



BÍLKOVINY

Veronika Suchodolová

MAKROŽIVINY X MIKROŽIVINY

MAKROŽIVINY:

- bílkoviny, tuky, sacharidy
- přijímáme je denně v množství desítek až stovek gramů

MIKROŽIVINY:

- vitaminy, minerální látky, stopové prvky
- přijímáme je denně v potřebném množství miligramů či mikrogramů

BÍLKOVINY

- Skládají se z velkého množství aminokyselin (stovky až tisíce), které jsou spojeny peptidovou vazbou do řetězce
- Základní stavební jednotka: AMINOKYSELINA (AMK)
- ESENCIÁLNÍ AMK - člověk je není schopen syntetizovat pro svoji potřebu
- NEESENCIÁLNÍ AMK – člověk je schopen syntetizovat je dle potřeby
- PODMÍNĚNE ESENCIÁLNÍ AMK - v určitých situacích se některé neesenciální aminokyseliny nemohou dobře syntetizovat a stávají se tak podmíněně esenciální

- Bílkoviny jsou organické sloučeniny vodíku, uhlíku a kyslíku – stejně jako tuky a sacharidy
- Navíc ale obsahují dusík - „amino“ znamená „dusík obsahující“ a síru (v případě sirných aminokyselin)

AMINOKYSELINY

ESENCIÁLNÍ AMK	PODMÍNĚNĚ ESENCIÁLNÍ AMK	NEESENCIÁLNÍ AMK
Leucin Isoleucin Valin Lysin Methionin Fenylalanin Tryptofan Threonin Histidin	Například: Tyrozin (v případě fenylketonurie) Arginin (ve fetálním období a při spermatogenezi) Glutamin (v případě sepsí)	Glycin Alanin Cystein Serin Prolin Kyselina asparagová Kyselina glutamová Asparagin Glutamin

FENYLKETONURIE: Vrozená porucha metabolismu (chybí enzym fenylalaninhydroxydáza, z fenylalaninu se nevytváří tyrozin), dochází k hromadění fenylalaninu, následně k poruše CNS (mentální retardace, ...)

FETÁLNÍ OBDOBÍ: začíná v 9. týdnu těhotenství a končí porodem

SPERMATOGENEZE: tvorba mužských pohlavních buněk

SEPSE: celková reakce organismu na infekci

BÍLKOVINY - funkce

- Vazba na veškeré životní funkce (proteiny, z řeckého *protos* – první)
- Strukturální: vytvářejí buněčné a tkáňové složky (např. kolagen, aktin, myozin)
- Transportní: pomáhají přenášet životně nezbytné látky (např. hemoglobin, lipoproteiny)
- Hormonální: např. inzulin
- Enzymatická: např. amyláza
- Ochrana a obrana organismu: např. imunoglobulin, fibrinogen
- V případě potřeby jsou bílkoviny zdrojem energie (17 kJ/g resp. 4 kcal/g)



KRÁLOVNA MEZI
ŽIVINAMI



KOFEIN
STARCŮ



POTŘEBA BÍLKOVIN

Absolutní množství bílkovin
ve stravě

Plnohodnotnost bílkovin
(obsah esenciálních aminokyselin)

Stravitelnost bílkovin

NUTRIČNÍ
HODNOTA
BÍLKOVIN
?

PLNOHODNOTNOST

- AMINOKYSELINOVÉ SKÓRE (*amino acid score*, AAS) hodnotí kvalitu bílkoviny vzhledem k tzv. referenčnímu proteinu
- REFERENČNÍ PROTEIN: obsahuje optimální a vyrovnaný poměr jednotlivých esenciálních aminokyselin (většinou se za referenční protein označují např. bílkoviny vejce či mléka)

Referenční protein

Aminokyselina	g / 100 g čisté bílkoviny
Histidin	1,5
Isoleucin	3,0
Leucin	5,9
Lysin	4,5
Methionin + Cystein	2,2
Fenylalanine + Tyrosin	3,8
Threonin	2,3
Tryptofan	0,6
Valin	3,9

Table 23
Summary of the adult indispensable amino acid requirements

Amino acid protein ^b	Present estimates		1985 FAO/WHO/UNU ^a	
	mg/kg per day	mg/g protein ^b	mg/kg per day	mg/g protein ^b
Histidine	10	15	8–12	15
Isoleucine	20	30	10	15
Leucine	39	59	14	21
Lysine	30	45	12	18
Methionine + cysteine	15	22	13	20
<i>Methionine</i>	10	16	–	–
<i>Cysteine</i>	4	6	–	–
Phenylalanine + tyrosine	25	38	14	21
Threonine	15	23	7	11
Tryptophan	4	6	3.5	5
Valine	26	39	10	15
Total indispensable amino acids	184	277	93.5	141

^a From reference 1.

^b Mean nitrogen requirement of 105 mg nitrogen/kg per day (0.66 g protein/kg per day).

PLNOHODNOTNOST

- Srovnání esenciální AMK dle vzorce:

$$\frac{X}{Y} \times 100 = AAS$$

X...množství sledované AMK v testované bílkovině v g/100 g čisté bílkoviny

Y...množství sledované AMK v referenčním proteinu v g/100 g čisté bílkoviny

- Postupně se dle vzorce zhodnotí všechny esenciální AMK - ta, která dosáhla nejnižšího aminokyselinového skóre = LIMITUJÍCÍ/LIMITNÍ AMINOKYSELINA, její AAS je zároveň i AAS testované bílkoviny

LIMITUJÍCÍ AMK

	Limitující aminokyselina	Zároveň zdroj bohatý na:
Fazole, čočka	Methionin	Lysin
Ořechy, semena, obiloviny	Lysin	Methionin
Kukuřice	Lysin, tryptofan	Methionin

- LIMITUJÍCÍ/LIMITNÍ AMINOKYSELINA je esenciální aminokyselina s nejnižším zastoupením v dané bílkovině vzhledem k referenčnímu proteinu
- KOMPLEMENTARITA = vhodnou kombinací rostlinných zdrojů v průběhu dne lze podstatně zvýšit biologickou hodnotu bílkovin
- PLNOHODNOTNÉ (živočišné) A NEPLNOHODNOTNÉ (rostlinné) ZDROJE BÍLKOVIN

SRAVITELNOST

- BIOLOGICKÁ HODNOTA BÍLKOVIN
 - stanovuje, kolik gramů tělesných bílkovin může být vytvořeno ze 100 gramů bílkovin ve stravě
 - výsledná hodnota závisí na obsahu esenciálních AMK, jejich vzájemném poměru a stravitelnosti
- AMINOKYSELINOVÉ SKÓRE VZTAŽENÉ NA STRAVITELNOST PROTEINŮ (*protein digestibility corrected amino acid score, PDCAAS*)
 - upravuje AAS o skutečnou stravitelnost dané bílkoviny
- Více viz seminář z Biochemie 😊

EFSA
doporučení

DACH
doporučení

SMÍŠENÁ
STRAVA

POTŘEBA
BÍLKOVIN

ZDRAVÝ
JEDINEC

EFSA

European Food Safety Authority
(Evropský úřad pro bezpečnost potravin)

DACH

D-A-CH je oblast označující evropské německy mluvící země, tedy Německo (D), Rakousko (A) a Švýcarsko (CH)

EFSA doporučení (2012)

- o Vysvětlivky:

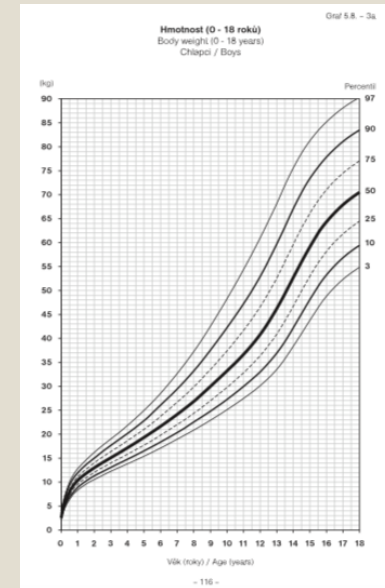
(a) Hodnoty referenčního příjmu populace (PRI) v g/kg tělesné hmotnosti na den vynásobeny referenční hmotností pro příslušnou věkovou skupinu. Pro kojence a děti jsou založeny na 50. percentilu referenční hmotnosti pro evropské děti, pro dospělé na mediánu hmotnosti evropských žen a mužů.

(b) Navíc k PRI žen, které nejsou těhotné a nekojí

Věk	Referenční příjem populace pro bílkoviny		
	g/kg tělesné hmotnosti na den	g/den ^(a)	
	Muži/Ženy	Muži	Ženy
0,5 roku	1,31	10	9
1 rok	1,14	12	11
1,5 roku	1,03	12	11
2 roky	0,97	12	12
3 roky	0,90	13	13
4 roky	0,86	15	14
5 let	0,85	16	16
6 let	0,89	19	19
7 let	0,91	22	22
8 let	0,92	25	25
9 let	0,92	28	28
10 let	0,91	31	31
11 let	0,91/0,90	34	34
12 let	0,90/0,89	37	38
13 let	0,90/0,88	42	42
14 let	0,89/0,87	47	45
15 let	0,88/0,85	52	46
16 let	0,87/0,84	56	47
17 let	0,86/0,83	58	48
18-59 let	0,83	62	52
≥60 let	0,83	61	55
Těhotné^(b)			
První trimestr		-	+1
Druhý trimestr		-	+9
Třetí trimestr		-	+28
Kojící^(b)			
<6 měsíců po porodu		-	+19
>6 měsíců po porodu		-	+13

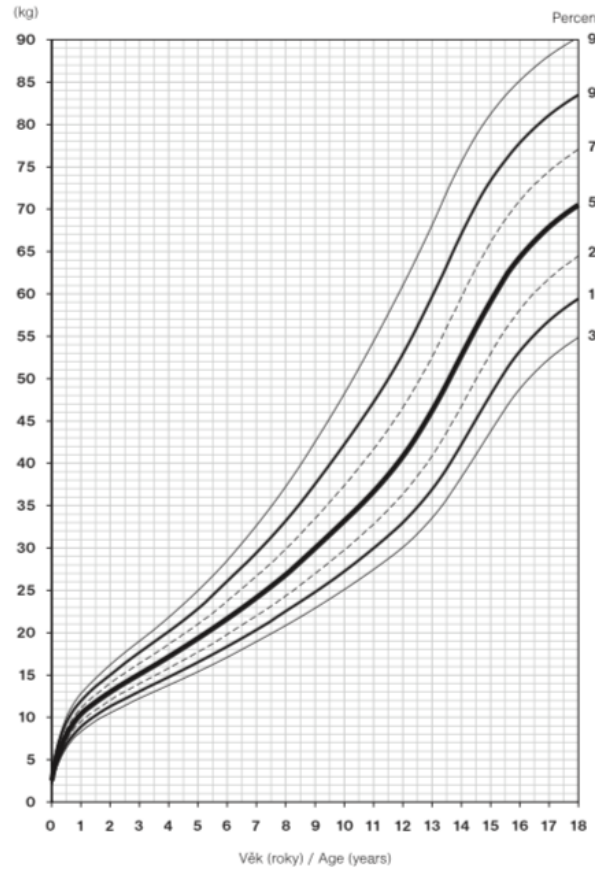
Co je PRI, percentilový graf a medián?

- PRI
= *Population Reference Intake*
 - odhadovaná hodnota průměrného denního přívodu nutrientu, která je dostatečná pro pokrytí potřeb téměř všech (97–98 %) zdravých jedinců
- PERCENTILOVÝ GRAF
 - slouží ke zhodnocení aktuálního stavu růstu sledovaného dítěte
 - PERCENTIL vyjadřuje, jak se jednotlivý účastník umístil v rámci všech ostatních účastníků, nebo jinak vyjádřeno, kolik procent ostatních účastníků dosáhlo horšího výsledku než on
- MEDIÁN
 - je hodnota, jež dělí řadu vzestupně seřazených výsledků na dvě stejně početné poloviny
 - hodnota, která se nalézá uprostřed



Hmotnost (0 - 18 roků)
Body weight (0 - 18 years)
Chlapci / Boys

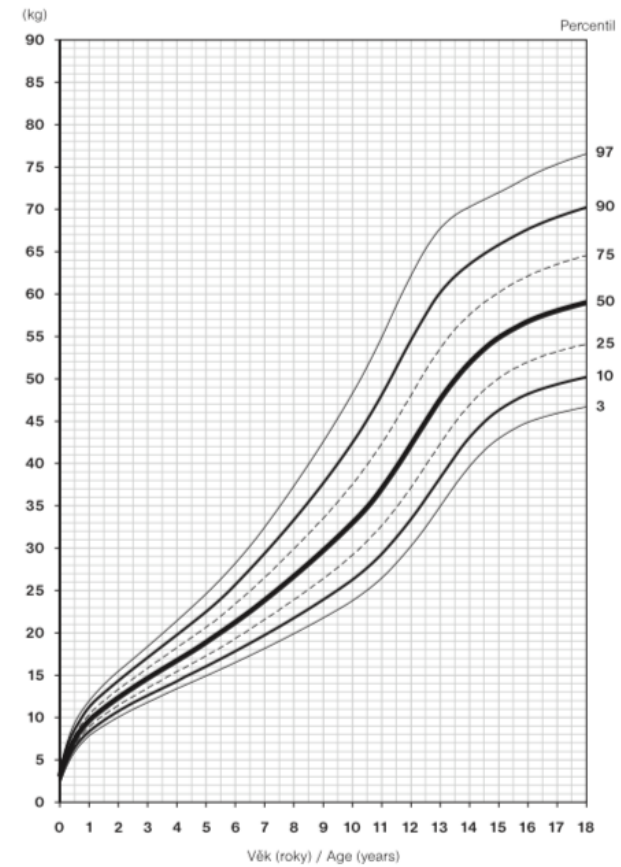
Graf 5.8. - 3a



- 116 -

Hmotnost (0 - 18 roků)
Body weight (0 - 18 years)
Dívky / Girls

Graf 5.8. - 3b



- 117 -

DACH doporučení (2008)

Věk	Bílkoviny g/kg ¹ /den		Bílkoviny g/den		g/MJ ² (hustota živin)	
	Muž	Žena	Muž	Žena	Muž	Žena
Kojenci						
0-≤1 měsíc	2,7		12	12	6,0	6,3
1 měsíc	2,0		10	10	5,0	5,3
2-3 měsíce	1,5		10	10	5,0	5,3
4-5 měsíců	1,3		10	10	3,3	3,4
6-11 měsíců	1,1		10	10	3,3	3,4
Děti						
1-3 roky	1,0		14	13	3,0	3,0
4-6 let	0,9		18	17	2,8	2,9
7-9 let	0,9		24	24	3,0	3,4
10-12 let	0,9		34	35	3,6	4,1
13-14 let	0,9		46	45	4,1	4,8
Dospívající a dospělí						
15-18 let	0,9	0,8	60	46	5,7	5,4
19-24 let	0,8		59	48	5,6	5,9
25-50 let	0,8		59	47	5,8	6,0
51-64 let	0,8		58	46	6,3	6,2
≥65 let	0,8		54	44	6,5	6,4
Těhotné				58		6,3
Kojící³				63		5,8

- Vysvětlivky:
- ¹Vztaženo na referenční tělesnou hmotnost
- ²Přepočteno na mladistvé a dospělé s převážně sedavou činností (PAL 1,4)
- ³Cca 2 g bílkovin jako přídavek na 100 g mateřského mléka

Trávení...

- TRÁVENÍ BÍLKOVIN A VSTŘEBÁVÁNÍ AMINOKYSELIN
 - Bílkoviny jsou působením enzymů v trávicím traktu (pepsin v žaludku, trypsin, chymotrypsin, karboxypeptidáza a elastáza v pankreatické šťávě a aminopeptidázy a dipeptidázy v tenkém střevě) postupně rozloženy na AMK
 - Přibližně za 3-5 hodin po příjmu potravy jsou uvolněné AMK (ale i dipeptidy a tripeptidy) vstřebány buňkami tenkého střeva a dále vstupují do krevního oběhu
- KATABOLIZMUS AMINOKYSELIN A TVORBA MOČOVINY
 - Katabolizmus většiny aminokyselin probíhá v játrech ve dvou stupních:
 1. z AMK je odstraněna aminoskupina za vzniku amoniaku a uhlíkatého skeletu
 2. z amoniaku se syntetizuje močovina, uhlíkatý skelet je využit dle potřeby, močovina je dále vylučována ledvinami

• • •

◦ AMINOKYSELINOVÝ POOL

- Aminokyselinová hotovost (pool) je využívána pro syntézu bílkovin a řady biologicky významných látek
- Velikost a skladba aminokyselinového poolu je regulována prostřednictvím řady nervových a humorálních působků
- V období anabolických reakcí je aminokyselinový pool doplňován aminokyselinami uvolňovanými při štěpení bílkovin potravy
- V období katabolických reakcí je doplňován z endogenních zdrojů (především kosterního svalstva)

Dusíková bilance

- = *nitrogen balance (NB)*
- Porovnání příjmu dusíku s jeho výdejem = rozdíl mezi množstvím N přijatého potravou (v bílkovinách) a vyloučeného močí a stolicí (především ve formě močoviny)
- Odpad N do moče za 24 hodin

- 16 g N ve 100 g bílkovin
- Ztráta 1g N = 20–25 g svalové hmoty

- NB vyrovnaná (příjem=ztráty)
- NB negativní (výdej>příjem)
- NB pozitivní (výdej<příjem)

NB vyrovnaná
(příjem=ztráty)

NB negativní
(výdej>příjem)

NB pozitivní
(výdej<příjem)

kosmonaut

zdravý
člověk

těhotenství

dítě v růstu

silový
sportovec

hladovění

nemoc

NB vyrovnaná
(příjem=ztráty)

NB negativní
(výdej>příjem)

NB pozitivní
(výdej<příjem)

kosmonaut

zdravý
člověk

těhotenství

dítě v růstu

silový
sportovec

hladovění

nemoc



ZDROJE BÍLKOVIN

HOUBY
2,8 g/100 g

ZDROJE BÍLKOVIN

MATEŘSKÉ
MLÉKO
cca 1 g/100 g

Zdroj: www.nutridatabaze.cz

MASO, LUŠTĚNINY, VEJCE, OŘECHY A SEMENA	
Tuňák modroploutvý (v syrovém stavu)	23,7 g/100 g
Maso (kuřecí/vepřové/hovězí, v syrovém stavu)	cca 23 g/100 g
Sója (v suchém stavu)	34,2 g/100 g
Sója (vařená)	10,3 g/100 g
Čočka (v suchém stavu)	23,6 g/100 g
Čočka (vařená)	7,9 g/100 g
Arašídy	25,8 g/100 g
Vejce	12,5 g/100 g
Mandle	28,1 g/100 g
Semena tykvová (sušená)	33,8 g/100 g
MLÉKO A MLÉČNÉ VÝROBKY	
Sýr Eidam (30 % tuku v sušině)	28,9 g/100 g
Tvaroh tučný	12,6 g/100 g
Jogurt bílý (3,5 % tuku)	4,5 g/100 g
Mléko	3,3 g/100 g
OVOCE A ZELENINA	
Jablko	0,4 g/100 g
Avokádo	1,5 g/100 g
Hrášek	6,5 g/100 g
Brambory zimní/rané	2,4/2,0 g/100 g
Rajče	cca 1g/100 g
OBILOVINY, PEKAŘSKÉ VÝROBKY, TĚSTOVINY aj.	
Ovesné vločky	13,1 g/100 g
Kukuřice	cca 3,1 g/100 g
Rýže neloupaná (natural, v suchém stavu)	8,7 g/100 g
Rýže loupaná (v suchém stavu)	7,2 g/100 g
Chléb pšenično-žitný, Šumava	6 g/100 g
Těstoviny celozrnné (bezvaječné, v suchém stavu)	12,8 g/100 g
Těstoviny (bezvaječné, v suchém stavu)	10,3 g/100 g
Těstoviny (dvouvaječné, v suchém stavu)	9,9 g/100 g

Informace na obalech potravin

- VÝŽIVOVÉ TVRZENÍ

Zdroj bílkovin¹

S vysokým obsahem bílkovin²

¹Tvrzení, že se jedná o potravinu, která je zdrojem bílkovin, a jakékoli tvrzení, které má pro spotřebitele pravděpodobně stejný význam, lze použít pouze tehdy, pokud bílkoviny představují alespoň 12 % energetické hodnoty potraviny.

²Tvrzení, že se jedná o potravinu s vysokým obsahem bílkovin, a jakékoli tvrzení, které má pro spotřebitele pravděpodobně stejný význam, lze použít pouze tehdy, pokud bílkoviny představují alespoň 20 % energetické hodnoty potraviny.

- ZDRAVOTNÍ TVRZENÍ

Bílkoviny přispívají k růstu svalové hmoty³

Bílkoviny přispívají k udržení svalové hmoty³

Bílkoviny přispívají k udržení normálního stavu kostí³

³Tvrzení smí být použito pouze u potravin, které jsou přinejmenším zdrojem bílkovin podle vymezení v tvrzení ZDROJ BÍLKOVIN na seznamu v příloze nařízení (ES) č. 1924/2006.

SATIATION X SATIETY

SATIATION

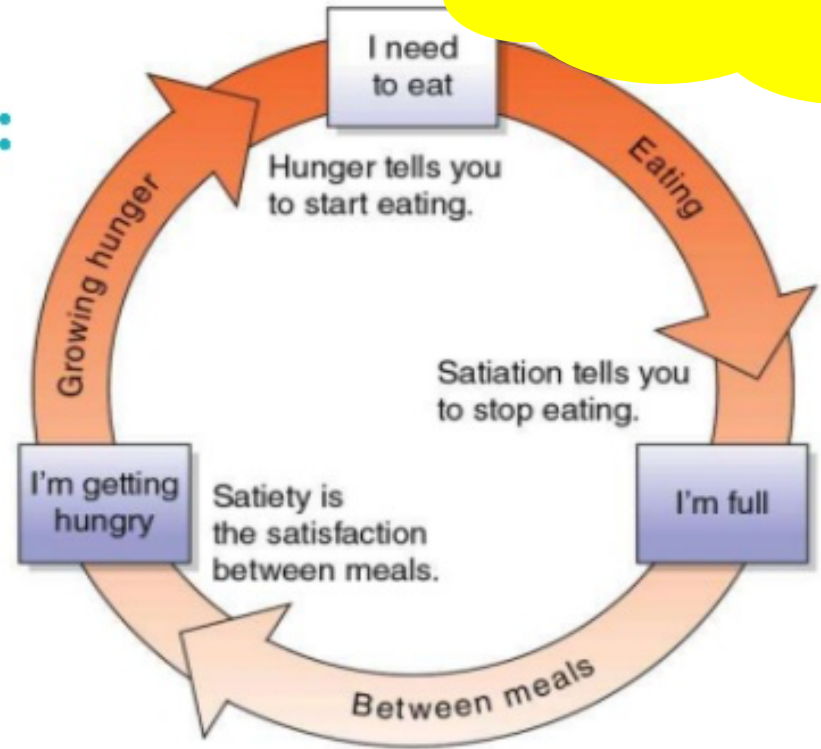
proces syčení neboli uspokojení chuti k jídlu, které probíhá v průběhu konzumace jídla a vede k ukončení příjmu potravy

SATIETY

stav sytosti, který brání dalšímu příjmu potravy a objevuje se jako důsledek příjmu potravy

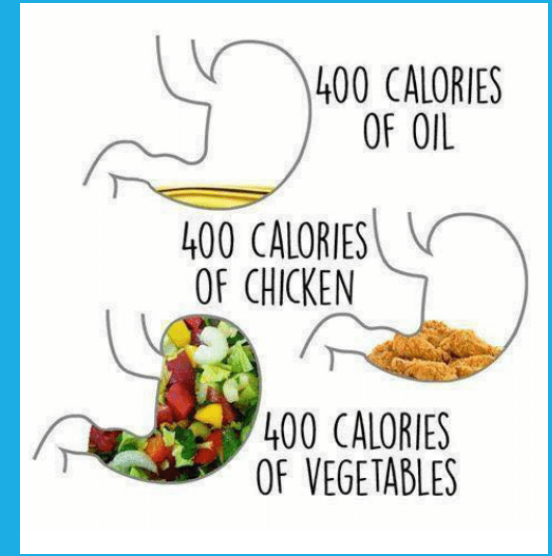
Feeding cycle :

- ▶ **Appetite**
 - ▶ **Hunger**
 - ▶ **Satiation**
 - ▶ **Satiety**
- } Eat
- } Stop eating



BÍLKOVINY
OVLIVŇUJÍ SYTOST

SATIATION
PROCES SYCENÍ
X
SATIETY
STAV SYTOSTI



<http://www.humankinetics.com/excerpts/excerpts/understanding-energy-expenditure-or-output>, accessed on-2/3/2017)

- **je způsoben metabolickými nároky organismu (konzumace, trávení a absorpce) na zpracování stravy**
 - Obligatorní DIT je spojen se žvýkáním, salivací, motilitou gastrointestinálního traktu a resorpcí živin
 - Fakultativní DIT je způsoben hormonální odezvou organismu na přívod stravy
- **uvádí se v procentech energetické hodnoty potravy**
- Každá živina má jiný termický efekt (rozdílné metabolické cesty), pokud jsou živiny požit samostatně, pak:
 - bílkoviny 20-30 % DIT
 - sacharidy 5-10 % DIT
 - tuky 0-3 % DIT
- DIT jednotlivých živin se nesčítá, u normální smíšené stravy se udává do 10 % energetické hodnoty potravy (př. pokud přijmeme 2000 kJ, vzroste klidový energetický výdej o 200 kJ)

TERMICKÝ EFEKT POTRAVY

Dietary Induced
Thermogenesis,
DIT

- KWASHIORKOR
- MARASMUS
- ALTERNATIVNÍ ZPŮSOBY STRAVOVÁNÍ

NEDOSTATEK BÍLKOVIN



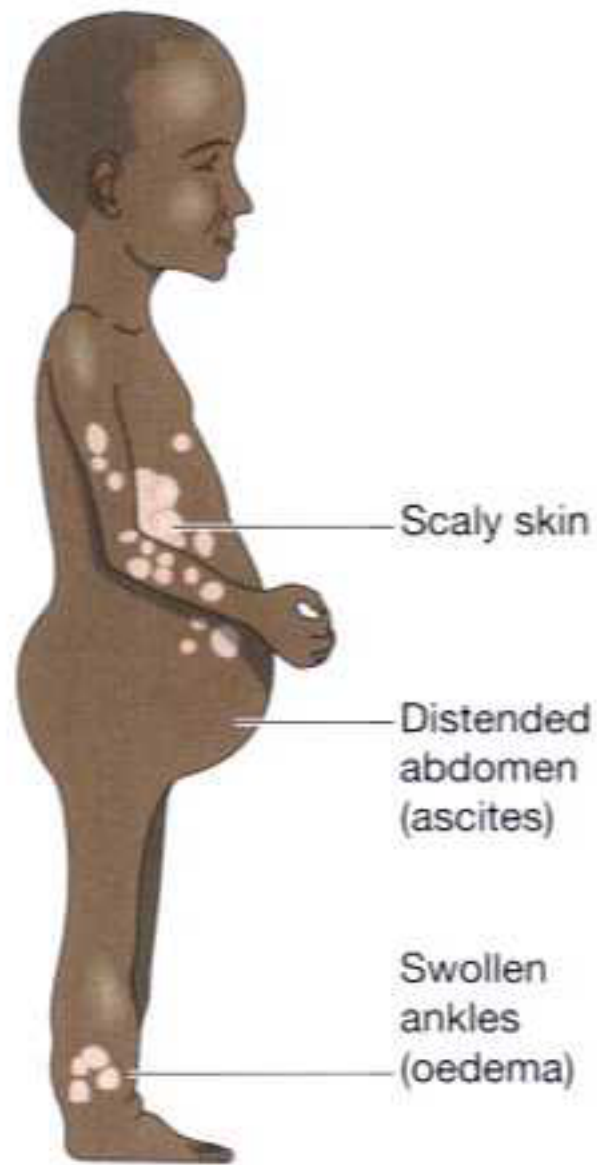
KWASHIORKOR

- Z ghanského překladu: „*Evil spirit that infects the first child when the second child is born*“
- U malého dítěte nejčastěji vzniká poté, co jej matka přestane kojit, když do rodiny přibude mladší sourozenec. Mateřské mléko je nahrazeno stravou z obilovin (neboli plnohodnotné bílkoviny jsou nahrazeny neplnohodnotnými)
- Dostatečný příjem energie, při nedostatečném příjmu bílkovin
- Starší kojenci (1-3 roky, země třetího světa)
- Otoky, depigmentace kůže, vlasů, průjmy, chudokrevnost, závažné psychomotorické změny, apatie

MARASMUS

- Prosté hladovění
- Proteino-energetická malnutrice
- Nízký příjem bílkovin současně s nedostatečným příjmem energie, nedostatečný příjem všech živin
- Hladovějící populace, ale i pacienti, u kterých je přívod stravy z nějakých důvodů omezen
- Autokanibalismus, nízká hmotnost, ztráta podkožního tuku





Scaly skin

Distended abdomen
(ascites)

Swollen ankles
(oedema)

A Kwashiorkor



Hair loss

Old person's face

Wrinkled skin

Severe muscle wasting

B Marasmus

ALTERNATIVNÍ ZPŮSOBY STRAVOVÁNÍ

- VEGETARIÁNSTVÍ/VEGANSTVÍ
- pečlivé sestavení stravy pro pokrytí potřeby esenciálních AMK
- vegetariánství – příjem kvalitních mléčných a vaječných bílkovin
- veganství – vhodná kombinace komplementárních zdrojů bílkovin
- POZOR! – rostoucí organismus, nemocní v katabolismu, těhotenství

- Obecně nebyly u nadměrného příjmu bílkovin zjištěny pozitivní fyziologické účinky
- U silových sportovců je horní hranice příjmu 2,2 g/kg/den (krátkodobě i více)
- Vyšší příjem živočišných bílkovin je spojen s vyšším příjmem tuků, cholesterolu, purinů

NADBYTEK BÍLKOVIN

A ještě jedna bílkovina...

- LEPEK (gluten) je bílkovinná část obilného zrna
- CELIAKIE
 - = celoživotní onemocnění vyvolané konzumací lepku u predisponovaných osob
 - zánět sliznice tenkého střeva, atrofie klků
 - snížená schopnost trávení a vstřebávání živin
- BEZLEPKOVÁ DIETA - celoživotní léčba

Otázky na konec 😊

- Kolik aminokyselin je esenciálních?
- Co je aminokyselinové skóre?
- Co znamená pojem „limitující aminokyselina“?
- Na jaké doporučení potřeby živin se budeme odkazovat?
- Jaké je doporučení bílkovin pro zdravého dospělého konzumenta smíšené stravy?
- Kdo je ohrožen negativní dusíkovou bilancí?
- Kdy může být potravinu označena jako zdroj bílkovin?
- Vysvětlete pojem satiation (proces syčení) a satiety (stav sytosti)?
- Jaká je hodnota termického efektu samotných bílkovin?
- Co znamená kwashiorkor?

DĚKUJI ZA
VAŠI
POZORNOST
😊