

ОТНОШЕНИЕ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ АЗОВСКОГО МОРЯ К ИЗМЕНЕНИЮ СОЛЕННОСТИ

Доктор биол. наук А. Ф. КАРПЕВИЧ
(ВНИРО)

Фауна Азовского моря состоит из 3 различных по происхождению групп: пресноводной, солоноватоводной — реликтовой и морской. Происхождение отложило свой отпечаток на солевые требования видов каждой из этих групп. Виды первой из них, как правило, наиболее стеногалинны; виды второй — более эвригалинны, а виды третьей — способны выживать в наиболее широком солевом диапазоне.

Однако наряду с указанной общей закономерностью отдельные виды внутри групп обладают своими специфическими требованиями к среде. Пластичность и выносливость этих видов при изменении солености зависит и от их обмена и от высоты организации. Например, почти все пресноводные виды низших систематических групп (взрослые коловратки, моллюски и др.) переносят изменение солености только в пределах 0—3—5‰, а высоко организованные (взрослые ракообразные: *Copepoda*, *Cladocera* и др.) могут выживать в солевом интервале 0—12‰ (*Acanthocyclops vernalis*), то же самое относится к некоторым солоноватоводным и морским видам.

Возникновение определенных требований к среде связано с условиями формирования данного вида и наследственностью, какую особи получили от своих предков. Поэтому при изучении экологии видов нельзя ограничиваться только типичными чертами, которые характеризуют близкие по происхождению виды, а необходимо для каждого из них определить его особенность, его отличие от другого.

Вследствие того, что у каждого вида имеются особые требования к среде, любые изменения гидрологического и гидрохимического режимов Азовского моря, вызванные регулированием стока его рек или другими причинами, окажут различное влияние на условия существования отдельных видов рыб и беспозвоночных. При сокращении сброса пресных вод в море изменение режима последнего произойдет в следующих важнейших направлениях: а) уменьшится поступление взвешенных органических и неорганических веществ и биогенов; б) сократится сила речных течений; в) изменится кислородный режим в некоторых районах; г) увеличится соленость воды в море и т. д. При увеличении речного стока изменения пойдут в обратном направлении. Кроме того, величина изъятия или увеличения пресного стока вызовет и различную степень изменения перечисленных факторов среды и их взаимодействия. А следовательно, и реакция животных в каждом отдельном случае может быть своеобразной.

Приступая к выполнению комплексной задачи, поставленной перед Азовской экспедицией ВНИРО, мы обнаружили, что даже в таком хорошо изученном водоеме, как Азовское море, неизвестна физиологическая выносливость многих видов к изменению отдельных факторов сре-

ды, а без этих сведений невозможно сколько-нибудь приблизиться к познанию особенностей вида.

Ввиду того, что основные изменения в среде должны были произойти в солевом и газовом режимах, в первую очередь изучали отношение организмов к этим факторам. В короткий срок, которым располагала экспедиция, невозможно было сколько-нибудь углубленно изучить этот вопрос, и мы вынуждены были пойти по пути «обзорных» опытов, которые позволили нам хотя бы приближенно охарактеризовать отношение взрослых особей, а иногда и молоди массовых видов беспозвоночных к изменению солевых и газовых условий.

Чтобы возместить отсутствие сведений, характеризующих солевую выносливость особей на разных стадиях развития, мы сопоставили экспериментальные данные с полевыми наблюдениями по распределению биомасс отдельных видов в зависимости от солености среды.

Мы считали, что устойчивый ареал и массовое развитие азовских форм возможны только в благоприятных солевых (и прочих) условиях среды, в которых особи вида могут не только выживать, но и размножаться.

Массовое развитие особей вида, наблюдаемое в течение нескольких лет и сезонов в одних и тех же солевых пределах, может служить хорошим подтверждением экспериментальных данных. Если имеются надежные полевые наблюдения, то не всегда обязательно вести трудоемкие опыты по изучению солевой выносливости всех стадий развития беспозвоночных.

Полевые наблюдения на судах АзчерНИРО и промразведки проводили А. Н. Новожилова [27], И. Н. Старк [28, 29], Е. А. Яблонская [32], а экспериментальные работы — А. Ф. Карпевич при участии студентов Ростовского и Воронежского университетов гг. Т. Аюян, О. Федоровой, Н. Янышевой и Т. Ереминой.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Экспериментальным исследованиям подверглись наиболее массовые формы беспозвоночных Таганрогского залива и Азовского моря, которые имеют существенное значение в питании рыб на различных этапах развития.

Нами обследовано в 1950—1951 гг. и ранее (1938 г.) 25 видов: коловраток — 3, ракообразных — 11, червей — 2, моллюсков — 8, личинок насекомых — 1.

Сюда вошли представители трех групп: пресноводные [*Asplanchna priodonta* Gosse, *Brachionus pala* Ehrbg., *Criptochironomus* sp. (Kieff), *Limnodrilus* sp. (Clap), *Unio pictorum* (L)], древние солоноватоводные [*Mesomysis kowalevskyi* Czern., *Heterocope caspia* G. O. Sars, *Hypaniola kowalevskyi* Grim., *Dikerogammarus haemobaphes* (Eichw.), *Dreissena polymorpha* (Eichwald), *Pontogammarus maeoticus* Sow., *Pterocuma pectinata* (Sowinsky), *Calanipeda aquae dulcis* (Krish)], морские солоноватоводные [*Synchaeta* sp., *Macropsis slabberi* (Ben), *Nereis succinea* (Leucarte), *Leander adpersus*, *Syndesmya ovata* (Philippi), *Cardium edule* (Linne), *Hydrobia ventrosa* (Nontagu) *Mytilaster lineatus* (Gmelin), *Heteropanope tridentata*, *Corbulomya maeotica* (Milaschewitsch), *Corophium volutator* (Pall)].

В лаборатории определяли выживание животных, потребление ими кислорода и наступление асфиксии (удушья) в азовской воде разной солености.

Методика изучения выживания особей в водах разной солености сводилась к следующему: воду Таганрогского залива, Азовского моря и донскую привозили в лабораторию в стеклянных бутылках. Азовская вода

выпаривалась на солнце до максимальной солености (20—40‰), а затем из естественных и выпаренных вод составлялись воды соленостью от 0 (донская вода) до 30—40‰ с интервалом в 2,5‰.

Прежде всего испытывали выносливость животных при резком изменении солености среды: из естественных вод их сразу пересаживали в сосуды, заполненные водами нужной солености (0; 2,5; 5; 7,5; 10‰ и т. д.).

Ежедневно в кристаллизаторах меняли воду, сохраняя ее концентрацию в каждом сосуде постоянной, извлекали и учитывали погибших животных, а также следили за их состоянием.

Опытами Карпевич [11, 12] было доказано, что у некоторых видов, обитающих в Аральском и Каспийском морях, физиологическая адаптация¹ животных значительно увеличивает солевой диапазон или срок выживания особей в сублетальных солевых условиях. При работе с азотистой водой физиологическая адаптация особей имеет меньшее значение, так как главную роль в осморегуляции животных играют активные ионы Cl, Na и K. Они очень быстро проходят через ткани животных, выравнивая осмотическое давление внутренней и внешней среды.

Мы не всегда имели возможность определить роль физиологической адаптации и дополняли наши опытные данные наблюдениями в природе.

Потребление кислорода животными и асфиксию у них определяли в закрытых сосудах методом Винклера (расчеты потребления кислорода отнесены к живому весу), а осморегуляцию—микрокриоскопическим методом [7].

Коловратки

Asplanchna priodonta представляет собой относительно крупный плазматический мешок, легко изменяющий свою форму. Новожилова [27] находила ее в Таганрогском заливе в водах соленостью от 0 до 7,8‰, но наибольшие ее биомассы были обнаружены при солености 1—4‰.

Весной 1950 г. в планктоне бухты г. Таганрога аспланхны было так много, что ее легко ловили в массе почти без примеси других организмов. Несмотря на преобладание ее в планктоне, она неохотно поедалась личинками и взрослыми планктоноядными рыбами.

Перед опытом пойманных коловраток содержали в большом сосуде в той же воде, в какой они обитали в заливе, т. е. при солености 2,5‰. Пипеткой брали равные объемы культуры и переносили в сосуды (емкость около 40 см³) с водой разной солености. Затем наблюдали за состоянием животных, учитывая их гибель в каждом сосуде отдельно. В мае и июне 1950 г. было поставлено 4 серии опытов и в каждой серии по 9 солевых точек (табл. 1). Опыты протекали при температуре 16—18, 20—22, 23—24 и 24—25,5°.

Оказалось, что при температуре 16—18° аспланхна очень хорошо выдерживает солевой скачок около 2,5‰. При пересадке ее из воды соленостью 2,5‰ в пресную воду состояние всех особей не изменяется, при пересадке же в воду соленостью 5‰ некоторые особи судорожно сжимаются и опускаются на дно, но большая их часть плавает и через некоторое время оправляется. В воде соленостью 7,5‰ все особи аспланхны сжимаются, превращаясь из прозрачных в желтый комочек, и быстро погибают.

В условиях более высокой температуры (23—24 и 24—25,5°) при пересадке коловраток из пресной воды в воду соленостью 2,5‰ некоторые экземпляры погибают. После пересадки из воды соленостью 2‰

¹ Приучение животных к меняющейся солености.

в воду соленостью 5‰ большая часть особей погибает уже через 2 суток, а в воде соленостью 7‰ через сутки уснули все особи.

Таким образом, сочетание повышенной солености и температуры усугубляет их неблагоприятное действие на коловраток (табл. 1).

Таблица 1

Выживание *Asplanchna priodonta* в азовской воде разной солености

Номер опыта	1	2	3	4																				
Длительность в сутках	5	6	3	2																				
Температура в °	16—18	20—22	22—24	24—25																				
Соленость воды в ‰																								
0	С о с т о я н и е ж и в о т н ы х <table><tr><td colspan="4">Плавают</td></tr><tr><td>Плавают</td><td>Плавают</td><td>Некоторые погибли</td><td>Некоторые погибли</td></tr><tr><td>Некоторые погибли</td><td>Некоторые погибли</td><td>Большая часть погибла</td><td>Большая часть погибла</td></tr><tr><td>Все погибли</td><td colspan="3">Все погибли через 1 сутки</td></tr><tr><td></td><td colspan="3">Все погибли в течение суток</td></tr></table>				Плавают				Плавают	Плавают	Некоторые погибли	Некоторые погибли	Некоторые погибли	Некоторые погибли	Большая часть погибла	Большая часть погибла	Все погибли	Все погибли через 1 сутки				Все погибли в течение суток		
Плавают																								
Плавают					Плавают	Некоторые погибли	Некоторые погибли																	
Некоторые погибли					Некоторые погибли	Большая часть погибла	Большая часть погибла																	
Все погибли					Все погибли через 1 сутки																			
	Все погибли в течение суток																							
2,5																								
5,0																								
7,5																								
10 и 12,5																								

Следовательно, *A. priodonta* может обитать в солевом интервале от 0 до 3—4‰. Вода соленостью 5‰ для нее уже сублетальная, а 7,5‰ — летальная.

Сравнение данных полевых наблюдений и опытов позволяет видеть их полную согласованность. Эта форма обычно встречается в массе в солевом интервале от 1 до 4‰ [27].

При более высокой солености она также встречается, так как выносятся из опресненных зон и благодаря некоторой физиологической устойчивости выживает в течение 1—2 суток и в сублетальных условиях.

Brachionus pala является основным кормом для личинок судака, леща и других рыб [26, 31].

Эта форма в мае 1950 г. обитала в массе в наиболее опресненной части Таганрогского залива, а в апреле отдельные ее пятна встречались в разных участках залива, даже при солености 9, 10 и 11‰. Однако в воде соленостью выше 3‰ ее было очень мало, всего от 0,01 до 1 шт. на 1 м³, в то время как в опресненной зоне до 5 шт. на 1 м³ [27].

В конце мая и начале июня при температуре 15—16, 20—21, 22—23 и 24—25° были поставлены опыты, в которых использовались взрослые особи брахионуса (самки с яйцеклетками).

Коловраток доставляли из Таганрогского залива, где они в это время обитали в огромных количествах, пересаживали из воды соленостью 2,5‰ в воду соленостью 0; 5; 7,5; 10‰ и выше. Коловратки легко переносили воду соленостью от 0 до 5‰ (табл. 2).

При температуре 15—16° в воде соленостью 5‰ через 5 суток еще не наблюдалось погибших, а при солености 7,5‰ все особи погибли через 3 суток. При температуре 24—25° и солености 5‰ через 3 суток большая часть коловраток лежала на дне, среди которых были и погибшие (см. табл. 2). В воде соленостью около 10‰ самки брахионусов в течение суток теряют яйца и погибают. Необходимо отметить, что в этом случае отрицательную роль играет большой солевой скачок — 7,5‰. При физиологической адаптации его влияние несколько сглаживается, но все же больших биомасс эта форма в воде соленостью выше 5—7‰ даже в холодное время года давать не будет.

Таблица 2

Выживание *Brachionus pala* в азовской воде разной солености

Номер опыта	1	2	3	4
Длительность в сутках	5	6	6	3
Температура в °	15—16	20—21	22—23	24—25
Соленость воды в ‰				
0	Состояние животных			
2,5		Плавают Плавают		Несколько экземпляров на дне
5	Некоторые на дне	Половина на дне	Большинство на дне	Некоторые плавают
7,5	Почти все погибли через 3 суток	Все погибли		
12,5 и 15	Все погибли через несколько часов			

В соленой воде (свыше 6‰) у коловраток происходит плазмолиз, тело животных сжимается и отстает от раковины. Вследствие того, что они теряют воду полостной жидкости, они и погибают.

Таким образом, при температурах ниже 20° брахионус сможет некоторое время выживать и служить кормом в солевом интервале от 0 до 5—6‰. В случае значительного повышения температуры воды (24—27°) соленость около 5‰ становится для этой коловратки летальной. Размножение брахионуса в этих условиях, повидимому, невозможно, и мы предполагаем, что пополнение его численности в восточной части Таганрогского залива происходит за счет особей, размножающихся в пресной воде дельты Дона (биосток).

Другие виды пресноводных коловраток — *Keratella cochlearis*, *K. quadrata*, *Brachionus mülleri* и некоторые другие — чувствительны к повышению солености и наибольшие биомассы образуют в воде соленостью не свыше 2,5—3‰. В этих водах они могут служить обильным кормом для личинок рыб, но только при условии, что их численность будет пополняться из опресненных районов (в данном случае из дельты Дона).

Synchaeta sp. Коловратка морского происхождения; она обитает в более соленой воде, чем предыдущие формы. В районе Таганрога синхета встречалась летом 1950 г. в слишком малых количествах и поэтому не использовалась в наших опытах. По данным Новожиловой [27], она ловилась в воде соленостью от 1 до 12‰, но наибольшую биомассу (200—500 мг/м³) давала в апреле 1950 г. при солености 9—11‰, а в мае при 4—6‰ (500—1000 мг/м³). Такое распределение синхеты едва ли зависело от солености, так как эта форма обитает и в Черном море при 18‰.

Таким образом, массовое распространение *Asplanchna priodonta*, *Brachionus pala* и др. пресноводных коловраток ограничивается пресноводной зоной до изогалины 2,5—5‰, а *Synchaeta* сможет давать массовое развитие в водах соленостью свыше 5‰.

Ракообразные

Calanipeda aquae dulcis обитает в Каспийском и Азовском морях, в их лиманах и заливах.

В течение всего года она образует в Таганрогском заливе большие скопления, составляя около 80% биомассы зоопланктона.

Каланипеда служит кормом для многих видов рыб и их молоди. В заливе она встречается в воде соленостью от 0,1 до 10‰. Максимум ее биомассы в разные сезоны года наблюдался Новожиловой [27] в воде разной солености. Поэтому важно было установить благоприятный для каланипеды солевой диапазон и ее физиологическую выносливость.

В мае, июне и сентябре 1950 г. были поставлены соответствующие серии опытов.

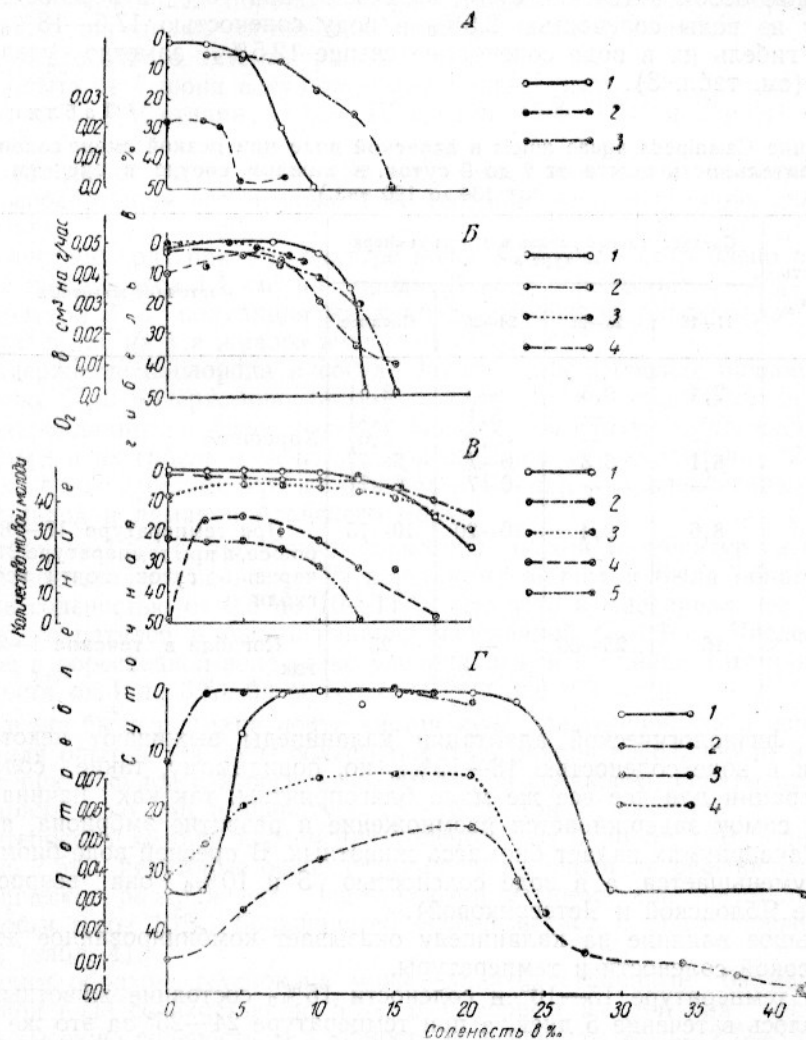


Рис. 1. Благоприятные и летальные солевые условия для протекания физиологических процессов у беспозвоночных Азовского моря (опыты проведены при резкой смене солености азовской воды):

А. 1—выживание *Limnodrilus* sp., 2—потребление кислорода *Unio pictorum*, 3—выживание *Cryptochironomus* sp.;

Б. 1—выживание *Monodactyla colorata*, 2—выживание *Hypaniola kowalevskyi*, 3—выживание *Dreissena polymorpha*, 4—потребление кислорода *Dreissena polymorpha*;

В. 1—выживание *Mesomysis kowalevskyi*, 2—выживание *Dikerogammarus haemobaphes*, 3—выживание *Calanipeda aquae dulcis*, 4—выживание *Pterocuma pectinata*, 5—размножение *Mesomysis kowalevskyi*;

Г. 1—выживание *Cardium edule*, 2—выживание *Hydrobia ventrosa*, 3—потребление кислорода *Cardium edule*, 4—непотребление кислорода *Hydrobia ventrosa*.

Из таганрогской воды соленостью около 2,5‰ рачков рассаживали в воду соленостью от 0,5 до 15‰. Выяснилось, что при температуре 24° каланипеда легко переносила солевой скачок в 10‰, так как через 2 суток от начала опыта при солености от 0,5 до 12,5‰ гибели не было.

В пресной воде каланипеда менее устойчива, но живет в ней продолжительное время. В воде соленостью от 2,5 до 12,5‰ она дает наименьший отход, при 12,5‰ и выше отход увеличивается и достигает значительных величин при 20‰ (табл. 3, рис. 1, В).

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 (см. табл. 3).

Таблица 3

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 в ‰	Среднесуточная гибель в % при температуре в °				Состояние животных
	17—18	20—21	24—25	Среднее	
0	7,4	9,6	—	8,5	Хорошее
5,0	—	—	5,1	5,1	
7,5	—	—	5,3	5,6	
10,0	6,1	6,3	6—7	6—7	
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 погибли
20,0	16	25—50	—	25	Погибли в течение 1—2 суток

При физиологической адаптации каланипеды выживают некоторое время и в воде соленостью 18—19‰, но, повидимому, такие солевые концентрации для нее все же мало благоприятны, так как начиная с 15‰ у самок задерживается размножение и развитие эмбриона, а потому в аквариумах падает биомасса животных. В пресной воде биомасса также уменьшается, а в воде соленостью 5 и 10‰ она возрастает (данные Яблонской и Четвериковой).

Большое влияние на каланипеду оказывает комбинированное действие высокой солености и температуры.

При температуре 15—16° и солености 15‰ состояние животных не ухудшилось в течение 5 дней, а при температуре 24—25° за это же время они почти все погибли.

На основании опытов и наблюдений в природе мы приходим к выводу, что повышение солености воды до 12,5‰ особого вреда этой форме не нанесет, но в водах соленостью выше 14‰ она перестанет быть массовой и при 17‰ исчезнет (последнее необходимо проверить опытами, используя метод физиологической адаптации).

МЕТОДИКА РЕСПИРАЦИОННЫХ ОПЫТОВ

Пойманный планктон помещали в высокий бунзеновский стакан и оставляли его на 1—2 часа при одностороннем освещении. За это время все жизнеспособные каланипеды собирались у освещенной стенки сосуда, а фитопланктон и некоторые другие формы опускались на дно. Рач-

ков отбирали сифоном или пипеткой в другой сосуд и снова отстаивали. Очень часто в море ловили почти чистую культуру каланипед, содержащую до 80—90% рачков, а в лаборатории методом отстаивания удавалось ее еще более полно очистить от других организмов.

Из бунзеновского стакана культуру каланипеды переливали сифоном в респирационный сосуд, который закрывали, и выдерживали ее нужное время при определенной температуре. Затем сосуд открывали и сифоном с газовой сеткой набирали пробу воды для определения кислорода, а каланипед порционно просчитывали в камере Богорова, параллельно определяя соотношение полов и стадий развития, а также средний вес одного экземпляра.

В опыте от 1 июня в культуре каланипеды было 23% самцов и 17% самок; 22% — V стадии, 17% — IV стадии, 15% — III и 7% — II стадии развития.

В сосуды объемом около 120 см^3 было посажено примерно по 1200 особей общим весом около 4 мг (средний вес одной особи равнялся 0,028 мг).

В пресной воде при температуре воды $23,5^\circ$ было потреблено в 1 час на 1 г живого веса $1,1 \text{ см}^3$ кислорода. В воде соленостью 3—4‰ и при температуре $21,5^\circ$ популяция каланипед потребляла кислорода около $0,95 \text{ см}^3$ в час на 1 г живого веса.

Содержание кислорода в сосуде $1 \text{ см}^3/\text{л}$ для взрослых рачков недостаточно. При содержании кислорода $0,34 \text{ см}^3/\text{л}$ уснуло 90% рачков. Молодь каланипеды более чувствительна к недостатку кислорода, чем взрослые, и их гибель отмечалась при содержании кислорода $2,2 \text{ см}^3/\text{л}$.

Heterosore caspia обитает в Каспии и в опресненных частях заливов и лиманов Азовского моря.

В апреле 1950 г. при относительно еще низкой температуре эта форма распределялась по всему Таганрогскому заливу и была обнаружена в воде соленостью от 0,5 до 10—11‰. Но уже в мае ареал ее очень сильно сократился и был ограничен изогалиной 6—7‰. Численность рачков в опресненной зоне резко увеличилась, и в районе Таганрога при солености от 1 до 3‰ биомасса ее достигала $100 \text{ мг}/\text{м}^3$.

В июне была поймана почти чистая культура гетерокопы и использована для опытов. Из воды соленостью 3‰ рачков рассаживали в обычную серию сосудов с азовской водой разной солености. Опыты проводили параллельно при температуре $15\text{—}16^\circ$ и при $22\text{—}24^\circ$.

Гетерокопа хорошо переносила соленость от 0 до 5‰. В воде соленостью 7,5‰ некоторые особи опускались на дно и не реагировали на механическое раздражение. Через некоторое время они погибали. При солености воды 10‰ большинство особей погибало сразу после посадки (табл. 4).

Таким образом, гетерокопа может давать устойчивые биомассы в азовской воде соленостью до 5‰. В Северном Каспии она переносит более высокую соленость, а хлорность примерно ту же — 2,7—3‰ [13].

Acanthocyclops vernalis (взрослые особи) могут сутками жить в Азовской воде соленостью от 0 до 12‰, поэтому мы эту форму использовали в качестве корма для молоди рыб, живущих в воде разной солености.

Mesomysis kowalevskyi — реликтовая форма, обитает в Каспии, лиманах и заливах Азовского моря. В Таганрогском заливе она встречается в огромных количествах и служит основным кормом для рыб и их молоди.

Мордухай-Болтовской [19, 20] считает ее чрезвычайно эвригалинной формой; он встречал ее в низовьях рек Дона, Обиточная и Берда при хлорности 0,2‰, а также в наиболее осолоненных участках залива — в биоценозах нерейс и кардиума, — в воде соленостью свыше 9‰, но

Таблица 4

Выживание *Heteroscore caspia* в азовской воде разной солености

(Таганрог, июнь 1950 г.)

Номер опыта	1	2
Длительность опыта в сутках	2	2
Температура в °	15—16	22—24
Соленость воды в ‰	Состояние животных	
0	Хорошее	
2,5	Хорошее	
5,0	Хорошее	
7,5	Некоторые лежат на дне Почти все погибли	Многие лежат на дне
10,0		Все погибли
12,5	Все погибли	
15,0	Все погибли	

в единичных экземплярах. Марковский [24] нашел значительные количества мезомизис в Кучурганском лимане при хлорности 0,053—0,209 ‰, т. е. почти в пресной воде.

В 1950—1951 гг. мезомизис обнаружена в наибольшем количестве при солености 1—4 ‰ (Яблонская).

Самки и самцы мезомизис различной зрелости, с марсупиальными сумками и без них были взяты для опыта в мае и их сразу рассадил по 10 экземпляров в воду соленостью от 0 (донская вода) до 24 ‰. Интервал между солевыми точками был очень велик, в 5 ‰, что снизило точность опытов. Животные содержались при температуре 24—25,5°С, и в течение опыта, который продолжался 8 суток, кормили их нерегулярно; были случаи, когда они разрывали друг друга. После пересадки мизид из воды соленостью 3 ‰ в пресную воду они прожили в ней не более 36 часов; причина гибели не вполне ясна; гораздо лучше они выживали в воде соленостью от 5 до 15 ‰.

Увеличенная гибель при 5 ‰ произошла за счет выпрыгнувших из аквариума и съеденных особей, но при 15 ‰ и выше гибель уже была вызвана неблагоприятным действием солености (табл. 5).

Таблица 5

Выживание *Mesomysis kowalevskyi* в азовской воде при резкой смене солености

(длительность опыта 8 суток, температура 24—25,5°, в каждом сосуде 10 подопытных экземпляров; Таганрог, июнь 1951 г.)

Соленость воды в ‰	Длительность пребывания в воде данной солености в сутках	Погибло за время опыта		Среднесуточная гибель животных в ‰
		в шт.	в ‰	
Донская	2	10	100	50
5,0	8	5	50	6,2
10,0	8	1	10	1,3
12,5	8	2	20	2,5
15,0	8	7	70	8,7
20,0	2	10	100	50
24,0	1	10	100	100

То обстоятельство, что мезомизис при 15 ‰ выживала лучше, чем в пресной воде, показалось нам неправдоподобным, и мы проверили это в июне 1952 г.

Из Таганрогского залива (соленость 2‰) были взяты мизиды различной половозрелости и рассажены в двухлитровые сосуды, заполненные водой различной солености (две параллельных серии). Опыты длились 20 суток. Животные содержались при температуре 19—22°, кормили их два раза в день детритом и фитопланктоном, воду аэрировали ежедневно по несколько часов и меняли через каждые 5 суток. Мезомизиды одинаково хорошо выживали в воде соленостью от 0 до 10‰, при дальнейшем повышении солености гибель их резко возрастала (табл. 6).

Таблица 6

Выживание *Mesomysis kowalevskyi* в азовской воде при резкой смене солености
Среднее из двух серий, длительность каждого опыта 20 суток, температура 19—22°, в каждом сосуде по 13 экземпляров)

Соленость воды в ‰	Длительность пребывания в воде данной солености в сутках	Погибло за время опыта		Среднесуточная гибель животных в ‰
		в шт.	в ‰	
0	20	0	0	0
2,5	20	1	7,7	0,3
5,0	20	0	0	0
7,5	20	1	7,7	0,3
10,0	20	1	7,7	0,3
12,5	15	5	38,0	2,5
15,0	12	10	77	6,4
17,5	6	13	100	16
20,0	4	13	100	25

Для определения потребления кислорода половозрелые особи мезомизис средним весом 0,006 г, из естественной для них таганрогской воды соленостью 0,65‰ были пересажены в респирационные сосуды, заполненные донской и морской водой соленостью 10; 15 и 20‰.

Наибольшее количество кислорода потребили особи в воде соленостью 10‰—0,97 см³ на г/час. В пресной воде и при солености 15—20‰ потребление кислорода было пониженным (табл. 7).

Далее мы определили кислородный порог у этих же рачков в воде разной солености.

Таблица 7

Потребление кислорода *Mesomysis kowalevskyi* в азовской воде разной солености
(температура 22—23°; Таганрог, май 1950 г.)

Номер опыта	Вес животных в г	Количество животных	Соленость воды в ‰	Длительность опыта в часах	Потребление кислорода в см ³ на г/час	Процент погибших
1	0,33	53	Донская вода	4,15	0,53	20
2	0,150	24	10,0	8,05	0,97	4
3	0,237	38	15,0	7,45	0,61	50
4	0,230	37	20,0	4,55	0,47	30

Содержание кислорода в начале опыта в разных сосудах было одинаково, но достаточное для нормального дыхания. Через стенки сосуда наблюдали за поведением мизид; как только обнаруживали гибель некоторых, опыт прекращали.

Оказалось, при температуре 23,5° в воде благоприятной солености (от 0,8 до 12‰) гибель мизид начиналась при содержании кислорода 1,4 см³/л (23% насыщения). В пресной воде и в воде повышенной со-

лености массовая гибель мизид была отмечена при более высоком содержании кислорода. В воде соленостью 0‰—при 31% насыщения, 15‰—при 25%, 17,5‰—при 44%, 20‰—при 57%.

При температуре 31° в пресной воде все мизиды погибли при содержании кислорода 2,7 см³/л (48% насыщения).

Наши опыты показали, что взрослые мизиды хорошо переносят азотовую воду соленостью от 0 до 10‰.

Они выживают длительное время и в воде соленостью 15‰, но в массовом количестве в естественных условиях их находили в воде соленостью не выше 5‰. Очень возможно, что молодые стадии или развитие яиц этого вида требуют умеренных солевых концентраций, поэтому в воде соленостью выше 10‰ эта форма и не дает массового развития.

Это предположение мы попытались проверить опытами.

В серию сосудов, заполненных азотовой водой соленостью 0; 2,5; 5,0; 7,5; 12,5 и 15‰ были посажены в каждый сосуд¹ по две половозрелых самки мизид с зародышевыми сумками. В течение 10 суток ежедневно просматривали все аквариумы и устанавливали момент появления молоди, ее количество и состояние. После рождения молоди самок отсаживали в особые сосуды, чтобы они не пожирали свое потомство. Всего было поставлено три серии опытов при температуре 19—23°, хорошем кислородном режиме и постоянном кормлении подопытных животных; продолжительность опыта 10 суток.

Перед постановкой каждого опыта отбирали по 10 самок и просчитывали в их сумках количество зародышей. Для самок первой серии оно колебалось от 10 до 16 (среднее 13), для второй от 15 до 20 (среднее 18) и для третьей от 10 до 18 (среднее 15) зародышей на одну самку.

Молодь появлялась на 2—4 сутки после начала опыта, причем ранее всего в наиболее соленой воде — 15 и 12,5‰, но была мертвой (абортивные роды). В воде соленостью 10‰ молодь рождалась живой, но многие особи на вторые сутки погибали. В остальных аквариумах с опресненной и пресной водой молодь была жизнеспособной, жила в течение всего опыта (5—6 суток) и дала устойчивую биомассу (табл. 8, рис. 1,В).

Таблица 8

Размножение *Mesomysis kowalevskyi*
в азотовой воде разной солености
(длительность опыта 10 суток, температура
19—20°; июль 1952 г.)

Соленость воды в ‰	Количество живой молоди в конце опыта			Среднее для двух самок
	I серия	II серия	III серия	
0	24	35	27	28
2,5	26	30	24	26
5,0	20	30	31	27
7,5	22	28	21	24
10,0	15	21	18	18
12,5	0	0	0	0
15,0	0	0	0	0

Даже эти краткосрочные опыты показали, что рождение и наилучшее выживание молоди мезомизис возможно в воде соленостью до 7,5‰. В воде более высокой солености наблюдается повышенная смерт-

¹ Наблюдения проводила студентка Н. Янышева.

ность. Следовательно, повышенная чувствительность молоди к солености среды является одной из причин, ограничивающих массовое распространение этого вида в Таганрогском заливе.

Metamysis trauchi — реликтовая форма, обитает в р. Волге и в северной части Каспийского моря [9], в низовьях Дона и в наиболее опресненной части Таганрогского залива. Повидимому, она больших скоплений не образует, так как никем из исследователей бентоса не указывается как руководящая форма [9, 19, 20]. Крупные экземпляры метамизис длиной 16—18 мм и средним живым весом 32 мг были пойманы в восточной части Таганрогского залива при солености ниже 3‰. Мы определили у них потребление кислорода в воде разной солености (табл. 9).

Таблица 9

Потребление кислорода *Metamysis trauchi* в азовской воде разной солености
(Среднее из двух серий, длительность каждого опыта 6—7 час., температура 19,5°, содержание кислорода в начале опыта 4,8—5,9, в конце опыта 3,5—4,6 см³/л)

Вес животных в г	Количество животных	Соленость воды в сосудах в ‰	Среднее потребление кислорода в см ³ на г/час	Примечание
0,384	12	Донская вода	0,37	
0,315	10	2,5	0,36	
0,368	12	5,0	0,32	Погибших нет
0,400	13	7,5	0,31	
0,368	12	10,0	0,36	
0,352	11	12,5	0,29	Погибших нет
0,384	12	15,0	0,36	
0,320	10	17,0	0,29	

В воде всех солевых концентраций от 0 до 20‰ обмен у метамизис оказался практически одинаковым, и потребление кислорода держалось около 0,30—0,36 см³ в час на 1 г живого веса. Состояние его в аквариуме было хорошее.

Бенинг [1] считает метамизис чрезвычайно чувствительным к понижению кислорода с нижним пределом 4—5 см³/л, но повидимому, он менее чувствителен, чем предполагает Бенинг. К сожалению, недостаток материала не позволил провести соответствующие опыты. Для решения вопроса о солевом диапазоне необходимы еще экспериментальные исследования.

Macropsis slabberi — морского происхождения, обитает в громадных количествах в Черном и Азовском морях, в Таганрогском заливе и различных лиманах.

Наибольшие биомассы эта форма обычно образует в западной половине залива при солености 4,6—9,3‰, 2,5—5‰ Cl [19, 27, 32].

В 1950 г. макропсис проникала в больших количествах в восточную часть залива и в июне ее много было в районе Таганрогского порта.

В пяти сериях опытов испытывалось действие резкой смены солевого режима (табл. 10) на макропсис. В первых трех сериях установлено, что эта форма очень чувствительна к перемене режима обитания. Без притока воды она во всех сосудах давала значительный отход, особенно большой отход был в пресной воде и воде соленостью 2,5‰. Во всех остальных водах соленостью от 5—7 до 20‰ и при температуре 16° животные выживали более или менее одинаково (табл. 10).

Таблица 10

Выживание *Macropsis slabberi* в азовской воде при резкой смене солености
(размер от 13–18 мм, средний вес одного экземпляра 8,5 мг, длительность опыта 8 суток, температура 16–20°; июнь 1951 г.)

Соленость воды в ‰	Количество экземпляров в сосудах	Длительность пребывания в воде данной солености в сутках	Среднесуточная г. гибель животных из 3 серий в %
0	25	1	100
2,5	21	5	20
5,0	29	6	22,0
7,5	28	7	14,0
10,0	27	8	8,5
12,5	26	8	14,0
15,0	21	8	10,0
17,5	20	6	16,6
20,0	32	6	16,6

Таблица 11

Выживание *Macropsis slabberi* в азовской воде при резкой смене солености
(размеры мизид те же, что и в табл. 10, температура 19–23°; июнь 1952 г.)

Соленость воды в ‰	Количество погибших в течение опыта	Длительность выживания в сутках	Среднесуточная гибель из 2 серий в %
0,0	15	1	100
1,5	15	8	12
2,5	15	16	0,4
5,0	0	20	0,0
7,5	0	20	0,0
10,0	0	20	0,0
12,5	1	18	0,3
15,0	3	11	1,8
20,0	7	14	3,2
22,5	11	14	5,2
25,0	13	10	8,6

В 1952 г. подобные же опыты были проведены более тщательно. В сосуды емкостью 1,5–2 л сажали не более 10 экз. взрослых макропсис; воду в аквариумах меняли почти ежедневно и аэрировали в течение многих часов, поэтому и результат получился четким.

Макропсис при температуре 19–23° совершенно не переносит пресной воды, но уже при самом слабом осолонении (1,5‰) они выживали около 8 суток. В воде соленостью от 2,5 до 12,5‰ их состояние было вполне хорошим; в интервале 5–10‰ отхода не было. При солености 15‰ и выше гибель макропсис очень медленно возрастала, а длительность выживания сокращалась (табл. 11).

Наблюдения за размножением макропсис в воде разной солености были проведены в 1952 г. Методика та же, что и для мезомизис.

Количество зародышей в марсупиальных сумках самок макропсис, взятых для I серии, колебалось от 23 до 31 (среднее 27), для II — от 23 до 33 (среднее 28) и для III — от 18 до 29 (среднее 22) зародышей на одну самку. Опыты длились до 10 суток и протекали при температуре 18–23°.

В пресной воде самки погибали через 5–7 часов после начала опыта и потомства не давали; в воде соленостью 1,2‰ — погибали на 3–4 сутки или выбрасывали мертвую молодь, а затем погибали; при солености 2,5‰ молодь рождалась на 3–5 сутки и только частично погибала; при солености 5–17‰ молодь рождалась на 3–4 сутки и жила в течение всего опыта; при солености 20‰ родившаяся молодь частично погибала, а при 22 и 25‰ и молодь и взрослые особи чувствовали себя плохо и быстро погибали. Количество молоди для каждой солевой точки показано в табл. 12.

Ниже приведены данные об изменении интенсивности дыхания у взрослых особей макропсис в воде разной солености.

Если макропсис пересаживали из воды соленостью 4–5‰ в пресную воду, у них резко повышалось потребление кислорода (0,83 см³ на г/час). В воде соленостью от 7 до 15‰ потребление кислорода снижается и держится около 0,44 см³ на г/час (табл. 13, рис. 2,А).

В закрытых сосудах даже при благоприятной солености и относительно большом содержании кислорода они выживают плохо, поэтому определить точно кислородный порог было трудно.

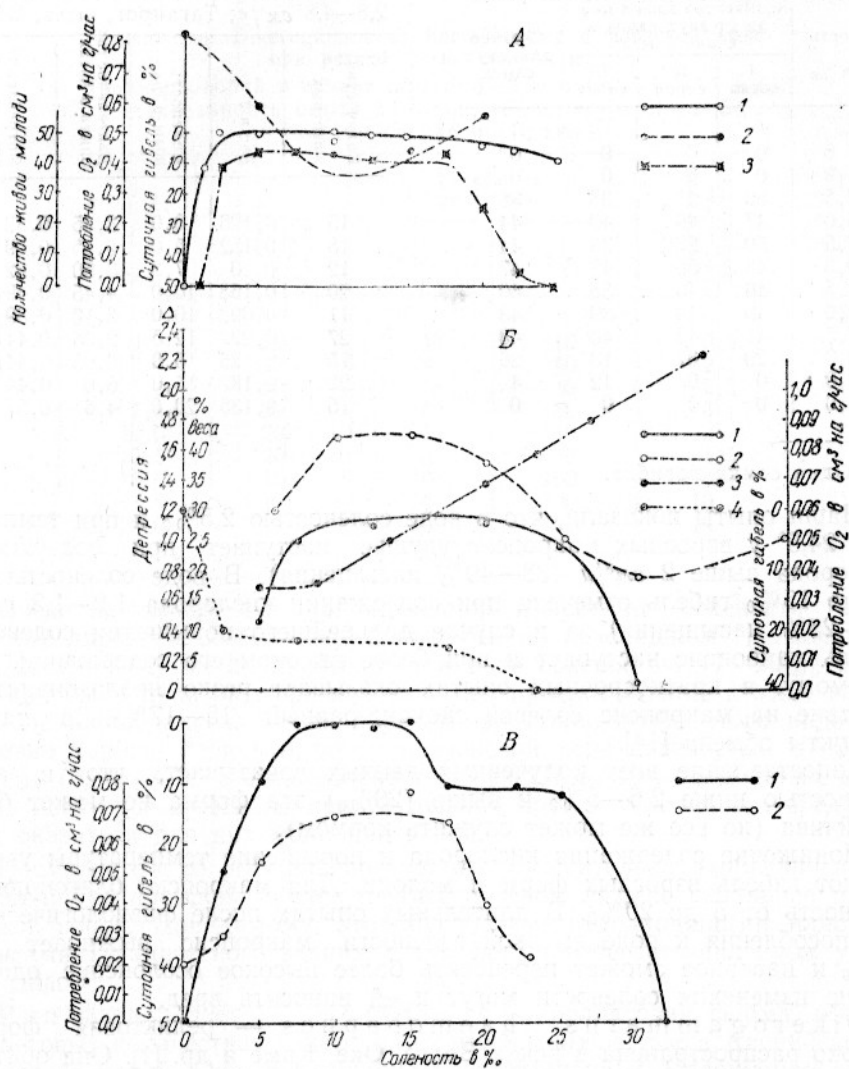


Рис. 2. Эколого-физиологическая характеристика некоторых беспозвоночных Азовского моря:

А. *Macropsis slabberi* 1—выживание, 2—потребление кислорода; 3—размножение;

Б. *Syndesmya ovata* 1—выживание, 2—потребление кислорода, 3—концентрация полостной жидкости, 4—изменение веса в ‰;

В. *Corbulomya maeotica* 1—выживание, 2—потребление кислорода.

Таблица 12

Размножение *Macropsis slabberi*
в азовской воде разной солености(длительность опыта 10 суток,
температура 18–23°;
Таганрог, июнь, 1952 г.)

Соленость воды в ‰	количество живой моло- ди от двух самок в конце опыта			Среднее для двух самок
	I серия	II серия	III серия	
0	0	0	0	0
1,2	0	0	0	0
2,5	39	41	33	38
5,0	47	46	40	44
7,5	50	22 ¹⁾	39	44
10,0	48	50	42	47
12,5	46	46	38	40
15,0	49	43	39	43
17,5	41	48	40	43
20,0	29	37	13	26
22,0	0	0	12	4
25,0	0	0	0	0

¹ Одна самка погибла.

Таблица 13

Потребление кислорода *Macropsis
slabberi* в азовской воде при резкой
смене солености(размер 13–16 мм, температура
20,5–21,5°, содержание кислорода в
начале опыта 3,5–5,7, в конце –
2,8–4,8 см³/л; Таганрог, июнь, 1950 г.)

Количество животных	Вес в г	Соленость воды в ‰	Длительность опыта в часах	Потребление кислорода в см ³ на г/час
15	0,126	0,0	3,35	0,83
18	0,152	5,0	5,55	0,59
12	0,10	7,5	3,50	0,32
20	0,168	10,0	4,45	0,49
11	0,093	10,0	6,10	0,39
27	0,227	12,5	2,35	0,44
15	0,126	15,0	6,05	0,44
22	0,185	15,0	6,0	0,44
16	0,135	20,0	4,6	0,57

Наши опыты показали, что в воде соленостью 2,5‰ и при температуре 24,5° у взрослых макрописис удушье наступает при содержании кислорода выше 2 см³/л (38–49% насыщения). В воде соленостью от 7,5 до 15‰ гибель отмечена при содержании кислорода 1,2–1,3 см³/л (18–25% насыщения), а в случае дальнейшего повышения солености гибель макрописис наступает и при более высоком его содержании. По-видимому, в краткосрочных опытах оказывает резко неблагоприятное действие на макрописис солевой скачок, равный 15–17‰, а также продукты обмена [14].

Сопоставление всех полученных данных показывает, что в воде соленостью ниже 2,5–5‰ и выше (20‰) эта форма не может быть устойчива (но все же может служить кормом).

Понижение содержания кислорода и повышение температуры увеличивают гибель взрослых форм и молоди. Для макрописис благоприятна соленость от 5 до 20‰. В длительных опытах после физиологического приспособления к воде высокой солености макрописис выживает при 20‰ и наверное сможет переносить более высокое осолонение, однако резкие изменения солености могут и ей наносить вред.

Dikergammarus haemobaphes — реликтовая форма, широко распространена в реках Волге, Оке, Каме и др. [1]. Она обитает в Северном Каспии и найдена в Тюб-Караганской бухте при солености 13–14‰ (5,4–5,8‰ Cl). Мордухай-Болтовской [19] и Марковский [24] указывают ее только для самых опресненных зон Таганрогского залива и Днестровского лимана.

В середине июня 1950 г. в опресненной зоне Таганрогского залива была поймана молодь дикерогаммарусов размером от 3 до 6 мм. Ее рассадил группами по 10 экз. в воду разной солености и в течение 20 суток при температуре 21–24,5° наблюдали за их состоянием и выживанием. Животных кормили детритом. В воде соленостью от 0 до 12,5‰ гибель молоди была очень мала и не превышала 3% в сутки (табл. 14).

В этих водах гаммарусы питались, линяли и росли. За 20 дней они выросли от 3–8 до 10–15 мм, а некоторые достигали размеров взрослых особей.

В воде соленостью 15‰ и выше их среднесуточная гибель резко увеличилась и составила от 6 до 14%. При 17 и 20‰ животные не брали корма; в течение первых дней опыта почти все слиняли и погибли через 7—10 суток. Другие опыты также показали увеличение смертности дикерогаммарусов в воде соленостью свыше 12,5‰.

Таблица 14

Выживание *Dikergammarus haemobaphes* в азовской воде при резкой смене солености
(размер особей в начале опыта 3—8, в конце—10—15 мм, длительность опыта 20 суток, температура 21—24,5°, в каждом сосуде по 10 экз.)

Соленость воды в ‰	Длительность пребывания в воде данной солености в сутках	Погибло за время опыта		Среднесуточная гибель животных в %
		в шт.	в %	
0	20	1	10	0,5
2,5	20	4	40	2
5,0	20	5	50	2,5
7,5	20	6	60	3
10,0	20	4	40	2
12,5	20	3	30	1,5
15,0	16	10	100	6
17,5	10	10	100	10
20,0	7	10	100	14

Очень возможно, что при медленном изменении солености среды солевой диапазон особей расширился бы, но не слишком сильно, так как за 7—10 суток их пребывания в воде соленостью 17—20‰ у них должно было произойти физиологическое приспособление к этим водам, чего не наблюдалось. Таким образом, растущие особи этого вида безусловно хорошо себя чувствуют в азовской воде соленостью от 0 до 12,5‰ (6,7‰ Cl). В воде соленостью от 12,5 до 15‰ они также могут жить некоторое время, но при ухудшении других условий эта среда может оказаться для них мало пригодной.

Несмотря на то, что дикерогаммарус относительно эвригалинен, его ареал в Таганрогском заливе и Днестровском лимане ограничен опресненной зоной. Повидимому, это обусловлено неподходящими илистыми грунтами Таганрогского залива, а эта форма избегает заиленных участков дна.

Pontogammarus maeoticus — реликтовая форма, обитает в массовых количествах в песчаном грунте зоны заплеска Каспийского и Азовского морей. Она чрезвычайно чувствительна к содержанию кислорода и, повидимому, кислородный режим и грунт ограничивают ее ареал. Марковский [24] указывает этот вид и для пресноводной части Днестровского лимана. Очень интересно исследовать отношение к солености именно этой последней экологической группы этого вида понтогаммарусов.

Отношение понтогаммарусов к изменению солености нами испытывалось еще в 1937 г. на азовской популяции. Животных брали в прибрежной зоне моря в воде соленостью 10‰ и рассаживали в азовскую воду соленостью от 2 до 25‰. Через 3 суток от начала опыта у них определяли потребление кислорода и концентрацию полостной жидкости микрокриоскопическим методом [7]. У понтогаммарусов в воде соленостью от 5 до 15,5‰ концентрация полостной жидкости была постоянной (рис. 3), и в этих пределах они были довольно жизнеспособны. При

понижении солености внешней среды до 2‰ концентрация полостной жидкости у них падала и животные были близки к гибели.

В солевом интервале от 15 до 25‰ концентрация их полостной жидкости изменялась параллельно изменению солености внешних условий. В воде соленостью 25‰ животные жили очень недолго. В благоприятной среде (соленостью 10—15‰, температура 18—19°) наблюдалось у понтогаммарусов и наибольшее потребление кислорода (0,4 см³ на г/час). В соленой воде, близкой к летальной, оно падало, и животные теряли активность. Моментальное удушье наступало при содержании кислорода около 1 см³/л [14].

Понижение температуры действовало угнетающе на их обмен и потребление кислорода падало соответственно в см³ на г/час:

20°	— 0,55
15°	— 0,32
12°	— 0,21
6°	— 0,08

Gammarus locusta — форма морского происхождения, обитает в солоноватых водах Таганрогского залива и Днестровского лимана и не заходит в их опресненную часть.

Этого бокоплава мы ловили на Бердянской косе и в мелких солоноватых озерах, отрезанных от моря. Он легко переносил воду соленостью

от 7,5 до 25‰, и в этом солевом интервале концентрация его полостной жидкости была постоянной (рис. 3). При солености 5‰ у него падала концентрация солей внутренней среды, и вода такой низкой солености для него являлась сублетальной. При повышении солености до 40‰ содержание солей в полостной жидкости изменялось параллельно изменению их во внешней среде. Кратковременно этот гаммарус мог выдерживать воду соленостью 40‰ и выше, но жить в ней, по-видимому, не способен.

Особи средним весом 31—40 мг в азовской воде благоприятной солености (12,5‰) потребляли кислорода при температуре 6°—0,023; при 12°—0,14; при 14°—0,23 и при 15°—0,49 см³ на г/час.

Pteroscuma pectinata — реликтовая форма, обитает в Север-

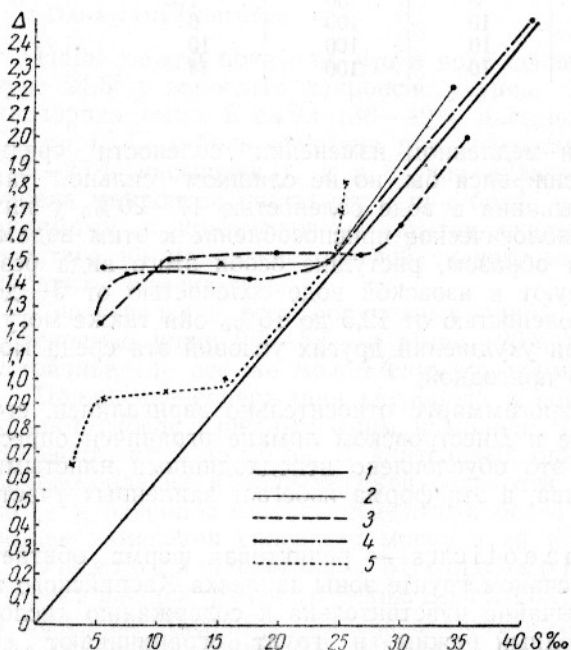


Рис. 3. Изменение концентрации полостной жидкости ракообразных под действием азовской воды разной солености:

- 1—депрессия азовской воды; 2— депрессия *Leander adspersus* через 18 часов от начала опыта;
- 3—депрессия *Leander adspersus* через 3 суток от начала опыта; 4—депрессия *Gammarus locusta*;
- 5—депрессия *Pontogammarus maeoticus*.

ном Каспии, в Кара-Богаз-Голе, найдена в дельте Волги [1] и в пресноводной части Днестровского лимана [24].

В Таганрогском заливе она встречается почти во всех биоценозах, расположенных в воде соленостью от 1 до 4—5‰ [24]. Нами птерокума

была поймана в июле 1950 г. в Таганрогском заливе в воде соленостью 3,6—4‰ при температуре 25°.

По 10 экз. птерокум было посажено в сосуды с водой разной солености, где содержались они при температуре 17,5—18,5°.

В аквариумах многие особи чувствовали себя плохо и в первые же 3—4 дня погибли (табл. 15).

Наименьшее количество погибших особей отмечено в воде соленостью от 2,5 до 10‰. В пресной воде все особи погибли на вторые сутки. В воде соленостью 12,5‰ и выше гибель была также резко увеличена и составляла от 33 до 100% в сутки.

Мордухай-Болтовской [19] считает птерокуму чрезвычайно эвригалинной, так как она встречалась во всех группировках животных Таганрогского залива и в открытом море при солености до 11‰, но везде она давала низкую среднюю биомассу от 0,01 до 0,04 г/м² (лишь в одном случае 0,06 г).

В наших опытах эта форма хорошо выживала в еще большем солевом диапазоне — от 2 до 12,5‰, но этот диапазон для реликтовых раков Азовского моря является обычным.

Sogorhium volutator — морская форма, широко распространена в Таганрогском заливе и встречается в воде соленостью от 2 до 10‰. Она обитает в массе в Ейском лимане и дает биомассу до 14 г/м² [19]. Экспериментальные работы проведены на ейской форме в 1947 г.

В лабораторных условиях корофиум переносит солевой скачок в 25—30‰, однако, наиболее благоприятна для него была вода соленостью от 5 до 28‰.

Наилучшее потребление кислорода — 0,5—0,6 см³ на г/час (температура 18—19°) наблюдалось в воде соленостью от 7 до 25‰ (эти опыты желательно повторить).

Leander adspersus и *L. squilla* — формы морского происхождения, широко распространены в Черном и Азовском морях. Они обитают летом в западной половине Таганрогского залива и даже проникают в его восточную часть.

В 1950 г. *L. squilla* часто попадалась в Таганрогском порту, а *L. adspersus* обычна в порту г. Осипенко, разница в их экологии пока не изучена. При пересадке адсперзус из воды соленостью 10‰ в азовскую воду разной солености уже через 1—2 суток у них определяется отношение к опытной среде (см. рис. 3). Креветки переносят воду соленостью 2,5‰, но постоянно жить в ней не могут. В воде от 5 до 25‰ поддерживают концентрацию полостной жидкости постоянной; при дальнейшем повышении солености изменение концентрации внутренней среды происходит параллельно внешней, и в водах соленостью 30—40‰ азовская форма, повидимому, неустойчива. В 1950 г. ловили креветок при температуре 22,2° и солености 3,1‰.

Летом 1939 г. мы изучили потребление кислорода и пищи креветкой адсперзус в азовской воде благоприятной для них солености (12—13‰) и при разной температуре (табл. 16).

В условиях низких температур (4°) креветки были почти неподвижны и потребляли кислорода и пищи очень мало (0,1—0,14 см³ на г/час). При повышении температуры потребление пищи и кислорода,

Таблица 15

Выживание *Pterocuma pectinata* в азовской воде разной солености (длительность опыта 4 суток, в каждом сосуде по 10 экз.)

Соленость воды в ‰	Длительность пребывания в воде данной солености в сутках	Среднесуточная гибель животных в %
0	2	50
2,5	4	17
5,0	4	15
7,5	4	20
10,0	4	22
12,5	3	33
15,0	3	33
17,5	1	100

как и их подвижность, увеличивались, но при 30° креветки чувствовали себя хуже и снизили интенсивность обмена. Молодые креветки потребляли кислорода больше, чем взрослые особи.

Таблица 16

Среднее потребление кислорода и корма креветками *Leander adspersus* Азовского моря при разной температуре (среднее из 4 серий)

Молодь—средний вес 0,6—0,7 г		Икраные самки—средний вес 1,1—1,4 г		
температура воды в°	потребление кислорода в см³ на г/час	потребление кислорода в см³ на г/час	суточное потребление корма	
0,2—0,5	0,01—0,07	—	температу- ра опыта	процент по- требления кор- ма по отно- шению к весу животного
4	0,14	0,1		
7—8	0,15	0,11		
12	0,21	0,14		
19	0,32	0,24		
26	0,47	0,32	9	2,5
30	0,33	—	16	9,4
			23	15,7

Креветки чувствительны к дефициту кислорода, и при содержании его около 1 см³/л состояние их ухудшается.

Креветки сквилли длиной от 12 до 16 мм и весом от 12 до 27 мг почти все погибли, когда содержание кислорода упало до 1 см³/л в воде благоприятной солености (2,5—20‰) и температуры (22,4°).

Heteropanope tridentata проник в Таганрогский залив, повидимому, недавно, так как Мордухай-Болтовской в работе 1937 г. в списках форм его не указывает.

Этот краб в октябре 1950 г. был обнаружен в значительных количествах в восточной части залива. Он чрезвычайно эвригалинен, и повышение солености в Таганрогском заливе может только способствовать его распространению. Взрослые особи хорошо выживали в солевом ин-

Таблица 17

Потребление кислорода *Heteropanope tridentata* Таганрогского залива в азовской воде разной солености (температура 19,5°, длительность опыта 3—5 часов, содержание кислорода в начале опыта 4,2—5,9, в конце 2,0—3,8 см³/л; сентябрь 1950 г.)

Вес в г	Размер в мм	Количество животных	Соленость воды в ‰	Потребление кислорода в см³ на г/час
3,640	8—17	5	Донская	0,13
2,320	5—16	5	2,5	0,23
2,630	8—13	5	5,0	0,15
2,200	6—12	5	7,5	0,15
3,770	9—16	5	11,0	0,16
2,490	5—14	5	15,0	0,26
3,640	9—14	5	15,0	0,14
2,300	8—12	5	17,5	0,14
1,540	6—12	4	20,0	0,16

}0,20

тервале от 0 до 20‰ (более высокая соленость не испытывалась), а молодь его погибала через 6 суток в воде соленостью 5‰ и ниже при температуре 15°.

Для респирационных опытов были взяты крабы длиной от 8 до 17 мм средним весом 0,7 г. При пересадке крабов из таганрогской воды соленостью 3,5‰ в пресную воду наблюдалась некоторая неустойчивость обмена. Во всех же водах соленостью от 2,5 до 20‰ при температуре 19,5° краб потреблял очень близкие количества кислорода, равные 0,14—0,16 см³ на г/час (табл. 17).

Крабы выживают в течение нескольких часов при очень малых количествах кислорода 0,2—0,4 см³/л (3,7% насыщения), но резко снижают потребление его.

Асфиксия начинается у крабов во всех солевых точках при температуре 19—21° и содержании кислорода около 0,5 см³/л, или 7,8% насыщения (табл. 18).

Таблица 18

Асфиксия *Heteropanope tridentata* в азовской воде разной солености (температура 21°; сентябрь 1950 г.)

Номер опыта	Количество животных	Вес животных в г	Размер в мм	Соленость воды в ‰ _{с/о}	Длительность опыта в часах	Содержание кислорода в 1 л				Процент погибших
						начало		конец		
						в см ³	в %	в см ³	в %	
1	5	2,820	8—14	Донская	7,45	5,3	80	0,20	3	40
2	5	2,840	8—16	2,5	11,45	5,8	91	0,42	6	60
3	7	3,010	6—13	5,0	11,35	4,9	75	0,24	3	71
4	5	3,360	9—14	10,0	11,20	5,4	87	0,43	6	40
5	5	1,650	5—10	15,0	20,0	4,8	80	0,2	3	80
6	5	2,550	9—13	17,5	7,20	4,0	77	0,42	7	20
7	5	2,550	5—12	20,0	8,50	5,1	86	0,42	7	80

Моллюски

Пресноводные моллюски *Unio pictorum* (обыкновенная перловица), *Unio tamedus*, *Pseudoanodonta complanta* и др. проникают в Таганрогский залив из Дона.

Ареал всех этих форм ограничен практически пресной водой (соленость 0,5‰, хлорность 0,25‰). Наибольшая соленость, при которой они постоянно встречаются, не превышает 1,7‰, хлорность 0,9‰. В опытных условиях их жизнестойкость резко понижается в воде соленостью выше 2‰.

Обыкновенные перловицы из придельтового пространства Дона, посаженные в азовскую воду разной солености, нормально себя вели и дышали при солености 2,5‰ (1,3‰ Cl), но при более высокой солености (5 и 7,5‰) они замирали, раковину и изолировались от внешней неблагоприятной среды (табл. 19).

Таблица 19

Потребление кислорода *Unio pictorum* в азовской воде разной солености (температура 19°, в каждом сосуде по 2 экз.; Таганрог, 10 мая 1951 г.)

Вес в г	Соленость воды в ‰	Содержание кислорода в см³/л		Потребление кислорода в см³ на г/час
		в начале опыта	в конце опыта	
43,2	0	4,5	0,35	0,022
41,0	2,5	5,3	0,5	0,022
41,0	3,5	4,5	1,5	0,020
42,1	5,0	4,5	3,3	0,003
41,7	7,5	5,5	3,5	0,005

Через 5 суток после того, как иссяк в сосудах кислород, моллюски в соленой воде открыли створки и вытянули ноги. В течение последую-

ших пяти суток они были живы, но вялы, их раковины были периодически открыты, и через 10 суток от начала опыта некоторые особи погибли. После вскрытия респирационных сосудов в воде обнаружен сероводород и окисляемость около 17 мг O_2/l (нейтральная среда). В контрольных сосудах (в пресной воде) животные погибли при тех же условиях через 16 суток. Температура в течение всего опыта колебалась от 17 до 19°.

Пресноводные моллюски, обитающие в Каспии, выживают при солености: *Viviparus viviparus* 0—2‰ (0,84‰ Cl), *Anodonta piscinalis* 0—5‰ (2,1‰ Cl) и в авандельте р. Волги беззубка встречается в воде соленостью 0—2‰ (0,84‰ Cl).

Dreissena polymorpha — реликтовая форма, широко распространена в Аральском и Каспийском морях, а также в европейских реках. В морях с океаническим составом солей (Азовское, Балтийское и др.) имеет чрезвычайно ограниченный ареал и обитает только в устьях рек или в самых опресненных частях моря.

В Таганрогском заливе дрейсена прижата к дельте Дона и постоянный ее ареал ограничен изоголиной 1—1,5‰, но она встречается и при более высокой солености.

В условиях опыта взрослые особи хорошо выживали в воде соленостью от 0 (речная вода) до 5‰; азовская вода с более высокой солевой концентрацией для дрейсены непригодна (рис. 1,Б).

Monodonta colorata — реликтовая, массовая форма, обитает в опресненной части залива. Ареал распространения монодакны впервые был определен Мордухай-Болтовским [20], а затем Л. П. Максимовой и И. Н. Старк в 1945—1950 гг. Многолетние исследования показали, что ареал монодакны не стабилен, а меняется в зависимости от величины стока р. Дона и числа лет с малым и большим поступлением пресных вод. Монодакна дает значительные биомассы при солености 0,5—5‰ (0,2 до 2,7‰ Cl).

Мордухай-Болтовской находил очень крупные экземпляры монодакны в дельте Дона и на этом основании считал, что эта форма постоянно обитает в реке. Однако работами Л. П. Максимовой доказано, что личинки этого моллюска не могут нормально развиваться в пресной воде. Осевшая молодь и взрослые особи легче переносят пресные воды, чем личинки, они мигрируют в Дон из Таганрогского залива в периоды нагонов и остаются там, довольствуясь малыми солевыми концентрациями.

Нами испытывалось выживание и обмен монодакны в азовской, каспийской и аральской воде разной солености. В этой работе мы рассматриваем только опыты, проведенные в азовской воде.

Монодакна хорошо выживает в воде соленостью от 0,5 до 7‰ (0,25—3,7‰ Cl) при температуре 18—20°, она легко переносит пересадку из 3—3,5‰ в воду соленостью 0,5 и 7‰. При пересадке моллюсков в дождевую воду (некоторое содержание солей в ней все же было), их тело обводнялось, но они жили до 12 суток без отхода. В донской воде некоторые особи выжили в течение 27 суток, но огромное их большинство погибло значительно раньше. В дистиллированной воде все животные погибли через 2 суток. Вода с содержанием солей около 10‰ (5,3‰ Cl) также является для монодакны неблагоприятной (см. рис. 1,Б).

Для определения газообмена были взяты половозрелые моллюски размером от 14 до 21 мм, средним весом от 0,87 до 1,15 г. Их сразу пересаживали из воды соленостью 3‰ в воду соленостью 0; 5; 7,5; 10; 12,5 и 15‰. Интенсивность обмена у монодакны в воде соленостью от 0 до 7,5‰ и температуре 19,5° держится на одном уровне. В этих условиях потребляется около 0,044 см³ кислорода на г/час; при 10‰ и

выше интенсивность дыхания заметно падает. Солевой скачок, равный 7‰, является предельным для этой формы (табл. 20).

Половозрелые особи монодакны при температуре 20° и солености 0,4—0,75‰ выживали около 7 часов почти при полном отсутствии кислорода (0,4 см³/л), но уже через 15 часов 50% животных погибло, а через 19 часов погибли все.

При повышении температуры жизнеустойчивость их падает. Так, при температуре 28,3° гибель моллюсков наблюдалась через 9 часов после падения кислорода ниже 1 см³. Молодь еще более чувствительна к дефициту кислорода, при температуре 22° и при содержании кислорода 0,45 см³/л они оставались живы только в течение 4 часов. Через 6 часов 37% животных погибло.

Монодакна начинает испытывать затруднение в дыхании, если содержание кислорода в воде падает до 1 см³/л.

Дальнейшее обеднение воды кислородом вызывает неравномерное его потребление. Гибель животных в этих опытах зависела от их состояния и от распределения кислорода в воде. Очень часто в слоях воды, непосредственно соприкасающихся с животными, кислород иссякал раньше, чем во всем сосуде. Поэтому животные погибали при еще значительном общем насыщении воды сосуда кислородом. Было замечено и еще одно явление. В воде соленостью от 0 до 7,5‰ гибель животных начиналась в тот момент, когда содержание кислорода было около 1 см³/л (табл. 21), а в воде соленостью выше 7,5‰ гибель начиналась задолго до наступления дефицита кислорода, следовательно, гибель вызывалась неблагоприятной солевой средой, а не дефицитом кислорода.

Таблица 20

Потребление кислорода *Monodacna colorata* в азовой воде при резкой смене солености (температура 19—19,5°; длительность опыта 5 часов; содержание кислорода в начале опыта 5,5—5,9, а в конце 2,6—4,8 см³/л, в каждом сосуде по 8 экз.; Таганрог, 1950 г.)

Вес в г	Размер в мм	Соленость воды в ‰	Потребление кислорода в см³ на г/час
9,460	17—20	Донская	0,04
9,730	16—21	5	0,046
7,930	16—21	7,5	0,044
7,380	16—20	10,0	0,03
7,160	16—20	12,5	0,016
7,050	14—21	15,0	0,01

Таблица 21

Гибель *Monodacna colorata* в зависимости от содержания кислорода и солености воды

(температура 22°, Таганрог, 18 июля 1950 г.)

Соленость воды в ‰	Количество животных	Вес в г	Длитель- ность опы- та в часах	Содержание кислорода в 1 л				Нормальное дыхание про- текало в часах	Погибло животных в %
				начало		конец			
				в см³	в %	в см³	в %		
Донская	19	21,2	18,50	4,58	71	0,25	2	4,5	84
2,5	7	20,5	24,15	5,45	87	1,32	21	4,6	59
5,0	17	20,0	21,30	4,23	68	1,19	19	3,4	53
7,5	17	20,1	18,15	4,44	71	0,99	15	3,8	18
10,0	17	20,1	4,15	4,11	68	2,11	35	2,2	59
12,5	16	20,0	4,20	5,95	98	4,27	72	1,8	69
15,0	16	20,2	2,55	4,58	78	3,52	59	1,4	69

Сравнив все имеющиеся данные, мы увидели, что монодакна в пресной воде и воде соленостью 7,5‰ менее стойка, чем в промежуточных солевых концентрациях. Благоприятная для нее солевая зона лежит в пределах от 0,5 до 7‰ и оптимальная от 1 до 5‰.

Syndesmya ovata — форма морского происхождения, широко распространена в Азовском море [4]; в Таганрогском заливе встречается только в наиболее осолоненной части не ниже 7‰, или 3,9‰ Cl [19].

В опытных условиях молодь (сеголетки) синдесмии хорошо выживала в воде соленостью от 10 до 20‰, в воде соленостью 5 и 30‰ они давали большой отход (см. рис. 2,Б). В воде соленостью от 10 до 15—18‰ у них наблюдалось наибольшее потребление кислорода (0,08 см³ на г/час) при устойчивом весе. В пресной воде животные чрезвычайно обводнялись и у них резко увеличивался вес. При 25‰ вес моллюсков заметно уменьшался, что указывало на потерю ими воды. Все наши данные и наблюдения в природе показывают, что эта форма хорошо может жить в солевом интервале от 10 до 25‰, при 7 и 30‰ (последняя точка 30‰ еще требует проверки) ее биомассы будут неустойчивы.

Cardium edule var. *maeotica* — форма морского происхождения. Кардиум обитает в прибрежных частях Атлантического океана, заходит в Баренцево море, обычен в Черном, Каспийском и Аральском морях. В Азовском море он широко распространен и образует громадные биомассы до 2 кг/м² [4].

В Таганрогский залив кардиум проникает только в осолоненную часть и не переносит вод соленостью ниже 5‰.

Сердцевидка является типичным эвригалинным организмом, выдерживающим колебания от 3 до 30‰ хлора, но для азовской формы наиболее оптимальными условиями является соленость от 5 до 7‰ хлора. Вне пределов этой солености количество и биомасса сердцевидки заметно уменьшается [4].

В условиях резкого изменения солености среды сердцевидка Каспийского и Аральского морей хорошо выживала в воде хлорностью от 3 до 10‰. При постепенном изменении солености в сосудах солевой диапазон этого вида расширялся от 3 до 13—15‰ Cl.

Более высокие концентрации хлора ни каспийская, ни аральская форма длительное время не переносили [12].

Азовские половозрелые особи, сразу пересаженные из азовской воды соленостью 11,6‰ в воду разной солености, хорошо выживали в интервале от 7,5 до 20‰ (4,1—11‰ Cl). При 5‰ наблюдался значительный, хотя и постепенный отход; при 0; 2,5; 34 и 37‰ сердцевидки погибали через 2—3 суток, почти не открывая раковины (табл. 22). В опреснен-

Таблица 22

Выживание *Cardium edule* в азовской воде при резкой смене солености

(среднее из двух серий, соленость до опыта 11,6‰, длительность опытов 18 суток, температура 20—24°; июнь—июль 1951 г.)

Количество экземпля- ров	Соленость воды опыта в ‰		Длитель- ность пре- бывания в испытанной солености в сутках	Погибло за все время опы- тов	Среднесу- точная гибель животных в %	Примечание
	S	Cl				
10	0		3	10	33	Особь выметывали яйца
8	2,5	1,35	3	8	33	
9	5,0	2,7	14	9	7	
10	7,5	4,1	18	1	0,5	
10	10,0	5,4	18	0	0,0	
9	12,5	6,8	18	4	2,2	
10	15,0	8,1	18	1	0,5	
10	20,0	11,0	18	1	0,5	
10	23,0	12,5	18	2	1	
10	34,0	18,0	3	10	33	
10	37,0	20,0	3	10	33	
10	42,0	23,0	3	10	33	

ной воде гибель, повидимому, вызывалась обводнением тканей и нарушением солевого и газового обменов. В сильно соленой воде моллюски погибали вероятнее всего от резкого повышения солености (солевой скачок в этом случае был равен 23—25‰) и последующего удушья, так как моллюски, погруженные в очень соленую воду, не открывали своих створок.

Кардиум чувствителен к недостатку кислорода. В случае падения его содержания ниже 1 см³/л аральская сердцевидка чувствует себя плохо. Сначала она широко открывает раковинку и вытягивает сифоны, а затем запирает ее. При солености 20‰, температуре 10—15° и содержании кислорода 0,42—0,1 см³/л моллюски жили в течение 40 часов, а в последующие 30 часов все погибли. При более высокой температуре гибель наступает значительно раньше: при температуре 17,5° и содержании кислорода 0,5 см³/л спустя одни сутки погибло 50% животных, а при температуре 18—20°—63%.

Азовская форма также чувствительна к газовому режиму. Особи, посаженные в воду, содержащую сероводород, все погибли через 1 сутки при температуре 18—19°. Створки сердцевидок, закрытые с начала опыта, после гибели животных не открылись и сильно почернели.

Серцевидки, посаженные по 6 экз. в закрытые сосуды с азовской водой разной солености с обычным содержанием кислорода, оставались в них до исчезновения кислорода (табл. 23), постепенно погибали от действия неблагоприятной солености, резкого изменения солености и недостатка кислорода.

Таблица 23

Выживание азовского *Cardium edule* при недостатке кислорода в азовской воде разной солености

(температура 22—24°; средний вес одного экз. 1,3 г, длина 14 мм, соленость до опыта 10‰, в каждом сосуде по 6 экз., Таганрог, 1951 г.)

Вес животных в г	Соленость воды в ‰	Содержание кислорода в см ³ /л		Длительность опыта в часах	Длительность нормального дыхания в часах	Погибло за время опыта	Среднесу- точная гибель животных в %
		начало	конец				
8,9	2,5	5,2	0,17	42	45	2	15
7,1	5,0	3,9	0	73,5	20	2	10
6,8	10,0	4,7	0,15	73,5	15	1	5
8,15	15,0	5,2	0,16	51,5	12	1	8
8,55	20,0	6,3	0,18	45,0	12	2	16
7,38	23,0	5,1	0	88,0	14	4	16
8,75	27,5	5,3	0,18	26,25	12	3	50
9,0	34,0	5,7	3,5	19,0	19	4	70

В воде соленостью 2,5‰ они очень мало потребляли кислорода (0,011 см³) из-за неблагоприятного действия опресненной воды. Поэтому, несмотря на относительно большой запас кислорода и срок, в течение которого они могли бы нормально дышать (45 часов), их гибель началась на вторые сутки от начала опыта.

В воде благоприятной солености (от 5 до 23‰) гибель началась только на 3—4 сутки, хотя нормальное дыхание у животных могло длиться не более 12—20 часов. И, наконец, в воде соленостью 27,5 и 34‰, куда сердцевидки были посажены из воды соленостью 10‰, массовая гибель началась в первые же сутки и еще при большом количестве кислорода в сосуде. Она происходила, главным образом, из-за чрезмерно большого солевого скачка (17—24‰).

Нормальное дыхание сердцевидок средним весом 1,81 г происходило при температуре 24°, благоприятной солености (10—20‰) и высоком содержании кислорода; они потребляли 0,044—0,056 см³ кислорода

в час на 1 г живого веса (табл. 24). В пресной воде и в воде очень высокой солености (34—42‰) потребление кислорода резко падало (0,011—0,003 см³ на г/час).

Таблица 24
Потребление кислорода *Cardium edule* в азовской воде
при резкой смене солености

(соленость до опыта 110‰, длительность опыта 4 часа;
температура 24°; средний вес животных 1,81 г, в каждом
сосуде по 10 экз.; Таганрог, 11 июня 1951 г.)

Вес животных в г	Соленость воды в ‰	Содержание ки- слорода в 1 л в конце опыта в %	Потребление ки- слорода в см ³ на г/час
19,32	0	80	0,012
25,5	2,5	88	0,013
21,53	5,0	46	0,028
18,87	10	12	0,044
10,65	20	46	0,056
11,29	23	35	0,037
14,55	27,5	17	0,014
15,35	34	61	0,011
15,87	37,5	76	0,007
13,63	42	59	0,004

Таким образом, наши данные четко показывают нижний солевой порог сердцевидки. В азовской воде соленостью ниже 5,5‰ (3‰ Cl) этот вид не сможет существовать. В водах от 5 до 7,5‰ (3—4‰ Cl) взрослые особи смогут подолгу жить, но не будут давать массового развития. Благоприятной для азовской сердцевидки является соленость от 7,5 до 20‰ (4,1—11‰ Cl); при солености свыше 12‰ средние их размеры могут увеличиться, в связи с этим и их кормовые качества для рыб ухудшатся. Влияние более высокой солености на сердцевидок можно определить только методом физиологической адаптации.

Hydrobia ventrosa в 30-х годах нашего столетия занимала, главным образом, центральную часть Азовского моря, где наиболее часто наблюдались заморы [4]. В 1950 г. в связи с изменением режима моря ареал гидробии расширился и перераспределились ее биомассы. Чрезвычайно увеличилась численность гидробии в Таганрогском заливе, где она стала основным кормом тарани [20, 32].

Чтобы выяснить причины, вызвавшие бурное развитие гидробии, мы определили отношение ее к различным факторам среды и, в частности, к изменению солености и к газовому режиму.

Гидробии в неблагоприятных условиях закрывают раковину крышечкой и долгое время могут быть изолированными от внешней среды. В таком состоянии определить их гибель очень трудно, так как особи лежат неподвижно, не проявляя признаков жизни. В течение опыта учитывали подвижных и неподвижных моллюсков, а в конце специально проверяли их состояние, помещая в благоприятные условия.

Особь, перемещенные из азовской воды соленостью 11‰ в пресную воду и воду соленостью 22‰, в течение всего опыта (20 суток) оставались закрытыми и неподвижными. Затем их перенесли в воду благоприятной солености, но многие уже оказались мертвыми. Неблагоприятное действие высокой солености возможно усиливалось из-за большой солевой разницы в 11‰ между исходной и опытной средой.

В воде соленостью от 5 до 17,5‰ гибели животных не было и все особи передвигались (табл. 25).

Данные потребления кислорода гидробией подтвердили результаты опытов по ее выживанию. Гидробии, сразу погруженные в пресную или

Выживание *Hydrobia ventrosa* в азовской воде разной солености
(соленость до опыта 11‰, длительность опыта 20 суток, температура 18–24°;
Таганрог, июнь 1951 г.)

Количество животных	Соленость воды в ‰	Длительность пребывания в воде данной солености в сутках	Погибло за время опыта	Среднесуточная гибель животных в %	Примечание
20	0	8	20	12	Особи не открывали раковины
20	2,5	18	3	0,8	Многие особи неподвижны
20	5,0	18	0	0	Все активно двигались
19	10,0	18	0	0	То же
20	12,5	18	0	0	То же
18	15,0	18	0	0	
20	17,5	18	2	0,5	Многие особи подвижны
20	22,0	18	6	1,6	Почти все особи неподвижны

слишком соленую воду (25‰), потребляли значительно меньше кислорода, чем при благоприятной солености (табл. 26, рис. 1.Г).

Таблица 26

Потребление кислорода *Hydrobia ventrosa* в азовской воде разной солености

(температура 19°, средний вес 1 особи 0,0015 г;
Таганрог, июнь 1951 г.)

Количество животных	Вес животных в г	Соленость воды в ‰	Содержание кислорода в см ³ /л в конце опыта	Потребление кислорода в см ³ на 1 г/час
600	0,9	0	4,9	0,038
580	0,87	2,5	3,9	0,049
830	1,25	5,0	3,1	0,062
590	0,89	10,0	3,0	0,072
590	0,89	15,0	3,5	0,073
580	0,87	20,0	3,1	0,073
585	0,88	25,0	5,0	0,026

Эта форма чрезвычайно устойчива при дефиците кислорода. Будучи посаженной в респираторные сосуды с нормальным количеством кислорода, она жила при температуре 23–24° (табл. 27) и благоприятной солености (10–20‰) более 3 суток, а после этого около 7 суток без кислорода и даже при наличии сероводорода. В этих условиях погибло всего около 25% животных. В воде малой солености (0–5‰) гибели животных не было, так как опытные сосуды были открыты раньше, чем в них иссяк кислород.

Повторный опыт показал, что в воде соленостью 0 и 2–5‰ (температура 24°) гидробия прожила без кислорода и в присутствии 1,71 мг/л сероводорода более 6 суток; отход в пресной воде составил 52% особей, а в слабо соленой — 37%. В два респираторных сосуда с водой соленостью 11,6‰ и запахом сероводорода было посажено по 726 экземпляров гидробии. Через 11 суток при температуре 24° в одном сосуде погибло 94% животных, а в другом через 15 суток при температуре 15,5° погибло всего 50%.

Таким образом, чем ниже температура, тем устойчивей эта форма к дефициту кислорода. В зимних условиях она может очень долго сохра-

Выживание *Hydrobia ventrosa* при недостатке кислорода в воде разной солености (температура 23—24°, длительность опыта 10 суток; Таганрог, июнь 1951 г.)

Количество животных	Рес в г	Соленость воды в ‰	Содержание кислорода в см ³ /л		Длительность опыта в сутках	Длительность нормального дыхания в сутках	Длительность выживания без кислорода в сутках	Гибель за время опыта в %
			начало опыта	конец опыта				
600	0,9	0	5,6	1,04	3,5	5,6	0	0
580	0,87	2,5	5,7	0,89	3,5	4,3	0	0
830	1,25	5,0	2,6	0	3,5	1,3	2,2	0
590	0,69	10,0	5,1	Наличие сероводорода	10,0	3,3	6,7	24,9
590	0,89	15,0	5,0		10,0	3,3	6,6	11,0
580	0,87	20,0	4,8		10,0	3,1	6,9	26,0
585	0,88	25,0	4,9		10,0	8,9	1,1	25,0

нять жизнеспособность даже при отсутствии кислорода и наличии сероводорода. Она особенно устойчива против действия неблагоприятного газового режима в воде соленостью выше 5‰. Но в основном устойчивость гидробии зависит от ее способности самоанестезироваться и существовать за счет внутренних запасов кислорода. Длительность периода изоляции зависит от интенсивности обмена, а последняя — от температуры среды. При температуре 20—27° длительность изоляции гидробии возможна в течение 6—7 суток в условиях любого газового режима.

Гидробия в Таганрогском заливе давала наибольшие биомассы на мягких грунтах, главным образом, на остракодовых илах в районах соленостью свыше 2,5‰. Она легко переносила не вполне благоприятный для других форм газовый режим.

Corbulomys maeotica обитает в слабо осолоненных районах Черного моря (северо-западный), главным образом на жестких грунтах. В Азовском море корбуломиа также приурочена к мелководьям (от 1 до 5—6 м) и хорошо развивается на песке, на илистом песке в прибрежных частях моря [4].

Во время работы экспедиции Старк [28] установила чрезвычайно мощное развитие корбуломии по всему Азовскому морю. Она не без основания считала, что развитию этой формы способствовало некоторое уплотнение грунтов моря. Для выяснения этого вопроса Старк должна

Таблица 28

Выживание *Corbulomys maeotica* в азовской воде при резкой смене солености

(соленость до опыта 11‰, длительность опыта 15 суток, температура 19—24°; Таганрог, июнь 1951 г.)

Количество животных	Соленость воды в ‰	Длительность пребывания в воде данной солености в сутках	Погибло за время опыта	Среднесуточная гибель животных в %
30	0	2	30	50
30	2,5	4	30	25
30	5,0	10	30	10
30	7,5	16	2	0,43
30	10,0	16	2	0,43
30	12,5	16	4	0,81
30	15,0	16	0	0
30	17,5	9	30	11
29	22,0	9	29	11
30	25,0	8	30	12
30	32,0	2	30	50

была провести специальные аквариальные и полевые наблюдения. Мы же выяснили требования корбуломии к солевым и газовым условиям.

Половозрелые особи корбуломии, взятые из азовской воды соленостью 11,6‰ и посаженные в воду разной солености, хорошо выживали только в солевом интервале от 7,5 до 15—16‰ (2 серии). В воде соленостью 5 и 17,5‰ они жили около 2 недель при температуре 19—24°. В воде соленостью 2,5 и 20‰ все особи лежали неподвижно и погибали в течение 4—8 суток. Пресной воды эта форма не переносит (табл. 28).

Примерно такой же результат дали опыты по определению интенсивности дыхания корбуломии в азовской воде разной солености. В неблагоприятной среде (0; 2,5 и 23‰) у них понижалась интенсивность дыхания (табл. 29, рис. 2, В).

Корбуломия в наших опытах была очень чувствительна к газовому режиму. Массовая гибель животных происходила при очень высоком содержании кислорода (табл. 30), и этот результат мы считали не вполне надежным, а поэтому нижнего кислородного порога не устанавливали. Вероятно, фильтрующая сила этих моллюсков очень слаба, и они потребляли кислород только в близлежащих слоях воды, хотя

в верхних частях сосуда вода для газообмена была еще вполне доброкачественной. Однако и эти опыты показывают, что при температуре 24° в воде неблагоприятной солености (0—5 и 23‰) корбуломия погибает

интенсивнее даже при относительно высоком содержании кислорода (см. табл. 30).

Развитие яиц корбуломии в воде разной солености. Первая партия корбуломии была привезена в конце мая из открытых районов Азовского моря. Часть из них была взята для физиологических опытов, а часть оставалась в подвале при температуре 15° и солености 11—12‰. Особи были относительно крупные, длиной 7—9 мм и средним весом около 0,07 г. В подвале размножения не происходило. В конце июня

было замечено, что особи, принесенные в лабораторию, где температура воды повышалась до 24°, начинали выметывать половые продукты.

В течение 15—20 минут самцы почти непрерывно выбрасывали из анального сифона, как из шланга, струю спермы. Невооруженным гла-

Таблица 29

Потребление кислорода *Corbulomya maeotica* в азовской воде разной солености

(среднее из двух серий, температура 22—23°, соленость до опыта 11,6‰, среднее количество животных в сосуде 46 экз.; Таганрог, июнь 1951 г.)

Средний вес в г	Соленость воды в ‰	Содержание кислорода в конце опыта в см ³ /л	Потребление кислорода в см ³ на час
3,2	0	Около 3	0,02
3,95	2,5	" 5	0,029
3,0	5,0	" 4	0,053
2,7	10,0	" 4	0,068
3,1	15,0	" 2	0,076
3,07	17,5	" 2	0,066
3,22	20,0	" 2	0,041
3,48	23,0	" 2	0,022

Таблица 30

Выживание *Corbulomya maeotica* при недостатке кислорода в азовской воде разной солености

(среднее из двух серий; Таганрог, июль 1951 г.)

Среднее количество животных	Соленость в ‰	Содержание кислорода в конце опыта в см ³ /л	Погибло за время опыта в ‰
50	0	3,4	87
48	2,5	2,4	79
50	5,0	1,5	56
50	10,0	1,6	18
50	15,0	2,4	34
50	17,0	2,5	24
48	20,0	2,1	27
50	23,0	1,4	54

зом было хорошо заметно молочное облако в воде, а на дне аквариума возникла белая лента длиной 1—1,5 см. Сперматозоиды у корбуломии очень мелкие, их головка, повидимому, меньше 3—4 μ .

Самки длиной 7—7,5 мм в течение 5—10 мин. выметывали около 12 000—14 000 икринок. При последующем их вскрытии в гонадах почти не осталось зрелых яйцеклеток.

Яйца корбуломии диаметром 45—55 μ без вторичных оболочек выбрасываются в воду через анальный сифон. Оболочки яиц были найдены в опустошенной гонаде. После вымета половых продуктов многие корбуломии погибали.

Моллюски, привезенные в начале июля, были мельче весенних, их длина колебалась от 4 до 6,5 мм. Почти все особи длиной около 4—5 мм оказались неполовозрелыми. Очень возможно, что крупные, размножающиеся весной особи после нереста погибают, а оставшаяся молодежь к июлю еще не успевает созреть. Но уже к концу месяца многие особи подросли и, достигнув 6 мм, имели сильно развитые гонады и близкие к зрелости яйца.

Оплодотворение яиц в лабораторных условиях происходило в воде соленостью 11—12‰, а затем на первых стадиях дробления их переносили в воду соленостью 0; 2,5; 5; 7,5; 10; 12,5; 16; 18 и 22‰ (контроль — развивающиеся яйца в 12,5‰). Развитие яиц наблюдали в течение 30 часов при температуре 24—25°.

Оказалось, что в пресной воде и в воде соленостью 2,5‰ развитие яиц задерживалось на той же стадии (4 бластомера), на которой они были перенесены из контроля в экспериментальный сосуд.

В воде соленостью 5‰ у некоторых яиц развитие продвинулось до стадии морулы, гастролы и личинок, перешедших к вращательным движениям (40% личинок), но темп их развития по сравнению с контролем замедлился на 15—20 часов.

При солености 7‰ задержка в развитии была значительно меньше, чем при 5‰. В контроле через 4—5 часов 30—50% развивающихся яиц было на стадии гастролы с вращательными движениями, а через 22 часа все эмбрионы достигли этой стадии.

В таком же темпе шло развитие в воде соленостью 10—16‰ и, наконец, в воде соленостью 18—22‰ через 10—12 часов от начала опыта темп развития личинок замедлился и к концу наблюдений (28—30 часов) они начали погибать.

К сожалению, опыт не удалось продолжить. В аквариумы вместе с морской водой попали остракоды и инфузории и стали пожирать яйца и личинок корбуломии.

Полученные наблюдения согласуются с ранее поставленными опытами и позволяют сделать вывод, что наиболее благоприятными для развития яиц и обитания корбуломии является азовская вода соленостью от 7—9 до 16‰.

Mytilaster lineatus — форма морского происхождения, обитает в массе в опресненных районах Черного моря, там, где уже не могут жить мидии. В Азовском море ареал митилястера ограничивается в известной мере наличием жесткого субстрата и соленостью вод. Эта форма образует значительные скопления на Железинской банке и в южной части Азовского моря [4, 30]. Митилястер проникает в западную часть Таганрогского залива и, повидимому, не переносит солености ниже 5‰ (3‰ Cl). Каспийский митилястер не переносит каспийской воды соленостью ниже 7‰ (3‰ Cl) и хорошо живет в каспийских водах соленостью от 10 до 20‰. Митилястер менее чувствителен к дефициту кислорода, чем кардиум.

В опытных условиях, в бескислородной среде и при наличии значительных количеств сероводорода он запирает раковину и может оставаться живым в течение 10—12 суток [14]. Митилястер образует огром-

ные скопления в мелководных зонах с постоянным перемешиванием воды. Если же наступает затишье, то в слоях воды, омывающих животных, постепенно иссякает кислород, накапливаются продукты обмена и сероводород. Но так как изменение среды происходит медленно и почти не чувствительно для животных, то они не запирают раковину и, постепенно отравляясь, погибают. В таком случае гибель отдельных скоплений митилиастера возможна в течение нескольких суток.

Черви

Limnodrilus sp. — червь пресноводного происхождения. Он живет во многих реках, озерах и других пресноводных водоемах [1]. В Таганрогском заливе обитает два вида: *L. hoffmeisteri* и *L. newaensis*, которые образуют заметные биомассы в опресненных районах — в местах обитания дрейссены, монодакны, на остракодовых илах и т. д. [19]. Они обычны в пресной воде и при солёности 4‰ (2‰ Cl). Лимнодрилус встречается в воде более высокой солёности, но значительных биомасс в ней не образует.

Для опытов черви были взяты в илистом грунте Таганрогского залива при солёности 3,7‰ и температуре 25°; определить вид нам не удалось.

Червей по 10 экз. сразу рассаживали в азовскую воду разной солёности от пресной воды до солёности 20‰. Они хорошо себя чувствовали при температуре 17,5—18,5° только в самой опресненной воде (0—5‰); среднесуточная их гибель не превышала 6%. При солёности 7,5‰ гибель резко увеличивалась (табл. 31, рис. 1,А) и достигала 30% в сутки, а при 10‰ и выше все черви погибли через несколько часов. Даже вода солёностью 5‰ не совсем для них благоприятна, так как суточная их гибель в этой воде несколько выше, чем в еще более опресненной.

Таблица 31

Выживание *Limnodrilus* sp. в азовской воде при резкой смене солёности

(длительность опыта 8 суток, в каждом сосуде по 10 экз., температура 17,5—18,5°; Таганрог, июль 1950 г.)

Солёность воды в ‰	Длительность пребывания в воде данной солёности в сутках	Погибло за время опыта		Среднесуточная гибель животных в %
		в шт.	в %	
0	8	2	20	2,5
2,5	8	3	30	3
5,0	8	5	50	6
7,5	3	10	100	30
10,0	1	10	100	100
12,5—20	1	10	100	100

Hypaniola kowalevskyi — массовая реликтовая форма. Обитает в Каспии, в Днестровском лимане и почти во всех комплексах мелководной зоны Таганрогского залива. Она выдерживает солёность от 0 до 9‰ (5‰ Cl). Наибольшие ее биомассы в Таганрогском заливе достигали 4,8 г/м², или 41 250 экземпляров (по данным Мордухай-Болтовского).

Черви для опытов были пойманы в июне при солёности 3,4‰ и температуре 24°. В лабораторных условиях они оказались относительно устойчивы к воздействию резкой смены солевого режима и хорошо выживали в воде солёностью от 0 до 10‰. Солёность выше указанного диапазона вызывала повышенную смертность (табл. 32, рис. 1,Б).

Nereis succinea — форма морского происхождения, обитает в Черном море и широко распространена в Азовском. Наибольшие ее биомассы встречаются в мелководных районах с илистыми грунтами. В 1939 г. она была переселена из Азовского моря в Каспий, где расселилась на илах и вошла в пищевой рацион рыб [17].

Таблица 32
Выживание *Nereis succinea* в азовской воде при резкой смене солености

(длительность опыта 8 суток; температура опыта 17,5—18,5°; в каждом сосуде по 10 экз; Таганрог, июль 1950 г.)

Соленость воды в ‰	Длительность пребывания в воде данной солености в сутках	Среднесуточная гибель животных в %
0	6	3,3
2,5	8	7,5
5,0	8	3,5
7,5	8	8,5
10,0	8	11,0
12,5	5	20,0
15,0	2	50,0
17,5	1	100

До пересадки нереис в Каспий изучали его биологию, в том числе и отношение к солености. Наблюдения в естественных условиях давали противоречивые данные об эвригалинности этой формы. У некоторых исследователей создалось мнение, что этот вид может обитать в пресной и слабосоленой воде [18].

Как показали наши исследования, только взрослые формы кратковременно могут переносить пресную воду при больших количествах кислорода, средних и низких температурах и при наличии морского ила. Послед-

ний отдает в воду некоторое количество солей, что и позволяет червям поддерживать гипертонию полостной жидкости. Размножение нереис и развитие яиц происходит в воде соленостью не ниже 3—4 ‰ [2]. Мы установили, что нереис в Каспии обитает более или менее постоянно только в районах, где соленость почти постоянно держится выше 5 ‰—2,1 ‰ Cl [17].

В Таганрогский залив нереис проникает вместе с соленой морской водой и удерживается при хлорности не ниже 3 ‰, или солености 5,55 ‰. В опытных условиях нереиды очень хорошо выживали в воде соленостью от 5 до 30 ‰. При солености от 5 до 12 ‰ они поддерживают концентрацию солей в полостной жидкости постоянной, а интенсивность газообмена на относительно низком уровне. В воде соленостью ниже 5 ‰ вес червей увеличивается, в их полостной жидкости падает содержание солей и резко повышается потребление кислорода. При солености внешней среды выше 12 ‰ вес червей падает, а концентрация солей в полостной жидкости увеличивается и повышается интенсивность газообмена. Эти явления наблюдались в опытах с резкой сменой солевого режима, когда выравнивание осмотического давления внутренней и внешней среды происходит, главным образом, за счет потери животными воды или привлечения ее внутрь [17]. При прочих благоприятных условиях эта форма будет массовой в солевом интервале от 3 до 20 ‰.

В воде соленостью ниже 5 ‰ нереис может выживать, но не будет иметь кормового значения для рыб. Нереис легко переносит солевую разницу выше 30 ‰, относительно стоек к дефициту кислорода и некоторое время даже выживает в бескислородной среде. В неблагоприятных газовых условиях его жизнеустойчивость сильно зависит от температуры и солености воды. Чем выше температура, тем скорее наступает гибель нереиса в бескислородной среде, а в пресной воде при дефиците кислорода он погибает еще быстрее, чем в воде благоприятной солености [17].

Личинки насекомых

Criptochironomus sp. Представители этого рода обитают в реках, главным образом, на песчаных грунтах. Ленц считает, что криптохиномусы — хищники и не нуждаются в мягком илистом грунте. В

Таганрогском заливе они встречаются почти во всех районах, кроме наиболее осолоненного [19].

Для опытов криптохириномусы были взяты в Таганрогском заливе при солености 3,2‰ и температуре 23—24°. После пересадки из естественной среды в опытные сосуды эта форма хорошо выживала в воде соленостью до 7,5‰ (ее выживание в пресной воде общеизвестно). При дальнейшем повышении концентрации солей увеличивалась и их смертность (табл. 33, см. рис. 1, А).

При температуре 23—25° и солености воды 2,5 и 5‰ все животные были в хорошем состоянии, подвижны, но те, что окуклились в течение 12 часов, погибли. При солености 7,5‰ животные были малоподвижны, а при 10‰ лежали на дне и лишь изредка отвечали на механическое раздражение. В воде соленостью 12,5‰ и выше все личинки и куколки в течение 2 суток погибли.

Отношение к дефициту кислорода личинок хириномид установлено Винбергом [6].

Наши опыты и полевые данные позволили определить солевые диапазоны видов, интенсивность обмена их особей при разной солености и температуре и их нижний кислородный порог. Данные, определяющие солевые диапазоны изученных беспозвоночных, приведены в табл. 34 (см. стр. 272). В виде комментариев к таблице необходимо указать, что крайние солевые показатели для выживания животных не постоянны, а могут несколько изменяться в зависимости от условий обитания той экологической группы, из которой взяты особи для опытов, от стадий развития особи, от температурных, газовых и других условий. В основном полученные данные характеризуют свойства взрослых особей видов.

В табл. 35 показана интенсивность обмена у беспозвоночных в благоприятных для каждого вида солевых и температурных условиях. Большинство ракообразных потребляет кислорода на 1 г веса в час примерно в 10 раз больше, чем моллюски. Каждый вид, в свою очередь, имеет присущий ему характер и интенсивность обмена.

Таблица 35

Потребление кислорода и асфиксия у беспозвоночных Азовского моря в благоприятных для каждого вида солевых условиях

Виды	Средний вес в мг	Температура в °	Соленость воды в ‰	Потребление кислорода в см ³ на г/час	Нижний кислородный порог в см ³ /л
Ракообразные					
<i>Calanipeda aquae dulcis</i>	0,028	21	4—7,5	0,95	1
<i>Mesomysis kowalevskyi</i>	6,0	22—23	Донская	0,53	1,5—2
<i>Metamysis strauchi</i> . . .	32,0	20	2,5—10	0,32—0,36	—
<i>Macropsis slabberi</i> . . .	8,0	21—22	10,0	0,44	2,5—3
<i>Pontogammarus maeoticus</i>	14,0	20	12,5	0,55	1—1,5
<i>Gammarus locusta</i> . . .	31—40	15	12,5	0,43	—
<i>Corophium volutator</i> . .	—	18—19	18—20	0,6	—
<i>Leander adspersus</i> . . .	600—700	19	12,5	0,32	1—1,5
	1100—1400	19	12,5	0,24	
<i>Heteropanope tridentata</i>	700	19,5	2,5—20	0,15—0,16	1

Таблица 33
Выживание *Criptochironomus* sp. в азовской воде при резкой смене солености

(длительность опыта 8 суток, температура 17,5—18°, в каждом сосуде по 10 экз.; Таганрог, июль 1950 г.)

Соленость воды в ‰	Длительность пребывания в воде данной солености в сутках	Среднесуточная гибель животных в %
2,5	8	6
5,0	8	7
7,5	8	8,5
10,0	6	17
12,5	4	25
15,0	1	100
17,5—20	—	Погибли через несколько часов

Благоприятные и летальные солености для обитания азовских беспозвоночных

Виды	Соленость в ‰	0	2,5	5	7,5	10	12,5	15	17,5	20	25	30	35	40	45
Пресноводный комплекс															
<i>Asplanchna priodonta</i>		+	+	±	—										
<i>Brachionus pala</i>		+	+	±	—										
<i>Limnodrilus</i> sp.		+	+	+	±	—	—	—	—						
<i>Unio pictorum</i>		+	+	+	—	—	—								
<i>Criptochironomus</i>		+	+	+	±	—	—								
Солоноватоводный комплекс															
<i>Hypaniola kowalevskyi</i>		+	+	+	+	+	±	—	—						
<i>Dreissena polymorpha</i>		+	+	±	+	—	—	—	—						
<i>Monodacna colorata</i>		±	+	+	+	—	—	—	—						
<i>Corophium sowinskyi</i>		+	+	+	+										
<i>Heterocope caspia</i>		+	+	+	+	—									
<i>Metamysis strauchi</i>		+	+	+	+	+	+	+	±						
<i>Mesomysis kowalevskyi</i>		+	+	+	+	+	+	±	±	—					
<i>Dikerogammarus haemodaphes</i>		+	+	+	+	+	+	±	±	—					
<i>Pontogammarus maeoticus</i>		?	±	+	+	+	+	+	+	±	±				
<i>Pterocuma pectinata</i>		—	±	+	+	+	±	±	±						
<i>Calanipeda aquae dulcis</i>		—	—	±	±	+	+	+	±	—	—				
Морской комплекс															
<i>Synchaeta</i> sp.		—	+	+	+	+	?								
<i>Nereis succinea</i>		—	±	±	+	+		+	+	+	+	+	+	?	
<i>Nereis diversicolor</i>		—	—	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Hydrobia ventrosa</i>		—	±	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	?	
<i>Cardium edule</i>		—	±	±	+	+	+	+	+	+	+	+	+	?	?
<i>Syndesmya ovata</i>		—	—	—	±	+	+	+	+	+	+	+	+	?	
<i>Corbulomya maeotica</i>		—	±	±	±	+	+	+	±	±	—				
<i>Macropsis slabberi</i>		—	±	±	+	+	+	+	±	±					
<i>Heteropanope tridentata</i>		±	+	+	+	+	+	+	+	+	+	?			
<i>Corophium volutator</i>		—	±	+	+	+	+	+	+	+	+	+	—		
<i>Leander adpersus</i>		—	±	+	+	+	+	+	+	+	+	+	±	?	
<i>Gammarus locusta</i>		—	—	±	±	+	+	+	+	+	+	+	±	—	

Примечание. Знак + означает благоприятные солевые условия; ± сублетальные; — летальные; ? нет экспериментальных данных.

Виды	Средний вес в г	Температура в °	Соленость воды в ‰	Потребление кислорода в см ³ на г/час	Длительность выживания без кислорода в часах	Примечание
Моллюски						
<i>Unio pictorum</i> . . .	20—21	19	Донская	0,022	145—170	Нижний кислородный порог 1,5—2 см ³ O ₂
<i>Hydrobia ventrosa</i> .	0,0015	19	10—20	0,072	150—170	
<i>Cardium edule</i> . . .	1,81	24	10—20	0,050	33—58	
<i>Monodacna colorata</i>	1,1	20	5—7,5	0,045	4—7	
<i>Corbulomya maeotica</i>	0,067	19	10—15	0,068—0,076	0	
<i>Syndesmya ovata</i> . .	—	—	10—15	0,08	—	

ВЫВОДЫ

1. Пресноводные виды беспозвоночных дельты и авандельты р. Дона чрезвычайно стеногалинны; коловратки (*Brachionus pala* и др.) и моллюски (*Unio pictorum* и др.) достигают массового развития в азовской воде соленостью не выше 2,5—3‰, ракообразные и черви несколько более выносливы.

2. Солоноватоводные — реликтовые — формы, населяющие Таганрогский залив, более эвригалинны, чем пресноводные: моллюски (*Dreissena polymorpha* и *Monodacna colorata*) могут выживать в азовской воде соленостью от 0 до 7,5‰, но значительную биомассу дают в солевом интервале от 0—2 до 5‰. Большая часть изученных нами видов ракообразных выживала в солевом интервале от 0 до 10—12,5‰. Однако некоторые формы (*Pontogammarus maeoticus*) плохо переносили пресную воду.

3. Виды морского происхождения наиболее эвригалинны. Многие из них (моллюски, черви и ракообразные) выживали в азовской воде соленостью от 5—7,5 до 20—25‰ (при резкой смене солевого режима), при этом солевой скачок часто был равен 15—20‰. В естественных условиях многие из них встречаются в воде соленостью от 5 до 35—40‰ (*Nereis succinea*, *Cardium edule* и некоторые другие).

4. Отдельные стадии развития некоторых изученных видов проявили разную чувствительность к действию азовской воды разной солености, например, наилучшее развитие яиц корбуломии (*Corbulomya maeotica*) протекало при солености 10—16‰, а взрослые особи хорошо выживали в солевом интервале 7,5—16‰. Взрослые особи каланипеды (*Calanipeda aquae dulcis*) выживали в азовской воде соленостью 0—12,5‰, а наилучшее выживание их молоди получено Е. А. Яблонской при 5—10‰.

Взрослые особи мизид (*Mesomysis kowalevskyi*) хорошо выживали при солености 0—10‰, а их молодь при 0—7,5‰ и т. д. (табл. 34).

5. Норма потребления кислорода у ракообразных Таганрогского залива в условиях благоприятной солености и температуры часто зависела от величины животных и степени их подвижности. Наиболее мелкие формы — пелагические ракообразные (*Calanipeda aquae dulcis*) — потребляют около 0,95 см³ кислорода на 1 г живого веса в час, а наиболее крупная, в нашем материале, креветка *Leander adspersus* — всего 0,32 см³ на г/час (табл. 35).

Все пелагические формы более подвижны и требуют больше кислорода на 1 г своего веса, чем донные. Например, малоподвижный краб (*Heteropanope tridentata*) потреблял всего 0,15—0,16 см³ кислорода в час на 1 г живого веса.

Норма потребления кислорода у моллюсков еще меньше, чем у краба — $0,07-0,08 \text{ см}^3$ на г/час, что обусловлено наличием тяжелой раковины и малой их подвижностью (табл. 35).

6. Нижний кислородный порог у отдельных видов различен: у изученных ракообразных асфиксия наступает при содержании кислорода около $1 \text{ см}^3/\text{л}$ или выше при прочих благоприятных условиях. Что касается моллюсков, то некоторые виды способны выдерживать около 150—170 часов в бескислородной среде (*Unio pictorum* и *Hydrobia ventrosa*), а другие погибают при содержании кислорода около $1,5-2 \text{ см}^3/\text{л}$ (*Corbulomya maeotica*).

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Бенинг А. Л., К изучению придонной жизни р. Волги, Монографии Волжской биологической станции, изд. АН СССР, 1924.
2. Беляев Г. М., Биология *Nereis succinea* в Северном Каспии, Акклиматизация нерис в Каспийском море, МОИП, вып. 33, 1952.
3. Беляев Г. М., О развитии некоторых черноморских беспозвоночных в каспийской воде, Зоологический журнал, т. XVIII, вып. 2, 1939.
4. Воробьев В. П., Бентос Азовского моря, Труды АзчерНИРО, вып. 13, Крымиздат, 1949.
5. Винберг Г. Г., Интенсивность обмена и размеры ракообразных, Журнал общей биологии, т. XI, вып. 5, изд. АН СССР, 1950.
6. Винберг Г. Г., Физиологические и экологические особенности донной фауны, Зоологический журнал, т. XVII, вып. 5, 1930.
7. Веселов Е. А., Исследования по физиологии рыб, раздел III, Осмотическое давление крови, Труды Бородинской биологической станции, т. IX, вып. 1, изд. АН СССР, 1936.
8. Гарбер Б. И., Наблюдения за развитием и размножением *Calanipeda aquae dulcis*, Труды Карадагской биологической станции, вып. 11, изд. АН СССР, 1951.
9. Державин Л. Н., Дексбах Н. Х., Лепнева С. Г., Каспийские элементы в фауне верхней Волги, Труды Ярославского естественно-исторического общества, т. III, вып. 1, 1921.
10. Зенкевич Л. А., Действие вод Черного и Каспийского морей пониженной и повышенной солености на некоторых черноморских беспозвоночных, ч. I, Зоологический журнал, т. XVII, вып. 5, 1938; ч. II, Зоологический журнал, т. XVII, вып. 6, 1938.
11. Карпевич А. Ф., Влияние солевых условий на выживание дрейссен Северного Каспия, ДАН СССР, т. LVI, № 3, 1947.
12. Карпевич А. Ф., Отношение некоторых видов семейств *Cardidae* к соленому режиму Северного Каспия, ДАН СССР, т. LIV, 1946, № 1.
13. Карпевич А. Ф., Состояние кормовой базы южных морей после зарегулирования стока их рек, Труды Конференции по вопросам рыбного хозяйства 1951 г., Труды совещаний, вып. 1, изд. АН СССР, 1953.
14. Карпевич А. Ф., Влияние сероводорода на выживаемость *Mytilaster lineatus* и *Pontogammarus maeoticus* Каспийского моря, Зоологический журнал, т. XIX, вып. 6, 1940.
15. Карпевич А. Ф. и Богорад Г., Потребление корма креветкой *Leander adspersus*, Зоологический журнал, т. XIX, вып. 1, 1940.
16. Карпевич А. Ф., Предпосылка акклиматизации новых форм в Аральском море, Доклады ВНИРО, 1947, № 6.
17. Карпевич А. Ф. и Осадчих В. Ф., Влияние солености, газового режима воды и характера грунта на *Nereis succinea*, Акклиматизация нерис в Каспийском море, МОИП, вып. 33, 1952.
18. Куделина Е. Н., Гидробиологическая характеристика озера Палеостом, Труды Научной рыбохозяйственной станции Грузии, т. III, 1940.
19. Мордухай-Болтовской Ф. Д., Состав и распределение бентоса в Таганрогском заливе, Работы Доно-Кубанской научной станции, вып. 5, Азово-Черноморское краевое книгоиздательство, Р/Д, 1937.
20. Мордухай-Болтовской Ф. Д., О каспийских ракообразных в реках северного побережья Азовского моря, Доклады АН СССР, т. VII, 1946, № 5.
21. Мордухай-Болтовской Ф. Д., Влияние гидротехнической реконструкции Дона на биологию Азовского моря, Труды Гидробиологического общества, изд. АН СССР, т. V, 1953.
22. Мордухай-Болтовской Ф. Д., Экология каспийской фауны в Азово-Черноморском бассейне, Зоологический журнал, т. XXXII, 1953.
23. Мартынов А. В., О реликтовых ракообразных бассейна Нижнего Дона, Доклады Российской Академии наук, 1922.

24. Марковский Ю. М., Фауна беспозвоночных низовьев рек Украины, условия ее существования и пути использования, изд. АН УССР, Киев, 1953.
25. Труды АзчерНИРО, Питание и пища планктоноядных рыб Азовского моря, ч. 2, вып. 12, Крымиздат, 1940.
26. Логвинович Д. Н. и Фельдман В. А., О питании личинок азовской гюльки, Труды АзчерНИРО, вып. 15, Крымиздат, 1951.
27. Новожилова А. Н., Изменения в зоопланктоне Азовского моря в условиях меняющегося режима (напечатано в этом сборнике).
28. Старк И. Н., Изменения в бентосе Азовского моря в условиях меняющегося режима (напечатано в этом сборнике).
29. Старк И. Н., Состояние кормовой базы бентосоядных рыб северо-восточной части Азовского моря, Труды АзчерНИРО, вып. 15, Крымиздат, 1951.
30. Старк И. Н., Колебания в состоянии бентоса Таганрогского залива в связи с соленостью, Труды АзчерНИРО, вып. 15, Крымиздат, 1951.
31. Фесенко Е. А. и Шейнин М. С., Кормовая база личинок промысловых рыб в р. Дон и восточной части Таганрогского залива (напечатано в этом сборнике).
32. Яблонская Е. А., Возможные изменения кормовой базы рыб Азовского моря при зарегулировании стока рек (напечатано в этом сборнике).