

Т. П. ПЛATOVA

ОКИСЛИТЕЛЬНЫЙ ОБМЕН ОВОЦИТОВ ТРИТОНА В СВЯЗИ С ПРОЦЕССАМИ СИНТЕЗА ПЛАЗМЫ И ЖЕЛТКА

(Представлено академиком Л. А. Орбели 1 IV 1948)

Наблюдения скорости потребления кислорода овоцитами тритона, проведенные в течение летних сезонов 1944 и 1945 гг., показали существование определенных различий в интенсивности дыхания овоцитов в течение их развития (7).

Интенсивность окислений значительно возрастает в среднем периоде развития овоцитов, при размерах около 400 μ в диаметре, и падает в крупных овоцитах, где накапливается значительное количество желтка. Повторные определения 1946 г. дали несоответствующие результаты. Сохранилось падение интенсивности дыхания во второй половине развития, в первой же она была одинаковой в различных возрастных группах, подъем дыхания совершенно не был выражен (рис. 1).

Летние периоды 1945 и 1946 гг. чрезвычайно резко отличались друг от друга: лето в 1945 г. было холодное и дождливое, в 1946 г.—жаркое и сухое (табл. 1).

Таблица 1

Средние месячные температуры воздуха в °С
(по данным для Серпухова)

Год	Май	Июнь	Июль	Август
1945	7,0	15,3	18,5	14,3
1946	11,6	20,5	18,6	18,7

желтка. В течение развития овоцитов тритона хромосомы претерпевают длительные и сложные изменения (5). Как опорные пункты для характеристики этапа развития нами были взяты: 1) начало формирования ламповых щеток, 2) максимум развития ламповых щеток, когда они заполняют все ядро, и 3) период, когда между ламповыми щетками появляются пространства кариоплазмы, условно называемый нами „отдельные ламповые щетки“.

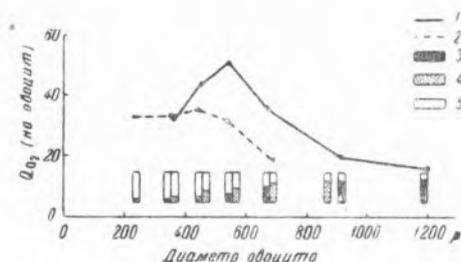


Рис. 1. Q_{O_2} , рассчитанное на объем овоцита, и процент содержания желтка в 1 см³ овоцита. 1— Q_{O_2} 1945 г., 2— Q_{O_2} 1946 г., 3—% желтка 1945 г., 4—% желтка 1946 г., 5—% плазмы для 1945 и 1946 гг. Q_{O_2} выражено в мм³ O_2 на 1 г сырого веса овоцита в час

Соответственно с этим сезон икрометания в 1946 г. закончился значительно раньше, тритоны вышли из воды во второй половине июля, тогда как в 1945 г. они держались в воде почти до конца августа. Эти различия заставили нас обратить внимание на ход развития овоцитов и в нем искать причину расхождений в интенсивности дыхания.

В качестве показателей степени дифференцировки овоцита исследовались структура ядра и количество

Два года показывают определенные различия в этом отношении. В 1945 г. начало появления ламповых щеток относится к овоцитам с диаметром 200—300 μ , максимум развития ламповых щеток имеет место при размерах 400—500 μ , „отдельные ламповые щетки“ — при размерах 500—600 μ в диаметре.

В 1946 г. ламповые щетки появляются также в овоцитах, имеющих 200—300 μ в диаметре, но вместо единичных случаев они наблюдаются в 50% случаев. Максимум развития ламповых щеток имеет место в овоцитах с диаметром 300—400 μ , „отдельные ламповые щетки“ в овоцитах 400—500 μ в диаметре. Параллельно с этим сдвинуто образование желтка. В 1945 г. первые зерна желтка появляются в овоцитах 300—400 μ в диаметре; в овоцитах 500—600 μ в диаметре желток

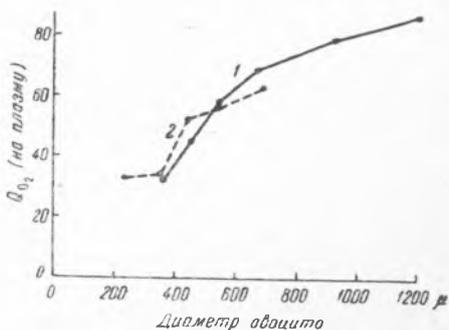


Рис. 2. Q_{O_2} , рассчитанное на цитоплазму. 1 — 1945 г., 2 — 1946 г.

заполняет уже половину овоцита. В 1946 г. начало образования желтка наблюдается в овоцитах с диаметром 200—300 μ ; половина овоцита заполнена желтком при размерах овоцита 400—500 μ .

Результаты количественных определений желтка и плазмы, проведенных методом центрифугирования (7), даны на рис. 1 в процентах желтка на 1 см³ овоцита. Интенсивность накопления желтка в первой половине развития овоцитов в разные годы различна: содержание желтка в них в 1946 г. было вдвое больше, чем в 1945 г.

Рядом исследователей желток рассматривается как инертный материал в отношении окисления (1—3, 6). Сопоставление величин потребления кислорода с количеством желтка в овоците действительно показывает, что накопление желтка связано с уменьшением интенсивности дыхания овоцита. Это особенно заметно при рассмотрении крупных овоцитов, однако снижение интенсивности дыхания, как можно видеть из кривой 1945 г., имеет место уже при содержании 20% желтка; при 50% желтка в овоците снижение дыхания достигает значительных размеров. В 1946 г. образование желтка шло быстрее, и в тех пределах, где в 1945 г. наблюдался подъем кривой дыхания, т. е. при размерах овоцитов от 350 до 550 μ , количество желтка составляет соответственно 20—50%, т. е. желток накапливается в таких количествах, которые заметно снижают интенсивность дыхания овоцита. Именно это, избыточное по сравнению с 1945 г. накопление желтка и является причиной отсутствия подъема кривой дыхания в 1946 г. Если потребление кислорода относить только к активной плазме, а не ко всему объему овоцита, то кривые двух столь различных лет почти совпадают (рис. 2).

Ввиду трудности выделения из яичника овоцитов меньше 300 μ в диаметре вначале, в 1945 г., употреблялись кусочки яичника, причем неизбежно оставалась ткань, объем которой не мог быть учтен, результатом чего могло быть искусственное увеличение значений Q_{O_2} . Повторные определения, проведенные в 1946 и 1947 гг. на отдельных, изолированных овоцитах, действительно дали более низкие значения Q_{O_2} , одинаковые в пределах от 100 до 350 μ .

Изменения интенсивности окислительных процессов в течение роста овоцита безусловно связаны с энергичными синтезами, протекающими в ядре и цитоплазме. Вопрос о том, как они связаны, чрезвычайно труден для разрешения, так как эти процессы протекают

одновременно. Что касается ядра, то опыты с безъядерными овоцитами приводят к заключению, что по интенсивности окислений ядро не отличается от целого цитоплазмы (8). Исключение его дыхания из общего дыхания активной плазмы не должно изменить относительного положения кривых двух лет.

В цитоплазме протекают одновременно процессы синтеза и структурной дифференцировки цитоплазмы и процессы синтеза желтка. Большие различия в ходе развития овоцитов в течение двух лет, сдвиги во времени в накоплении плазмы и желтка дали возможность сопоставить эти сдвиги с различиями в интенсивности дыхания во время тех же двух лет и попытаться сделать отсюда выводы о связи энергетического обмена веществ с этими двумя основными для овоцита процессами.

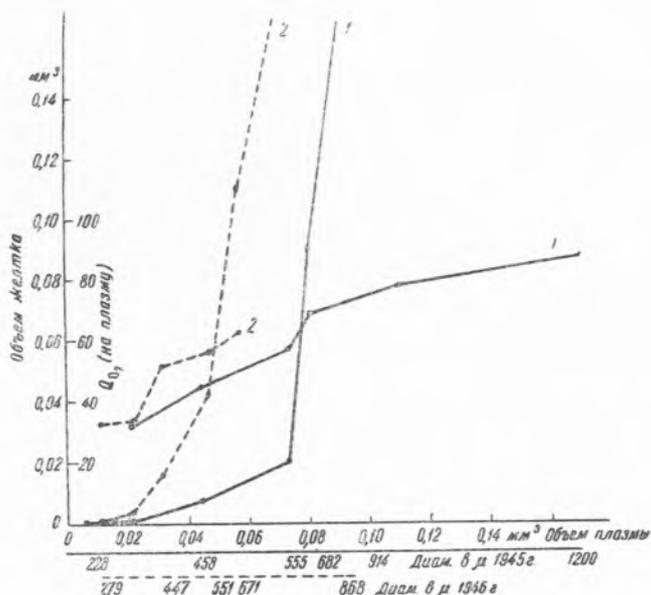


Рис. 3. Q_{O_2} , отнесенное к количеству плазмы, и содержание желтка в овоците. 1 — Q_{O_2} 1945 г., 2 — Q_{O_2} 1946 г., 1' — объем желтка 1945 г., 2' — объем желтка 1946 г. Для сравнения размеров овоцитов двух лет приводятся диаметры овоцитов при одинаковых количествах плазмы

Результаты наблюдений двух лет показывают, что овоциты одинаковых размеров в разные годы совершенно несходны между собой ни по состоянию ядерных структур, ни по количеству плазмы и плазматических включений. Так как при сравнении овоцитов одинаковых размеров сравнивается разнородный материал, мы для сравнения двух лет выбрали другой способ группировки материала. Овоциты объединялись в группы или по количеству плазмы — тогда они были равноценны в отношении активного в окислительных процессах материала, или по количеству желтка — тогда они были равноценны по степени дифференцировки.

Величины потребления кислорода, отнесенные к количеству плазмы в овоците, представлены на рис. 3.

Если бы энергия окисления расходовалась только на процессы синтеза плазмы, кривые двух лет должны были бы совпадать, так как сравниваются Q_{O_2} для одинаковых количеств плазмы. На самом деле на всем исследованном отрезке они идут на разных уровнях. Кривая Q_{O_2} 1946 г., где при том же количестве плазмы в овоците синтези-

руется больше желтка, всегда лежит выше. Естественно предположение, что часть энергии окисления расходуется на другой, энергично протекающий в овоците синтез — синтез желтка. Чтобы судить об его удельном весе в потреблении кислорода, величины дыхания были отнесены к количеству желтка (рис. 4).

И здесь кривые Q_{O_2} также идут на разных уровнях; выше лежит кривая 1945 г., где при равном количестве желтка синтезировалось больше плазмы, чем в 1946 г. Следовательно, не вся энергия окисления расходуется на синтез желтка, часть ее идет на синтез плазмы. Так как кривые Q_{O_2} здесь расположены ближе друг к другу, чем при отнесении Q_{O_2} к количеству плазмы, то мы можем сделать вывод о том, что большая часть энергии окисления идет на синтез желтка и меньшая — на синтез плазмы.

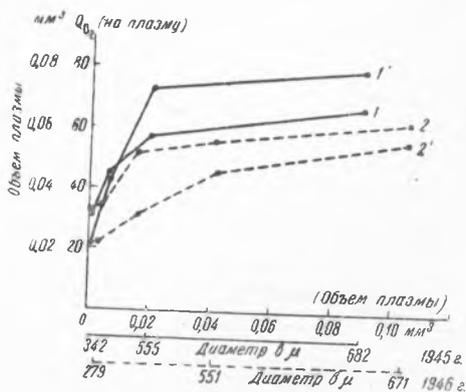


Рис. 4. Q_{O_2} , отнесенное к количеству желтка, и содержание плазмы в овоците. 1 — Q_{O_2} , 1945 г., 2 — Q_{O_2} , 1946 г., 1' — объем плазмы 1945 г., 2' — объем плазмы 1946 г.

Более детальное сопоставление изменений Q_{O_2} в течение развития овоцита с ходом накопления желтка показывает, что подъем дыхания совпадает с началом образования желтка. На ранних стадиях образования желтка имеется выраженный параллелизм в кривых Q_{O_2} и кривых накопления желтка в овоците, на поздних стадиях этот параллелизм исчезает совершенно (рис. 3). Повидимому, ранние стадии требуют большей затраты энергии, и очень вероятно предположение, что процесс образования желтка представляет существенные отличия на ранних и поздних стадиях.

В связи с этим интересно отметить, что витальная окраска и некоторые методы поствитальной обработки позволяют установить определенные качественные различия в желточных гранулах по мере их созревания (4).

1. Развитие овоцитов обнаруживает зависимость (повидимому, не непосредственную) от температуры внешней среды: при повышении температуры усложнение ядерных структур и накопление желтка идут относительно быстрее, чем увеличение количества плазмы.

2. Процессы образования желтка тесно связаны с морфологическими изменениями в ядре.

3. Желток является инертным материалом в отношении окислений, и разное содержание его в овоцитах одинаковых размеров в разные годы обуславливает различия в ходе кривых потребления кислорода.

4. Энергия окисления в овоците в большей своей части расходуется на синтез желтка, в меньшей — на синтез и дифференцировку плазмы.

Институт цитологии, гистологии и эмбриологии
Академии Наук СССР

Поступило
29 III 1948

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ J. Brachet, Embryologie chimique, 1945. ² Э. Вильсон, Клетка, 1936.
³ П. П. Иванов, Руководство по общей и сравнительной эмбриологии, 1945.
⁴ Б. В. Кедровский, Усп. совр. биол., 23, 3 (1947). ⁵ Н. К. Кольцов, Биол. журн., 7, 3 (1938). ⁶ J. Needham, Biochemistry and Morphogenesis, 1942.
⁷ Т. П. Платова, ДАН, 53, № 3 (1946). ⁸ Т. П. Платова, ДАН, 60, № 3 (1948).