

# KARAKTERISTIKE METABOLIZMA KOD PREŽIVARA

*dr Danijela Kirovski*  
profesor

Katedra za fiziologiju i biohemiju  
Fakultet veterinarske medicine  
Univerzitet u Beogradu

# Vrste domačih živalin (prema vrsti hraniva)

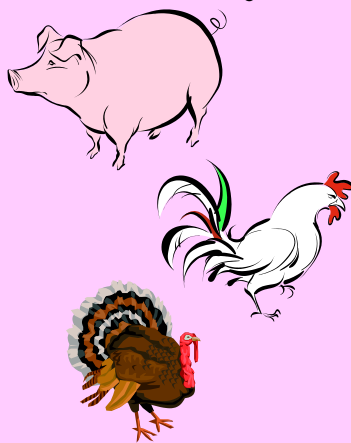
## Mesojedi

psi, mačke



## Svaštojedi

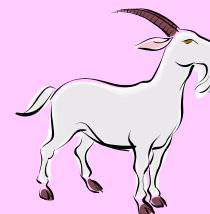
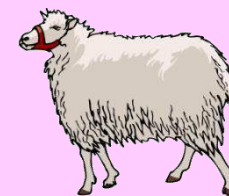
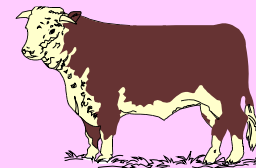
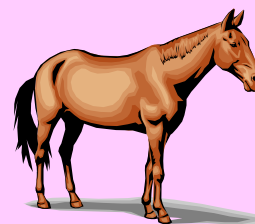
Svinje, živina



## Biljojedi

konji

goveda, ovce, koze

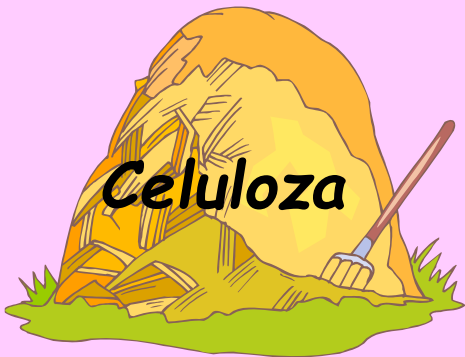


# MESOJEDI

**Mesojedi** - hrana je meso (energetski bogata i lako svarljiva). Kratak, jednostavan digestivan trakt. Jedu brzo. Veliki je razmak između obroka. Želudac velikog kapaciteta, skladišti puno hrane. Prelaz u tanko crevo u porcijama.

# BILJOJEDI

**Biljojedi** - hrana biljojeda ima jako malo masti i malo lako svarljivih energetskih hraniva. **Celuloza** je vrlo zastupljena u hrani, a ne mogu da je razlože enzimi domaćina. Poseduju **fermentacione komore**.



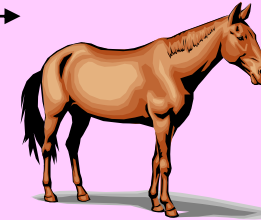
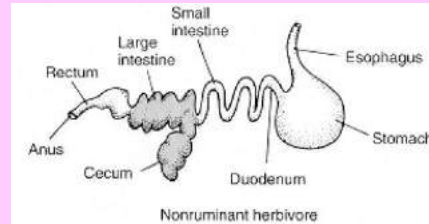
mikroorganizmi -  
simbioza sa domaćinom



Razlažu celulozu i  
maksimalno koriste biljne sastojke

# Vrste digestivnog trakta

## Monogastričan



koprofagija

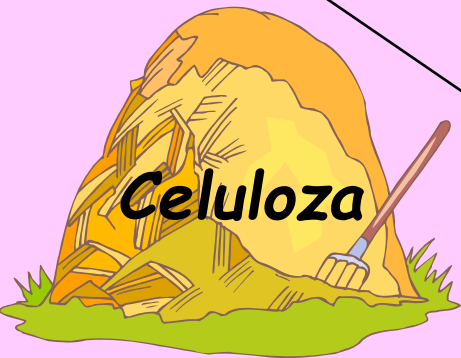


**BILJOJEDI**

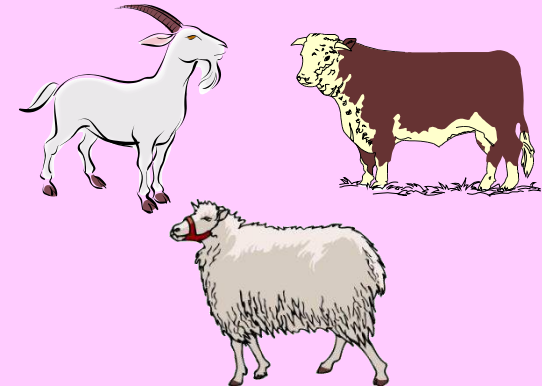
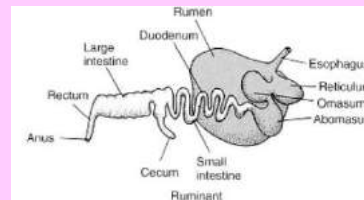


**Slaba resorpcija**

(NMK i mo - izvor biološki vrednih proteina)



## Poligastričan

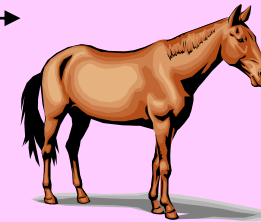


**Dobra iskoristivost**

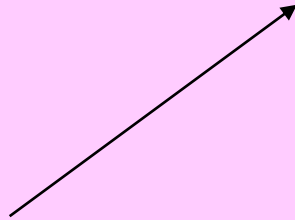
(NMK i mo - izvor biološki vrednih proteina)

# Vrste digestivnog trakta

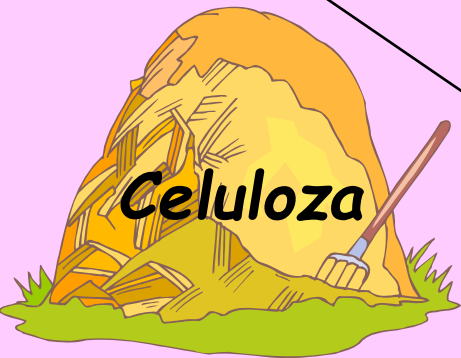
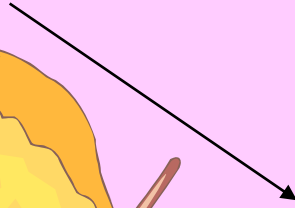
Monogastričan



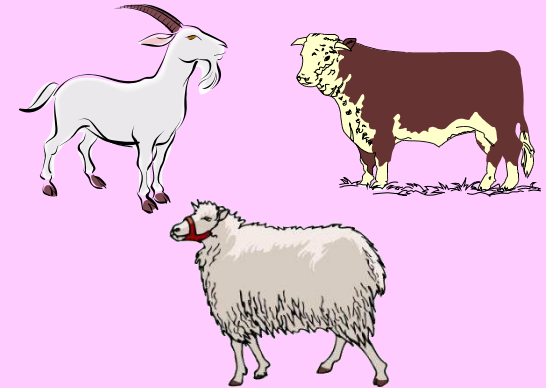
Nepreživari



BILJOJEDI



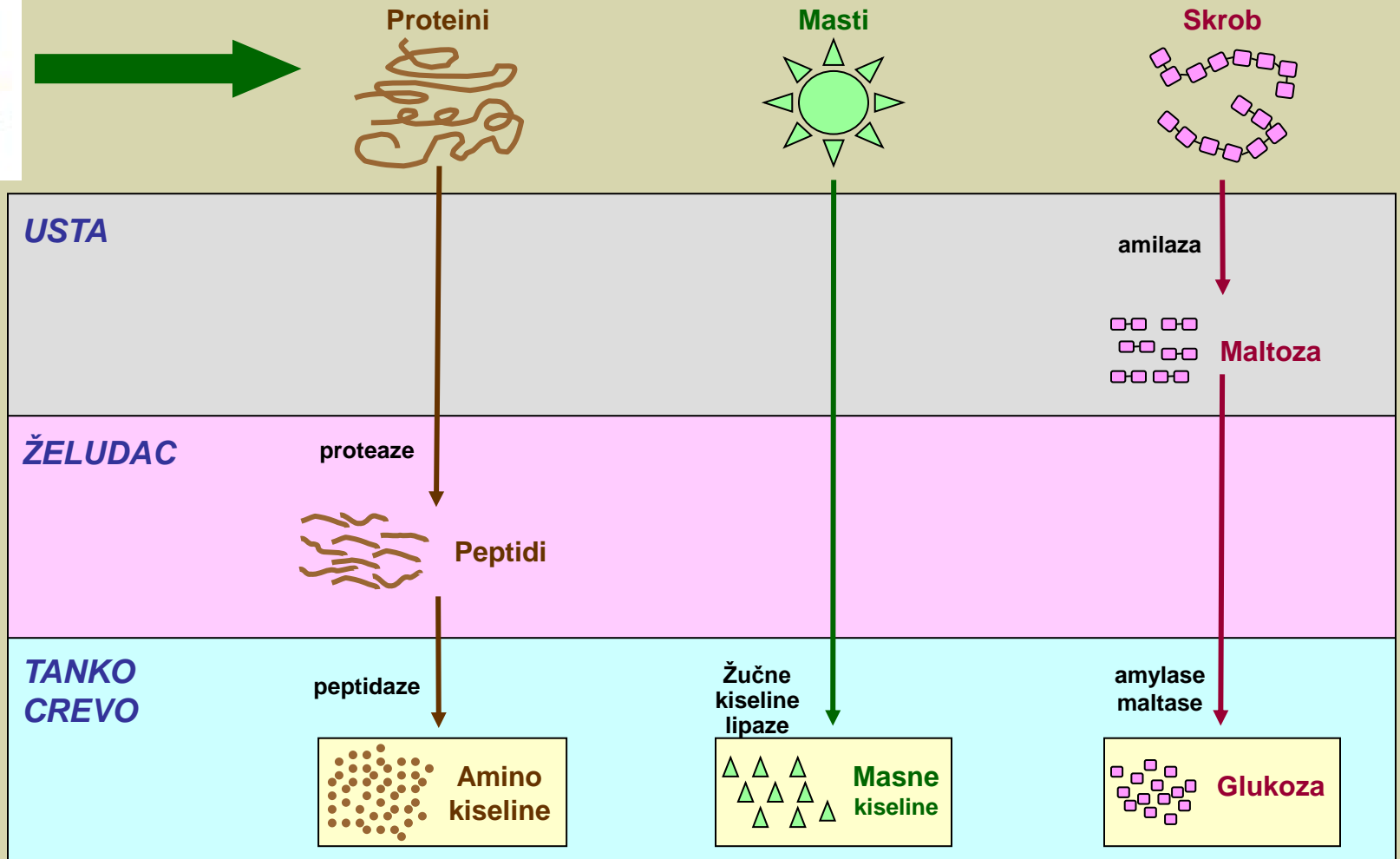
Poligastričan



Preživari

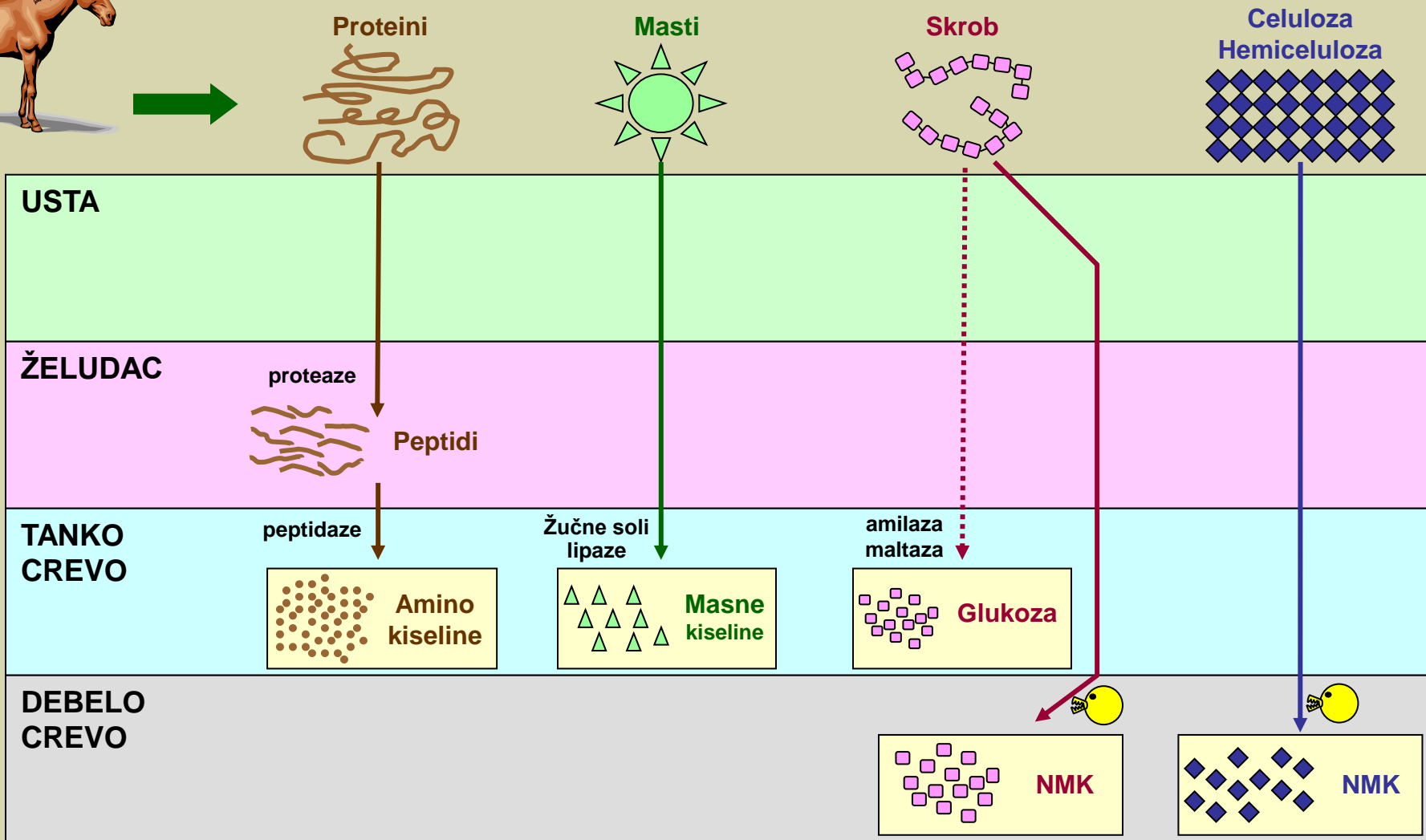
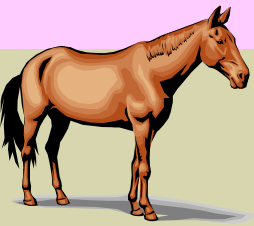



# ENZIMSKO RAZLAGANJE HRANE U DIGESTIVNOM TRAKTU monogastričan



 = glavno mesto resorpcije

# ENZIMSKO RAZLAGANJE HRANE U DIGESTIVNOM TRAKTU monogastričan, raz. debelo crevo

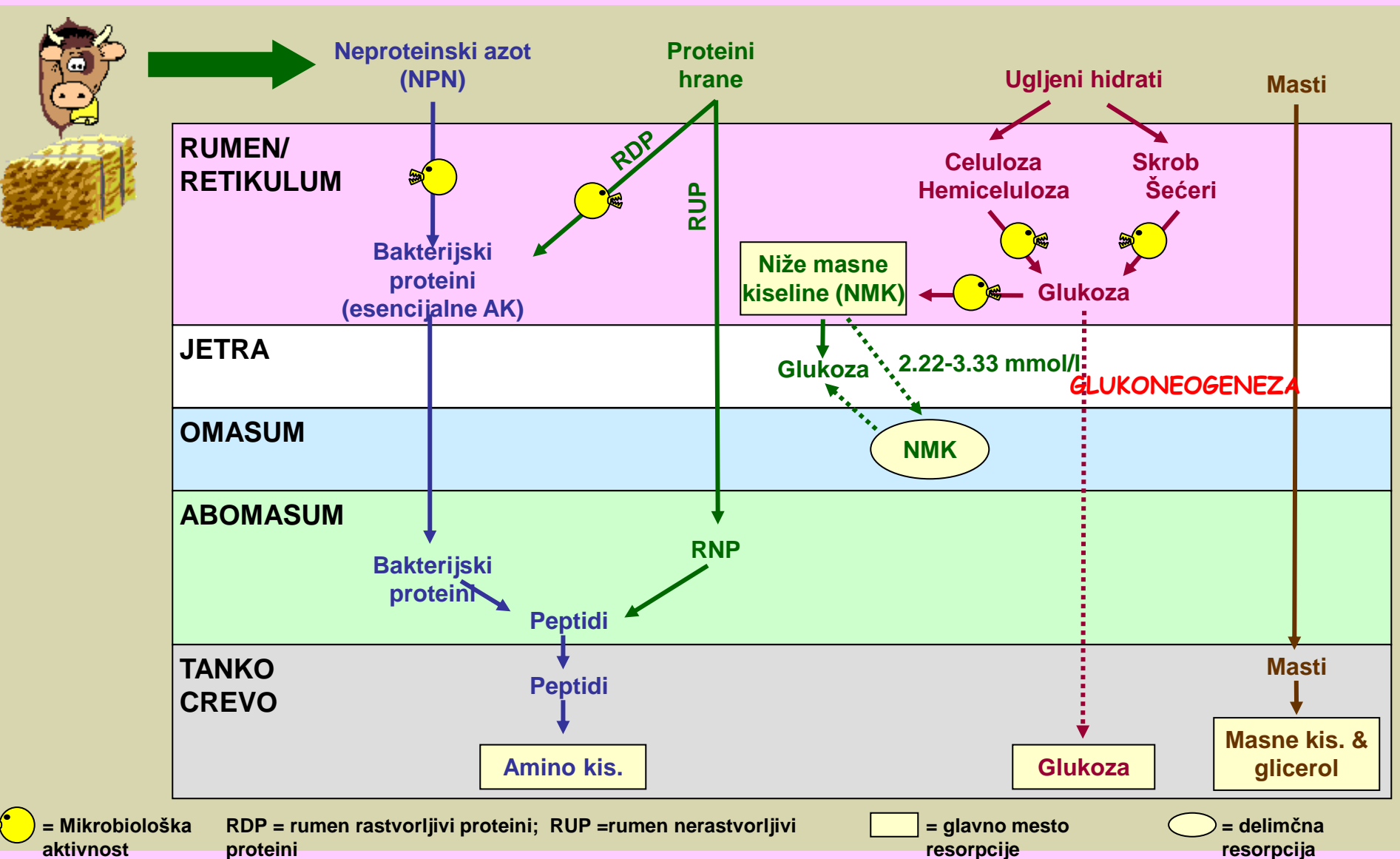


 = mikrobiološka aktivnost

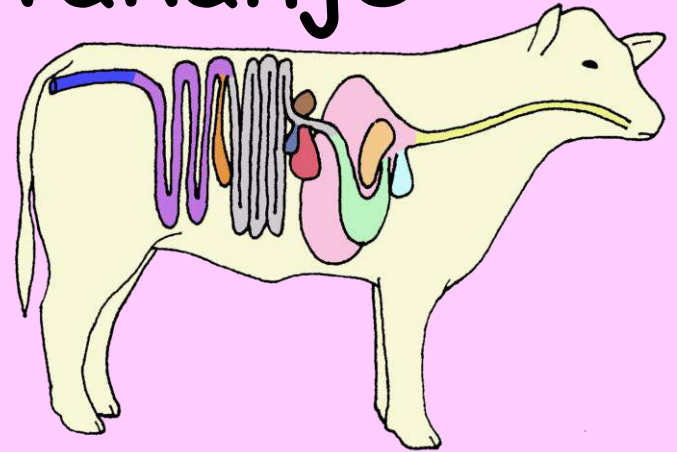
 = glavno mesto resorpcije

# ENZIMSKO RAZLAGANJE HRANE U DIGESTIVNOM TRAKTU

## poligastričan



# Varenje u ustima - žvakanje



## Mehaničko drobljenje hrane u ustima

Formira se bolus, meša sa pljuvačkom i potiskuje na dole ka ždrelu

Prvo žvakanje sitni hranu do veličine od 1,2 do 1,5 cm  
značajno da sastojci unutar stabljike postanu dostupni (unutar lignina)

Broj pokreta žvakanja je 70 do 90 (dijagnostika).

Sporije pri unosu grube nego finije hrane.

# Varenje u ustima - pljuvačka

Luči se iz najmanje 3 para žlezda

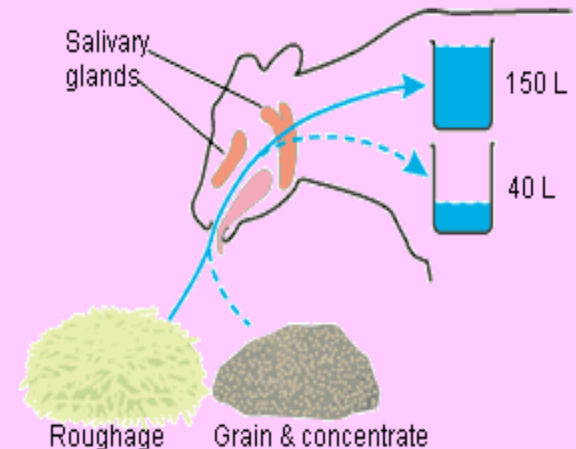
Submaksilarne, sublingvalne, parotidne (50% sekrecije). Parotidne luče seroznu pljuvačku i luče STALNO, a submaksilarne i sublingvalne mešovitu i luče samo PRI UNOSU HRANE (ne mirovanju i preživanju).

## Količina pljuvačke

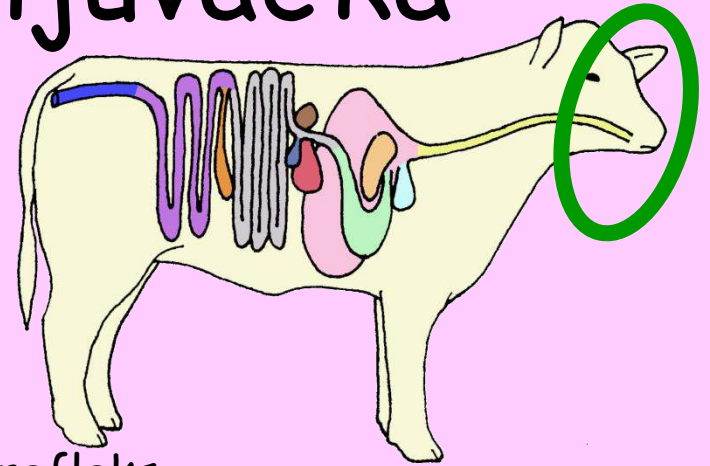
Luči se stalno (60ml/min pri mirovanju; 120 ml/min pri hranjenju; 150 ml/min pri preživanju).

## Količina pljuvačke

Dužina žvakanja je veća ako se jedu gruba hraniva pa se luči više pljuvačke. Zato količina varira od 100 do 200 L dnevno - krave.



# Varenje u ustima - pljuvačka



## Regulacija lučenja

**Vegetativni nervni sistem.** Bezuslovni i uslovni refleksi.

**Aldosteron.** Kod hiponatremije se smanjuje lučenje Na pljuvačkom. Menja ga K. Smanjuje se i lučenje pljuvačke.

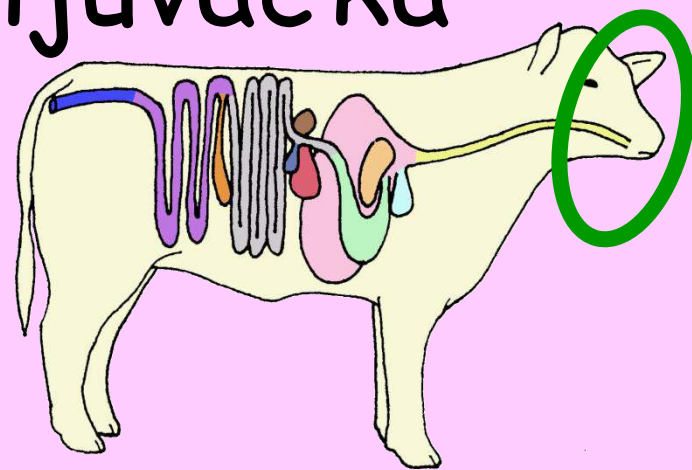
## Sastav pljuvačke

Voda

Neorganski sastojci (fosfati, bikarbonati, natrijum; hloridi, kalijum; Ca i Mg)

Organski sastojci (mucin, proteini - kod teladi pregastrična lipaza, antibakterijske supstance, urea)

# Varenje u ustima - pljuvačka



## ULOGA PLJUVAČKE

Omogućava dobar ukus hrane

Olakšava žvakanje pomoću mucina

Izvor vode za burag (preko 70 %)

Održava optimalnu osmotsku koncentraciju u buragu

Fosfati su važni za opstanak infuzorija

Obezbeđuje puferizovanje sadržaja buraga (bikarbonati).

Izotonična je, pH je 8,1 (dobar pufer za pH buraga od 5,5 do 7,5)

Obezbeđuje mucine koji sprečavaju naduv

Lipaza kod teladi razlaže masti mleka

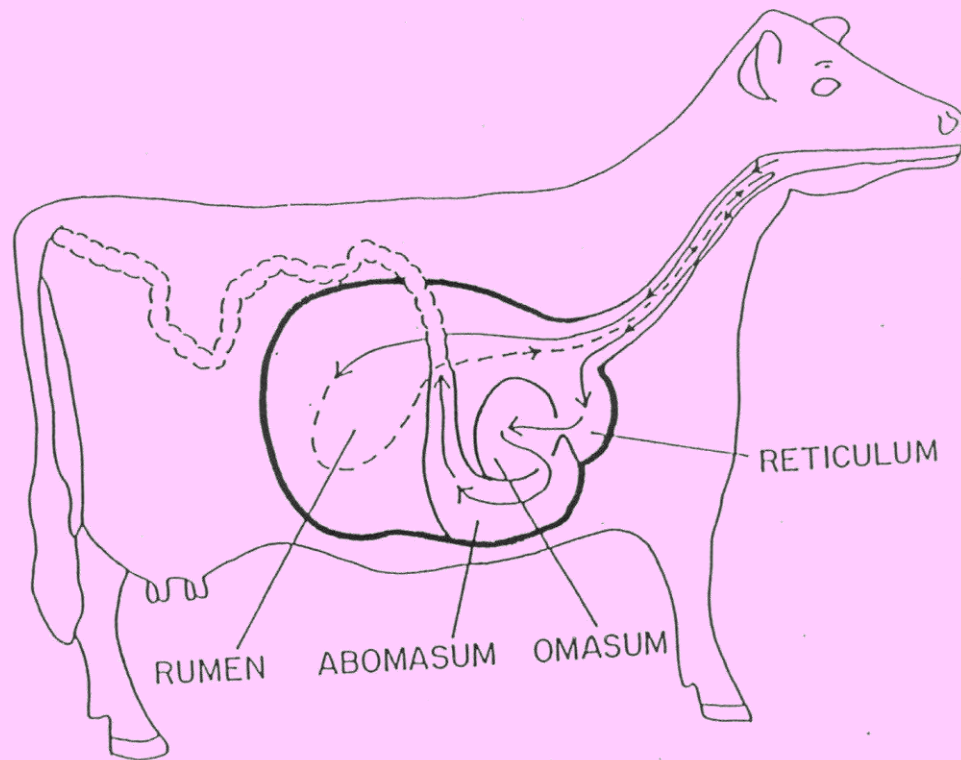
Urea je izvor NPN za mikroorganizme buraga

# Jednjak

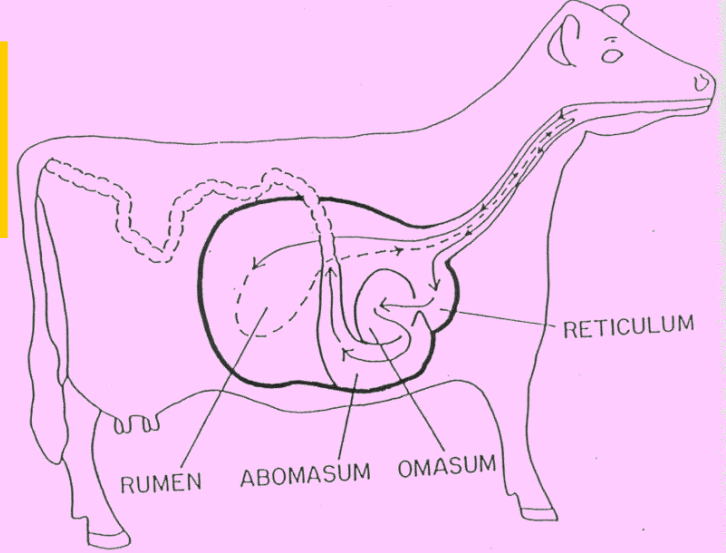
Celom dužinom je  
poprečno-prugasta muskulatura

Značaj u preživanju

Ponovno žvakanje ranije unete hrane u predželuce



# Jednjak



Celom dužinom je  
poprečno-prugasta muskulatura

- Preživanje počinje 20 do 90 min posle obroka (nadražaj je mehanički i hemijski, čestice veličine max. 7 cm).
- Regurgitacija, remastikacija, reinsalivacija i redegluticija (ciklus preživanja)
- Ciklus preživanja traje 40 do 60 sekundi, ponavlja se za 3 do 5 sekundi
- Period preživanja traje nekoliko min do nekoliko sati. Ima ih 6 do 8 u danu.
- Fiziološki treba da napravi 40 do 70 pokreta žvakanja po zalogaju
- Cilj je da se dobiju čestice koje će proći iz buraga i odvija se dok se ne postigne taj cilj ( 3 sata dnevno za koncentrate a 8 sati za gruba hraniva.) Bitno različita količina pljuvačke (dodavanje Na bikarbonata i 400 grama dnevno kod koncentrovane)

# Preživanje

## Regulacija preživanja

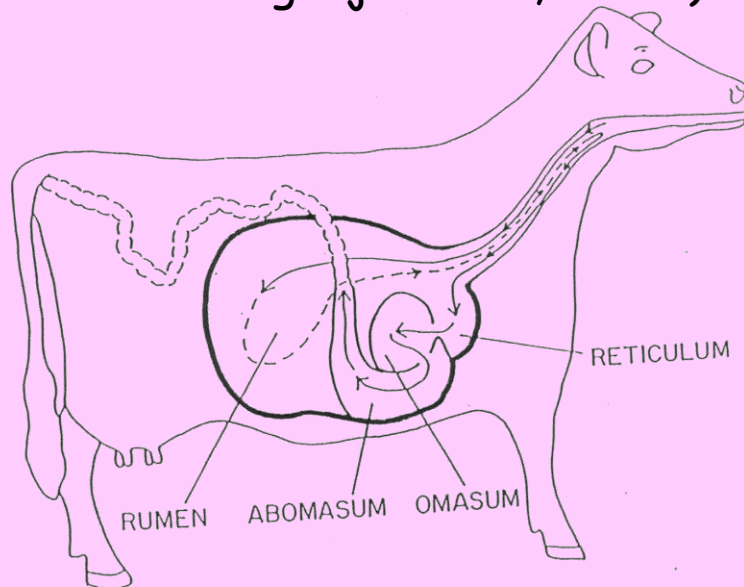
Centar za preživanje

**PRODUŽENA MOŽDINA**



Centar za salivaciju,  
žvakanje, gutanje, respiraciju

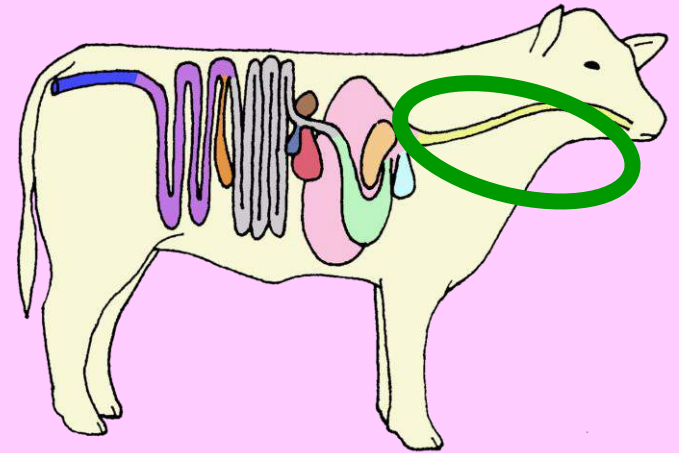
Stimulus - **mehanički nadražaji** (prisustvo grube hrane u predelu kardiје)  
**povećanje tonusa zida buraga** (zbog napunjenosti)  
**hemijski nadražaji** (proizvod razlaganja hrane, lekovi)



# Jednjak

Celom dužinom je  
poprečno-prugasta muskulatura

**CILJ preživljanja**



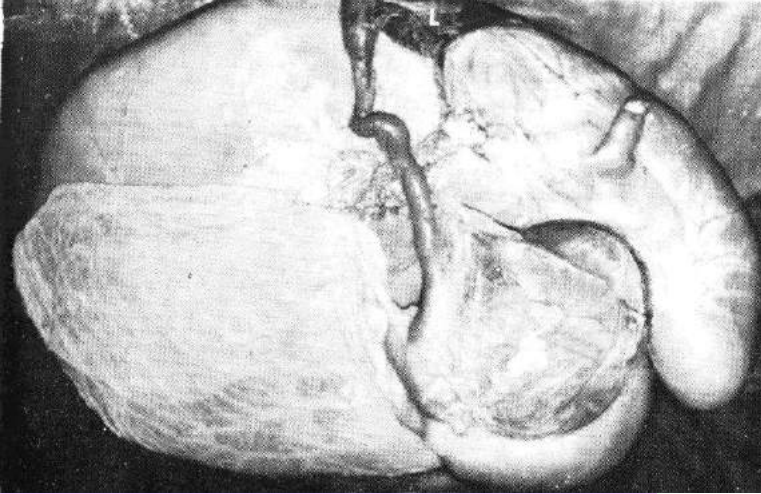
Da se preživari sklone od predatora (ili je stajanje zamorno)

Biljna hrana je suva i teško se žvače - brzo je gutaju, natope u retikulozumu i dožvaću uz mnogo manji utrošak energije

Da se dobiju čestice koje će proći iz buraga (do 1 mm) i odvija se dok se ne postigne taj cilj ( 3 sata dnevno za koncentrate a 8 sati za gruba hraniva.)

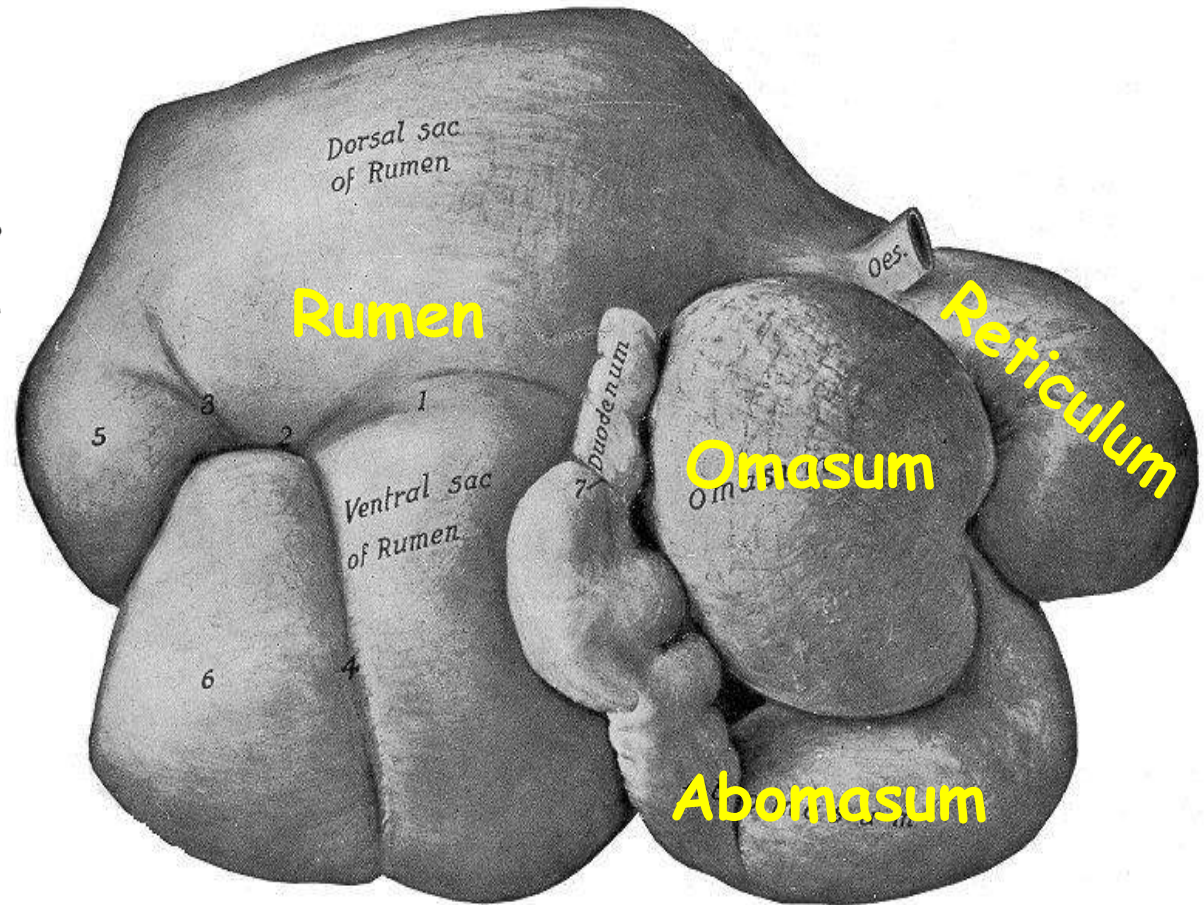
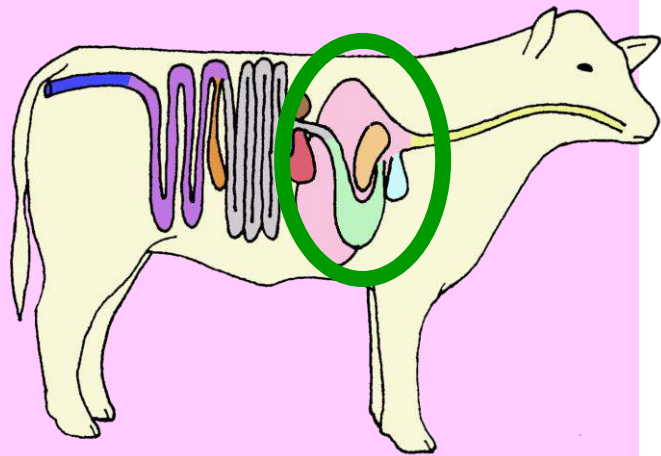
Da se poveća dodirna površina za delovanje enzima

Efikasno preživljanje počinje u drugoj godini života.



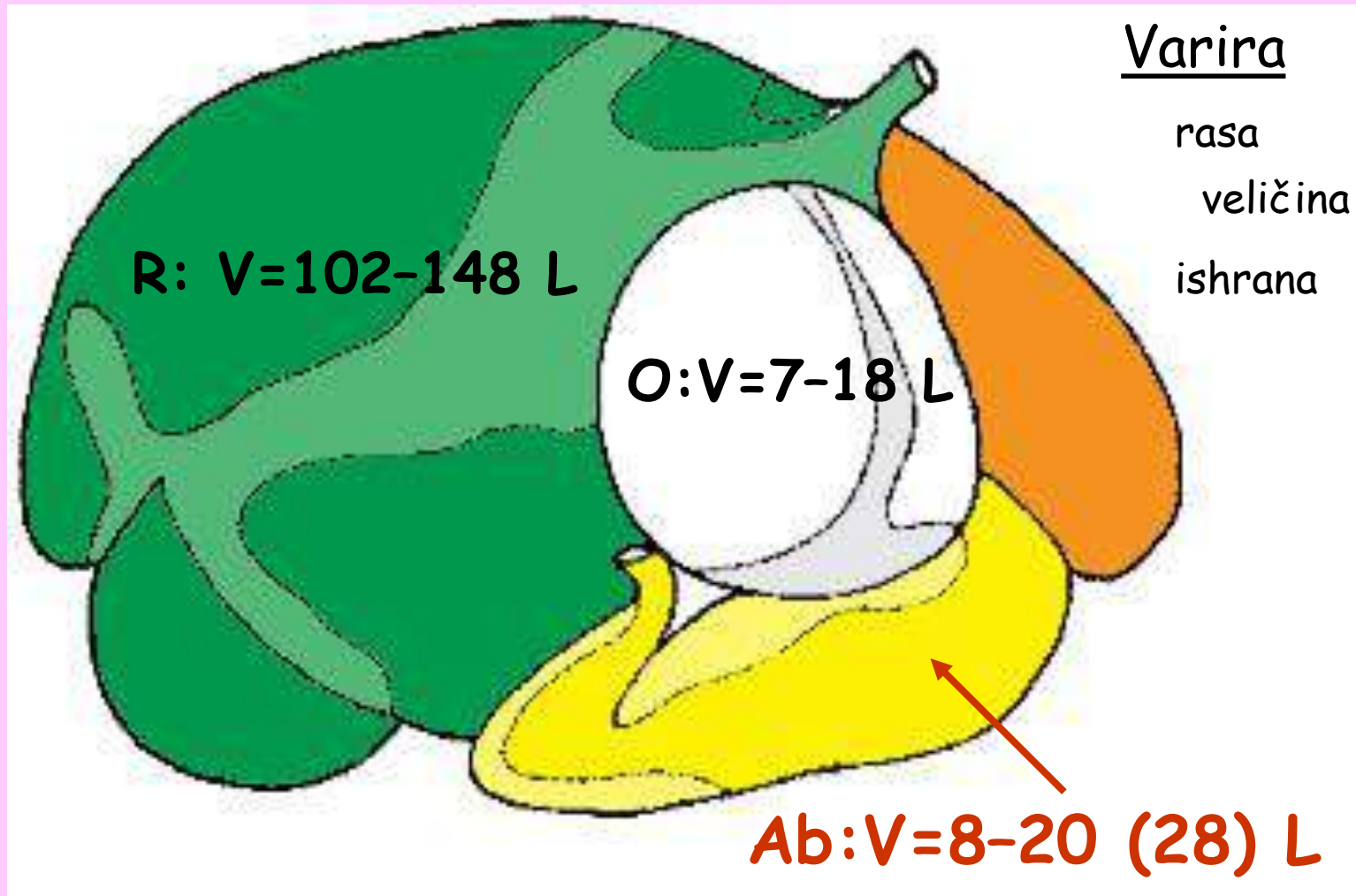
# Složeni želudac

75 % zapremine trbušne duplje  
(predželuci - kutana sluzokoža, sirište - žlezdana)



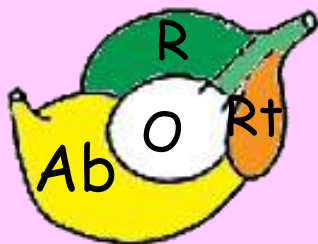
# Veličina složenog želuca goveda

$V = 110 - 235 ( 270)$  litara

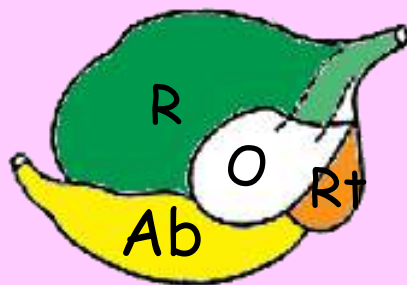


# Razvoj složenog želuca goveda od rođenja do odrasle životinje

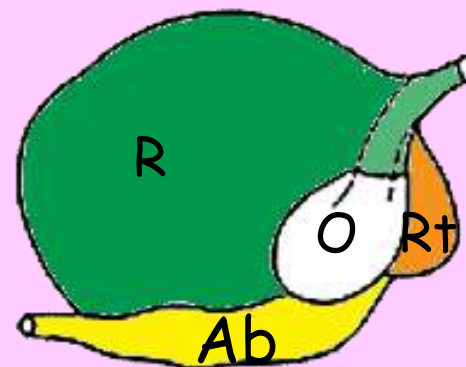
*Procenat ukupnog kapaciteta*



Tele -7 dana



Tele -3 meseca



Odraslo goveče

R	25	55	80
Rt	5	5	5
O	10	10	7-8
Ab	60	30	7-8

# Rumen - burag

Najveća fermentaciona komora - do 250 litara

## Fermentaciona komora - idealni uslovi za mikroorganizme

obilje hranljivih materija

visoka vlažnost (pljuvačka i pitka voda)

Pljuvačka sadrži bikarbonat, fosfat, urea, natrijum -  
bitni za rast mikroorganizama

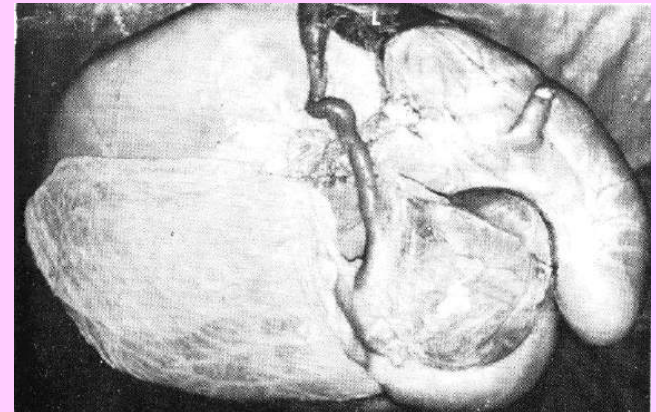
pH 6.0 - 6.5 (5.5 -7.0) (pljuvačka, resorpcija)

anaerobna sredina

osmolarnost 260 do 340 mmol/l

temperatura 37 - 42°C

Homeostaza buraga

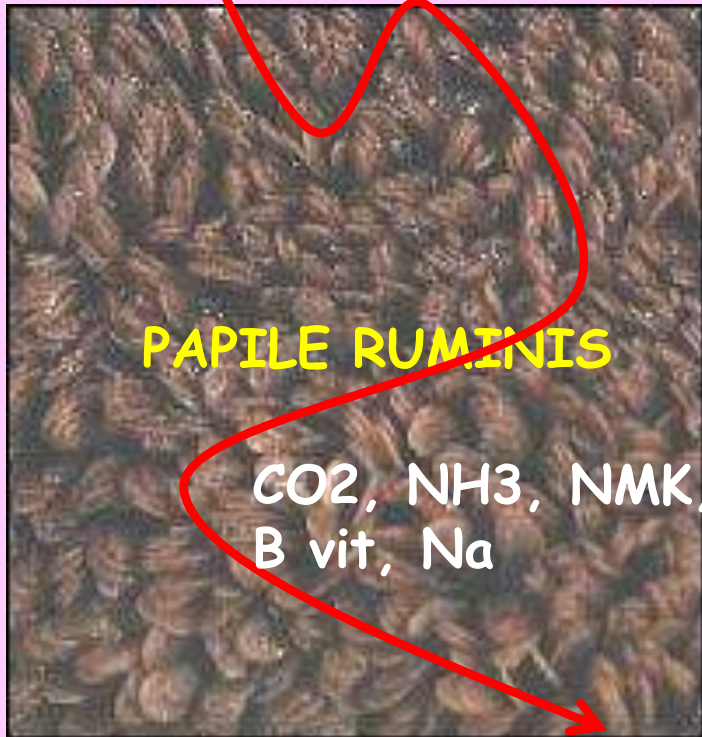


# Rumen - burag

KUTANA SLUZOKOŽA

Na razvoj papila utiče **propionat** i **butirat** (manje acetat)

Značaj **pripremnog obroka** za krave pred teljenje



JETRA



sa koncentratom



bez koncentratata

# Rumen - burag

## Mikroflora i mikrofauna

MIKROFLORA - Bakterije i gljivice

100 milijardi/ml sadržaja



MIKROFAUNA - Protozoe



1 milion/ml sadržaja

Simbioza, antagonizam, kooperacija u korišćenju metabolita

Odnos mikroflora i mikrofaune je 50% : 50%,  
odnosno

3 do 6 kg mikroflora i 3 do 6 kg mikrofaune

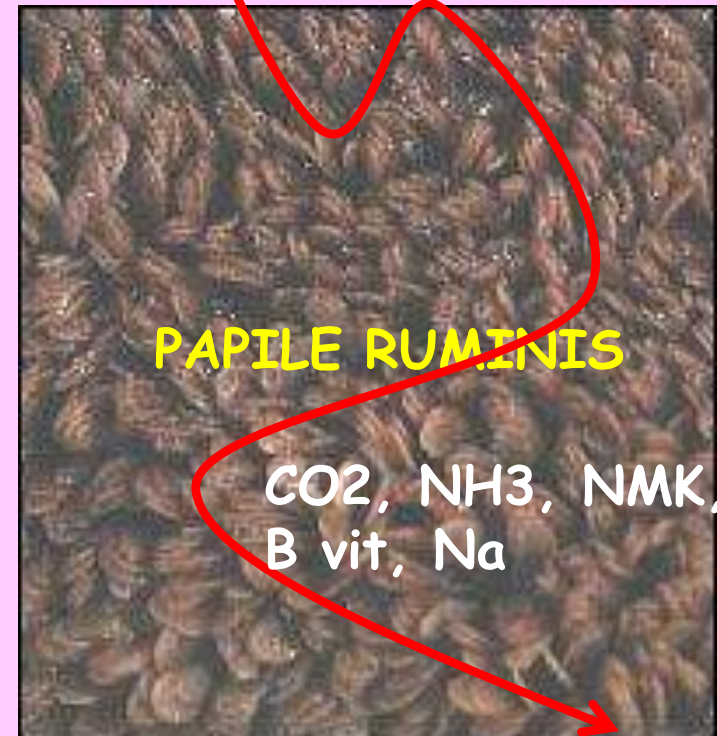
## FUNKCIJA

80 % metabolizma obavljaju bakterije

20 % metabolizma obavljaju protozoe



KUTANA SLUZOKOŽA

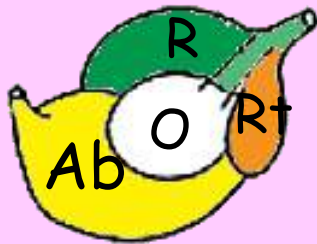


PAPILE RUMINIS

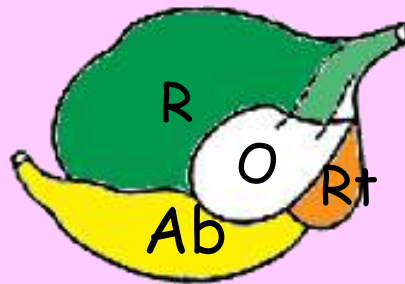
CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, NMK,  
B vit, Na

JETRA

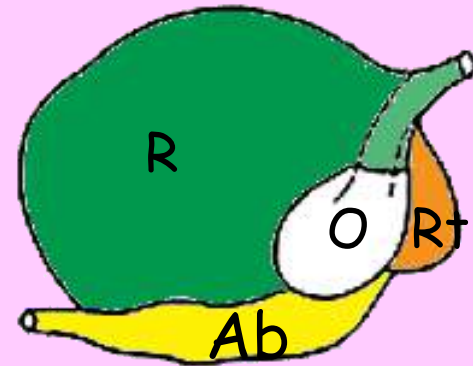
# Mikroorganizmi predželudaca (mikroflora i mikrofauna)



Tele -7 dana



Tele -3 meseca



Odraslo goveče

Burag novorođenih je bez mikroorganizama  
sa mlekom se naseljavaju mikroorganizmi

**Mlečna ishrana**

(laktobacili - uglavnom, streptokoke, koliformni bacili)

Nema protozoa (nizak pH) do 2 do 3 nedelje. Zaraze se  
pljuvačkom (majke ili preko hrane)...ili aerogeno, kontaktno

**Odbijanje - 2 meseca**

**Odrasli - 13 nedelja**

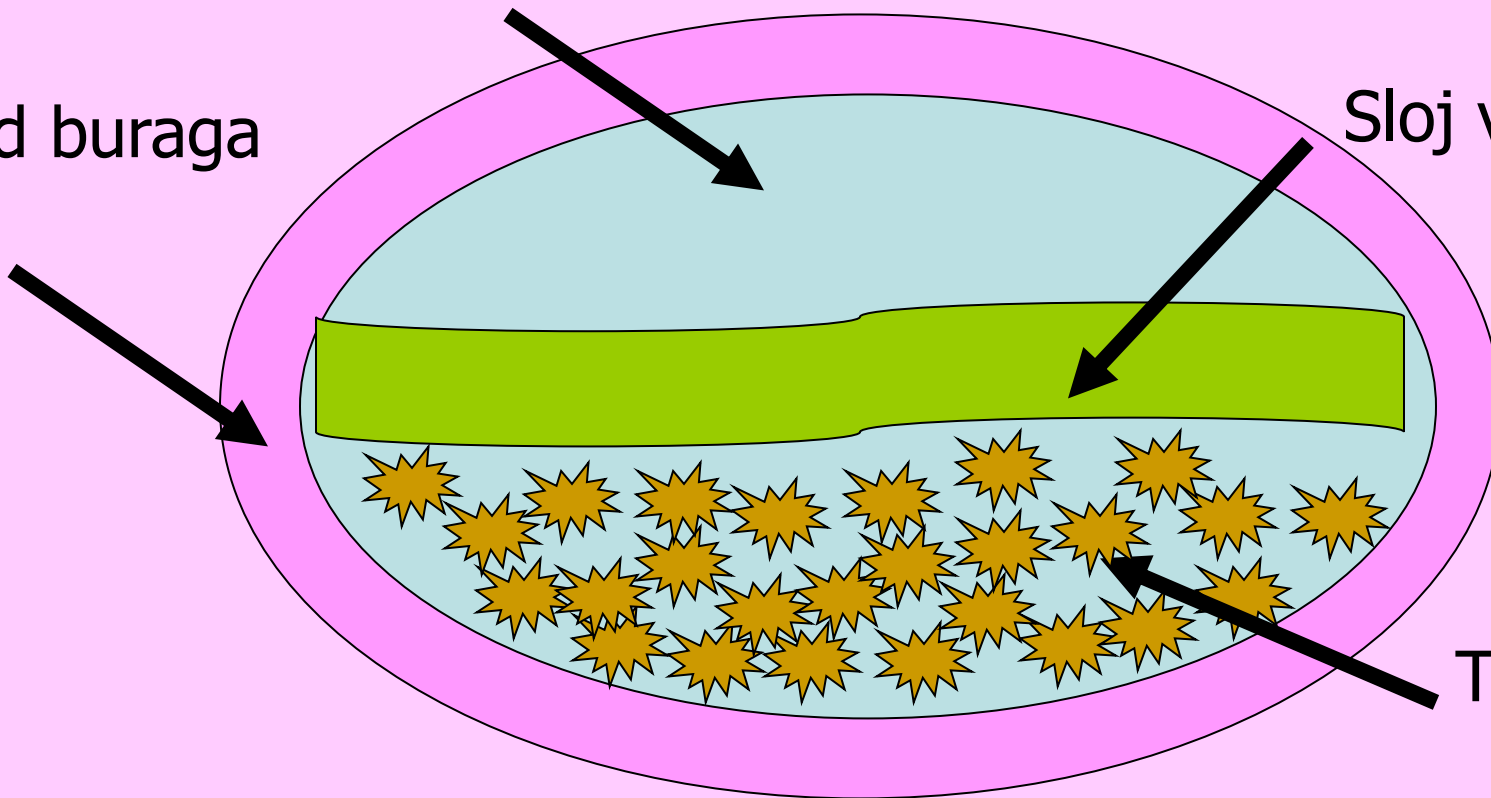
# Lokalizacija mikroorganizama u buragu

Gasovi buraga

Sloj vlakana

Tečni sloj

Zid buraga



# DIJAGNOZA

## PREGLED SADRŽAJA BURAGA

Izbeći mešanje sadržaja buraga sa alkalnom pljuvačkom - specijalne sonde  
Ne sme da stoji dugo na vazduhu

Sonda – 2,3 m

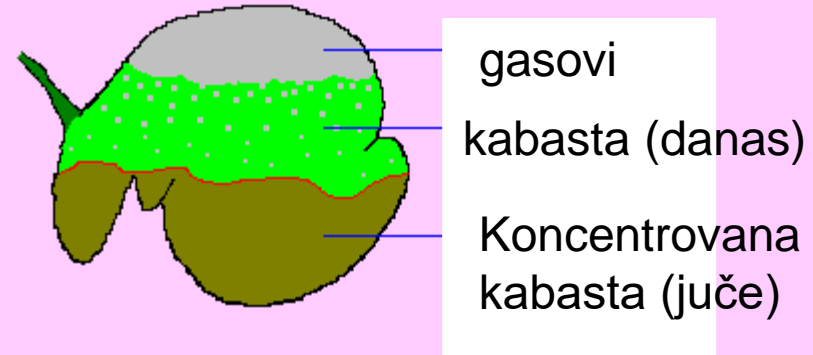
Ruminocenteza (transkutana punkcija buraga) je najprikladnije

Ruminocenteza je najprikladnije jer u sondi uvek pljuvačka



# DIJAGNOZA

## Raslojavanje sadržaja buraga

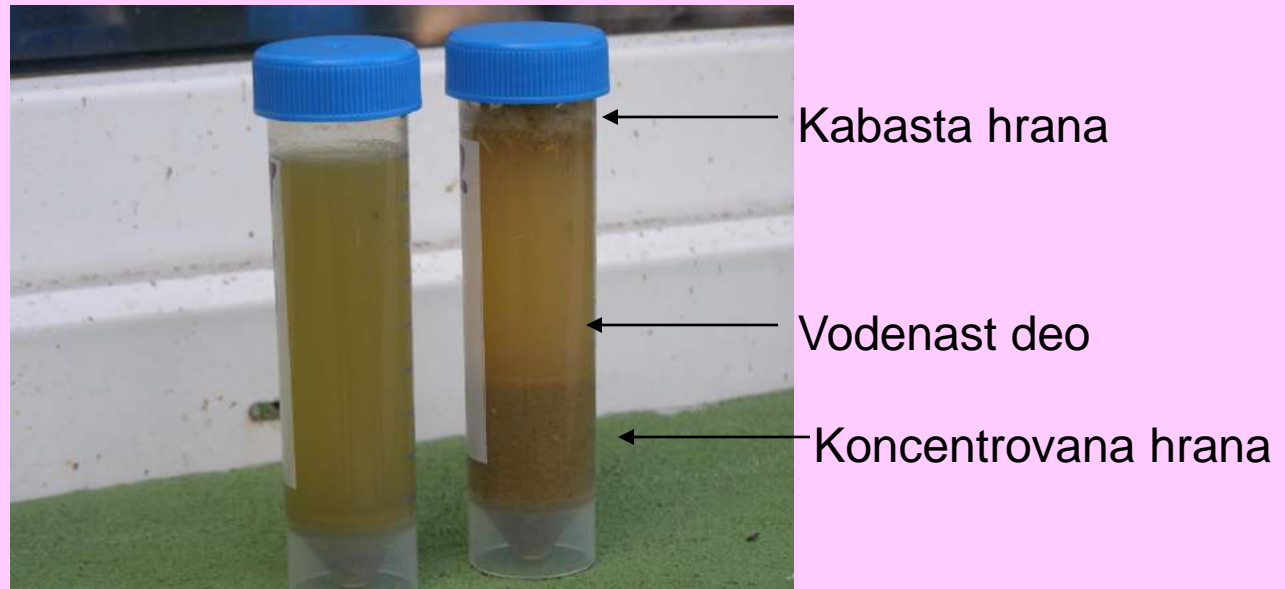


Metoda procene NUTRITIVNOG STATUSA I STANJA INDIGESTIJE

**Optimalni obrok** - 3 sloja (donji energetski, vodena faza i strukturna vlakna).

Prati se vreme - optimum je 9 minuta.

**Indigestija** – vodenast sadržaj



indigestija      optimum

# Mikroorganizmi predželudaca

## BAKTERIJE



### Podela na osnovu supstrata koji razlažu

Celulolitičke	Proteolitičke
Hemicelulolitičke	Amilolitičke ( <i>Streptococcus bovis</i> )
Pektinolitičke	Urolitičke ( <i>Lactobacilus spp.</i> , <i>Selenomonas spp.</i> )

### Podela na osnovu proizvoda koje oslobađaju

Amonijak produkujuće (*Megasphera elsdeni*, *Selenomonas ruminatum*)

Metan produkujuće

### Podela na osnovu supstrata koga konzuminaruju

Bakterije koje konzumiraju šećere (*Lactobasilus ruminatum*)

Bakterije koje koriste kiseline (*Megasphera elsdeni*, *Selenomonas ruminatum*)

Bakterije koje koriste masti i dovode do hidrogenizacije i izomerizacije masnih kisnih kisleina

Broj i vrsta zavisi od količine i sastava hrane -tranzicija

# Mikroorganizmi predželudaca

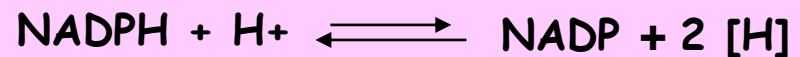
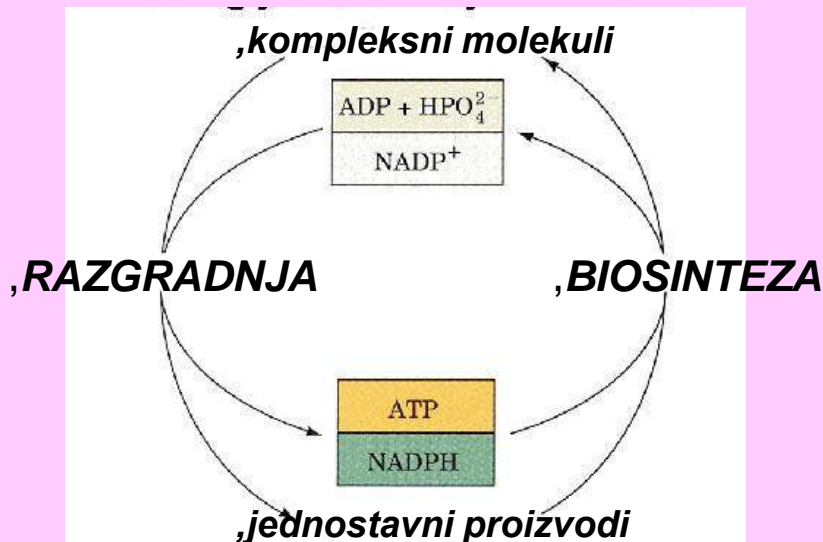
## BAKTERIJE



STRIKTNI ANAEROBI i fakultativni anaerobi  
(koriste kiseonik dospeo sa hranom ili vodom)

### ANAEROBI - fermentativni procesi bez kiseonika

U procesima fermentacije stvara se E ali i redukovani koenzimi i vodonikovi joni, tako da su potrebne reakcije u kojima će se preuzimati vodonik  
- jedino tako se reoskiduju redukovani koenzimi i mogu dalje koristiti



# Mikroorganizmi predželudaca

## BAKTERIJE



Podela na osnovu redosleda delovanja na supstrat

Primarne bakterije (celulolitičke i amilolitičke)

**Celulolitičke bakterije** - slab intenzitet metabolizma (18 sati za duplikaciju)  
za sintezu proteina koriste  $\text{NH}_3$ , ne AA  
optimalni pH je 6,2 do 6,8 (kabasta hrana)

Primarne bakterije (celulolitičke i amilolitičke)

**Amilolitičke bakterije** - brz intenzitet metabolizma (do 4 sata za duplikaciju)  
za sintezu proteina koriste AA, kao i  $\text{NH}_3$   
optimalni pH je 5,5 do 6,6 (koncentrovana hrana)



Sekundarne bakterije (mlečnokiselinske i metanprodukujuće)

**Mlečnokiselinske** - slab intenzitet metabolizma (16 sati za duplikaciju)  
za sintezu proteina koriste AA  
optimalni pH je 6,2 do 6,8 (kabasta hrana)



Broj i vrsta zavisi od količine i sastava hrane -tranzicija

# Mikroorganizmi predželudaca

## BAKTERIJE



Podela na osnovu redosleda delovanja na supstrat

Primarne bakterije (celulolitičke i amilolitičke)

Celulolitičke bakterije - slab intenzitet metabolizma (18 sati za duplikaciju)  
za sintezu proteina koriste  $\text{NH}_3$ , ne AA  
optimalni pH je 6,2 do 6,8 (kabasta hrana)

Primarne bakterije (celulolitičke i amilolitičke)

Amilolitičke bakterije - brz intenzitet metabolizma (do 4 sata za duplikaciju)  
za sintezu proteina koriste AA, kao i  $\text{NH}_3$   
optimalni pH je 5,5 do 6,6 (koncentrovana hrana)

Sekundarne bakterije (mlečnokiselinske i metanprodukujuće)

Metanprodukujuće - akceptori vodonika  
metanom se gubi dosta E

# Mikroorganizmi predželudaca

## PROTOZOE (infuzorije) - *Cilijate*

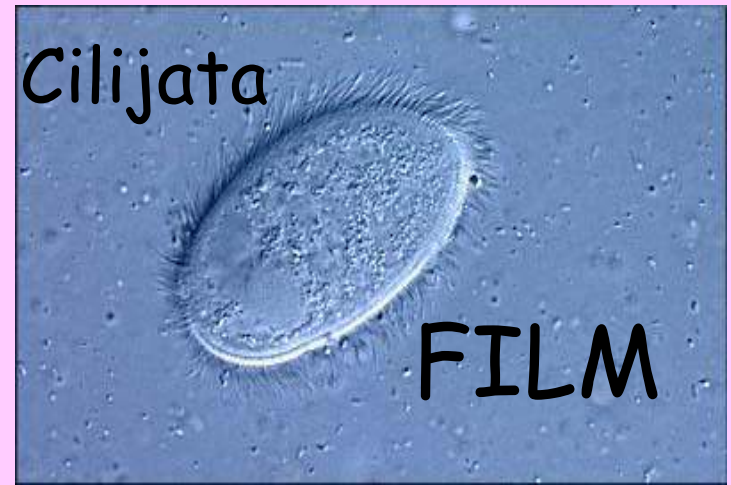
Veće od bakterija (20 do 200  $\mu\text{m}$ ), manji broj ( $10^5$  do  $10^6/\text{ml}$ ) ali ukupna masa ista (3 do 6 kg).

Obligatni anaerobi

Optimalni pH za opstanak je od 6 do 7.

Iščezavaju pri pH većem od 8,0 i manjem od 5,5 (ishrana koncentratom).

Broj se povećava kod ishrane koncentratima (unose skrob) ali do pH 5,5. ,



**Pokazatelji uslova u buragu!**

# Mikroorganizmi predželudaca

## PROTOZOE (infuzorije)

### Uloge

Inkorporiraju zrnca skroba i prevode skrob u glikogen.  
Neke protozoe razlažu skrob na NMK, mlečnu kiselinu i gasove.

Hrane se bakterijama - regulišu broj. Tada pretvaraju  
biljne u životinjske proteine.

Ne koriste NPN za sintezu proteina!

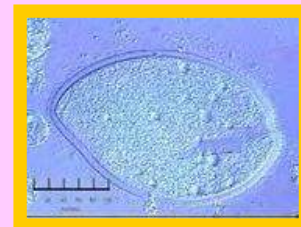
Cepaju celulozna vlakna i čine sadržaj rastresitijim - svojim kretanjem

Sintetišu vitamine K i B kompleksa

Razlažu sve sastojke unete hranom



# Pokazatelji uslova u buragu!



# Mikroorganizmi predželudaca

## GLJIVICE

AEROBI a 8 % su anaerobi    Troše kiseonik!

### Uloge

Razaraju zid biljnih ćelija (spore)

Razlažu lignin

Celulolitička aktivnost

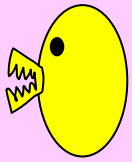
Sintetišu aminokiseline i proteine

Fermentacija prostih šećera

Sintetišu B vitamine



# Mikroorganizmi predželudaca



BAKTERIJE



## Uloge

Varenje ugljenjih hidrata hrane

Varenje proteina hrane

Varenje masti hrane

Sintetišu sopstvene aminokiseline i proteine

Sintetišu neke vitamine (B kompleks i K)

# Mikroorganizmi predželudaca



## BAKTERIJE



## Uloge

### Varenje ugljenjih hidrata hrane (izvor E za bakterije i kravu)

Teško rastvorljivi  
ugljeni hidrati (**strukturni UH**)

- Celuloza
- Hemiceluloza

(UH koji se razgrađuju sporo)

- Skrob
- Prosti šećeri

(UH koji se razgrađuju srednjom brzinom)

(UH koji se razgrađuju velikom brzinom)

Lako rastvorljivi  
ugljeni hidrati (**nestructurni UH**)

(UH koji se ne razgrađuju u dig traktu) - **LIGNIN**

(UH koji se ne razgrađuju u buragu)

### SKROB

Osobina samog skroba

Obrada hraniva

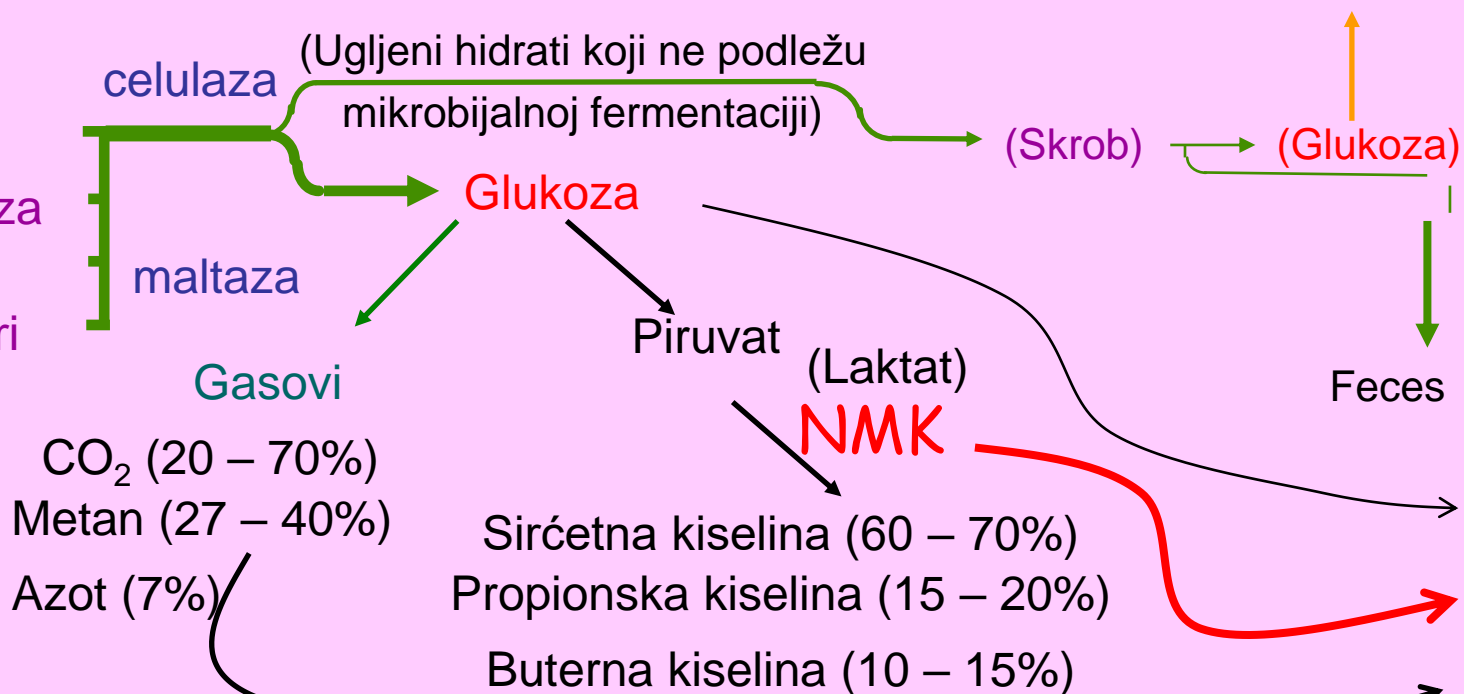
Brzina pasaže

# Varenje ugljenjih hidrata hrane (izvor E za bakterije i kravu)

Teško rastvorljivi  
ugljeni hidrati

- Celuloza
- Hemiceluloza
- Skrob
- Prosti šećeri

Lako rastvorljivi  
ugljeni hidrati



# Varenje ugljenih hidrata hrane

(izvor E za bakterije)



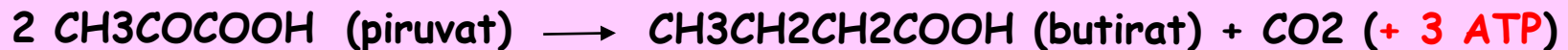
Stvaranje acetata



Stvaranje propionata



Stvaranje butirata



Stvaranje metana



## Sudbina 1000 kJ energije dobijene procesom fermentacije u buragu

	Energija dobijena fermentacijom iz različitih kombinacija hraniva		
	Seno 1000 kJ Žitarice 0	Seno 500 kJ Žitarice 500 kJ	Seno 200 kJ Žitarice 800 kJ
Ukupan priliv energije za kravu od svih NMK (kJ)	780	840	900
Od acetata	448	395	322
Od propionata	150	260	393
Od butirata	182	185	185
Ukupan priliv energije za mikroorganizma buraga (kJ)	70	60	50
Energetski gubitak u obliku metana (kJ)	150	100	50

Za mlečne krave je esencijalno prisustvo **KABASTIH HRANIVA**

**Acetata treba da je najviše!**

sinteza mlečne masti

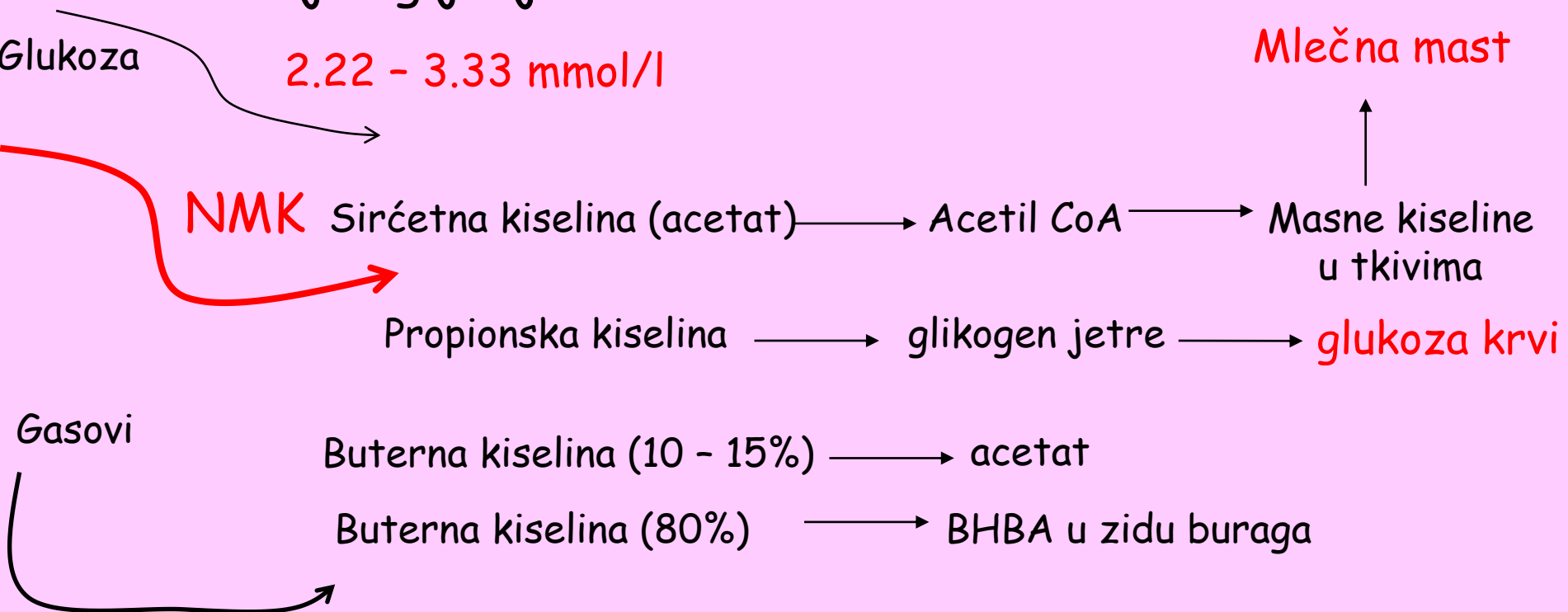
energija za mikroorganizme potrebna za sintezu proteina

pH se održava iznad 6,0

# Mikroorganizmi predželudaca

## Varenje ugljenjih hidrata hrane (izvor E za bakterije i kravu)

### Varenje ugljenjih hidrata hrane



## Varenje ugljenjih hidrata hrane (izvor E za bakterije i kravu)

### Dalja sudbina butirata

U zidu rumena beta - hidroksi buterna kiselina

Ostatak u jetru i metaboliše se slično  
(u sistemskoj cirkulaciji kao ovo jedinjenje se javlja)

Prva 4 C atoma u sintezi kratko i srednje lančanih masnih kiselina (mlečna žlezda)

Pospešuje stvaranje glukoze (stvara acetil CoA koji stimuliše piruvat karboksilazu)

### Dalja sudbina propionata

U zidu rumena 30 % se metaboliše u mlečnu kiselinu

Ostatak u jetru gde se i laktat i propionat do kraja koriste (**glukoneogeneza**)

## Varenje ugljenjih hidrata hrane (izvor E za bakterije i kravu)

### Dalja sudbina acetata

U zidu rumena mala količina prelazi u CO<sub>2</sub>

Ostatak u jetru kroz koju prolazi

U mlečnoj žlezdi se koristi za sintezu kratko i srednje lančanih masnih kiselina i ostatak prva 4 C atoma

U adipocitima služi za sintezu masti

Preusmeravanje je različito zavisno od energetskeg statusa jedinke i faze laktacije  
HOMEOSTAZA I HOMEOREZA

### Dalja sudbina laktata

L izomer se metaboliše u piruvat (na putu za glukozu i glikogen).

D izomer se teže metaboliše. Nemetabolisan izomer izaziva ACIDOZU (jaka kiselina)

## Varenje ugljenjih hidrata hrane (izvor E za bakterije i kravu)

### Dalja sudbina gasova

2 do 4 sata nakon hranjenja se nakupljaju (maksimum se stvara 40L/sat)

CO<sub>2</sub> (60%), CH<sub>4</sub> (30 do 40%). Eliminacija ruktusom.

**CO<sub>2</sub>** nastaje dekarboksilacijom tokom fermentacije i tokom neutralizacije H<sup>+</sup> sa HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>.

**CH<sub>4</sub>** nastaje redukcijom CO<sub>2</sub> i formata u metan produkujućim bakterijama.

POŽELJNO - Stvaranjem gasova se uklanjaju vodonikovi joni!

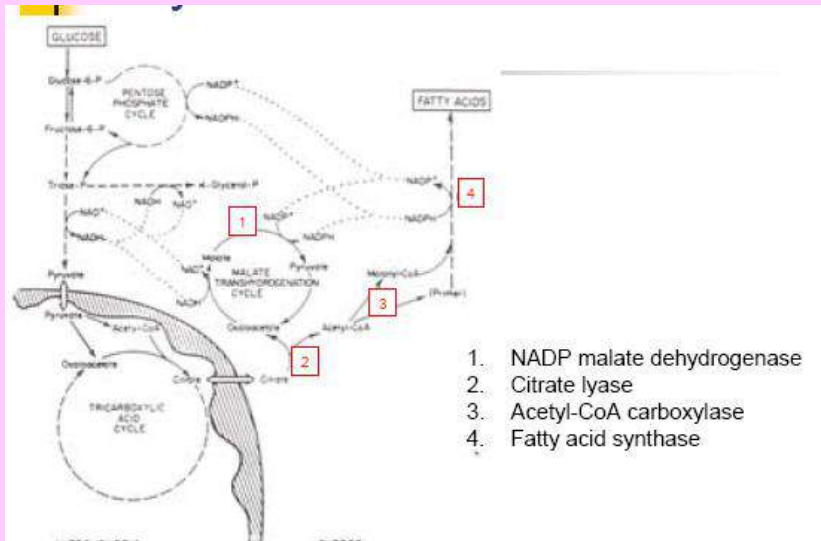
NEPOŽELJNO - Gubi se energija

# OSNOVNE RAZLIKE U METABOLIZMU PREŽIVARA I NEPREŽIVARA LIPOGENEZA

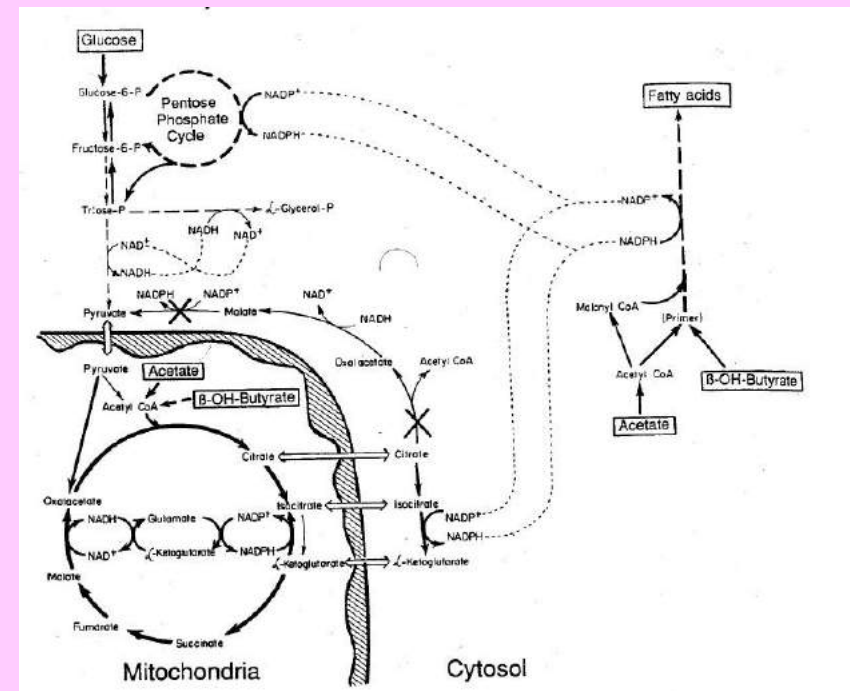
Kod nepreživara glavni organ sinteze masnih kiselina je jetra iz acetil CoA (glukoze)

Kod preživara glavni organ sinteze masnih kiselina je masno tkivo iz acetata i butirata (niska aktivnost citrat lijaze i malat enzima u tkivu - enzima lipogeneze)

## NEPREŽIVAR



## PREŽIVAR



ŠTEDNJA GLUKOZE za neophodnije potrebe (CNS, proizvodnja laktose, ishrana fetusa)

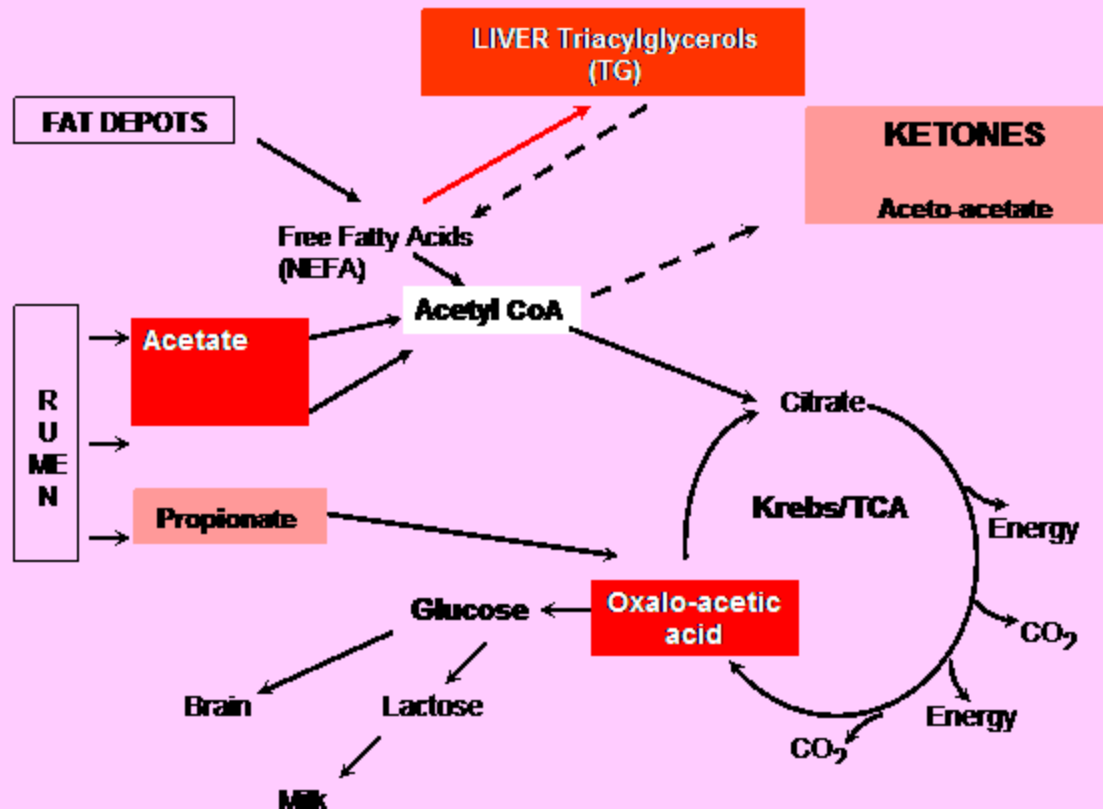
# Ketoza – NERVNA FORMA- patogeneza

Predisponirajući faktori

Metabolička sklonost

Narušen odnos glukogenoplastičnih (iz propionata..) i energetske prekursora

Stvaraju se ketonska tela (mleko, mokraća, krv)



# Ketoza – NERVNA FORMA- patogeneza

Koncentracija glukoze se smanji unutar 12 sati ispod 0,5 mmol/l a ketonska tela se značano povećaju

Goveda mogu da koriste ketonska tela kao izvor E za CNS ali tek posle 24 sata.

U krvi je koncentracija alanina minimalna.

