

УДК 574.583:597-153(265.51)

## НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПЛАНКТОННЫХ СООБЩЕСТВ БЕРИНГОВА МОРЯ

Е. П. Дулепова

*Тихоокеанский рыбохозяйственный центр (ФГБНУ ТИНРО-Центр), Владивосток 690091, Россия*

*E-mail: elena.dulepova@tinro-center.ru*

**Аннотация.** На основании данных планктонных съемок, проведенных в западной части Берингова моря в 2002–2015 гг., были рассчитаны и проанализированы продукционные характеристики зоопланктона. В ходе исследования весь зоопланктон был подразделен на 2 трофические группировки: хищный (в основном щетинкочелюстные и гиперииды) и нехищный (копеподы и эвфаузииды) зоопланктон. Продукция нехищного зоопланктона была наиболее высокой (2706 мг/м<sup>3</sup>) в северных районах моря в 2002–2006 гг. Продукция хищного зоопланктона так же была наиболее высокой (937 мг/м<sup>3</sup>) в северных районах, но в период 2007–2011 гг. В целом, в западной части Берингова моря в осенний период P/B-коэффициент нехищного зоопланктона варьировал от 2,8 до 3,6, а для планктонных хищников — от 1,74 до 2,2.

**Ключевые слова:** северо-западная часть Берингова моря, динамика зоопланктона, продукция, трофические группировки, скорость оборота биомассы

## SOME ASPECTS OF THE PLANKTON COMMUNITIES FUNCTIONING IN THE WESTERN BERING SEA

E. P. Dulepova

*Pacific Research Fisheries Center (FSBSI TINRO-Center), Vladivostok 690091, Russia*

*E-mail: elena.dulepova@tinro-center.ru*

**Abstract.** On the basis of plankton surveys conducted in the western Bering Sea in 2010–2015, production characteristics of zooplankton were calculated and analyzed. Zooplankton was divided into two trophic groups: predatory (mainly chaetognaths and Hyperiid) and non-predatory (Copepods and Euphausiid) zooplankton. The highest non-predatory zooplankton production was in 2002–2007, (2706 mg/m<sup>3</sup>) in the northern areas of the Sea. Production of predatory zooplankton was the most significant (937 mg/m<sup>3</sup>) in the waters of northern areas in 2007–2011. In general, in the western part of the Bering Sea during the autumn P/B-ratio of non-predatory zooplankton was from 2.8 to 3.6, and the prey — 1.74 to 2.2.

**Keywords:** north-western Bering Sea, dynamics of zooplankton, production, trophic groups, velocity of biomass turnover

### ВВЕДЕНИЕ

Значительный продукционный потенциал и высокая эффективность функционирования экосистемы Берингова моря создают благоприятные условия для питания пелагических рыб (Дулепова, 2002; Волков, 2012; Степаненко, Грицай, 2016; Шунтов, Дулепова, 1995; Шунтов и др., 1993). Начиная с 1986 г. в западной части Берингова моря силами ТИНРО-центра регулярно проводится сбор информации о состоянии планктонных сообществ. На основании данных, полученных в ходе указанных съемок, ранее была проанализирована динамика количественных показателей зоопланктона, а также определена продукция, как основных компонентов, так и сообщества зоопланктона в целом. Дополнили уже имеющийся ряд наблюдений

начавшиеся с 2002 г. регулярные исследования по морской экологии лососей по международным программам «BASIS-1» и «BASIS-2». В этих программах важное значение придавалось трофологическим исследованиям, включающим анализ кормовых условий nekтона и, соответственно, состояния зоопланктона как основной составляющей этих условий (Волков и др., 2007). Использование указанных материалов, а также новой информации по продукционным характеристикам массовых видов зоопланктона в дальневосточных морях (Шебанова, 2007; 2016; Шебанова, Чучукало, 2009; Шебанова и др., 2014) позволило проследить динамику структурно-функциональных характеристик планктонных сообществ в западной части моря и выявить особенности продуцирования ими органического вещества на протяжении ряда лет. Именно в этом заключается конечная цель настоящего исследования.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В настоящей статье динамика качественных и количественных характеристик рассматривается исключительно с позиций формирования продукционных характеристик трофических группировок зоопланктона, а также продукции сообщества, доступной рыбам в качестве корма. При анализе информации за период 2002–2012 гг. все выделенные ранее районы были разбиты на 3 группы по ландшафтным признакам: северные (1–5 районы), мелководные (6–7, 9–11 районы) и глубоководные (8, 12, 13 районы). В 2014–2015 гг. планктонные съемки проводились на анадырско-наваринском шельфе (районы 3–5) (рисунок).

При расчетах структурно-функциональных характеристик зоопланктона были использованы ранее применяемые методики анализа трофических характеристик (Дулупова, 2002), позволившие выделить два функциональных элемента: «хищный» и «нехищный» зоопланктон. В группировку «хищный» зоопланктон были включены амфиподы, хетогнаты, полихеты, гребневники и медузы. Эври- и фитофаги (мелкие и крупные копеподы и эвфаузииды) были выделены в группу «нехищного» зоопланктона. Выделение указанных выше групп и доминирующих в них видов является одним из возможных вариантов для оценки продукции трофических группировок и надпопуляционных систем в целом (Виноградов, Шушкина, 1987). В данном случае, для расчета продукции массовых видов и групп использовали известные методы с учетом удельной продукции и средней биомассы (Заика, 1983).

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В формировании общей продукции сообщества зоопланктона и, соответственно, в функционировании самого сообщества основополагающая роль принадлежит нехищному зоопланктону. Причем в западной части моря Берингова моря в этой группировке доминирует небольшое количество видов. Вне зависимос-

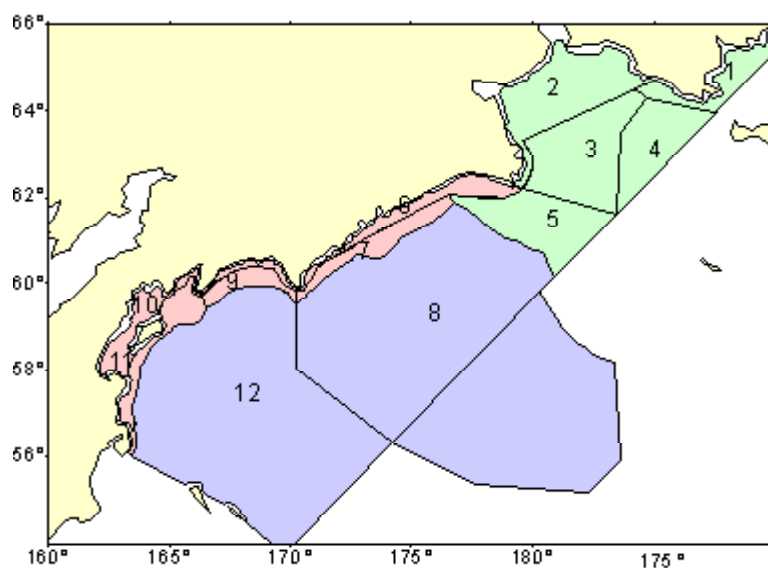


Схема биостатистических районов в западной части Берингова моря:  
1–5 — северные районы; 6, 7, 9, 10, 11 — мелководные районы; 8, 12 — глубоководные районы

ти от периода исследований это 7 видов копепод: *Calanus glacialis*, *Eucalanus bungi*, *Neocalanus plumchrus*, *Pseudocalanus minutus*, *Metridia pacifica*, *Oithona similis*, *Neocalanus cristatus* и 3 вида эвфаузиид (*Thysanoessa inermis*, *Th. raschii*, *Th. longipes*). Количество этих видов всегда оставалось неизменным, менялась только их доля и соответственно значимость в трофической группировке. Например, в нехищном зоопланктоне северных районов в 2002–2006 гг. отмечалось доминирование *Th. inermis*, на втором и третьем местах были *E. bungi* и *C. glacialis*. В 2007–2011 гг. биомасса *Th. inermis* снизилась почти в 3 раза и, соответственно, изменилась доля вида в группировке, а доминировать стал *E. bungi* (даже при снижении биомассы вида), затем следовали *Th. inermis* и *C. glacialis*. Основу биомассы (до 90 %) планктонных хищников составляли исключительно щетинкочелюстные (*Sagitta elegans*), биомасса которых на протяжении длительного периода была практически стабильной. В гораздо меньших количествах встречаются *Themisto pacifica*, *Th. libellula*, *Aglantha digitale*. Доля *S. elegans* в биомассе группировки составляла в 2002–2006 гг. по всем районам 82–83 %, а в 2007–2011 гг. — 73–87 %. Наиболее значительное снижение (до 73 %) наблюдалось в северных районах за счет роста биомассы *Th. libellula* (до 24 %). Роль других групп (сетные медузы и прочие хищники) в формировании биомассы была невелика и редко когда по районам превышала 10 %. Все изменения таксономического состава группировок сказались на функциональных характеристиках трофической группировки в целом и на формировании продукции в частности.

За весь период исследований самая высокая продукция фито-, эврифагов (2531–2706 мг/м<sup>3</sup>) наблюдалась в северных районах моря, где в формировании продукции большую роль играли крупные ракообразные (*Th. inermis*, *Th. raschii*, *C. glacialis*, *N. plumchrus*) с высоким продукционным потенциалом (Чучукало и др., 2013). В тоже время пониженная продукция фито-, эврифагов (в среднем 944 мг/м<sup>3</sup>) во все временные периоды отмечена в глубоководных районах. Мелководную ландшафтную зону практически всегда отличают средние показатели продукционных характеристик (в среднем 1907 мг/м<sup>3</sup>). Расчеты средней величины продукции для всей западной части моря также как и оценки биомасс трофических группировок свидетельствуют о том, что в 2002–2006 гг. продукция фито-, эврифагов (в отличие от продукции хищников) была самой высокой за весь период исследований (1654 мг/м<sup>3</sup>). В 2007–2011 гг. средняя продукция указанной выше группы была гораздо ниже (1317 мг/м<sup>3</sup>), тогда как продукция планктонных хищников наоборот была самой высокой (700 мг/м<sup>3</sup>). На основании этого косвенно можно предположить, что в 2007–2011 гг. ситуация с кормовой обеспеченностью nekтона обстоит несколько хуже, чем в 2002–2007 гг. Единый P/B-коэффициент для нехищного зоопланктона за 2002–2015 гг. варьировал в пределах от 2,8 до 3,6, а у хищного зоопланктона эта величина составляла 1,74–2,2.

Подобный темп продуцирования позволяет, например, создавать нехищным зоопланктерам в Анадырско-Наваринском районе от 14,8 и до 53,1 млн т (или от 164 до 590 тыс. т/сутки) органического вещества за осенний сезон, а планктонным хищникам — от 5 до 14,2 млн т (или от 55 до 158 тыс. т/сутки). В летний период нехищные планктеры создавали гораздо больше органического вещества (до 64,8 млн т или 720 тыс. т/сутки). Однако в отдельных случаях наблюдается превышение продукции хищного зоопланктона над продукцией нехищного (4 район, 2013 г.). Это свидетельствует либо о привносе планктонных хищников, как составной части более зрелых сообществ, с других акваторий, либо о недоучете фито-, эврифагов. Подобные результаты получены и для других районов дальневосточных морей (Дулупова, 2002). Однако такая ситуация кратковременна за счет того, что темпы роста нехищных планктеров гораздо выше, чем у хищных.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рассчитанные функциональные характеристики трофических группировок зоопланктона в западной части Берингова моря свидетельствуют о высоком продукционном потенциале этого компонента пелагиали. Наблюдающиеся иногда в планктонных сообществах процессы дестабилизации (превышение продукции хищных планктеров над продукцией фито-, эврифагов) весьма кратковременны. Высокие P/B-коэффициенты последних делают возможным быстрое восстановление биомассы нехищных планктеров и свидетельствуют о стабильности функционирования сообщества.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Виноградов М.Е., Шушкина Э.А. Функционирование планктонных сообществ эпипелагиали океана. М.: Наука, 1987. 240 с.
- Волков А.Ф. Результаты исследований зоопланктона Берингова моря по программе «NPAFC» (экспедиция BASIS). Ч. 2. Западные районы // Известия ТИНРО. 2012. Т. 170. С. 151–171.
- Волков А.Ф., Ефимкин А.Я., Кузнецова Н.А. Характеристика планктонного сообщества Берингова моря и некоторых районов северной части Тихого океана в период 2002–2006 гг. // Известия ТИНРО-Центра. 2007. Т. 151. С. 338–365.
- Дулепова Е.П. Сравнительная биопродуктивность макроэкосистем дальневосточных морей. Владивосток: ТИНРО-Центр, 2002. 273 с.
- Степаненко М.А., Грицай Е.В. Состояние ресурсов, пространственная дифференциация и воспроизводство минтая в северной и восточной частях Берингова моря // Известия ТИНРО. 2016. Т. 185. С. 16–30.
- Чучукало В.И., Шебанова М.А., Дулепова Е.П., Горбатенко К.М. Жизненные циклы, соматическая продукция эвфаузиид в Охотском море // Известия ТИНРО. 2013. Т. 173. С. 164–183.
- Шебанова М.А. Продукция нескольких массовых видов копепод в Охотском море в летне-осенний период // Известия ТИНРО. 2007. Т. 148. С. 221–237.
- Шебанова М.А. Соматическая продукция и жизненные циклы сагитты *Parasagitta elegans* в Охотском и Беринговом морях // Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана : мат. IV Межд. науч.-техн. конф. Владивосток: Изд-во Дальрыбвтуз, 2016. Ч. 1. С. 218–223.
- Шебанова М.А., Чучукало В.И. Биология *Calanus glacialis* в дальневосточных морях // Известия ТИНРО. 2009. Т. 156. С. 203–217.
- Шебанова М.А., Чучукало В.И., Горбатенко К.М. Жизненные циклы, соматическая продукция гипериид в Охотском и Беринговом морях // Известия ТИНРО. 2014. Т. 176. С. 155–176.
- Шунтов В.П., Дулепова Е.П. Современное состояние, био- и рыбопродуктивность экосистемы Берингова моря // Комплексн. исследов. экосист. Берингова моря. М.: Изд-во ВНИРО, 1995. С. 358–388.
- Шунтов В.П., Волков А.Ф., Темных О.С., Дулепова Е.П. Минтай в экосистемах дальневосточных морей. Владивосток: Изд-во ТИНРО, 1993. 426 с.
- Шунтов В.П., Дулепова Е.П., Горбатенко К.М., Слабинский А.М., Ефимкин А.Я. Питание минтая *Theragra chalcogramma* в Анадырско-Наваринском районе Берингова моря // Вопросы ихтиологии. 2000. Т. 40, № 3. С. 362–369.