

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 (¹, ²), но и оказывают на развитие личинок амфибий сложное и разнообразное действие (², ³). Поэтому казалось целесообразным изучить действие «воды скоплений» на ход регенерационного процесса. Постановка описываемых ниже экспериментов вытекала также из известных исследований ряда авторов (⁴, ⁶, ⁸), 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 выбрали 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 macropsnemis* Blgr.) 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 меланофор 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 регенерирующий 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 головаств. в опыте | Число законч. регенер. | | Достоверность |
|--------------------------|--|--------------------------|------------------------|-----------------|------------------|
| | | | абс. | % ($M \pm m$) | |
| <i>Rana macropsnemis</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 несущественное 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 (2, 3).

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

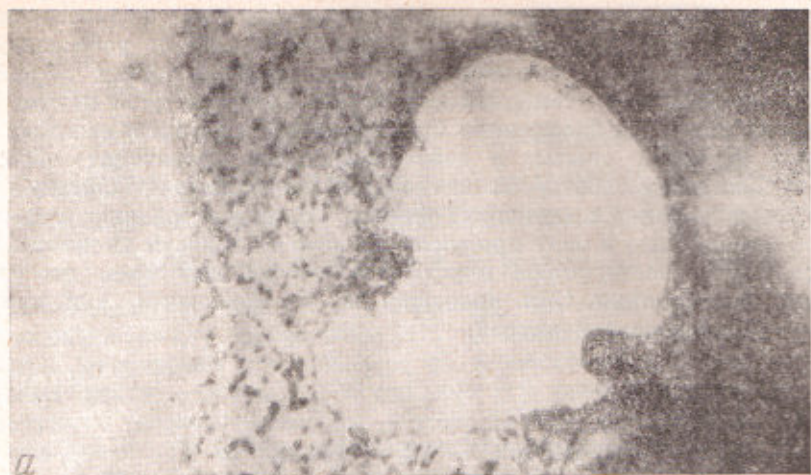


Рис. 1

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 (¹), 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

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