

7 ТЕРМОРЕГУЛЯЦІЯ

1. Обмін речовин у тварин.
2. Перенесення теплоти.
3. Термобіологія.

3. Термобіологія.

Термобіологія – розділ біофізики, який вивчає механізми впливу зовнішніх теплових факторів на живі організми та реакцію організмів на ці фактори (терморцепцію).

Ендотермні організми здатні підтримувати температуру тіла на постійному ($35\text{--}40^{\circ}\text{C}$) рівні; саме через це вони віддають теплоту навколишньому середовищу. Втрати тепла сповільнюються завдяки теплоізоляції, функції якої виконують волосяний покрив, підшкіряний жир, оперення, а також за допомогою регуляції кровотоку під поверхнею шкіри. Слід зазначити, що незважаючи на високу теплоізоляцію, процес збереження тепла у ендотермних тварин досягається завдяки інтенсивним метаболічним затратам.

До теплопродукції ендотермних тварин можна застосувати концепцію термонеutralної зони (зони температурного комфорту) – області температур навколишнього середовища, в межах якої швидкість обміну речовин і, отже, теплопродукція не змінюється (Рис. 2).

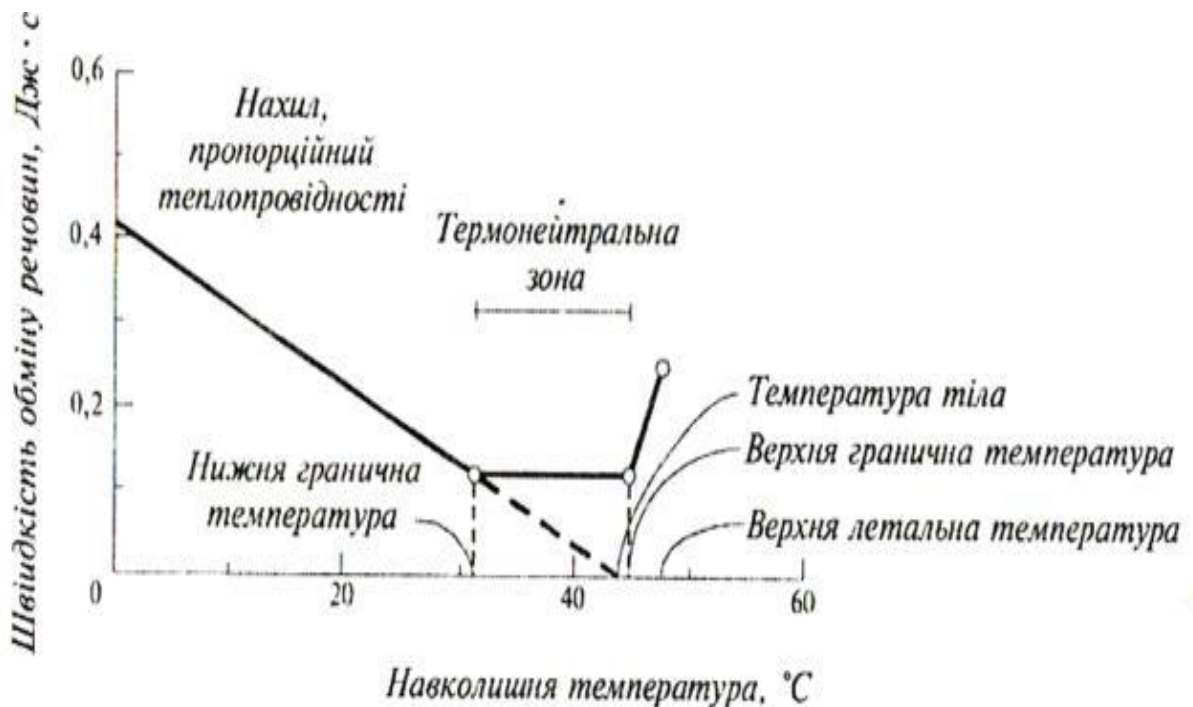


Рис. 2 – Вплив навколишньої температури на швидкість обміну речовин ендотермних тварин.

В цих межах температур тварина не відчуває ні тепла, ні холоду; для різних тварин ця область різна. При температурах менших, ніж нижня гранична, ця швидкість збільшується лінійно із зменшенням температури; в межах термонеutralної зони температура не змінюється; при температурах, що перевищують верхню граничну температуру, швидкість обміну речовин збільшується, доки температура не досягне летальних значень.

Птахи. Температура тіла у різних видів птахів варіює від 37°C до 45,5°C і в середньому у більшості видів становить 42,2°C. Температура тіла у птахів значно вище вдень, ніж вночі (навіпаки у сов), а у самок вище, ніж у самців. Птахи не мають потових залоз. Охолодження тіла досягається за допомогою високорозвиненою дихальною системою. Також птиці охолоджуються, перебуваючи в тіні або у воді.

Вплив теплових факторів на ектотермних тварин.

Ектотермні організми отримують теплоту з навколишнього середовища за рахунок сонячного (прямого, розсіяного і відбитого) випромінювання, атмосферного випромінювання; теплообмін здійснюється шляхом теплопровідності, конвекції, випаровування і випромінювання.

У ектотермних організмів теплопровідність тіла висока, оскільки вони погано ізолювані. Внаслідок цього тепло, яке виділяється через обмінні процеси, швидко переходить у навколишнє середовище. З іншого боку, висока теплопровідність дозволяє легко поглинати тепло з довкілля.

В ектотермів протягом еволюційного розвитку розвинулася певна стратегія виживання в стресових температурних умовах. Деякі ектотермні організми спроможні змінювати частоту серцевих скорочень або кровотоку в поверхневих тканинах, завдяки чому нагрівання тіла проходить значно швидше, ніж охолодження.

Просторова орієнтація. Можлива поведінкова терморегуляція за рахунок вибору місця або орієнтації тіла. Так, тварини малих розмірів можуть орієнтувати своє положення відносно Сонця з тим, щоб забезпечити ефективне нагрівання. Температура тіла крилатої комахи може збільшитися при цьому на 15°C (Рис. 3).

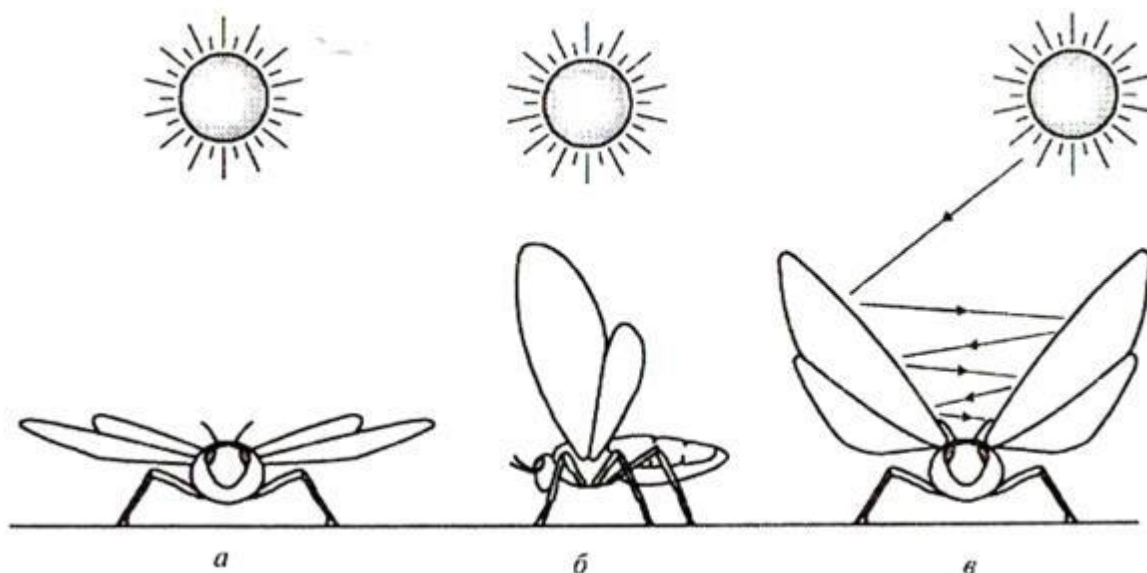


Рис. 3 – Три положення, які можуть приймати комаха під сонячним випромінюванням: а – дорсальне; б – латеральне; в – при якому відбувається багаторазове відбивання сонячного випромінювання.

Термогенез. Деякі змії, такі як індійської пітон (*Python spp.*), використовують термогенез під час інкубації яєць. Самка щільно закручується навколо кладки яєць і виробляє низькочастотні інтенсивні тремтіння тілом, піднімаючи температуру кладки до 30–33°C, інколи на 7–8 градусів °C вище навколишньої температури. Таким чином, тремтіння дозволяє досягти нагрівання до рівня, притаманного ендотермним тваринам. Така поведінка сприяє швидкому розвитку молоді.

Деякі види молі, жуків, бабок, мух, ос і бджіл також застосовують тремтіння, щоб зігріти свої м'язи перед польотом.

Забарвлення. Ще один спосіб адаптуватися до зовнішньої температури є використання тваринами певного забарвлення. Відомо, що біле та світле забарвлення характеризується більшим відбиванням сонячного випромінювання, тоді як чорне або темне призводить до його поглинання.

Здатність змінювати забарвлення шкіри залежно від температури повітря демонструють хамелеони, ропухи, ящірки.

Так, тростинна ропуха *Hyperolius viridiflavus*, що мешкає в африканській савані, здатна змінювати з початком сухого сезону свій колір від жовто-коричневого до яскраво-білого; в цьому процесі беруть участь іридофорні клітини, які містять кристали, що викликають інтерференцію оптичного випромінювання з подальшим його послабленням.

Лабораторні експерименти з південноамериканською ропухою *Bokermannohyla alvarengai* довели, що під час утримання тваринки у темряві або при низькій (20°C) температурі шкіра її становиться темною, тоді як умови освітлення або більш висока температура (30°C) викликають посвітління шкіри.

У комах (сарани, жуків, бабок) забарвлення змінюється завдяки фазовим змінам ліпідів кутикули від майже чорного до металево синього або зеленого при підвищенні температури. Рівень забарвлення впливає на відбивання сонячного випромінювання. Комаха з білим або світлим забарвленням нагріваються повільніше, ніж ті, що мають темний колір. Через це активність темнозабарвлених комах збільшується на світанку або в сутінках, тоді як світлозабарвлених комах – опівдні. В той же час рівень відбивання сонячного випромінювання зовнішнім покривом у ектотермних тварин залежить від температури – деякі види ропах під час нагрівання змінюють відбивання від 35% до 60%, а хамелеон *Chamaeleo dilepis* – від 31% при 20°C до 46% при 35°C.

Живі організми здатні виявляти адаптивну поведінку щодо температурних градієнтів; рух організму у бік джерела температури або від нього називається **термотаксисом**. Нематоди (*Caenorhabditis elegans*), які паразитують на теплокровних тваринах, переміщуються до більш високих температур. Термотаксис мають личинки та дорослі особини дрозофіли (*Drosophila*). Слимаки також рухаються у бік температури, якій віддається перевага. Очевидно, термотаксис дає можливість кліщу варроа знаходити бджолу.