

595.34+591.524.12(262.9)

**О ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ АККЛИМАТИЗАЦИИ ПЛАНКТОННОЙ
КОПЕПОДЫ (CALANIPEDA AQUAE DULCIS KRITSCH)
В АРАЛЬСКОМ МОРЕ**

А. Ф. КАРПЕВИЧ

Видовой состав зоопланктона Аральского моря чрезвычайно беден. Основными его формами, по данным Н. К. Лукониной (1960), являются следующие виды пресноводного происхождения — *Diaptomus salinus*, *Cyclopoidea*, *Evadne ananix*, *E. samptonix*, *Moina microphtalma*; солоноватоводного и морского — личинки пластинчатожаберных моллюсков: дрейссен, адакны и кардиума (табл. 1). От 70 до 100% биомассы

Таблица 1

Состав и максимальная биомасса зоопланктеров
Аральского моря в 1956 и 1957 г. (по
Н. К. Лукониной)

Зоопланктеры	Биомасса, %		
	май	июль	октябрь
<i>Diaptomus salinus</i>	97,7	74,9	93,6
<i>Cyclops</i> sp.	3,8	12,3	8,3
<i>Cladocera</i>	2,9	4,4	3,0
Larvae lamellibranchiata	5,7	12,9	2,1

зоопланктона составляет рачок диаптомус на разных стадиях развития.

Средняя биомасса зоопланктона Аральского моря относительно невелика и колеблется от 100 до 200 мг/м³, что почти в 4 раза меньше, чем в Азовском море в средневодные годы.

В мелководной зоне Аральского моря с глубинами до 10 м биомасса зоопланктона достигает 500 мг/м³, а в Аджибайском заливе — 1000 мг/м³. В опресненных дельтовых водоемах также наблюдаются высокие биомассы зоопланктона. Здесь в значительном количестве развиваются коловратки, которые служат кормом для личинок рыб. В собственно Аральском море удельный вес коловраток и тинтинноид так мал, что не поддается учету.

Относительно слабое развитие зоопланктона в Арале объясняется плохой кормовой базой — слабым развитием фитопланктона, а также, по-видимому, и низкой воспроизводительной способностью основных форм (диаптомуса и др.). Плодовитость диаптомуса мала — 4—12 яиц и всего одна генерация в году (Луконина, 1960).

Малое число генераций диаптомуса и других видов аральского зоопланктона может зависеть не только от недостатка корма, но и от не

вполне благоприятных температурных условий, а для пресноводных видов — и от солевых. Это предположение следовало бы проверить экспериментальным путем.

Поскольку состав кормовых видов зоопланктона Аральского моря ограничен и условия существования для некоторых видов не оптимальны, мы настойчиво рекомендуем ввести в Аральское море массовые виды зоопланктонных организмов солоноватоводного и морского комплексов, которые могли бы дополнить, а в некоторых районах заменить формы пресноводного происхождения.

То, что биомасса зоопланктона в некоторых районах Аральского моря достигает 300 мг/м^3 и более, говорит о том, что имеются и резервы кормов, еще не учтенные исследователями. Эти резервы, прежде всего, следует усматривать в запасах детрита, образующегося в результате разложения макрофитов.

В Аральском море, прежде всего, надо создать разнообразную по экологии фауну копепод, что улучшит кормовую базу для ранних стадий взрослых особей планктофагов (салаки и шемаи), а также для молоди других рыб.

Наиболее подходящими формами для современного Арала явятся солоноватоводные копеподы: *Calanipeda aquae dulcis*, *Heterocope caspia* и др. виды, а при осолонении моря — *Acartia clausi*, *Centropages kroyeri* и др. солоноватоводные и эвригалинные морские копеподы, а также коловратки, некоторые виды инфузории и т. д. (Карпевич, 1960). Пополнение зоопланктона может произойти и при введении в Аральское море нектобентических и донных видов ракообразных, моллюсков и червей, обладающих плавающей личинкой.

Копеподы — пелагические раки, образующие в Азовском, Каспийском и Черном морях основную биомассу зоопланктона. Они являются в этих морях важнейшим кормом для рыб-планктофагов на всех стадиях их развития и для молоди других рыб. Почти все солевые зоны в этих морях заселены копеподами: в зоне соленостью от 0 до $3\text{--}5\text{‰}$ Таганрогского залива в массе развиваются *Heterocope caspia*, *Acanthocyclops vernalis* и др., там же и в Азовском море при солености от 3 до $10\text{--}12\text{‰}$ — *Calanipeda aquae dulcis*, в Азовском и Черном морях при солености от 7 до 18‰ и выше — *Acartia clausi*, *A. latisetosa*, *Centropages kroyeri* и др.

Мы считаем, что в первую очередь надо переселить в Аральское море каланипеду — *Calanipeda aquae dulcis*.

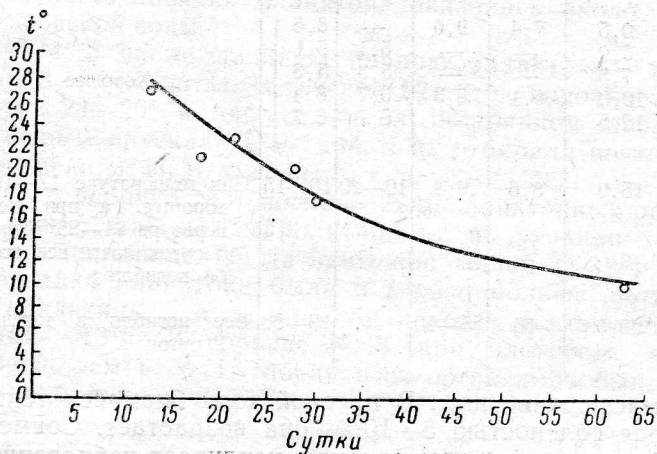
Экология и биология этой формы довольно хорошо изучена (Гарбер, 1950; Куделина, 1950; Карпевич, 1955; Яблонская, 1955). Длина взрослых особей каланипеды не превышает 1,6 мм, а вес самок равен 0,056 мг.

После оплодотворения самки откладывают около 20 яиц диаметром — 0,09—0,11 мм в яйцевые мешки и носят их до вылупления науплий, а затем по мере роста и развития науплии линяют и до созревания проходят шесть науплиальных и шесть копеподитных стадий. Длительность развития каланипеды зависит от температуры, питания и др. внешних условий.

Б. И. Гарбер (1950) и Е. Н. Куделина (1950) проследили весь цикл развития каланипед от появления науплий до половозрелой особи при разной температуре. Оказалось, что при $9\text{--}10^\circ$ развитие протекает около 26 суток, а при $26\text{--}28^\circ$ — около 12 суток (рисунок). Длительность жизни самок летом около 42 суток; за это время они дают около 8 яйцевых кладок.

Каланипеда эвритермна и относительно эвригалинна. В Таганрог-

ском зал. она хорошо переносит подледный режим и жаркое лето (температуру воды до 29°), составляя в теплое время до 80% биомассы всего зоопланктона (Новожилова, 1955). Она встречается в планктоне круглый год, но интенсивно размножается с апреля до ноября. За это время может появиться от 10 до 13 генераций. Максимальное число потомства от одной самки — 300 особей, а максимальное число особей от одной самки первой (весенней) генерации составит к концу октября 3,5 триллиона особей, а отсюда становится ясным, какой высокой продукционной возможностью обладает этот вид.



Длительность развития *Calanipeda aquae dulcis* Kraitsch при разной температуре (по данным Куделиной и Гарбера).

Каланипеда и ее молодь ночью держатся в толще воды, а днем в придонных слоях (Мордухай-Болтовский, 1948). Питается она тонким взвешенным детритом и бактериями и в меньшей степени живыми клетками фитопланктона, что очень важно для решения вопроса о ее приживании в Аральском море, где имеются запасы детрита, пригодного для каланипеды.

Несмотря на очень большое выедание каланипеды рыбой, ее биомасса в Азовском море и заливе нередко достигает 1000 мг/м³. Она хорошо выживает и интенсивно размножается в азовской воде при солености от 2 до 12‰ (Яблонская, 1955), а встречается в еще более широком диапазоне от 0,1 до 14‰. Каланипеды хорошо переносят и резкое изменение солевого режима. Например, при температуре 24° они легко переносили солевой скачок в 10‰ (рачков пересаживали из азовской воды соленостью 2,5‰ в воду соленостью от 0,5 до 15‰), гибели при этом не было. В пресной воде каланипеда менее устойчива, но живет в ней продолжительное время. В табл. 2 показано выживание каланипеды при резкой смене солености.

Многие особи в течение суток выживают при 15‰ и переносят пересадку из воды соленостью 2,5‰ в воду соленостью 17,5—18‰, но все же гибель их в воде соленостью свыше 12,5‰ заметно увеличивается (табл. 2).

При физиологической адаптации каланипеды выживают некоторое время и в воде соленостью 18—19‰, но такие солевые концентрации для нее малоблагоприятны, так как в воде соленостью 15‰ у самок задерживается размножение и развитие эмбрионов, и в аквариумах

Таблица 2

Выживание *Calanipeda aquae dulcis* в азовской воде при резкой смене солености (длительность опыта от 7 до 9 суток, в каждом сосуде в среднем от 134 до 190 экз.)

Соленость воды, ‰	Среднесуточная гибель в зависимости от температуры воды, ‰				Состояние животных
	17—18	20—21	24—25	среднее	
0,5	7,4	9,6	—	8,5	Хорошее
5,0	—	—	5,1	5,1	
7,5	—	—	5,3	5,3	
10,0	6,1	6,3	6,7	6,4	
12,5	—	—	6,7	6,7	
15,0	8,6	9,4	10—20	10—15	При температуре 17—18° хорошее, а при температуре 24—25° через 5 суток почти все особи погибли
20,0	16	25—50	—	25—50	Все погибли в течение 2 суток

падает биомасса животных. В пресной воде биомасса также уменьшается, а в воде соленостью 5—10‰ она возрастает. Совместное действие высокой солености и температуры усиливает неблагоприятное влияние на каланипеду. При температуре 15—16° и солености 15‰ состояние животных было хорошим в течение 5 дней, а при температуре 24—25° за это же время они почти все погибли. Примерно в таких же солевых пределах каланипеда выживает и в балтийской воде.

Интенсивность газообмена у каланипеды высокая — в пресной воде при температуре 23,5° ее популяция потребляет в 1 час около 1,1 мл кислорода на 1 г живого веса, а в воде соленостью 3—4‰ при температуре 21,5° — около 0,95 мл. Она чувствительна к дефициту кислорода — его содержание около 1 мл/л недостаточно для взрослых особей, а при 0,34 мл/л засыпало около 90% рачков. Молодь каланипеды еще более чувствительна к недостатку кислорода, и их гибель отмечается при содержании кислорода 2,2 мл/л. Критическая концентрация для них — 4,4 мл/л.

В 1960 г. на Дальней Бердянской косе были поставлены наблюдения за выживанием и размножением каланипеды в азовской и аральской воде соленостью 0,5—15‰. Опыт длился 26 суток при температуре 20—24°.

В аральской воде соленостью от 7 до 12‰ самки с яйцевыми мешками выживали длительное время, зародыши развивались нормально и происходило рождение науплий. В естественной аральской воде науплии росли и некоторые достигли копеподидной стадии. В июне, когда температура воды повысилась до 26°, началась их гибель и опыт был прекращен.

Параллельный опыт также показал, что в аральской воде соленостью 10—12‰ развитие эмбрионов, рождение личинок и рост молоди вполне возможны.

Таким образом, этот вид, по-видимому, найдет благоприятные условия для своего обитания и развития в Аральском море, следует только определить наиболее удобные места их вселения.

Паразитофауна каланипеды и акарации (*Acartia clausi*) (Нечаева, публикуется в этом сборнике) не представляет опасности для фауны Арала и потому не является препятствием для переселения этого рачка.

В связи с тем, что нет опыта перевозки планктонных организмов на дальние расстояния, были поставлены опыты по выдерживанию планктона и дана в первом приближении методика отлова и транспортировки каланипеды.

Планктон, взятый 15 июня в 23 часа, был пересажен в три литровые делительные воронки. В воронку № 1 налили 100 см³ планктонной пробы, плотность посадки планктона оказалась около 1151 организмов на 1 л азовской воды.

В воронку № 2 влили двойную порцию планктона — 2342 шт/л. а в воронку № 3 — 7783 шт/л. В течение 12 суток воронки содержали при температуре 24—26° и наблюдали за состоянием зоопланктона. Отмирающие формы опускались на дно, и их отбирали почти ежедневно (наблюдение вела В. И. Чекунова).

Через сутки в воронке № 1 погибло 22% планктонных организмов, главным образом акарция, гарпактицида и личинки баланусов (табл. 3). Гибель каланипед была ничтожно малой (1,3%). В воронке № 2, где посадка планктона была в 2 раза больше, погибло 30% организмов (гарпактициды и личинки баланусов). Каланипед погибло 19%, а акарций — 13%. В воронке № 3 при плотности посадки в 6,5 раза большей, чем в № 1, гибель всех организмов была высокой (39%), а личинок балануса до 75%.

Таблица 3
Выживание зоопланктона в азовской воде при солености 10—12‰, температуре 24—26° и различной плотности посадки

№ сосуда	Время наблюдения, сутки	Гибель за время опыта, %				
		каланипеда	акарция	гарпактицида	личинки балануса	всего
1	1	1,3	25	25	30	22
	2	10	41	30	48	34
	4	45,7	33	30	22	33
	11	43	1	15	0	11
	Количество особей, шт.	149	631	304	67	1151
2	1	19	13	43	64	30
	2	71	75	47	32	60
	4	2,1	10,5	4,9	1,5	6
	11	8,0	1,5	5,1	2,5	4
	Количество особей, шт.	466	835	760	281	2342
3	1	47	38	36	75	39
	2	23	45	46	25	43
	4	12	16	13	—	15
	11	18	1,0	5,0	—	3
	Количество особей, шт.	257	5994	1172	360	7783

Через 2 суток в воронке № 1 погибло 56% всех животных, но гибель каланипед составляла только 10%; а в сосудах № 2 и 3 погибла основная масса всех беспозвоночных, включая и каланипед.

Через 4 суток в сосуде № 1 погибло 57% каланипед и почти все особи других видов, в сосудах № 2 и 3 погибли почти все животные.

В последующие дни наибольшее количество живых организмов было в первой воронке, где основную массу животных составляли каланипеды. В других воронках также преобладали живые каланипеды.

Таким образом, отдельные виды азовского планктона, помещенные в крайне тяжелые условия существования (высокая температура, отсутствие циркуляции воды, поступления кислорода и большая концентрация организмов), переносят их по-разному. Наиболее чувствительными к неблагоприятным факторам оказались личинки балануса. При самой малой плотности посадки все особи погибли за четверо суток, а при наибольшей — за двое суток. Акарция дала очень высокий отход (25%) уже на второй день опыта. В воронке с минимальной посадкой основная ее масса погибла через двое-четверо суток. Наименее прихотливыми оказались каланипеды, при минимальной плотности посадки (воронка № 1) высокий отход у них наблюдался только на 5-й день после начала опыта. Во всех воронках в конце испытания выжило наибольшее количество особей. Гибель каланипед в опытных сосудах находилась в прямой зависимости от плотности посадки. В Таганрогском заливе массовое количество каланипед появляется в апреле (Новожилова, 1955), биомасса их достигала $0,5 \text{ г/м}^3$, а в районе Бердянской косы почти чистая культура каланипеды наблюдалась в мае. Ловить этих рачков лучше всего в море ночью планктонной сеткой, к которой прикрепляется стеклянная банка, чтобы пойманный зоопланктон не повреждался.

Концентрированный зоопланктон следует разбавить морской водой, а затем содержать при постепенном снижении солености воды до 2 и 5‰. В воде соленостью 2‰ все морские формы, в том числе и личинки баланусов, гибнут в течение нескольких часов и остается чистая культура каланипед.

Этого рачка лучше всего перевозить в полиэтиленовых пакетах, наполовину (или $\frac{2}{3}$) заполненных морской водой соленостью 5—10‰. Остальное пространство пакета необходимо заполнить сжатым воздухом или лучше кислородом.

Плотность посадки каланипед в пакеты с воздушной прослойкой при температуре 25° может достигать 2 тыс. экз/л. При температуре 10° плотность посадки можно увеличить в несколько раз. Однако не следует допускать снижения содержания кислорода в воде до 2,5 мл/л. При соблюдении этих условий и при длительности перевозки не свыше двух суток отход не должен превышать 10%. Предложенный метод необходимо уточнить.

Каланипед можно ловить в массовых количествах в Таганрогском заливе, на Бердянской косе, в кубанских лиманах и в Северном Каспии. При заселении Аральского моря наиболее желательна каспийская форма, которая должна лучше переносить воду с повышенным содержанием кальция и потому легче приживется в Арале.

Отлов каланипед и перевозку лучше всего провести в мае или октябре. В мае самки и самцы первой генерации рачков наиболее жизнеспособны и их потомство в новом водоеме попадает в наиболее благоприятные температурные и кормовые условия.

При посадке каланипед в новый водоем важно не внести посторонних форм. Поэтому при высадке каланипед следует несколько раз промыть водой заселяемого водоема и отмытую воду не вносить в водоем.

ВЫВОД

Каланипеда является ценным кормовым планктонным организмом, желательным для акклиматизации в Аральском море и других солоноватых водоемах.

ЛИТЕРАТУРА

- Гарбер Б. И. Наблюдения за развитием и размножением *Calanipeda aquae dulcis* Kritsch. Тр. Карадагской биол. ст. АН УССР. Т. XI. Киев, 1950.
- Карпевич А. Ф. Отношение беспозвоночных Азовского моря к изменению солености. Тр. ВНИРО. Т. XXXI. Вып. 1, 1955.
- Карпевич А. Ф. Обоснование акклиматизации водных организмов в Аральском море. Тр. ВНИРО. Т. XLIII. Вып. 1, 1960.
- Куделина Е. Н. Влияние температуры на размножение, развитие и плодовитость *Calanipeda aquae dulcis* Kritsch. Тр. Каспийского бассейнового филиала ВНИРО. Т. XI, 1950.
- Мордухай-Болтовский Ф. Д. О сезонной динамике зообентоса Таганрогского залива. Сб. научн. тр. Ивановского сельхоз. ин-та, 1948.
- Луконина Н. К. Зоопланктон Аральского моря. Тр. ВНИРО. Т. XLIII. Вып. 1, 1960.
- Новожилова А. Н. Изменения в зоопланктоне Азовского моря в условиях меняющегося режима. Тр. ВНИРО. Т. XXXI. Вып. 1, 1955.
- Нечаева Н. Л. Паразитофауна некоторых видов беспозвоночных Азовского моря. Публикуется в настоящем сборнике.
- Яблонская Е. А. Возможные изменения кормовой базы рыб Азовского моря при зарегулировании стока рек. Тр. ВНИРО. Т. XXXI. Вып. 1, 1955.

ON THE EFFICIENCY IN THE ACCLIMATIZATION OF THE PLANKTONIC COPEPOD (*CALANIPEDA AQUAE DULCIS* KRITSCH) IN THE ARAL SEA

A. F. Karpevich

Calanipeda aquae dulcis Kritsch is a valuable food plankton organism which can be easily introduced into the Aral Sea and other brackish water bodies. It is shown that the copepods at the naupliar and copepodite stages are successfully developed in the Aral Sea water. A method of transportation and grounds of frequent occurrences (the Azov and Caspian Seas) of *Calanipeda* to be collected for introduction have been found.