) — *A. aurita*.
2. Гребневики-вселенцы *M. leidy* и *B. ovata* присутствовали примерно на половине станций и были представлены переходными и крупными лобатыми формами у *M. leidy* и взрослыми животными — у *B. ovata*.
3. Основу пищи медуз составляли велигеры *Bivalvia*, гребневику — различные стадии рачкового зоопланктона — от яиц до взрослых животных: *Acartia clausi*, *P. elongatus*, *P. parvus*, *O. davisae*.
4. Скорость потребления пищи медузами и гребневику была очень низкой (от 0.009 до 15 у медуз и от 0.029 до  $1.87 \text{ мг} \cdot \text{экз}^{-1} \cdot \text{сутки}^{-1}$  у гребневику); при этом у медуз связь с массой тела отсутствовала, а у гребневику она проявлялась очень чётко.
5. Низкая скорость потребления пищи медузами в зимний период связана с возрастным составом популяции, в которой преобладают взрослые животные прошлогодней генерации, прекращающие питание. Причиной низкой скорости питания гребневику являются неблагоприятные температурные и пищевые условия.

**Благодарности.** Авторы выражают искреннюю благодарность с. н. с. Игнатьеву С. М. за помощь в сборе материала.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Аболмасова Г. И. Скорость энергетического обмена у *Mnemiopsis leidy* A. Agassiz в зависимости от температурных и пищевых условий // *Гидробиологический журнал*. 2001. Т. 37, № 2. С. 90–95. [Abolmasova G. I.
- Energy exchange rate in *Mnemiopsis leidy* A. Agassiz depending on the temperature and dietary conditions. *Gidrobiologicheskii zhurnal*, 2001, vol. 37, no. 2, pp. 90–95. (in Russ.)].
2. Аннинский Б. Е., Тимофеев Ф. Распределение зоопланктона в западном секторе Чёрного моря в октябре 2005 г. // *Морской экологический журнал*. 2009. Т. 8, № 1. С. 17–31. [Anninsky B. E., Timofte F. The distribution of zooplankton in the western Black Sea in October 2005. *Morskoi ekologicheskii zhurnal*, 2009, vol. 8, no. 1, pp. 17–31. (in Russ.)].
3. Аннинский Б. Е., Аболмасова Г. И., Дацык Н. А. Выведение мезозоопланктона медузой *Aurelia aurita* L. в Чёрном море // *Промысловые ресурсы Чёрного и Азовского морей* / ред. В. Н. Еремеев, Г. Е. Шульман, А. В. Гаевская, Ю. А. Загородняя ; НАН Украины, Ин-т биологии южных морей. Севастополь : ЭКОСИ-Гидрофизика, 2011. С. 276–282. [Anninsky B. E., Abolmasova G. I., Datsyk N. A. Vvedenie mezopanktona meduzoi *Aurelia aurita* L. v Chernom more. In: *Promyslovye resursy Chernogo i Azovskogo morei*. V. N. Eremeev, G. E. Shulman, A. V. Gaevskaya, Y. A. Zagorodnyaya (Eds). NAS of Ukraine, Institute of Biology of the Southern Seas. Sevastopol: ECOSI-Gidrofizika, 2011, pp. 276–282 (in Russ.)].
4. Аннинский Б. Е., Финенко Г. А., Дацык Н. А., Игнатьев С. М. Желетельный макропланктон в Чёрном море осенью 2010 г. // *Океанология*. 2013. Т. 53, № 6. С. 758–768. [Anninsky B. E., Finenko G. A., Datsyk N. A., Ignatyev S. M. The Gelatinous macroplankton in the Black Sea in autumn 2010. *Oceanologia*, 2013, vol. 53, no. 6. pp. 758–768 (in Russ.)].
5. Винберг Г. Г. *Первичная продукция водоемов*. Минск : Изд-во АН БССР, 1960. 330 с. [Winberg G. G. *Pervichnaya produktsia vodoemov*. Minsk: Izd-vo AN BSSR, 1960. 330 p. (in Russ.)].
6. Виноградов М. Е., Шушкина Е. А. Временные изменения структуры зооценоа открытых районов Чёрного моря // *Океанология*. 1992. Т. 32, № 4. С. 705–717. [Vinogradov M. E., Shushkina E. A. Temperature change of the zooplankton community structure in the open parts of the Black Sea. *Oceanologia*, 1992, vol. 32, no. 4, pp. 709–717. (in Russ.)].
7. Дацык Н. А., Финенко Г. А., Аболмасова Г. И. Желетельный зоопланктон в прибрежных и открытых районах Чёрного моря в весенний период 2013 г. // *Гидробиологический журнал*. 2015. Т. 51, № 5. С. 29–39. [Datsyk N. A., Finenko G. A., Abolmasova G. I. Jellyfishes in inshore and offshore regions of the Black Sea in spring of 2013. *Gidrobiologicheskii zhurnal*, 2015, vol. 51, no. 5, pp. 29–39. (in Russ.)].
8. Петипа Т. С. О среднем весе основных форм зоопланктона Чёрного моря // *Труды Севастопольской*

- биологической станции. 1957. Т. 9. С. 39–57. [Petipa T.S. O srednem vese osnovnykh form zooplanktona Chernogo morya. *Trudy Sevastopol'skoi biologicheskoi stantsii*, 1957, vol. 9, pp. 39–57. (in Russ.)].
9. Финенко Г. А., Романова З. А., Аболмасова Г. И., Датык Н. А., Аннинский Б. Е. *Mnemiopsis leidyi*: скорость питания гребневиков в море и пищевой пресс популяции на кормовой зоопланктон // *Морской экологический журнал*. 2010. Т. 9, № 1. С. 73–83. [Finenko G. A., Romanova Z. A., Abolmasova G. I., Datsyk N. A., Anninsky B. E. *Mnemiopsis leidyi*: ingestion rate of the ctenophores in the sea and predatory impact of the population on forage zooplankton. *Morskoi ekologicheskii zhurnal*, 2010, vol. 9, no. 1, pp. 73–83. (in Russ.)].
  10. Anninsky B. E., Finenko G. A., Abolmasova G. I., Hubareva E. S., Svetlichny L. S., Bat L., Kideys A. E. Effect of starvation on the biochemical compositions and metabolic rates of ctenophores *Mnemiopsis leidyi* and *Beroe ovata* in the Black Sea. *Journal Marine Biological Association U.K.*, 2005, vol. 85, pp. 549–561.
  11. Anninsky B. E., Finenko G. A., Datsyk N. A. The issues of the trophic ecology and assessment of the predatory impact of jellyfish *Aurelia aurita* L. (Coelenterata: Scyphozoa) on zooplankton in the Black Sea. *Estuaries and Coasts*. (in press.)
  12. Kideys A. E., Romanova Z. Distribution of gelatinous macrozooplankton in the southern Black Sea during 1996–1999. *Marine Biology*, 2001, vol. 130, pp. 535–547. doi:10.1007/s002270100602
  13. Mutlu E. Recent distribution and size structure of gelatinous organisms in the southern Black Sea and their interactions with fish catches. *Marine Biology*, 2009, vol. 156, iss. 5, pp. 935–957. doi:10.1007/s00227-009-1139-8
  14. Mutlu E. Distribution and abundance of ctenophores and their zooplankton food in the Black Sea. II. *Mnemiopsis leidyi*. *Marine Biology*, 1999, vol. 135, iss. 4, pp. 603–613. doi:10.1007/s002270050661
  15. Mutlu E. Distribution and abundance of moon jellyfish (*Aurelia aurita*) and its zooplankton food in the Black Sea. *Marine Biology*, 1999, vol. 138, iss. 2, pp. 329–339. doi:10.1007/s002270000459
  16. Mutlu E., Bingel F. Distribution and abundance of ctenophores and their zooplankton food in the Black Sea. I. *Pleurobrachia pileus*. *Marine Biology*, 1999, vol. 135, iss. 4, pp. 589–601. doi:10.1007/s002270050660

## Spatial distribution and feeding rate of gelatinous predators in inshore areas of Crimean coast in winter 2016

G. A. Finenko, N. A. Datsyk, B. E. Anninsky

Kovalevsky Institute of Marine Biological Research RAS, Sevastopol, Russian Federation

E-mail: gfinenko@gmail.com

Gelatinous predators are the most important components of the Black Sea ecosystem. In spite of the numerous studies of different aspects of their biology (horizontal and vertical distribution, bioenergetical indices of the growth and energy transformation on organism and population levels) data on population conditions and their functioning in winter period is very scarce. In present study data on numerical abundance, biomass, size structure of jellyfish predators (*Aurelia aurita*, *Mnemiopsis leidyi*, *Beroe ovata* и *Pleurobrachia pileus*) and feeding intensity of two dominated species (*A. aurita*, *M. leidyi*) were investigated on 17 stations in inshore waters near Crimea in winter 2016. Sampling was carried out with the modified Bogorov — Rass net with 80 cm diameter, mesh 300 mkm by vertical tows from the bottom to the surface (0–100 m). Biomass of *A. aurita* varied from 30 to 1990 g·m<sup>-2</sup> with higher values in the southern region. Other species biomass was much lower (maximum values are 170 g·m<sup>-2</sup> of *M. leidyi* and 60 g·m<sup>-2</sup> of *P. pileus*). High biomass of *B. ovata* (85 g·m<sup>-2</sup>), comparable with the summer values, was observed at a station in the northern shelf. A significant difference in biomass of the species between the regions was not revealed except a difference in *B. ovata* biomass in the northern and southern regions ( $p < 0.05$ ). The bulk of all species populations were formed by adult individuals. The Bivalvia veligers were the main food items in *A. aurita* and different Copepoda stages — in *M. leidyi*. Daily rations in *A. aurita* were 0.009–0.107, in *M. leidyi* — 0.02–0.28 % C body and were much lower of jellyfish food requirements at that temperature conditions.

**Keywords:** Black Sea, jellyfish, distribution, feeding, respiration rate, food requirements