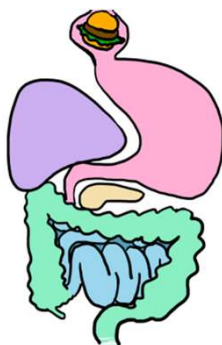


# FIZIOLOGIJA ŽIVALI

## ANIMAL PHYSIOLOGY



### PREHRANA PREBAVA



Doc. dr. Vladimir Ivović

Oddelek za biodiverzitetu  
FAMNIT  
Univerza na Primorskem

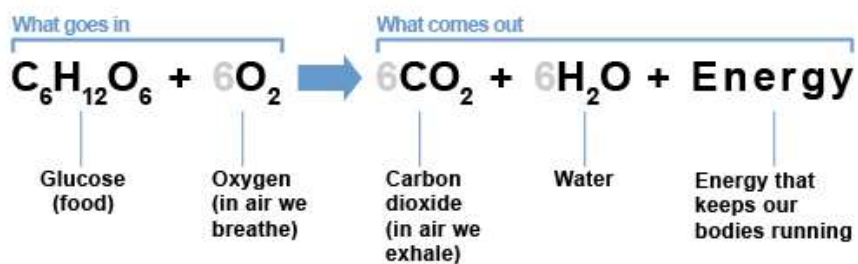
### HRANA

- je zmes različnih organskih in anorganskih sestavin, kar sprejema organizem zaradi snovi, potrebnih za rast in obstoj

hrana je običajno živalskega ali rastlinskega izvora.

- voda, minerali, kovine v sledih, soli, organske snovi
1. Mora vsebovati po sestavi in količini vse potrebne snovi za stalno obnavljanje organizma in energijo za življenjske procese.
  2. Dnevni vnos hranil mora pokriti energetske potrebe temeljne presnove:
    - bazalni metabolizem
    - aktivnosti organizma odvisne od spola, starosti in načina življenja.

## ZAKAJ POTREBUJEMO HRANO !!!



### Sestavine hrane

#### MAKRONUTRIENTI

- Ogljikovi hidrati
- Beljakovine
- Maščobe



Kalorična, energijska vrednost živil je določena v **bombnem kalorimetru**.

Ugljikovi hidrati	1g	4 kal
Beljakovine	1g	4 kal
Maščobe	1g	9 kal
Minerali in vitamini	nimajo kalorij	



Dnevni vnos odraslega človeka:

50 - 65 g beljakovin,

300 gr ogljikovi hidrati (40 - 60 % energetske potreb organizma),

maščob pribl. 70 gr (30% energetske potreb\_)

## MIKRONUTRIENTI

- Vitamini
- Minerali
- Kovine



Nepogrešljivi del polnovredne hrane, njihovo pomanjkanje vodi v bolezni.

Čezmeren vnos **vodotopnih** vitaminov nima hujših posledic, saj se izloča s sečem.

Čezmeren vnos **maščobotopnih** vitaminov povzroča kopičenje v tkivih in povzroča bolezni (A, D, E, K). Škodljiv je lahko tudi čezmeren vnos mineralov in kovin (železo).

### Zdravje lahko ogrozi pretiran vnos drugih hranil:

- a. Zaužita hrana, ki presega energijske potrebe organizma se skladišči, kot glikogen v jetrih in skeletnih mišicah, kot maščoba v adipocitih. Te zaloge so vir energije med stradanjem.
- b. Če zaužita hrana dalj časa presega potrebe organizma se razvije debelost

## VLAKNINE (Balastne snovi)

So nujni del prehrane pri rastlinojedih, gre za rastlinske polisaharide.

### Migracija gnujev v Serengetiju



Več kot 2 milijona živali migrira od julija do oktobra

1.5 milijona gnujev  
350,000 Thomson's gazel  
200,000 zeber  
12,000 eland antilop

## Iskanje hrane in vode???



*Connochaetes taurinus mearnsi*

- iščejo svežo pašo (hrano) in vodo
- minerale !!!
- migracija je popolnoma odvisna od vzorcev padavin



Razpredelnica 7.1 Poglavitni vitamini, njihove funkcije in posledice njihovega pomanjkanja.

vitamin	fiziološki pomen	primeri motenj zaradi pomanjkanja
A (retinol)	del vidnega pigmenta in pomemben za delovanje epitelija	nočna (kurja) slepota in okvare epitelija različnih tkiv
D (kalciferol)	absorpcija $\text{Ca}^{2+}$ in fosfatov iz prebavne cevi, gradnja anorganskega dela kosti	rahitis (pri otrocih), osteomalacija (odrasli)
E (tokoferol)	antioksidant	hemolitična anemija, motnje v delovanju živčevja
K (menandion) <b>menaquinon</b>	sodeluje v jetrni sintezi dejavnikov koagulacije krvi	krvavitve pri novorojencih pred kolonizacijo črevesa z bakterij, ki izdelujejo vitamin K
$\text{B}_1$ (tiamin)	koencim v presnovi ogljikovih hidratov	beri-beri (motnje v delovanju živčevja in krvnih obtočil)
$\text{B}_2$ (riboflavin)	del FAD, koencima dihalne verige	vnetja
niacin	del $\text{NAD}^+$ in $\text{NADP}^+$ , koencimov v presnovi	pelagra
$\text{B}_6$ (piridoksin)	koencim v presnovi aminokislin in maščobnih kislin	anemija, prizadetost živčevja
$\text{B}_{12}$ (kobalamin)	koencim pri sintezi beljakovin in nukleinskih kislin	perniciозна anemija
C (askorbinska kislina)	sodeluje pri nastajanju in obnavljanju veziva	skorbut
folijska kislina	koencim pri nastanku nukleotidov (DNA)	megaloblastna anemija

Razpredelnica 7.2 Poglavitni minerali in kovinski ioni ter njihove fiziološke funkcije.

Mineral oziroma kovina	Poglavitne fiziološke funkcije
natrij ( $\text{Na}^+$ )	poglavitni zunajcelični kation, vzdržuje osmotsko ravnovesje med predelki v organizmu in volumen zunajcelične tekočine
kalij ( $\text{K}^+$ )	poglavitni znotrajcelični kation
kalcij ( $\text{Ca}^{2+}$ )	sestavina kosti in zob; informacijska molekula; uravnavanje vzdražnosti živčevja, mišične kontrakcije in strjevanja krvi
fosfati ( $\text{PO}_4^{3-}$ in ostali)	sestavina kosti; pomemben del nukleotidov
magnezij ( $\text{Mg}^{2+}$ )	sestavina kosti in zob; sodeluje pri presnovi ogljikovih hidratov in beljakovin
klorid ( $\text{Cl}^-$ )	poglavitni zunajcelični anion
železo ( $\text{Fe}^{2+}$ )	sestavina hema v hemoglobinu, mioglobinu, citokromih
jodid ( $\text{I}^-$ )	sestavina ščitničnih hormonov
fluorid ( $\text{F}^-$ )	krepi zgradbo zob

## Urnvananje prehranjevanja

### HIPOTALAMUS:

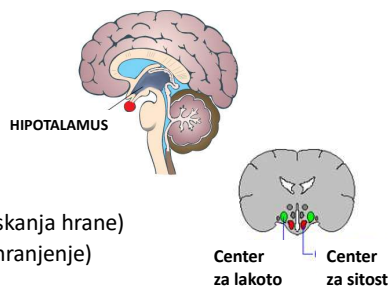
Center za lakoto (omogoča zaznavo lakote in iskanja hrane)  
Center za sitost (zaviralno vpliva na center za hranjenje)

Center za lakoto aktivira višje centre v skorji velikih možgan in sproži za določeno živalsko vrsto značilno obnašanje – iskanje hrane, lovljenje plena, agresivnost

...(ko si lačen, si ful drugačen)

Na delovanje obeh centrov vplivajo:

- Signali iz prebavne cevi, nateg želodčne stene povzročijo sitost, hormoni
- Povečana % glukoze v krvi aktivira center za sitost
- Senzorične informacije (vonj, videz hrane)
- Genetski dejavniki in navade

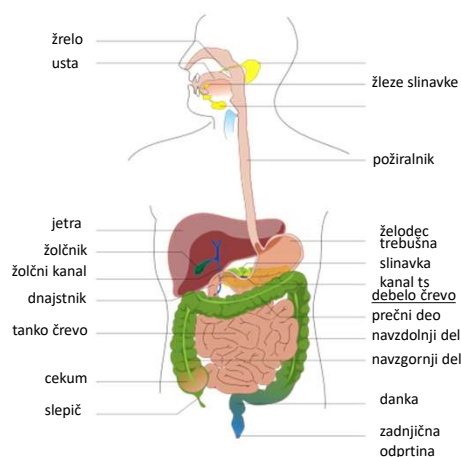


## PREBAVA

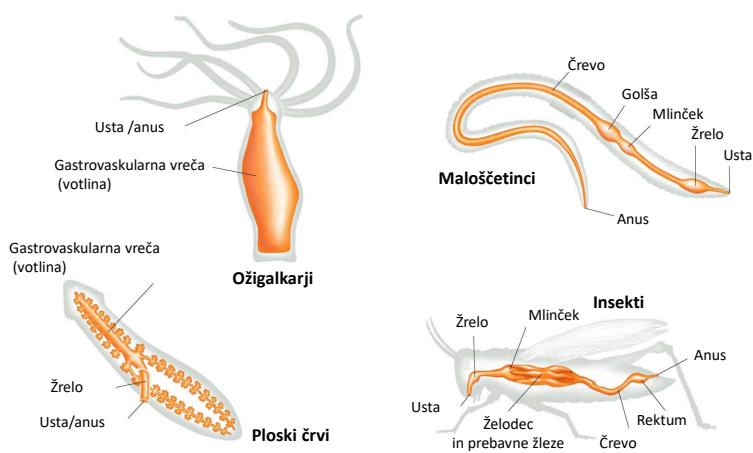
proces razgrajevanja (hidrolize) večjih kosov hrane in velikih hranilnih molekul v manjše

### usklajen splet:

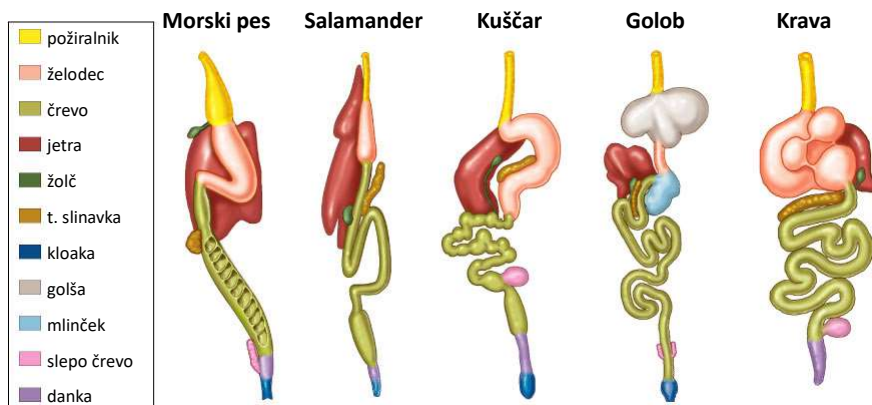
1. izločanja prebavnih sokov
2. mehaničnih in kemičnih procesov, ki zagotovijo razgradnjo kompleksnih hranilnih snovi na temeljne gradnike
3. odvajanje blata (neprebavljeni deli hrane, črevesne bakterije, epitelij sluznice prebavil).



## PREBAVILA - NEVRETENČARJI



## VRETENČARJI



## PREBAVA V ENODELNEM ŽELODCU (MONOGASTRIDNI)

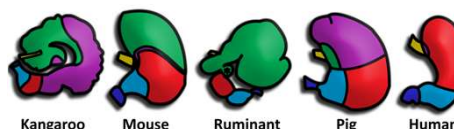
Želodec je **vrečasta razširitev prebavne cevi** med požiralnikom in črevesjem. Pri številnih monogastričnih živalskih vrstah želodec **NI** najpomembnejši organ prebave (po kirurški odstranitvi živali ali človek živijo in prebavljajo hrano v črevesju in več ali manj nemoteno živijo)

- **Glavne naloge želodca:**

- Začasno skladiščenje hrane
- Začetek razgradnje hranilnih snovi
- Pomoč pri resorpciji vitamina B<sub>12</sub>
- Baktericidna vloga (HCl-vodikov klorid)

- **Procesi prebave v želodcu**

- Motorika (polnjenje, mešanje, praznjenje)
- Izločanje (želodčni sok)
- Kemična razgradnja hrane



### Ritmično krčenje želodčne stene

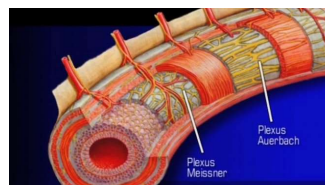
omogoči, da se hrana lepo pomeša, močnejše krčenje želodčne stene nastopi, ko hrana prehaja skozi ožino- *pylorus*.

### Urnava izločanja in gibanja:

- Enterični živčni sistem (Meissnerjev in Auerbachov živčni splet – možgani črevesja) v steni želodca
- Simpatični in parasimpatični živčni sistem
- Hormonalni sistem (enterohormoni)

### Sestava želodčnega soka:

- Anorganske spojine (voda, solna kislina, soli)
- Organske spojine (encimi in sluzi)



### Izločanje želodčnega soka:

pri mesojedih in ljudeh sporadično (občasno oz. s prekinitvami, pred in med hranjenjem)

pri večini rastlinojedih živali kontinuirano (stalno – želodec redko popolnoma prazen)

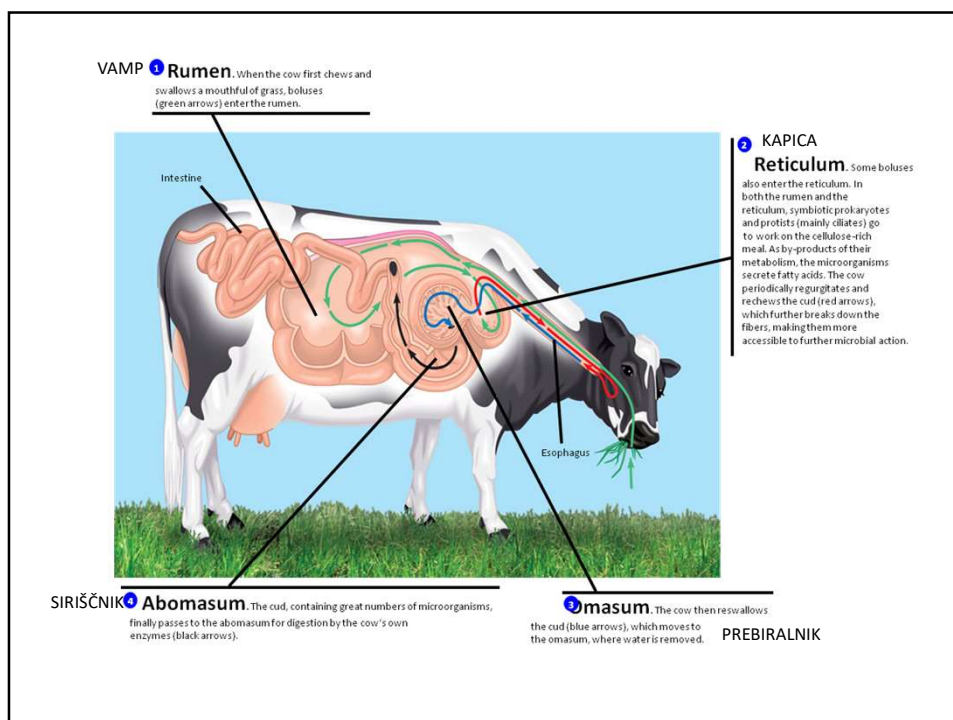
### Faze izločanja želodčnega soka

**Cefalična faza** - refleksi (dotik hrane z ustno sluznico, gledanje in vohanje, zvok, barve) – sekrecija HCl, gastrina in histamina – intenzivno izločanje želodčnega soka

**Gastrična faza** – neposredno mehanično in kemično draženje – še več izločanja želodčnega soka

## PREBAVA PRI POLIGASTRIDIH

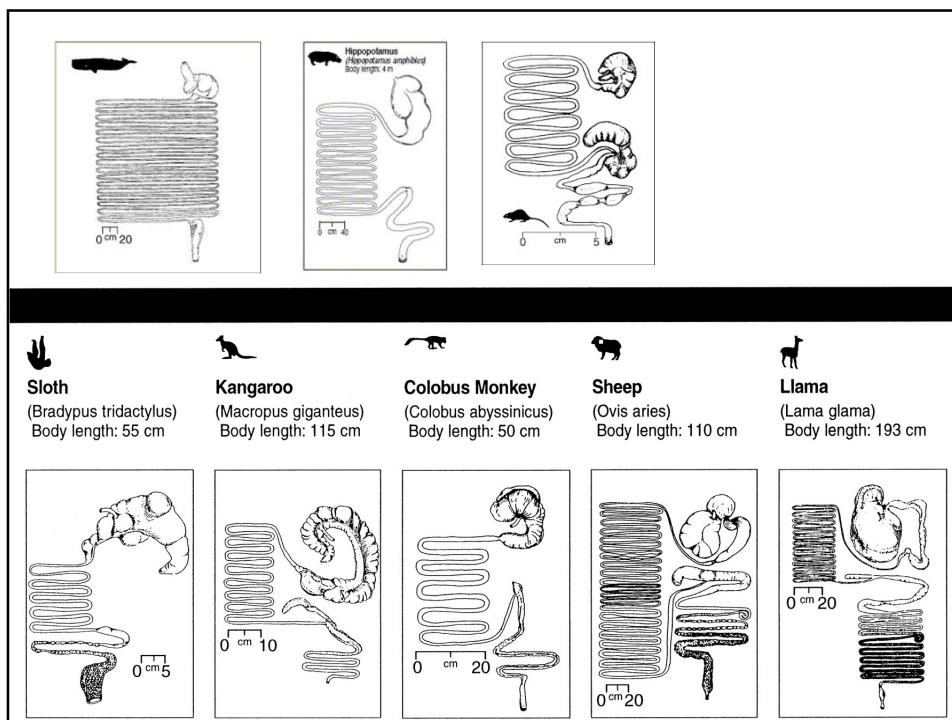
- Večdelni želodec (predželodci, pravi želodec)
- Predželodci: **vamp** - rumen, **kapica** - reticulum, **prebiralnik** - omasum,
- Pravi želodec: **siriščnik** - abomasum
- Značilnosti: zelo pomembni procesi prebave potekajo v predželodcih – aktivnost encimov **mikrobnega** izvora
- Simbioza med mikroorganizmi in makroorganizmi (gostiteljem)
- Mikroorganizmi v predželodcih: bakterije, glivice, protisti (prilagojeni na visoko temp., nevtralni pH, anaerobne pogoje, intenzivnost biokemičnih procesov)
- Nastanek **metana** – procesi dekarboksilacije in redukcije – etanol + CO<sub>2</sub> – dve molekuli etanola se spajata z eno molekulo CO<sub>2</sub>, v procesih redukcije nastaneta dve molekuli očetne kisline in molekula **metana**





## Živali, ki imajo želodec sestavljen iz več predelov

- Vrečarji – pri kengurujih (*Macropus giganteus*) je cevaste oblike z vrečastimi poglobitvami.
- Številne vrste kitov, delfinov in pliskavic imajo tridelni želodec. Prisotni tudi kamni torej podobna funkcija kot pri semenojedih pticah
- Lenivci (*Bradypus* sp.) – tri glavni predelki
- Bober (*Castor* sp.), podgana (*Rattus norvegicus*), moškatne podgane (*Ondatra zibethicus*), hrčki (*Cricetus* sp.), polh (*Muscardinus avellanarius*), leming (*Lemmus lemmus*), in voluharice (*Microtus* sp.)
- Izjeme pri opicah: *Presbytis* sp. in *Colobus* sp. (želodec podoben kengurujevem)
- Povodni konj – *Hippopotamus* sp. ima levi in desni slepi žep ter prednji in zadnji predelek.
- Morske krave (*Sirenia*) dvodelni želodec

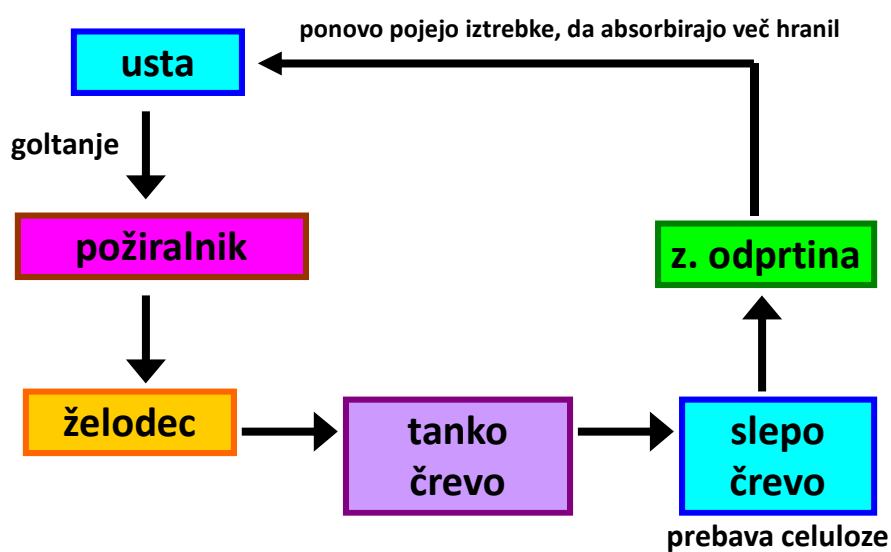


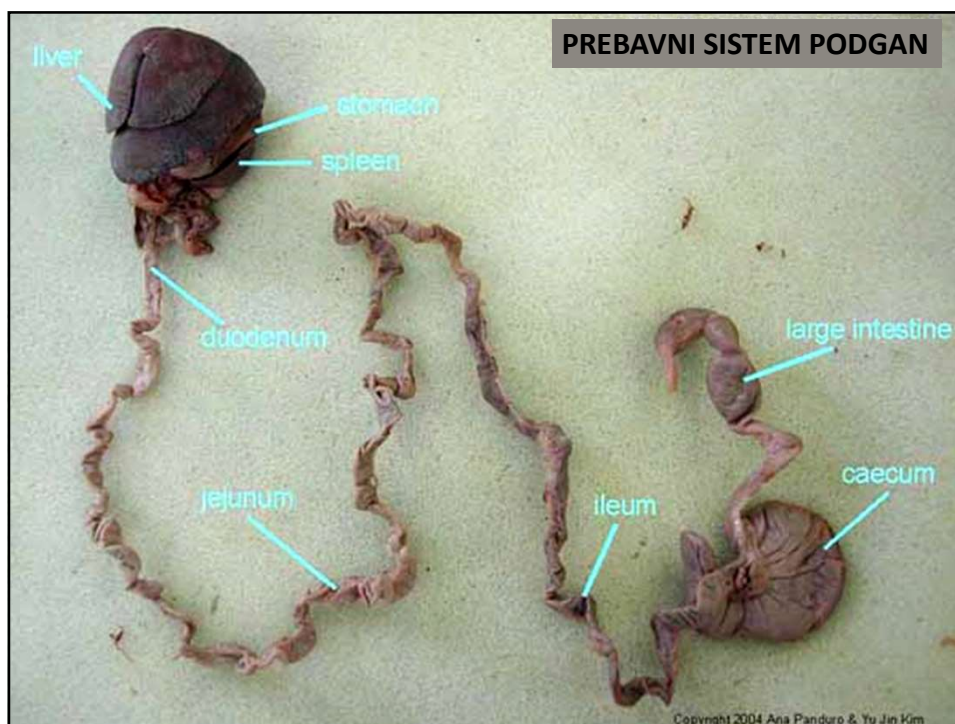
## PREŽVEKOVALCI

- Družine:
  - Giraffidae (žirafe, okapi)
  - Cervidae (jeleni)
  - Antilocapridae (vilorogi)
  - Bovidae (goveda)
  - Tragulidae (pritlikavi pižmarji)
  - Camelidae



## Pretok hrane pri glodalcih





#### MEHANIČNA AKTIVNOST PREBAVNE CEVI

Želodec – krčenje, močnejše krčenje – pilorus (vratnik) – dvanajstnik

tanko črevo, mešalni gibi (*segmentno krčenje*) in peristaltični valovi, ki potiskajo vsebino naprej.

Odvajanje blata (*defekacija* iz lat. *faeces*, blato) - ob premiku večje količine blata v danko.

Blato sproži lokalni refleks v steni debelega črevesa, za močnejše krčenje; parasimpatično živčevje, spodbudi peristaltično gibanje in nov pomik blata iz predhodnih delov črevesa v danko ter zmanjšanje tonusa notranje mišice zapiralke zadnjika (lat. *anus*).

Impulzi po somatskih eferentnih vlaknih sprožijo

- (1) krčenje mišic trebušne stene in
- (2) sprostitvev zunanje mišice zapiralke zadnjika, kar omogoči odvajanje blata.

## PERISTALTIKA

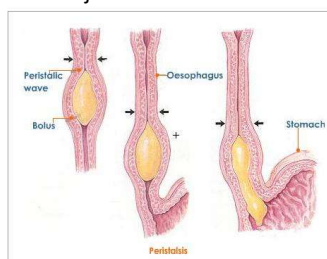
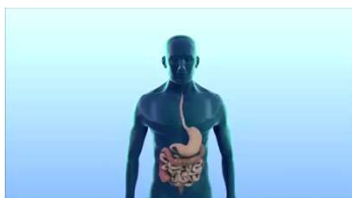
**Peristaltika** je ritmično krčenje gladkega mišičja prebavil od začetka požiralnika do konca debelega črevesa.

Peristaltično gibanje nastane zaradi krčenja krožnega in vzdolžnega sloja gladke mišičnine v steni prebavil.

Je pod nadzorom avtonomnega živčevja, izzove ga hrana sama.

Peristaltika poganja **bolus** (grizljaj hrane) navzdol po požiralniku v želodec ter nadalje skozi tanko in debelo črevo.

Peristaltično gibanje preprečuje, da bi grizljaj pripotoval nazaj v ustno votlino.



3D Medical Animation - Peristalsis in Large Intestine-Bowel -- ABP ©

## BRUHANJE (VOMITUS)

Refleksni akt pražnjenja želodca skozi ustno votlino

Fiziološki proces

- Odstranjevanje neprebavljenih in neprebavljivih delov hrane (kosti, dlake, perje, jajčne lupine, hitinski oklepi ipd.)
  - Ptice ujede (morske ptice - obramba)
  - Nižji vretenčarji (kače, žabe)
- Hranjenje mladičev (nekatero vrste ptic in zveri)



*Accipiter gentilis* (kragulj) - izbljuvki

## SEKRETORNA AKTIVNOST PREBAVNE CEVI

sluzne žleze in specializirane epiteljske celice

Poglavitna kemijska reakcija pri prebavi hrane je **hidroliza**, ki jo za različne substrate katalizirajo različni prebavni encimi

*Razpredelnica 7.3 Poglavitni prebavni encimi in njihovi učinki. Puščica v zadnjem stolpiču ponazarja smer razgradnje kompleksnih substratov.*

Encim se izloča iz/nahaja na:	Encim	Hidrolitični učinek
žlez slinavk	ptialin ( $\alpha$ -amilaza)	škrob, glikogen $\rightarrow$ maltoza, oligosaharidi
želodca	pepsin	beljakovine $\rightarrow$ polipeptidi
želodčne slinavke	$\alpha$ -amilaza	škrob, glikogen $\rightarrow$ maltoza, oligosaharidi
	lipaza	trigliceridi $\rightarrow$ proste mašč. kisline, monogliceridi
	endopeptidaze (npr. tripsin)	beljakovine $\rightarrow$ peptidi
	eksopeptidaze	polipeptidi $\rightarrow$ peptidi
	ribonukleaze	RNA $\rightarrow$ oligonukleotidi
	deoksiribonukleaze	DNA $\rightarrow$ oligodeoksinukleotidi
površini sluznice tankega črevesa	saharaza	saharaza $\rightarrow$ monosaharidi
	maltaza	maltoza $\rightarrow$ monosaharidi
	laktaza	laktoza $\rightarrow$ monosaharidi
	eksopeptidaze	peptidi $\rightarrow$ amino kisline

*Endopeptidaze katalizirajo cepljenje peptidnih vezi v notranjosti polipeptidne molekule, eksopeptidaze pa odcepljanje končnih aminokislinskih ostankov s konca peptidnih molekul.*

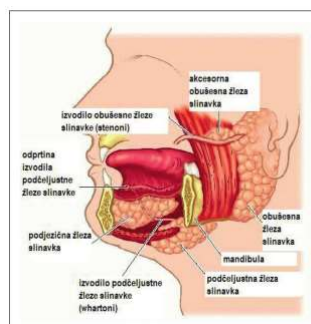
*\*Laktaza cepi mlečni sladkor, laktozo, v glukozo in galaktozo; mnogi odrasli ljudje tega encima nimajo, zaradi česar ne morejo razgraditi laktoze in jim uživanje mleka povzroča osmorno drisko.*

## Ustna votlina

žleze slinavke - slina

- sluz
- $\alpha$ -amilaza, encim, ki prične razgrajevati ogljikove hidrate (škrob)
- protitelesa IgA, lizocim in peroksidazo - nespecifična obramba pred patogenimi organizmi,
- veliko koncentracijo bikarbonata ( $\text{HCO}_3^-$ ), zaradi katerega je pH sline približno 7-8.

Dnevno se izloči okoli 1 l sline



## Želodec

- kislil želodčni sok, ki vsebuje klorovodikovo kislino, HCl
- pepsinogen (neaktivni prekursor pepsina, ki razgrajuje beljakovine) in
- intrinzični faktor (potrben za absorpcijo vitamina B iz tankega črevesa)

Dnevno lahko želodec izloči do 3 l tekočine. Kislost želodčnega soka lahko dosega tudi pH 1.

## Dvanajstnik

V dvanajstnik se stekata:

- **bazični** (zaradi velike vsebnosti  $\text{HCO}_3^-$ ) **izlocek iz trebušne slinavke** (pankreas), bogat z encimi in
- **žolč**

Bazični pankreasni sok nevtralizira kislost vsebine črevesa (ki ji zdaj ne rečemo več hrana, temveč **himus**), ki prihaja iz želodca, kar omogoči aktivacijo encimov, ki razgradijo ogljikove hidrate, beljakovine in maščobe v tankem črevesu.

## VLOGA ŽOLČA V PREBAVI

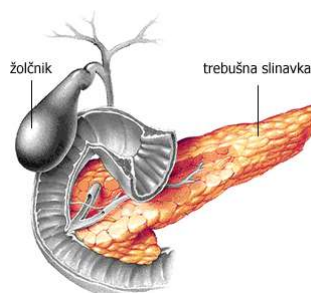
### Sinteza in izločanje sestavin žolča

Žolč je mešanica različnih snovi, ki se izločajo iz jeter skozi žolčna izvodila in se začasno skladiščijo v žolčniku.

Poglavitne sestavine žolča so:

- soli žolčnih kislin
- žolčna barvila (bilirubin)
- lecitin
- holesterol
- voda.

Sekrecijo žolča in praznjenje žolčnika uravnava avtonomno živčevje, črevesni hormoni, kemične snovi.

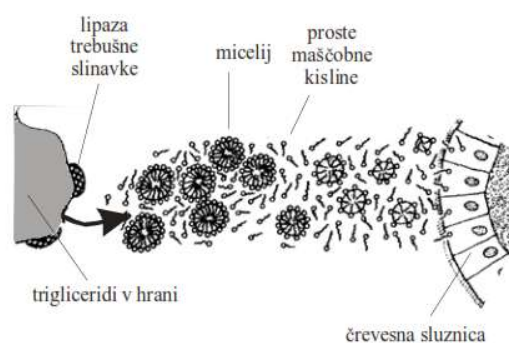


## ŽOLČ

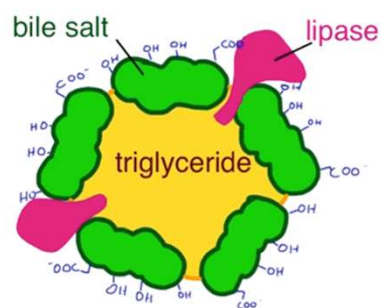
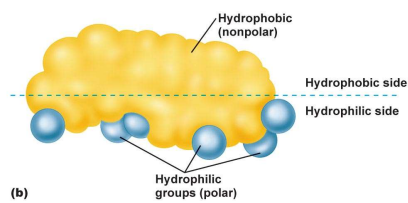
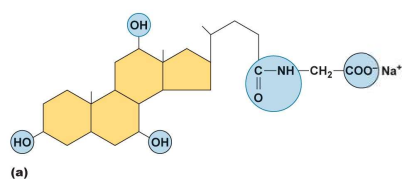
Žolč vsebuje:

solni žolčnih kislin, žolčne pigmente (bilirubin), holesterol in lecitin.

Sestavine žolča so nujne za prebavo maščob in absorpcijo lipidotopnih snovi (npr. nekaterih vitaminov), saj v sodelovanju z mehničnim mešanjem hrane emulgirajo maščobe (jih razbijejo na drobne kapljice, *micelije*) in omogočijo lipazi nadaljno razgradnjo. Absorbirajo se monogliceridi in proste maščobne kisline

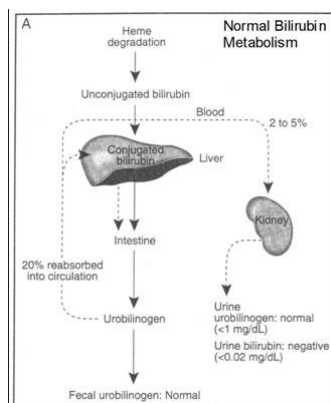


Soli žolčnih kislin



Več kot 80% soli žolčnih kislin, ki se izločijo iz jeter, se iz črevesa **reabsorbira** in potuje s krvjo po veni porte nazaj v jetra, od koder se nato vnovič izločijo z žolčem. Tej krožni poti pravimo *enterohepatični obtok* soli žolčnih kislin.

**Bilirubin (žolčni pigment)** - razgradni produkt hema, nebeljakovinskega dela molekule hemoglobina, ki se sprošča ob propadu starih in okvarjenih eritrocitov.



Z blatom izločeni urobilinogen se spremeni v **sterkobilin**, ki daje blatu značilno barvo

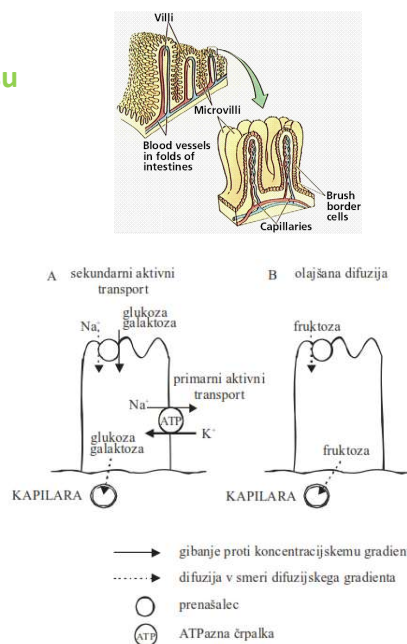
## Absorpcija hranil v tankem črevesu

V tankem črevesju se začne absorpcija. Notranja površina črevesa ima **krožne gube** ter **črevesne resice** in **mikroresice** ki povečujejo absorpcijsko površino

(človek 250 m<sup>2</sup>)

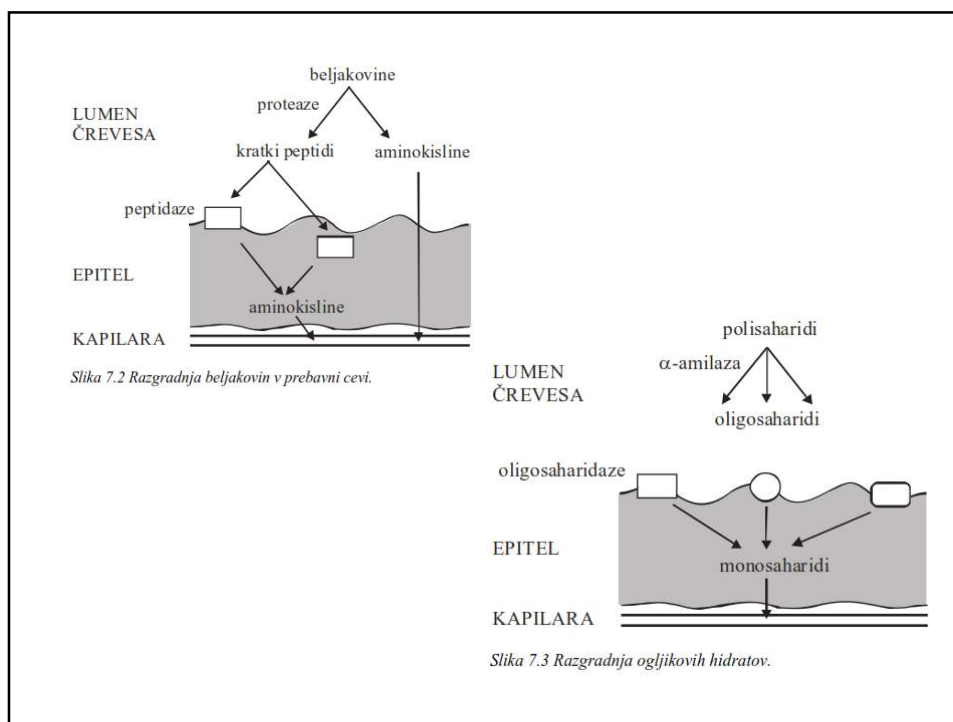
Skozi prebavno cev potuje zaradi izločanja različnih encimov in drugih tekočin na dan ogromne količine tekočine (človek 11L)

Absorpcija ali vsrkavanje snovi v tankem črevesu poteka z **sekundarnim aktivnim transportom** (ATP) in **difuzijo**.



Slika 7.5 Absorpcija hranil iz prebavne cevi.





## DELOVANJE JETER

Jetra niso le pomembna eksokrina žleza, ki z izločanjem žolca omogočajo učinkovito prebavo maščob, temveč imajo tudi številne druge, predvsem presnovne, funkcije v organizmu

Poglavitne funkcije jeter so:

- sinteza in izločanje sestavin žolča
- presnovne naloge
- sinteza plazemskih beljakovin
- aktivacija vitamina D
- detoksifikacija
- fagocitoza
- skladiščenje vitaminov

## Presnovne naloge jeter

### Presnova ogljikovih hidratov

- glukoza – v jetrih skladišči v obliki glikogena – dovolj za 12 ur
- glukoneogeneza – iz glukogenih aminokislin se sestavlja glukoza

### Presnova beljakovin

- pri presnovi aminokislin v telesu se sprošča potencialno strupena snov, amoniak, ki se v jetrih spreminja v neškodljivo sečnino
- sintetizirajo se aminokisliline in plazemske beljakovine

### Presnova maščob

- iz glukoze v jetrih sintetizirajo maščobe, iz katerih nastajajo lipoproteini zelo majhne gostote (angl. *very low density lipoproteins*, VLDL), ki se po krvi prenesejo v celice maščobnega tkiva (*adipocite*). Tam se maščobe skladiščijo kot trigliceridi
- v jetrih se sintetizira večina lipoproteinov in holesterola

## Sinteza plazemskih beljakovin

V jetrih nastaja poglavitna plazemska beljakovina, *albumin*, ki je nujen za normalen *koloidnoosmotski*, oziroma *onkotski* tlak

Poleg tega se v jetrih sintetizirajo tudi druge beljakovine plazme, kot so *globulini*  $\alpha$  in  $\beta$  ter nekateri dejavniki koagulacije krvi (fibrinogen in protrombin).

## Detoksifikacija

V jetrih se v različnih kemijskih reakcijah deaktivirajo številne telesu lastne snovi (npr. steroidni hormoni) in razstrupljajo (*detoksificirajo*) mnoge potencialno škodljive snovi iz okolice, posebno tiste, ki v kri vstopajo iz PC, saj gre kri iz prebavne cevi po veni porte najprej skozi jetra.

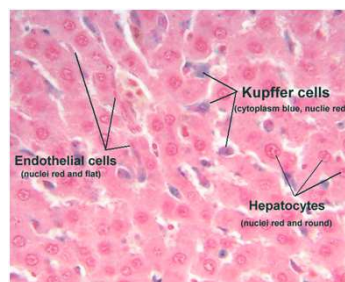
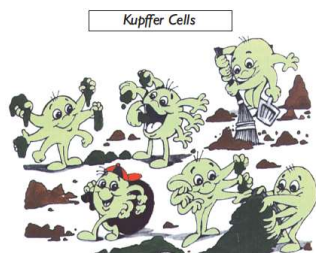
Bistvo detoksifikacije je v tem, da se v maščobah topne snovi spremenijo v vodotopne, ki se nato lahko izločijo s sečem ali žolčem.

### Fagocitoza v jetrih

V jetrih so poleg hepatocitov pomembne tudi fagocitne (*Kupfferjeve*) celice, ki odpirajo jetrne kapilare (*sinusoide*) in funkcionalno pripadajo sistemu za nespecifično obrambo organizma, t.i. *retikuloendoteljskemu sistemu*.

### Skladiščenje vitaminov in mineralov

Med mikronutrienti, ki se skladiščijo v jetrih, sodijo železo, baker in več vitaminov. Zaloge vitamina B12 v jetrih normalno zadoščajo za približno leto dni brez dodatnega vnosa.



## VLOGA ENCIMOV TREBUŠNE SLINAVKE

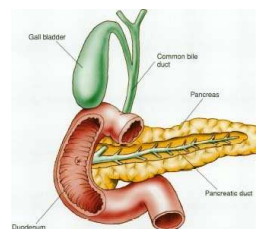
Trebušna slinavka izloča alkalen sok v dvanajstnik in nevtralizira kisel želodčni sok. V njem se nahaja veliko encimov.

Izločanje soka povzročajo:

- Impulzi v možganih, ki jih dobimo iz okušalnih brbončic
- črevesni hormoni (sekretin, holecistokinin)

Encimi trebušne slinavke:

1. **Pankreasne lipaze** (razgradijo trigliceride v monogliceride in proste maščobne kisline)
2. **Pankreasne amilaze** (razgradijo polisaharide v monosaharide in disaharide)
3. **Pankreasni proteolitični encimi** (tripsinogen, himotripsinogen, prokarboksipeptidaze v neaktivni obliki, aktivni postanejo v tankem črevesju, kjer razgrajujejo beljakovine).



## FUNKCIJA TANKEGA ČREVESJA

Nadaljuje in zaključuje se prebava ogljikovih hidratov in beljakovin.

Začenja se prebava maščob.

**Vsrka vse prebavljene molekule hrane v kri in limfo** (ogljikovi hidrati, beljakovine, kovine, elektroliti, vitamini, voda, žolčne kisline, vitamin B12 z intrinzičnim faktorjem).

**Črevesni sok:** proizvod žlez sluznice dvanajstnika in teščega črevesa. (govedo, konj 10L/dan, drobnica okoli 2L/dan, pes 1L/dan)

**Prebava** v svetlini tankega črevesa poteka s pomočjo:

1. **encimov iz trebušne slinavke**
2. **žolči**
3. **enterocitnih celic** - izločajo encime za prebavo ogljikovih hidratov in beljakovin.

## PREBAVNI ENCIMI

- Amilaze** so encimi, ki v organizmu **razgrajujejo škrob** (sestavljene ogljikovi hidrati) v enostavnejše ogljikove hidrate - **monosaharide**.
- Lipaze** so encimi, ki **razgrajujejo maščobe**.
- Proteaze** so encimi, ki **razgrajujejo beljakovine do aminokislin**.
- Laktaza** je encim, ki **razgrajuje mlečni sladkor** (laktozo) na glukozo in galaktozo.

## DEBELO ČREVO

Je zadnji del prebavne cevi, ki se konča z danko, ta pa se navzven odpira z zadnjikom.

Mesojedini in vsejedi – gnilobni procesi, sinteza vitaminov B, K

Rastlinojedini – encimska in mikrobnata prebava, sinteza vitaminov, gnetje

**Vsebuje:** soli, vitamine, vodo, ki se reabsorbira v navzgorjem in prečnem kolonu, neabsorbirana pa postane del blata.

**Funkcija:** bakterijska aktivnost in oblikovanje blata ter njegovo izločanje.

**Črevesne bakterije:**

V debelem črevesu živi več milijard bakterij, ki pripomorejo k dokončnemu razkroju hrane.

Tvorijo pomembne vitamine (vitamin K in vitamin B)

Med razgradnjo hrane proizvajajo črevesne pline (dušik, ogljikov dioksid, vodik, metan in žveplovodik), aromatične alkohole neprijetnega vonja (indol, skatol, fenol) in amine (kadaverin, putrescin, histamin).

**Črevesna sluz**

**Žleze debelega črevesja:** izločajo **alkalno sluz**, ki nevtralizira kisle bakterijske produkte in maže sluznico za lažji prehod blata.

**Sluznica v debelem črevesu:** **ne izloča prebavnih sokov**, prebava hrane je tukaj že končana, **izloča sluz**, ki maže iztrebke in jim lajša prehod.

**Protitelesca** v sluzi ščitijo pred različnimi bakterijskimi okužbami.

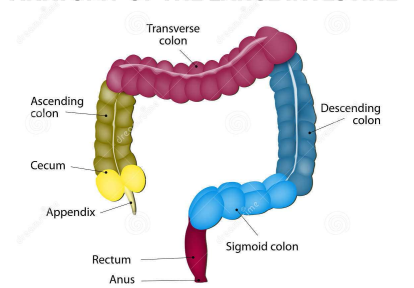
## DANKA

Je zaključni del debelega črevesa, navadno je prazna, razen pred iztrebljanjem.

Peristaltični valovi debelega črevesa potisnejo blato v danko, ki sproži refleks iztrebljanja

Pri bakterijski razgradnji nastane veliko strupov (fenoli), ki prehajajo v kri. Vsrkani strupi se razstrupljajo v jetrih.

### ANATOMY OF THE LARGE INTESTINE



## DEFEKACIJA

Je odvajanje blata. Blato zdravega osebka: mehka, svetlo-do temno rjavo obarvana masa.

Obarvajo ga žolčna barvila (sterkobilin).

### Sestava:

procent vode je odvisen od živalske vrste nekje med 55 do 85% vode, neprebavljeni ostanki hrane, celuloza, škrob, maščoba, strupi, soli, žolčne kisline, holesterol, sluz, anorganske snovi, odluščene celice in bakterije.

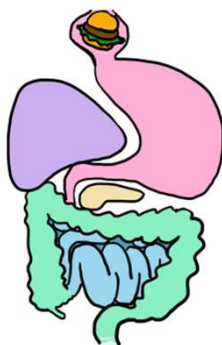
### Nadzor:

Odvajanje nadzira center za iztrebljanje v križnih segmentih hrbtne mozga, pobude dobiva iz danke po čutnih živcih.

Mekonij – feces novorojenih živali – izločki črevesja in prebavni sokovi brez vonja (fetus-ni bakterij)

# FIZIOLOGIJA ŽIVALI

## ANIMAL PHYSIOLOGY



## PRESNOVA



Doc. dr. Vladimir Ivović

Oddelek za biodiverzitetu  
FAMNIT  
Univerza na Primorskem

## PRESNOVA

zagotavlja reprodukcijo in rast organizma, njegovo nemoteno delovanje, obnavljanje in popravljanje ter preskrbo z energijo

### OSNOVNI VIRI ENERGIJE IN GLAVNE POTI NJIHOVE PRESNOVE

Presnovne procese v organizmu delimo na

#### *sintetične (anabolne)*

sinteza prostih maščobnih kislin iz acetilnih ostankov, sinteza glikogena iz glukoze ali sinteza beljakovine iz ustreznih aminokislin

#### *razgradne (katabolne)*

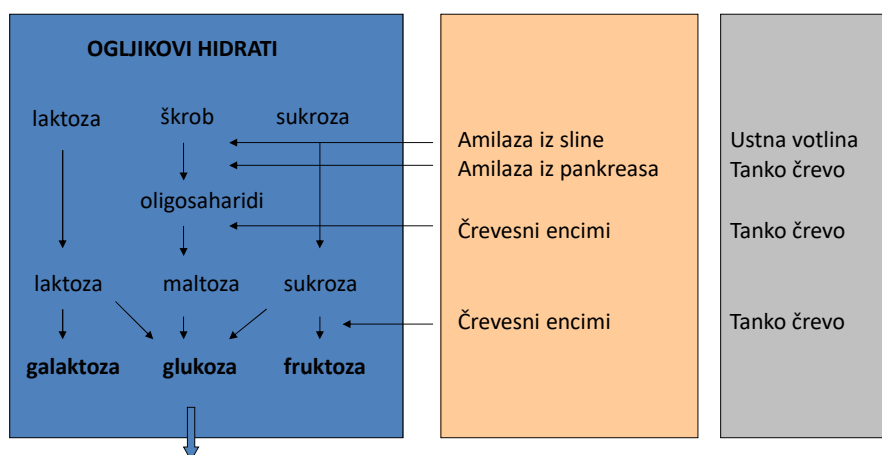
procesni pridobivanja energije

Živalski organizmi dobijejo energijo v oksidacijskih procesih



X različni predstavniki ogljikovih hidratov, maščob in beljakovin

## Prebava in absorpcija ogljikovih hidratov



Monosaharidi prek črvesnih resic pridejo v krvni obtok in nato v jetra

Okrog 60% energije zaužijemo v obliki ogljikovih hidratov

**Glikogeneza**

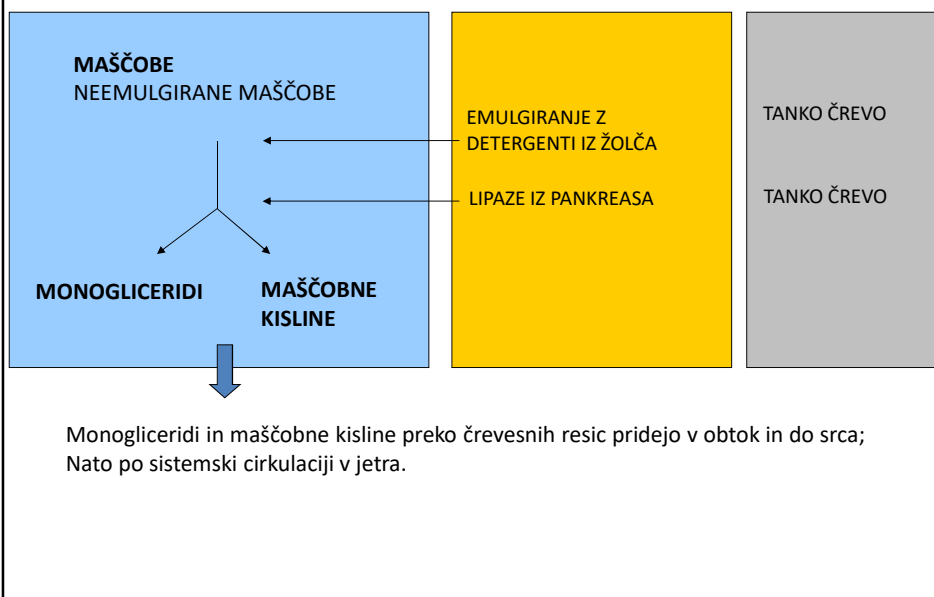
glukoza  $\longrightarrow$  glikogen                      anabolni proces

**Glikogenoliza**

glikogen  $\longrightarrow$  glukoza                      katabolni proces

dve faze glikogenolize:

1.        glikoliza  
           glukoza  $\rightarrow$  piruvat  $\rightarrow$  laktat        (anaerobni vir energije – ne potrebuje kisik)  
           *glikolitična tkiva - eritrociti*
2.        Krebsov cikel  
           piruvat  $\rightarrow$  CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O + ATP

**Prebava in absorpcija maščob**



## Maščobe

Ekstrahirajo se iz živalskih oziroma rastlinskih celic z nepolarnimi topili.

Heterogena skupino spojin

- proste maščobne kisline (PMK),
- glicerol oziroma estri nastali iz teh dveh spojin (trigliceridi),
- holesterol, fosfolipidi itn.

sinteza lipoproteinov

Trigliceridi –VLDL – adipocite

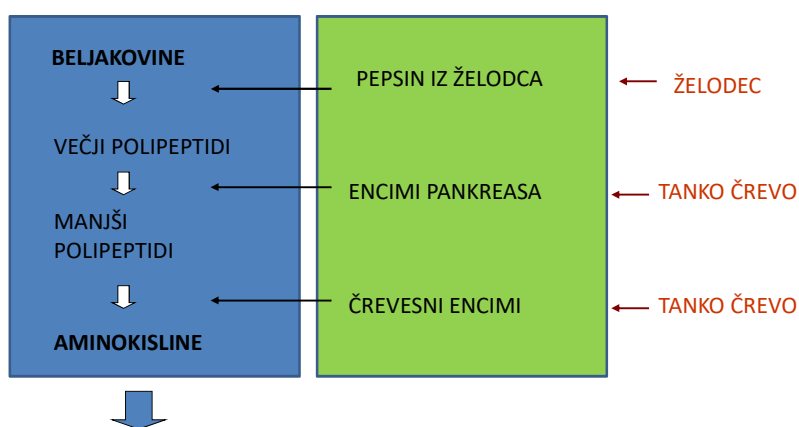
glicerol + PMK --- trigliceridi

glukoza – PMK – debelost

PMK – acetylCoA –  $\beta$  oksidacija



## Prebava in absorpcija beljakovin



V krvni obtok prek kapilarnih črevesnih resic in nato v jetra

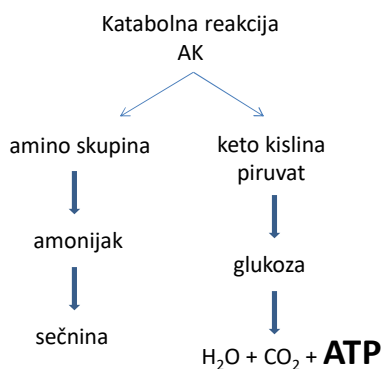
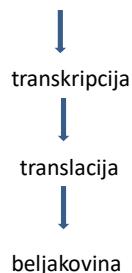
### Beljakovine

makromolekule, sestavljene iz dolgih verig  $\alpha$ - aminokislin (AK), povezanih med seboj s t.i. peptidno vezjo (CO-NH).

Beljakovine - AK, ki nato vstopijo v kri.

Anabolna pot AK je **synteza beljakovin**

Hromozom – gen - DNA



### Glukoneogeneza

Nastajanje glukoze iz nesladkornih virov (mlečna kislina (laktat), glicerol, aminokislina).

Poteka v jetrih, lahko v kostnih celicah, ledvicah.

Proces je bistven za preživetje organizma med stradanjem.

Primer:

aminokislina

*Alanin*

→

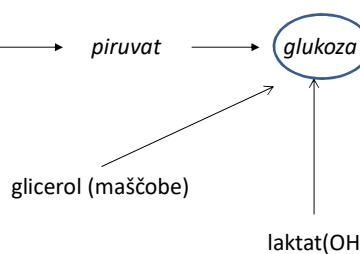
*piruvat*

→

*glukoza*

glicerol (maščobe)

laktat(OH)



## URAVNAVANJE PRESNOVE V ČLOVEŠKEM ORGANIZMU

Bistvo uravnavanja presnove v kompleksnem večceličnem organizmu je, da se presnovno odzove na spremembe v okolju tako, da ne pride do škodljivih oziroma življenje ogrožujočih sprememb

Najpomembnejši cilj presnovnega prilagajanja je ohranjanje koncentracija glukoze nad neko določeno mejo, ki še omogoča normalno delovanje živčevja.

Vloga jeter

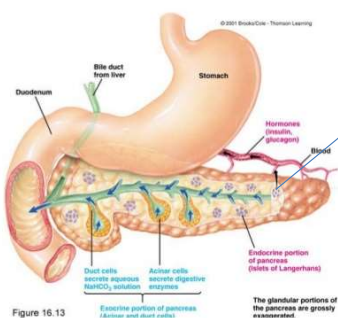
Hipoglikemija

### Mehanizmi uravnavanja presnovnih procesov

glukoneogeneza – v normalnih razmerah samo v jetri  
skeletalna mišična vlakna - glavni vir energije plazmatske PMK  
celice živčevja - glukozo

Za usklajevanje presnovnih procesov med posameznimi tkivi so najpomembnejši **presnovni hormoni**

### Pancreas



#### Insulin

Izloča se iz celic B v Langerhansovih otočkih trebušne slinavke

dražljaj za njegovo izločanje je zvečana koncentracija glukoze v krvi

delovanje insulina ni usmerjeno zgolj v skladiščenje energetskih virov (pospeševanje anabolnih procesov), ampak tudi v preprečevanje rabe le-teh v obdobjih, ko to ni potrebno (zaviranje katabolnih procesov)

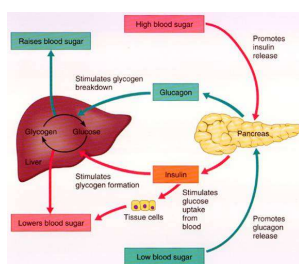
## INSULIN

v jetrih insulin po eni strani **pospešuje** nastajanje glikogena ter sintezo maščob iz glukoze, po drugi pa **zavira** razgradnjo glikogena in glukoneogenezo.

v maščevju insulin pospešuje nalaganje trigliceridov v adipocite, obenem pa zavre razgradnjo in sproščanje PMK iz adipocitov

pospešuje prestopanje glukoze prek membrane skeletnomišičnega vlakna, nastajanje mišičnega glikogena in sintezo mišičnih beljakovin, obenem pa zavre razgradnjo mišičnih beljakovin.

Rezultat - koncentracija glukoze v krvi pada, s tem pa se zmanjšuje tudi dražljaj za izločanje insulina



## GLUKAGON

celic A, Langerhansovih otočkov

## Adrenalin

Hormoni, ki se pospešeno izločajo, kadar je povečan tonus simpatičnega živčevja, pripravijo organizem na povečano telesno aktivnost (reakcija "beg in boj")

V jetri – glikogen v glukozo

V maščevju – pospeši sproščanje PMK

Kadar se krči, je namreč mišično vlakno sposobno privzeti glukozo kljub odsotnosti insulina, kar bi lahko pripeljalo do hipoglikemije.

Dodatno **preprečuje** adrenalin **hipoglikemijo** tako, da upočasni izločanje insulina iz celic B

## Kortizol

Kortizol pospešuje glukoneogenezo na dva načina:

- pospešuje katabolizem beljakovin v skeletnem mišičju in s tem zagotavlja substrat alanin za ta proces
- aktivira v jetrih ključne glukoneogenetične encime.

### Rastni hormon

preprečuje nastanek hipoglikemije.

Glukoza ↓ izločanje ravnega hormona se poveča, kar privede do pospešenega razgrajevanja trigliceridov v maščevju in do zavrtoga vstopa glukoze v skeletna mišična vlakna.

Oba učinka preprečujeta padec koncentracije glukoze v krvi in tako varujeta možgane pred hipoglikemijo.

**V normalnih razmerah se presnova v človeškem organizmu odvija ciklično**

unos hrane – insulin – pad koncentracije glukoze v krvi – glukagon

