



Biochemické aspekty výživy

© Biochemický ústav LF MU (V.P.) 2007

Způsob výživy :

podle zdroje přijímaného uhlíku:

1/ autotrofní organismy

anorganický uhlík (CO_2)

zdroj energie: sluneční záření

fototropní organismy (rostliny, některé mikroorganismy)

2/ heterotrofní organismy

organický uhlík

zdroj energie: živiny

živočichové

Živiny :

- = organické látky:
sacharidy
bílkoviny
lipidy
- oxidací živin se uvolňuje volná energie ($-\Delta G$)
- vodíky živin poskytují metabolickou vodu
(dýchací řetězec)
- kromě energie jsou zdrojem stavebních látek těla
- některé látky v živinách obsažené jsou nepostradatelné
(esenciální)

Sacharidy :

- asi 50 % úhrady energie
- cca 17 kJ / g (4,1 kcal / g)
- minimum cca 150 g / d
- nejsou esenciální
(z derivátů je nebytná jen L-askorbová kys.)
- obvyklé formy: škrob
sacharosa
laktosa
glykogen
(málo: volná Glc)
(málo: volná Fru)

Bílkoviny :

- asi 20 % úhrady energie
- cca 17 kJ / g (4,1 kcal / g)
- minimum cca 30 g / d
- prakticky jediný zdroj dusíku
- nezastupitelný zdroj stavebního materiálu těla

Lipidy :

- asi 30 % úhrady energie
- 37 až 39 kJ / g (9,3 kcal / g)
- minimum cca 35 g / d
- nutné pro střevní resopci lipofilních látek
- zdroj esenciálních FA

Neenergetické složky :

- voda → základní rozpouštědlo
- minerální látky → iontové rovnováhy
- vitaminy → účast v regulaci metabolismu
- vlákniny → ovlivnění trávení

Prvky - deficit / potravní zdroj :

Prvek	Výsledek deficitu	Potravní zdroje prvku
železo	hypochromní anémie	sója, čočka, fazole, játra, zelenina, kvasnice
zinek	poruchy regenerace tkání, hyperplazie prostaty	jádra dýně a slunečnice, maso, vejce, ovesné vločky, celozrnné produkty
měď	defekty enzymů, narušení pojiva, anémie	čočka, fazole, maso, špenát, brambory
chrom	vadný metabolismus glukosy, vliv na insulin	ořechy, maso, sýry, zelenina
selen	poruchy srdce a svalů, faktor aterosklerózy a zhoubných nádorů	celozrnné produkty, ryby, vejce, maso
mangan	poruchy růstu, kostí	kořenová zelenina, ořechy, celozrnné produkty
molybden	zubní kaz (?)	mléko, obilniny, zelenina, ovoce, játra
křemík	poruchy pojiva, kůže, vlasů, nehtů, kostí	rostliny (nejvíc přeslička)
jod	poruchy štítné žlázy	mořské ryby a řasy
fluor	zvýšený výskyt zubního kazu	pitná voda
bor	psychické změny (?)	rostliny

Hydrofilní vitaminy a jejich funkce :

Vitamin	Aktivace	Koenzym	Funkce
B ₁	fosforylace	thiamindifosfát	oxidační dekarboxylace, kofaktor <i>transketolasy</i>
B ₂	fosforylace	FMN	<i>dehydrogenasa</i> v dýchacím řetězci, <i>oxidasy</i> L-aminokyselin
	fosforylace, AMP	FAD	<i>dehydrogenasy</i>
pyridoxin	fosforylace	pyridoxalfosfát	<i>aminotransferasy, dekarboxylasy</i> AK
B ₁₂	---	nemá zvláštní označení	různé enzymy (krvetvorba)
nikotinamid	AMP, ribosa-P AMP, ribosa-P, fosforylace	NAD ⁺ NADP ⁺	<i>dehydrogenasy</i> hydrogenace (redukční syntézy)
pantothenát	+ další složky	koenzym A	acylační enzymy, metabolismus MK a AK
biotin	CO ₂	karboxybiotin	<i>karboxylasy</i>
folát	+ 4 H	THF	přenos jednouhlíkatých zbytků
C	O ₂ , Fe ²⁺	nemá zvláštní označení	<i>prokolagenhydroxylasa</i>

Doporučené denní dávky vitaminů (mg) :

	Muži	Ženy ⁺⁺⁺
Retinol ⁺ (vitamin A)	1,0	0,8
Kalciol (cholekalciferol, vit. D ₃)	0,005	0,005
Tokoferol (vit. E)	10,0	8,0
Fylochinon (vit. K)	0,080 ⁺⁺	0,065 ⁺⁺
Thiamin (vit. B ₁)	1,5	1,1
Riboflavin (vit. B ₂)	1,7	1,3
Nikotinamid (vit. PP)	19,0	15,0
Pyridoxin (vit. B ₆)	2,0	1,6
Folát (kyselina listová)	0,20	0,18
Pantothenát (kyselina pantothenová)	asi 10	asi 10
Biotin (vit. H)	++	++
Kobalamin (vit. B ₁₂)	0,002	0,002
Askorbát (vit. C)	60,0	60,0

těhotné a kojící ženy: + 25 %

biotin: dle syntézy ve střevě – většinou není nutný

Základní energetický výdej („ZEV“):

Harris – Benedict (1919):

princip výpočtu:

$$\begin{aligned} \text{ZEV} = & a + b \cdot \text{hmotnost (kg)} \\ & + c \cdot \text{výška (cm)} \\ & - d \cdot \text{věk (roky)} \end{aligned}$$

a, b, c, d → konstanta/koefficienty (odlišné pro muže a ženu)
s věkem se ZEV snižuje (odečítáme „d • věk“)

matematicky: rovnice je polynom prvního stupně
se třemi proměnnými
(proměnné = hmotnost, výška, věk)

Základní energetický výdej (ZEV) = bazální metabolismus (BM)

Basal energy expenditure (BEE) = basal metabolic rate (BMR)

Bazální metabolismus (BM) :

= základní energetický výdej (ZEV)

energetický součet reakcí, uvolňujících energii

bdělý stav (spící → spotřeba energie < BM)

nikoliv aktivita: fyzická (→ násobení faktorem aktivity: 1,2 ... 1,3)

trávicí (→ „specificko-dynamický účinek bílkovin“:
1 mol urey → 3 mol ATP)

emocionální

$$\mathbf{BM \text{ (kJ/d)} = \text{hmotnost (kg)} * 100}$$

$$50 \text{ kg} \rightarrow 5.000 \text{ kJ} = 5 \text{ MJ}$$

$$70 \text{ kg} \rightarrow 7.000 \text{ kJ} = 7 \text{ MJ}$$

Bazální metabolismus (BM) :

$$\text{BM (kJ/d)} = \text{hmotnost (kg)} * 100$$

- vzestup tělesné teploty o 1°C → + 15 % BM
- faktor aktivity: upoután na lůžko → 1,2
neupoután na lůžko → 1,3
- trauma faktor: malá chirurgie → 1,2
závažný výkon → 1,35
sepsy → 1,6
těžké popáleniny → 2,1

Bazální metabolismus („BM“):

$$\text{BM (kJ/d)} = \text{hmotnost (kg)} \cdot 100$$

tělesná hmotnost	klid	lehká práce	těžká práce	
	BM	1,3 • BM	1,4 • BM	1,5 • BM
50 kg	5 MJ	6,5 MJ / d	7 MJ / d	7,5 MJ / d
70 kg	7 MJ	9,1 MJ / d	9,8 MJ / d	10,5 MJ / d

Ovlivnění energetické potřeby :

fyzická aktivita

štítná žláza

těhotenství / laktace

věk: relativně nejvyšší potřeba je v 5 letech

....

Využitelná energie :

1 g cukru → 17 kJ (4,1 kcal)

1 g aminokyselin → 17 kJ (4,1 kcal)

1 g tuku → 37 - 39 kJ (do 9,3 kcal)

závislost na délce řetězce
mastných kyselin

Živiny – rekapitulace :

	kJ / g	energie / d	minimum / d
sacharidy	~ 17	~ 50 %	30 g
bílkoviny (AA)	~ 17	~ 20 %	150 g
lipidy	~ 37- 39	~ 30 %	35 g

nalačno: ~ 55 % FFA
~ 45 % endogenní Glc
(AA nebo ketolátky jen nepatrně)

„spalná tepla“ :

- energie uvolněná není shodná s energií nabídnutou
- bílkoviny: 3 moly ATP / 1 mol močoviny

Zjednodušení údajů o obsahu energie :

	M (g / mol)	kJ / g
Glu, Fru	180,16) } ~ „17“ !
So	182,17	
Xy	152,15	

So = sorbitol = glucitol

Xy = xylitol

So + Xy jsou polyoly, cukerné alkoholy

Cukr a tuk:

- 1/ glukosa je (aerobně) metabolizována na acetyl-CoA. Jeho nadbytek, neodbouraný v Krebsově cyklu, může být přeměněn na mastné kyseliny (ev. na cholesterol) a ty zabudovány do triacylglycerolů. Z cukru vzniká tuk.
- 2/ mastné kyseliny z triacylglycerolů skýtají acetyl-CoA. Ten (kromě tvorby ketolátek v játrech a syntézy cholesterolu) nemůže být metabolizován jinak než v Krebsově cyklu, kde však je zcela odbourán za vzniku CO₂, redukovaných koenzymů („redukčních ekvivalentů“) a energie. Z tuku tedy nelze cukr vytvořit.
- 3/ pro tvorbu glukosy v kritických stavech má proto zásadní význam katabolismus bílkovin, poskytující glukogenní aminokyseliny.

Bílkovina a dusík :

průměrná bílkovina \longrightarrow **16 % dusíku**
(nebo průměrná kombinace AA)

16 % = 16 / 100 \rightarrow převrácená hodnota : 100 / 16 = 6,25

g N $\xrightarrow{6,25}$ **g AA (bílkovina)**

AA = aminokyseliny

g = gram

N = dusík

