

О РОЛИ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ В МЕХАНИЗМЕ ВЛИЯНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА НА РЫБ

Б. В. Краюхин и М. А. Литвинова

Как установлено, рыбы обладают большой чувствительностью к электрическому току. В недавно вышедшей работе А. Т. Миронова (1948) показывается, что рыбы, повидимому, реагируют даже на колебания природного электрического тока, существующего в море.

Высокая чувствительность рыб к электрическому току явилась основанием для использования его в рыбодобывающей промышленности.

Установленные физиологами различные стадии влияния тока на рыб дают основание для того или иного использования его. При помощи электрического тока в зависимости от его плотности можно, вызывая явление раздражения, отпугивать рыбу, вызывая явление гальванотаксиса — управлять ее движением, вызывая явление электронаркоза — временно сделать ее неподвижной и, наконец — убить ее.

Однако электрический ток для рыбохозяйственных целей (глушения рыбы, электрозаграждений для отвода рыбы от опасных мест, увеличения уловистости сетных орудий лова и др.) в практике еще не применяется, так как это оказалось или невыгодным в экономическом отношении или слишком сложным в эксплуатации.

Нельзя не признать вместе с тем, что сделано в этом отношении еще очень мало, несмотря на то, что применение электрического тока для рыбодобычи сулит большие перспективы, особенно в сочетании с общепринятыми орудиями лова.

В качестве примеров, показывающих, что применение электрического тока для рыбодобычи заслуживает серьезного внимания и, несомненно, имеет большие перспективы, мы ограничимся лишь указанием на две работы, опубликованные в последние годы.

В упомянутой выше работе А. Т. Миронов указывает, что в огороженном пространстве им осуществлялось „полное управление

поведением рыб при помощи тока: можно было собирать рыб в плотные стайки, удерживать их на месте, передвигать в любом направлении с различными скоростями (речь идет об опытах на Мурмане с мурманской сельдью—Б. К. и М. Л.).

„В открытых же заливах удавалось передвигать большие косяки сельди в 20 и 50 т и удерживать их на месте электрическим током так прочно, что отогнать их не было никакой возможности“.

Крайне интересным и ценным является также сообщение инж. Чернигина о производственных опытах лова лососевых во время хода их на нерест при помощи рыбонасоса, причем в этих опытах было использовано явление гальванотаксиса.

Инж. Чернигин пишет: „В 1944/45 г. мною в Озерновском рыбокомбинате Камчатки были проведены опыты по выяснению условий возникновения электротаксиса у лососевых пород и возможности его использования для промышленной добычи рыбы в сочетании с новым механическим разгрузателем-рыбонасосом...

...Каким же путем достигается у рыбы электротаксис? Если металлический наконечник всасывающего шланга рыбонасоса соединить с плюсовым проводником электротока, т. е. сделать его анодом, а в качестве катода использовать один или несколько металлических листов, поставленных на некотором расстоянии от анода, то между ними образуется электрическое поле. Придавая определенное значение этому полю, у проходящей через него рыбы можно вызвать электротаксис. Под действием тока рыба сама подходит к наконечнику рыбонасоса и здесь попадает в зону эффективного всасывания. Засасывающее действие агрегата мгновенно, и поэтому рыба, не успев „притти в себя“, оказывается выброшенной на рыбоприемный плот...

...За 11 часов испытаний электроловом было добыто 25 ц горбуши и красной“.

Базой для практического рыбохозяйственного использования электрического тока должны служить физиологические исследования. Однако и в области физиологических исследований, несмотря на довольно большое число их, сделано далеко еще не все. Особенно неудовлетворительны наши знания о физиологическом механизме влияния электрического тока на рыб.

Установлено, что при одной и той же плотности тока более крупные рыбы чувствительнее к току, чем более мелкие, что в зависимости от плотности тока наблюдается ряд стадий его влияния (первичная реакция, явление гальванотаксиса, электропаркоз, смерть); что наиболее уязвимыми для тока в организме являются дыхательный центр и сердце; что рыбы одинакового размера, но разных видов реагируют на электрический ток по-разному и т. д.

Последнее обстоятельство отмечено многими исследователями, но не получило, однако, никакого объяснения.

Б. В. Краюхиным и Н. В. Бодровой (1948) при изучении влияния электрического тока на некоторых морских рыб на Севасто-

польской биологической станции в 1941 г. также было установлено подобное явление, причем *Raja clavata* по сравнению с рядом других рыб оказались наименее чувствительными к току. Ими было высказано тогда мнение, что *Raja clavata* обладают своеобразным „иммунитетом“, невосприимчивостью к электрическому току, но более глубокого физиологического анализа данного явления также не было дано.

Занимаясь в настоящее время изучением возможности применения электрического тока для некоторых рыбохозяйственных целей, мы провели исследования по изучению физиологического механизма влияния электрического тока на рыб.

Нами проведены опыты по длительному воздействию тока на рыб, выяснена причина гибели их при этом, изучено влияние тока на различные отделы нервной системы и т. д.

Результаты наших исследований дали нам основание сделать вывод о том, что в механизме влияния тока решающее значение имеет воздействие его на нервную систему, но не только на центральную, а и на периферическую.

Наши опыты показали, в частности, что рыбы, обладающие более развитой сетью нервных окончаний в коже, более чувствительны к электрическому току.

Выключение одних только кожных рецепторов путем анестезии их по Н. В. Пучкову (1940) значительно ослабляло влияние электрического тока.

Таким образом, мы получили данные (подробно анализировать которые мы не имеем возможности в настоящем сообщении), указывающие, во-первых, на то, что нервная система обладает специфической чувствительностью к электрическому току и, во-вторых, что одним из существенных компонентов в механизме влияния тока, несомненно, является мощное рефлекторное воздействие его на центральную нервную систему.

Как нами установлено, под током, особенно при небольших его плотностях (в раздражающей стадии), прежде всего происходит повышение возбудимости периферических рецепторов.

В этом, по нашему мнению, и заключается причина „видовой“ чувствительности рыб к электрическому току — чем больше в коже рыбы нервных окончаний (при прочих равных условиях), тем рыба чувствительнее к току.

Наши опыты показали, следовательно, что организмы с более развитой нервной системой, и в том числе периферической, и особенно с более развитой сетью нервных окончаний в коже, более чувствительны к электрическому току.

Получив эти данные, мы при постановке настоящего исследования, проведенного на Карадагской биологической станции Академии наук Украинской ССР летом 1948 г., поставили своей задачей, с одной стороны, получить данные о чувствительности к электрическому току некоторых морских рыб, особенно кефали, а с другой стороны, сравнить действие электрического тока на

рыб и на организм с более примитивно устроенной нервной системой.

Для осуществления второй задачи было проведено детальное изучение влияния электрического тока на мальков кефали и ланцетника.

Ланцетник нами был избран потому, что он, будучи наиболее просто организованным представителем типа низших хордовых животных, имеющих некоторое сходство с рыбой, обладает по сравнению с ней более примитивно устроенной центральной и периферической нервной системой и, в частности, чувствительной рецепцией.

Нами изучена также первичная реакция и явление гальванотаксиса у 13 видов рыб различных размеров. Для некоторых видов определена смертельная плотность тока. В связи с отсутствием на станции переменного электрического тока исследовалось лишь влияние постоянного тока.

При исследовании рыбы и ланцетник помещались в небольшие стеклянные аквариумы с морской водой, электроды употреблялись графитовые, регулировка напряжения производилась при помощи реостатов. В качестве источника тока служили аккумуляторы и сухие батареи.

Расстояние между электродами всегда было постоянным, высота воды также. Плотность тока вычислялась в ма на 1 см^2 электродов.

Кроме того, вычислен градиент потенциала по формуле $E = U:L$, где E — градиент потенциала, U — величина напряжения на электродах, v , L — длина рыбы, см .

Полученные нами данные о чувствительности к электрическому току кефали и ланцетника приведены в табл. 1.

Из этих данных можно сделать два основных вывода: во-первых, что как у кефали, так и у ланцетника с увеличением размера (длины) тела чувствительность к электрическому току возрастает; во-вторых, что мальки кефали вообще чувствительнее к электрическому току, чем ланцетник.

В табл. 2 сравнивается чувствительность к электрическому току мальков кефали и ланцетника одинаковой длины.

Как видно из этой таблицы, первичная реакция у ланцетника вызывалась при плотности тока почти в пять раз большей, чем у мальков кефали, а явление гальванотаксиса — в полтора раза. Смерть под током наступала у мальков кефали при напряжении на электродах 8—9 v через 2,5—3 мин., а у ланцетника — при напряжении 10—16 v через 5—6 мин., при прочих равных условиях.

Полученные нами данные на мальках кефали и ланцетнике подтверждают наши наблюдения на различных морских и пресноводных рыбах, которыми установлено решающее значение степени развития нервной системы в механизме влияния электрического тока на водных животных.

Опыты, проведенные нами на Карадагской биологической стан-

Таблица 1

Чувствительность к электрическому току кефали и ланцетника

Длина см	Живой вес г	Первичная реакция		Явление гальвано- таксиса		Число опытов
		Плотность тока в <i>ма</i> на 1 см ² электродов	Градиент потенци- ала <i>Е</i> в <i>в</i> на 1 см длины	Плотность тока в <i>ма</i> на 1 см ² электродов	Градиент потенци- ала <i>Е</i> в <i>в</i> на 1 см длины	

Mugil auratus—кефаль

2,5	0,13	0,28	0,85	2,04	1,8	6
3,0	0,20	0,24	0,67	1,45	1,3	8
3,8	0,45	0,22	0,58	1,32	1,1	6
5,2	0,80	0,21	0,54	1,17	0,8	5
10,5	9,20	0,14	0,28	0,75	0,46	10
11,0	9,85	0,12	0,27	0,70	0,45	8

Branchiostoma lanceolatum—ланцетник

3,2	0,08	1,33	1,4	2,27	2,0	7
3,5	0,09	1,24	1,2	2,22	1,9	8
3,8	0,11	1,03	1,1	2,02	1,7	8
4,0	0,13	0,98	1,0	1,82	1,3	6

Таблица 2

Сравнение чувствительности к электрическому току мальков кефали и ланцетника одинаковой длины

	Длина см	Первичная реакция		Явление гальвано- таксиса		Коли- че- ство опы- тов
		Плотность тока <i>ма</i>	Градиент потенци- ала <i>в</i>	Плотность тока <i>ма</i>	Градиент потенциала <i>в</i>	
Кефаль	3,8	0,22	0,58	1,32	1,1	6
Ланцетник . . .	3,8	1,03	1,10	2,02	1,7	8

ции, показавшие громадную разницу в чувствительности к электрическому току мальков кефали и ланцетника, мы относим исключительно за счет более примитивного строения центральной и периферической нервной системы у последнего.

Лаборатория физиологии
водных организмов
Институт гидробиологии
Академии наук Украинской ССР

ЛИТЕРАТУРА

- А. Т. Миронов, Электрический ток в море и действие тока на рыбу. Тр. Морского гидрофизического ин-та, т. I, 1948, АН СССР.
Инж. Н. Чернигин, Электролов, Известия ТИНРО, 1947.
Н. В. Бодрова и Б. В. Краюхин, О влиянии электрического тока на некоторых морских рыб, Сб. памяти А. В. Леонтовича, 1948, АН УССР.
Н. В. Пучков, О роли нервной системы в явлении „простуды“ рыб и амфибий, Тр. Моск. технич. ин-та рыбной промышл. и хозяйства, вып. 3, 1940.