

Г. М. ЛИТВЕР

**О НЕКОТОРЫХ НАБЛЮДЕНИЯХ НАД ВИДОВОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬЮ К ЛУЧИСТОЙ ЭНЕРГИИ У ООЦИСТ КОКЦИДИЙ ИЗ КРОЛИКА**

(Представлено академиком С. А. Зерновым 7 IV 1938)

Несмотря на обширную биологическую литературу, посвященную вопросу о действии ультрафиолетовых лучей на жизненные проявления организмов, остается до сих пор не выясненной связь между характером действия лучистого фактора и видовой специфичностью организма. Многочисленные исследования Guilleminot (1), Jüngling'a (2) и Körnicke(3) не могли вскрыть имеющихся здесь закономерностей, так как указанные авторы исследовали чувствительность у видов, весьма далеких в биологическом отношении, и потому их данные ни в коей мере не могут быть использованы как материал, доступный сравнению. Однако нам кажется, что ключ к разрешению поставленной проблемы мог бы быть найден при условии изучения чувствительности к лучистой энергии у видов, близких не только в систематическом отношении, но и в биологическом. Изучение видовой чувствительности к лучам именно в таком разрезе могло бы способствовать разрешению столь сложного и запутанного вопроса. Исходя из всего вышеизложенного, мы поставили себе задачей выяснить чувствительность к ультрафиолетовым лучам у различных видов, близких не только в смысле систематической категории, но одновременно близких и биологически, т. е. по образу жизни, циклу развития и общей морфологии.

Как подходящий объект в этом направлении могли бы быть использованы ооцисты кокцидий из кролика. Для выяснения интересующего нас вопроса мы исследовали влияние ультрафиолетовой радиации на процессы спорогонии у следующих видов кокцидий: *Eimeria magna*, *Eim. perforans*, *Eim. media* и *Eim. stiedae*. При определении вида пользовались классификацией Kessel и Inkiawicz (4). В начале наблюдения нам не удалось получить дифференцированной картины действия ультрафиолетовых лучей на ооцисты в зависимости от их систематического положения.

Протоколы многочисленных опытов показывали, что в одних случаях более стойкими были ооцисты, принадлежащие к виду *Eimeria media*, в других—к виду *Eimeria stiedae* и наконец иногда большей способностью сопротивляться губительному действию ультрафиолетовых лучей отличались ооцисты вида *Eimeria magna*.

Чем же можно объяснить столь неясные данные эксперимента? Нам казалось, что в этих опытах либо имеет место влияние различных индиви-

дуумов организма хозяина на стойкость ооцист к ультрафиолетовым лучам либо имеет значение вариация величины ооцист. Второе предположение тем более могло быть вероятным, что мы имели при наших экспериментах параллельное наблюдение большей чувствительности процесса спорогонии к ультрафиолетовым лучам у мелких ооцист по сравнению с крупными.

Это дало нам возможность подойти к разрешению поставленного вопроса несколько иначе, а именно: пересмотреть чувствительность ооцист к лучистому фактору в пределах одного вида в связи с величиной ооцист, затем, сравнивая эти данные для разных видов, составить представление о видовой чувствительности зависимости от размеров ооцисты. Кратко коснемся методики исследования. Ооцист, полученных обычным методом флотации, облучали в течение 2 и 4 мин. на расстоянии  $\frac{1}{2}$  м ртутно-кварцевой лампой Баха при напряжении на клеммах в 60 V. У всех подсчитываемых\* ооцист была определена длина поперечной и продольной оси каждой ооцисты, и только затем материал поступал для обычной биометрической обработки. Эти измерения имели большое значение, так как дали возможность отметить закономерности биологического действия ультрафиолетовых лучей на процессы спорогонии в зависимости от соотношений между поверхностями, объемами, а также величиной главных осей различных форм.

Приводим таблицу процентов гибели ооцист *Eimeria perforans* в зависимости от размеров ооцисты (табл. 1).

Таблица 1

Размеры длинной и короткой оси ооцисты	18 $\mu$ $\times$ 12 $\mu$	20 $\mu$ $\times$ 14 $\mu$	22 $\mu$ $\times$ 14 $\mu$	24 $\mu$ $\times$ 16 $\mu$	26 $\mu$ $\times$ 16 $\mu$	28 $\mu$ $\times$ 16 $\mu$
% гибели . . . . .	98.4	96	84	74.4	72	69

В этой таблице достаточно ясно показано, что летальность действия ультрафиолетовых лучей на ооцисты зависит от их размеров. Но однако все же эти данные вызывают некоторое недоумение: например, отчего столь незначительна разница в процентах (около 2%) гибели между ооцистами, имеющими длину 18  $\mu$  при ширине 12  $\mu$ , и ооцистами, длина которых 20  $\mu$  при ширине 14  $\mu$ , в то время как между ооцистами, имеющими длину 20  $\mu$  при ширине 14  $\mu$ , и ооцистами, имеющими длину 22  $\mu$  при той же ширине, разница в процентах была очень велика (12%).\*

Исходя из представления, что ультрафиолетовые лучи неспособны глубоко проникать в клетки и поглощаются в большинстве случаев их поверхностями, а также принимая во внимание, что в жизнедеятельности одноклеточных организмов имеет значение площадь поверхности, приходящаяся на определенную единицу объема, мы сочли необходимым вычислить поверхность и объем исследуемого объекта, предполагая, что выяснение этих соотношений даст шифр к объяснению вышеизложенных наблюдений.

В виду того что ооцисты кокцидий по пространственным отношениям весьма близко стоят к вытянутому эллипсоиду, для определения поверхности ооцисты была использована обычная формула вычисления поверхностей эллипсоида вращения. Согласно этой формуле поверхность эллипсоида, обычно обозначаемая через  $s = 2\pi b^2 + 2\pi ab \frac{\arcsin e}{e}$ , где  $a$  представляет длинную,  $b$  — короткую полуоси эллипсоида, а  $e = 1 - \frac{b^2}{a^2}$ ; если

\* Общие данные о методике наших исследований изложены в нашей работе (5).

представить себе, что  $e=1$ , то формула приобретает более простой вид, а именно  $s=2\pi b(b+a)$ . Эта несколько упрощенная формула обычно и служила для вычисления поверхности нашего объекта. Объем ооцист вычислялся также по формуле определения объема эллипсоида вращения, т. е. по формуле  $V=\frac{4}{3}\pi ab^2$ . Сравнение площади ооцист с различными продольными и поперечными диаметрами не дало нам возможности объяснить результаты вышеприведенной таблицы; также из сравнения объемов различных ооцист нельзя было вывести каких-либо закономерностей. Но совершенно иные результаты, позволяющие вскрыть имеющиеся здесь закономерности, мы получили при сравнении процента гибели ооцист под влиянием ультрафиолетового облучения в связи с величиной площади, приходящейся на  $1 \mu^3$  (объема) ооцисты. Из геометрии известно, что по

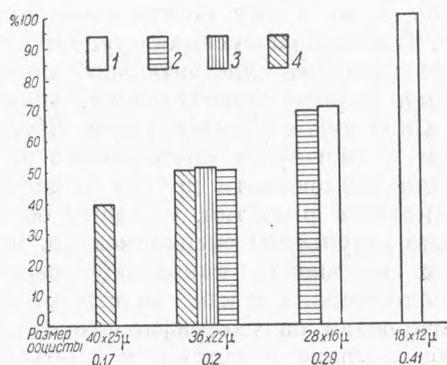


Диаграмма % гибели ооцист под влиянием ультрафиолетовой радиации в зависимости от различной площади поверхности, приходящейся на единицу объема у различных видов кокцидий из кролика.

мере увеличения размеров эллипсоида величина площади, приходящаяся на единицу объема, уменьшается.

Приводим таблицу, показывающую, какие размеры площади поверхности приходятся на единицу объема в ооцистах, представленных в нашем эксперименте (табл. 2).

Таблица 2

Размеры длинной и короткой оси ооцисты	18μ × 12μ	20μ × 14μ	22μ × 14μ	24μ × 16μ	26μ × 16μ	28μ × 16μ
Площадь поверхности, приходящаяся на единицу объема ( $\mu^2$ ) . . . . .	0.41	0.40	0.35	0.31	0.30	0.29

Приведенная таблица в отличие от предыдущей конкретно показывает имеющиеся здесь закономерности. Обратим прежде всего внимание на то, что по мере уменьшения величины площади поверхности, приходящейся на определенный объем ооцисты, процент неразвившихся форм уменьшается, так как выживает большее их число.

Далее из этой таблицы следует, что с уменьшением на  $\frac{1}{100} \mu^2$  площади поверхности, приходящейся на  $1 \mu^3$  ооци-

сты, летальность ооцист уменьшается приблизительно на 2,4%.

Из этих основных закономерностей вполне понятно, почему в табл. 1 имеется столь большая разница в чувствительности ооцист, ибо в первом случае имеется разница в площади поверхности, приходящейся на единицу объема, равная 0,1, тогда как во втором она равнялась 0,6.

Для других видов мы тоже вычисляли площади поверхности, соответствующие единице объема, и сравнивали процент гибели ооцист различных видов рода *Eimeria* в зависимости от этих величин. На диаграмме видно, что нет никакой специфики чувствительности ооцист кокцидий, принадлежащих к близким видам, в зависимости от окраски оболочек или свойства плазмы. Вид *Eimeria media* с окрашенной оболочкой и вид *Eimeria perforans*, обладающий оболочкой, лишенной пигмента, реагируют совершенно одинаково, если у них соотношение площади поверхности и объема одно и то же. Таким образом самая крупная—*Eimeria perforans*—будет обладать такой же чувствительностью к ультрафиолетовым лучам, как самые мелкие из рода *Eimeria magna*. Аналогичные закономерности мы наблюдали и для видов *Eimeria magna*, *Eimeria media* и *Eimeria stiedae*. Наши выводы не могли бы претендовать на достаточную полноту, если мы не учли возможности других объяснений наблюдаемого явления, например: скорости развития, толщины оболочки и роли организма хозяина. Однако результаты экспериментов, поставленных в указанных направлениях, не внесли каких-либо серьезных разногласий в защищаемое нами положение, так как ооцисты с одинаковой скоростью развития все же реагировали на ультрафиолетовое облучение в зависимости от соотношения площади поверхности и объема.

Лаборатория экспериментальной биологии.  
Государственный рентгенологический  
институт.

Поступило  
10 IV 1938.

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> A. Guilleminot, Revue gén. de Bot., 15, 49 (1930). <sup>2</sup> Jüngling, Münch. med. Wochenschr., № 40 (1920). <sup>3</sup> M. Körnicke, Ber. d. Deutsch. Botan. Ges., 23, 404 (1905). <sup>4</sup> Kessel u. Jankiewicz, Amer. Journ. Hyg., 14 (1931). <sup>5</sup> Litwer, Arch. f. Protistenk., 85, H. 3 (1935).