

## **Структурные и функциональные изменения мембраны митохондрий, вызванные гипоосмотическими условиями**

*Ю.А. Скоробогатова<sup>1,2</sup>, С.В. Нестеров<sup>1,2</sup>, Л.С. Ягужинский<sup>1,2</sup>*

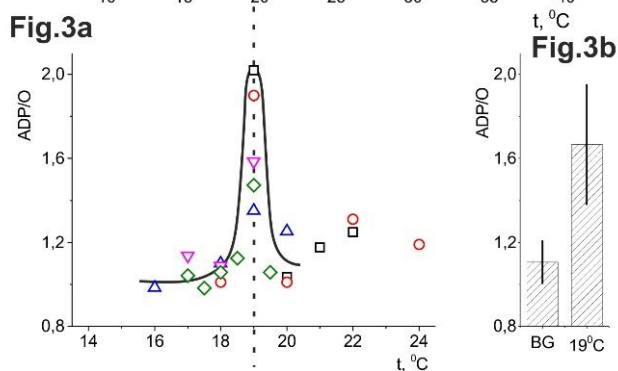
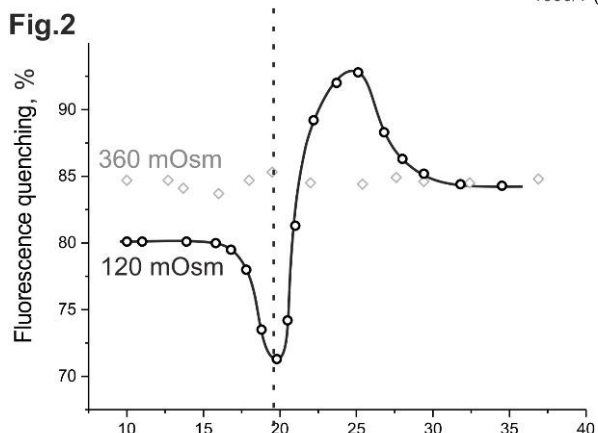
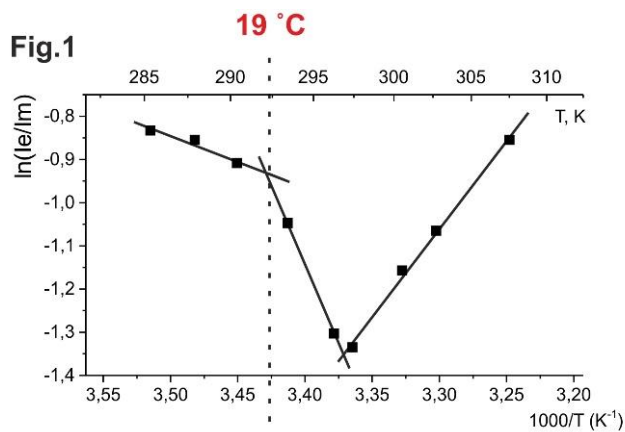
<sup>1</sup>Московский физико-технический институт (государственный университет)

<sup>2</sup>НИИ физико-химической биологии им. А. Н. Белозерского

**Введение** Хорошо известно, что температура основного фазового перехода липидного бислоя и его свойства регулируются уровнем гидратации липидного бислоя. При сильной гидратации (которая, согласно [1], эквивалентна осмотическому давлению) в мембранах из некоторых липидов наблюдается так называемый «предпереход» и промежуточная фаза ( $P_{\beta}$ ). Целью данной работы было выяснить, какие структурные изменения происходят в мембране фосфорилирующих митохондрий под воздействием осмотического стресса и какое влияние они оказывают на функционирование митохондрий.

**Методы** Митохондрии, выделенные из печени крыс стандартным методом, изучались в средах с нормальной (320-360 мосМ) и пониженной (120 мосМ) тоничностью. Структурные изменения мембраны наблюдались с использованием гидрофобного флуоресцентного зонда (пирена), встраивающегося в мембрану. Соотношение интенсивностей флуоресценции эксимера и мономера пирена ( $I_e/I_m$ ) отражает состояние липидной компоненты мембраны, а измерение степени тушения флуоресценции триптофана белков пиреном позволяет отследить изменения, происходящие на уровне белково-липидных взаимодействий. Фосфорилирование митохондрий наблюдалось полярографическим методом, с использованием сукцината в качестве субстрата дыхания.

**Результаты** В гипотонической среде (120 мосМ) нами были обнаружены резкие изменения структуры мембраны, которые отсутствуют в среде с нормальной тоничностью. Наибольший интерес представляет состояние мембраны при температуре 19 °С: в узкой окрестности этой точки происходит одновременное изменение структурных и функциональных параметров мембраны митохондрий. Во-первых, изменение, подобное происходящему с соотношением  $I_e/I_m$  при 19 °С в наших экспериментах (Рис. 1), в работе [2] связывается с предпереходом липидной мембраны. Основной переход в нашем случае наблюдается при 26 °С.



Во-вторых, степень тушения флуоресценции триптофана пиреном в окрестности 19 °C резко понижена (Рис. 2), что указывает на ослабление липид-белковых взаимодействий, которое, вероятно, вызвано агрегацией белков в кластеры и уменьшением их площади контакта с липидами.

И, наконец, в узкой окрестности 19 °C наблюдается резкое увеличение эффективности работы фосфорилирующей системы (Рис. 3ab), измеренной как параметр АДФ/О (количество молекул АТФ, синтезированных фосфорилирующей системой при восстановлении одного атома кислорода).

**Выводы** Гипотонические условия, возникающие в клетке при воздействии стрессовых факторов разного рода, могут вызывать значительные изменения структурного и функционального состояния митохондрий. Резкое температурозависимое изменение функционального состояния

митохондрий, вероятно, связано с формированием суперкомплекса белков фосфорилирующей системы и может иметь физиологическое значение.

### Литература

- 1 Pfeiffer H et al.: Hydration pressure and phase transitions of phospholipids. II. Thermotropic approach. *Biochim Biophys Acta*. 1609(2):148-52, 2003
- 2 Galla HJ, Sackmann E: Lateral diffusion in the hydrophobic region of membranes: use of pyrene excimers as optical probes. *Biochim Biophys Acta*. 339(1):103-15, 1974