

Ekologia z elementami ochrony przyrody i środowiska

*Prof. dr hab. Ryszard Laskowski
Instytut Nauk o Środowisku
ul. Gronostajowa 7, pok. 2.1.2*

www.cyfronet.krakow.pl/~uxlaskow

konsultacje: wtorki, 13.00-14.30

1/25

Organizm w środowisku

- **Bilans energetyczny organizmu**
- **Populacyjne budżety energetyczne**

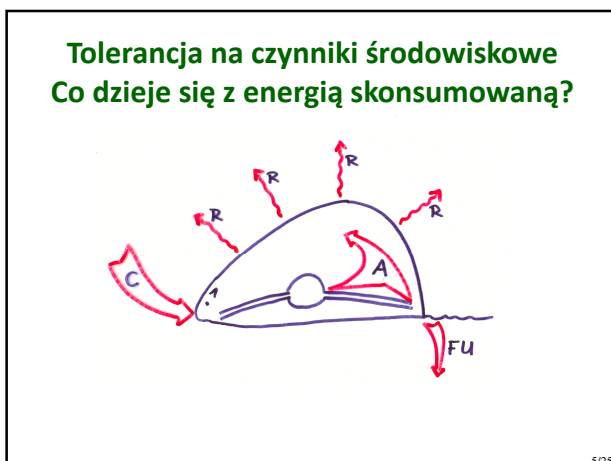
2/25

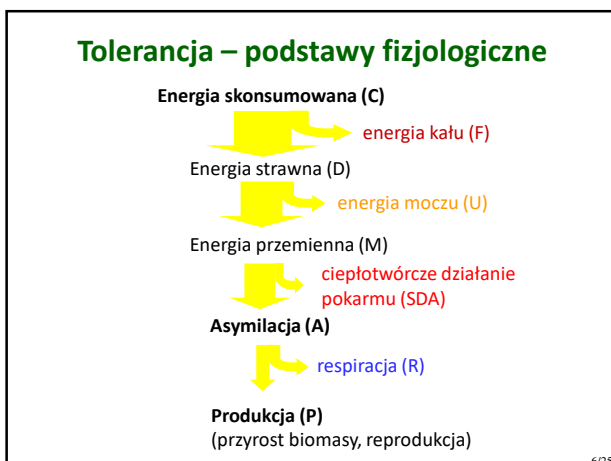
Zagadnienia do dyskusji

- **Bilans energetyczny organizmu**
 - losy energii skonsumowanej
 - składowe budżetu
 - zależności allometryczne
 - kompromisy w gospodarce energetycznej, ogólna teoria stresu
- **Populacyjne budżety energetyczne**
 - dobowy budżet energetyczny organizmu a zapotrzebowanie na pokarm
 - biomasa populacji – tempo produkcji – tempo rotacji
 - zastosowania w gospodarce i ochronie przyrody

3/25







Powody ograniczenia tolerancji organizmów względem czynników środowiskowych

- **Ograniczenia energetyczne:**
 - straty energii na kolejnych stopniach przekształcania i wykorzystania pokarmu
 - ograniczenia anatomiczne, fizjologiczne lub ekologiczne wielkości konsumpcji
 - metabolizm maksymalny: $10 \times \text{BMR}$ (ssaki)
 $20 \times \text{BMR}$ (ptaki)
- Brak ewolucyjnie wykształconych mechanizmów kompensacji niekorzystnego działania niektórych czynników (np. niektóre substancje toksyczne)

7/25

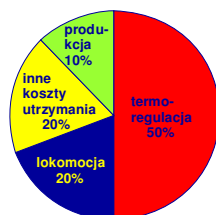
Ogólna teoria stresu

Podział zasobów energetycznych na wszelkie potrzeby osobnika

NORMALNE WARUNKI
ŚRODOWISKOWE

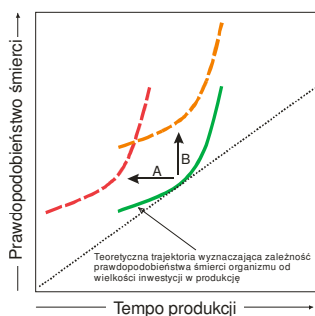


STRES (niska temperatura)



8/25

Ogólna teoria stresu



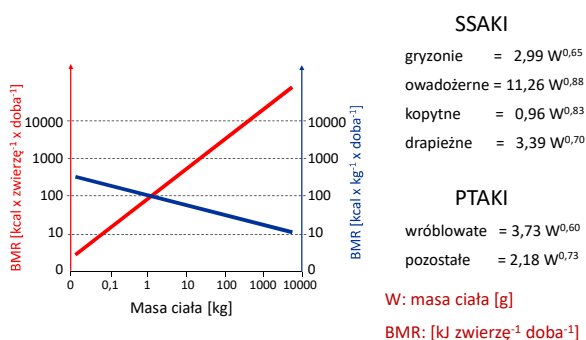
9/25

Składowe i miary budżetów energetycznych

- **BMR** – metabolizm podstawowy (*basal metabolic rate*): ok. 25% - 30% całkowitego budżetu stałocieplnych kręgowców
- **SMR** – metabolizm standardowy (*standard m. r.*)
- **RMR** – metabolizm spoczynkowy (*resting m. r.*)
- **ADMR** – średni metabolizm dobowy (*average daily metabolic rate*)
 - aktywność ruchowa: $3 - 5 \times \text{BMR}$ (ssaki)
 $10 - 15 \times \text{BMR}$ (ptaki)
 - SDA: do 30% BMR (białka);
3% – 5% BMR (tłuszcze i węglowodany)

10/25

Zależność BMR od masy ciała (zależność alometryczna)



11/25

Dobowe i populacyjne budżety energetyczne

- $DEB = \sum_i (T_i \times E_i)$
 - ssaki: $DEB = 7,01 \times W^{0,71}$ [kJ \times zwierzę⁻¹ \times doba⁻¹]
 - ptaki: $DEB = 12,06 \times W^{0,68}$ [kJ \times zwierzę⁻¹ \times doba⁻¹]
- **Budżety populacyjne:**
 - $C = R + P + FU + SDA$
 - $R = N_{sr} \times DEB \times T$
 - $Sc = N_{sr} \times W_{sr}$
 - $\theta = 1/t_{sr}$
 - ➔ $P = \theta \times Sc$

12/25

Porównanie tempa przepływu energii przez wybrane systemy techniczne i biologiczne (rzęd wielkości) (za J. Weinerem)

Tempo przepływu	Systemy techniczne	Systemy biologiczne
10 μW	zegarek elektroniczny	larwa <i>Tribolium</i> sp.
0,1 W	kalkulator	śr. tempo fotosyntezy 1 m ² biosfery
1 W	latarka	wróbek
10 W	odbiornik radiowy	kot
100 W	żarówka, telewizor	pracujący człowiek
500 W	silnik elektryczny	koń
25 MW	silnik spalinowy statku	
10 000 000 MW	zapotrzebowanie energetyczne populacji ludzkiej	
100 000 000 MW		całkowita produkcja netto biosfery
173,4 × 10 ⁹ MW		całkowita intercepcja energii przez biosferę

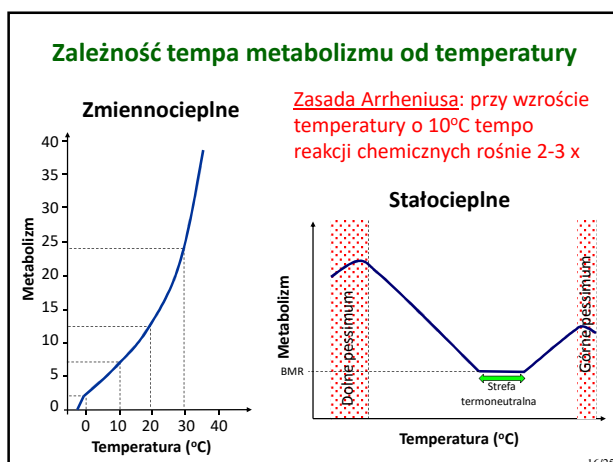
Wartości energetyczne przykładowych materiałów roślinnych (na suchą masę)

ROŚLINY	kJ/g	kcal/g
<i>Fagus sylvatica</i> (nasiona)	27,16	6,49
<i>Quercus robur</i> (nasiona)	18,52	4,42
Rośliny runa (części nadziemne)	16,63	3,97
Rośliny runa (korzenie)	13,82	3,30
Trawy (części nadziemne)	16,72	3,99

Wartości energetyczne przykładowych materiałów zwierzęcych (na suchą masę)

ZWIERZĘTA	kJ/g	kcal/g
<i>Tenebrio molitor</i>	26,43	6,30
<i>Myrmica</i> sp.	26,43	6,30
Arachnida	24,37	5,82
<i>Bufo bufo</i>	20,95	5,00
<i>Rana arvalis</i>	19,38	4,36
<i>Parula americana</i>	28,80	6,88
<i>Passer domesticus</i>	23,08	5,51
<i>Sorex minutus</i>	21,03	5,03
<i>Apodemus glareolus</i>	20,66	4,93

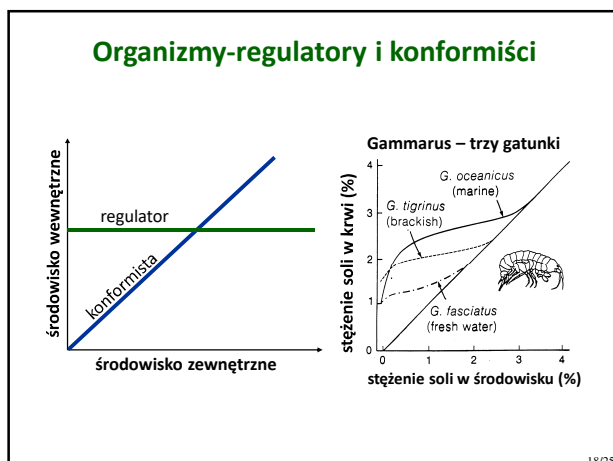
Węglowodany: 17,21 kJ/g; Białka: 23,61 kJ/g; Tłuszcze: 39,6 kJ/g



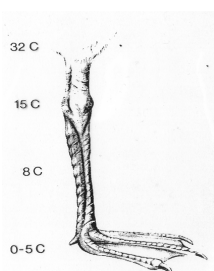
Okresowa rezygnacja z homeostazy może poszerzyć strefę tolerancji

- **Obniżenie temperatury ciała w czasie spoczynku**
 - **torpor** (np. nietoperze, pilchowate, kolibry):
 - kolibry z chłodniejszych stref klimatycznych obniżają na noc temperaturę ciała do ok. 18° – 20°C z ok. 40°C za dnia;
 - **hibernacja** – znacznie głębsze zmiany w fizjologii niż przy torporze:
 - susły – rytm serca z 200-400 uderzeń/min. → 7-8 u/min; temperatura ciała z ok. 40°C → 6°C;
 - **metabolizm hibernacyjny ≈ 1% - 5% normalnego**
- **Diapauza** u owadów – woda może zostać związana chemicznie (ochrona przed zamarzaniem) lub ciało zostaje otoczone nie przepuszczalną osłonką (ochrona przed wysychaniem), metabolizm spada niemal do zera

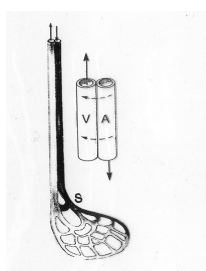
17/25



Z homeostazy można też zrezygnować tylko w niektórych częściach ciała



Temperatura skóry nogi i stopy mowy stojącej na lodzie



Przeciwprądowa wymiana ciepła między krwią tętniczą (A) i żylną (V)

19/25

Przygotowanie do niekorzystnych warunków środowiskowych wymaga przewidywania ich nadejścia

- Czas niezbędny na zgromadzenie zapasów energii, wody, biogenów
- Czas niezbędny na zmiany fizjologiczne
- ➔ niekorzystne zmiany w środowisku należy przewidzieć zawczasu
 - ➔ w środowisku istnieją przesłanki, wskazujące na nadchodzące zmiany – „czynniki bliższe” (proksymalne) – np. zmiana względnej długości dnia, zmiana temperatury barwowej światła;
 - ➔ ostatecznie nadchodzą zmiany i na organizm działają „czynniki ostateczne” (podstawowe, ultymatywne) – np. niska temperatura, brak pożywienia itp.

20/25

Czynniki ograniczające: temperatura i wilgotność

- **Temperatura**
 - życie możliwe w zakresie od -200°C do $+100^{\circ}\text{C}$
 - większość organizmów: -60°C do $+60^{\circ}\text{C}$
 - amplituda temperatur
- **Wilgotność**
 - cały zakres występujących na Ziemi warunków wilgotnościowych
- W praktyce – łączne działanie wilgotności i temperatury ➔ **ewapotranspiracja**

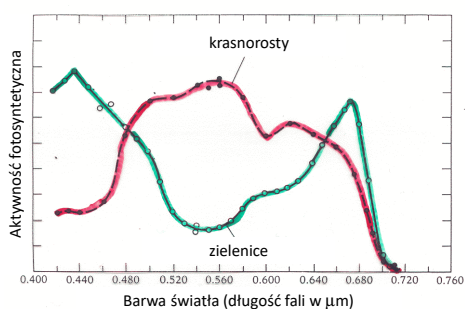
21/25

Czynniki ograniczające: światło

- zakres: 400 do 700 nm
- rośliny lądowe: głównie światło **niebieskie** i **czerwone**
- na lądach niedobór światła może być czynnikiem ograniczającym pod okapem lasu
- w wodach: poniżej ok. 1 m dociera już tylko światło zielone i niebieskie → znacznie większe zróżnicowanie barwników fotosyntetycznych u roślin wodnych – wiele roślin wodnych wykorzystuje do fotosyntezy światło **zielone**
- ograniczająco może działać także zbyt intensywne promieniowanie

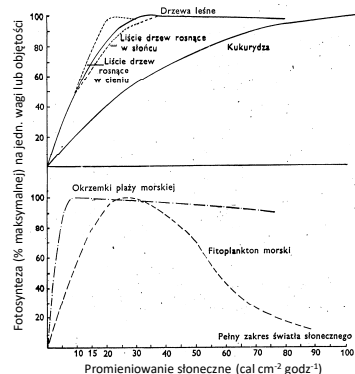
22/25

Wykorzystanie światła w różnych zakresach przez glony



23/25

Światło jako czynnik ograniczający



24/25

Czynniki ograniczające: biogeny

- **Tlen i dwutlenek węgla**
 - tempo fotosyntezy wzrasta przy podniesieniu stężenia CO₂ oraz obniżeniu stężenia O₂
 - powietrze glebowe: w głębszych warstwach gleby tlen jest czynnikiem ograniczającym dla organizmów aerobowych
 - woda: tlen jest słabo rozpuszczalny → może być czynnikiem ograniczającym (**eutrofizacja!**)
- **Makro- i mikroelementy**
 - zarówno zbyt niskie, jak i zbyt wysokie stężenia działają ograniczająco
 - częsty niedobór: dla organizmów wodnych P, Fe, N; dla mięczaków i kręgowców Ca; dla roślin lądowych Mg itp.

25/25
