

УДК 577.929

**ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ ЛИНИИ
ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ И ПОВЫШЕННОЙ
ТЕМПЕРАТУРЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
НА СОДЕРЖАНИЕ ГЛИКОГЕНА
У ДВУСТВОРЧАТЫХ МОЛЛЮСКОВ**

© 2003 Т.Н. Картавых, В.Г. Подковкин¹

В работе изучалась изменчивость уровня гликогена в различных органах перловиц под влиянием излучения высоковольтной ЛЭП и повышенной температуры окружающей среды. Выдвигаются гипотезы относительно характера обнаруженных изменений.

Введение

Содержание гликогена в тканях животных является важным экологическим показателем. Дело в том, что при интенсивных воздействиях факторов окружающей среды у животных, в частности у млекопитающих, наблюдается стрессовая реакция. В ходе этой реакции у животных, помимо выброса различных регулирующих веществ, происходит повышение уровня глюкозы в крови, связанное с мобилизацией гликогеновых депо [3]. Иначе говоря, у млекопитающих при стрессе происходит понижение уровня гликогена в тканях, его запасующих. У моллюсков гликоген является основной энергетической субстанцией. В опыте [2] темп расходования гликогена возрастает с повышением температуры. В нашей работе исследовалось влияние электромагнитного поля ЛЭП на динамику содержания гликогена у моллюсков рода *Unio*. Мы предположили, что интенсивные магнитные воздействия могут вызывать в организме животных не только явные, но еще и скрытые изменения. Для выявления этих скрытых изменений мы использовали нагрузочные тесты, которые способствуют мобилизации защитных сил организма и на этом фоне проявлению последствий более слабых воздействий. В качестве нагрузки применяли воздействие повышенной температуры окружающей среды.

¹ Картавых Татьяна Николаевна (artemisiam@pisem.net), Подковкин Владимир Георгиевич (podkovkin@rambler.ru), кафедра биохимии Самарского государственного университета, 443011, г. Самара, ул. Акад. Павлова, 1.

Материалы и методы исследования

Эксперимент проведен на пресноводных двустворчатых моллюсках рода *Unio*. Для изучения электромагнитного воздействия были взяты пробы в реке Сок в районе ЛЭП вблизи села Красный Яр Самарской области. Исследуемые площади были удалены от источника излучения соответственно на 80, 120, 250 метров.

Для изучения комбинированного воздействия на организм перловиц магнитного поля и повышенной температуры окружающей среды в полевых условиях животных помещали в небольшие пластмассовые контейнеры с подогретой на солнце речной водой и грунтом. Применялся следующий режим воздействия: $T = 35\text{ }^{\circ}\text{C}$, длительность экспозиции 30 минут. Контрольную группу животных подвергали воздействию повышенной температуры на участках 1500 м от ЛЭП.

Для проведения биохимических исследований умерщвление двустворчатых моллюсков производилось непосредственно в полевых условиях путем погружения в жидкий азот. В лабораторных условиях у моллюсков извлекали часть мантии, жабры, мускул-замыкатель, мышечную ткань ноги и часть внутренностного мешка и определяли содержание гликогена [1]. Результаты подвергали статистической обработке при помощи критерия Стьюдента [7].

Результаты исследований и их обсуждение

При изучении данного признака у двустворчатых моллюсков нами были получены результаты, представленные в таблице.

Уровень гликогена в мантии перловиц, отловленных под проводами ЛЭП (отметка 0 м), превышает таковой на контрольной отметке вверх по течению на 27,4 %, уровень контроля вниз по течению — на 20,54 %, показатель на 250 м вверх по течению — на 25,99 %, 120 м вверх по течению — на 27,6 %. Показатель на отметке 120 м вниз по течению превышает контроль вниз по течению на 30,75 %. Вышеперечисленные результаты относятся к моллюскам, которые не подвергались воздействию повышенной температуры.

При повышении температуры окружающей среды до $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ нами отмечены изменения содержания гликогена в мантии перловиц. При подогреве воды, в которой содержались моллюски, отловленные на отметке 0 м, уровень гликогена в их мантии снижался на 22,07 % через 30 минут после начала воздействия. Также отмечено, что содержание гликогена после теплового воздействия у животных на отметке 0 м оказалось меньше, чем на отметке 250 м вниз по течению, на 38,26 %. Однако при нормальной температуре окружающей среды показатели на этих отметках не различались между собой. Сходные различия наблюдались между показателями

на уровне 250 м и контроля вниз по течению: контрольное значение было меньше на 56,6 %.

Полученные результаты мы объясняем следующим образом. Моллюски обитали под ЛЭП в течение всей своей жизни. Несомненно, что поколения перловиц, предшествующие данному, также всю свою жизнь обитали под этой ЛЭП. В литературе имеется понятие "генетической адаптации" [8], сущность которого выражается в следующем. В тех случаях, когда адаптивный процесс идет на протяжении многих поколений, в популяции могут происходить мутации регуляторных генов.

Таблица

Содержание гликогена в различных органах двустворчатых моллюсков, отловленных на разном удалении от высоковольтной линии электропередачи

Орган	Температура, °С	Гликоген, $\times 0,001$ мкмоль/мг белка $\times$ мин								
		Контроль вверх по течению	Расстояние от ЛЭП, м							Контроль вниз по течению
			250	120	80	0	80	120	250	
Мантия	35	44,21 $\pm 3,58$	37,93 $\pm 2,45$	44,93 $\pm 3,23$	38,95 $\pm 3,03$	37,32 $\pm 3,93$	46,23 $\pm 4,63$	46,95 $\pm 5,45$	51,6 $\pm 7,33$	32,95 $\pm 6,37$
	норм.	37,59 $\pm 2,88$	38,01 $\pm 3,33$	37,53 $\pm 3,59$	37,12 $\pm 8,39$	47,89 $\pm 2,36^*^{\wedge}$	41,18 $\pm 5,29$	51,75 $\pm 3,31^{\wedge}$	45,53 $\pm 5,56$	39,73 $\pm 2,48$
Жабры	35	12,51 $\pm 1,69$	8,25 $\pm 0,82^*$	14,98 $\pm 4,58$	12,36 $\pm 1,99$	5,47 $\pm 1,11^*^{\wedge}$	7,51 $\pm 1,52$	12,95 $\pm 1,81$	13,04 $\pm 1,17$	11,56 $\pm 2,78$
	норм.	11,04 $\pm 1,45$	8,31 $\pm 1,64$	8,86 $\pm 1,19$	11,59 $\pm 3,26$	11,75 $\pm 0,69^{\wedge}$	7,46 $\pm 1,51$	14,31 $\pm 3,79$	19,69 $\pm 1,13^{\wedge}$	7,64 $\pm 1,81$
Замы- катель	35	12,06 $\pm 1,62$	10,27 $\pm 1,37$	11,55 $\pm 2,07$	10,87 $\pm 2,38$	6,96 $\pm 0,41^*$	10,47 $\pm 2,24$	9,2 $\pm 0,54$	12,7 $\pm 4,16$	10,62 $\pm 2,59$
	норм.	12,64 $\pm 3,12$	11,03 $\pm 1,65$	10,02 $\pm 1,99$	11,04 $\pm 1,95$	9,49 $\pm 0,77$	10,44 $\pm 2,11$	13,47 $\pm 0,4$	11,26 $\pm 2,71$	10,47 $\pm 3,93$
Нога	35	17,18 $\pm 1,96$	17,57 $\pm 1,66$	16,63 $\pm 1,78$	13,13 $\pm 1,24^*$	17,64 $\pm 3,56$	17,87 $\pm 4,16$	25,66 $\pm 1,45^{\wedge}$	13,52 $\pm 2,49$	11,8 $\pm 2,2$
	норм.	15,44 $\pm 1,54$	23,98 $\pm 1,85^*$	18,4 $\pm 2,38$	19,06 $\pm 2,17^*$	19,54 $\pm 1,14^*$	16,04 $\pm 3,79$	21,53 $\pm 2,08$	22,29 $\pm 1,31^{\wedge}$	18,15 $\pm 1,77$
Внутрен- ний мешок	35	25,12 $\pm 3,06$	21,18 $\pm 2,13$	22,69 $\pm 3,16$	29,06 $\pm 12,81$	29,37 $\pm 8,79$	28,45 $\pm 7,39$	33,87 $\pm 6,69$	38,62 $\pm 15,53$	34,43 $\pm 9,9$
	норм.	33,07 $\pm 7,66$	28,08 $\pm 3,71$	22,15 $\pm 3,32$	38,18 $\pm 17,57$	19,18 $\pm 3,48^*$	26,02 $\pm 8,37$	29,66 $\pm 8,72$	33,7 $\pm 10,78$	29,57 $\pm 9,49$

Примечание: * — отличие от контроля 1 статистически достоверно;

^ — отличие от контроля 1 статистически достоверно.

Это, по мнению авторов, приводит к изменению базальных концентраций ферментов и других молекул, то есть к количественной макромолекулярной адаптации. В нашем случае "генетическая адаптация" выражается в преобладании содержания гликогена в мантии моллюсков, обитавших непосредственно под ЛЭП, над уровнем этого вещества у животных с других точек. Вероятно, в точке 0 м излучение весьма жесткое, и в плане адаптации к данному фактору в мантии перловиц аккумулируется значительное количество гликогена, то есть этот признак закрепился генетически.

Возможно, метаболизм животных в таких нетипичных условиях требует присутствия резервных запасов гликогена с тем, чтобы в определенные моменты происходило расходование его на энергетические нужды организма. Это согласуется с литературными данными, свидетельствующими о том, что гликоген содержится в тканях двустворчатых моллюсков в больших количествах и играет превалирующую роль в их энергетическом обмене [4, 6].

Можно предположить и другое объяснение высокого уровня гликогена у моллюсков, обитавших на отметке 0 м. Нами в главе 4 было отмечено, что вблизи ЛЭП численность моллюсков выше, чем в отдалении. Не исключено, что электромагнитное излучение является также привлекающим фактором для мелких гидробионтов, служащих пищей моллюскам. И в условиях, богатых кормом, у перловиц идет интенсивное запасание гликогена. Что касается накопления гликогена у животных, отловленных на отметке 120 м вниз по течению, то здесь может иметь место следующее. Распространение электромагнитного излучения в пространстве носит волнообразный характер, а во многих случаях оно весьма сложно и не поддается описанию из-за наложения действия других факторов. Возможно, в описываемой точке моллюски подвергаются сложному информационному воздействию [5], которое предписывает усиливать процессы аккумуляции энергетических ресурсов организма, и это способствует существенному накоплению гликогена в мантии.

Отмеченное нами снижение уровня гликогена у моллюсков в точке 0 м при повышении температуры может иметь следующее объяснение. Вероятно, здесь наличествует совместное действие двух факторов — жесткого излучения и повышенной температуры окружающей среды, которое вызывает реакцию, аналогичную стрессу у млекопитающих. Одно из проявлений данной реакции — усиленный расход гликогена как энергетической субстанции стрессового процесса.

Почему данный эффект не наблюдался в других точках? Как видно из таблицы, на отметках 120 м и контроля вниз по течению есть незначительное уменьшение содержания гликогена при повышении температуры окружающей среды, то есть наблюдается похожая тенденция. Но в точке 0 м она выражена более ярко, вероятно, потому, что здесь под действием тепловой нагрузки проявились скрытые изменения в организме моллюсков, вызванные воздействием излучения ЛЭП.

Распределение значений содержания гликогена в жабрах носит волнообразный характер. Вероятно, это связано с особенностями распределения излучения ЛЭП в пространстве, поскольку нами замечено, что изменения уровня гликогена в других органах подчиняются похожим закономерностям. Отмечено преобладание содержания гликогена в жабрах моллюсков при нормальной температуре на отметке 0 м над показателями в точках 250 м, 120 м вверх по течению, 80 м и контроль вниз по течению соответственно на 41,39, 32,62, 57,51 и 53,79 %. Уровень 0 м был ниже уровня

250 м вниз по течению на 67,57 %, а последний, в свою очередь, превышал значение контроля вниз по течению на 158,06 %, а значение 80 м вниз по течению на 163,94 %.

При изучении последствий повышения температуры окружающей среды для моллюсков были получены следующие результаты. Уровень гликогена в жабрах моллюсков, отловленных в точке 0 м, снизился относительно значения при нормальной температуре на 53,44 %. В точке 250 м вниз по течению произошло аналогичное снижение показателя на 33,77 %.

Обнаружено, что при нормальной температуре в замыкателе моллюсков, обитавших в точке 0 м, содержание гликогена ниже, чем у моллюсков с точки 120 м вниз по течению при тех же условиях, на 29,47 %. При повышении температуры окружающей среды содержание гликогена у моллюсков, отловленных на вышеупомянутых участках, снижается: в точке 0 м — на 26,73 %, в точке 120 м вниз по течению — на 31,62 %. Отмеченный выше волнообразный характер распределения значений данного показателя для мускула-замыкателя выражен менее ярко, чем для жабер. Других статистически значимых различий для замыкателя не отмечено.

При исследовании зависимости уровня гликогена в ноге перловиц от магнитного и температурного воздействия получены следующие результаты. При нормальной температуре у животных, отловленных непосредственно под ЛЭП, изучаемый показатель превышал значение контроля вверх по течению на 26,55 %. Уровень 250 м вверх по течению превысил контроль в том же направлении на 55,31 % и уровень 0 м на 22,72 % в направлении вниз по течению. Уровень гликогена на отметке 250 м вниз по течению превысил контроль на 22,81 %. После повышения температуры окружающей среды до 350 °С уровень гликогена у моллюсков на отметке контроля вниз по течению понизился на 34,98 %, на расстоянии 250 м вниз по течению от ЛЭП — на 39,34 %, на расстоянии 80 м вверх по течению — на 26,73 %.

Уровень гликогена во внутренностном мешке моллюсков на отметке контроля вверх по течению при нормальной температуре превышал данный показатель у моллюсков, обитавших на нулевой отметке, на 42 %. При повышении температуры окружающей среды отмечено снижение изучаемого показателя у моллюсков, отловленных на расстоянии 250 м вверх по течению, на 24,57 %. Картина распределения содержания гликогена во внутренностном мешке перловиц сглажена по сравнению с другими органами, поскольку имеет место более выраженный разброс значений. Мы полагаем, что здесь имеет место взаимное наложение показателей уровня гликогена в тех тканях, из которых, собственно, и состоит внутренностный мешок как исследуемое нами образование. Более четкие различия в других тканях обусловлены, скорее всего, большей гомогенностью их состава.

Литература

- [1] Большой спецпрактикум по биохимии / Сост. Н.А. Кленова. Самара: Изд-во СамГУ, 1996. 87 с.
- [2] Гинецинская Т.А., Оксова Е.М. Сезонная динамика гликогена в тканях моллюска *Coretus corneus*// Моллюски. Основные результаты их изучения. Л.: Наука, 1979. С. 148.
- [3] Меерсон Ф.З., Пшенникова М.Г. Адаптация к стрессовым ситуациям и физическим нагрузкам. М.: Медицина, 1988. 253 с.
- [4] Никитина С.М. Стероидные гормоны беспозвоночных животных. М., 1982. С. 25–42.
- [5] Пресман А.С. Электромагнитные поля в биосфере. М.: Знание, 1971. 63 с.
- [6] Скарлато О.А., Старобогатов Я.И. Методы изучения двустворчатых моллюсков. Л.: Изд-во Зоолог. института АН СССР, 1990.
- [7] Фролов Ю.П. Математические методы в биологии. ЭВМ и программирование: теоретические основы и практикум. Самара: Изд-во СамГУ, 1997. 265 с.
- [8] Хочачка П., Сомеро Дж. Биохимическая адаптация// Пер. с англ. М.: Мир, 1988. 567 с.

THE EFFECT OF TRANSMISSION LINE'S ELECTROMAGNETIC FIELD AND HIGH AMBIENT TEMPERATURE ON THE CONTENT OF GLYCOGEN IN BIVALVES

© 2003 T.N. Kartavykh, V.G. Podkovkin²

Variation of glycogen content in organs of mollusks under the influence of transmission line's electromagnetic emission and warming is studied. The hypotheses to explain the character of these variations are proposed.

Поступила в редакцию 23/IX/2003.

² Kartavykh Tatiana Nikolaevna (artemisia@pisem.net), Podkovkin Vladimir Georgievich (podkovkin@rambler.ru), Dept. of Biochemistry, Samara State University, Samara, 443011, Russia.