



НАУЧНЫЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 593.8 (262.5)

Г. И. Аболмасова, к. б. н., ст.н.с., Г. А. Финенко, к. б. н., вед.н.с., З. А. Романова, к. б. н., ст.н.с.,  
Н. А. Дацык, вед. инж., Б. Е. Аннинский, к. б. н., ст.н.с.

Институт биологии южных морей им. А.О. Ковалевского Национальной академии наук Украины, Севастополь, Украина

СОСТОЯНИЕ ЖЕЛТЕЛОГО МАКРОЗООПЛАНКТОНА В ШЕЛЬФОВОЙ ЗОНЕ  
КРЫМСКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ ЧЁРНОГО МОРЯ В 2009 – 2010 гг.

В шельфовых районах крымского побережья Чёрного моря у Севастополя в 2009 – 2010 гг. исследованы численность, биомасса и популяционная структура 3 видов желтелых – *Mnemiopsis leidyi*, *Beroe ovata* и *Aurelia aurita*. Численность мнемипсиса в 2009 г. находилась в пределах 1.3 – 914 экз. м<sup>-2</sup>, биомасса 7 – 170 г м<sup>-2</sup>, в 2010-м – соответственно 0.7 – 150 и 0.3 – 482. Размножение мнемипсиса из-за быстрого прогрева воды началось очень рано – в начале июня. Характерной особенностью последних двух лет было раннее появление берое (начало – середина июля), что привело к кратковременному присутствию мнемипсиса в планктоне и резкому сокращению его численности уже в июле – августе. Высокая биомасса в эти годы отмечена у другого представителя желтелых – медузы *Aurelia aurita* с максимальными величинами 1061 и 1800 г м<sup>-2</sup>.

**Ключевые слова:** мнемипсис, берое, аурелия, численность, биомасса, кормовой зоопланктон, Чёрное море

В последние десятилетия желтелый зоопланктон привлекает всё больше внимания, т. к. его численность и сезонные всплески увеличились по всему миру [11]. Полагают, что различные виды человеческой активности, включая перенос видов, перелов рыбы и эвтрофикацию, действующие как сами по себе, так и совместно, приводят к изменениям в пищевой цепи, благоприятным для развития желтелых. Изменение климата, особенно температуры и солёности, также рассматривается как один из возможных факторов, определяющих численность и распределение желтелого зоопланктона [12]. Массовое развитие желтелых может иметь тяжёлые экономические последствия, вызванные финансовыми потерями из-за уменьшения рекреационного использования морей, повреждения рыболовных сетей, загрязнения уловов и снижения численности коммерческих видов рыб через конкуренцию и хищничество.

В настоящее время ведутся интенсивные исследования по экологической физиологии черноморских гребневиков – вселенцев *Mnemiopsis leidyi* и *Beroe ovata* и медузы *Aurelia aurita*. Кроме того, с 1999 г. мы проводим мониторинг состояния популяций желтелых и мезопланктона в прибрежных районах (Севастопольская бухта и прилегающий

шельф) в северной части моря у берегов Крыма, что даёт возможность проследить многолетние тренды развития популяции и количественно оценить роль гребневиков в планктонной пищевой цепи. Для оценки влияния различных факторов, в том числе климатических условий, и разработку сценариев по частоте появления и количественному развитию желтелых требуется долговременный ряд наблюдений.

Цель работы – оценить состояние желтелого макропланктона (мнемипсиса, берое и аурелии) в 2009 – 2010 гг. в шельфовой зоне крымского побережья (Севастополь, Чёрное море).

**Материал и методы.** Сбор желтелого зоопланктона проводили ежемесячно (в зимне-осенний период) либо два раза в месяц (летом и осенью) в первой половине дня сетью Богорова – Расса (диаметр 80 см, размер ячеи 500 мкм) вертикальными ловами от дна до поверхности (70 – 0 м) на трёх станциях в прилегающих к Севастопольской бухте шельфовых районах моря.

Одновременно измеряли температуру воды на поверхности. Сразу после отбора проб проводили количественный учёт и измерения длины всех желтелых. Мелких животных (< 5 мм) просчитывали и измеряли в лаборатории под биноклем с

увеличением  $\times 16$ . Биомассу размерных групп рассчитывали, как произведение численности и среднего сырого веса каждой группы. Общая биомасса рассчитана как сумма биомасс всех размерных групп в популяции. Одновременно с желтелыми отбирали мезопланктон вертикальными ловами от дна до поверхности, используя сеть Джеди (диаметр входного отверстия 37 см, размер ячеек 120 мкм). Параллельно с определением численности и биомассы

желтелых и мезозoopланктона определяли численность личинок планктоноядных рыб.

**Результаты. Мониторинг состояния популяций желтелых.** Численность мнемипсиса в 2009 г. находилась в пределах 1.3 – 914 экз.  $\text{м}^{-2}$ , биомасса изменялась от 7 до 170  $\text{г м}^{-2}$ , в 2010-м – соответственно 0.7–150 экз.  $\text{м}^{-2}$  и 0.3 – 482  $\text{г м}^{-2}$  (рис. 1А, Б).

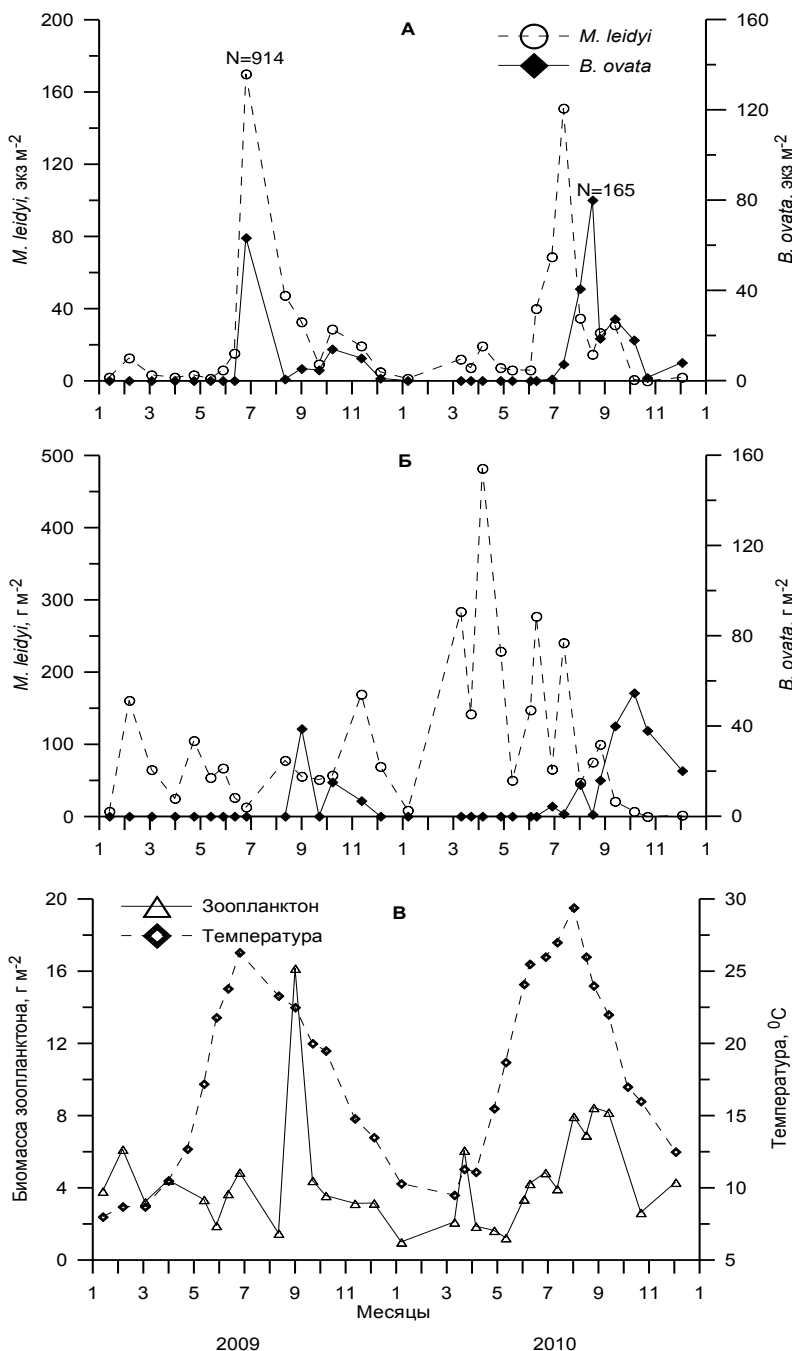


Рис. 1 Численность (А), биомасса (Б) *M. leidy* и *B. ovata*, температура воды и биомасса кормового зоопланктона (В) на шельфе Чёрного моря в 2009 – 2010 гг.

Fig. 1 Abundance (A), biomass (Б) of *M. leidy* and *B. ovata*, water temperature and forage zooplankton biomass (B) on the Black Sea shelf in 2009 – 2010

Высокая биомасса при низкой численности гребневиков в весенние месяцы была обусловлена присутствием крупных особей длиной от 25 до 70 мм и средней массой до 45 г. Увеличение численности летом связано с размножением гребневиков. В 2009 – 2010 гг. оно началось очень рано – уже в начале июня, в то время как в предыдущие годы – в начале – середине августа. Столь раннее интенсивное развитие популяции мнемипсиса было обусловлено быстрым прогревом воды: к середине июня температура воды составляла 22.0 – 24.0 $^{\circ}\text{C}$ , оптимальная для размножения мнемипсиса [6]. Максимальная численность мнемипсиса в летний период 2010 г. была всего 150, в то время как в 2009-м – 914 экз.  $\text{м}^{-2}$ . Популяция в этот период была представлена молодью. Низкая численность мнемипсиса в 2010 г., по-видимому, была вызвана необычайно высокой летней температурой воды (до 29 $^{\circ}\text{C}$ ) (рис. 1В).

Установлено, что высокая температура угнетает интенсивность питания гребневиков [Финенко Г.А., неопубл. данные]; как следствие, снижается их плодовитость: в 2010 г. количество яиц в кладке мнемииопсисов было на порядок ниже, чем в предыдущие годы. В результате доля молоди в летний период не превышала 36 % общей численности популяции.

Характерной особенностью анализируемых двух лет было также раннее появление берое – начало – середина июля; в прошлые годы он появлялся в планктоне в конце августа – начале сентября. В 2009 г. его максимальная численность по времени совпала с пиком численности мнемииопсиса, а в 2010-м разница во времени появления берое и максимальной численностью мнемииопсиса составила две недели. Столь раннее появление берое привело к кратковременному присутствию мнемииопсиса в планктоне и резкому сокращению его численности уже в июле – августе.

Динамика биомассы кормового зоопланктона в течение последних двух лет показала наличие двух пиков – весеннего и осеннего, при этом не было четкой связи с динамикой развития мнемииопсиса (рис. 1 В). В 2009 – 2010 гг. популяция мнемииопсиса была немногочисленной и не оказывала существенного влияния на количественное развитие зоопланктона.

Высокая численность и биомасса в последние два года отмечена у другого представителя желетелых – медузы *Aurelia aurita* (рис. 2). Массовое появление медуз в планктоне приходится на апрель – май. Летом скорость роста аурелии резко снижается, в результате для летнего состава популяции характерно преобладание практически не растущих, возможно, голодающих особей. Как правило, такое состояние сохраняется до тех пор, пока приповерхностный горизонт моря не охлаждается до 20°C [3]. В 2009 и 2010 гг. максимальная численность аурелии составила 25 экз. м<sup>-2</sup>, а биомасса – 1000 и 1800 г м<sup>-2</sup>, что значительно превышало максимальные величины биомассы мнемииопсиса.

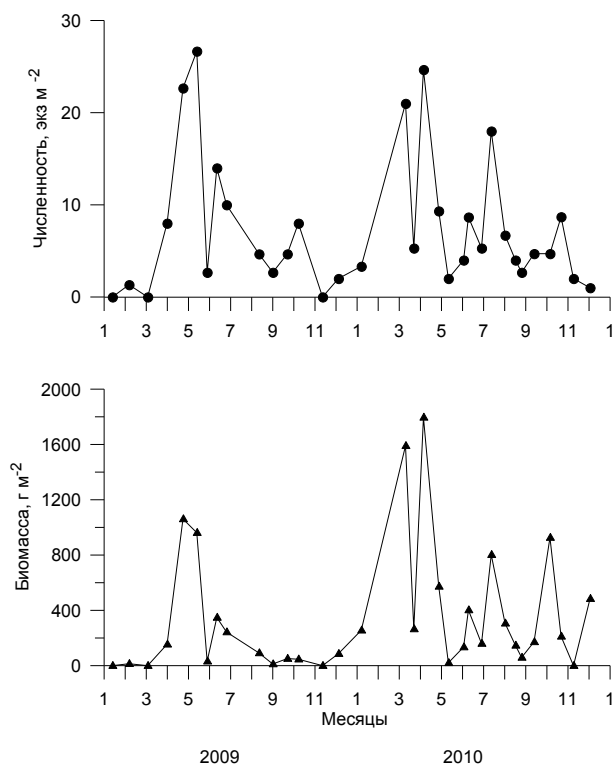


Рис. 2 Численность и биомасса *A. aurita* на шельфе в 2009 – 2010 гг.

Fig. 2 Abundance and biomass of *A. aurita* on the Black Sea shelf in 2009 – 2010

Размерная структура популяции мнемииопсиса, берое и аурелии. Популяция мнемииопсиса в зимние месяцы (январь – февраль) 2009 – 2010 гг. была представлена широким размерным диапазоном животных – от 5 до 70 мм, при этом личинки длиной 5 – 10 мм составляли 5 – 18 % (рис. 3 А). Это подтверждает вывод о возможности размножения мнемииопсиса в зимние месяцы при температуре 7 – 9°C [7]. Весной (март – май) продолжался рост мнемииопсиса (рис. 3 Б). С июня началось размножение взрослых гребневиков осенне-зимней популяции и продолжалось с разной интенсивностью в течение всего лета, что привело к резкому увеличению численности в первой половине июля. 40 – 90 % общего количества в это время составляли личинки до 10 мм. Одновременно в планктоне в небольшом количестве (не более 6 – 10 %) присутствовали взрослые животные 20 – 55 мм, что связано с отмиранием крупных особей прошлогодней популяции (рис. 3 В).

Максимум численности в 2009 г. отмечен в начале июля – 914 экз. м<sup>-2</sup>, в 2010-м в это же время – всего 150 экз. м<sup>-2</sup>, что намного ни-

же, чем в предыдущие годы. Наконец осенью популяция была представлена большим разнообразием размеров (рис. 3 Г).

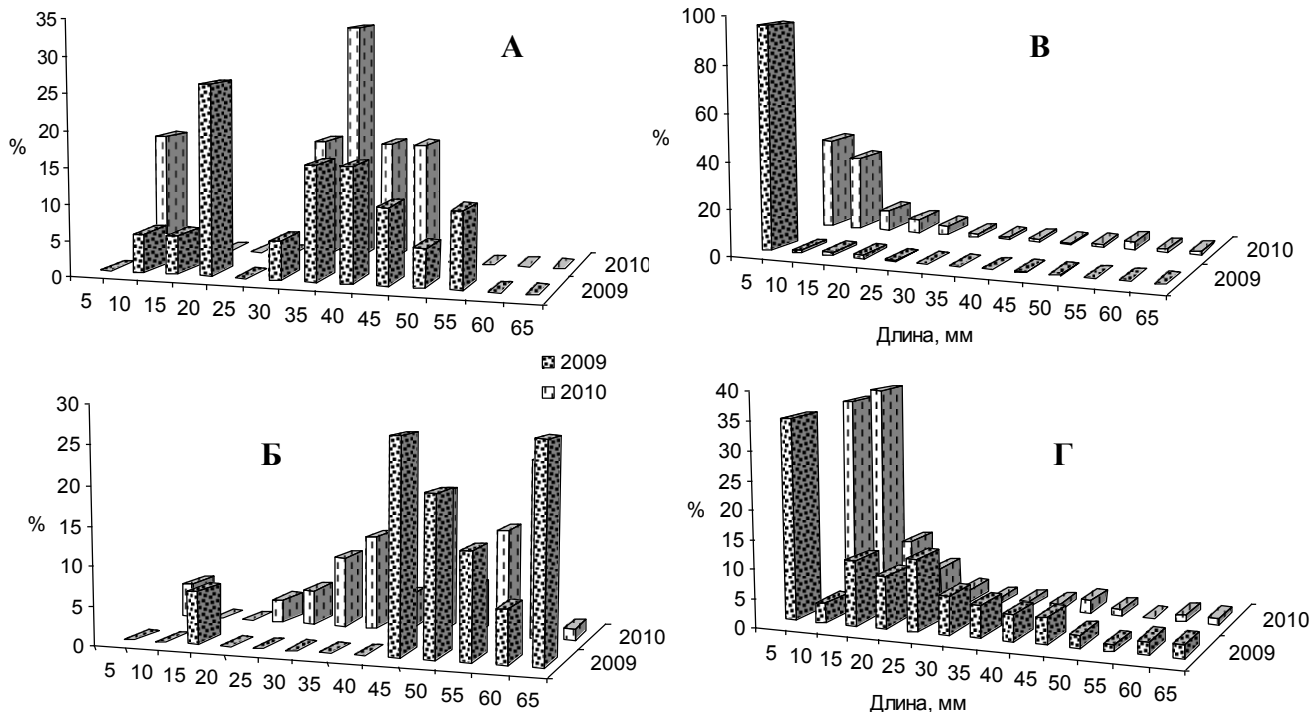
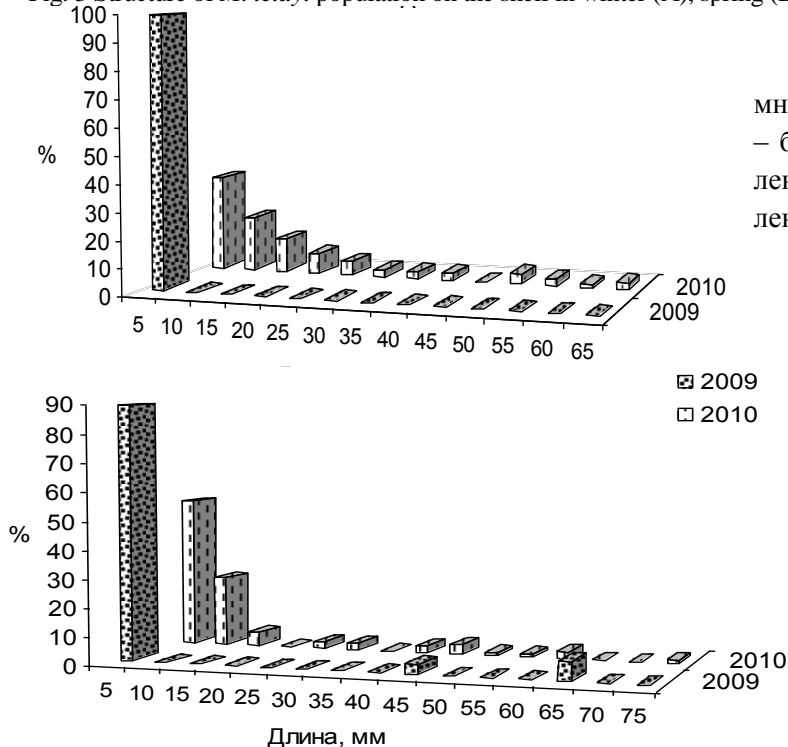


Рис. 3 Структура популяции *M. leidy* на шельфе в зимний (А), весенний (Б), летний (В) и осенний (Г) периоды 2009 – 2010 гг.

Fig. 3 Structure of *M. leidy* population on the shelf in winter (A), spring (B), summer (B) and autumn (Г) in 2009 – 2010



После максимума численности мнемниопсиса появился другой гребневик – берое, молодь которого в момент появления составила около 100 % общей численности популяции (рис. 4 А).

Рис. 4 Структура популяции *B. ovata* на шельфе в летний (А) и осенний (Б) периоды 2009 – 2010 гг.

Fig. 4 Structure of *B. ovata* population on the shelf in summer (A) and autumn (Б) in 2009 – 2010

Несмотря на низкую численность мнемниопсиса в последние два года, он обеспечил благоприятные пищевые условия для роста и размножения берое. Действительно, в популяции берое в осенний период

преобладала молодь (60 %) (рис. 4 Б). И только в конце ноября после значительного снижения численности мнемипсиса берое в планктоне был представлен единичными особями.

Зимой популяция почти на 100 % состоит из 5 – 30 мм животных (рис. 5 А). Весной, благодаря интенсивному росту и размножению, популяция представлена широким раз-

мерным диапазоном животных с максимальной длиной до 50 мм (рис. 5 Б). Несмотря на небольшой процент крупных медуз, биомасса оказалась высокой (рис. 2). В летне-осенний период популяция практически полностью состояла из мелких животных диаметром до 20 мм (рис. 5 В, Г).

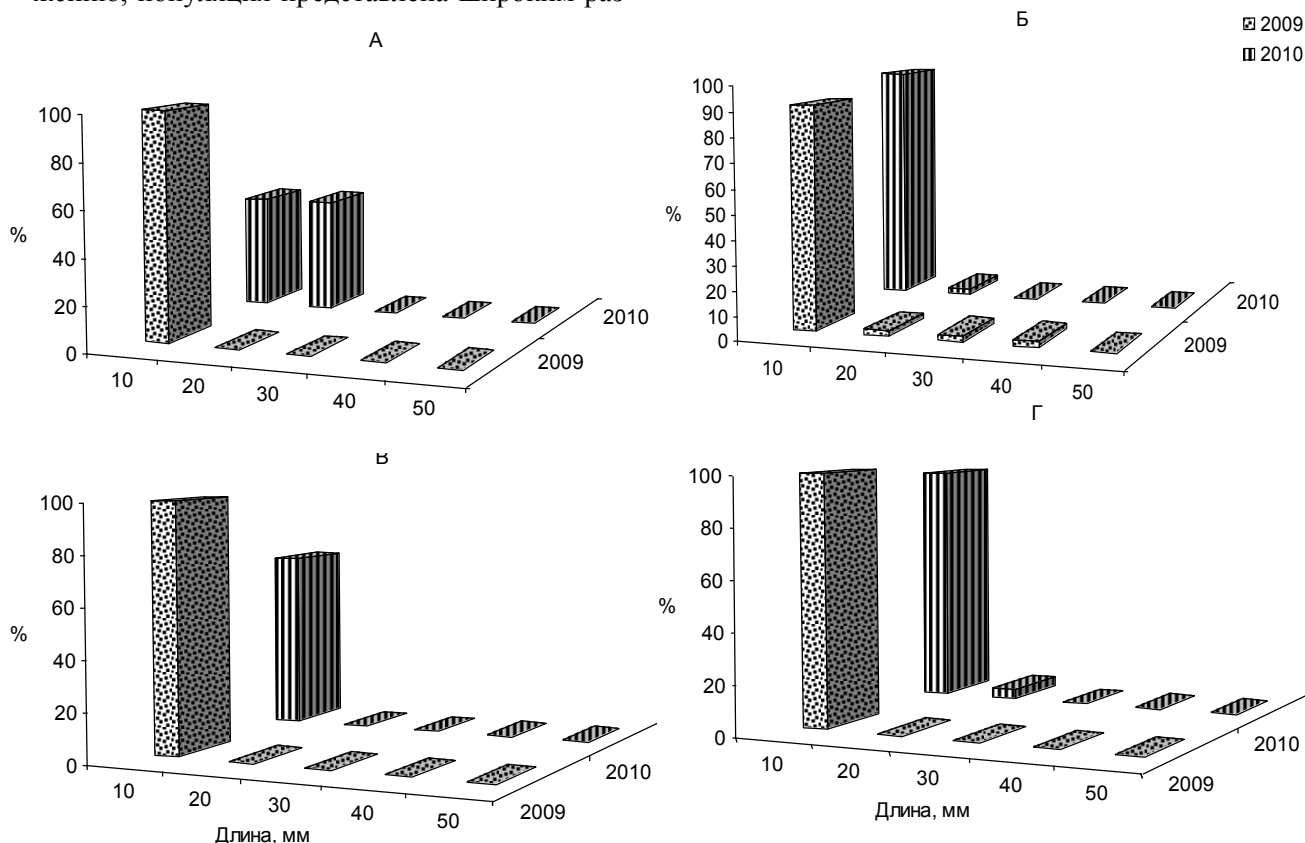


Рис. 5 Структура популяции *A. aurita* на шельфе в зимний (А), весенний (Б), летний (В) и осенний (Г) периоды 2009 – 2010 гг.

Fig. 5 Structure of *A. aurita* population on the shelf in winter (A), spring (Б), summer (В) and autumn (Г) in 2009 – 2010

**Обсуждение.** Анализируя численность и биомассу гребневиков на шельфе Чёрного моря за 2004 – 2010 гг., можно отметить, что характер динамики развития их популяций был сходен, однако время появления и количественные показатели обилия в отдельные годы различались (рис. 6). Так, в 2004 г. мнемипсис появился в море в значительных количествах поздно – во второй половине июля – начале августа с максимальной численностью около 800 экз. м<sup>-2</sup>, и высокая численность сохранялась до октября. Берое, также как и мнемипсис, появился поздно – в октябре, только спустя два месяца после достижения максимальной численности мнемипсиса, хотя обычно он появляется не позднее, чем через 2 – 3 недели после максимума численности жертвы [8, 10].

Позднее появление берое в 2004 г. и продолжительное присутствие мнемипсиса привели к резкому снижению численности кормового мезозоопланктона и, как следствие, ухудшению пищевых условий планктоноядных рыб: личинки с пустыми кишечниками в том году составили около 60 % [4, 5].

Позднее появление берое в 2004 г. и продолжительное присутствие мнемипсиса привели к резкому снижению численности кормового мезозоопланктона и, как следствие, ухудшению пищевых условий планктоноядных рыб: личинки с пустыми кишечниками в том году составили около 60 % [4, 5].

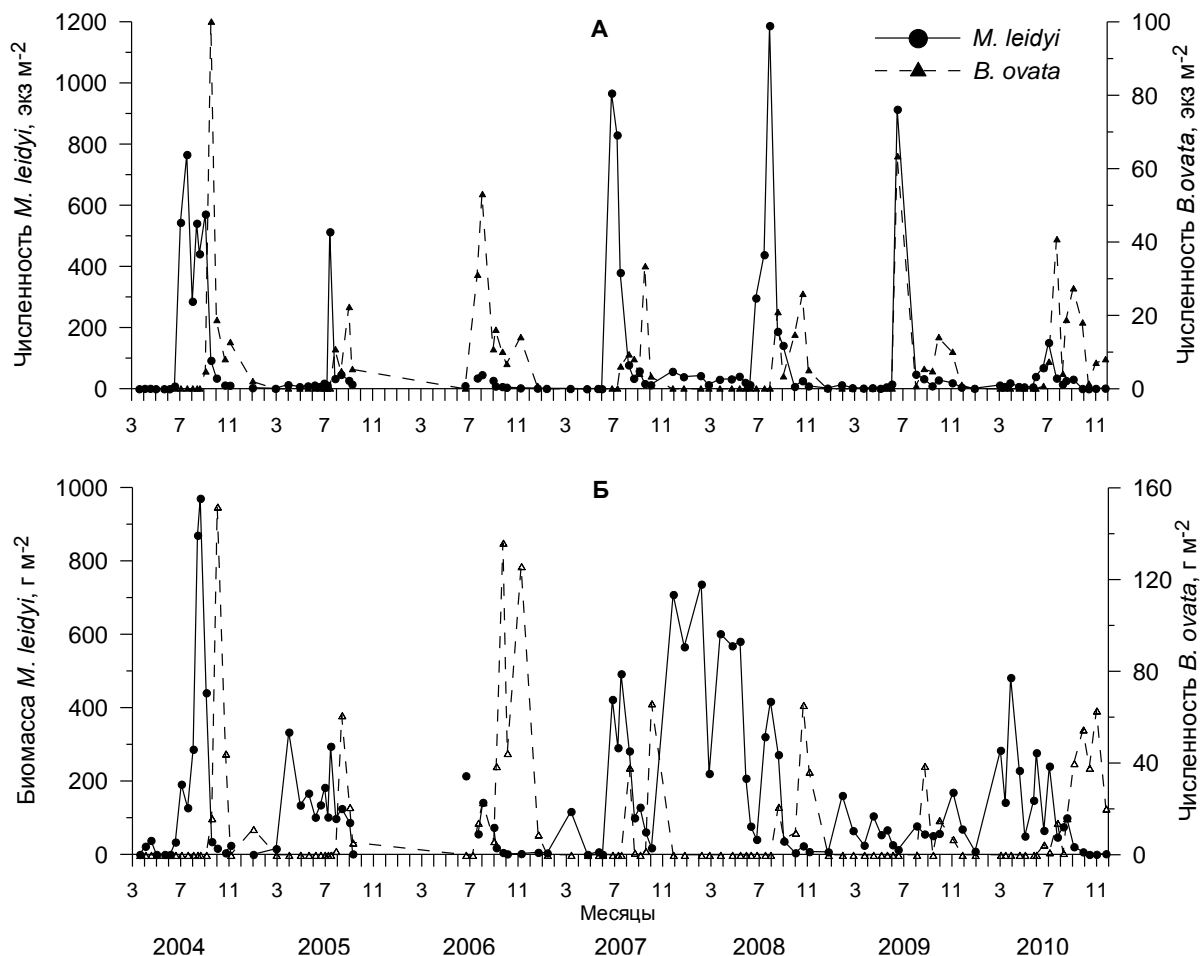


Рис.6 Межгодовая динамика численности (А) и биомассы (Б) *M. leidy* и *B. ovata* (2004 – 2008 гг. ( по [9])  
 Fig.6 Inter-annual dynamics of abundance (A) and biomass (Б) of *M. leidy* and *B. ovata* (2004 – 2008 ([9])

В 2005 г. численность мнемипсиса была низкой. Максимальной величины она достигла, как и в 2004 г., в начале августа, но раннее появление берое, по сравнению с предшествующим годом, снизило численность мнемипсиса с 500 экз. м<sup>-2</sup> до 15, уменьшило пресс мнемипсиса на зоопланктон (кормовую базу личинок): количество личинок рыб с пищей в кишечниках в этот год достигало 90 %.

Ещё одной особенностью межгодовой динамики явилось присутствие мнемипсиса в больших количествах и его высокая биомасса в зимний период 2008 г. Причём биомасса в феврале была максимальной для этого периода за все годы исследования – 737 г м<sup>-2</sup>. Высокая биомасса при невысокой численности (30 – 40 экз. м<sup>-2</sup>) сохранялась продолжительное время. Во второй половине августа численность мнемипсиса достигла 1188 экз. м<sup>-2</sup>. Берое появилось в планктоне поздно – в сентябре, и уже через две недели численность мнемипсиса сократилась до 141 экз. м<sup>-2</sup> при среднегодовой величине 157 экз. м<sup>-2</sup>. В последние годы (2009 – 2010) проявляется тенденция к снижению численности и биомассы мнемипсиса и увеличению обилия медуз (рис. 7).

Среднегодовая биомасса медузы увеличилась с 257 в 2004 – 2008 гг. до 340 г м<sup>-2</sup> в 2009 – 2010-м. Максимальная биомасса аурелии в 2009 – 2010 гг. составила 1061 – 1800 г м<sup>-2</sup> против 265 – 965 г м<sup>-2</sup> в предшествующие годы. Снижение численности и биомассы мнемипсиса в последние два года не является результатом конкуренции за пищу с аурелией из-за их разобщённости во времени и пространстве. Пик численности мнемипсиса имеет место в

летние месяцы, аурелии – весной. Согласно установленным нами температурным зависимостям энергетического обмена, мнемииопсис является теплолюбивым и эвритермным, а аурелия – холодолюбивым и стенотермным видом [1, 2]. Температура, превышающая 19<sup>0</sup>С, действует угнетающе на обмен аурелии. Мнемииопсис обитает в верхнем квазиоднородном слое до 25 – 30 м, аурелия – в термоклине и ниже его. По этой причине аурелия лишь иногда проникает в прогреваемые слои моря и не может в полной мере использовать их пищевые ресурсы [3].

Раннее появление в последние годы мнемииопсиса, его низкая численность и быстрое подавление его популяции хищником берое привели к уменьшению пресса мнемииопсиса на мезозоопланктон, ослаблению пищевой конкуренции с рыбами и увеличению численности личинок рыб на шельфе Чёрного моря. Последовательное снижение обилия гребневиков в 2008 – 2010 гг. привело к увеличению численности кормового зоопланктона с  $100 \cdot 10^3$  в 2004 г. до почти  $400 \cdot 10^3$  экз м<sup>-2</sup> в 2009 – 2010-м (рис. 8).

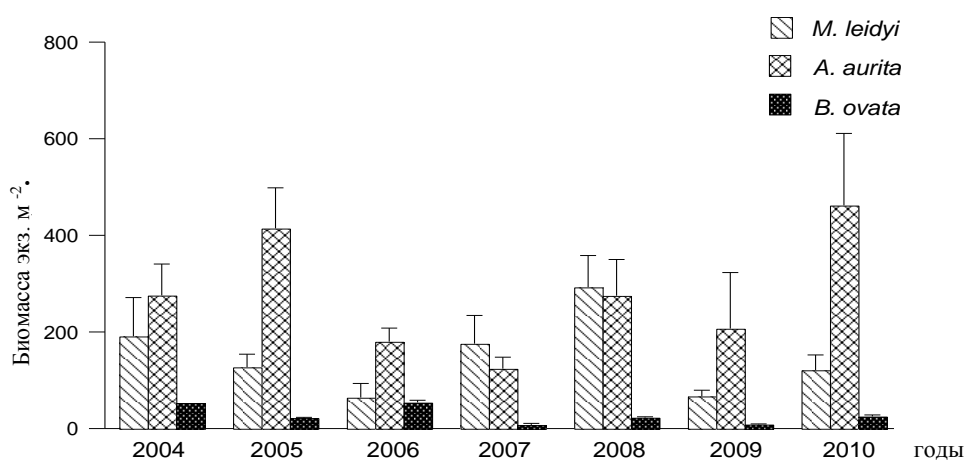


Рис 7 Среднегодовая биомасса *M. leidy*, *A. aurita* и *B. ovata* на шельфе в 2004 – 2010 гг.

Fig. 7 Average annual biomass of *M. leidy*, *A. aurita* and *B. ovata* on the shelf in 2004 – 2010

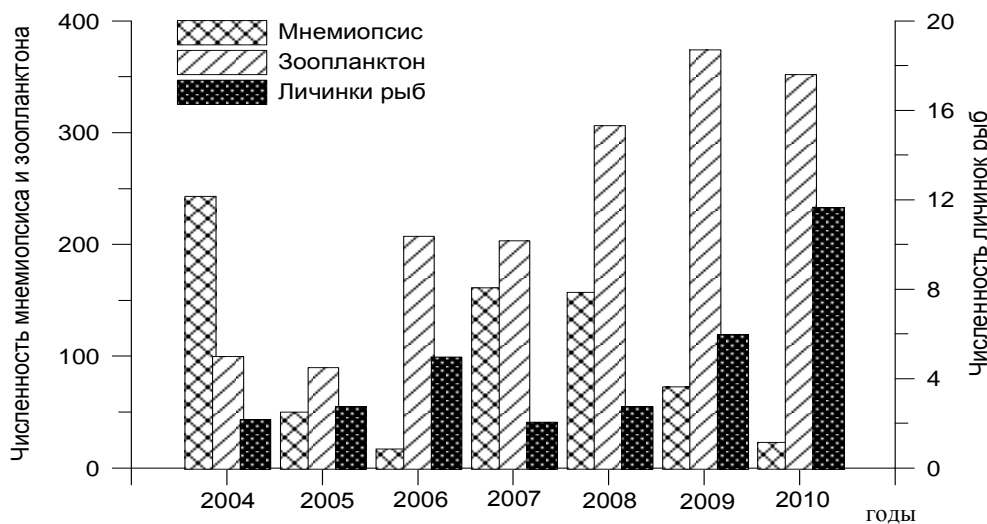


Рис. 8 Среднегодовая численность кормового зоопланктона ( $10^3$  экз. м<sup>-2</sup>), *M. leidy* и личинок рыб (экз. м<sup>-2</sup>) на шельфе в 2004 – 2010 гг.

Fig. 8 Average annual abundance of forage zooplankton ( $10^3$  ind. m<sup>-2</sup>), *M. leidy* and fish larvae (ind. m<sup>-2</sup>) in 2004 – 2010

**Выводы. 1.** В последние годы (2009 – 2010) на черноморском шельфе Крыма наметилась тенденция к снижению численности мнемииопсиса и увеличению биомассы аурелии. **2.** При раннем появлении берое в море резко снижается численность мнемииопсиса, восста-

навливается численность кормового зоопланктона – кормовой базы личинок, – что способствует выживанию и увеличению численности последних.

1. Аннинский Б. Е. Энергетический баланс медузы *Aurelia aurita* L. в условиях Чёрного моря // Биоэнергетика гидробионтов. – 1990. – С 11 – 32.
2. Аннинский Б. Е., Аболмасова Г. И. Температура как фактор интенсивности метаболизма и массового развития гребневиков *Mnemiopsis leidyi* в Чёрном море // Океанология. – 2000. – **40**, № 5. – С. 729 – 735.
3. Аннинский Б. Е., Аболмасова Г. И., Дацык Н. А. Выедание мезозoopлankтона медузой *Aurelia aurita* L. в Чёрном море / Промысловые биоресурсы Чёрного и Азовского морей. – Ред. В. Н. Еремеев, А. В. Гаевская, Ю. А. Загородняя, Г. Е. Шульман. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2011. – С. 276 – 283.
4. Вдодович И. В., Гордина А. Д., Павловская Т. В. и др. Особенности питания личинок рыб сем. *Vlepididae* и *Gobiidae* в связи с изменениями в прибрежном планктонном сообществе Чёрного моря // Вопр. ихтиол. – 2007. – **47**, № 4. – С. 542 – 554.
5. Дацык Н. А., Романова З. А., Финенко Г. А. и др. Структура зоопланктонного сообщества в прибрежных районах Крыма (район Севастополя) и трофические отношения в пищевой цепи зоопланктон – мнемипсис в 2004 – 2008 гг. // Морск. экол. журн. – 2012. – **11**, 2. – С. 28 – 38.
6. Заика В. Е., Ревков Н. К. Анатомия гонад и режим размножения гребневика *Mnemiopsis* sp. в Чёрном море // Зоол. журн. – 1994. – **73**, 3. – С. 5 – 11.
7. Романова З. А., Аболмасова Г. И., Финенко Г. А. Стратегия размножения *Mnemiopsis leidyi* в прибрежных водах Чёрного моря // Наук. зап.. Тернопільськ. пед. ун-та. – 2005. – № 4 – С. 197 – 198.
8. Финенко Г. А., Романова З. А., Аболмасова Г. И. и др. Гребневика – вселенцы и их роль в трофодинамике планктонного сообщества в прибрежных районах Крымского побережья Чёрного моря (Севастопольская бухта) // Океанология. – 2006. – **46**, № 4. – С. 507 – 517.
9. Финенко Г. А., Аболмасова Г. И., Романова З. А. и др. Современное состояние популяции гребневиков *Mnemiopsis leidyi* как пищевых конкурентов промысловых рыб в прибрежных районах крымского побережья Чёрного моря / Промысловые биоресурсы Чёрного и Азовского морей. – Ред. В. Н. Еремеев, А. В. Гаевская, Ю. А. Загородняя, Г. Е. Шульман. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2011. – С. 271 – 276.
10. Finenko G. A., Romanova Z. A., Anninsky B. E. et al. Population dynamics, ingestion, growth and reproduction rates of the invader *Beroe ovata* and its impact on plankton community in Sevastopol Bay, the Black Sea // J. Plankt. Res. – 2003. – **25**, No. 5. – P. 539 – 549.
11. Mills C. E. Jellyfish blooms: are population increasing globally in response to changing ocean conditions? // Hydrobiol. – 2001. – **451**. – P. 55 – 68.
12. Purcell J. E. Climate effects on formation of jellyfish and ctenophore blooms: a review // J. mar. biol. Assoc. U.K. – 2005. – **85**, No. 3. – P. 461 – 477.

Поступила 29 ноября 2011 г.  
После доработки 19 марта 2012 г.

**Стан желатілого макрозоопланктону в шельфовій зоні кримського узбережжя Чорного моря в 2009 – 2010 рр.** Г. І. Аболмасова, Г. А. Финенко, З. П. Романова, Н. О. Дацык, Б. Е. Аннинский. Чисельність, біомаса й популяційна структура *Mnemiopsis leidyi*, *Beroe ovata* та *Aurelia aurita* досліджена на станціях у шельфових водах Криму біля Севастополя в 2009 – 2010 р. Чисельність мнеміопсиса в 2009 р. була в межах 1.3 – 914 екз.м<sup>-2</sup>, біомаса – 7 – 170 м м<sup>-2</sup>, у 2010 р. – відповідно 0.7 – 150 та 0.3 – 482. Розмноження мнеміопсиса почалося дуже рано – на початку червня через швидкий прогрів води. Характерною особливістю останніх двох років була рання поява берое – початок – середина липня, що привело до короткочасної присутності мнеміопсиса в планктоні й різкому скороченні його чисельності вже в липні – серпні. Висока біомаса в ці роки відзначена в медузи *Aurelia aurita* з максимальними величинами 1061 і 1800 м м<sup>-2</sup>.

**Ключові слова:** мнеміопсис, берое, аурелія, чисельність, біомаса, харчовий зоопланктон, Чорне море.

**State of gelatinous macrozooplankton in inshore waters off Crimean coast of the Black Sea in 2009 – 2010.** G. I. Abolmasova, G. A. Finenko, Z. A. Romanova, B. E. Anninsky, N. A. Datsyk. Abundance, biomass and population dynamics of *Mnemiopsis leidyi*, *Beroe ovata* *Aurelia aurita* were studied in inshore waters off Crimean coast of the Black Sea near Sevastopol in 2009 – 2010. *M. leidyi* abundance in 2009 varied from 1.3 to 914 ind m<sup>-2</sup> and biomass from 7 to 170 g m<sup>-2</sup>, in 2010 – accordingly 0.7 – 150 and 0.3 – 482. *Mnemiopsis* started reproduction very early – in the beginning of June because of water fast warming-up. The feature of two last years was *Beroe* early appearance – in the beginning – middle July that resulted in short-term presence of *M. leidyi* in plankton and sharp decrease of its abundance in July – August. Large biomasses of *Aurelia aurita* with maximum values of 1061 and 1800 g m<sup>-2</sup> were observed during those years.

**Key words:** *Mnemiopsis leidyi*, *Beroe ovata*, *Aurelia aurita*, abundance, biomass, forage zooplankton, Black Sea