

МАТЕРИАЛЫ КОНФЕРЕНЦИИ "ЭКОЛОГИЯ И РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬ-
ЗОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ ЮЖНОГО РЕГИОНА УКРАИНЫ"

~6611-84 Den

УДК 574 : 632.15

А.К.Виноградов

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА СОЛЕНОСТНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ФА-
УНЫ ЧЕРНОГО МОРЯ В СВЯЗИ С АНТРОПОГЕННЫМ ИЗМЕНЕНИЕМ
СОЛЕНОСТИ ЧЕРНОМОРСКИХ ВОД

Соленость водной среды один из важнейших лимитирующих факторов. Различные виды хозяйственной деятельности вызывают, то или иное, изменение солености и ионного состава морских вод. Для многих морских организмов и, в частности для осмокон-формеров, в физиологическом отношении морская вода одновре-менно является и внутренней средой. В связи с антропогенной деятельностью возникает необходимость оценки соленостной ус-тойчивости отдельных видов гидробионтов и целых экосистем.

Для определения соленостной устойчивости представителей фауны Черного моря нами использовались различные токсикологи-ческие, биохимические методы, экотестирование, основанное на ис-пользовании серий лабораторных экосистем "Экотрон" и др.

Исследования велись путем повышения солености морских вод стоками иодо-бромных заводов, близких по набору ионов ко многим искусственным моделям морской воды. Это обстоятельство дает возможность сравнивать полученные нами результаты о со-леностной устойчивости различных организмов в опытах с мине-рализованными водами с результатами других авторов, но полу-ченными в ходе опытов с морской водой повышенной солености.

При изучении воздействия стоков иодо-бромных заводов, имеющих минерализацию от 50 до 250 г/л и несколько смещенный ионный состав, было установлено, что черноморские гидробионты из разных систематических групп выживают, нормально размножа-ются и развиваются в тех случаях, когда соленость повышается не более чем до 22-26 ‰. Большой рост солености вызывает раз-

личные отрицательные последствия: снижение выживаемости животных, прекращение размножения, абортирование и резорбцию яиц, отклонения в эмбриогенезе, биохимических показателях, а у водорослей - ухудшение роста, снижение интенсивности фотосинтеза [1].

Исследование толерантного диапазона солености у черноморских моллюсков и ракообразных, тестируемого по сохранению стопроцентной активности через 1 час экспозиции в растворах, показало, что герметизация раковин у моллюсков, домиков у баянусов и снижение активности у ракообразных начинается при повышении солености до 22-26 ‰. У черноморских рыб при переходе от эмбрионального развития к постэмбриональному возрастание количества погибших связано с этим же диапазоном.

Обнаруженная зависимость натолкнула нас на необходимость под соответствующим углом зрения проанализировать имеющиеся в литературе данные относительно происходящих в диапазоне солености 22-26 ‰ изменений биологических процессов и физико-химических свойств морской воды.

Как известно, фауна Черного моря примерно в 3,5 раза беднее фауны Средиземного, но тем не менее средиземноморские иммигранты в нем составляют более 80 %. Соленость Черного моря в 2 раза ниже. В Мраморном море она падает у поверхности примерно с 30 ‰ у Дарданелл до 25 ‰ у Босфора. В придонном же слое вплоть до выхода из Босфора в Черное море соленость остается океанической. В Прибосфорском районе отмечены десятки видов бентосных организмов - фораминифер, губок, гидроидных полипов, иглокожих, червей, моллюсков, ракообразных, не встречающихся больше нигде в Черном море. Если сравнить местоположение основного скопления средиземноморских бентосных животных в Прибосфорском районе, то оно практически полностью совпадает с зоной действия нижнебосфорского течения и изогалинами 24-26 ‰.

Оказывается аналогичное обеднение фауны при снижении солености до 24-26 ‰ имеет место и в других морях. В Воронке и Горле в Белом море, где соленость падает с 34 ‰ до 26 ‰ видовой состав резко изменяется [3]. Снижение видового разнообразия фауны установлено при переходе от Северного моря к Балтике. При уменьшении солености с 35 ‰ до 26-27 ‰ происходит качественная убыль фауны с 1,5 до 1,0 тыс. видов [3,4]. В северных морях существенные изменения в составе фауны происходят при солености порядка 24 ‰ [2]. Многие исследователи под-

беркивают, что при солености около 25-26 ‰ из состава фауны исчезают морские стеногалинные формы и остаются эвригалинные [3, 4, 7-9]. Предполагается, что собственно морскими стеногалинными видами можно считать те, которые выносят колебания солености 32 ± 8 ‰. Обширная литература свидетельствует, что многие беспозвоночные, обитающие в условиях нормальной океанической солености не выживают в опытах при снижении ее более чем до 22-26 ‰ или же прекращают размножение [8, 10].

Г. А. Киселевой [6] исследованы особенности развития в зависимости от солености воды, нескольких десятков видов бентосных животных Черного моря и выяснено, что широта диапазона благоприятной солености, не влияющей на пелагическую жизнь и окончание метаморфоза у полихет, брюхоногих и двустворчатых моллюсков составляет от 14 до 22 ‰ и от 16 до 24 ‰.

Если ориентироваться на фаунистические материалы и данные о соленостной устойчивости гидробионтов, то складывается впечатление, что диапазон солености 22-26 ‰ играет определенную барьерную роль как для гидробионтов из полносоленых вод, так и для обитателей солоноватых морей. При его переходе у животных, которые при этом выживают, происходят различные физиологические и биохимические перестройки [5, 7, 10, 11]. Изменяется мерцательная активность ресничного эпителия жабр моллюсков, частота сердцебиений, двигательная активность, дыхание, теплоустойчивость тканей и пр. [5, 10, 11].

Как полагает В. В. Хлебович [11] анализ данных о характере кривых, отражающих зависимость осмотической концентрации внутренней среды гидробионтов от солености воды, может быть применен для обоснования критических диапазонов солености, что и было сделано для интервала 5-8 ‰. Наш анализ показал, что у многих беспозвоночных из вод с пониженной соленостью переход внутренней среды от состояния гипертонии к изотонии происходит при солености 22-25 ‰. У животных из вод с океанической соленостью переход от гипотонии к изотонии или от изотонии к гипертонии также зачастую связан с указанным интервалом солености. Такие перестройки часто сопровождаются срывами механизмов осморегуляции и гибелью.

Многие организмы, не населяющие морские воды, по каким-то причинам сохраняют осмотическую концентрацию внутренней среды в диапазоне соленостей 22-26 ‰. Таковы китайский мох-

наторукий краб, итальянский пресноводный краб, артемия и др. Верхний предел осмотической концентрации гемолимфы насекомых совпадает с коленостью 23,5 ‰. На эту соленость приходится и нижняя граница осмотической концентрации миксин [10].

Явление, связанное с повышенной чувствительностью гидробионтов к интервалу солености 22-26 ‰ может истолковываться различным образом. Возможно для гидробионтов из полносоленых вод, в связи с их "настройкой" на эту соленость, резкое снижение ее на 8-10 ‰ выходит за пределы "настройки". То же самое и для гидробионтов из неполносоленых вод при повышении солености. Даже популяции одних и тех же видов из полносоленых и неполносоленых вод не выдерживают резкого изменения солености на 8-10 ‰. При медленном ее повышении или понижении некоторые виды могут акклиматизироваться к новому диапазону солености и для возврата в прежнюю они вновь должны "настроиться". Есть однако огромное количество морских стеногалинных видов, для которых и при медленном понижении солености переход через диапазон 22-26 ‰ невозможен. Такие виды есть и в неполносоленых морях. Имеются и другие, требующие объяснения факты.

Может быть повышенной чувствительность морских гидробионтов к солености 22-26 ‰ следует связывать с некоторыми физико-химическими свойствами морской воды.

В.В. Хлебович [11] предполагает, что определенную роль в изменении соленостной зависимости биологических процессов в интервале 5-8 ‰ играет изменение интегральной теплоты растворения хлорида натрия при снижении концентрации раствора. Несколько менее выраженное изменение этого показателя приходится и на диапазон солености 20-25 ‰ (рис. 1).

Для осмотической характеристики морских вод применяется осмотический коэффициент [9]. Его величина падает при повышении солености до 20-25 ‰, а затем вновь возрастает (рис. 2).

Точки замерзания и наибольшей плотности воды как пресных, так и морских вод обычно не совпадают, за исключением только величины солености 24,7 ‰, когда температура замерзания и температура наибольшей плотности одинаковы и равны $-1,33^{\circ}\text{C}$.

В обобщенном виде на рис. 3 схематично показано как изменяется устойчивость беспозвоночных неполносоленых морей и полносоленых вод при приближении к интервалу 22-26 ‰.

Хотя описываемые изменения в устойчивости и составе фа-

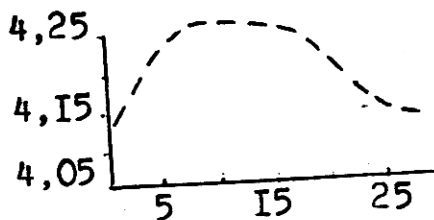


Рис.1. Интегральная теплота растворения хлорида натрия при 25°C в зависимости от концентрации раствора [II]. По оси абсцисс – концентрация хлорида натрия, %; по оси ординат – интегральная теплота растворения, кДж/моль.

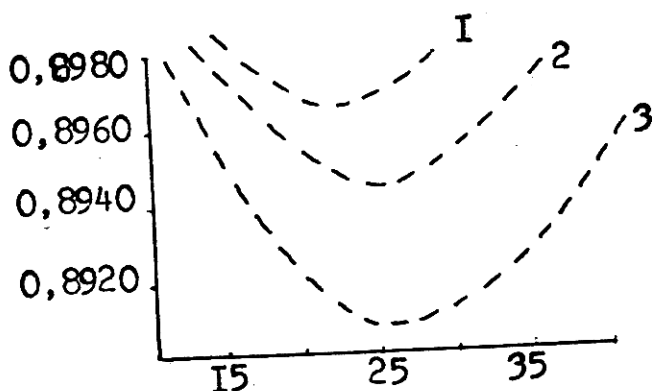


Рис.2. Динамика осмотического коэффициента в морской воде разной солености при давлении 1 атм. и при температуре 25°C (1), 10°C (2), 0°C (3) / По табличным данным [9] /. По оси абсцисс – соленость, %; по оси ординат – осмотический коэффициент.

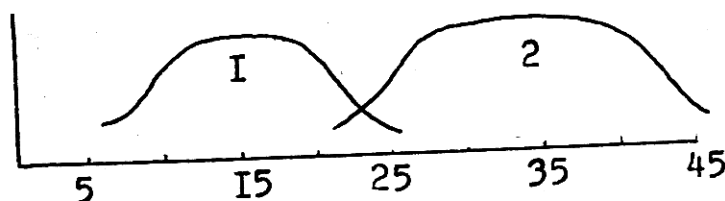


Рис.3. Обобщенная схема изменения соленостной устойчивости гидробионтов неолесоленых морей (1) и полносоленых вод (2). По оси абсцисс – соленость, %; по оси ординат – соленостная устойчивость.

уны в морях не носят всеобщий характер, тем не менее диапазон солености 22-26 ‰, как и диапазон 5-8 ‰, можно считать хораталинным. При антропогенном изменении солености морских вод и прогнозировании перестроек в составе фауны необходимо учитывать его барьерную роль. Резкое обогащение фауны Черного моря за счет новых средиземноморских иммигрантов и животных из других полносоленых морей следует ожидать при увеличении солености до 24-26 ‰.

Литература

1. Виноградов А.К., Белецкий В.И., Моргулис Л.А. Иодо-бромная промышленность и охрана морской среды от загрязнения. В сб.: Биология моря, в. 43, К.: Наукова думка, 1977, с. 78-84.
2. Гурьянова Е.Ф. Бокоплавы морей СССР и сопредельных вод. Определ. по фауне СССР. М.-Л.: Изд. Зоол. ин-та АН СССР, т. 41, 1951, 1030 с.
3. Зенкевич Л.А. Биология морей СССР. М.: Изд. АН СССР, 1963, 739 с.
4. Зернов С.А. Общая гидробиология. М.-Л.: Изд. АН СССР, 1949, 588 с.
5. Карандеева О.Г. Процессы, обеспечивающие осморегуляцию у водных беспозвоночных. В кн.: Физиология морских животных. М.: Наука, 1966, с. 176-233.
6. Киселева Г.А. Исследования по экологии личинок некоторых массовых видов бентосных животных Черного моря. Автореф. канд. дисс., Одесса, 1966, 21 с.
7. Милейковский С.А. Экология размножения морского бентоса. Зависимость от солености воды и "репродуктивные физиологические рассы". М.: Наука, 1981, 92 с.
8. Невеская Л.А. Позднечетвертичные двустворчатые моллюски Черного моря их систематика и экология. М.: Наука, 1965, 387 с.
9. Попов Н.И., Федоров К.Н., Орлов В.М. Морская вода. М.: Наука, 1979, 327 с.
10. Проссер Л. Сравнительная физиология животных. т. I. М.: Мир, 1977, 606 с.
11. Хлебович В.В. Критическая соленость биологических процессов. Л.: Наука, 1974, 236 с.

Одесское отделение Института биологии южных морей
АН УССР им. А.О.Ковалевского