



Budżet energetyczny organizmu zwierzęcego

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Audiobook](#)
- [Sprawdź się](#)
- [Dla nauczyciela](#)



Budżet energetyczny organizmu zwierzęcego

Według badań przeprowadzonych w 2009 roku coraz większy odsetek psów cierpi na nadwagę lub otyłość. Problem ten dotyka już ok. 30 proc. czworonogów na całym świecie.

Źródło: Pixabay, domena publiczna.

Budżet (bilans) energetyczny organizmu można przedstawić jako zestawienie ilości energii pobieranej wraz z pokarmem z ilością energii wydatkowanej i traconej. W zdrowych, prawidłowo funkcjonujących organizmach zwierzęcych budżet ten jest zbilansowany – wartości energii pobieranej i zużywanej są identyczne. Zaburzenia bilansu energetycznego prowadzą do poważnych zaburzeń w postaci niedożywienia (bilans ujemny) lub otyłości (bilans dodatni).

Twoje cele

- Zdefiniujesz pojęcie metabolizmu.
- Poznasz pojęcie równoważnika energetycznego.
- Scharakteryzujesz zrównoważony, dodatni i ujemny, bilans energetyczny.
- Scharakteryzujesz procesy podstawowej i ponadpodstawowej przemiany materii.

Przeczytaj

Większość procesów biochemicznych zachodzących w komórkach przebiega dzięki obecności energii dostarczonej organizmowi w postaci pożywienia. Energia ta zużywana jest na utrzymanie temperatury organizmu (**termogenezę**), aktywność mięśniową, pracę serca, aktywność wydzielniczą gruczołów, wytwarzanie związków wysokoenergetycznych, bioelektryczną aktywność układu nerwowego oraz procesy wchłaniania substancji i ich przemiany biochemiczne. Pozostała część przyjętej z pokarmem energii, niewykorzystana w powyższych procesach, rozprasza się w postaci **ciepła** emitowanego przez organizm.

Tempo metabolizmu

Metabolizm można zdefiniować jako sumę reakcji chemicznych zachodzących we wszystkich komórkach organizmu.

Tempo metabolizmu określa się z kolei jako szybkość uwalniania ciepła powstającego w czasie przebiegu tych reakcji chemicznych. Ciepło jest bowiem końcowym produktem praktycznie wszystkich reakcji chemicznych, w których komórki wytwarzają energię magazynowaną w wysokoenergetycznych wiązaniach w cząsteczkach ATP.

Należy zwrócić również uwagę na fakt, iż jedynie część energii uzyskiwanej z dostarczonego pokarmu jest przekształcana w ATP – reszta uwalniana jest w postaci ciepła. Podczas produkcji ATP w przemianach biochemicznych zachodzących w komórkach około 35% energii dostarczanej z pokarmem przekształca się w ciepło.

W celu opisywania tempa metabolizmu ustalona została jednostka charakteryzująca ilość energii uzyskiwanej lub wydatkowanej przez komórki. Jednostką tą jest **kaloria (kcal)**, która określa ilość ciepła niezbędnego do ogrzania 1 kg H₂O o 1°C przy ciśnieniu zewnętrznym 1 atm.

Równoważnik energetyczny

Pojęcie równoważnika energetycznego wprowadzono w celu określenia wartości energetycznej poszczególnych składników pożywienia przyjmowanego przez organizm. Można stwierdzić, że równoważnik energetyczny to ilość energii, która powstaje w wyniku katabolizmu 1 g danej substancji chemicznej.

Dla podstawowych związków, z jakich składa się pokarm, równoważniki te wynoszą:

- **białka** – 5,3 kcal/g;
- **węglowodany** – 4,1 kcal/g;
- **tłuszcze** – 9,3 kcal/g.

Jak wskazują powyższe dane, najwyższą wartością energetyczną charakteryzują się tłuszcze, jednak należy pamiętać, że znacznie później niż węglowodany wywołują one uczucie sytości. Natomiast węglowodany i białka mają niższą kaloryczność, ale po spożyciu posiłku szybko wywołują uczucie sytości.

Bilans energetyczny organizmu zwierzęcego

U zdrowego, dorosłego człowieka ilość pobieranej z pokarmem energii równa jest energii wydatkowanej we wszystkich procesach życiowych. Dzięki zachowaniu takiej równowagi organizm może prawidłowo rozwijać się i funkcjonować. O zrównoważonym bilansie energetycznym mówimy, gdy ilość energii dostarczonej z pożywieniem (E_p) jest równa sumie energii wydatkowanej przez organizm (E_w) oraz stratom energii (E_s), co można przedstawić równaniem:

$$E_p = E_w + E_s$$

W przypadku gdy obie strony równania mają takie same wartości, masa ciała organizmu nie zmienia się, a intensywność [procesów anabolicznych](#) jest identyczna z intensywnością [procesów katabolicznych](#).

Dodatni bilans energetyczny

Dodatni bilans energetyczny (lewa strona równania większa) można scharakteryzować jako przewagę procesów anabolicznych, prowadzącą do wzrostu masy ciała. Należy zwrócić uwagę na fakt, iż stan taki jest prawidłowy w okresie wzrostu organizmu, np. u ludzi we wczesnym dzieciństwie i okresie dojrzewania. Nadwyżki dostarczanej z pokarmem energii zużywane są wtedy na wzrost, przyrost masy mięśniowej i rozwój. Dodatni bilans u osób dorosłych prowadzi do nadwagi, a następnie otyłości.

Ujemny bilans energetyczny

Przemiana materii

Energia przyjmowana przez organizm wraz z pożywieniem zmieniana jest w procesach metabolicznych w energię wykorzystywaną oraz energię traconą. Procesy, w których dochodzi do tej przemiany, określamy jako **podstawową** i **ponadpodstawową** przemianę materii.

Podstawowa przemiana materii

Podstawowa przemiana materii (podstawowy metabolizm) określa najniższy poziom reakcji katabolicznych, w wyniku których produkowana jest energia niezbędna do zachowania podstawowych funkcji życiowych organizmu. Do funkcji tych zaliczamy podziały komórek, wzrost komórek i tkanek, pracę serca, krążenie krwi, czynność wydzielniczą gruczołów, oddychanie, utrzymanie aktywności układu nerwowego oraz utrzymanie temperatury ciała.

Ponadpodstawowa przemiana materii

Słownik

atmosfera (atm)

jednostka miary ciśnienia równa ciśnieniu 760 mm słupa rtęci w temperaturze 0°C; utożsamiana jest ze standardowym ciśnieniem atmosferycznym

ciepło

jeden z rodzajów przekazywania energii w układach fizycznych; przekazywana energia pochodzi z ruchu cząstek układu (atomów, cząsteczek lub jonów)

procesy anaboliczne

reakcje metaboliczne, w wyniku których z prostych substratów powstają złożone cząsteczki; procesy te wymagają nakładu energii z zewnątrz

procesy kataboliczne

reakcje metaboliczne, w wyniku których zachodzi rozpad złożonych cząsteczek na związki proste; w procesach tych uwalniana jest energia

termogeneza

suma wszystkich procesów metabolicznych i fizjologicznych, w trakcie których dochodzi do produkcji ciepła

Budżet energetyczny organizmu zwierzęcego

Do prawidłowego przebiegu procesów życiowych wszystkie organizmy potrzebują substancji odżywczych. Zachodzące w ustroju przemiany materii wymagają ciągłego dostarczania paliwa, jakim jest pokarm. Cukry, tłuszcze i – w mniejszym stopniu – białka zaspokajają potrzeby energetyczne zwierząt.

Wielkość potrzeb energetycznych uwarunkowana jest przynależnością do organizmów zmiennie- lub stałocieplnych. Temperaturę ciała zwierząt zmiennocieplnych warunkuje temperatura otoczenia. Płazy i gady, zanim rozpoczną poszukiwania pokarmu, muszą wygrzać się w promieniach słońca, co podnosi ich temperaturę ciała i pozwala na aktywność fizyczną. Również po zdobyciu pożywienia zwierzęta ektotermiczne przebywają w zasięgu potencjalnego źródła ciepła, co reguluje przebieg ich procesów trawiennych w odpowiednim tempie i gwarantuje przekształcenie substancji odżywczych w związki budulcowe oraz energię niezbędną do procesów życiowych.

Organizmy stałocieplne same regulują temperaturę organizmu, w zależności od potrzeb podwyższając ją lub obniżając, co, odpowiednio, przyspiesza bądź spowalnia metabolizm.

Wymagania energetyczne uwarunkowane są między innymi stosunkiem powierzchni ciała organizmu do jego objętości. W przypadku mniejszych zwierząt, takich jak drobne gryzonie czy kolibry, stosunek ten jest niekorzystny: powierzchnia ciała jest większa niż jego objętość, stąd ciepło wytworzone przez organizm jest intensywniej oddawane do otoczenia. Pociąga to za sobą konieczność ciągłego poszukiwania pokarmu będącego źródłem energii.

Kolejnym uwarunkowaniem związanym z nakładami energetycznymi jest płeć organizmu. W zależności od gatunku większe zapotrzebowanie na energię mogą mieć samice, na przykład wydrukując ją na produkcję jaj u ptaków, bezkręgowców czy płazów. Zwiększone zapotrzebowanie na energię u samców może być z kolei związane z koniecznością walki o samicę lub regularnymi utarczkami o utrzymanie obszaru rozrodczego.

Bilans energetyczny organizmów, czyli sposób porównania ilości energii dostarczonej z pokarmem z wydatkami energetycznymi, można podzielić na trzy rodzaje. Pierwszy to bilans zrównoważony, w którym ilość energii wytworzonej jest równa energii wykorzystanej.

Drugi to bilans dodatni. W tym przypadku wielkość energii wydatkowanej jest mniejsza niż ilość energii dostarczanej z pokarmem. Natomiast w bilansie ujemnym energia wydatkowana na procesy życiowe jest większa niż uzyskana z pokarmu.

Dla organizmu najkorzystniejszy jest bilans zrównoważony – przy dodatnim bilansie energetycznym dochodzi do wzrostu masy ciała, czego jednak nie obserwuje się naturalnie w przyrodzie. Inaczej jest na przykład ucywilizowanej populacji ludzkiej, gdzie nadmiar energii z pożywienia powoduje otyłość i sprzyja rozwojowi chorób cywilizacyjnych – schorzeń układu krążenia, niektórych chorób nowotworowych czy dolegliwości ze strony układu pokarmowego.

Ujemny bilans energetyczny doprowadza z kolei do utraty masy ciała, osłabienia organizmu i wzrostu podatności na choroby, w tym także na zarażenia pasożytnicze.

W populacjach organizmów żywych zasoby energetyczne fluktuują. W zależności od pory roku i dostępności pożywienia bilans ujemny zostaje sezonowo przekształcony w dodatni i odwrotnie.

Budżet energetyczny organizmu zwierzęcego.

Źródło: Englishsquare.pl Sp. z o. o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Polecenie 1

Wysłuchaj audiobooka, a następnie scharakteryzuj zrównoważony, dodatni i ujemny bilans energetyczny.

Polecenie 2

Jaka jest różnica pomiędzy płazami, gadami a ssakami w zachodzących u nich procesach związanych z przemianą materii?

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Dopasuj podane hasła do odpowiadających im definicji.

Tempo metabolizmu

Suma wszystkich procesów metabolicznych i fizjologicznych, w trakcie których dochodzi do produkcji ciepła.

Termogeneza

Suma reakcji chemicznych zachodzących we wszystkich komórkach organizmu.

Metabolizm

Szybkość uwalniania ciepła powstającego w czasie przebiegu reakcji chemicznych we wszystkich komórkach organizmu.

Ćwiczenie 2



Oceń i zaznacz, czy podane stwierdzenia są prawdziwe czy fałszywe.

Stwierdzenie	Prawda	Fałsz
W przypadku organizmów żywych energia magazynowana jest w wysokoenergetycznych wiązaniach zawartych w cząsteczkach ATP.	☐	☐
Całość energii uzyskiwanej z pokarmu magazynowana jest w postaci ATP.	☐	☐
Kaloria to jednostka, która określa ilość ciepła niezbędną do ogrzania 1 kg H ₂ O o 1°C przy ciśnieniu zewnętrznym wynoszącym 1 atm.	☐	☐

Ćwiczenie 3



Uzupełnij tekst, wybierając odpowiednie słowa i liczby spośród propozycji podanych poniżej.

Równoważnik energetyczny to ilość energii, która powstaje w wyniku katabolizmu danej substancji chemicznej. Dla podstawowych związków, z jakich składa się pokarm, równoważniki te wynoszą: dla białek, dla węglowodanów i dla tłuszczów. Spośród tych makroskładników najszybciej wchłaniają się , a najpóźniej uczucie sytości odczuwane jest po zjedzeniu .

1 mg

białka

5,3 kcal/g

1 g

4,1 kcal/g

12,4 kcal/g

tłuszczów

cukry proste

4,8 kcal/mg

9,3 kcal/g

8,5 kcal/mg

Ćwiczenie 4



Przenieś podane poniżej elementy w odpowiednie miejsca tabeli.

	Proces kataboliczny	Proces anaboliczny
Substraty		
Rodzaj przemiany		
Produkt		
Energia		
Poziom energetyczny produktów w porównaniu do substratów		
Przykład		

Niższy

Pobierana z zewnątrz

Uwalniana

Proste cząsteczki

Cząsteczka prosta

Rozpad

Wyższy

Oddychanie tlenowe

Synteza

Złożone cząsteczki

Replikacja DNA

Cząsteczka złożona

Ćwiczenie 5



Uzupełnij tekst, zaznaczając prawidłowe sformułowania.

Bilans energetyczny to zestawienie energii dostarczonej z pożywieniem z energią wydatkowaną przez organizm. W sytuacji, w której obie te wartości są równe, mówimy o

zrównoważonym ☐

naturalnym ☐

bilansie energetycznym. Dzięki zachowaniu takiej

równowagi organizm zdrowego, dorosłego człowieka może prawidłowo funkcjonować. Kiedy procesy anaboliczne zaczynają przeważać nad procesami katabolicznymi, mamy do czynienia z

ujemnym ☐

dodatnim ☐

bilansem energetycznym. Prowadzi on do

wzrostu ☐

spadku ☐

masy ciała. Jest to prawidłowy stan fizjologiczny u

dzieci ☐

starszych osób ☐

, jednak jego dłuższe utrzymywanie się w dorosłym życiu może

prowadzić do

wyniszczenia ☐

nadwagi i otyłości ☐ .

Ćwiczenie 6



Przyporządkuj podane poniżej stwierdzenia do odpowiedniej grupy.

Podstawowa przemiana materii

Uwalniana energia jest zużywana na aktywność ruchową oraz tracona przez organizm w postaci ciepła.

Ponadpodstawowa przemiana materii

Zapotrzebowania na ten rodzaj przemiany materii nie jest zależne od poziomu aktywności fizycznej ani warunków środowiskowych.

Utrzymuje stałą temperaturę ciała, umożliwia pobieranie i trawienie pokarmu oraz wykonywanie pracy mięśniowej.

Stanowi około 25–50% całkowitego wydatku energetycznego.

Szereg wydatków energetycznych organizmu związanych z wykonywaniem codziennych czynności.

Najniższy poziom reakcji katabolicznych, niezbędny dla przetrwania organizmu.

Utrzymuje m.in. pracę serca, oddychanie, funkcje wydzielnicze gruczołów, funkcjonowanie OUN.

Uwalniana energia jest niezbędna do zachowania podstawowych funkcji życiowych.

Stanowi około 50–75% całkowitego wydatku energetycznego.

Zapotrzebowania na ten rodzaj przemiany materii związane jest z poziomem aktywności fizycznej, wiekiem, masą ciała oraz warunkami środowiskowymi.

Ćwiczenie 7



Definicja zespołu metabolicznego określa go, jako współistnienie powiązanych ze sobą czynników ryzyka pochodzenia metabolicznego, sprzyjających rozwojowi chorób sercowo-naczyniowych o podłożu miażdżycowym oraz cukrzycy typu 2. Do zespołu metabolicznego zaliczamy ponadto: insulinooporność, hiperinsulinizm, otyłość, upośledzoną tolerancję glukozy. [...] Wszystkie czynniki, składające się na zespół metaboliczny, wpływają wzajemnie na siebie. Otyłość oraz niedostatek wysiłku fizycznego prowadzą do powstania oporności na insulinę. Insulinooporność zwiększa z kolei stężenie cholesterolu frakcji LDL, stężenie trójglicerydów w surowicy krwi oraz zmniejsza stężenie cholesterolu frakcji HDL. Zmiany te prowadzą do powstania blaszek miażdżycowych w ścianach tętnic.

Źródło: *Zespół metaboliczny – epidemia XXI wieku*. - Bogumiła Drzycimska-Tatka, Angelika Drab-Rybczyńska, Jerzy Kasprzak, Wojewódzka Stacja Sanitarno-Epidemiologiczna w Bydgoszczy.

Wyjaśnij, w jaki sposób utrzymywanie dodatniego bilansu kalorycznego u dorosłej osoby może prowadzić do rozwoju chorób sercowo-naczyniowych.

Ćwiczenie 8



Białka są podstawowymi elementami budulcowymi struktur każdej żywej komórki i substancji, regulujących przebieg metabolizmu komórkowego. W przemianie materii organizmów heterotroficznych zachodzi stały rozpad i odbudowa białek ustrojowych, przez co gospodarka białkowa wiąże się z przemianami energetycznymi, a zużywane białko pokarmowe dostarcza w ogólnym bilansie określoną ilość energii.

Źródło: *Żywność człowieka w praktyce promocji i ochrony zdrowia* (część I), Krystyna Dłużniewska, 2008 r.

Oceń prawdziwość stwierdzenia: „Białko w organizmie ssaków pochodzi jedynie z katabolicznych procesów rozkładu pożywienia”. Odpowiedź uzasadnij.

Dla nauczyciela

Autor: Anna Juwan

Przedmiot: Biologia

Temat: Budżet energetyczny organizmu zwierzęcego

Grupa docelowa: uczniowie III etapu edukacyjnego – kształcenie w zakresie rozszerzonym

Podstawa programowa:

Zakres rozszerzony

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

XI. Funkcjonowanie zwierząt.

1. Podstawowe zasady budowy i funkcjonowania organizmu zwierzęcego. Uczeń:

7) wykazuje związek między wielkością, aktywnością życiową, temperaturą ciała, a zapotrzebowaniem energetycznym organizmu.

Kształtowane kompetencje kluczowe:

- kompetencje cyfrowe;
- kompetencje osobiste, społeczne i w zakresie umiejętności uczenia się;
- kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii.

Cele operacyjne (językiem ucznia):

- Zdefiniujesz pojęcie metabolizmu.
- Poznasz pojęcie równoważnika energetycznego.
- Scharakteryzujesz zrównoważony, dodatni i ujemny, bilans energetyczny.
- Scharakteryzujesz procesy podstawowej i ponadpodstawowej przemiany materii.

Strategie nauczania:

- konstruktywizm;
- konektywizm.

Metody i techniki nauczania:

- z użyciem komputera;
- ćwiczenia interaktywne;

- praca z audiobookiem;
- mapa myśli;
- gra dydaktyczna.

Formy pracy:

- praca indywidualna;
- praca w parach;
- praca w grupach;
- praca całego zespołu klasowego.

Środki dydaktyczne:

- komputery z głośnikami, słuchawkami i dostępem do internetu;
- zasoby multimedialne zawarte w e-materiale;
- tablica interaktywna/tablica, pisak/kreda.

Przebieg lekcji

Przed lekcją:

1. **Przygotowanie do zajęć.** Nauczyciel loguje się na platformie i udostępnia uczniom e-materiał „Budżet energetyczny organizmu zwierzęcego”. Prosi uczestników zajęć o rozwiązanie ćwiczenia nr 1 z sekcji „Sprawdź się” na podstawie treści w sekcji „Przeczytaj”.

Faza wstępna:

1. Nauczyciel wyświetla na tablicy temat lekcji oraz cele zajęć, omawiając lub ustalając razem z uczniami kryteria sukcesu.
2. **Wprowadzenie do tematu.** Nauczyciel prosi, by uczniowie w parach opracowali mapy myśli związane z tematem. Wybrane pary przedstawiają swoje propozycje, ochotnik zapisuje je na tablicy. Pozostali uczniowie odnoszą się do odnotowanych sugestii, uzupełniając je o swoje pomysły.

Faza realizacyjna:

1. **Praca z multimediami.** Uczniowie zapoznają się z medium w sekcji „Audiobook”. Następnie wykonują polecenie nr 1: charakteryzują zrównoważony, dodatni i ujemny bilans energetyczny.
2. **Praca z treścią e-materiału.** Uczniowie na podstawie przeczytanego tekstu oraz informacji zawartych w medium w sekcji „Audiobook” układają pytania do quizu dla innych par. Nauczyciel wraz z uczniami określa zasady rywalizacji i punktowania dobrych odpowiedzi (np. gra na czas lub na liczbę poprawnych odpowiedzi). Przeprowadzenie gry w klasie. Nauczyciel lub wybrany uczeń dba o prawidłowy

przebieg quizu zgodnie z wcześniejszymi ustaleniami. Nauczyciel nagradza zwycięską parę, np. ocenami z aktywności.

3. **Utrwalanie wiedzy i umiejętności.** Uczniowie dobierają się w pary i wykonują ćwiczenia nr 7 (w którym mają za zadanie wyjaśnić – na podstawie tekstu źródłowego – w jaki sposób utrzymywanie dodatniego bilansu kalorycznego u dorosłej osoby może prowadzić do rozwoju chorób sercowo-naczyniowych) i nr 8 (w którym mają za zadanie ocenić – na podstawie tekstu źródłowego – prawdziwość stwierdzenia: „Białko w organizmie ssaków pochodzi jedynie z katabolicznych procesów rozkładu pożywienia”) w sekcji „Sprawdź się”. Następnie konsultują swoje rozwiązania z inną parą uczniów i ustalają jedną wersję odpowiedzi.

Faza podsumowująca:

1. Uczniowie w parach weryfikują i w razie potrzeby uzupełniają swoje mapy myśli opracowane we wstępnej fazie lekcji.
2. Uczniowie odpowiadają na pytania podsumowujące lekcję:
 - Czym jest równoważnik energetyczny?
 - Czym charakteryzują się procesy podstawowej i ponadpodstawowej przemiany materii?

Praca domowa:

1. Wykonaj ćwiczenia od 2 do 6 z sekcji „Sprawdź się”.

Materiały pomocnicze:

- Neil A. Campbell i in., „Biologia Campbella”, tłum. K. Stobrawa i in., Rebis, Poznań 2019.
- „Encyklopedia szkolna. Biologia”, red. Marta Stęplewska, Robert Mitoraj, Wydawnictwo Zielona Sowa, Kraków 2006.

Dodatkowe wskazówki metodyczne:

- Treści w sekcji „Audiobook” można wykorzystać jako materiał służący powtórzeniu i utrwaleniu wiedzy uczniów.