

Холодовая адаптация пойкилотермных и гетеротермных животных

А.К. ГУЛЕВСКИЙ, И.И. ШЕНЬЯВСКИЙ, Л.И. РЕЛИНА, Е.А. ГРИШЕНКОВА

Институт проблем криобиологии и криомедицины НАН Украины, г. Харьков

Cold Adaptation of Poikilothermic and Heterothermic Animals

A.K. GULEVSKY, I.I. SCHENYAVSKY, L.I. RELINA, E.A. GRISCHENKOVA

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

Представлены результаты исследований механизмов адаптации к низким температурам некоторых пойкило- и гетеротермных животных. На примере личинок большого мучного хрущака *Tenebrio molitor*, являющегося классическим объектом исследований избегающих заморзания организмов, установлено, что в условиях охлаждения и холодной акклимации сохраняется синтез белков, связанный с транскрипцией. В условиях холодной акклимации при 5°C он сохраняется в течение 2 недель, причем количество новообразованных белков постоянно увеличивается. Кроме основного пула белков, синтезирующихся в процессе жизнедеятельности *T. molitor*, у акклимированных особей наблюдается также синтез специфического белка с молекулярной массой 65 кДа, который может относиться к классу белков-шаперонов.

Перестройка биосинтеза белков в процессе холодной акклимации наблюдается также у более высокоорганизованных пойкилотермных животных, в частности у карася серебряного *Carassius auratus*, у которого экспериментально показано появление в зимний период белков с молекулярными массами 205 кДа в красных мышцах и миокарде и 172 кДа в печени.

Приспособительные механизмы метаболизма, вызванные колебаниями температуры, тесно связаны с процессами генерирования энергии в метаболических путях гликолиза и цикла трикарбоновых кислот. Наши исследования показали, что в ходе акклимации изменяется содержание АТФ в сторону его понижения в красных мышцах и печени в зимний период, а также активности лактатдегидрогеназы, которая является ферментом заключительного этапа гликолиза и используется в качестве показателя интенсивности анаэробного обмена в сторону повышения в красных мышцах и печени.

Существенную роль в механизмах холодоустойчивости пойкилотермных животных играет изменение спектра регуляторных молекул, в частности нами было обнаружено, что фракция до 5 кДа из мозга холодаадаптированных *C. auratus* способна повысить выживаемость рыб в условиях холодного стресса, что, судя по полученным экспериментальным данным, связано с воздействием на энергетический обмен, в частности на утилизацию АТФ.

Исследования, проведенные на гетеротермных животных – длиннохвостых сусликах *Citellus undulatus* – показали, что в ходе холодной акклимации и подготовки их к гипобии происходят существенные структурно-функциональные перестройки внутриклеточных систем, в том числе и белок-синтезирующего аппарата на уровне транскрипции и трансляции. Выяснено, что важным механизмом в функционировании белоксинтезирующего аппарата является процесс запасания пула мРНК в виде информсом. Как и у пойкилотермных животных значительную роль в перестройке белок-синтезирующего аппарата и ионтранспортирующих систем, обеспечивающих гомеостаз организма, играют регуляторные соединения пептидной природы с молекулярной массой до 10 кДа.

The results of investigations on the mechanisms of low temperature adaptation of some poikilo- and hetero-thermic animals are presented. On the example of larvae of flour-beetle *Tenebrio molitor*, which is a traditional object for research of organisms avoiding freezing we have found that synthesis of proteins associated with transcription is preserved during cooling and cold acclimation. During cold acclimation at 5°C it is preserved for 2 weeks moreover the number of newly formed proteins constantly increases. Except the main pool of proteins synthesizing during life of *T. molitor*, acclimated species have synthesis of specific protein with a molecular mass of 65 kDa which may relates to the class of chaperone proteins.

The restructuring of protein biosynthesis during cold acclimation is also observed in more highly organized poikilothermic animals, particularly in the goldfish *Carassius auratus*, which has been shown experimentally in winter to have the appearance of proteins with molecular mass of 205 kDa in red muscles and myocardium and 172 kDa in liver.

Adaptive mechanisms of metabolism caused by fluctuations in temperature are closely related to energy generation in the metabolic ways of glycolysis and the citric acid cycle. Our research has shown that during acclimation the content of ATP changes towards its decrease in red muscles and liver in winter and the activity of lactate dehydrogenase, which is the enzyme of the glycolysis final stage and is used as the index of anaerobic metabolism intensity towards the increase in red muscles and liver.

The change in the spectrum of regulatory molecules plays a significant role in the cold resistance mechanisms of poikilotherms, in particular we have revealed that the fraction up to 5 kDa from the brain of cold resistant *C. auratus* can increase the survival rate of fishes during cold stress that evidently from the obtained experimental data is associated with effect on energy metabolism, in particular utilization of ATP.

The studies performed in heterothermic animals long-tailed ground squirrels *Citellus undulatus* have shown that during cold acclimation and preparing those to hypobiosis significant structural and functional reorganizations of intracellular systems including protein-synthesizing apparatus at the level of transcription and translation occur. We have found that an important mechanism in the functioning of the protein-synthesizing apparatus is the accumulation of mRNA pool as informosomes. As well as in poikilotherms a significant role in the restructuring of the protein-synthesizing apparatus and ion-transport systems providing an organism homeostasis is played by regulatory peptide compounds with 10 kDa molecular mass.