



УДК 595.34: 577.115: 591.16 (262.5)

Л. С. Светличный, канд. биол. н., с. н. с., Е. С. Губарева, канд. биол. н., с. н. с.

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

СОСТОЯНИЕ ПОПУЛЯЦИИ *CALANUS EUXINUS* (COPEPODA) В СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ЧЁРНОГО МОРЯ В ОКТЯБРЕ 2010 г.

Целью работы было исследование численности, биомассы, возрастного состава, жировых запасов и потенциальной продукции яиц *Calanus euxinus* на основании материала, собранного в октябре 2010 г. (67-й рейс НИС «Профессор Водяницкий») в северо-западной части Чёрного моря, в районах глубоководного шельфа и над континентальным склоном. Жировые запасы определили по объёму жирового мешка у копеподитов и самок, а потенциальную продукцию оценили у самок в соответствии со зрелостью гонад, ооцитов и репродукционным индексом. Максимальные численность (3864 экз. м^{-2}) и биомасса (2.8 г м^{-2}) – над континентальным склоном, минимальные – соответственно 231 экз. м^{-2} и 0.1 г м^{-2} в районе шельфа. 42.5 – 65 % численности и биомассы популяции *C. euxinus* составляли копеподиты 5-й стадии развития (CV). Большая часть CV (61 %) находилась в ранней постлиночной фазе развития. В соответствии с наполненностью жирового мешка и величиной гонад эта когорта CV была представлена 3 группами: а) особями (12 % от общего количества CV), не имеющими гонад, с небольшими запасами жира ($2.0 \pm 1.6 \%$ объёма тела); б) особями (32 % всех CV), имеющими небольшие гонады (до 0.4 мм) и содержащими в среднем $20.2 \pm 7.9 \%$ резервного жира; в) диапаузирующими постмолтами (16.9 % от общего количества CV) со средним объёмом жирового мешка $21.7 \pm 5.4 \%$ объёма тела. Меньшая часть CV находилась в позднепостлиночном, меж- и предлиночном состояниях, содержала в среднем $20.2 \pm 7.9 \%$ запасного жира и имела увеличенные гонады. Такие показатели жирности *C. euxinus* характерны для высокопродуктивных районов Чёрного моря. Максимальная скорость продукции яиц (EPR) у *C. euxinus* отмечена над континентальным склоном ($36.8 \pm 17.7 \text{ яиц самка}^{-1} \text{ сут}^{-1}$). На остальных станциях она варьировала от 7.2 до 24 яиц самка⁻¹ сут⁻¹. Средняя для глубоководной части района исследования величина репродукционного индекса (RI) составила $78 \pm 18 \%$. Между RI и EPR установлена достоверная ($r = 0.82$) корреляционная связь. Таким образом, имея в 2010 г. типичную для северо-западной части моря невысокую численность и биомассу, популяция *C. euxinus* по продукционным показателям (жировым запасам, репродукционному индексу и продукции яиц) не уступала её состоянию в южных районах моря.

Ключевые слова: *Calanus euxinus*, численность, биомасса, резервные липиды, репродукционный потенциал, Чёрное море

Наряду с количественными параметрами развития популяции (её численностью и биомассой), физиологическое состояние образующих популяцию особей и способность их к воспроизводству являются важнейшими показателями продукционного потенциала вида в специфических условиях его обитания. Копепода *Calanus euxinus* Hulsemann, 1991 является наиболее массовым представителем холодолюбивого мезозoopланктона, населяющего глубоководные районы Чёрного моря, и единственным видом копепод, накапливающим большие запасы липидов (в виде восков) в специализированном жировом мешке. Количественному развитию популяции *C. euxinus* в различных регионах Чёрного моря посвя-

щены многочисленные исследования [1, 2, 4, 5, 13], обобщённые в [6]. Однако физиологических наблюдений в полевых условиях выполнено мало. Л. И. Сажина [19] впервые обнаружила связь продукции яиц у самок *C. euxinus* с трофностью района обитания. Впоследствии такие наблюдения продолжили турецкие учёные [11, 12]. Первые исследования запасов липидов у *C. euxinus* как показателя обеспеченности популяции пищей были выполнены в 1991 г. в центральных и восточных [7], а затем в южных районах Чёрного моря [24]. Комплексное изучение популяционной изменчивости жиронакопления, размерно-весовой популяционной структуры, развития гонад и продукции яиц у *C. euxinus* проведено

также в юго-западной части моря вдоль берегов Турции [8, 21, 22].

Целью данной работы был анализ данных о численности, биомассе, возрастной популяционной структуре, количестве резервного жира, особенностях линчного цикла, а также стадиях зрелости гонад и ооцитов у *C. euxinus* для определения потенциальной продукции этого вида в северо-западной части Чёрного моря осенью 2010 г.

Материал и методы. Состояние популяции *C. euxinus* оценено на основании изучения проб зоопланктона, собранных Б. Е. Аннинским сетью Богорова-Расса (диаметр входного отверстия 80 см,

размер ячеи 300 мкм) в аэробном слое (от нижней границы с $\sigma_t = 16.2$ до поверхности) северо-западной части Чёрного моря (СЗЧМ) в 67-м рейсе НИС «Профессор Водяницкий» (октябрь 2010 г.). Из проб с количеством калянусов, достаточным для анализа (не менее 100 особей каждой стадии развития в пробе), одна была отобрана в зоне глубоководного северо-западного шельфа (ст. № 82), три – в зоне прилегающего свала глубин (станции № 65, 73, 91), одна – в наиболее удалённой от берега глубоководной части моря (ст. № 69) и ещё одна – в районе глубоководного шельфа (ст. № 98) у Севастополя (рис. 1).

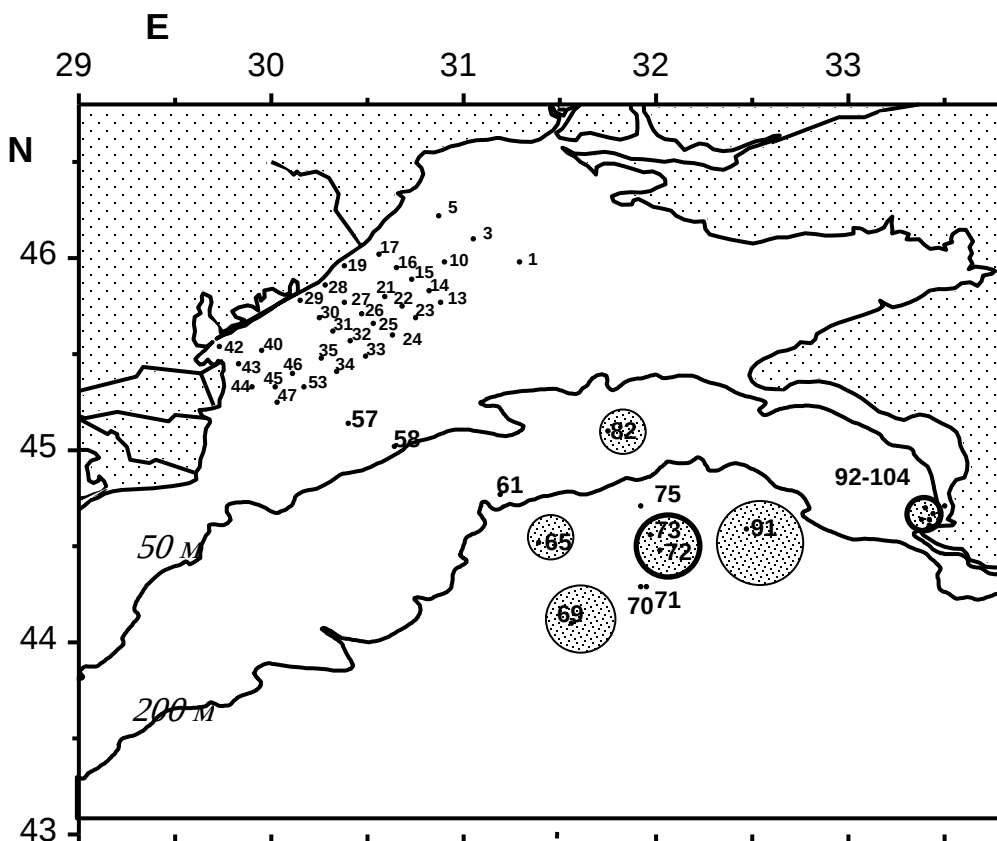


Рис. 1 Карта-схема станций 67-го рейса НИС «Профессор Водяницкий» (октябрь 2010). Станции, на которых взяты пробы для анализа популяции *Calanus euxinus*, обозначены кругами, размер которых соответствует численности популяции в слое обитания (max = 3864 экз. м⁻² на ст. 91). Станции с максимальной суточной продукцией яиц (~35 яиц самка⁻¹сут⁻¹) обозначены жирной линией.

Fig. 1 Sampling stations of 67 cruise of the R/V "Professor Vodnytsky" (October, 2010). The stations where the samples of *Calanus euxinus* were collected are shown as the cycles of definite size corresponding to the number of population in the habitat layer (max = 3864 ind m⁻² at st. No 91). The stations with maximum egg production rate (~35 egg female⁻¹ day⁻¹) are indicated by thick line.

В анализе использованы следующие популяционные характеристики: численность, биомасса, спектры распределения фаз линчного цикла и содержания резервного жира – в качестве характеристик скорости развития и истории питания старших копеподитов, а также стадии зрелости гонад и ооцитов – как показатели продукции и обеспеченности пищей самок в период исследований.

Численность всех копеподитных стадий *C. euxinus* определяли под стереомикроскопом в камере Богорова в осадке всей пробы или в её аликвотах, составляющих 1/2 – 1/8 пробы в зависимости от количества организмов.

Индивидуальный сырой вес тела (WW, мг) рассчитывали по формуле:

$$WW = 0.58 Ld^2 \rho$$

где L – длина просомы (мм); d – ширина просомы (мм); ρ – средняя плотность тела (г см^{-3}); обусловленная содержанием жира [20].

Фазы линочного цикла копеподитов пятой стадии развития (CV) определяли в соответствии с возрастными изменениями структуры гнатобаз мандибул. Мандибулы отделяли препаровальной иглой от тела рачков, окрашенных борным кармином, и фазы линочного цикла (1 – ранняя постлиночная (постмолты), 2 – поздняя постлиночная, 3 – межлиночная (интермолты), 4 – ранняя предлиночная и 5 – предлиночная (премолты) определяли по методике [15], адаптированной для *Calanus finmarchicus*, обитающего в Северном море [9], и черноморского *C. euxinus* [22].

Содержание резервного жира (RO) рассчитывали по объёму жирового мешка (V_{sac}), адекватно отражающему количество RO [9, 23] в соответствии с формулой:

$$V_{\text{sac}} = \pi l_{\text{sac}} d_{\text{sac}}^2 / 6,$$

где l_{sac} – длина жирового мешка (мм); d_{sac} – ширина жирового мешка (мм).

Стадии зрелости гонад определяли у фиксированных формалином и окрашенных борным кармином копеподитов и самок по методу [17]. В соответствии с размерами гонад и зрелостью ооцитов у самок выделены 4 стадии оогенеза, из которых три (GS1, GS2, GS3) представляют разные фазы формирования гонад, содержащих незрелые ооциты OS1 и OS2, а последняя (GS4) – гонады с готовыми к вымету ооцитами OS3 и OS4.

В свою очередь, согласно методике [18], GS4 были разделены на GS4A, GS4B и GS4C группы. Для GS4A свойственно наличие большого количества OS3 и OS4, расположенных несколькими рядами в дивертикулах гонад, отражающее хорошие условия питания самок. В состоянии GS4B гонады самок содержат один ряд OS4, а в состоянии GS4C – один (часто неполный) ряд OS3, что свидетельствует о недостаточном питании самок.

Репродукционный потенциал самок оценивали по количеству готовых к вымету ооцитов OS3 и OS4 в соответствии с [16, 17, 18], в которых выявлена высокая корреляционная связь количества зрелых ооцитов, содержащихся в гонадах самок, фиксированных формалином, с суточной продукцией яиц живыми самками в параллельных лабораторных экспериментах.

Результаты статистической обработки данных представлены в виде средних величин и их стандартных отклонений ($M \pm SD$).

Результаты и обсуждение. Численность, биомасса и структура популяции. В период исследования (октябрь 2010 г.) численность и биомасса *C. euxinus* в СЗЧМ варьировали в пределах 231 – 3864 экз м^{-2} и 0.1 – 2.8 г м^{-2} (рис. 1) с минимальными величинами в зоне мелководного шельфа и максимальными – за изобатой 200 м (зона основного черноморского течения). Эти величины почти на порядок ниже известных для северо-восточной [19] и южной частей Чёрного моря [10], но совпадают с показателями развития *C. euxinus* в СЗЧМ в период «благополучных» 1959 – 1974 г.г., когда среднегодовая биомасса этого вида не превышала 2.3 г м^{-2} [3].

В популяции *C. euxinus* (рис. 2) абсолютно преобладали CV (42.5 – 65 % численности и биомассы).

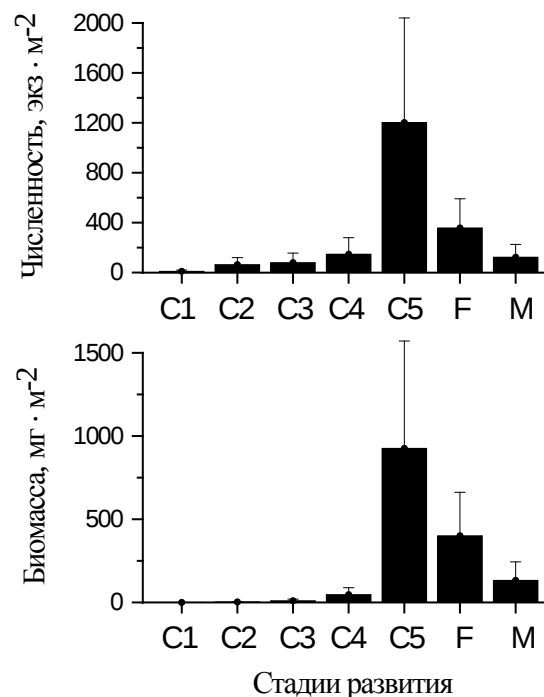


Рис. 2 Средняя численность и биомасса копеподитных стадий развития, самок и самцов *Calanus euxinus* в северо-западной части Чёрного моря в октябре 2010 г. ($\pm SD$)

Fig. 2 Mean abundance and biomass of the copepodites, females and males of *Calanus euxinus* in the north-western Black Sea in October 2010 ($\pm SD$)

Совместно с самками и самцами они составляли 57 – 94 % общей численности и 87 – 98 % общей биомассы популяции. В то же время гемипопуляция CV в районе исследования была в среднем на 73 % представлена особями, находящимися в постлиночном состоянии (рис. 3), что типично для развития этого вида в глубоководных районах моря в течение всего года [21, 22].

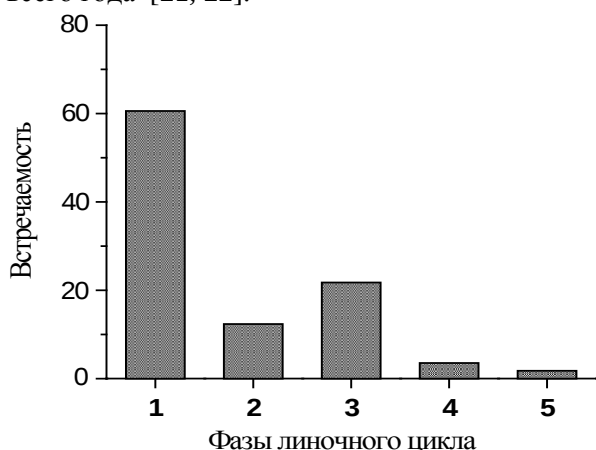


Рис. 3 Встречаемость фаз линичного цикла у копепоидов пятой стадии развития *Calanus euxinus* в северо-западной части Чёрного моря (октябрь 2010)
Fig. 3 Frequency distribution of molting phases in *Calanus euxinus* copepodites V in the north-western Black Sea in October, 2010

Формирование жировых запасов. Как известно, при весенне-осенней стратификации Чёрного моря развитие CV *C. euxinus* может происходить двумя альтернативными путями: прямым последовательным развитием постмолтов в интермолты и премолты и с фазой задержки развития в период диапаузы, наступающей у CV в 1-й постлиночный период [22]. При первом типе развития гонады появляются уже в 1-й постлиночной фазе, при втором – только после выхода из диапаузы.

В октябре 2010 г. в СЗЧМ средний удельный объём жирового мешка исследованных пятых копепоидов 1-й постлиночной стадии (61 % от общего количества CV) составил 17.4 ± 9.7 % объёма тела, однако спектр распределения жирности у них оказался бимодальным (рис. 4, А). Такой же характер распределения жирности отмечен у постлиночной

когорты CV, не имеющих гонад (рис. 4, Б). У 12 % этих особей (от общего числа CV) жировой запас составлял менее 2.0 ± 1.6 % объёма тела, тогда как у 17 % копепоидов 1-й постлиночной фазы без гонад средний объём жирового мешка был равен 21.7 ± 5.4 % объёма тела. Очевидно, первая группа относилась к недавно перелинявшим постмолтам CV, а вторая – к диапаузирующим постмолтам. Ещё 32 % всех CV имели небольшие гонады (до 0.4 мм) и содержали в среднем 20.2 ± 7.9 % резервного жира (рис. 4, В). Это – постмолты с прямым, без диапаузы, типом развития.

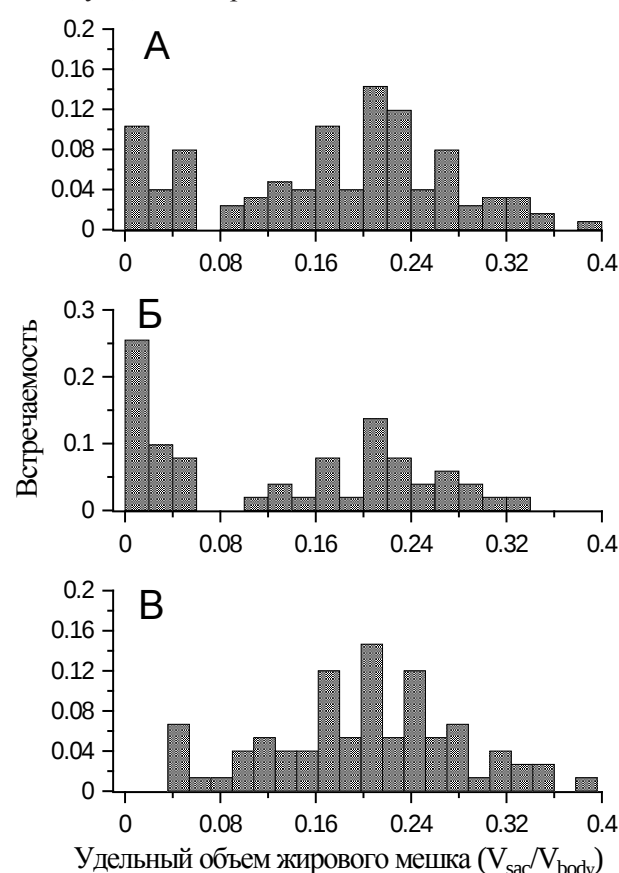


Рис. 4 Встречаемость удельного объёма жирового мешка у первых постмолтов копепоидов пятой стадии развития *Calanus euxinus*: вся когорта (А), особи без гонад (Б) и с гонадами (В)
Fig. 4 Frequency distribution of specific oil sac volume in the first postmolts of *Calanus euxinus* copepodites V: all cohort (A), individuals without gonads (Б) and with gonads (В)

При дальнейшем развитии длина гонад у CV возрастала пропорционально фазам

линочного цикла (рис. 5) и содержание липидов повышалось (рис. 6), достигая в среднем 33 ± 13 % объёма тела в предлиночном состоянии. Такой характер роста гонад указывает на то, что исследованные нами копеподиты калянуса были обеспечены пищей в достаточном для нормального развития количестве, поскольку при недостатке корма формирование гонад у CV приостанавливается, а при длительном голодании может происходить их резорбция [14].

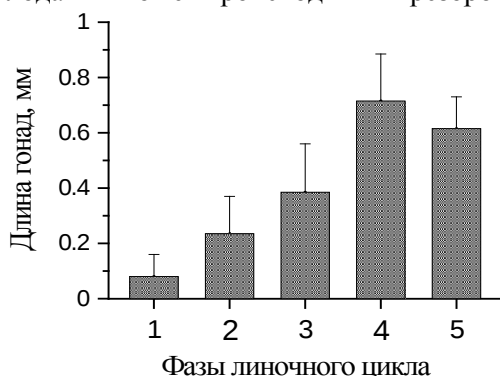


Рис. 5 Изменение длины гонад в процессе прямого (без диапаузы) развития CV *Calanus euxinus* ($\pm$ SD)
Fig. 5 Gonad length change during the direct development (without diapause) of CV *Calanus euxinus* ($\pm$ SD)

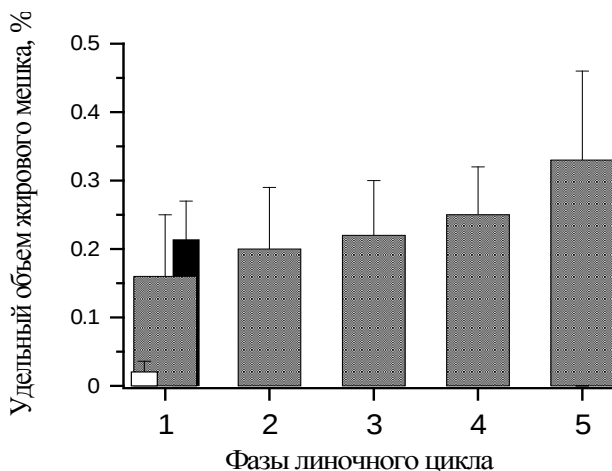


Рис. 6 Удельный объём жирового мешка в межлиночный период развития CV *Calanus euxinus*: средние величины ($\pm$ SD) для всех особей данной фазы линочного цикла (серые столбцы), диапаузирующих (черный столбец) и недавно перелинявших (белый столбец) особей
Fig. 6 Specific oil sac volume during intermolt period of *Calanus euxinus* CV: mean values ($\pm$ SD) for all individuals of definite molting phase (grey bars), diapausing individuals (black bar) and early postmolts (white bar)

У берегов Севастополя (ст. № 98) средний объём резервного жира всей гемипопуляции CV оказался наименьшим (9.4 ± 8.6 % объёма тела), однако в СЗЧМ он варьировал от 16.1 ± 7.6 на ст. № 65 до 25.8 ± 7.7 % объёма тела (~ 50 % сухого веса) на ст. № 73. Такие предельно высокие для этого вида запасы жира ($18 - 26$ % объёма тела) отмечены нами в апреле 2003 г. в юго-западном районе Чёрного моря в период цветения фитопланктона, тогда как средние многолетние величины удельного объёма жирового мешка у CV в этом районе составляли 17.4 ± 6.8 в зимне-весенний и 15.7 ± 4.9 % в летне-осенний период 2000 – 2005 гг. [22]. Удельный объём жирового мешка у самок в октябре 2010 г., так же, как и в другие периоды года [22], оказался закономерно меньшим, чем у CV. Он варьировал от 2.4 ± 3.5 % на ст. № 98 в районе Севастополя до 10.9 ± 6.5 % на самой удалённой глубоководной ст. № 69 в СЗЧМ. Средний объём жировых запасов самок *C. euxinus* на пяти станциях СЗЧМ (6.8 ± 2.4 %) в октябре 2010 г. оказался близок аналогичному показателю в юго-западной части моря в период 2000 – 2005 гг. (7.9 ± 3.4 %).

Репродуктивный потенциал самок. Известны два подхода к оценке скорости продуцирования яиц (EPR – egg production rate) у копепод: прямой, при котором в лабораторных условиях определяют количество яиц, отложенных свежесобранными самками в течение суток, и косвенный, основанный на определении количества готовых к вымету зрелых ооцитов у самок, собранных в море и фиксированных формалином [18]. Несмотря на априорное преимущество, прямой метод имеет определённые методические погрешности: а) недооценка продукции в результате неконтролируемого вымета яиц при отлове рачков и подготовке эксперимента (наиболее часто после сбора планктона в результате резкого повышения температуры воды и манипуляций при сортировке копепод происходит преждевременный вымет яиц); б) неестественные условия содержания рачков на борту судна (качка,

вибрация судна, вариации светового и температурного режима эксперимента – стрессовые факторы, влияющие на процесс потребления пищи, а, следовательно, созревание ооцитов); в) каннибализм, т.е. поедание самками своих яиц.

В работах [16, 17, 18], в которых учтены все перечисленные артефакты, показана высокая корреляционная связь фактической (полученной в экспериментах с учётом перечисленных выше факторов) и прогностической (по количеству зрелых ооцитов) EPR у североатлантических *Calanus finmarchicus*, что позволило авторам изучить связь продукционных характеристик вида с первичной продукцией на основе многочисленных коллекционных материалов.

Немногие исследования EPR у *C. euxinus* в Чёрном море выполнены в экспериментах на борту судна. По данным Л. И. Сажинной [19], исследовавшей пространственную изменчивость EPR у этого вида весной и осенью 1992 г., в мае наибольшая величина EPR составила 30 яиц самка⁻¹ сут⁻¹ в СЗЧМ (величина кладки варьировала от 10 до 58 яиц) и 5 – 20 яиц самка⁻¹ сут⁻¹ в центральных и восточных районах, а в сентябре величины EPR варьировали в центральной и восточной частях в пределах 3 – 7 яиц самка⁻¹ сут⁻¹. В южных районах моря средние величины EPR в сентябре – октябре 1996 г. варьировали от 2 до 11 яиц самка⁻¹ сут⁻¹ на разных станциях [8]. В работе [12] приводятся ещё более низкие средние величины, составившие 1.7 яиц самка⁻¹ сут⁻¹ в октябре 2000 г. и 3.9 яиц самка⁻¹ сут⁻¹ в мае 2001-го. Необходимо отметить, что методика этих экспериментов не предусматривала предотвращения каннибализма, поэтому цитируемые данные могут быть занижены.

Согласно нашей оценке, максимальные средние величины EPR отмечены на ст. № 73 и 98 (соответственно 36.8 ± 17.7 и 34.5 ± 9.3 яиц самка⁻¹ сут⁻¹), тогда как на остальных станциях EPR изменялась в среднем от 7.2 до 24 яиц самка⁻¹ сут⁻¹. Средняя для района величина репродукционного индекса (RI – reproductive in-

dex, доля готовых к нересту самок) составила 78 ± 18 %, а на отдельно взятых станциях RI изменялся от 53 до 100 %, имея высокую ($r^2 = 0.67$) корреляционную связь с потенциальной EPR (рис. 7).

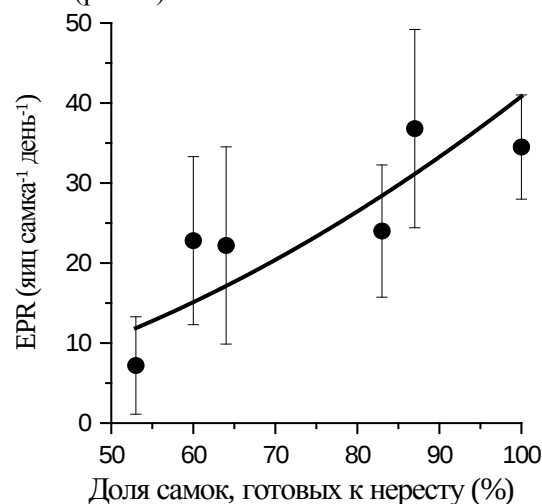


Рис. 7 Корреляционная связь скорости продукции яиц с долей самок *Calanus euxinus*, готовых к нересту ($\pm$ SD)

Fig. 7 Correlation between egg production rate and share of *Calanus euxinus* mature females which are ready to lay eggs ($\pm$ SD)

Максимальное количество зрелых ооцитов у одной самки ($n = 58$) совпало с максимальной величиной кладки у *C. euxinus* по [19]. Спектр частоты распределения количества зрелых ооцитов (OS3 + OS4) у самок оказался бимодальным (рис. 8, А). Удельный объём жирового мешка у самок, не содержащих зрелые ооциты, в среднем был равен 10.9 ± 7.6 % (рис. 8, Б), тогда как у самок со зрелыми ооцитами он оказался достоверно в 2.4 раза меньшим, составляя 4.5 ± 4.2 % (рис. 8, В). Это обусловлено тем, что у многих ракообразных на стадии 1-го вителлогенеза гонады формируются за счёт резервного жира [16].

Заключение. Данные, полученные в 67-м рейсе НИС «Профессор Водяницкий», указывают на относительно низкую численность *C. euxinus* осенью 2010 г. в северо-западной части Чёрного моря, что отражает общую закономерность пространственного распределения этого вида.

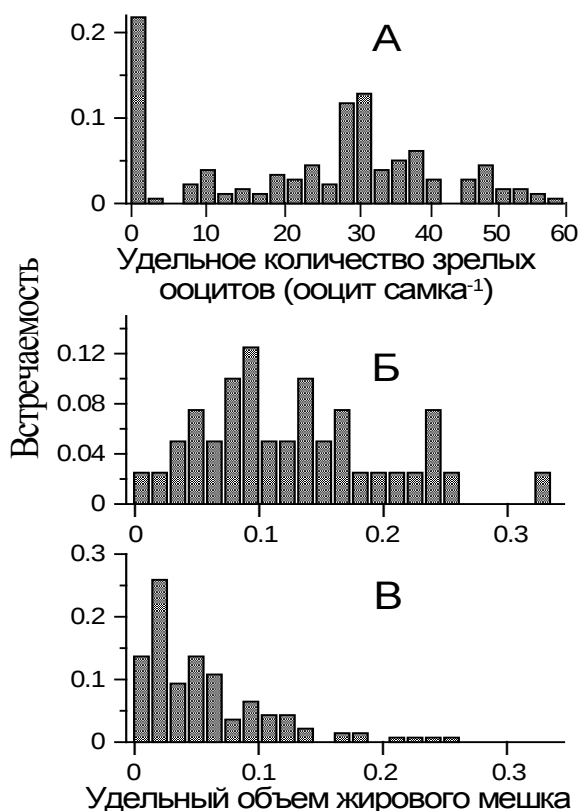


Рис. 8 Частота встречаемости количества зрелых ооцитов в гонадах самок (А) и удельного объема жирового мешка у самок *Calanus euxinus* с незрелыми (Б) и зрелыми (В) гонадами в северо-западной части Чёрного моря в октябре 2010 г.

Fig. 8 Frequency distribution of mature oocyte number in female gonads (A) and specific oil sac volume in *Calanus euxinus* females with immature (B) and mature (C) gonads in the north-western Black Sea in October 2010

В мелководной СЗЧМ биомасса популяции *C. euxinus*, как правило, меньше, чем в глубоководных зонах, подверженных постоянному влиянию основного черноморского течения (ОЧТ) и центральных районах моря. Однако жирность CV и продукционные характери-

стики самок (репродукционный индекс и продукция яиц) оказались так же велики, как и в районах массового развития *C. euxinus*. Вероятно, это обусловлено тем, что в СЗЧМ вид заносится ответвлениями ОЧТ из центральной части моря. Ранее нами показано, что ключевым фактором создания резервного жира у черноморских каланусов являются ежесуточные миграции в глубокие гипоксические слои моря, замедляющие развитие CV и увеличивающие продолжительность и эффективность накопления ими липидов [20 – 22]. Это подтверждается тем, что каланусы, развивающиеся в прибрежных антициклонических круговоротах, в которых отсутствуют гипоксические условия, быстрее развиваются и содержат значительно меньше запасного жира. Прибрежные зоны отличаются большой гидрологической нестабильностью, обусловленной ветровыми явлениями, и при сильных сгонах значительные массы каланусов из глубоководных зон могут быть занесены в мелководные районы вместе с поступающей к берегу водой холодного промежуточного слоя. В эти периоды у берега можно наблюдать даже очень жирных диапаузирующих каланусов, судьба которых становится очевидной в связи с большим количеством разложившихся особей, концентрирующихся у поверхностной пленки воды из-за положительной плавучести долго сохраняющегося под хитиновой оболочкой каплевидного жира.

Благодарности. Работа выполнена при финансовой поддержке гранта FP7 PERSEUS (FP7-287600). Авторы выражают глубокую благодарность Б. Е. Аннинскому и Н. А. Дацык за предоставленные для анализа зоопланктонные пробы.

1. Арашкевич Е. Г., Дриц А. В., Мусаева Э. И., Сорокин П. Ю. Распределение мезопланктона в связи с особенностями циркуляции в северо-восточной части Чёрного моря / Зацепин А. Г., Флинт М. В. Комплексные исследования северо-восточной части Чёрного моря. – М.: Наука, 2002. – С. 257 – 272.
2. Виноградов М. Е., Сапожников В. В., Шушкина Э. А. Экосистема Чёрного моря. – М.: Наука, 1992. – 111 с.

3. Грезе В. Н. Зоопланктон / Грезе В. Н. Основы биологической продуктивности Чёрного моря. – Киев: Наук. думка, 1979. – С. 143 – 168.
4. Грузов Л. Н., Люмкис П. В., Нападовский Г. В. Исследования пространственно-временной структуры планктонных полей северной половины Чёрного моря в 1992 – 1993 гг. // Исследование экосистемы Чёрного моря: Сб. науч. тр. – Одесса, 1994. – Вып. 1. – С. 94 – 127.

5. Сажина Л. И. Годичный цикл развития массовых Соперода в Чёрном море // Гидробиол. журн. – 1971. – 7, № 5. – С. 38 – 46.
6. Светличный Л. С., Губарева Е. С. Продукционные характеристики *Calanus euxinus* – важного компонента кормовой базы планктоноядных рыб Чёрного моря / Промысловые биоресурсы Чёрного и Азовского морей. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2011. – С. 283 – 293.
7. Юнева Т. В., Светличный Л. С., Юнев О. А., Георгиева Л. В., Сеничкина Л. Г. Пространственная изменчивость содержания липидов у *Calanus euxinus* в связи с концентрацией хлорофилла и биомассой фитопланктона // Океанология. – 1997. – 37. – С. 745 – 752.
8. Arashkevich E. G., Svetlichny L., Gubareva E., Besiktepe S., Gucu S. C., Kideys A. E. Physiological and ecological studies of *Calanus euxinus* (Hulsemann) from the Black Sea with comments on its life cycle // NATO Science Ser. Partnership. Sub-series 2. Environmental Security. – 1998. – 1. – P. 351 – 365.
9. Arashkevich E. G., Tande K. S., Pasternak A. F., Ellertsen B. Seasonal moulting patterns and the generation cycle of *Calanus finmarchicus* in the NE Norwegian Sea, as inferred from gnathobase structures, and the size of gonads and oil sacs // Mar. Biol. – 2004. – 146. – P. 119 – 132.
10. Arashkevich E., Timonin A., Nikishina A., Louppova N. Impact of climate variations on zooplankton community in the NE Black Sea // 2nd Biannual and Black Sea Scene EC Project joint Conference on climate change in the Black Sea, hypothesis, observations, trends, scenarios and mitigation strategy for the ecosystem (Sofia, October 6-9, 2008): Abstr. – Sofia, 2008. – P. 35 – 36.
11. Besiktepe S. Diel vertical distribution, and herbivory of copepods in the south-western part of the Black Sea // Journal of Marine Systems. – 2001. – 28. – P. 281 – 301.
12. Besiktepe S., Telli M. Egg production and growth rates of *Calanus euxinus* (Copepoda) in the Black Sea // J. Plankton Res. – 2004. – 26. – P. 571 – 578.
13. Isinibilir M., Svetlichny L., Hubareva E., Ustun F., Yilmaz I. N., Kideys A.E., Bat L. Population dynamics and morphological variability of *Calanus euxinus* in the Black and Marmara Seas // Ital. J. Zool. – 2009. – 76. – P. 403 – 414.
14. Johnson C. L. Seasonal variation in the molt status of an oceanic copepod // Prog. Oceanogr. – 2004. – 62. – P. 15 – 32.
15. Miller C. B., Cowles T. J., Wiebe P. H., Copley N. J., Grigg H. Phenology in *Calanus finmarchicus*; hypotheses about control mechanisms // Mar. Ecol. Prog. Ser. – 1991. – 72. – P. 79 – 91.
16. Niehoff B. The effect of food limitation on reproductive activity and gonad morphology of the marine planktonic copepod *Calanus finmarchicus* // J. Exp. Mar. Biol. Ecol. – 2004. – 307. – P. 237 – 259.
17. Niehoff B., Hirche H.-J. Oogenesis and gonad maturation in the copepod *Calanus finmarchicus* and the prediction of egg production from preserved samples // Polar Biol. – 1996. – 16. – P. 601 – 612.
18. Niehoff B., Runge J. A. A revised methodology for prediction of egg production of the marine planktonic copepod, *Calanus finmarchicus*, from preserved samples // J. Plankton Res. – 2003. – 25. – P. 1581 – 1587.
19. Sazhina L. I. Fecundity of Black Sea copepods in 1992 // Oceanology. – 1996. – 35. – P. 516 – 522.
20. Svetlichny L. S., Hubareva E. S., Arashkevich E. G. Physiological and behavioural response to hypoxia in active and diapausing copepodites Stage V *Calanus euxinus* // Arch. Hydrobiol. Spec. Issues Advanc. Limnol. – 1998. – 52. – P. 507 – 519.
21. Svetlichny L. S., Kideys A., Hubareva E., Besiktepe S., Isinibilir M. Development and lipid storage in *Calanus euxinus* from the Black and Marmara Seas: Variabilities due to habitat conditions // J. Mar. Systems. – 2006. – 59. – P. 52 – 62.
22. Svetlichny L., Yuneva T., Hubareva E., Schepkina A., Besiktepe S., Kideys A., Bat L., Sahin F. Development of *Calanus euxinus* during spring cold hemothemy in the Black Sea // Mar. Ecol. Prog. Ser. – 2009. – 374. – P. 199 – 213.
23. Vogedes D., Varpe O., Soreide J. E., Graeve M., Berge J., Falk-Petersen S. Lipid sac area as a proxy for individual lipid content of arctic calanoid copepods // J. Plankton Res. – 2010. – 32. – P. 1471 – 1477.
24. Yuneva T. V., Svetlichny L. S., Yunev O. A., Romanova Z. A. Kideys A. E., Bingel F., Yilmaz A., Uysal Z., Shulman G. E. Nutritional condition of female *Calanus euxinus* from cyclonic and anticyclonic regions of the Black Sea // Mar. Ecol. Prog. Ser. – 1999. – 189. – P. 195 – 204.

Поступила 19 апреля 2013 г.

После доработки 23 декабря 2013 г.

Стан популяції *Calanus euxinus* (Copepoda) в північно-західній частині Чорного моря у жовтні 2010 р.
Л. С. Светличный, О. С. Губарева. Досліджено чисельність, біомасу, віковий склад, вміст резервного жиру у популяціях копепод *Calanus euxinus*, що були зібрані у 67-му рейсі НДС «Професор Водяницький» (жовтень 2010 р.) в районах глибоководного шельфу і над континентальним схилом у північно-західній частині Чорного моря. Дана оцінка репродуктивної активності самок цього виду відповідно зі стадіями

зрілості гонад та ооцитів. Максимальні величини чисельності (3864 экз. м^{-2}), біомаси (2.8 г м^{-2}), репродуктивного індексу самок ($78 \pm 18 \%$), а також продукції яєць ($36.8 \pm 17.7 \text{ яєць} \cdot \text{самка}^{-1} \text{ сут}^{-1}$) були відзначені над континентальним схилом. Віковий склад популяції та вміст резервного жиру, що досягав $20.2 \pm 7.9 \%$ об'єму тіла у домінуючих в популяції п'ятих копеподітов, були типовими для *C. euxinus*, що перебувають у Основної Чорноморської течії.

Ключові слова: *Calanus euxinus*, чисельність, біомаса, резервні ліпіди, репродукційний потенціал, Чорне море

State of *Calanus euxinus* (Copepoda) population in the north-western Black Sea in October 2010. L. S. Svetlichny, E. S. Hubareva. Abundance, biomass, age composition, lipid reserves in *Calanus euxinus* population from the deep shelf and slope zones of the north-western Black Sea were studied basing on the data collected during the cruise of the R/V "Professor Vodyanitsky" in October 2010. Reproductive activity of females was evaluated according to the gonad and oocyte maturity stages. Maximum number (3864 ind m^{-2}), biomass (2.8 g m^{-2}), female reproductive index ($78 \pm 18 \%$) and egg production rate ($36.8 \pm 17.7 \text{ egg} \cdot \text{female}^{-1} \text{ day}^{-1}$) were found in the slope zone. Age composition and lipid reserves ($20.2 \pm 7.9 \%$ of body volume in the fifth copepodite stages dominating in the population) were considered to be typical for *C. euxinus* from the Main Black Sea Current.

Key words: *Calanus euxinus*, abundance, biomass, lipid reserves, reproductive index, the Black Sea