

МИКРОБИОЛОГИЯ

М. Н. МЕЙСЕЛЬ

ОСОБЕННОСТИ АКТИВИРУЮЩЕГО ДЕЙСТВИЯ НИКОТИНОВОЙ  
КИСЛОТЫ НА МИКРОБНУЮ КЛЕТКУ

(Представлено академиком Б. Л. Исаченко 18 III 1947)

Никотиновая кислота и ее амид, как известно, являются витаминами, необходимыми для нормальной жизнедеятельности клеток как животных и растительных, так и микробных организмов. Эти вещества участвуют в образовании пиридиновых энзимов, входя в состав козимазы и кодегидразы II. Значение никотиновой кислоты как витамина стало выясняться впервые благодаря исследованиям Knight (1) по факторам роста *Staphylococcus aureus*. Оказалось, что этот микроб не может развиваться без получения извне никотиновой кислоты или ее амида. В дальнейшем было установлено, что все микроорганизмы, как и высшие организмы, используют никотиновую кислоту в обмене веществ, однако, многие из них обладают способностью синтезировать ее из более простых соединений и потому не нуждаются в получении извне этого витамина.

Среди микроорганизмов, нуждающихся в получении никотиновой кислоты в готовом виде, известны кокки, бактерии и грибки, в том числе и дрожжевые.

Интересен факт, установленный Rogosa (2), что у дрожжей потребность в получении извне никотиновой кислоты в ряде случаев коррелирует с наличием у них способности сбраживать лактозу: все дрожжи, сбраживающие лактозу, нуждаются в снабжении готовой никотиновой кислотой. Однако этот витамин требуется и для ряда дрожжевых форм, не сбраживающих лактозы. К числу таких организмов относится исследованный мною дрожжевой грибок *Zygosaccharomyces marxianus*, размножающийся как почкованием, так и путем образования спор после гетерогамной копуляции. Burkholder (3) в свое время обнаружил, что этот организм нуждается для своего развития в получении следующих витаминов: биотина, пантотеновой и никотиновой кислот, а также витамина B<sub>1</sub>. При отсутствии в питательной среде никотиновой кислоты размножение *Zygosaccharomyces marxianus* задерживается, и при небольшом количестве клеток в посевном материале на среде развиваются лишь единичные мелкие колонии. При прибавлении же к среде никотиновой кислоты размножение культуры заметно активизируется.

В наших опытах культивирование *Zygosaccharomyces marxianus* проводилось на искусственной сахаро-минеральной среде Ридера, дополненной биотином, витамином B<sub>1</sub> и пантотеновой кислотой. Морфологическое исследование культур, выросших на такой среде, показало, что влияние никотиновой кислоты не ограничивается активированием вегетативного размножения, а глубоко затрагивает и половой процесс. Развивающиеся в условиях отсутствия никотиновой кислоты

клетки *Zygosaccharomyces marxianus* имеют равномерно-округлую форму и содержат большую гранулу волютина в центральной вакуоле. В такой культуре нет копуляции и не обнаруживаются даже ее начальные стадии—копуляционные выросты. В более старых культурах наблюдается дегенерация части клеток, плазмолиз и растворение протоплазмы (рис. 1, А).

На той же среде, но с прибавлением никотиновой кислоты происходит резкое активирование почкования, и, что особенно интересно,

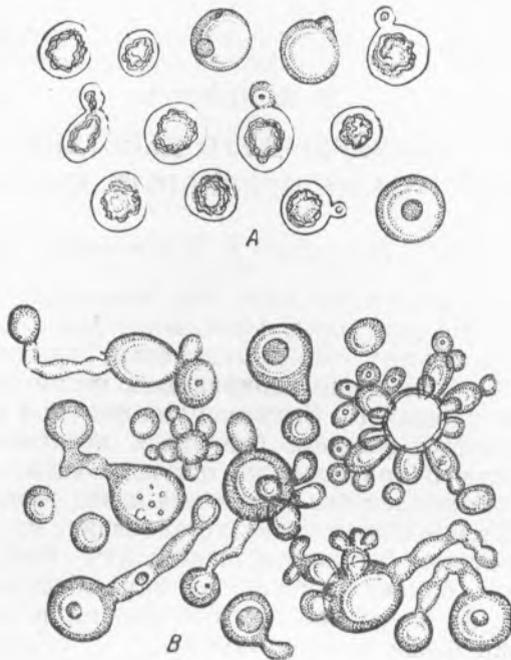


Рис. 1. Влияние никотиновой кислоты на развитие *Zygosaccharomyces marxianus*. А — клетки из контрольной культуры на среде без никотиновой кислоты; В — активирование почкования и копуляции на среде с никотиновой кислотой

у многих клеток обнаруживается появление копуляционных выростов, а также характерных картин гетерогамной копуляции (рис. 1, В). Такие культуры содержат весьма стойкий розовый пигмент и не проявляют ни малейших признаков дегенерации.

Таким образом, никотиновая кислота не только стимулирует размножение *Zygosaccharomyces marxianus*, но и способствует проявлению у этого грибка полового процесса.

Следует отметить, что Nickerson и Thimann (4,5) у другого вида этого же рода, у *Zygosaccharomyces acidifaciens*, также обнаружили зависимость конъюгации от какого-то органического вещества, накапливающегося в среде в результате жизнедеятельности грибка *Aspergillus niger*. Это органическое вещество частично могло быть заменено смесью рибофлавина и глутаровой кислоты.

Эти наблюдения, так же как и данные Robbins (6) о существовании витаминopodobных факторов, вызывающих образование зигот у *Phycomyces blakesleeana*, с несомненностью указывают на роль витаминов в осуществлении не только вегетативного, но и полового размножения у грибов.

В случае с *Zygosaccharomyces marxianus* фактором, контролирующим копуляцию, оказалась никотиновая кислота. Однако копуляция,

вызванная никотиновой кислотой, не завершается образованием спор. Очевидно, искусственная среда не содержит еще всех компонентов, необходимых для спорообразования.

Таким образом, дрожжевой организм *Zygosaccharomyces marxianus* при наличии в среде биотина, пантотеновой кислоты и витамина В<sub>1</sub> реагирует на никотиновую кислоту сильным активированием почкования и проявлением способности копулировать. Эти характерные реакции позволяют использовать *Zygosaccharomyces marxianus* для обнаружения даже весьма малых количеств никотиновой кислоты. С помощью этих реакций удалось установить летучесть никотиновой кислоты и усвоение ее клетками *Zygosaccharomyces marxianus* из воздуха.

Опыты ставились таким же образом, как и в нашем исследовании над летучестью витаминного тиазола (?). На чашки Петри с агаровой средой Ридер, содержащей, помимо основных питательных компо-

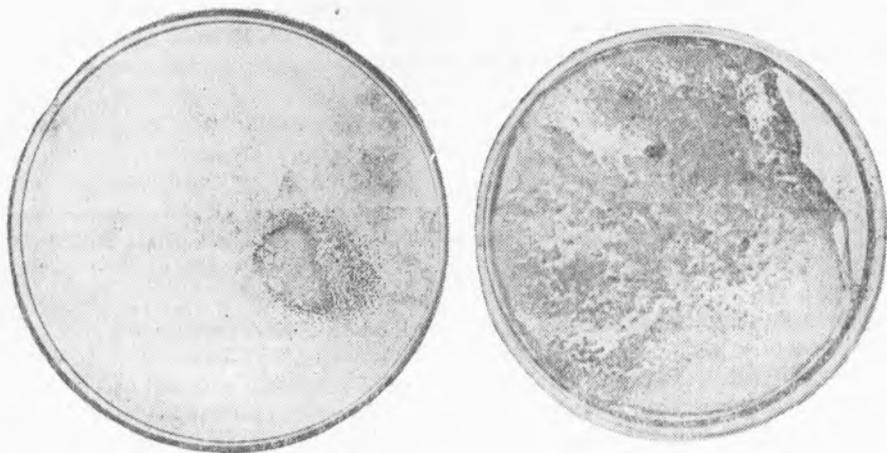


Рис. 2. Зональное активирование никотиновой кислотой роста культуры *Zygosaccharomyces marxianus*. На чашках — сплошной посев культуры. Слева — среда без никотиновой кислоты; зона активирования над улетучивающейся никотиновой кислотой. Справа — никотиновая кислота входит в состав среды

нентов, биотин, пантотеновую кислоту и витамин В<sub>1</sub>, производился сплошной посев сильно разбавленной суспензии клеток *Zygosaccharomyces marxianus*. Одна часть чашек оставалась в качестве контроля. Другие чашки переворачивались вверх дном, и на внутреннюю поверхность их крышек помещалось небольшое количество порошкообразной никотиновой кислоты. Третья группа чашек содержала такую же питательную среду, но с добавлением никотиновой кислоты.

Все опыты дали вполне определенные результаты. Прибавление никотиновой кислоты к среде непосредственно или доставка ее воздушным путем всегда характеризовались значительным активированием размножения культуры *Zygosaccharomyces marxianus* и появлением копулирующих клеток, в то время как на среде без никотиновой кислоты развитие было слабым, и не отмечалось даже начальных признаков копуляции.

Усвоение никотиновой кислоты грибом *Zygosaccharomyces marxianus* из воздуха отличается своеобразной особенностью: зона активирования роста и размножения клеток наблюдается только на той части поверхности посева, которая находится непосредственно над кристалликами никотиновой кислоты. Если этот витамин помещен кучно на крышке чашки Петри, то зона активирования размножения

клеток на агаре почти в точности воспроизводит зону, занятую порошком никотиновой кислоты, являясь как бы несколько увеличенным зеркальным изображением этой зоны. На рис. 2 представлена фотография, иллюстрирующая такую зональность активирования размножения, соответствующую зональности распределения никотиновой кислоты, отделенной от культуры воздушной прослойкой.

Никотиновая кислота хорошо диффундирует в агаровых средах, и зональность ее действия не может быть объяснена затрудненной диффузией. Причину этой зональности следует искать в своеобразном характере летучести никотиновой кислоты, а также в том, что небольшие количества улетучивающейся никотиновой кислоты, очевидно, перехватываются и усваиваются клетками *Zygosaccharomyces marxianus* прежде, чем этот витамин успевает в сколько-нибудь значительных количествах раствориться и распространиться в агаровой среде. Этот факт, как мне кажется, указывает в свою очередь на то, что микроорганизмы способны улавливать витамины и подобные им вещества непосредственно из воздуха без обязательного предварительного их растворения и распространения в питательной среде.

Институт микробиологии  
Академии Наук СССР

Поступило  
18 III 1947

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> B. C. J. G. Knight, Brit. J. Exp. Path., 16, 315 (1935); Biochem. J., 31, 731 (1937).  
<sup>2</sup> M. Rogosa, J. Bact., 47, 159 (1944). <sup>3</sup> P. Burkholder, Am. J. Botany, 30, 206 (1943). <sup>4</sup> W. Nickerson and K. Thimann, *ibid.*, 28, 617 (1941); 30, 94 (1943).  
<sup>5</sup> W. Nickerson, Chronica Botanica, 7, 409 (1943). <sup>6</sup> W. Robbins, Bot. Gaz., 101, 428 (1939); *ibid.*, 102, 520 (1941). <sup>7</sup> М. Мейсель и Н. Трофимова, ДАН, 53, 577 (1946).