

Член-корреспондент АН СССР С. С. ШВАРЦ, О. А. ПЯСТОЛОВА

## ВЛИЯНИЕ МЕТАБОЛИТОВ ГОЛОВАСТИКОВ НА СКОРОСТЬ РЕГЕНЕРАЦИИ

Изучение действия продуктов метаболизма головастика, выделяемых в воду (так называемая вода скоплений) показало, что они не только тормозят рост головастика более ранних стадий развития (<sup>1</sup>, <sup>5</sup>), но и оказывают на развитие личинок амфибий сложное и разнообразное действие (<sup>2</sup>, <sup>3</sup>). Поэтому казалось целесообразным изучить действие «воды скоплений» на ход регенерационного процесса. Постановка описываемых ниже экспериментов вытекала также из известных исследований ряда авторов (<sup>4</sup>, <sup>6</sup>, <sup>8</sup>), показавших, что введение вытяжки из тканей определенных органов ингибирует развитие гомологичных органов эмбрионов.

Так как цель настоящего исследования заключалась в изучении действия продуктов метаболизма головастика на разнообразные проявления их морфогенетических реакций, то в качестве теста мы избрали скорость регенерации тканей хвостового плавника, обладающего, как известно, очень высокой способностью к регенерации. Мы полагаем, что если морфогенетический эффект «воды скоплений» дает себя знать и в процессе регенерации, то его легче обнаружить при постановке простейших экспериментов.

Опыты были поставлены на двух видах: малоазиатской лягушке (*Rana nasgospemis* Vlgr.) и остромордой лягушке (*R. arvalis* Nills.). В эксперименте были использованы северные популяции остромордой лягушки, отличающиеся исключительно высокой скоростью развития; малоазиатская лягушка развивается значительно медленнее. Таким образом, мы имели весьма разнообразный биологический материал.

Опыты проводились при температуре 20—22°. У головастика XXVII стадии развития (дифференцированные, но мало подвижные задние конечности) в верхней хвостовой лопасти специально приспособленным для этой цели пинцетом удалялась часть капли ткани диаметром 2 мм\*.

Фиксировалась скорость зарастания удаленного участка хвостового плавника. Начальная стадия регенерации — четко выраженная бластема, завершающая стадия — меланофоры в центре бластемы. Представленные фотографии поясняют критерий, которым мы руководствовались при определении стадии регенерации (рис. 1). В рабочих протоколах мы отмечали четыре стадии регенерации, основываясь на степени зарастания удаленного участка ткани и на распределении меланофоров в регенерате. Позднее мы убедились в том, что для установления влияния «воды скоплений» достаточно фиксировать начальную и конечную стадии регенерации. Так как настоящая работа выполнена в рамках исследования, посвященного изучению действия продуктов метаболизма головастика на разнообразные проявления формообразовательного процесса (а не регенерации самой по себе), то избранный критерий оказался достаточно точным. В соответствии с этим построена таблица. Контролем служили головастики, содержащиеся пятерками или тройками в двухлитровых аквариумах. В контроле вода сменялась ежедневно; «вода скоплений», естественно, не менялась.

\* За конструирование специального приспособления для удаления строго одинакового кусочка ткани авторы искренне благодарны В. Л. Михайлову.

Источник получения «воды скоплений» в разных опытах указан в табл. 1. Для того чтобы исключить влияние метаболитов регенерирующей ткани, в двух опытах источником «воды скоплений» служили содержащиеся при высокой плотности головастики, у которых за 10 дней до опыта был удален участок хвоста.

Анализ табл. 1 показывает, что у обоих видов пребывание в «воде скоплений» резко стимулирует ход регенерационного процесса. Различия

Таблица 1

Количество головастиков, завершивших регенерацию на 4 день

№№ п. п.	Условия содержания	Число головаст. в опыте	Число законч. регенер.		Достовер- ность
			абс.	% ( $M \pm m$ )	
<i>Rana macrospemis</i>					
1	Контроль	33	8	24,2±7,45	$t_{2-1} = 2,67$
2	«Вода скоплений» головастиков чужой кладки	35	19	54,3±8,4	$t_{3-1} = 4,12$
3	«Вода скоплений» головастиков своей кладки	30	21	70,0±8,37	
4	«Вода скоплений» оперированных головастиков чужой кладки	28	16	57,1±9,45	$t_{4-1} = 2,76$
5	«Вода скоплений» оперированных головастиков своей кладки	29	16	55,2±9,25	$t_{5-1} = 2,60$
		122	72	59,0±4,45	$t = 4,08$
<i>Rana arvalis</i>					
6	Контроль	35	15	42,8±8,35	
7	«Вода скоплений» крупных головастиков	37	31	83,7±6,06	$t_{7-6} = 3,97$
8	«Вода скоплений» мелких головастиков	29	23	79,3±8,45	$t_{8-6} = 3,06$
9	«Вода скоплений» оперированных головастиков	35	29	82,8±6,37	$t_{9-6} = 3,74$
		101	83	82,1±3,8	$t = 4,27$

действия метаболитов головастиков разных стадий развития, а также предварительно ампутированных головастиков нам установить не удалось. Вывод о стимуляции регенерационного процесса продуктами жизнедеятельности головастиков, сделанный на основе подсчета особей, завершивших регенерацию, полностью подтверждается и при использовании иного критерия. Так, у оперированных головастиков *R. arvalis* за 4 дня из 35 особей начальная стадия регенерации была зафиксирована у 20 (57%±8,36), а из 101 подошного — у 18 (17,8%±3,8). Различия статистически в высшей степени существенны ( $t = 4,2$ ). К сожалению, мы не обладаем достаточно богатым материалом для суждения о том, оказывают ли метаболиты животных разной степени генетической близости (своя или чужая кладка) различное действие на скорость регенерации. Однако значительное, хотя статистически незначительное различие между метаболитами своей и чужой кладки ( $t = 1,26$ ) позволяет думать, что свои метаболиты обладают сильным влиянием, подобно тому что наблюдалось в опытах по ингибированию роста мелких головастиков метаболитами крупных (<sup>2, 3</sup>).

Несмотря на однозначные результаты экспериментов, их трактовка с общих теоретических позиций, как нам кажется, представляет серьезные трудности. Можно считать твердо установленным, что метаболиты крупных

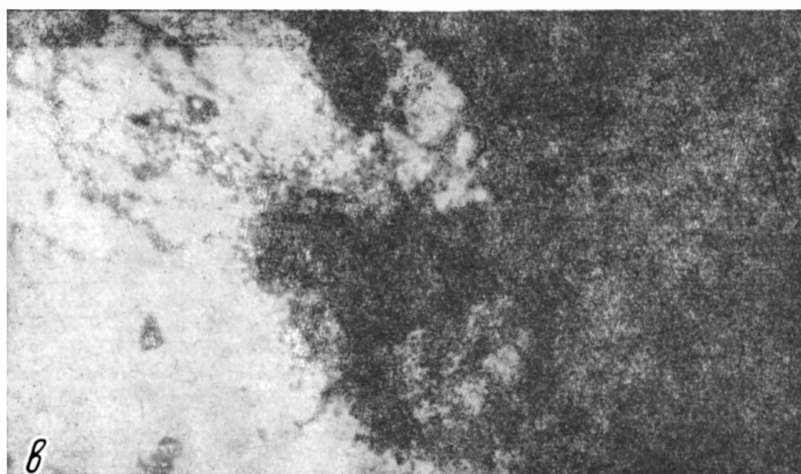
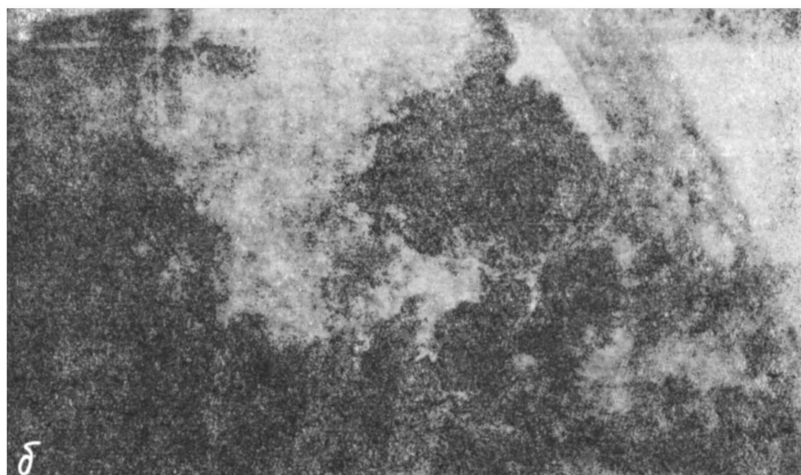
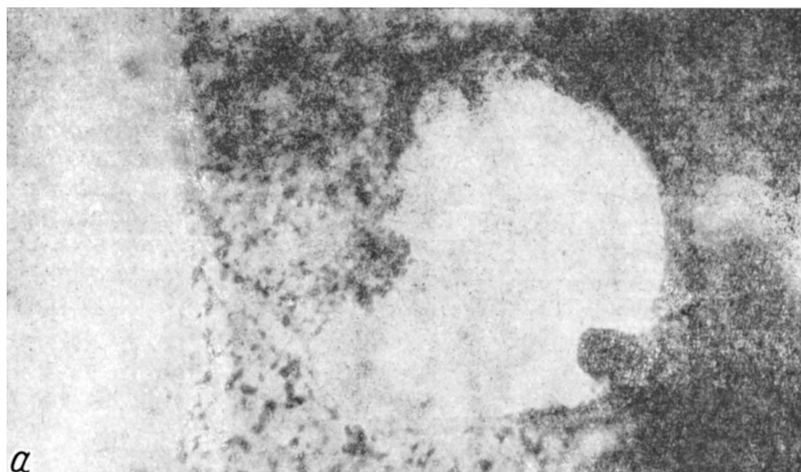


Рис. 1

головастиков задерживают развитие мелких (отсюда распространенное наименование — ингибиторы развития). Так как процесс регенерации в конечном итоге можно рассматривать как новообразование тканей из дедифференцированных, «эмбрионоподобных» клеток (<sup>7</sup>), то можно было бы ожидать, что «вода скоплений» будет тормозить регенерационный процесс. Как показали опыты, в действительности происходит обратное. На настоящем этапе работы мы не считаем себя вправе предлагать теоретическое истолкование полученных фактов. Кажется, однако, несомненным, что выделяемые в воду продукты жизнедеятельности личинок амфибий обладают разносторонним морфогенетическим действием на уровне организма и популяции. Они являются не ингибиторами, как принято считать, а регуляторами развития.

Поступило  
24 VIII 1970

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> С. Роус, Ф. Роус, Сборн. Механизмы биологической конкуренции, М., 1964.  
<sup>2</sup> С. С. Шварц, О. А. Пястолова, Экология, № 1 (1970). <sup>3</sup> С. С. Шварц, О. А. Пястолова, Экология, № 2 (1970). <sup>4</sup> R. B. Clarke, D. J. McCallion, Canad. J. Zool., 37, № 1 (1959). <sup>5</sup> S. M. Rose, Proc. XVI Intern. Congr. Zool., 3, Washington, 1963. <sup>6</sup> H. Saetren, Exp. Cell. Res., 11, № 2 (1956). <sup>7</sup> C. H. Waddington, Principles of Development and Differentiation, London, 1966. <sup>8</sup> E. Wolff, Proc. XVI Intern. Congr. Zool., 3, Washington, 1963.