

Влияние температуры на проницаемость мембран клеток для криопротекторов

Е.В. ДАВЫДОВА, А.В. САКУН

Институт проблем криобиологии и криомедицины НАН Украины, г. Харьков

Temperature Effect on Cell Membrane Permeability for Cryoprotectants

E.V. DAVYDOVA, A.V. SAKUN

Institute for Problems of Cryobiology and Cryomedicine of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kharkov, Ukraine

Пассивная проницаемость клеточной мембраны определяется ее общей структурой, свойствами отдельных компонентов, входящих в ее состав, а также системой взаимодействий между ними. Представления о механизмах проницаемости биологических мембран развивались наряду с изучением их структурной организации. Именно исследования проницаемости биологических и искусственных мембран явились основой для существующих представлений о строении биологических мембран. Одна из важных характеристик транспортных процессов – их зависимость от температуры. Проникновение воды и растворенных веществ через различные структурно обусловленные пути в клеточной мембране характеризуется разными значениями энергии активации этого процесса. Отклонение аррениусовой зависимости транспортного процесса от простого линейного соотношения свидетельствует о том, что один или несколько факторов, определяющих его течение, изменяет свои характеристики в зависимости от температуры. Изучение температурной зависимости пассивной проницаемости может предоставить ценную информацию о процессах, происходящих в клеточной мембране при охлаждении. В ряде работ установлена связь между изломами аррениусовых зависимостей транспортных процессов с фазовыми переходами в липидах мембран.

В работе исследовали влияние температуры 0–37°C на проницаемость мембран эритроцитов и дрожжевых клеток *Saccharomyces cerevisiae* для криопротекторов 1,2-пропандиола и диметилсульфоксида. Показано, что аррениусовая зависимость проницаемости мембран эритроцитов для указанных неэлектролитов характеризуется существенными изменениями значения энергии активации в нескольких температурных диапазонах, в частности в интервале температур 8–12°C. Это критическая температура как для гипотонического лизиса, так и гипертонического криогемолиза. Термотропный переход в мембранах эритроцитов при 8–12°C наиболее выражен и связан со структурными изменениями, в которые вовлечены все компоненты мембраны (липиды, цитоскелетные и интегральные белки). Получены изломы аррениусовой зависимости проницаемости для криопротекторов и при других температурах. Это свидетельствует о том, что снижение температуры ниже физиологической приводит к непрерывным изменениям во взаимоотношениях структурных элементов мембраны – липидов, белков и воды, которые проявляются в характерных температурных точках.

Passive permeability of cell membrane is determined with its total structure, properties of some components comprised and interaction system among them. Notions on biological membrane permeability mechanisms have developed with studying their structural organization. Just the researches of biological and artificial membrane permeability were the base of current notions on the biological membrane structure. One of the important characteristics of transport process is their dependence on temperature. Water and dissolved substances penetrating through the different structurally determined pathways in a cell membrane is characterized with different values of activation energy of this process. Deviation of Arrhenius' dependence of transport process from the simple linear ratio testifies to the fact, that one or some factors, determining their development, change its characteristics depending on temperature. Studying of the temperature dependence of passive permeability may provide valuable information about the processes, taking place in cell membrane at cooling. In some works the relationship between kinks of Arrhenius' dependence of transport processes with phase transitions in membrane lipids has been established.

In the work the effect of temperature within the range of 0–37°C on permeability of erythrocyte membranes and *Saccharomyces cerevisiae* yeast cells for 1,2-propane diol and dimethylsulfoxide to cryoprotectants have been studied. It has been shown that Arrhenius' dependence of erythrocyte membrane permeability for these non-electrolytes is characterized with significant changes of activation energy values in some temperature ranges, particularly in the range of 8–12°C. This is critical temperature not only for hypotonic lysis, but also for hypertonic cryohemolysis. Thermotropic transfer in erythrocyte membranes at 8–12°C is the most expressed and connected with structural changes, into which all the components of membrane were involved (lipids, cytoskeletal and integral proteins). The kinks of Arrhenius' curve of permeability for cryoprotectants have been obtained at other temperatures. This confirms that temperature reduction lower than physiological one results in continuous changes in interactions of membrane structural elements as lipids, proteins and water, manifesting in specific temperature points.