

ПАРАЗИТОЛОГИЯ

Г. С. МАРКОВ

ПИТАНИЕ ЛЕНТОЧНЫХ ЧЕРВЕЙ В ИСКУССТВЕННЫХ СРЕДАХ

(Представлено академиком И. И. Шмальгаузенем 25 VII 1939)

Изучение питания паразитических червей *in vitro* имеет решающее значение в выработке рациональных сред для культивирования гельминтов и важно для познания характера питания паразитов *in vivo* в организме хозяина. От способа же питания паразитов в значительной степени зависит и вред, приносимый ими животному-хозяину. Наилучшим объектом для изучения питания являются ленточные черви (*cestodes*), которые не имеют кишечника и потому должны питаться эндосмотически, через поверхность тела растворенными в кишечном содержимом или находящимися в тканях хозяина пищевыми веществами. Большинство авторов (5, 6, 10, 11, 16—18) предполагает, что ленточные черви питаются *in vivo* главным образом глюкозой.

В литературе имеются (1, 4, 17) лишь отрывочные сведения о питании ленточных червей (*Moniezia*, *Diphyllobothrium*) в искусственных средах. Недостатком этих данных является кратковременность проводившихся опытов—6 час. Автору (9) удалось выдерживать паразитических червей рыб в искусственных условиях до 30—60 дней. Это дало возможность поставить опыты по питанию ленточных червей в искусственных средах. Методика культивирования описана была ранее (9).

Гликоген, по мнению большинства авторов (2, 7, 10, 18), представляет собой основной энергетический источник аноксидативного обмена веществ паразитических червей. Поэтому состояние запасов его у червей в разных средах выбрано было в качестве критерия голодания или питания их в этих средах. Количество гликогена определялось химически по Пфлюгеру—Остербергу. Глюкоза определялась по Иватака с модификациями Кочневой и Казимировой. Все анализы двойные. Кроме того гликоген изучался под микроскопом морфологически (в условных категориях) на срезах, окрашенных кармином Беста. Просмотрено несколько тысяч препаратов и данные эти биометрически обработаны. Оба метода дали сходные и взаимно дополняющие выводы. Влияние изменчивости в содержании гликогена у отдельных особей преодолевалось большим количеством подопытного материала.

В табл. 1 представлены результаты химических анализов на гликоген. Исходного количества гликогена в теле паразитов в 4—10 раз больше, чем в теле их хозяев. Гликоген составляет 33.7% сухого веса плероцеркоидов *Ligula intestinalis*, 29.8% сухого веса *Eubothrium rugosum*, 17.9% сухого веса плероцеркоидов *Diphyllobothrium latum* и 13.8% сухого

Т а б л и ц а 1

Количества гликогена у паразитических червей в разных средах, по данным химических анализов

Вид червя	Среды	Длительность опыта (в часах)	Гликогена в г/ % к сухому веществу в среднем	Осталось к гликогена в % к исходному
1	2	3	4	5
1. Плероцеркоиды <i>Ligula intestinalis</i>	Исходное	—	33.7	100
	Рингер-локк	336	23.1	70
	Рингер-локк + глюкоза 1%	280	34.7	103
	Рингер-локк + рыбный бульон	528	37.4	111
	Исходное	—	22.8	100
2. <i>Eubothrium rugosum</i>	Рингер-локк	192	22.5	76
	Рингер-локк	720	10	34
	Рингер-локк + глюкоза	216	30.3	100.2
	Исходное	—	17.9	100
3. Плероцеркоиды <i>Diphyllobothrium latum</i>	Рингер-локк $t^{\circ}=15^{\circ}$	38	11.9	66
	Рингер-локк $t^{\circ}=35^{\circ}$	38	3.9	22
	Рингер-локк $t^{\circ}=35^{\circ}$	72	1	6
	Рингер-локк + глюкоза $t^{\circ}=35^{\circ}$	38	18.5	103
	Исходное	—	13.8	100
4. <i>Triacnophorus nodulosus</i>	Рингер-локк	264	8.8	60
	Рингер-локк + глюкоза	264	15.3	111

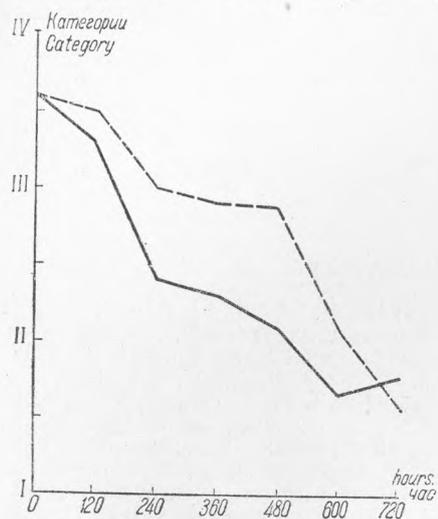
веса *Triacnophorus nodulosus*. В то же время мышцы щуки, по моим данным, содержат лишь 3.4% и лишь печень 27.1% гликогена. Для паразитических червей млекопитающих тот же факт установлен Смородинцевым и Бебешиным (12—15), и др. Главные места скопления глыбок и гранул гликогена—паренхима, яйца.

На фиг. 1 представлены результаты морфологического учета гликогена по часам у плероцеркоидов *D. latum*, на фиг. 2—то же по данным химических анализов.

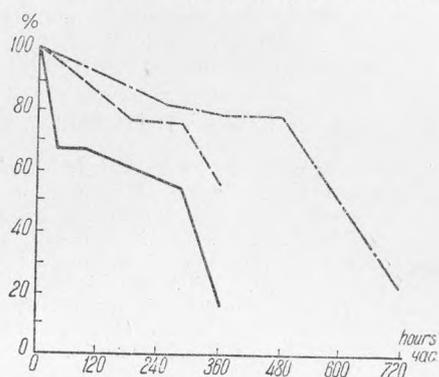
В рингер-локке плероцеркоидам нечем питаться и в этой среде они наиболее подвижны. Вследствие этого они в этой среде голодают, потребляя свои запасы гликогена. У свежих плероцеркоидов количество гликогена соответствует категории 3.6; через 720 час. количество его уменьшается до категории 1.6. Снижение статистически достоверно уже в первые 180 час. голодания. В глюкозе и рыбном бульоне количество гликогена убывает медленнее, чем в рингер-локке (ср. две кривые фиг. 1). До 480 час. количество гликогена у плероцеркоидов в этих средах соответствует категории 3, т. е. на целую категорию больше, чем у голодающих червей. Такую же картину дают данные химических анализов (фиг. 2). Уже через 38 час. после помещения в рингер-локк плероцеркоиды расходуют 34% исходных запасов гликогена. Если в рингере у плероцеркоидов через 120 час. остается лишь 65% гликогена, то в среде с глюкозой 85%, а в рыбном бульоне 95% исходного количества гликогена. Через 240 час. соответственно 57, 76 и 82%. У голодавших в рингер-локке в течение 360 час. остается лишь 17% гликогена, у плероцеркоидов же из глюкозы в 3 раза больше (57%), а из рыбного бульона в 5 раз больше (79%). После 480 час.

(см. фиг. 1 и 2) вследствие дегенеративных явлений количество гликогена резко убывает и через месяц количество его у плероцеркоидов из рыбного бульона составляет лишь 22% исходных запасов. Замечательно, что в рыбном бульоне оказывается достаточно питательных веществ для червей. Полностью потребность в пищевых веществах глюкозой не покрывается, что зависит, вероятно, от неблагоприятности рингер-локк-глюкозы с физико-химической стороны и повышенной активности плероцеркоидов в этой среде.

Эти данные о питании плероцеркоидов *D. latum* в глюкозе и рыбном бульоне на рингер-локке полностью подтверждаются опытами с другими червями (табл. 1). Голодающие в рингер-локке плероцеркоиды *Ligula* за 336 час. расходуют 30% исходных запасов гликогена, при добавлении же глюкозы или рыбного бульона количество гликогена в течение 280—528 час. остается неизменным. Степень подвижности червей в этих средах была одинакова, а потому



Фиг. 1. Динамика количества гликогена у плероцеркоидов *D. latum* в рингер-локке (—), глюкозе и рыбном бульоне (— — —) по данным морфологического учета



Фиг. 2. Динамика количества гликогена (в % к исходному) у плероцеркоидов *D. latum* в рингер-локке (—), глюкозе (— — —) и рыбном бульоне (— . —) по данным химических анализов

отсутствие уменьшения гликогена у червей из глюкозы и бульона следует отнести исключительно за счет их питания в этих средах.

У *Eubothrium rugosum* из рингер-локка через 192 час. осталось 76% гликогена, при добавлении же глюкозы количество его через 216 час. не изменилось. *Triaenophorus nodulosus* за 264-часовое голодание израсходовали 40% гликогена, при добавлении же глюкозы потеря гликогена в те же сроки не наблюдалась, что подтверждается и гистологическими картинами.

Из сопоставления размеров исходных запасов гликогена у разных червей с темпом их затрат при голодании видно, что темп затрат не зависит от размеров исходных запасов гликогена, как это имеет место у млекопитающих. Например, плероцеркоиды *D. latum* имеют гликогена 17.9% сухого веса, а тратят при голодании за 360 час. 83% запасов его; у плероцеркоидов *Ligula* гликогена в 2 раза больше (33.7% сухого веса), а за 336-часовое голодание гликогена у них тратится в 3 раза меньше (30%) исходных запасов. На подобную закономерность для аскарид указывал уже Бранд (3).

Темп затрат гликогена зависит от подвижности червей и интенсивности их обмена веществ. При 15° темп движения переднего конца плероцер-

коидов *D. latum* равен 5.5 раза в 1 мин.; расход гликогена за 38-часовое голодание при этой температуре составляет 34% исходного количества (табл. 1). При 3° темп равен 16.9, а расход 78%. Через 72 час. остается лишь 6% гликогена. При добавлении глюкозы, несмотря на интенсивный обмен, потерь гликогена не наблюдается.

Для окончательного подтверждения питания ленточных червей глюкозой мною неоднократно проводилось (с контролями) определение по Бертрану убыли в количестве глюкозы после пребывания в ней червей. В ряде случаев результаты оказались значимыми. Например, плероцеркоиды *D. latum* в 0.4%-й глюкозе на рингере за 24 час. поглотили на 100 мг живого веса 0.493 мг глюкозы; в другом опыте с 2%-й глюкозой—0.812 мг. Плероцеркоиды *Ligula* при аналогичных условиях поглотили 1.909 мг. Очевидно, что вследствие больших эндогенных запасов черви в первые дни опыта потребляют глюкозу в небольших количествах по сравнению, например, с поглощением глюкозы тканями позвоночных при искусственном культивировании (8).

Петергофский биологический институт
Ленинградского
государственного университета

Поступило
20 VII 1939

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Th. Brand, Zschr. vergl. Physiol., 18 (3) (1933). ² Th. Brand, Ergebn. d. Biol. 10 (1934). ³ Th. Brand, Journ. of Parasitol. 23 (2) (1937). ⁴ E. Frieheim u. J. Baer, Biochem. Ztschr. 265, 329 (1933). ⁵ H. Jordan, Hb. d. Naturwiss. Bd. IX, S. 676 (1934). ⁶ G. Kemnitz, Ztschr. f. Biol. 67 (3—4—5) (1912). ⁷ X. Коштоянц, Усп. совр. биол., IV, (6) (1935). ⁸ A. Krontowski, u. J. Bronstein, Arch. f. exp. Zellforsch., 3, (1) (1926). ⁹ Г. Марков, ДАН, XIX, № 6—7 (1938). ¹⁰ O. McCoy, Physiol. Revue, 15, (2) (1935). ¹¹ W. Schopfer, Revue Suisse de Zool., 39, 359 (1932). ¹² I. Smorodinzew u. K. Bebeschin, Biochem. Ztschr., 276, 271 (1935). ¹³ И. Смородинцев и К. Бебешин, ДАН, III № (1935). ¹⁴ И. Смородинцев и К. Бебешин, ДАН, II, № 5 (1936). ¹⁵ J. Smorodinzew u. K. Bebeschin, Journ. Biochem., 23, 19 (1936). ¹⁶ R. Wardle, Physiol. Zool., 7, (I), (1934). ¹⁷ R. Wardle, Canad. J. Res. 15 (6) (1937). ¹⁸ R. Wardle, Manitoba Essays «60th Anivers Commem», Vol. 2 (1937).