

**О СООТНОШЕНИИ РАПИЧЕСКОГО И ОСМОТИЧЕСКОГО  
В СОЛЕННОСТНОЙ ТОЛЕРАНТНОСТИ ЭВРИГАЛИННОГО  
ВИДА *PARAMESCIUM NERHRIDIATUM***

А.О. Смуров, В.В. Хлебович, Е.В. Козминский, И.С. Плотников

ЗИН РАН

**ON THE RELATIONSHIP OF RAPIC AND OSMOTIC IN  
SALINY TOLERANCE OF THE EURYHALINE SPECIES  
*PARAMECIUM NEPHRIDIATUM***

A.O. Smurov, V.V. Khlebovich, E.V. Kozminsky, I.S. Plotnikov

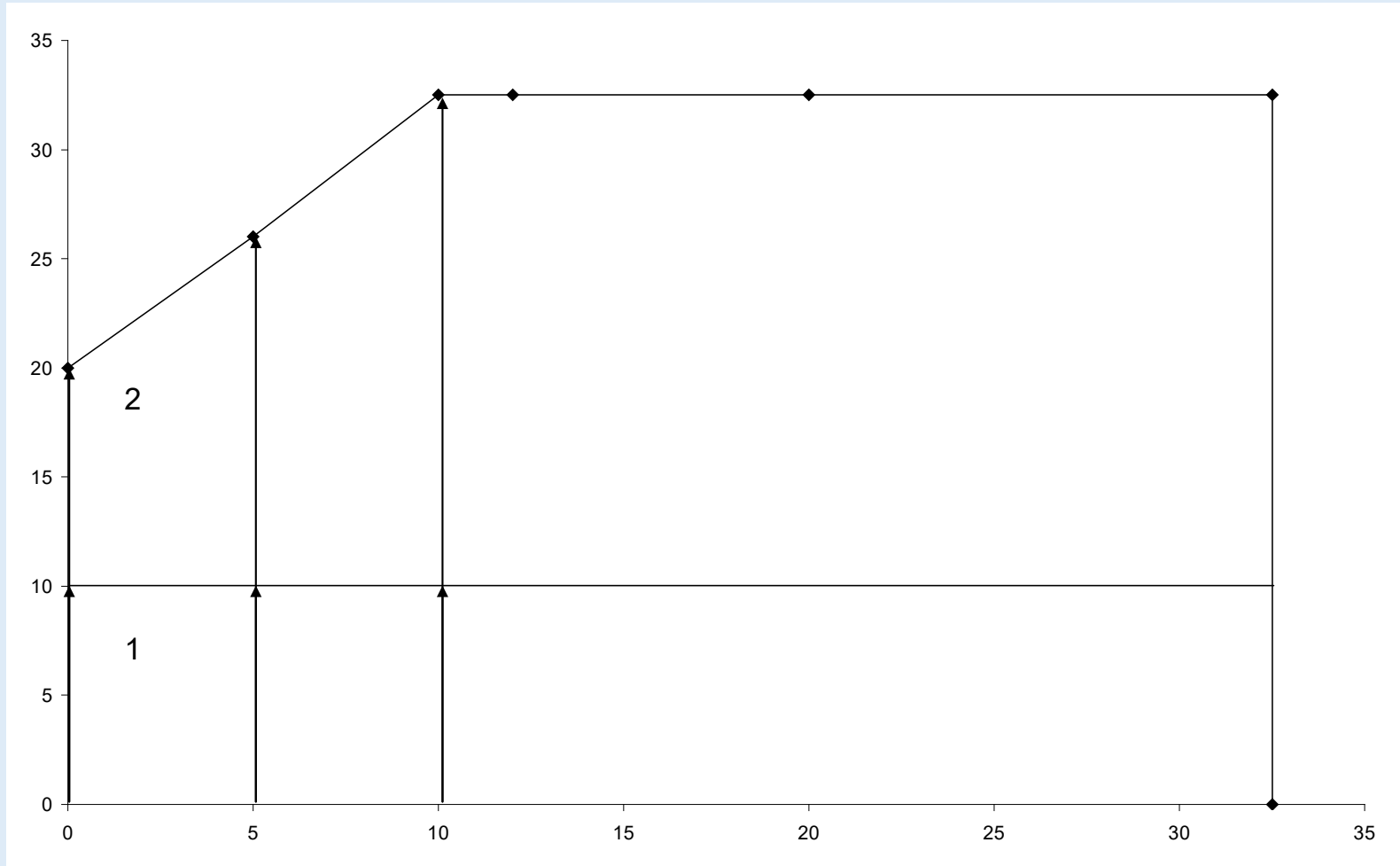
ZIN RAS

Е. Пора (Pora, 1939) предложил видеть в солёности морской воды два фактора – осмотический, определяемый количеством растворённых частиц безотносительно к их природе, и рапический, определяемый специфическим действием растворённых ионов. Воздействие фактора солёности на морские организмы можно разделить на два связанных друг с другом процесса: действие общей осмотической концентрации (тоничности) и специфическое влияние именно смеси солей («ионной силы»).

Маннитол (многоатомный спирт  $C_6H_{14}O_6$ ; M-182)  
20% раствор имеет тоничность 1200 mOsm, что  
соответствует 40‰ морской воды.

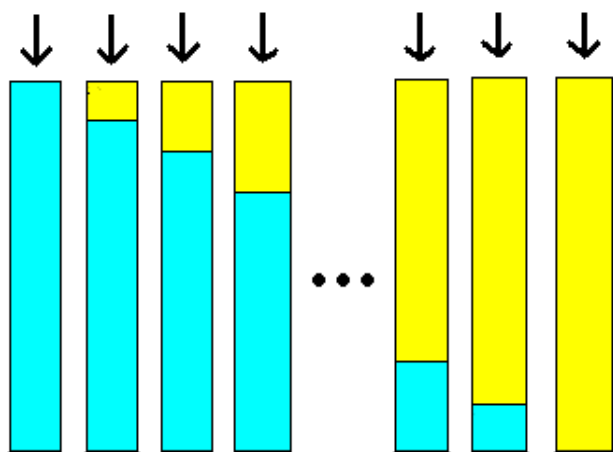
Опытами, проведенными В.В. Хлебовичем, было показано, что частичное замещение морской воды маннитолом поддерживает осмотичность среды на прежнем уровне, однако недостаток ионов сказывается на исследуемых функциях организмов. Так, минимальная концентрация ионов морской воды, необходимая для поддержания активности планул *Aurelia aurita*, находится на уровне 5‰. Этот показатель соответствует минимальной солености, при которой могут быть встречены половозрелые особи этого же вида в Балтийском море (Хлебович, 1978).

Соленостный толерантный полигон *P. nephridiatum*. По оси абсцисс – соленость акклимации, ‰; по оси ординат – тестовая соленость, ‰. Стрелками показаны варианты переносов в смеси маннита и морской воды. 1 – перенос в пределах толерантного диапазона. 2 – перенос к границам толерантного диапазона.





# Схема опыта с растворами маннитола

по 100 клеток, акклимированных к пресной среде, 5‰ и 10‰

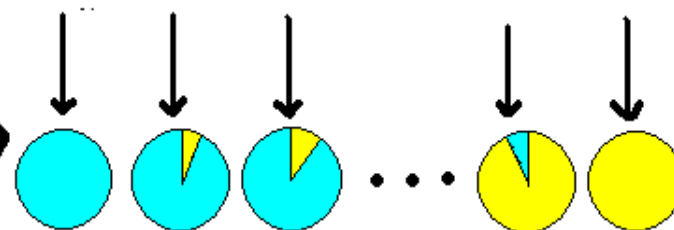


72 часа

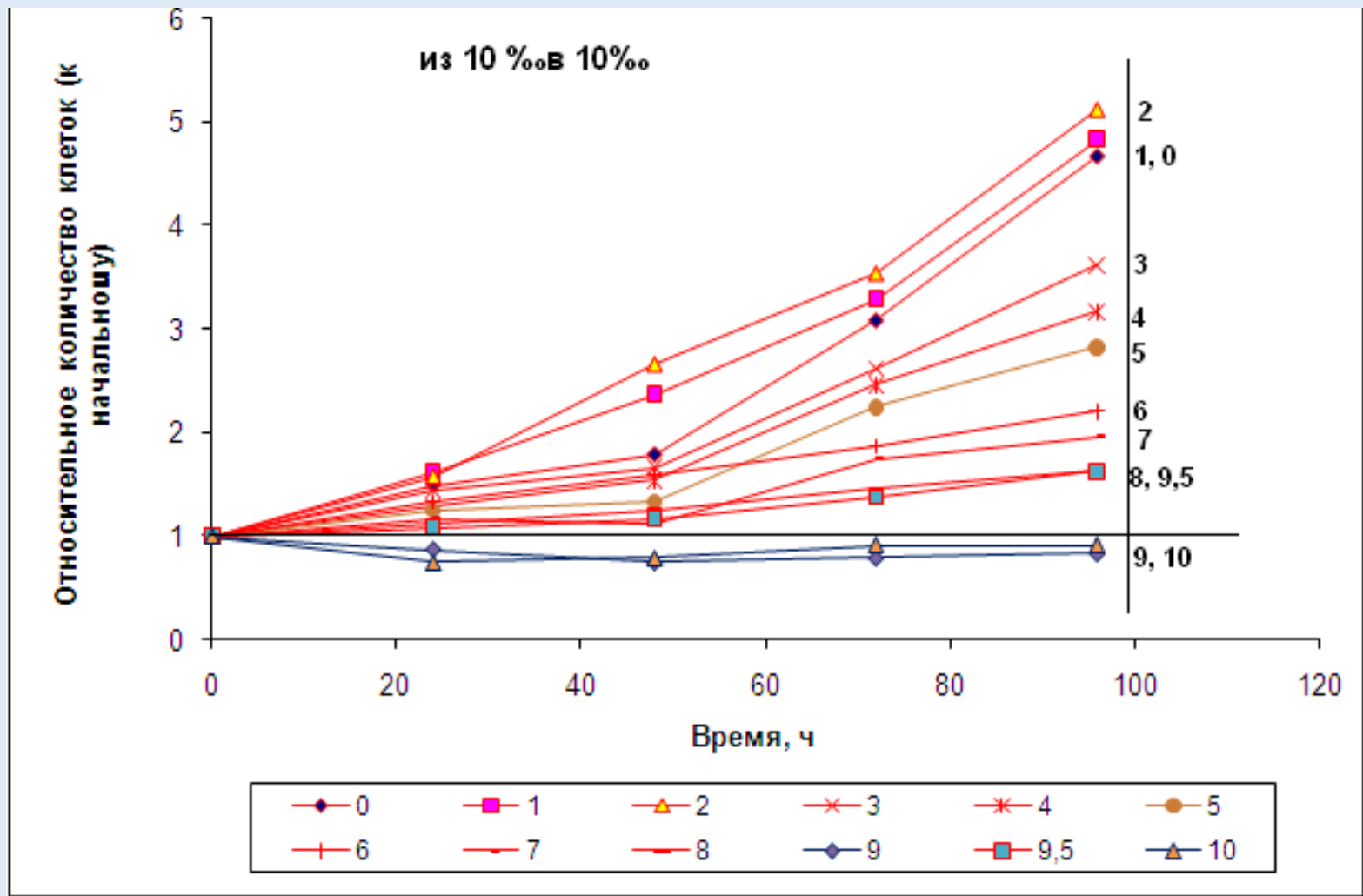
 раствор соленой воды     раствор маннита

акклимация к новым условиям

по 24 клетки, акклимированных к разным сочетаниям "маннит - соленость"

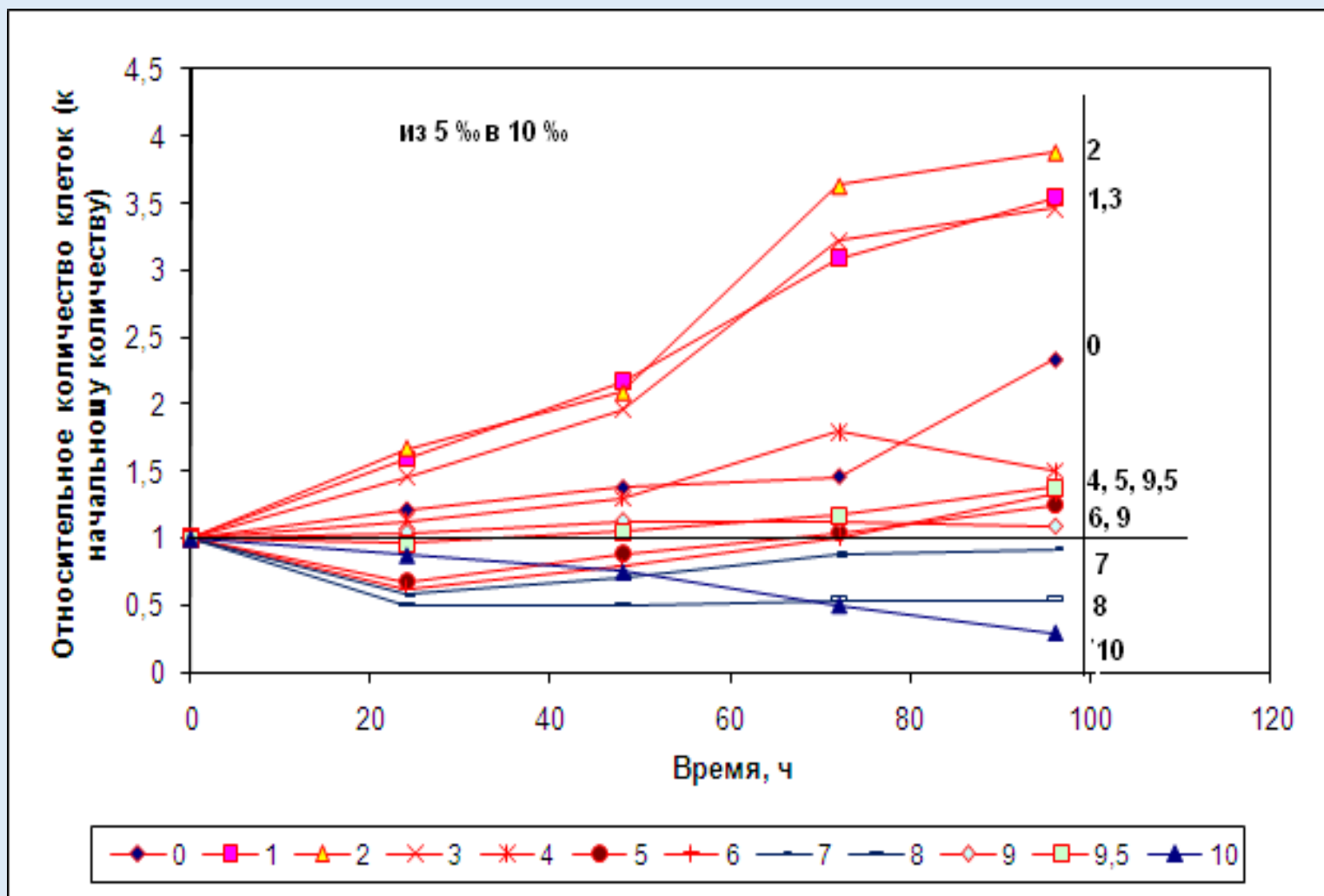


определение скорости размножения в течение 4-5 суток

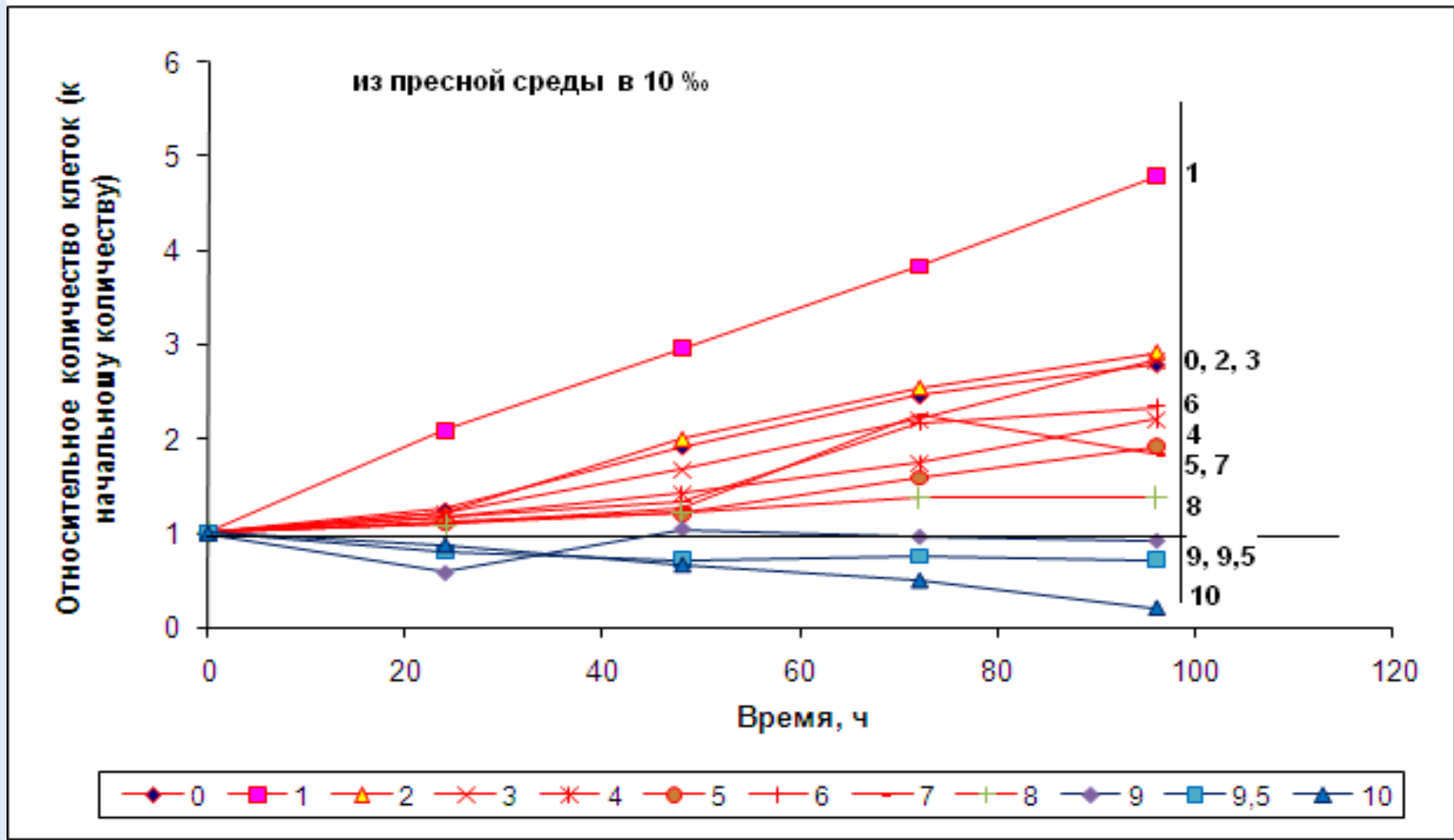


Изменение численности клеток инфузорий в разных сочетаниях растворов морской воды и маннита. Перенос клеток из среды соленостью 10‰ в среду с осмотическим давлением равным осмотическому давлению 10‰ морской воды. Горизонтальная линия на графике (Y=1) соответствует начальной численности инфузорий в каждом микроаквариуме.

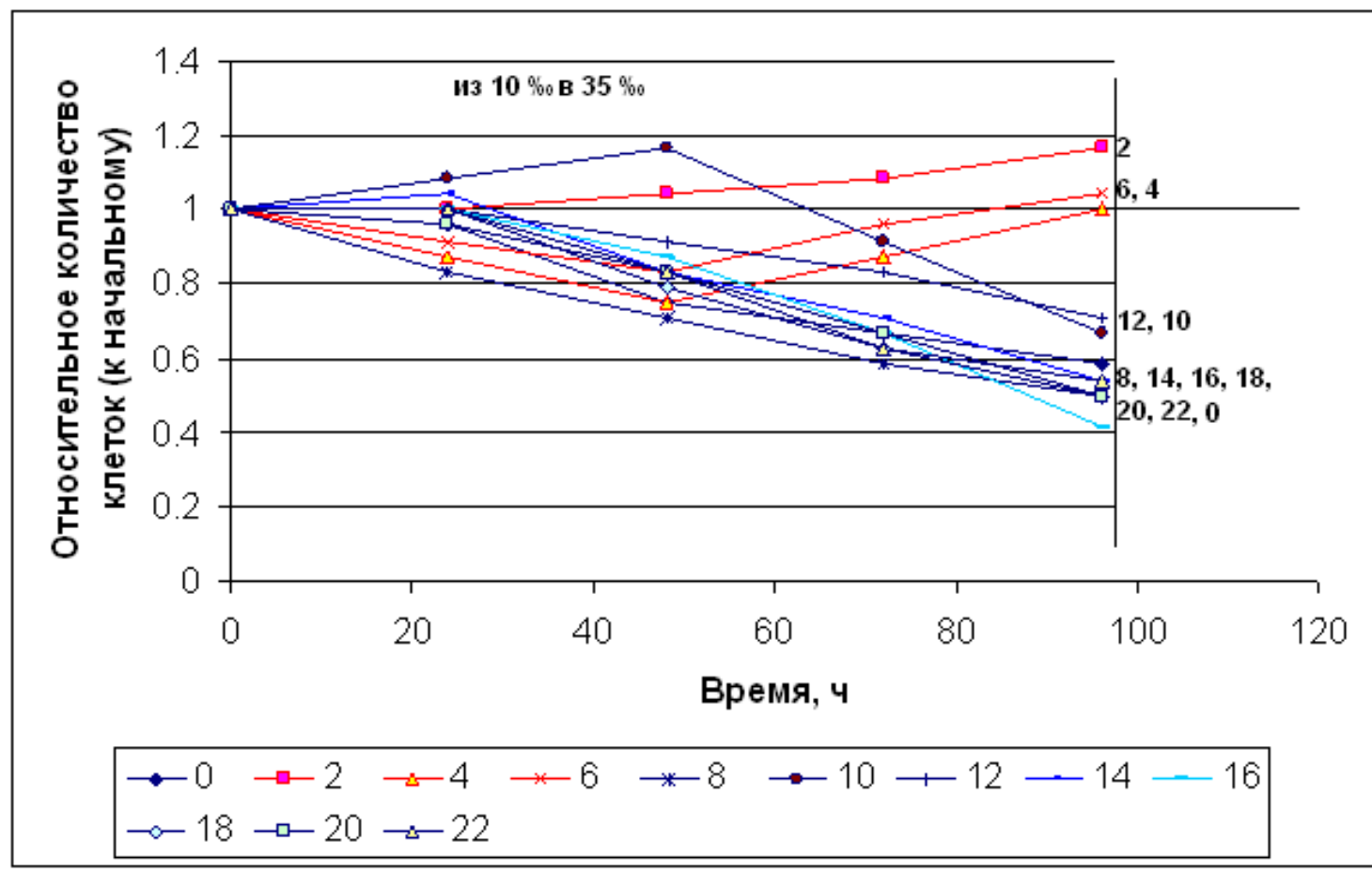




Изменение численности клеток инфузорий в разных сочетаниях растворов морской воды и маннита. Перенос клеток из среды 5‰ в среду с осмотическим давлением равным осмотическому давлению 10‰ морской воды. Горизонтальная линия на графике ( $Y=1$ ) соответствует начальной численности инфузорий в каждом микроаквариуме.



Изменение численности клеток инфузорий в разных сочетаниях растворов морской воды и маннита. Перенос клеток из пресной среды в среду с осмотическим давлением равным осмотическому давлению 10‰ морской воды. Горизонтальная линия на графике ( $Y=1$ ) соответствует начальной численности инфузорий в каждом микроаквариуме.

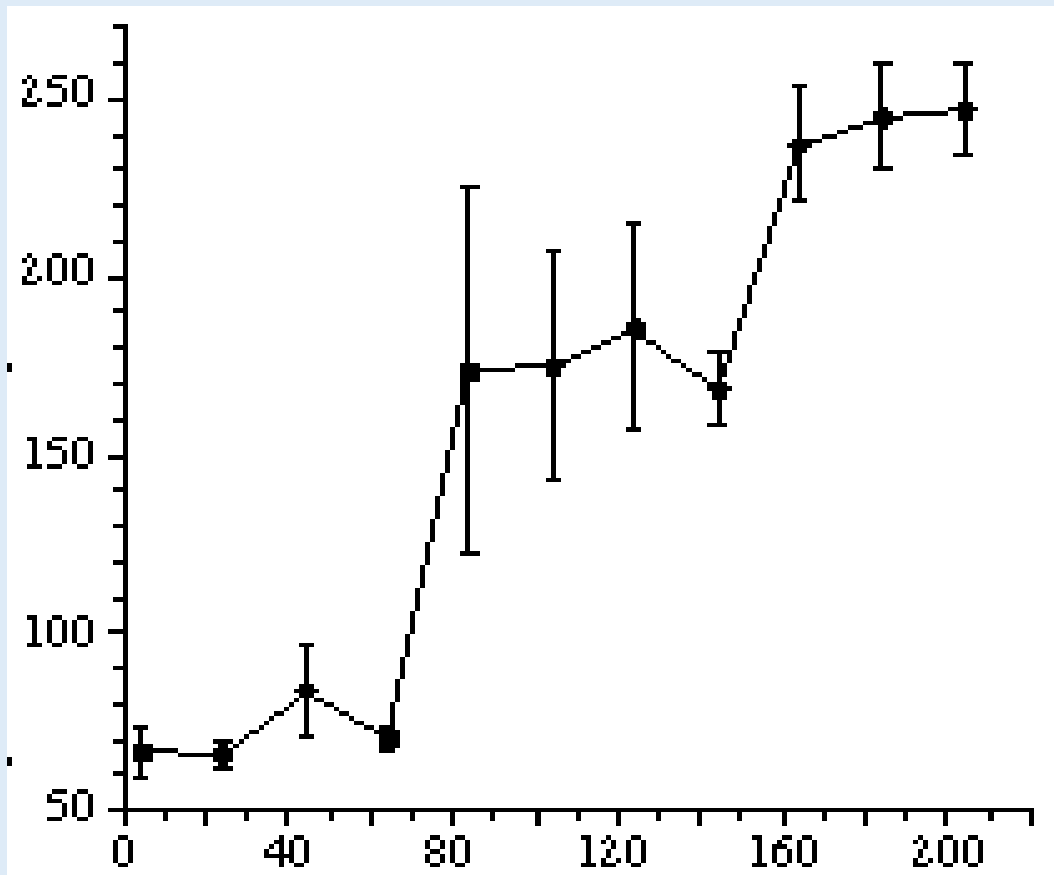


Изменение численности клеток инфузорий в разных сочетаниях растворов морской воды и маннита. Перенос клеток из среды соленостью 10‰ в среду с осмотическим давлением равным осмотическому давлению 35‰ морской воды. Горизонтальная линия на графике (Y=1) соответствует начальной численности инфузорий в каждом микроаквариуме.

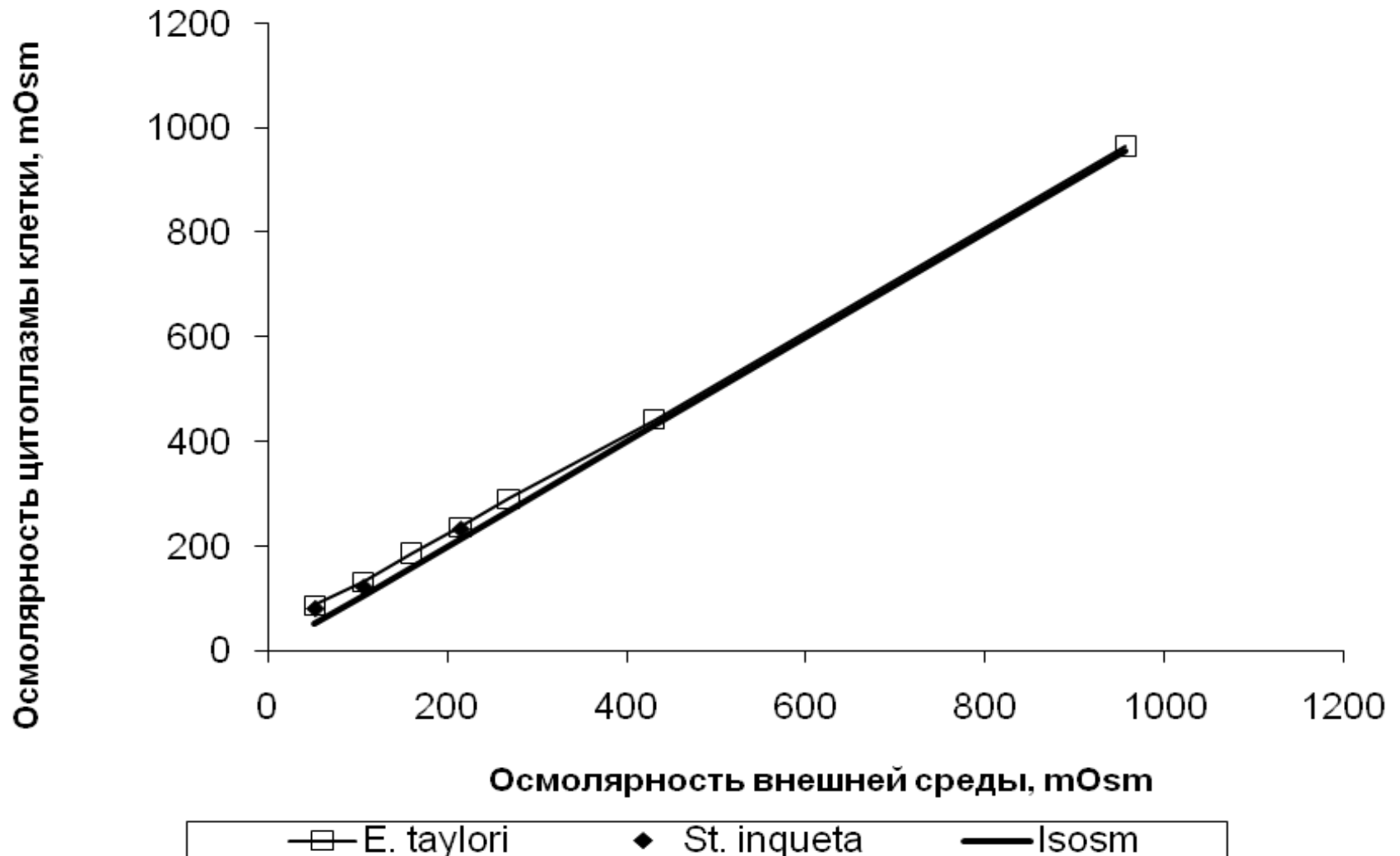
Соленость акклимации, ‰	Тестовая соленость, ‰	Максимальная концентрация маннита, ‰	Минимальная концентрация ионов, ‰
0	10	8.68	1.32 (0.3-2.14)
5	10	7.03	2.97 (1.16– 4.7)
10	10	9.43	0.57 (0.08-1.01)
0	20	18.28	1.72 (2.12-5.98)
5	25	10.93	14.07 (12.06-14.06)
10	35	2	33

Значения минимальной концентрации ионов морской воды, необходимой для жизнедеятельности клеточной популяции. В столбце (минимальная концентрация ионов, ‰) в скобках указан доверительный интервал ( $p < 0.05$ ).

Из литературных данных известно, что пресноводные инфузории способны поглощать ионы (в основном  $K^+$  и  $Cl^-$ ) из внешней среды для поддержания гиперосмотичности цитозоля. Исследования Сток (Stock et al., 2002) доказали, что пресноводные инфузории, помещенные в гипертонические условия, продолжают накопление ионов калия и хлора из среды приостановив их выделение через сократительную вакуоль. При переносе из пресной воды в гиперосмотические условия клетки только начинают накапливать необходимое количество ионов, поэтому их нужно больше, чем для инфузорий уже акклимированных к гипертоническим условиям, как в случае инфузорий акклимированных к 10‰.

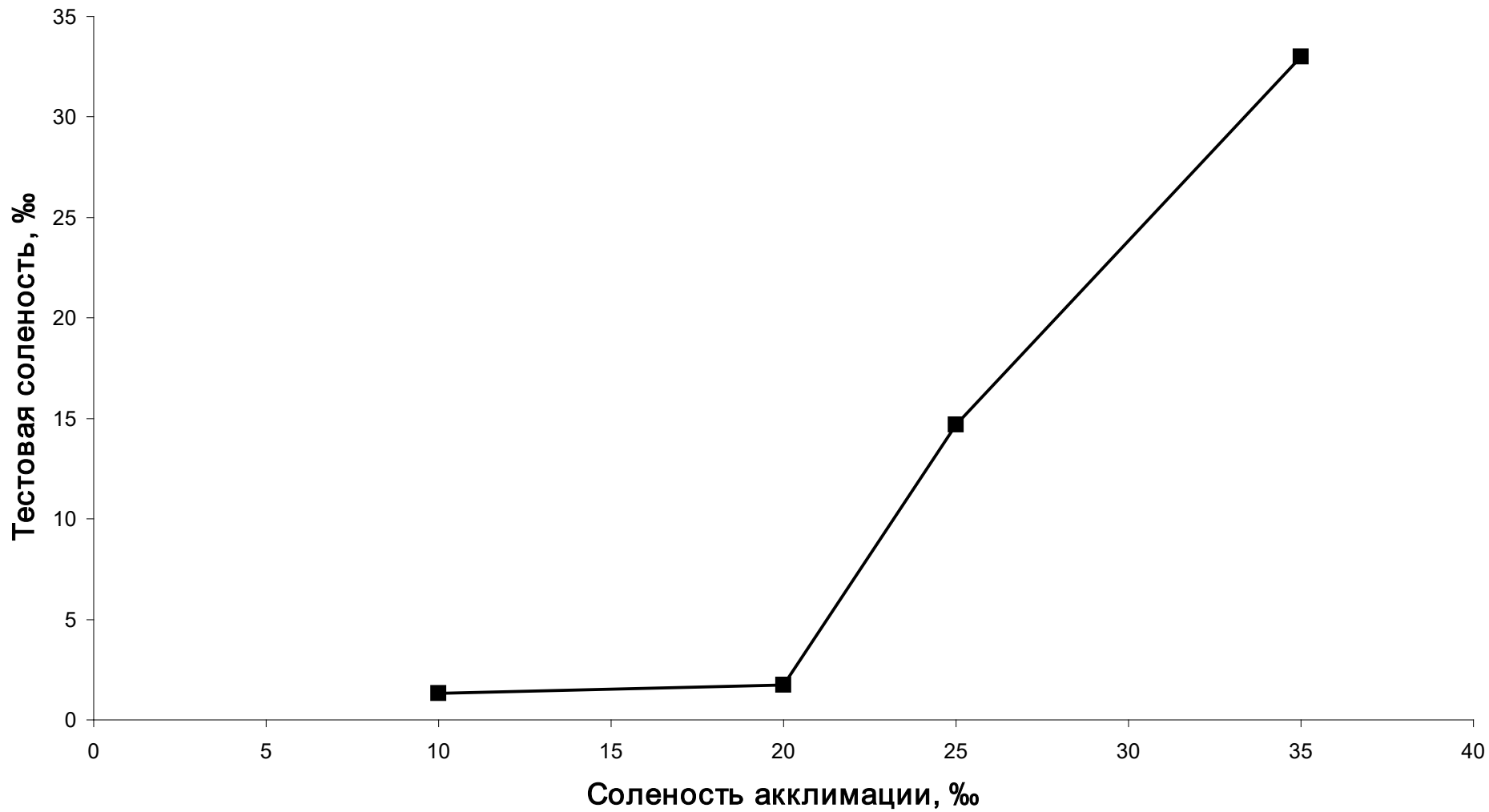


Изменение осмотичности цитозоля в зависимости от внеклеточной осмотичности у *Paramecium multimicronucleatum*. По оси абсцисс внеклеточная осмотичность (мОсм/л), по оси ординат осмотичность цитозоля (мОсм/л) (Stock et al, 2001).



Зависимость осмолярности цитоплазмы от осмолярности внешней среды для *Euplotes taylori* и *Steinia inquieta* (по Reuter, 1963).

## Необходимая концентрация морских солей для жизни *P. nephridiatum*





## Выводы

1. Необходимое для жизни количество солей различается для стадий гиперосмотической регуляции и осмоконформности.
2. В соленостном диапазоне, при котором осуществляется гиперосмотическая регуляция, необходимое для жизни количество солей составляет 1-3‰ и мало зависит от того, в какую соленость переносят внутри этого диапазона.
3. В диапазоне, в котором клетка является осмоконформной по отношению к внешней среде, необходимое количество солей линейно возрастает в зависимости от того, в какую соленость переносят организм.