

ВНУТРИКЛЕТОЧНЫЙ pH И ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЕ  
КОМПОНЕНТОВ  $\Delta\bar{\mu}_{H^+}$  У *LACTOBACILLUS SALIVARIUS*

Е. С. ОГАНДЖАНИН, А. А. ТРЧУНЯН

Ереванский государственный университет, кафедра биофизики

**Ключевые слова:** молочнокислые бактерии, внутриклеточный pH,  $\Delta\bar{\mu}_{H^+}$ , мембранный потенциал, трансмембранный градиент pH.

Как *S. faecalis* и другие грамположительные, так и грамотрицательные бактерии поддерживают постоянный внутриклеточный pH. В поддержании постоянства pH существенная роль принадлежит мембранным протонным насосам и системам сопряженного с  $H^+$  переноса ионов и веществ [2, 3, 5, 7]. При этом на мембране существует разность электрохимических потенциалов для  $H^+$  ( $\Delta\bar{\mu}_{H^+}$ ) в форме двух компонентов: мембранного потенциала ( $\Delta\psi$ ) и трансмембранного градиента pH ( $\Delta pH$ ). Распределение энергии  $\Delta\bar{\mu}_{H^+}$  между ними зависит от условий среды и потребностей клетки [2, 3, 6].

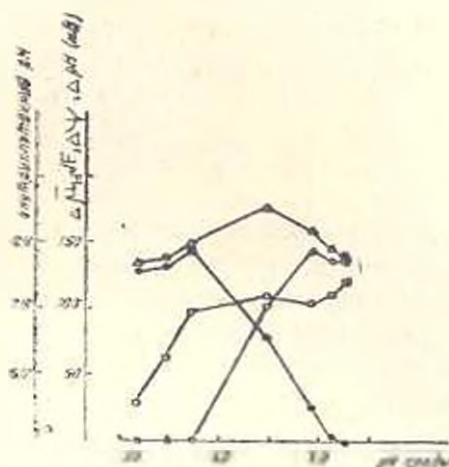
Данная работа посвящена определению внутриклеточного pH и  $\Delta\bar{\mu}_{H^+}$  у грамположительных молочнокислых бактерий.

**Материал и методика.** В работе использовали бактерии *L. salivarius* ATCC 3071 из Американской коллекции типовых культур, предоставленные С. Тер-Казаряном (Ереванский зооветинститут). Бактерии хранили в образе молока, их выращивание и подготовка к эксперименту не отличались от ранее описанных для *E. coli* [4]. Размеры бактерий определяли с помощью микроскопа «Biomet» с окуляр-микрометром: внутренний объем составлял  $5.10 \times 10^{-12}$  см<sup>3</sup>. Титр бактерии определяли методом фенилфосфония (TPP<sup>+</sup>) и салциловой кислоты (Sigma, США) между клеткой и средой соответственно, определяемым с помощью соответствующих селективных электродов, изготовленных в Вильнюсском госуниверситете им. В. Капсукаса под руководством проф. Л. Гринюса.

**Результаты и обсуждение.** *L. salivarius* ATCC 3071 в свежей среде поддерживают внутриклеточный pH около 7,1 при широком диапазоне значений pH среды, 4,5—7,3 (рис.). При этом  $\Delta pH$  равен нулю при pH среды 7,4. Эти же бактерии в том же диапазоне значений pH обладают  $\Delta\bar{\mu}_{H^+}$  ( $F$ —число Фарадея) в пределах 150—170 мВ. С увеличением pH среды от 3,4 до 7,6  $\Delta\psi$  и  $\Delta pH$  изменяются от нуля до 140 мВ и от 134 мВ до нуля соответственно (рис.), т. е. с увеличением pH среды имеет место перераспределение энергии  $\Delta\bar{\mu}_{H^+}$  между  $\Delta\psi$  и  $\Delta pH$ . При

этом максимальные значения  $\Delta\mu_{H^+}$  наблюдаются в диапазоне значений pH среды 4,5—6,9.

Отличие этих бактерий от других анаэробных грамположительных бактерий, например от *S. faecalis*, заключается в том, что дезэнергизованные *L. salivarius* в среде с pH 6,0—6,9 обладают высоким  $\Delta\psi$  в 95—130 мВ, в то время как дезэнергизованные *S. faecalis* имеют  $\Delta\psi$ , близкий к нулю [1]. Введение экзогенного источника энергии—глюкозы приводит к незначительному возрастанию  $\Delta\psi$  у *L. salivarius*, в то время как у *S. faecalis* наблюдается существенное возрастание  $\Delta\psi$ , до 150 мВ [1].



Величины внутриклеточного pH (□),  $\Delta\mu_{H^+}$  (Δ),  $\Delta\psi$  (○) и  $\Delta pH$  (●) при различных pH среды у *L. salivarius* ATCC 3071. Бактерии отмыты в растворе этилендиаминтетрауксусной кислоты в концентрации 20 мМ и перенесены в экспериментальный раствор: активность  $K^+$  0,96 мМ, TPR<sup>+</sup> и салициловая кислота в концентрациях  $10^{-6}$  и  $6 \cdot 10^{-5}$  М соответственно. Стандартная ошибка не выходит за пределы обозначения.

Полученные данные позволяют утверждать, что молочнокислые бактерии *L. salivarius* поддерживают постоянный нейтральный внутриклеточный pH, обладают высоким  $\Delta\mu_{H^+}$  и что в мембранах этих бактерий функционируют электрогенные системы, отличные от механизмов у *S. faecalis*.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Мартиросов С. М., Варганян А. Г., Петросян Л. С. Биофизика, 27, 467—468, 1982.
2. Николс Д. Дж. Биоэнергетика. Введение в хемиосмотическую теорию. М., 1985.
3. Скулачев В. П. Трансформация энергии в биомембранах. М., 1972.
4. Durgaryan S. S., Martirosou S. M. Bioelectrochem. Bioenerg., 5, 551—560, 1978.
5. Kobayashi H., Murekami N., Unemoto T. J. Biol. Chem., 257, 13246—13252, 1982.
6. Mitchell P. J. Biochem., 97, 1—18, 1985.
7. Schuldiner S., Padan E. Membranes and Transp., 2, 65—73, N. Y., London, 1982.

Поступило 8.I 1986 г.