

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

М. Н. МЕЙСЕЛЬ

**МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ  
КЛЕТКИ ПОД ВЛИЯНИЕМ ВИТАМИНА В<sub>1</sub>**

(Представлено академиком А. А. Рихтером 6 VII 1940)

Морфологические исследования изменений в органах и тканях, возникающих в результате недостатка тех или иных витаминов (авитаминозы) или избыточного поступления их (гипервитаминозы), проводятся обычно на высших животных организмах и касаются чаще всего сравнительно грубых патологических картин. Сложные коррелятивные связи, существующие между системами органов у животных, никогда не дают полной уверенности, что получаемый при этом эффект является первичным, зависящим от непосредственного действия изучаемого агента на клетку. Несмотря на эти затруднения, ряд исследователей не без успеха пытается применить новейшие цитологические методы для изучения распределения витаминов в организме. Здесь следует в первую очередь отметить работы Жиру и Леблона (1), Тонути (2), а также Бурне (3) по локализации в тканях и клетках аскорбиновой кислоты (витамина С), работы Жуае-Лавернь (4) по цитологии витамина А. Весьма перспективными представляются исследования Хирта и Виммера (5), проведенные с помощью люминесцентной микроскопии. Этим авторам удалось проследить пути накопления витаминов А, В<sub>2</sub> и амида никотиновой кислоты в ряде тканей и органов, а также некоторые превращения этих веществ в клетках. Все эти исследования, однако, рассматривают преимущественно вопросы локализации витаминов в тканях и клетках и не касаются более глубоких структурных и функциональных изменений, вызываемых ими.

Нам казалось более целесообразным избрать для исследования одноклеточные организмы в целях получения эффекта в более чистом виде.

Наиболее удобным объектом оказался дрожжеподобный грибок *Endomyces Magnusii*. Удалось выяснить, что этот организм может развиваться (при внесении значительного количества посевного материала) на минеральной питательной среде с сернокислым аммонием в качестве источника азота (среда Reader'a). Сернокислый аммоний может быть заменен аспарагином, аргинином, гликоколом или тирозином. Однако развитие *Endomyces Magnusii* на этих средах идет крайне медленно и постепенно прекращается. Прибавление к среде кристаллического витамина В<sub>1</sub> (анейрина) даже в небольших количествах (5—10 γ на 1 см<sup>3</sup> среды) во много раз ускоряет рост этого грибка. Таким образом витамин В<sub>1</sub> для *Endomyces Magnusii* является существенным ростовым фактором, и этот микроорганизм должен быть включен в группу организмов, нуждающихся для своего

развития в получении извне витамина В<sub>1</sub><sup>(6)</sup>. *Endomyces Magnusii*, развиваясь на средах с витамином В<sub>1</sub>, вызывает появление сильного запаха уксусно-этилового эфира, в то время как на таких же, но безвитаминных средах образования этого вещества не обнаруживается. Этот факт заставляет считать, что расщепление углеводов грибом *Endomyces Magnusii* в присутствии витамина В<sub>1</sub> имеет несколько иной характер, чем на средах без витамина. Детальное цитологическое исследование обнаружило огромное накопление гликогена в клетках *Endomyces Magnusii*, культивируемых на средах, содержащих витамин В<sub>1</sub>. Гликоген локализуется в этих случаях как в цитоплазме, так и, особенно, в вакуолях. Количество волютина также значительно больше в организмах, выросших на витаминных



Фиг. 1. Строение клеток *Endomyces Magnusii* из культур, развившихся на среде Ридера с аминокислотами в качестве источника азота: *a*—на среде с аргинином; *b*—на той же среде + витамин В<sub>1</sub>; *c*—на среде с глицеролом; *d*—на той же среде + витамин В<sub>1</sub>.

средах. На прижизненно окрашенных препаратах (зеленый янус) и на фиксированных и окрашенных железным гематоксилином мазках отчетливо выявляется резкая перестройка протопласта клеток *Endomyces Magnusii*, выросших на средах с витамином В<sub>1</sub>. Эта перестройка вполне соответствует той, какую мы описали при переходе дрожжевых организмов от аэробных условий существования к брожению<sup>(7-9)</sup>.

Ядра клеток при этом увеличиваются, хондриом набухает, гипертрофируется и сливается, превращаясь в мощные жгуты (фиг. 1). Адсорбция краски зеленый янус (Janusgrün) на гипертрофированных хондриосомах резко усиливается. В то время как клетки *Endomyces Magnusii*, культивируемые на безвитаминной среде, не способны восстанавливать краску зеленый янус, клетки этого организма, выросшие на среде с витамином В<sub>1</sub>, быстро переводят сине-зеленую краску в розовую, — восстановленную форму. Таким образом вся совокупность цитологических данных указы-

вадет на сдвиг в строении клеток *Endomyces Magnusii* под влиянием витамина  $B_1$  в сторону, характерную для культур, развивающихся в условиях анаэробного расщепления углеводов (брожения).

Физиологические исследования таких культур дают результаты, вполне совпадающие с морфологическими. Культуры *Endomyces Magnusii*, выросшие на средах с витамином  $B_1$ , бродят значительно энергичнее, чем контрольные—культивированные без витамина (фиг. 2). Интенсивность дыхания при этом или существенно не изменяется или может быть даже более низкой у витаминсодержащих культур.

Связь витамина  $B_1$  с углеводным обменом клетки в настоящее время можно считать точно установленной. Витамин  $B_1$  в фосфорилированной форме участвует как ко-карбоксилаза в декарбоксилировании пировиноградной кислоты. Усиление синтеза гликогена в клетке под влиянием витамина указывает на вероятную роль последнего и в первых этапах усвоения углеводов. Интересно отметить, что накопление гликогена в присутствии витамина  $B_1$  обнаружено в нашей лаборатории и у другого дрожжеподобного организма—*Torulopsis utilis* (10).

Тонуты (11, 12) обнаружил в клетках печени животных, находившихся на авитаминовой диете и утративших полностью свой гликоген, быстрое его накопление при одновременном введении такому животному витамина  $B_1$  и глюкозы. Усиленное отложение гликогена является, таким образом, одной из весьма распространенных общих реакций клеток на витамин  $B_1$ , если только последние вообще нуждаются в получении витамина извне.

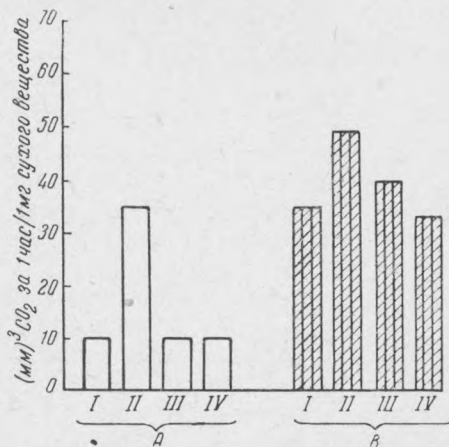
Перестройка под влиянием витамина  $B_1$  протопласта клеток и приобретение ими бродильного типа (даже в аэробных условиях существования) обнаружены нами на клетках разнообразных микроорганизмов и, вероятно, имеют место и у животных в клетках печени (13, 14).

Клетки из культуры *Endomyces Magnusii*, выросшей на средах с витамином  $B_1$ , обычно более крупные, чем контрольные. Они значительно более стойки к вредным внешним воздействиям. В то время как на среде, лишенной витамина  $B_1$ , наблюдается некоторый процент отмирающих клеток уже на 2—3-й день культивирования, клетки из культур на среде с витамином  $B_1$  длительно сохраняют свою жизнеспособность и являются физиологически более полноценными.

Эти факты заставляют считать, что витамин  $B_1$ , видимо, участвует не только в деятельности определенных ферментных систем, но и повышает биологическую стойкость клеток, быть может, входя всей своей молекулой или отдельными частями ее в качестве структурного элемента в состав клеточного протопласта или каким-то особым образом нейтрализуя вредные воздействия внешней среды.

Институт микробиологии  
Академии Наук СССР

Поступило  
8 VII 1940



Фиг. 2. Интенсивность брожения культур *Endomyces Magnusii*, развивавшихся на среде Ридера с различными источниками азота: А—без прибавления витамина  $B_1$ ; В—с прибавлением витамина  $B_1$ ; I—на среде с сернистым аммонием; II—с аспарагином; III—с аргинином; IV—с гликоколем.

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> Giroud et Leblond, L'acide ascorbique dans les tissus et sa détection, Paris (1936). <sup>2</sup> Tonutti, Protoplasma, **31**, 151 (1938). <sup>3</sup> Bourne, Anat. Record., **66**, 369 (1936). <sup>4</sup> Joyet-Lavergne, Protoplasma, **28**, 131 (1937). <sup>5</sup> Hirt u. Wimmer, Klin. Wochenschr., 733 (1939); 765 (1939); 123 (1940). <sup>6</sup> Schorfer, Protoplasma, **31**, 105 (1938). <sup>7</sup> Мейсель, ДАН, XX, 481 (1938). <sup>8</sup> Мейсель, Бюлл. exper. биол. и мед., **6**, 298 (1938). <sup>9</sup> Мейсель, Микробиология, **8**, 381 (1939). <sup>10</sup> Одицова, Микробиология, **9**, вып. 3 (1940). <sup>11</sup> Tonutti u. Wallraff, ZS. mikr.-anat. Forsch., **44**, 532 (1938). <sup>12</sup> Tonutti u. Wallraff, Klin. Wochenschr., 535 (1939). <sup>13</sup> Clark a. Kair, ZS. Zellforsch. und mikr. Anat., **15**, 123 (1932). <sup>14</sup> Steigerwald, Klin. Wochenschr., 431 (1939).