

Точка переохлаждения и специфическая льдонуклеирующая активность как параметры оценки потенциала холодоустойчивости насекомых

Н.Г. Ли

Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН, г. Якутск

Supercooling Point and Specific Ice Nucleating Activity as the Parameters for Evaluating of Insect Cold Hardiness Potential

N.G. Li

Institute for Biological Problems of Cryolithozone of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Yakutsk, Russia

Точка переохлаждения (ТП) важна для описания способности видов переживать замораживание, но ее значение как прогностического параметра выживаемости при зимовке, или в оценке вероятности выживания того или иного вида в новых условиях в местах их зимовки, ограничено [Turnock and Fields, 2005]. В настоящем исследовании на двух видах холодоустойчивых насекомых, обитающих в Центральной Якутии, показано, что именно специфическая льдонуклеирующая активность, а не ТП должна использоваться для оценки потенциала холодоустойчивости у насекомых.

Исследования проводились на акклимированных к комнатной температуре гусеницах *Aporia crataegi* и сезонно-акклимированных жуках *Upis ceramboides*. ТП гусениц измеряли с помощью тонкой медь-константановой термопары, помещенной близко к сухой поверхности тела.

Инициацию кристаллизации выявляли как внезапное повышение температуры, связанное с выделением тепла от жидкости тела, превращающейся в лед, а самая низкая температура, зарегистрированная до повышения температуры, была принята за ТП. Специфическую льдонуклеирующую активность гемолимфы насекомых определяли изовольметрическим путем разведения образца, когда каждый образец разбавляли с одним и тем же коэффициентом разведения, используя один и тот же базовый раствор. Этот метод был впервые подробно описан Zachariassen и соавт.

Данные исследования показывают, что, поскольку ТП зависит от таких факторов, как концентрация полиолов в гемолимфе, она может быть зимой ниже, чем весной. Тем не менее, качество процесса льдообразования выше у зимних насекомых. Истощение полиолов весной приводит к увеличению ТП. В отличие от осени, когда увеличение ТП связано с развитием холодоустойчивости, весенние изменения ТП у этого жука происходят одновременно с потерей холодоустойчивости. Изменения физических и химических параметров в акклимированной к теплу гемолимфе *A. crataegi* были также связаны с увеличением ТП на 5-й день акклимации. Хотя тепловая акклимация *A. crataegi* индуцирует повышение ТП, нуклеация льда при этой температуре была неспецифичной и поэтому, вероятно, не имела адаптивного значения.

Итак, тепловая акклимация сопровождается адаптивной потерей нуклеаторов льда (хотя остаются случайные), связанной с падением потенциала холодоустойчивости у насекомых. Таким образом температура нуклеации сама по себе не отражает процесс льдообразования у насекомых, толерантных к замерзанию. Похоже, что только профиль активности льдонуклеации может сделать льдонуклеацию гемолимфы основной чертой процесса холодной адаптации.

The SCP is a useful parameter for describing the ability of species to survive freezing but its value as a predictor of overwintering survival, or in estimating the probability of a species surviving under new conditions in their overwintering habitats, is limited [Turnock and Fields, 2005]. The present study on the two freeze-tolerant insects inhabiting central Yakutia, shows that a specific ice nucleating activity rather than SCP should be used for evaluating of insect cold hardiness potential.

The studies were carried out on room acclimated caterpillars *Aporia crataegi* and seasonal acclimatized beetles *Upis ceramboides*. The supercooling point (SCP) of the caterpillars was measured by using a thin copper constantan thermocouple placed in close contact with the dry body surface. Initiation of freezing was detected as a sudden temperature increase due to the release of heat of fusion from body water being transformed to ice, and the lowest temperature recorded prior to the temperature increase was taken as the SCP. Specific ice nucleating activity of the insects hemolymph was determined by isovolumetric technique of sample dilution at which each sample was diluted by the same factor from the same stock solution. This method was first described in detail by Zachariassen *et al.*

Present studies show that because the SCP is influenced by such factors as polyol concentrations in the hemolymph, it can be lower in winter than in spring. Nevertheless, the quality of ice nucleating process is higher in winter insects. The depletion of polyols in the spring causes increase of SCP. Unlike in the autumn, when an increase in SCP is associated with development of freeze tolerance, spring changes in SCP for this beetle occur simultaneously with the loss of cold tolerance. The changes in the physical and chemical situation in the warm acclimated *A. crataegi* hemolymph were also correlated with an increase in SCP by the 5th day of acclimation. Although warm acclimation of *A. crataegi* induces an increase in the SCP, ice nucleation at this temperature was non-specific and therefore likely had no adaptive importance.

Hence, warm acclimation is accompanied by a loss of adaptive ice nucleators (although incidental ones remain), associated with a drop in the cold hardiness potential of the insects. Thus, the nucleation temperature (SCP) itself does not reflect the character of ice nucleating process in the freeze-tolerant insects. Only the profile of ice nucleating activity seems to determine the ice nucleation in the hemolymph as a feature of cold adaptation process.