

Fyziologie živočichů (a člověka)

doc. RNDr. Žáková, Ph.D.

Homeostáza

Úvod:

všechny organismy - společný základ (obdobné látkové složení, podobný průběh zákl. životních pochodů)

Složení: základní prvky: **COHN**, základní látky: **sacharidy, lipidy, bílkoviny** – zdroj E

Vývoj organismů: jednoduché formy v mořském prostředí (stálé fyz. chem.

vlastnosti, rozpouštěcí schopnost, t, výhody: stálá t, živný roztok, odpady

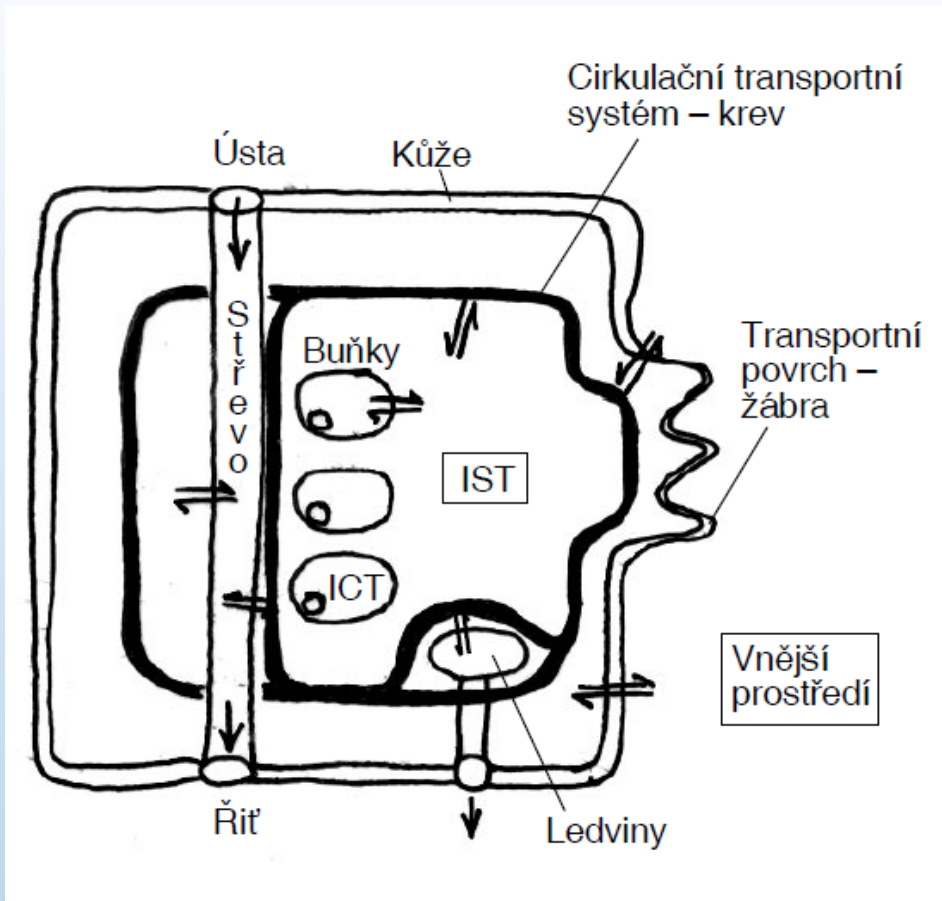
Vývoj buněčné plasmatické membrány- výběr látek- vlastní životní prostředí. Tři

možnosti a strategie při změně prostředí (t, živiny, O₂): **1.Adaptuj se!** (regulace vlastních mechanismů), **2. Uteč!** - přemístění, **3. Akceptuj!** Smrt

Jednobuněční - regulační pochody uvnitř buňky

Další vývoj – více buněk – větší složitosti, koordinace, specializace

Činnost zabezpečována odlišnými biochemickými vlastnostmi buněk orgánů za účelem **homeostázy** –



Vícebuněční:

vlastnosti: specializace buněčných skupin v orgány, vznik dvoupohlavnosti, přechod na souš, menší závislost na svém okolí, ale rozvoj infrastruktury organismu.

Stále vnitřní (intracel.) prostředí, vnější (extracel.) prostředí se mění

S vyšší fylogenezí - posun ve prospěch intracel. tekutiny, vzrůst tělesných rozměrů – delší dráha k vnitřním orgánům (difuzní pochody pomalé).

Vývoj specializovaných orgánů

Schéma tělních kompartmentů a soustav mnohobuněčných živočichů. Látkovou komunikaci buněk s vnějším prostředím zprostředkovává krevní dopravní systém. U živočichů s uzavřenou cévní soustavou přes intersticiální tekutinu (IST). Cévy pak komunikují s vnějším prostředím přes specializované orgány (střevo, ledviny, žábra). ICT = intracelulární tekutina

Centrální regulační systémy

- **koordinace** nebo **integrace** funkcí jednotl. orgánů
- Vznik a vývoj centrálních integračních a komunikačních kanálů
- 1. Endokrinní systém** řídí v úzké spolupráci s vegetativním nervstvem: výživu, růst, vývoj, rozmnožování, metabolismus a udržování homeostázy organismu.
 - 2. Nervový přenos** (somatický a vegetativní nervový systém).
 - 3. Imunitní systém**

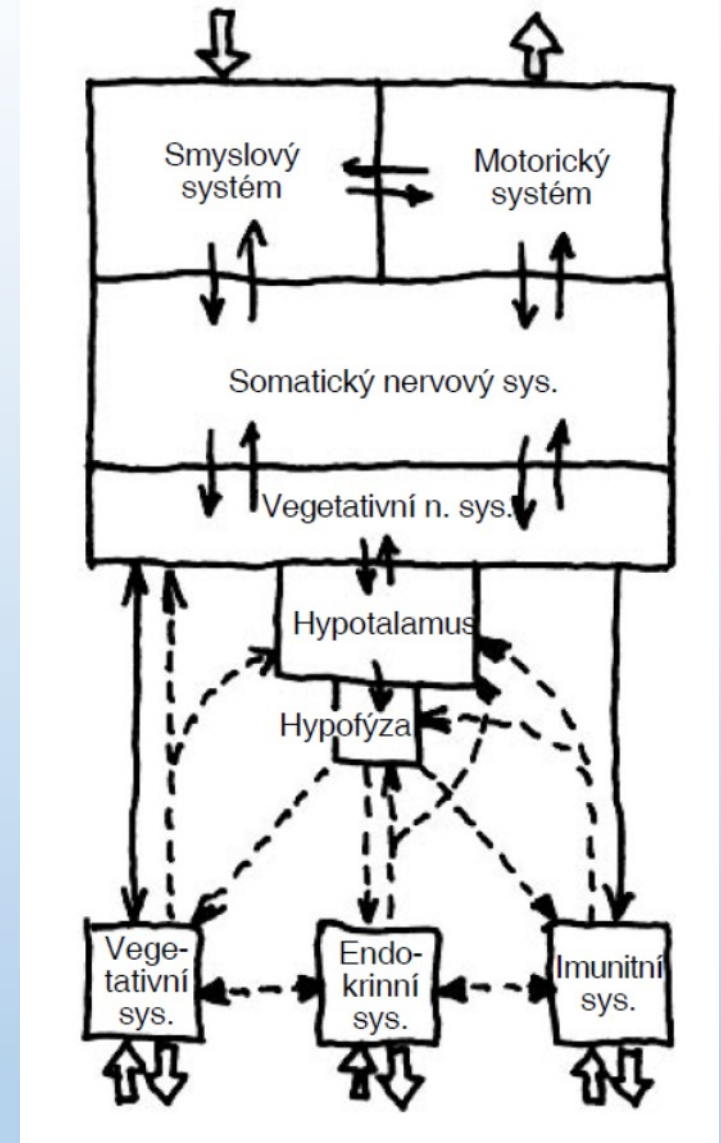


Schéma vzájemných vztahů informačních a řídicích soustav. Plné šipky – nervové spoje, čárkované – hormonální komunikace, velké šipky – interakce s prostředím (nahore) a tkáněmi (dole).

MNOHOBUNĚČNÍ –

Základní vlastnost živé hmoty – potřeba energie

Energetika živočichů

Získávání: tvorba a využití stávající organické hmoty: podobná u jedno- i mnohobuněčných org.

1. enzymatický rozklad organických látek

2. anaerobní i aerobní odbourávání látek

3. systém odbourávání a uchování energie formou energeticky bohatých vazeb nukleotidů

Homeostáza organismu

Všechny životní děje – neustálá přeměna energie

Dvoustupňová cesta (**katabolismus x anabolismus**):

energie získaná výlučně z chemických vazeb

přijatých potravou, Přeměna chemické energie živin na jiné formy energie probíhá v organismu zpravidla ve dvou krocích.

a) z **glukózy** syntéza ATP na účet energie uvolněné rozkladem živin

b) **obráceně** štěpení ATP → uvolnění různých druhů energie pro životní pochody.
energie (vlastní metabolismus)

mimo tělo jen t

Odpad: ztrátové teplo (využito jen 25% substrátu)

Různé přeměny E:

Různé přeměny E:

Chemická - glykogen, tuky v zásobách, sekrety (mléko, exkrementy)
rozklad na ATP, proteosyntéza

Mechanická (améboidní pohyb, bičíkatý, řasinkový, svalová práce)

Osmotická - spojená s aktivním membránovým transportem Na, K, Ca

Elektrická – při propustnosti membrán, šíření vzruchu, orientace, lov

Světelná – u světélkujících org.

Výsledek všech přeměn – teplo

Řízení látkové přeměny- nelze samovolně spalovat jakékoliv mn.

živin – vyčerpání, zvýšení t

Metabolismus je souhrnem veškerých vnitřních i vnějších aktivit organismu, orgánu nebo buňky

Anaerobní a aerobní metabolismus

Anaerobní – u skupin životními cykly spojené s nedostatkem kyslíku (paraziti – tasemnice spod

Dočasný anaerobní - určité životní fáze jsou spojeny s dočasným nedostatkem kyslíku (např. mlži, larvy hmyzu žijící v bahně)

Platí: čím vyšší fylogenetická skupina, víc se uplatňuje aerobní metabolismus na úkor anaerobního

Př.: u hlavonožců je anaerobní metabolismus omezen již jen na období při rychlém nástupu svalové činnosti (jako u obratlovců).

Intenzivní sval. práce

bez dodání dostatečného mn. O₂ – práce svalů v anaerobním prostředí-
glykolýza (využití jen sacharidů), neúplné štěpení glc na kys. mléčnou.

Konec sval práce - zotavovací fáze - vyšší spotřeba O₂ (od **oxidace kys. mléčné po resyntézu glykogenu**)

Intermediární metabolismus sacharidů:

Vznik **glykogenu** (svalový, jaterní): zdroj - glukóza, ale i fruktóza, manóza, kyseliny pyrohroznová, mléčná, metabolity ze štěpení tuků (glycerol) a glukogenní aminokyseliny (**glukoneogeneze**)

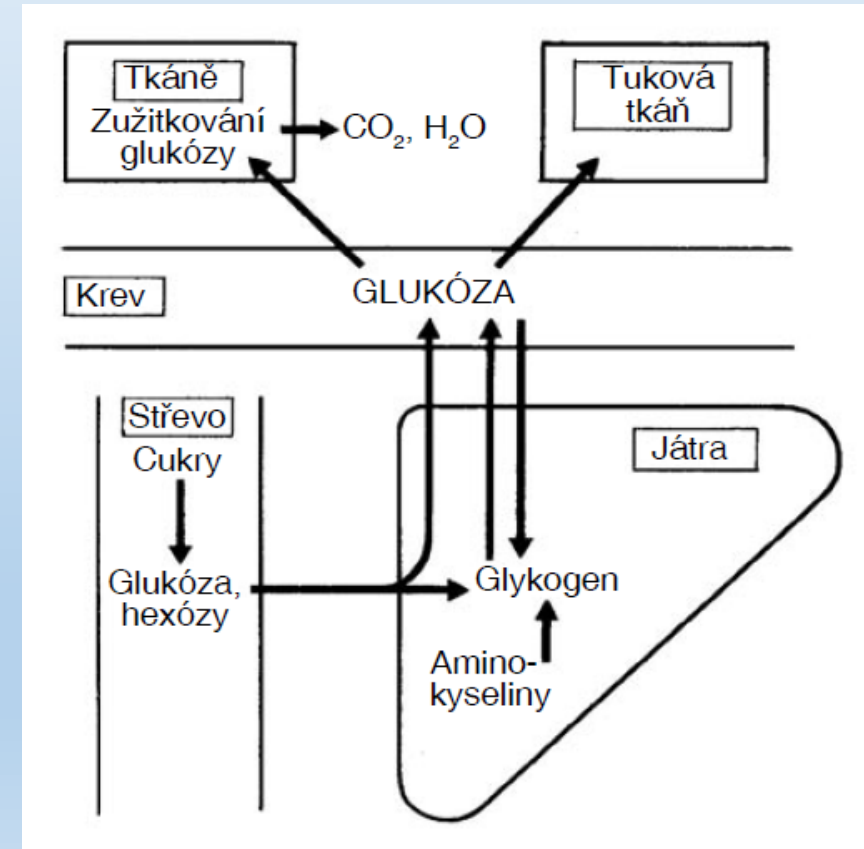
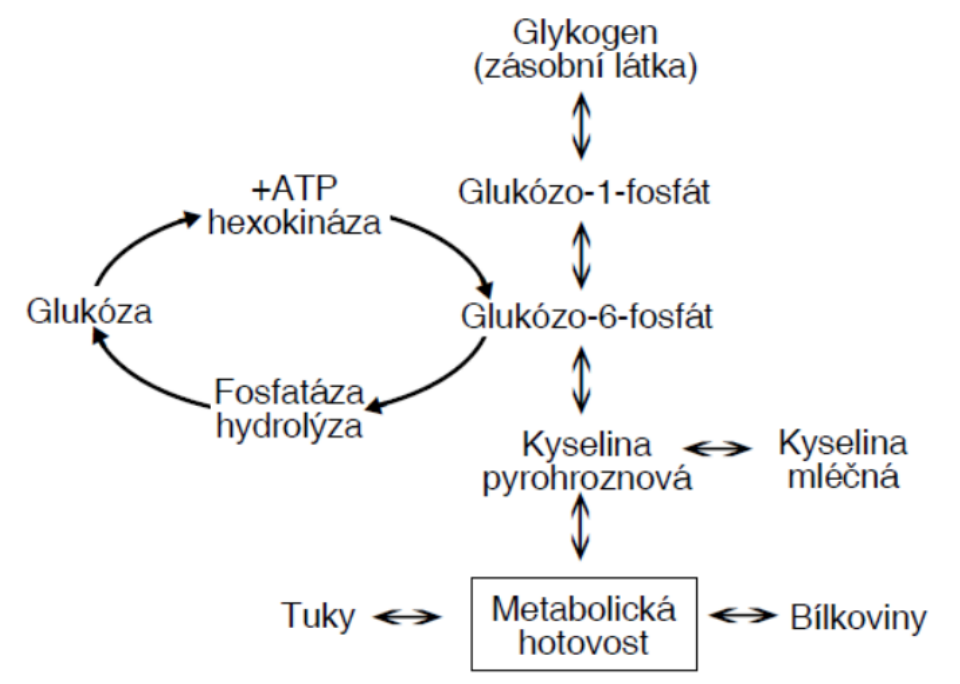
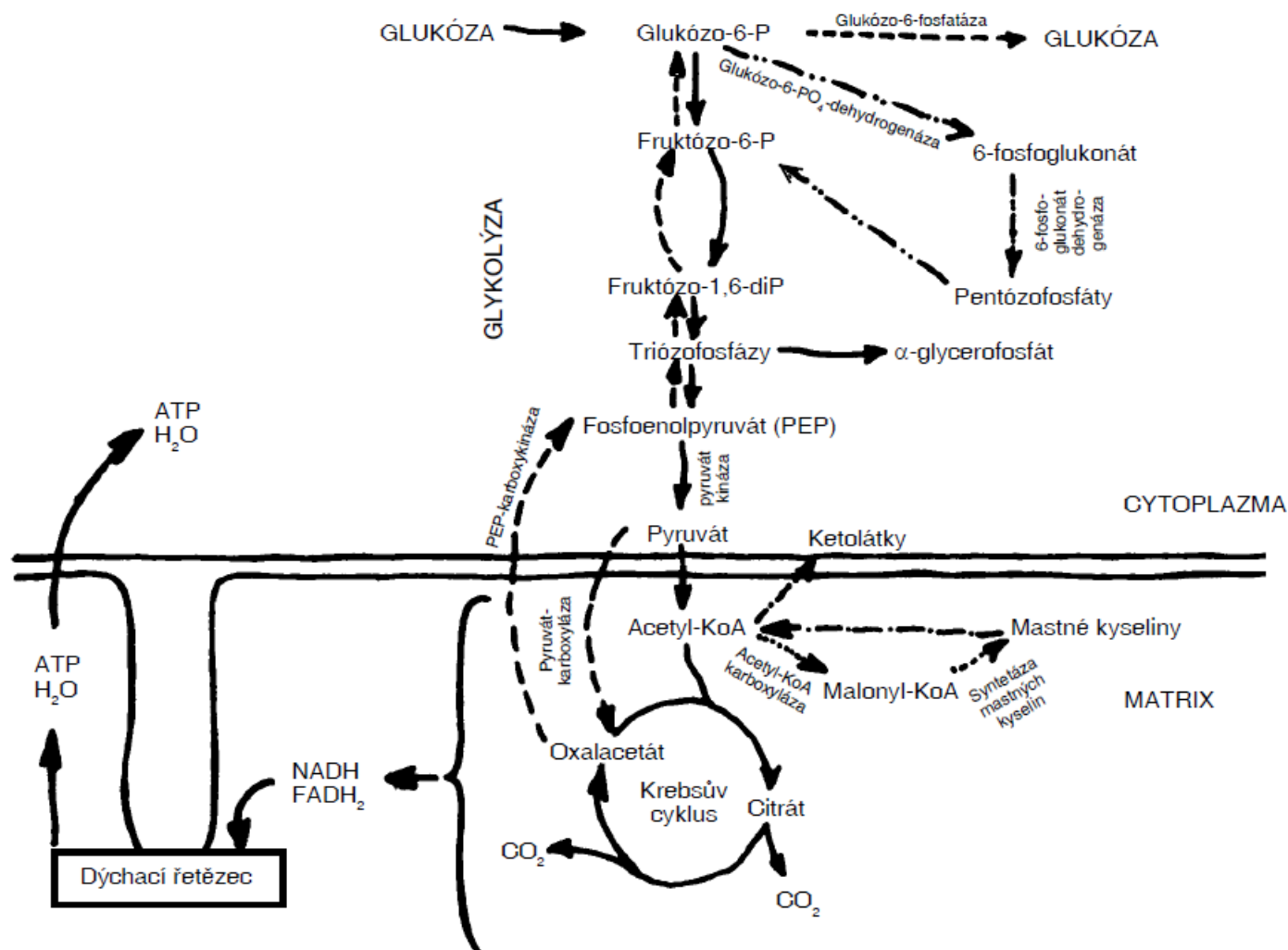


Schéma metabolismu sacharidů



Vztah mezi glukózou a ostatními energetickými zdroji organismu

tři základní typy štěpení sacharidů:

anaerobní glykolýza - kys mléčná, pyrohroznová, hl. **v kosterní sval**.

aerobní pentózový cyklus – oxidace glc – **játra, ery, tuk tkáň** a pod

aerobní citrátový cyklus (Krebsův cyklus) – **mitoch**.
Odštěpení CO₂ z Acetyl-Ko A, FADH, NADH do dých. řetězce- mitoch. vznik ATP

Dýchací řetězec

Celkový pohled na metabolismus sacharidů s množstvím intermediárních metabolitů.

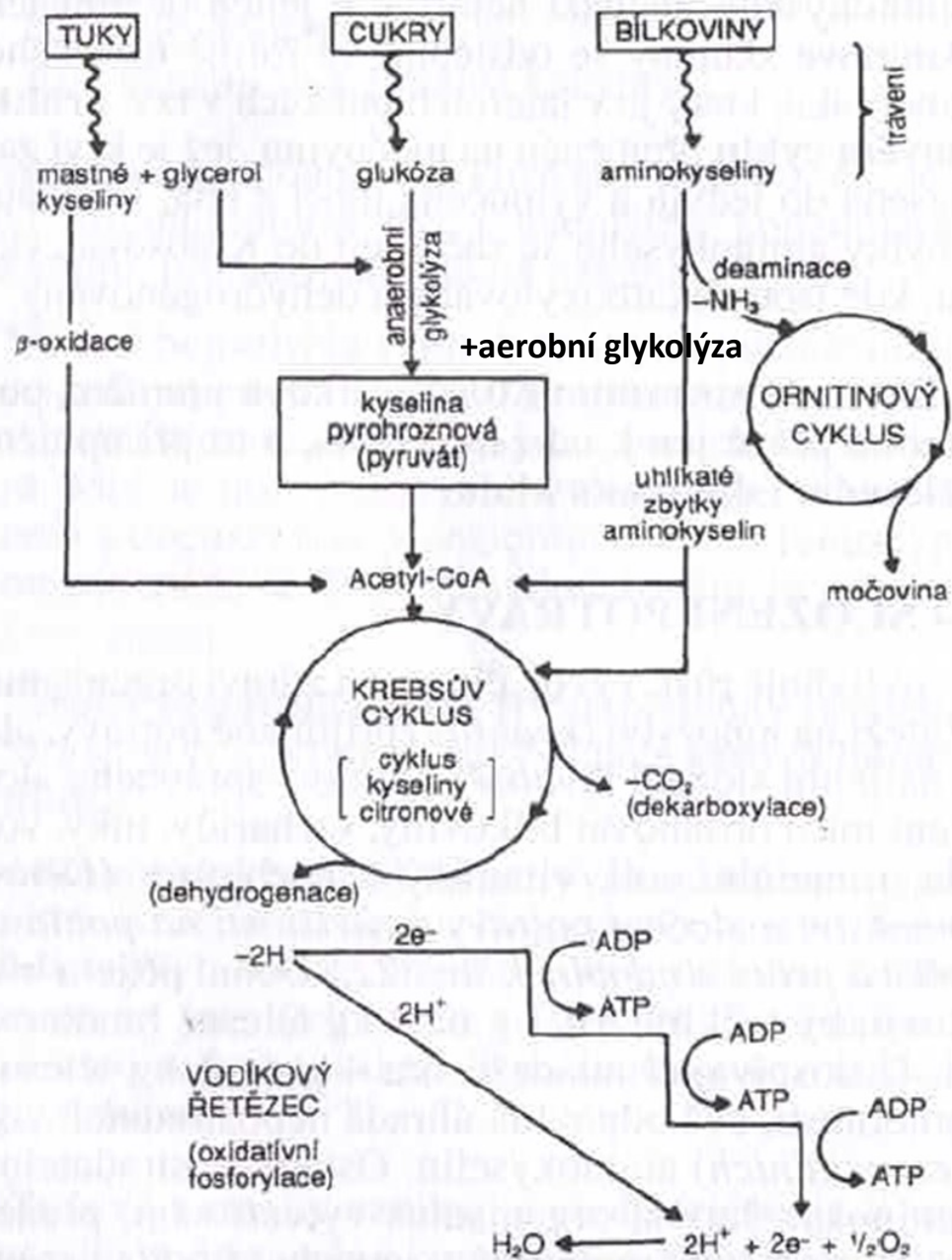


Schéma odbourání (katabolismu) základních živin

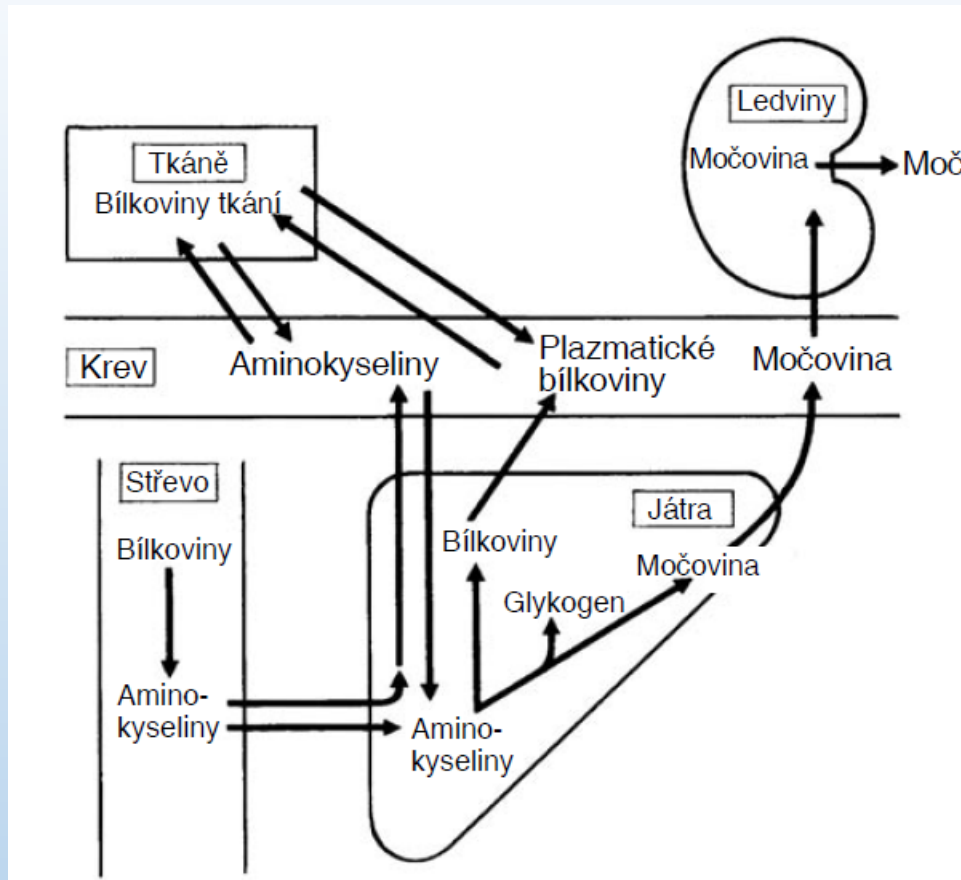


Schéma metabolismu bíkovin

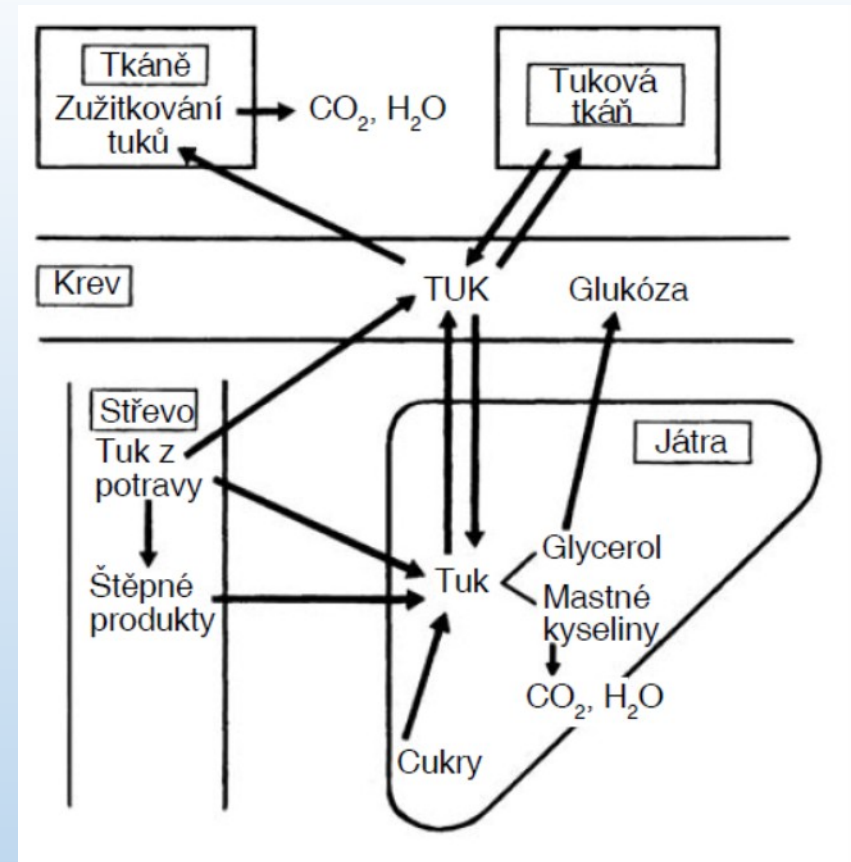
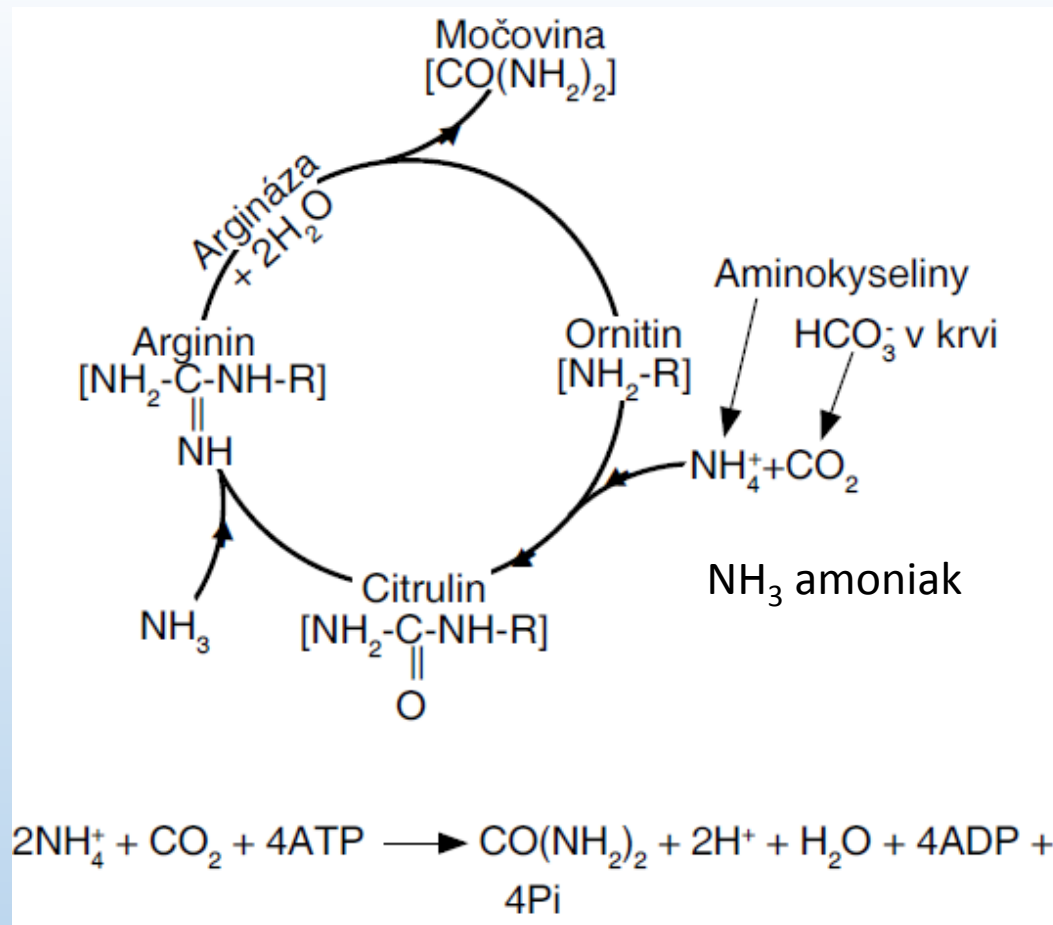


Schéma lipidového metabolismu.



Ornitinový cyklus. Amoniak uvolňovaný štěpením aminokyselin je za spotřeby energie konvertován na močovinu.

Řízení látkové přeměny – primitivnější: **teplota prostředí** – **poikilotermové** (exotermové)
pokročilejší: **neurohumorálně** – **homoiotermové** (endotermové) –
Využití ztrátového tepla s energetickými vklady navíc

Metabolismus

Klidový stav – určitá potřeba energie

1. V buňkách na udržení stálého iontového složení, resyntéza opotřebovaných bílkovin

2. V orgánech (stahy srdce, dýchací pohyby atd, rozdíly mezi orgány) největší podíl na celkovém metabolismu, čl. 32% metabolismu na jednotku hmotnosti (rys 64, pes 37)

Bazální metabolismus (klid, termoneutrální zóna, postabsorpční stav) **Standardní m. (homoiotermové)**

Velikost BM (BMR): muži 7200 kJ ženy 6500 kJ (ideál) –

individuální rozdílnost – vzorce (vliv věku, tělesná stavba, stupeň aktivity, stravování aj.). BMI body mas index

Relativní BM je nepřímo úměrný hmotnosti (velikosti povrchu)

Klidový standardní metabolismus (poikilothermové)

– nižší velikost met. na jednotku hmotnosti, zvýš. t o 10°C –
zvýš. metabolismu 2-3x

Zvýšení tepelné produkce homoiotermů:

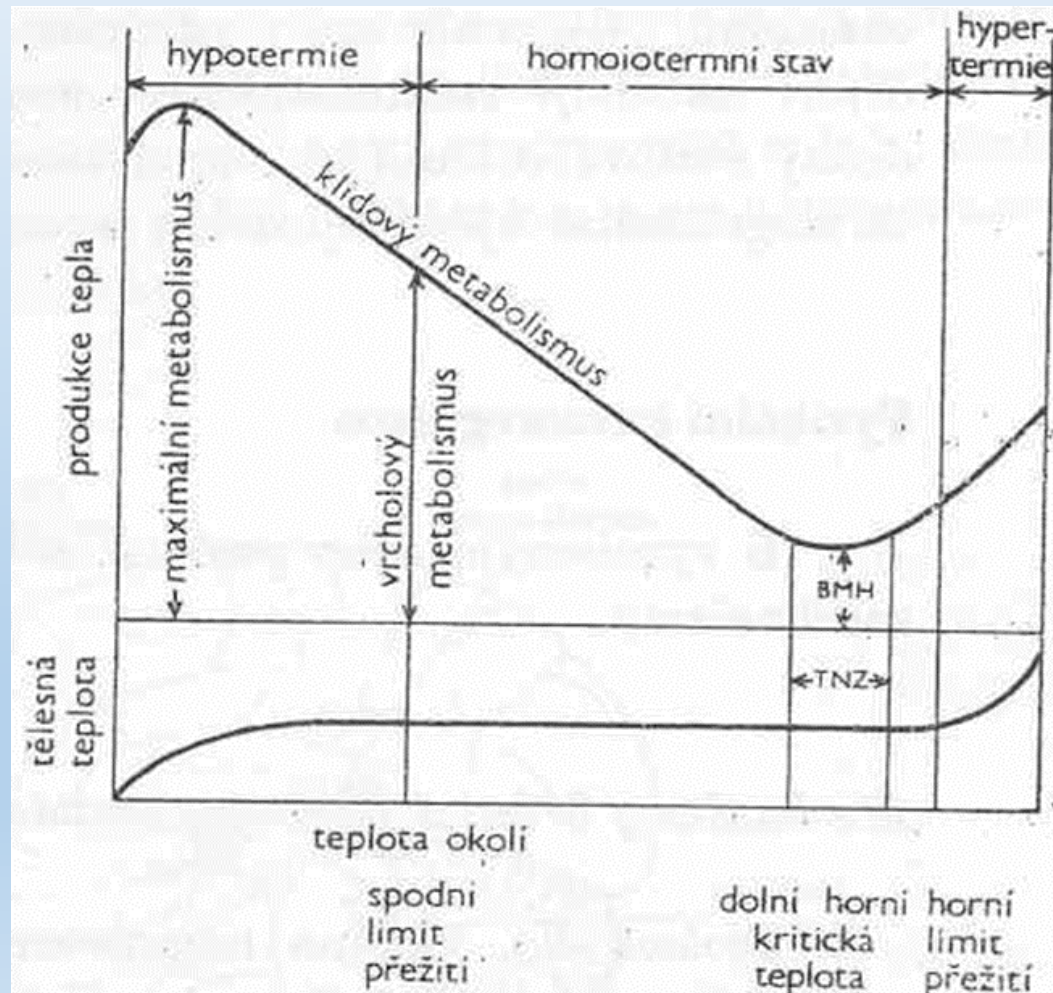
Čím větší povrch, tím větší hladina M.,
čím větší hmotnost, M stoupá do určité míry

málo setrvávají v klidu (spánek)

- práce (až 20-krát vyšší – trénování jedinci)
- při snížené teplotě okolí až 4krát více (metabolický kvocient 3 – 6)
- požití bílkovin – zvýšení metabolismu až o 30 %
(teplotvorný /specificko-dynamický/ účinek potravy,
sacharidy a tuky pouze 5 – 10 %)
- horečka – zvýšení teploty o 1 °C – o 14 % vyšší produkce tepla
- gravidita a laktace – 30 %

Řízení látkové přeměny – **primitivnější**: teplota prostředí – poikilotermové (exotermové)
pokročilejší: neurohumorálně – **homoiotermové** (endotermové) –
využití ztrátového tepla s energetickými vklady navíc

Závislost metabolismus na teplotě



Pronikavé snížení velikosti metabolismu (dormance)

Diapauza - fyziologická ¼, 1/10

Hibernace pravá, nepravá 1/100

Kviescence - při změně okolních podm.

Estivace - poušť

Stálost vnitř. prostředí

Extra (15l) a intracelulární (30l) prostředí člověka

Tkáňový mok (12l), plasma (3l), buněčné membrány oddělují – nejednotnost složení

Složení: intracel. – bez Na⁺, Cl⁻, nadbytek K, Ca, Mg, bílkovin, fosfátů,
Extracel. Nadbytek Na, Cl

Výměna mezi nimi **pasivními, aktivními mechanismy**

Pasivní transport – bez E, difuzí, oba směry

a) tlakový b) elektrochemický (koncentrační, elektrostatický, pH) c) teplotní

Aktivní transport i proti konc. spádu za účasti přenašeče (bílkovina enzymatického charakteru, E)

Pinocytóza – váček pro velké molekuly, vchlípení membrány

Výživa

Heterotrofie - nejsou schopny samy vytvářet organické látky z anorganických

Monofágové- jediný druh potravy, **oligofágie**, **polyfagie**

Herbivorové, carnivorové, omnivorové

Příjem sacharidy (55%), bílkoviny (15%), lipidy (30%) živočich nedovede využít všechnu potravu- balastní látky, nedokáže zpracovat – výkaly.

Rozdíly ve využití (celulóza, vosky, skleroproteiny)

Využitelnost cukrů (98%), lipidů (98%), bílkovin (92%)

Zastupování živin – princip izodynamie živin- nelze zcela nahradit (esenciální)

Tab. 4. Spalné teplo základných živin

Živina	Celkové spalné teplo		Stravi- telnost v %	Ztráty neúplnou oxidací		Fyziologické spalné teplo	
	kJ	(kcal/kg)		kJ	(kcal)	kJ	(kcal/g)
cukry (škrob)	17,37	(4,15)	98	—	—	16,75	(4,0)
tuky	39,35	(9,40)	96	—	—	37,68	(9,0)
bílkoviny	23,65	(5,65)	92	5,23	(1,25)	17,17	(4,1)

Spalné teplo – mn. E které se uvolní při úplném spálení 1g látky obecně Fyziol. spalné teplo, mn. E uvolněné v organismu (zůstávají ještě energeticky nabitě látky (močovina)

Dělení živočichů podle typu přijímané potravy (B + T + C)

(všežravci: 15 + 30 + 55 % = 100 + 100 + 180 g)

Masožravci, býložravci – zvláštnosti)

Využitelnost živin

Princip izodynamie živin (vzájemné zastupování živin) – minimální mn. a typy potravin: 10% cukrů – při nedostatku - poruchy intermediárního metabolismu

– esenciální MK (kys. arachidonová, linolová, linolenová)

(20 – 30 mg pro krysu, pro člověka 3 – 5 g)

– esenciální aminokyseliny (6 – 12 g) – arginin, izoleucin, leucin, lyzin, metionin, treonin, tryptofan, tyrozin, valin

Bílkoviny

Savčí se neukládají jako zásobu. Doplnění a nahrazení rozpadlých při životních pochodech (srst, odírání pokožky, sliznice, vyměšování N exkrementů)

Látková bilance – jaké množství určité živiny je přijato z potravy do těla, přeměněno, vyloučeno (sledování změn v přeměně N – 16 % hmotnosti bílkovin).

Bílkovinné optimum – 1 g bílkovin na 1 kg hmotnosti (< 1/3 živočišných)

Bílkovinné bilanční minimum – 20 – 30 g denně pro Evropany, dusíková rovnováha

Hodnotnější živočišné - (stravitelnost 85-98%), rostlinné (80%)

Biologická hodnota bílkovin – tím větší, čím méně je potřebné k naplnění bil. minima. Bílkovinná malnutrice (nedostatečnost)

Potřeba aminokyselin: - syntéza peptidů a bílkovin v těle
- možný zdroj energie

Zastoupení bílkovin v těle: do **20 %** hmotnosti

Zastoupení sacharidů v těle: do **1 %** hmotnosti (glykogenová rezerva asi 300 g, glykémie – normální koncentrace glukózy v krvi: 1 g na 1 l krve)

Zastoupení lipidů: **13 %** hmotnosti těla

Minerální látky

Makroelementy – Ca P Na K

Mikroelementy (stopové) – I Co Fe Cu Mn Zn

Změny v potřebě živin během života (růst, těhotenství a kojení), práce, podnebí

Racionální výživa (versus „zdravá v.“ – subjektivní)

Shrnutí: Cukry Lipidy Bílkoviny Vitamíny

Voda, minerální látky (včetně stopových)

Vláknina (nestravitelné zbytky)

Výživa s rozumem – člověk všežravec.

Nebezpečí (skryté) reklamy, nabídkou, přístupem (slevy), složení.

Rizika potlačování fyziologických mechanismů (proces trávení versus výkonnost), pocit nasycení, volumostatický efekt potravy – čokoláda versus zelenina).

Poruchy příjmu potravy (**anorexie, bulimie, ortorexie (bio)**) – posedlost zdravou výživou)

Vitamíny – látky, které si organismus nedovede syntetizovat. Malá množství. Součást enzymů, provitamíny.

Rozpustné v tucích (A D E K F), ve vodě (B C PP H)

Tab. 5. Základní vlastnosti vitamínů

a) Vitamíny rozpustné v tucích

Název a chemické složení	Fyziologický význam	Experimentální a klinické příznaky z nedostatku	Výskyt	Doporučený denní příjem u člověka
vitamíny skupiny A — karotenoidy, retinol (antixerofthalmický v.)	účinná složka zrakových pigmentů, podstatný pro normální epitelizaci	žeroslepost, rohovatění a vysychání dlaždicového a žláзовého epitelu, zvláště rohovky a sliznic, loupání kůže, zpomalený tělesný růst	rybí tuk, játra savců, mléko, jako provitamin v mrkvi	1,3 mg
vitamíny skupiny D — kalciferoly (antirachitický v.)	podporuje vstřebávání vápníku, vápenatění kostí a zuboviny	měknutí a deformace kostí (křivice), zpomalení vápenatění kostí, demineralizace, zduření chrupavky	rybí tuk, játra savců, živočišný tuk	0,001—0,01 mg
vitamín E — tokoferol (antisterilní v.)	povzbuzuje tvorbu gonadotropních hormonů (?), antioxidační aktivita, vliv na reduktázu cytochromu c	atrofie semenných kanálků se zastavením spermiogeneze, potraty, ukládání tuku do jater, degenerace svalů	obilné klíčky, olej podzemnice olejné	30 mg (kočka vitamín E nepotřebuje)
vitamín K ₁ — fylochinon (antihemoragický v.)	podporuje syntézu protrombinu v játrech	zpomalení srážení krve	zelené rostliny, játra	1 mg

b) Vitamíny rozpustné ve vodě

vitamín B ₁ — aneurin, tiamin	součást karboxyláz ketokyselin (odštěpování CO ₂ v Krebsově cyklu)	obrny, svalová atrofie, srdeční nedostatečnost, achylie, poruchy resorpce (beri-beri)	droždí, obilí, játra	0,4—1,8 mg
vitamín B ₂ — laktoflavin, riboflavin	součást žlutých enzymů flavinadeninukleotidů (přenos vodíku)	zastavení růstu, keratitida, poruchy rohovky a sítnice	droždí, obilí, biflek, játra, mléko	1,6—2,6 mg
vitamín B ₃ — kyselina pantotenová	aktivace a odbourávání mastných kyselin, oxidativní dekarboxyláza ketokyselin, acetylace	poruchy nervové koordinace, svalové křeče	kvasnice, játra, srdce	5—10 mg
vitamín B ₆ — pyridoxin	součást transamináz a dekarboxyláz aminokyselin	zastavení růstu, dermatitida, epileptiformní křeče, porucha tvorby hemoglobinu (hypochromní anémie, leukopenie)	droždí, obilí, játra, maso, mléko	2—4 mg
vitamín PP — amid kyseliny nikotinové, niacin	součást pyridinových koenzymů dehydrogenáz (metabolismus aminokyselin)	dermatitida osvětlených částí těla, stomatitida, gastroenteritida, parestézie, ztráta vědomí (pelagra)	droždí, obilí, rajčata, játra, mléko	12—18 mg
kyselina listová — kyselina pteroylglutamová	součást enzymů štěpících některé aminokyseliny	megaloblastóza kostní dřeně, makrocytární anémie	zelené listy, droždí, játra, mikroorganismy	0,05—0,5 mg
vitamín B ₁₂ — cyanokobalamin	účast na metylacích, význam při metabolismu nukleových kyselin	megalocytární hyperchromní anémie, glositida, achylie, degenerace míšních nervů	játra, různé mikroorganismy	0,3—3 mg
vitamín H — biotin	součást dekarboxylujících deaminujících a dehydrogenačních enzymů	dermatitida, seborea	játra, žloutek, mléko, droždí	0,3 mg
vitamín C — kyselina askorbová	ovlivnění koloidního stavu kolagenové mezibuněčné hmoty, vliv na redoxní systémy	časté krvácení z dásní, kůže, kloubů, sklon k infekcím (kurděje — skorbut)	citrusové plody, paprika, šípky, petržel, černý rybíz	50—75 mg

Zdroje: přednášky doc. RNDr. B. Rychnovský, CSc.

M. Vácha a kol. Srovnávací fyziologi živočichů 2010, MU Brno

Šimek, V. a Petrásek, R. (1996): Fyziologie živočichů a člověka. Masarykova univerzita. Brno.

Trojan, S. (1999): Lékařská fyziologie. Grada. Avicenum. Praha.