

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МОРФОЛОГИЯ

Г. ШТРАЙХ и Е. СВЕТОЗАРОВ

**ЗНАЧЕНИЕ ВНЕШНИХ ФАКТОРОВ В ПОЛОВОМ ЦИКЛЕ  
ХОЛОДНОКРОВНЫХ**

(Представлено академиком И. И. Шмальгаузенем 25 IX 1940)

Формообразовательные процессы у взрослых животных в большинстве случаев носят циклический характер. Признаки и особенности функции, возникающие в результате этих процессов, имеют значение как для сохранения жизни особи, так и для продолжения рода. К таким процессам в первую очередь должны быть отнесены периодически возникающая способность к размножению, со всем комплексом сопровождающих его явлений (брачные игры, постройка гнезд, воспитание потомства и т. д.), смена покровов и часто сопутствующее ей явление смены признаков покровов. В подавляющем большинстве случаев причинно связанная с гонадами смена покровов и их признаков приурочивается к определенному этапу размножения. Эти формообразовательные процессы обуславливают развитие признаков и особенностей, осуществляющих связь организма с внешней средой и, следовательно, в первую очередь подвергающихся действию естественного отбора. Это действие проявляется в модификациях подобных признаков и в смещении времени размножения, являющихся важным моментом в изоляции дивергирующих групп животных или дальнейшего развития адаптивных особенностей. Вскрытие механизма этих процессов приобретает тем самым существенное значение как с точки зрения анализа осуществляющих соответствующее морфогенное действие внутренних факторов, так и исследования обуславливающих периодичность этого действия причин, несомненно, связанных с внешними условиями. Следовательно, именно в отношении этих циклических процессов должна особенно отчетливо проявиться связь между внешними и внутренними факторами развития.

Интересующий нас вопрос достаточно полно исследован на теплокровных животных, особенно на птицах. В отношении этих форм в настоящее время уже вскрыт гормональный механизм, обуславливающий цикличность указанных выше формообразовательных процессов, и с почти исчерпывающей полнотой изучено действие внешних факторов, под контролем которых этот гормональный механизм находится (<sup>5,6</sup>).

Казалось бы, что у холоднокровных животных, у которых действие внешних факторов во всех отношениях проявляется особенно отчетливо, зависимость между этими факторами и циклическими процессами должна обнаружиться еще с большей легкостью. Между тем в отношении основного явления—зависимости половой цикличности от света до настоящего

времени по холоднокровным количество данных еще очень незначительно и результаты соответствующих исследований противоречивы. В отношении амфибий до настоящего времени с положительным результатом не опубликовано ни одного исследования.

В какой мере указанное обстоятельство свидетельствует о наличии у холоднокровных животных иного механизма половой периодичности и других циклических формообразовательных процессов? Как нам кажется, такое предположение противоречит бесспорно доказанным фактам существования у таких животных гормональной обусловленности этих процессов. В отношении полового цикла имеются совершенно убедительные данные, свидетельствующие о сходной с теплокровными зависимости между гонадами и гипофизом. Для амфибий, в частности, Giusti et Houssay (1923) доказано (2), что при удалении гипофиза у *Bufo marinus* наступает стойкая атрофия семенников; наоборот, при ежедневной имплантации гипофиза достигается полная активация яичников у *Rana pipiens* в период нормальной депрессии гонад (Wolf, 1929). Реактивность гипофиза амфибий на воздействие светом доказывается опытами Florentin и Stutinsky (1). При содержании лягушек в темноте в течение 1—7 дней в гипофизе наблюдается сильная хромофилия с значительным преобладанием эозинофильных клеток. Число базофилов, наоборот, уменьшается, и к 7-му дню они почти полностью исчезают. Увеличенная против нормы длительность освещения приводит к обратным результатам, к обеднению гипофиза эозинофилами и увеличению базофильных элементов, с которыми, как известно, связывается выработка гипофизом гонадотропного гормона (4). Наличие всех звеньев механизма, обуславливающего половую периодичность у теплокровных, доказывается, таким образом, точными опытами и в отношении амфибий. В этой связи есть все основания предполагать, что при учете всех прочих факторов гонадостимулирующее действие света должно обнаружиться и в этом случае. В целях проверки этого предположения нами были поставлены опыты по активации светом полового цикла у *Rana temporaria*.

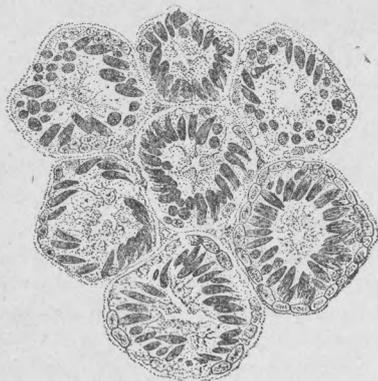
Животные были пойманы 15 I в окрестностях Москвы и с этого момента содержались в лаборатории при температуре около 15°. Для опыта использовались экземпляры примерно одинакового веса. 8 II отобранный материал был разделен на 2 группы, из которых одна служила контролем и подвергалась освещению постоянной длительности (9 час.); другая группа находилась в условиях искусственно удлиняющегося дня. Для этой цели с начала опыта длительность освещения, равная в норме 8 час. 45 мин., увеличивалась на 15 мин. ежедневно до тех пор, пока не достигла 14 час. (28 II). В норме такая экспозиция имеет место лишь 15 IV. К началу опыта и в его конце из каждой группы было забито по 6 животных (3 самца и 3 самки). Половые железы взвешивались, фиксировались и в дальнейшем обрабатывались гистологически.

Нормальный половой цикл у *Rana temporaria* подробно изучен Sklower (3). Вскоре после спаривания вес половых желез самцов резко снижается и затем постепенно возрастает, достигая максимума к началу августа. За этот период времени происходит интенсивный сперматогенез и уже к осени в семенниках содержится большое количество сперматозоидов. Изменения в яичниках в общем носят аналогичный характер. Нами по этому поводу получены следующие данные (см. таблицу).

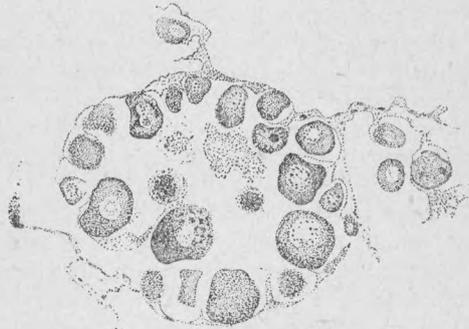
К началу опыта (8 II) вес семенников составлял 0,180 г. В семенных канальцах содержалось большое количество зрелых спермиев (см. фиг. 1), т. е. уже в феврале состояние гонад у самцов приближалось к наблюдающемуся в период размножения. За время опыта как у контрольных животных, так и у находившихся под воздействием добавочного освеще-

Дата	Общий вес в г		Абсолютный вес гонад в г		Относительный вес гонад в %	
	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀
8 II . . . . .	29,6	24,3	0,180	0,300	0,61	1,23
Контроль 28 II . . . . .	31,7	28,4	0,195	1,00	0,61	3,98
Опыт 28 II . . . . .	30,4	26,1	0,200	3,300	0,66	12,75

ния существенных изменений в состоянии семенников не произошло. Таким образом по самцам отсутствие эффекта в данном случае связано с нахождением их в стадии почти полной активности. Поскольку это состояние достигается еще к осени предыдущего года, будучи стимулировано светом в течение летних месяцев, очевидно, что окончательное дозревание гонад и соответ-



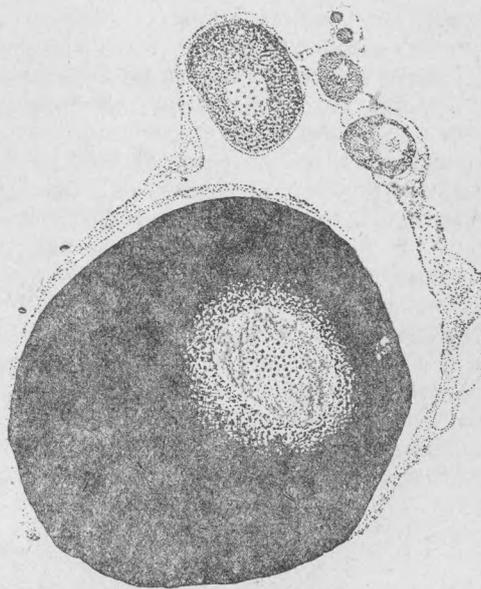
Фиг. 1. Семенник *R. temporaria*. Контроль 8 II, увел.  $\times 150$ , рис. апп. Abbe.



Фиг. 2. Яичник *R. temporaria*. Контроль 8 II, увел.  $\times 20$ , рис. апп. Abbe.



Фиг. 3. Яичник *R. temporaria*. Контроль 28 II, увел.  $\times 20$ , рис. апп. Abbe.



Фиг. 4. Яичник *R. temporaria*, опыт 28 II, увел.  $\times 20$ , рис. апп. Abbe.

ствующая подготовка к размножению (развитие мозолей и рефлекса обхватывания) осуществляется иными факторами.

Строение половых желез самок к началу опыта соответствовало обычному зимнему состоянию покоя (см. фиг. 2). Рост овоцитов практически не наблюдался. Все яичники были заполнены мелкими, не пигменти-

рованными (за редким исключением) яйцеклетками. Удлинение длительности освещения вызывает совершенно отчетливое ускорение развития яичников. Стимуляция обнаруживается как в десятикратном увеличении веса гонад (с 0,300 до 3,300 г), так и в значительном продвижении овогенеза у опытных животных по сравнению с контрольными. Хотя развитие гонад наблюдалось и у контрольных животных, у самок, подвергавшихся воздействию светом, максимальный размер уже сильно пигментированных яйцеклеток значительно превышал величину находившихся в постоянных световых условиях, а отложение пигмента протекало значительно интенсивнее (см. фиг. 3 и 4).

Хотя, таким образом, действие света на самках обнаруживалось достаточно ясно, попыток к спариванию не наблюдалось и откладка икры не происходила. Это обстоятельство не может стоять в связи с температурными и световыми условиями содержания, поскольку в природе температура воды и длительность освещения не превышают установленных в наших опытах. Остается предположить, что конечные стадии развития гонад стимулируются иными факторами, к числу которых в первую очередь следует отнести обстановку, в которой в природе осуществляется размножение и, возможно, питание. Это подтверждается лабораторной практикой: как известно, даже у животных, пойманных непосредственно перед размножением, икротетания, как правило, не происходит. Откладывают икру в лабораторных условиях лишь те лягушки, которые уже спарились в природе или же дополнительно стимулировались имплантацией гипофиза. Это обстоятельство, таким образом, не позволяет использовать откладку икры как критерий при оценке гонадостимулирующего действия света на амфибий. При учете гистологического строения гонад это действие проявляется, однако, совершенно отчетливо. Поскольку у самцов развитие семенников в основном осуществляется в течение времени, непосредственно следующего за размножением, естественно, что модификация светового режима следующей весной уже не может привести к существенным изменениям в состоянии гонад. Отсюда следует, что наиболее эффективным воздействием светом должно быть в весенне-летние месяцы, в период интенсивного нового развития гонад после размножения.

Указанные особенности нормального полового цикла амфибий позволяют им наиболее оптимально использовать для размножения первые весенние дни, максимально сократив промежуток времени между пробуждением и окончательным созреванием гонад. Характерно, что у ряда зимоспящих млекопитающих (летучая мышь, суслик и т. д.) обнаруживаются эти же особенности полового цикла, очевидно, стоящие в связи со спячкой, поскольку на это время такие животные изолированы от действия солнечных лучей. Животные, не впадающие в спячку, постоянно подвергаются гонадостимулирующему действию удлиняющегося дня и этой особенностью полового цикла не обладают.

Лаборатория механики развития  
Института экспериментальной морфологии  
Академии Наук СССР  
Институт экспериментального морфогенеза  
Московского государственного университета

Поступило  
31 VII 1940

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> P. Florentin et F. Stutinsky, C. R. Soc. Biol., 122 (1936).  
<sup>2</sup> L. Ciustia. B. A. Goussay, C. R. Soc. Biol., 91 (1924). <sup>3</sup> A. Sklower, ZS. vergl. Physiol., 2, 474—523 (1925). <sup>4</sup> F. Stutinsky, C. R. Soc. Biol., 1923 (1936). <sup>5</sup> Е. Светозаров и Г. Штрайх, Усп. совр. биол., 12 (1940).  
<sup>6</sup> Е. Светозаров и Г. Штрайх, Усп. совр. биол., 14.