

УДК 591.175.044.3

ЦИТОЛОГИЯ

Б. П. УШАКОВ, М. МИЛАНОВИЧ, С. ХАДЖИШЧЕ

ТКАНЕВАЯ ТЕПЛОУСТОЙЧИВОСТЬ ПЛАНАРИЙ И АЗЕЛЛИД ОЗЕРА ОХРИД В ЮГОСЛАВИИ

(Представлено академиком Б. Е. Быховским 20 VIII 1970)

Сравнительный анализ теплоустойчивости клеток животных оказался эффективным при решении вопроса о роли температурного фактора в формировании эндемичной фауны того или иного зоогеографического района (1). Так, например, сравнение клеточной теплоустойчивости моллюсков у эндемиков Байкала и у животных, обитающих в прилегающих к этому озеру водоемах, выявило важную роль пониженной температуры в формировании байкальской фауны (2). Исходя из этих данных представляло интерес провести аналогичную работу и с животными озера Охрид, расположенного в Македонии. Как и Байкал, Охрид является одним из немногих древних озер нашей планеты, фауна которых очень богата эндемичными видами животных (3).

Целью нашего исследования явилось сравнение тканевой теплоустойчивости нескольких эндемичных видов азеллид и планарий озера Охрид и его окрестностей и систематически близких им видов животных, обитающих в Ленинградской области.

Работа проводилась в июле — августе на гидробиологической станции в Охриде и в сентябре — октябре 1969 г. в Ленинграде. Большинство исследуемых нами эндемичных видов планарий и азеллид населяют не только само озеро Охрид, но и расположенные вокруг него многочисленные источники, где их собрать оказалось гораздо легче (табл. 1). Измеренная нами при отлове животных температура воды этих источников колебалась от 8 до 12°. Как правило, перед опытом животные выдерживались около недели при температуре 12°. Исключение составляли ослики — *A. gjorgjevići*, которые плохо переносили условия жизни в лабораторных условиях и поэтому использовались для работы сразу после отлова.

Методика определения тканевой теплоустойчивости значительно отличалась от обычной, так как определение проводилось не на изолированной ткани, а в системе целостного организма животного. Выбор этой методики был связан с особенностями объекта исследования, у которого приготовить препарат изолированной мышечной ткани не удается (планарии). С этой целью интактные животные погружались в сосуд с нагретой до определенной температуры ($\pm 0,1^\circ$) ключевой водой. Критерием теплоустойчивости служило время, вызывающее повреждение мышечной ткани под влиянием повышенной температуры. У водяных осликов о повреждении ткани судили по потере способности конечностей отвечать движением на электрическую стимуляцию. Для этого целые животные помещались на серебряные электроды портативного стимулятора и раздражались синусоидальным током (7). При этом фиксировали не исчезновение рефлекторного ответа, а отсутствие сокращений мышц на прямое раздражение, вызванное ветвлением сильного электрического тока (120 в). В первых опытах этот же метод исследования был использован и с планариями, у которых наблюдали за сокращениями, тела, вызванными электрическим раздражением. Эти опыты показали, что послед-

Характеристика объектов исследования

Вид, форма	Распространение	Место отлова
Азеллиды		
<i>Asellus gjorgjevići</i> Karaman	Эндемик оз. Охрид ⁽⁵⁾ и окрестностей	Оз. Охрид на глубине 80—150 м в Македонии
<i>Asellus remyi</i> Monod	Эндемик оз. Охрид ⁽⁵⁾ и окрестностей	Источник Студенчишта в Охриде в Македонии
<i>Asellus aquaticus arthrobra-</i> <i>nchialis f. balcanica</i> Kara- man	Центральные и Восточные Балканы ⁽⁶⁾	Источник Бей-Бунар возле Охрида в Македонии
<i>Asellus aquaticus</i> L.	Вся Европа ⁽⁶⁾	Озерки под Ленинградом
Планарии		
<i>Neodendrocoelum macula-</i> <i>tum</i> Stank et Kom.	Эндемик оз. Охрид ⁽⁹⁾ и окрестностей	Источник Святого Наума в Македонии
<i>Neodendrocoelum adenoda-</i> <i>ctylosum</i> Stank. et Kom.	Эндемик оз. Охрид ⁽⁹⁾ и окрестностей	Источник Градище, 20 км се- вернее Струги в Македонии
<i>Planaria montenegrina</i> (Mraz.)	Балканы, Альпы, Карпаты ⁽⁴⁾	Источник Бей-Бунар возле г. Охрида в Македонии
<i>Planaria torva</i> Schultze	Вся Европа ⁽⁴⁾	Оз. Врево Лужского района Ленинградской области

ние местные сокращения мышечной ткани прекращаются почти одновременно с распадом тела и тканей животных, вызванным нагревом. При этом отдифференцировать время, вызывающее полную потерю возбудимости мышечной ткани, от момента распада животного практически не удастся. Поэтому в последующей работе в качестве характеристики теплоустойчивости мышечной ткани планарий было использовано время действия повреждающей температуры, приводящее к распаду животного.

С каждым видом животных опыты ставились при нескольких температурах, причем последние подбирались с таким расчетом, чтобы в самой низкой из используемых температур тканевое повреждение развивалось бы не дольше, чем за 100 мин. (8). Число повторных опытов, выполненных при каждой температуре, равнялось 10. На основании полученных данных высчитывалось среднее время развития теплового повреждения ткани для ряда температур и полученные результаты наносились на логарифмический график.

На рис. 1 графически сопоставлена тканевая устойчивость трех видов рода *Asellus*. При этом широко распространенный в Европе вид *A. aquaticus* представлен двумя популяциями из Охрида и из-под Ленинграда. Из трех изученных видов наименьшей тканевой теплоустойчивостью обладает эндемичный для охридского озера вид — *A. gjorgjevići*. Второй исследованный нами эндемик — *A. remyi* по сравнению с широко распространенным видом *A. aquaticus* также характеризуется более низкой тканевой устойчивостью, однако различие между этими видами, хотя и достоверно, но не превышает по шкале температур 0,7—0,8°.

Из данных, представленных на том же рис. 1, следует, что исследованные нами две популяции *A. aquaticus* имеют разную устойчивость ткани. Можно, однако, предполагать, что выявленное различие имеет функциональный характер, так как эксперименты с охридской популяцией ставились в июле месяце, когда ослики интенсивно спаривались, в то время как с ленинградской популяцией они проводились в конце сентября, когда процесс размножения животных был завершен. У большого числа видов пойкилотермных животных обнаружено снижение теплоустойчивости клеток в репродуктивный период (9—12). В соответствии с этими данными оказалось, что именно охридские особи, находившиеся в

момент исследования в спаренном состоянии, характеризуются более низкой тканевой теплоустойчивостью (рис. 1).

Рис. 1 был составлен по суммарным данным, полученным на самцах и самках, так как половых различий в теплоустойчивости клеток пойкилотермных животных выявить, как правило, не удастся. Вместе с тем при работе с особями *A. aquaticus* из Охрида, и только в этой серии экспериментов, было замечено, что самцы и самки имеют неодинаковую теплоустойчивость ткани. Специальные опыты, поставленные отдельно на самцах и самках, подтвердили, что самки находившиеся перед опытом в спаренном с самцами состоянии, обладают достоверно более высокой тка-

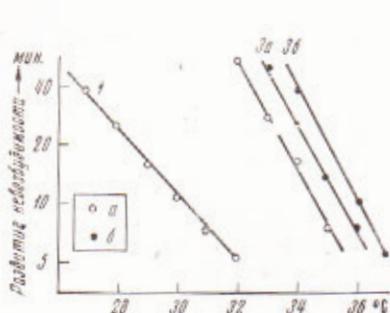


Рис. 1

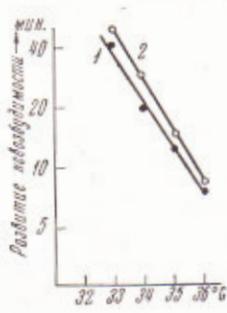


Рис. 2

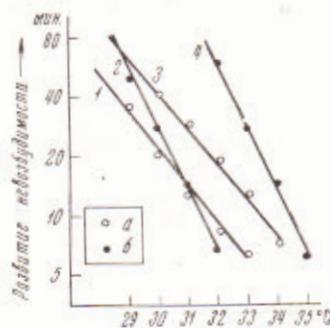


Рис. 3

Рис. 1. Теплоустойчивость мышечной ткани трех видов рода *Asellus*: 1 — *A. gjorgjevicii*, 2 — *A. gemyi*, 3a — *A. aquaticus* из Охрида, 3б — то же из под Ленинграда. а — эндемики Охрида, б — широко распространенные виды

Рис. 2. Теплоустойчивость мышечной ткани самцов (1) и самок (2) *A. aquaticus* в период спаривания

Рис. 3. Теплоустойчивость мышечной ткани планарий. а — виды эндемичного рода *Neodendrocoelum*, б — широко распространенного рода *Planaria*. 1 — *N. maculatum*, 2 — *P. montenegrina*, 3 — *N. adenodactylum*, 4 — *P. torva*

новой теплоустойчивостью (рис. 2). Различия в тканевой теплоустойчивости между полами в момент размножения животных уже были описаны на примере некоторых видов ящериц (¹⁴⁻¹⁵).

Сопоставление тканевой теплоустойчивости у планарий было проведено на представителях эндемичного рода *Neodendrocoelum*, с одной стороны, и широко распространенного рода *Planaria*, с другой (табл. 1). Оказалось, что животные обоих родов резко различаются по коэффициенту Вант Гоффа, что графически выражается в разном наклоне прямых, характеризующих тканевую устойчивость исследуемых видов (рис. 3). Это обстоятельство затрудняет сравнение уровней теплоустойчивости ткани у представителей планарий, принадлежащих к разным родам, так как соответствующие им прямые теплоустойчивости пересекаются. Очевидно, что особи широко распространенного в Европе вида — *Planaria torva* имеют самую высокую тканевую устойчивость: соответствующая этому виду прямая расположена в области более высоких температур (рис. 3). Значительно труднее произвести сравнительную оценку тканевой устойчивости второго вида этого же рода планарий — *Planaria montenegrina*. Его теплоустойчивость ткани близка таковой у эндемичных видов, относящихся к роду *Neodendrocoelum*. Это и не удивительно, так как *Planaria montenegrina* распространена в горных источниках Балкан, Альп и Карпат (⁴). Озеро Охрид, расположенное на высоте 700 м над уровнем моря, также характеризуется относительно низкой температурой воды. Только на короткое время летом и только у самого берега вода этого озера может прогреваться до 26°, в то время как на глубине 50 м и ниже она поддерживается круглый год на относительно постоянном уровне 5,6—6,2° (¹⁶).

Таким образом, опыты, поставленные с планариями и азеллидами, приводят к общему выводу о том, что хотя эндемики озера Охрид обладают пониженной тканевой теплоустойчивостью, которая находится в соответствии с относительно низкой температурой их обитания, различия в теплоустойчивости ткани между эндемичными видами и систематически близкими им видами планарий и азеллид, населяющих окрестные источники, в общем незначительны. Для выяснения генетической связи между фауной холодных источников района озера Охрид и эндемичной фауной самого озера представляется целесообразным более широкое изучение теплоустойчивости клеток и белков пойкилотермных животных, населяющих Македонию и другие республики Югославии.

Институт цитологии
Академии наук СССР
Ленинград

Поступило
10 VIII 1970

Биологический институт в Белграде
Гидробиологическая станция в Охриде

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ А. В. Жирмунский, В кн. Руководство по цитологии, 2, М.—Л., 1966, стр. 623. ² Т. А. Джамусова, Е. А. Шапиро, Журн. общ. биол., 21, 447 (1960). ³ S. Stanković, The Balkan Lake Ohrid and its Living World. Monographia Biologica, 9, Haag, 1960. ⁴ L. G. Dahm, Цит. по кн. J. Illies, Limnofauna Europae, Jena, 1967. ⁵ S. L. Karaman, Glasnik Biol. sekcije, Zagreb., Ser. II/B, 46 (1953). ⁶ Я. А. Бирштейн, Пресноводные ослики. Фауна СССР, Ракообразные, 7, в. 5, М., 1951. ⁷ В. И. Арзуманов, А. А. Кусакина, Цитология, 2, 501 (1960). ⁸ Б. П. Ушаков, Зоол. журн., 38, 1292 (1959). ⁹ Н. А. Шляхтер, Цитология, 3, 95 (1961). ¹⁰ И. Н. Дрегольская, Цитология, 4, 538 (1962). ¹¹ Ю. П. Алтухов, Цитология, 5, 241 (1963). ¹² L. Friedrich, Kieler Meeresforsch., 23, 105 (1967). ¹³ И. Н. Дрегольская, И. С. Чернокожева, Цитология, 12, 51, (1970). ¹⁴ E. Adensamer, Zs. vergl. Physiol., 21, 642 (1934). ¹⁵ Б. П. Ушаков, В сборн. Пробл. цитозкол. животных, М.—Л., 1963, стр. 51. ¹⁶ S. Stanković, S. Hadžić, Recueil des travaux. Station hydrobiol. Ohrid, № 1 (1953).