



**BENESSERE ANIMALE, QUALITA' DELLE PRODUZIONI ZOOTECNICHE E
SICUREZZA ALIMENTARE:
NORMATIVA E CONTROLLI DI LABORATORIO**



ALIMENTAZIONE DEGLI ERBIVORI, CON PARTICOLARE RIFERIMENTO AI RUMINANTI

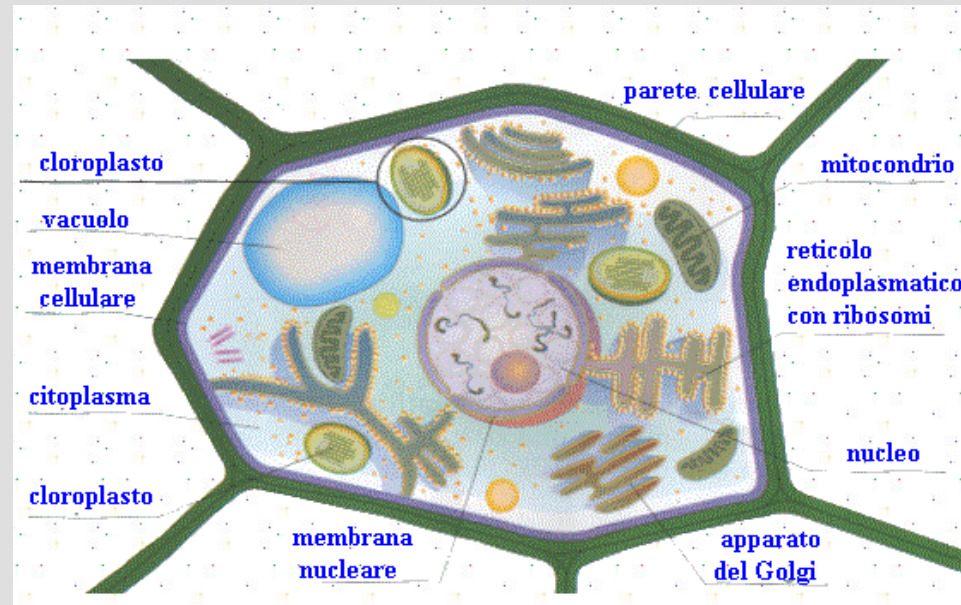
Serena Calabrò

Dipartimento di Medicina Veterinaria e Produzioni Animali

Università degli studi di Napoli Federico II

Roma, 21 novembre 2014

La cellula vegetale



Gli erbivori, utilizzatori di fibra

○ Monogastrici:

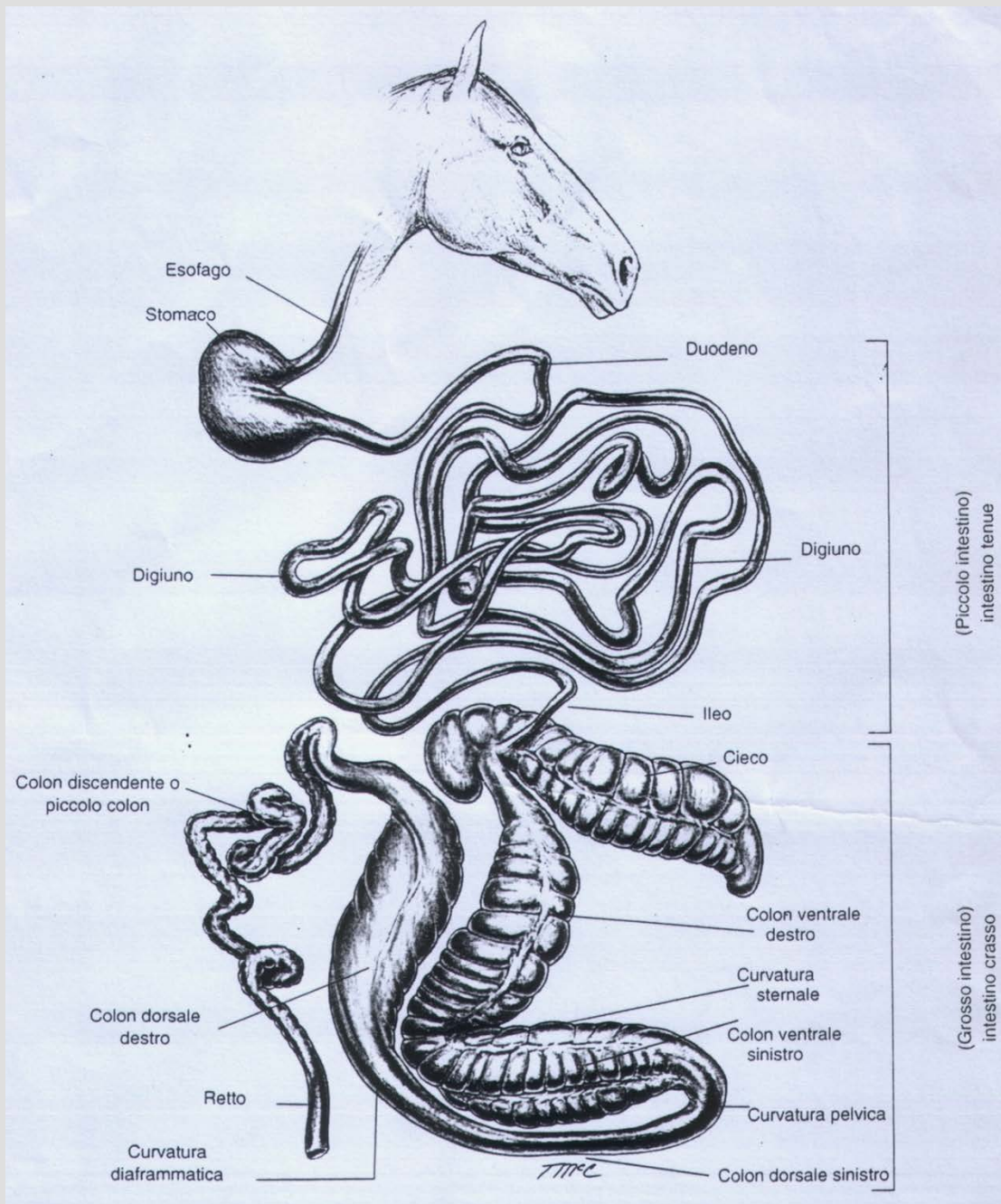
- Cavallo
- Coniglio

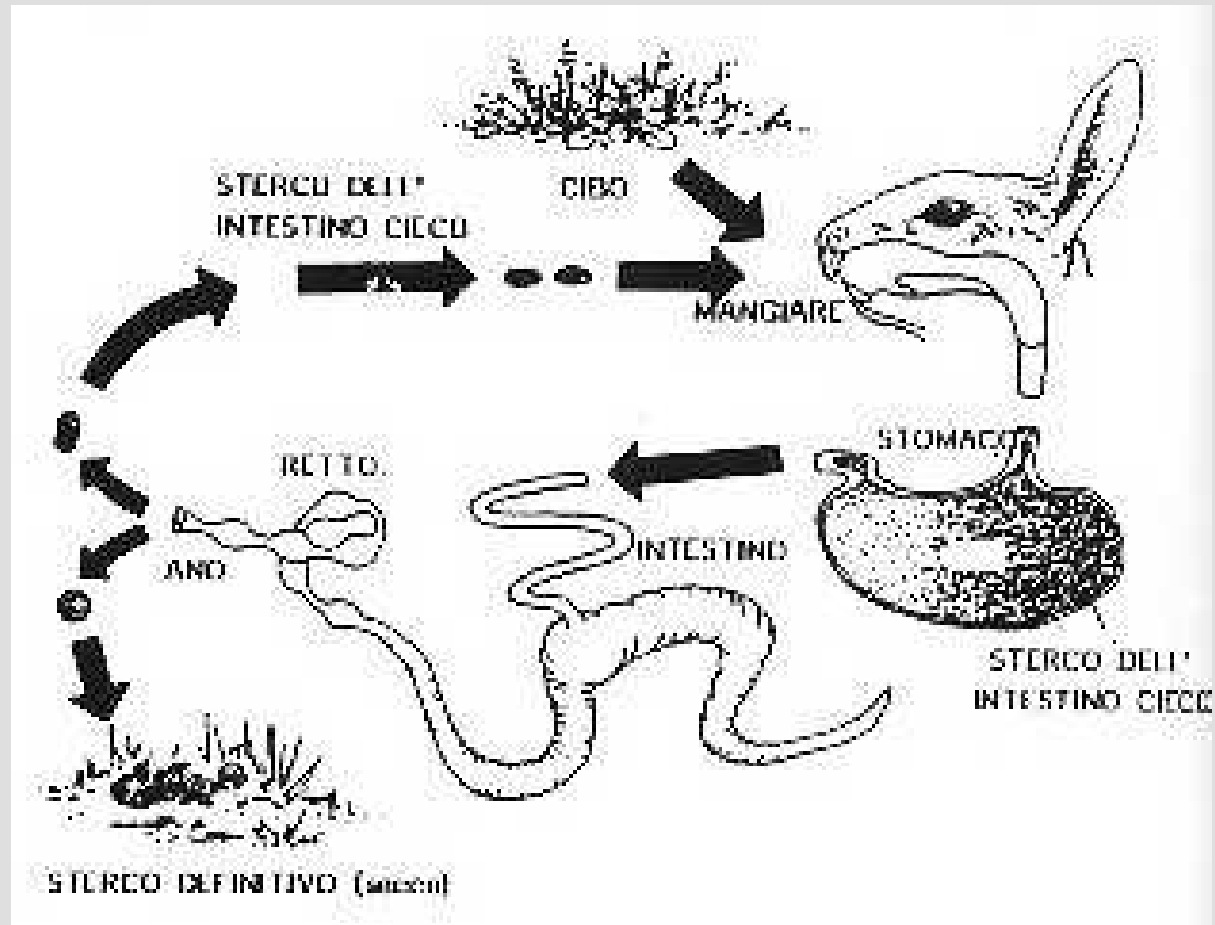


○ Poligastrici o Ruminanti

- Bovino
- Caprini
- Ovini
- Bufali







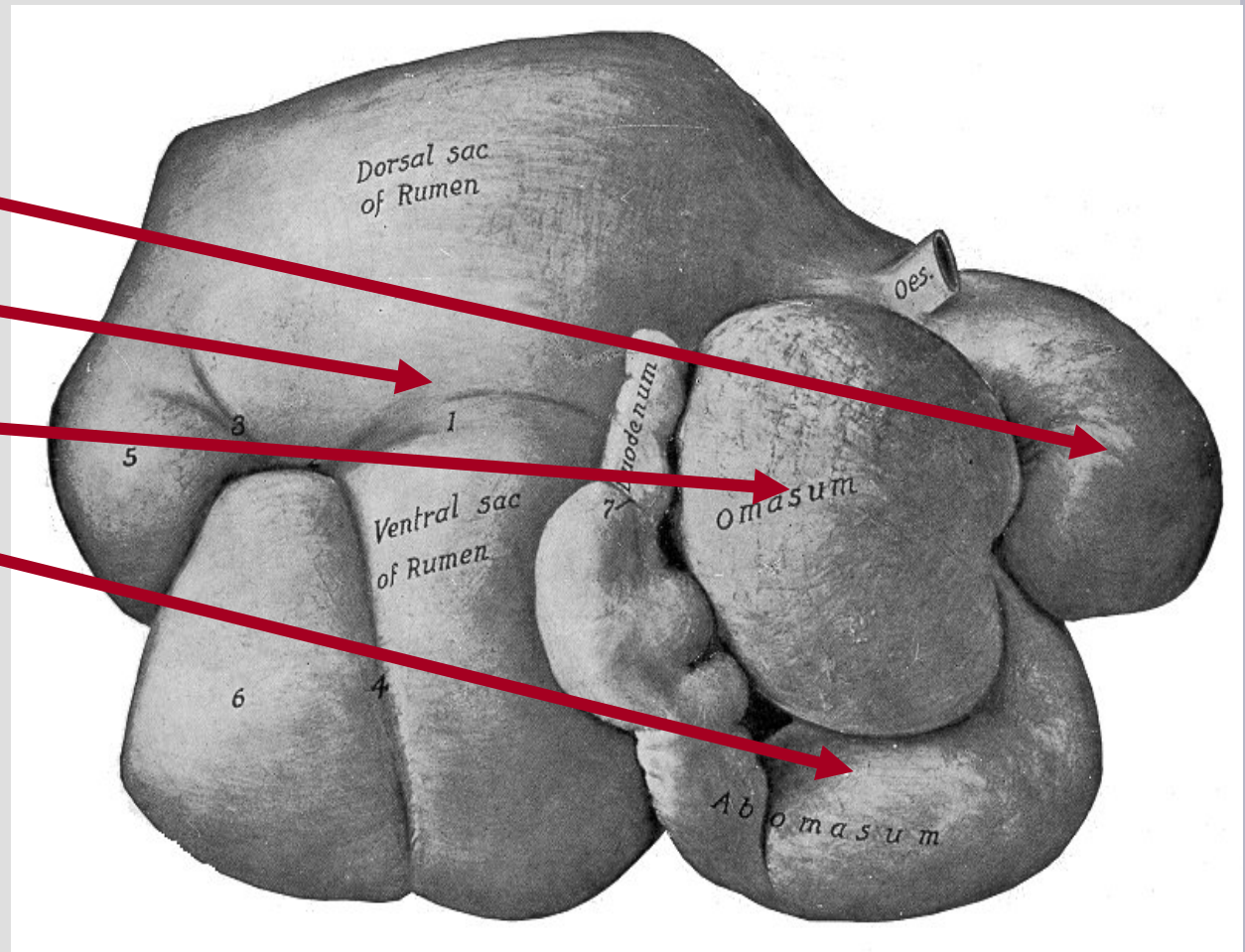
Prestomaci e stomaco nei ruminanti

■ Reticolo

■ Rumine

■ Omaso

■ Abomaso



- Rumine (60-90%), reticolo, omaso: digestione meccanica e microbica
- Abomaso: digestione ghiandolare

- I prestomaci dei ruminanti rappresentano il più grande fermentatore al mondo
 - 10^{10} - 10^{12} microrganismi/ml
 - la capacità del rumine varia da meno di 1 litro in un cefalofo (piccola antilope africana) a 200 litri in una vacca da latte



Rumine

- Sistema di fermentazioni continue
 - entrata e uscita di substrati
- Utilizzazione dei foraggi
 - cellulasi ed emicellulasi
- Utilizzazione di azoto (amminoacidi e NPN) per la sintesi di proteine microbiche

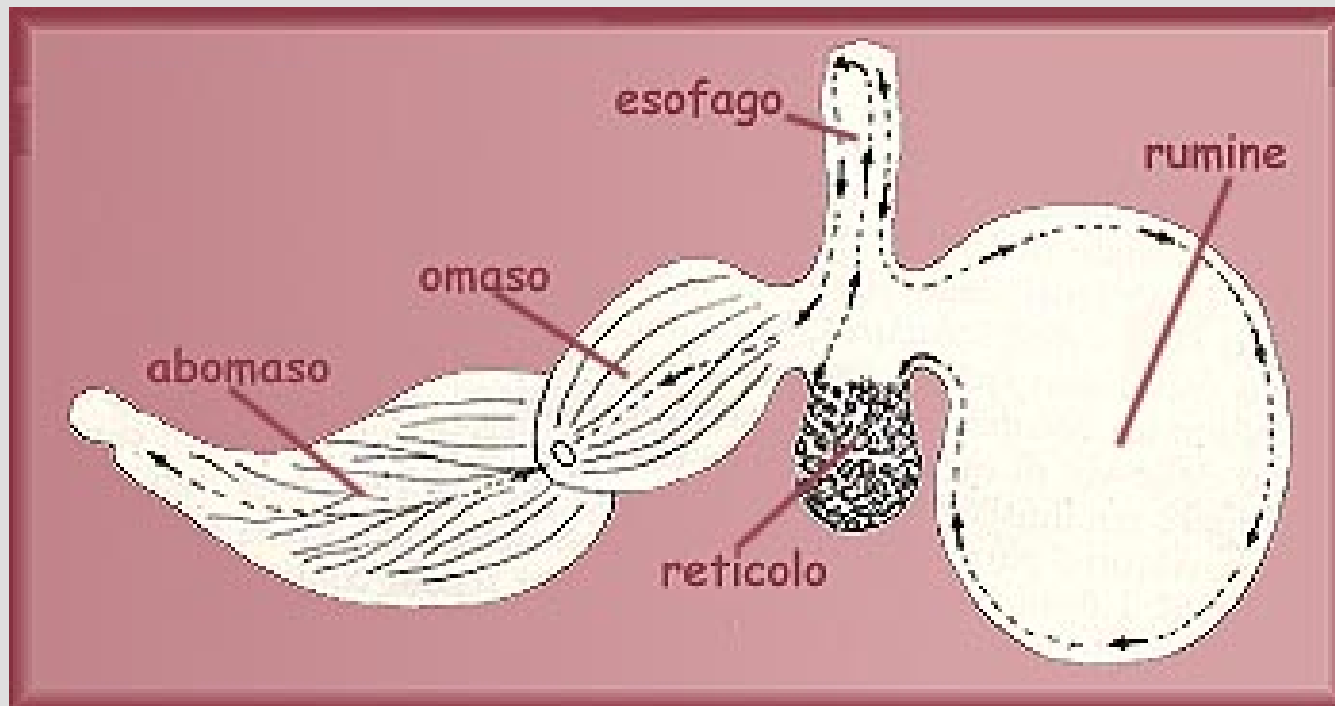
La presenza di questi enzimi microbici permette ai ruminanti di utilizzare alimenti di nessuna utilità nutrizionale per il monogastrico

- Digestione nel rumine
 - amido (glucosio e AGV)
 - proteine (NH_3 e aa)
 - carboidrati di parete (AGV, gas)



Quattro stadi della ruminazione

- Rigurgito
- Rimasticazione
- Rinsalivazione
- Rideglutizione



■ La ruminazione:

- permette all'animale di ingerire velocemente l'alimento per poi dedicarsi alla digestione
- riduce le dimensioni delle particelle di alimento
- solo le particelle di piccole dimensioni possono abbandonare il complesso reticolo-rumine
- aumenta la superficie di attacco per la micropopolazione
- aumenta la produzione e il flusso di saliva (effetto tampone)

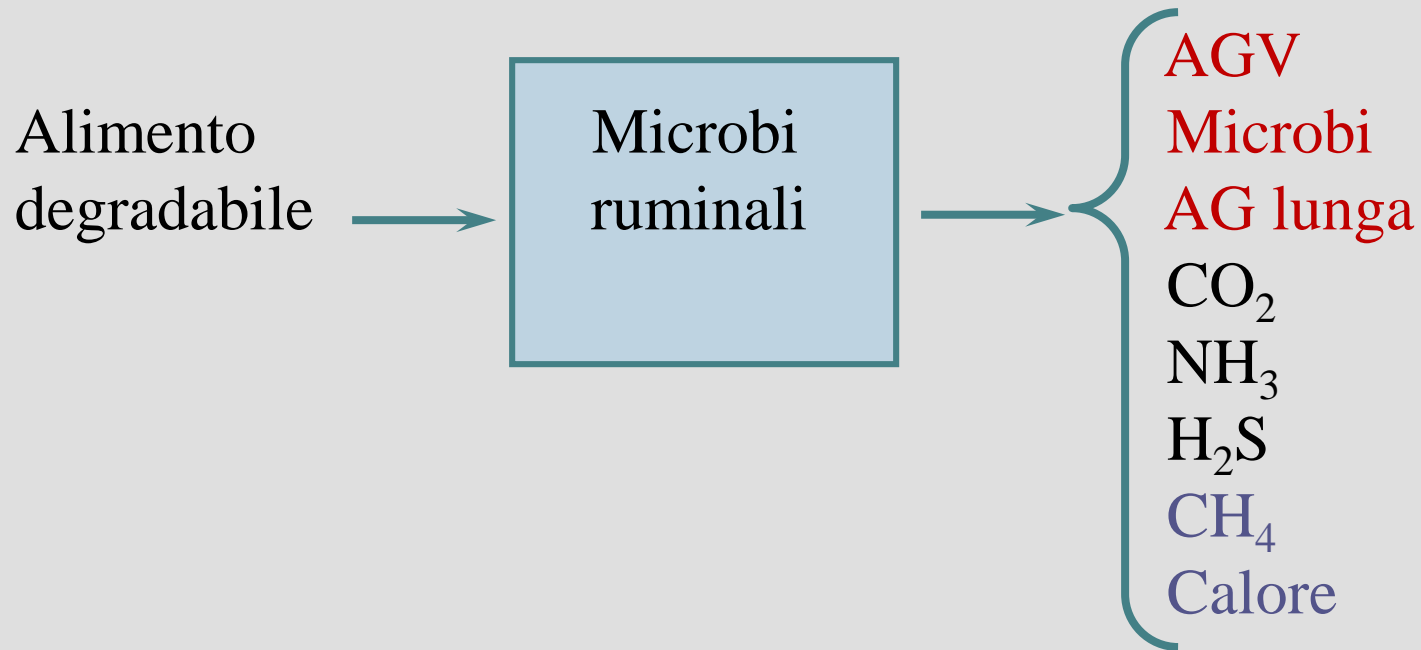


■ Le contrazioni ruminali favoriscono:

- colonizzazione da parte dei microrganismi
- mescolamento del contenuto
 - minimizza la stratificazione del contenuto ruminale
 - avvicina i prodotti delle fermentazioni alle pareti ruminale
- passaggio particelle di adeguata grandezza in omaso
- ruminazione
- eruttazione dei gas di fermentazione



Fermentazioni ruminali



Prodotti utilizzati dal ruminante

Prodotti non utilizzati dal ruminante

Prime perdite di energia a livello ruminale



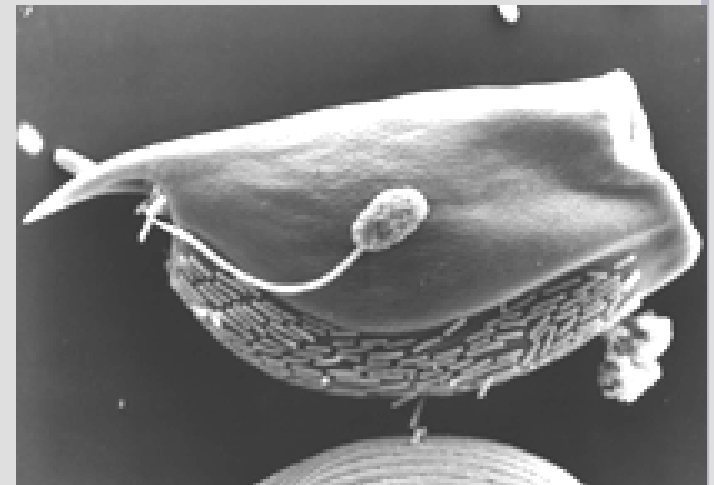
Ecologia del rumine

- Ampia bio-diversità dei microrganismi ruminali (Batteri, Protozoi, Funghi):
 - alimenti molto complessi
 - l'intensa proliferazione porta a cambiamenti di habitat con sviluppo di nuove specie
- pH: 5.6 – 6.8
- Fermentazione e prodotti finali
 - AGV (C_2 , C_3 , C_4)
 - NH_3



Rendimento complessivo inferiore alla digestione nei monogastrici

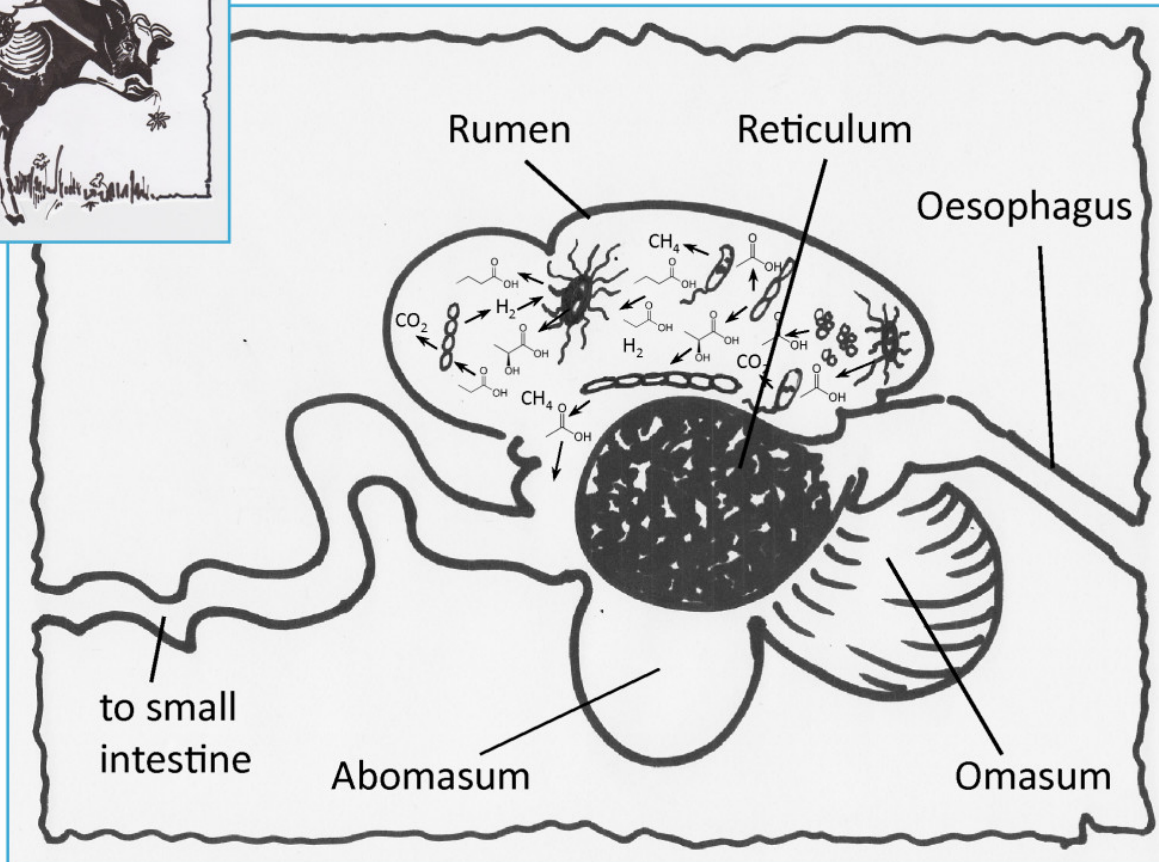
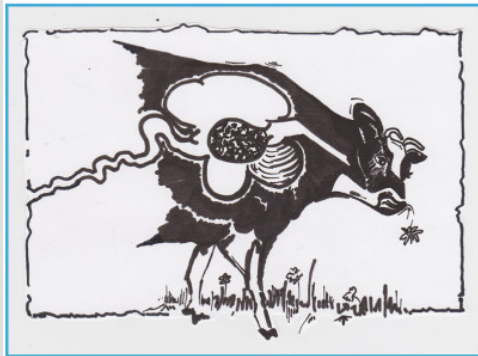
Alimenti:
foraggi,
concentrati,
sottoprodotti



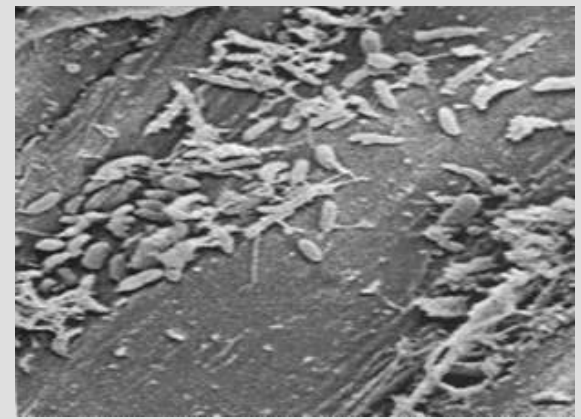
Simbiosi tra batteri, protozoi e funghi

Microrganismi ruminali

$10^{10} - 10^{11}$ bacteria/mL
 $10^4 - 10^6$ protozoa/mL
 $10^3 - 10^5$ anaerobic fungi/mL

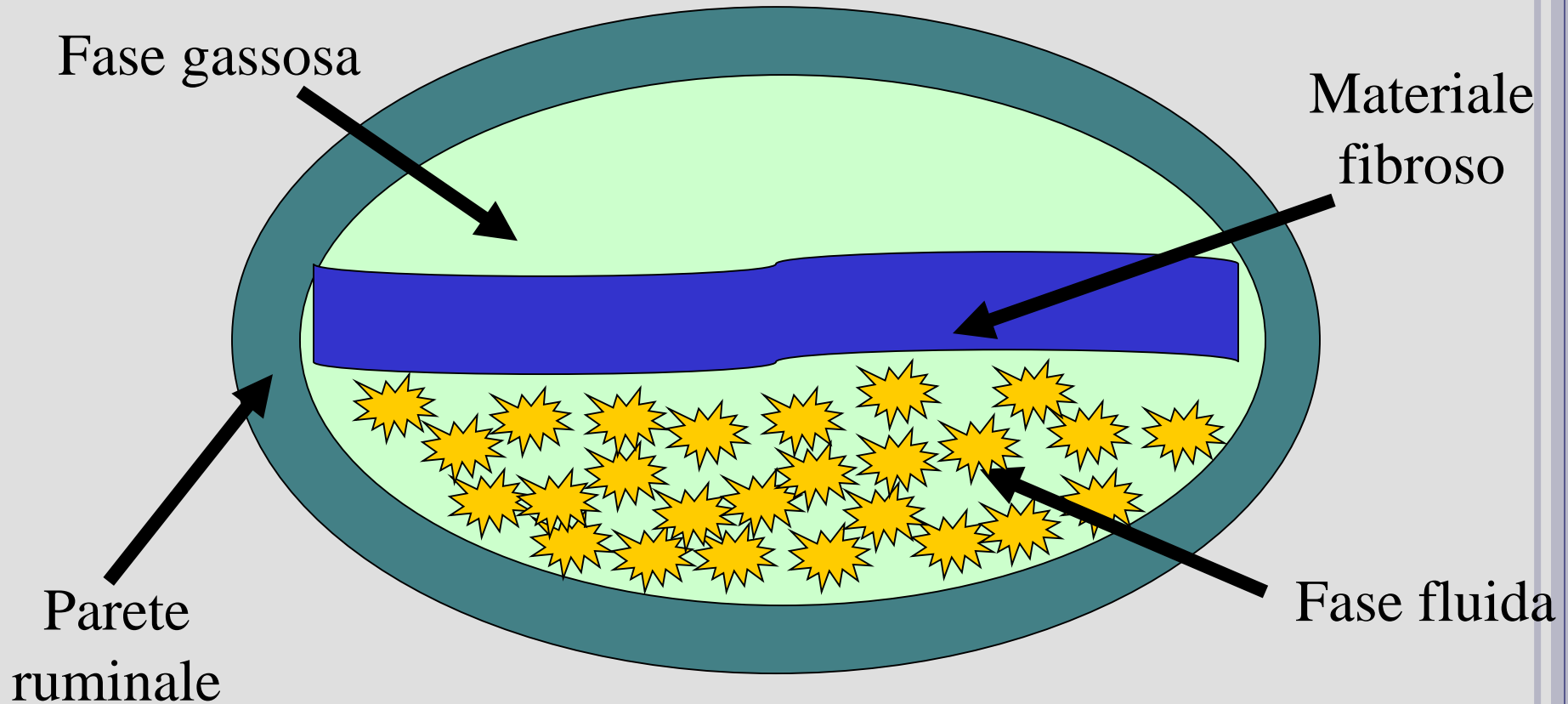


Batteri



- >200 specie con molte sottospecie
 - 25 specie presentano concentrazione $>10^7/\text{ml}$
- 99.5% anaerobi obbligati
- 10^{10} - 10^{12} cellule/ml di liquido ruminale
- Classificazione in base al substrato che utilizzano:
 - cellulosolitici ed emicellulosolitici
 - amilolitici
 - proteolitici
- Degradano aminoacidi e $\text{NH}_3\text{-N}$ a chetoacidi
- pH: 5.5 – 7.0
- Temperatura: 39-40°C
- Producono lipasi: i grassi alimentari vengono scissi in glicerolo e AG
- Producono vitamine del gruppo B e vit. K

Collocazione dei microrganismi nel rumine

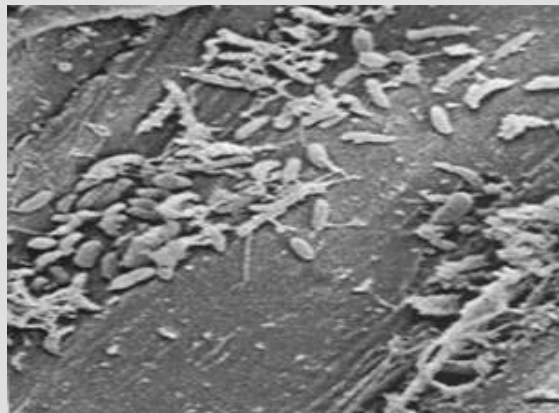


- liberi nella fase liquida
- strettamente associati con le particelle di alimento
- associati all'epitelio ruminale
- attaccati alla superficie di protozoi e funghi



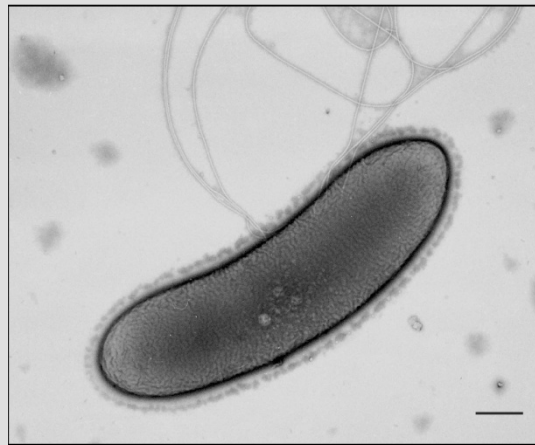
■ Batteri cellulosolitici (= utilizzatori della fibra)

- Fermentano le pareti cellulari (cellulosa, emicellulose)
- Richiedono un pH 6-7 (ottimale > 6.4)
- Utilizzano N sotto forma di NH_3
- Richiedono S per la sintesi degli amminoacidi solforati (cisteina e metionina)
- Producono acetato, propionato, piccole quantità di butirrato, CO_2
- Predominano con diete ricche di foraggi
- Es. *Ruminococcus albus*, *Fibrobacter succinogenes*



■ Batteri amilolitici (utilizzano amido e zuccheri)

- Fermentano l'amido e gli zuccheri solubili
- Prediligono un pH 5-6
- Utilizzano come fonte di N: NH_3 , amminoacidi o peptidi
- Producono acetato (in proporzione minore rispetto ai precedenti), propionato (in proporzione maggiore rispetto ai precedenti), butirrato (in proporzione maggiore rispetto ai precedenti) e lattato
- Alcuni di essi trasformano il lattico in propionico
- Predominano con diete ricche di amido (cereali)
- Es. *Streptococcus bovis*, *Ruminobacter amylophilus*, *Selenomonas ruminantium*



■ Batteri metanogeni

- Producono metano (CH_4)
- Dal processo i metanogeni ricavano l'energia per sintetizzare il loro ATP
- Il gas viene allontanato dal rumine insieme alla CO_2 tramite l'eruttazione e rappresenta una perdita di energia

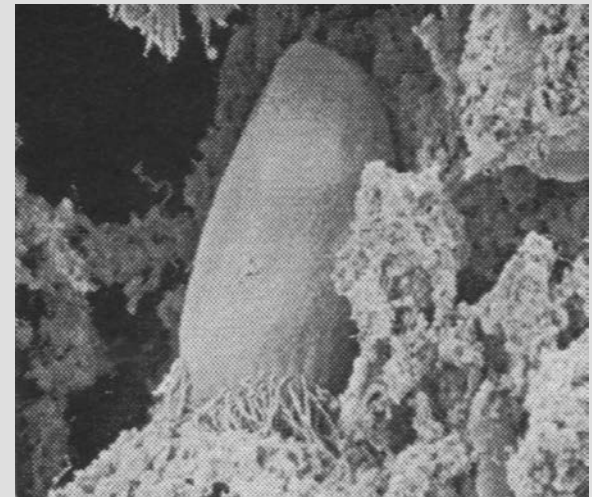
$\text{CO}_2 + \text{H}_2 = \text{CH}_4 + \text{Energia (ATP batteri)}$

Energia lorda persa con $\text{CH}_4 = 13145 \text{ kcal /g; } 9383 \text{ kcal/litro}$



Protozoi

- Ciliati → movimenti rapidi
- 10^4 - 10^6 cellule/ml di liquido ruminale
- dimensione > batteri
 - 38 *micron* in lunghezza
 - 15 *micron* in larghezza
- **Olotrichi:** assorbono rapidamente gli zuccheri solubili
- **Entodiniomorfi:**
 - Digeriscono l'amido, cellulosa e altri polisaccaridi
- **Defaunazione vs. non defaunazione**
 - < degradazione delle proteine della dieta e microbiche (> aa al duodeno)
 - > performance se supplementazione con zuccheri
 - < della degradazione della fibra (30%), principalmente emicellulose
 - < produzione di AGV e degradabilità sostanza organica
 - Influenza dei protozoi sulle sostanze tossiche
 - Sinergismo con batteri
 - Sinergismo con funghi?

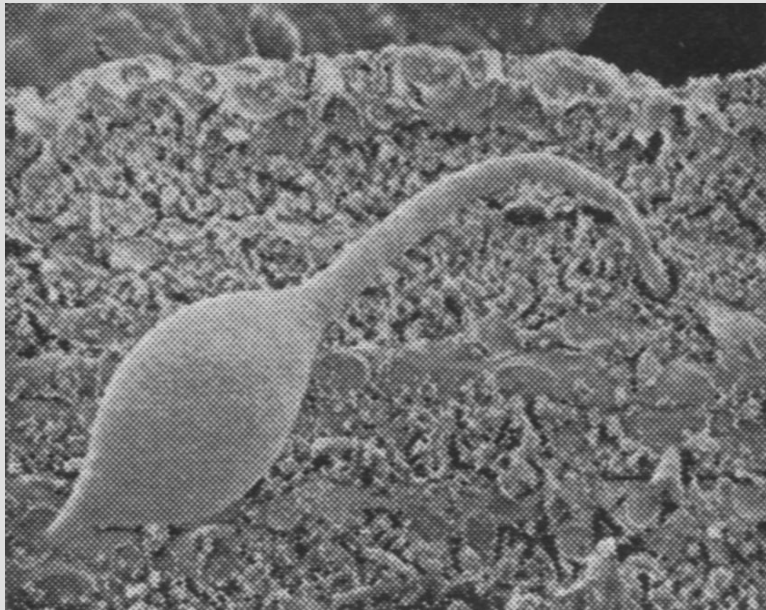


- **Metabolismo più esigente rispetto ai batteri:**
 - non possono usare NPN
 - necessitano di basi azotate e aa, acidi grassi e vitamine
 - inglobano i batteri (200 cellule/min)
 - ingeriscono particelle di alimento
 - il loro numero dipende dalla dieta (non sopravvivono a pH molto bassi – diete molto ricche di concentrati)



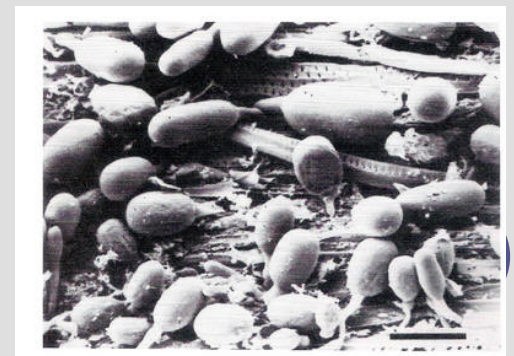
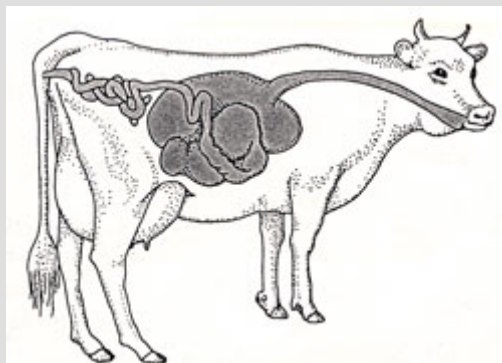
Funghi

- La loro presenza è stata evidenziata negli ultimi decenni
- Consistenza numerica piuttosto bassa
 - ~ 8% dei microrganismi ruminali totali
 - 5 al 10% della SS complessiva della massa microbica
 - 10^4 cellule/ml di liquido ruminale
- ~ 20 generi (*Neocallimastix frontalis*, *Piromonas communis*, *Sphaeromonas communis*)
- Digeriscono la fibra insieme ai batteri
- Importanti nella degradazione della parete cellulare: degradano cellulosa, emicellulose e zuccheri semplici
- Il loro micelio riesce a penetrare a fondo nella struttura delle pareti cellulari, anche se lignificate, rendendo accessibile ai batteri un substrato altrimenti non utilizzabile.



Relazione simbiotica ospite - microbi

- Il ruminante fornisce ai microrganismi ruminali
 - ricovero
 - rimozione prodotti di scarto
 - nutrienti
 - condizioni ambientali ottimali per la loro crescita



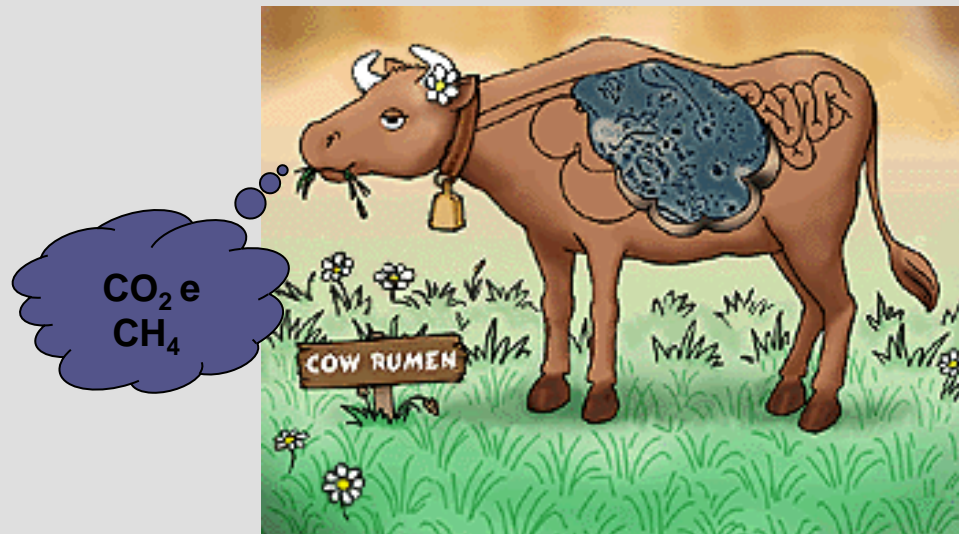
Ricovero

- Temperatura ambiente stabile ($39 \pm 2^{\circ}\text{C}$)
- Adeguata quantità di acqua
 - 85 – 90 %
- Riparo garantito fino a 96 h, in funzione del tipo di dieta e di animale
 - una dieta ricca di foraggi grossolani nel caso di un bovino offre un tempo di sosta nel rumine molto lungo per i microrganismi
 - un piccolo ruminante brucatore (antilope), al contrario, offre un tempo molto breve



Rimozione prodotti di scarto

- Assorbimento di AGV
 - fonte di energia per il ruminante
- Eruttazione di gas
 - CO_2 e CH_4
- Passaggio nel post rumine del residuo indigeribile
 - l'azione mescolatrice del rumine tende a separare e far decantare le particelle più piccole



Nutrienti

- I substrati provengono dagli alimenti ingeriti dall'animale
- La saliva fornisce urea (sorgente di azoto non proteico utile per i batteri)



Fabbisogni dei microrganismi ruminanti

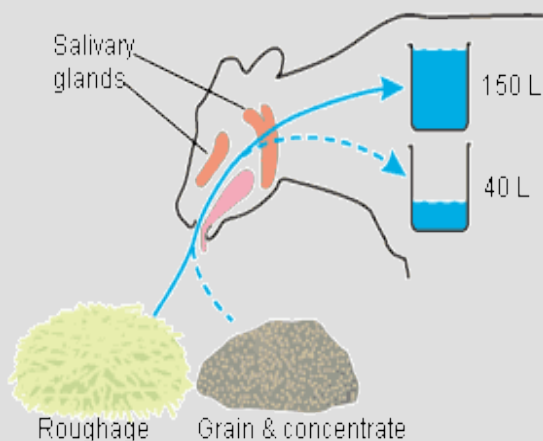
- CO₂
- Energia
 - prodotti finali della degradazione dei glucidi di struttura, derivanti dalla fermentazione degli zuccheri
- Azoto
 - NH₃ (la molecola maggiormente utilizzata), amminoacidi e peptidi
- Elementi minerali
 - Co, S, P, Na, K, Ca, Mg, Mn, Fe, Zn, Mo, Se
- Vitamine



Ambiente ottimale per la crescita microbica

- Assenza O_2 (solo tracce)
 - microrganismi strettamente anaerobi all'interno
 - anaerobi funzionali vicino alla parete
- La **saliva** contiene tamponi PO_4^{-3} e CO_3^{-2}
 - le vacche producono fino a 180 litri/d di saliva
 - È secreta continuamente, ma soprattutto durante l'ingestione e la ruminazione

La riduzione delle dimensioni del foraggio riduce la ruminazione, la masticazione e la produzione di saliva provocando brusche cadute di pH

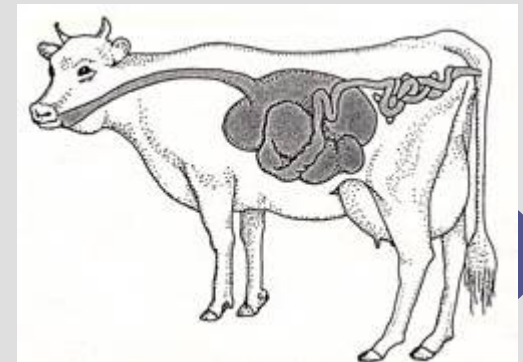


- pH tra 6.2 e 6.8
- Se il pH è 5.7
 - Le sintesi microbiche calano del 50%
 - I batteri **cellulosolitici** esplicano al meglio la loro funzione a pH ~6.8
 - la velocità di fermentazione dei glucidi parietali diminuisce
 - I batteri **amilolitici** vivono bene anche a pH ~5.8
 - aumenta la produzione di lattato e diminuisce quella di acetato
 - il pH tende a crollare verso il basso



Relazione simbiotica microbi - ospite

- I microrganismi forniscono al ruminante
 - Fermentazione cellulosa ed emicellulose
 - Proteine di elevata qualità
 - Fonti di energia
 - Vitamine del gruppo B
 - Detossificazione di alcuni composti tossici



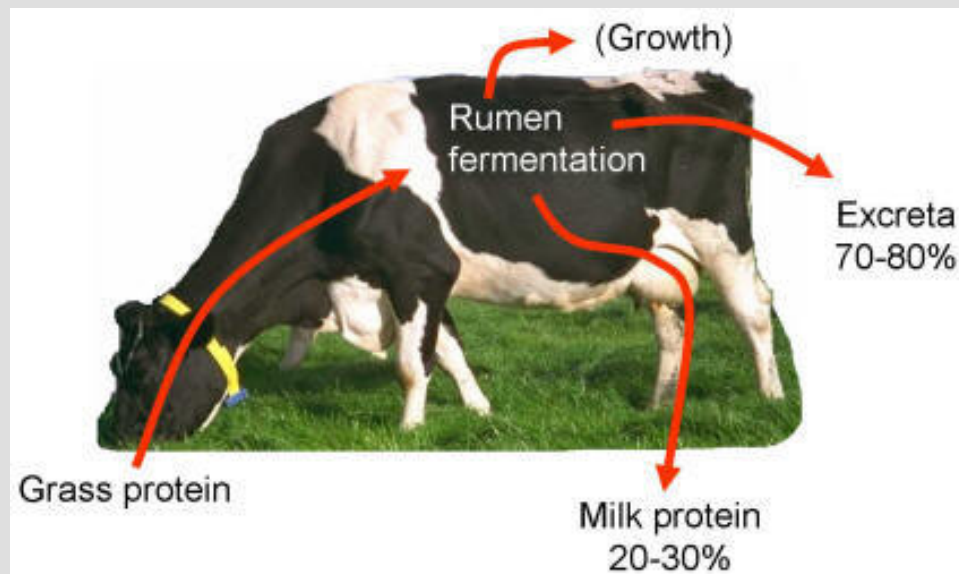
Fermentazione di cellulosa ed emicellulose

- Le cellulasi sono tutte di origine microbica
 - in assenza della popolazione microbica ruminale i ruminanti non potrebbero utilizzare i foraggi (pascolo, fieni, insilati)



Rifornimento di proteine di elevata qualità

- 50-80% dell'azoto assorbito dal ruminante è di origine microbica
 - al migliorare dell'efficienza delle sintesi microbiche aumenta la disponibilità di proteina microbica per l'animale ospite
- Proteina ad elevato valore biologico
 - la composizione degli amminocidi forniti è molto simile a quella richiesta dal ruminante



I microrganismi come fonte di nutrienti

- I microrganismi lasciano il rumine e, via omaso, giungono in abomaso
 - digeriti e assorbiti nello stomaco e nell'intestino, allo stesso modo dell'alimento che riesce ad oltrepassare il rumine
 - forniscono soprattutto amminoacidi e poca energia



Fonti di energia

AGV (50 – 125 mmoli/l)	70%
Microorganismi	10%
Alimento non fermentato ma digerito	20%

È poco il glucosio assorbito dal ruminante



Vitamine

- In genere, grazie ai microrganismi, l'approvvigionamento di vitamine del gruppo B soddisfa il fabbisogno del ruminante
 - una integrazione di vitamine si può rendere necessaria nelle fasi di massima produzione, o comunque nei casi di soggetti altamente produttivi



Abbattimento della concentrazione di composti tossici

- Micotossine
 - Ocratossina A (OTA) (*Fusarium* – *Cancerogena*)
→ Fenilalanina + ocratossina α (meno tossica)
 - Aflatossina B₁ (AFB₁) (*Aspergillus* – *Cancerogena*) → Aflatossina M₁ nel latte (meno danni al fegato)
 - Deossinivalenolo (*Fusarium* – *Erosione mucose*)
→ diepossideossinivalenolo (nessuna tossicità)
- Nitrati
 - Nitrati → Nitriti → NH₃





RAZIONAMENTO VACCA DA LATTE

Svezzamento vitelli

Manze

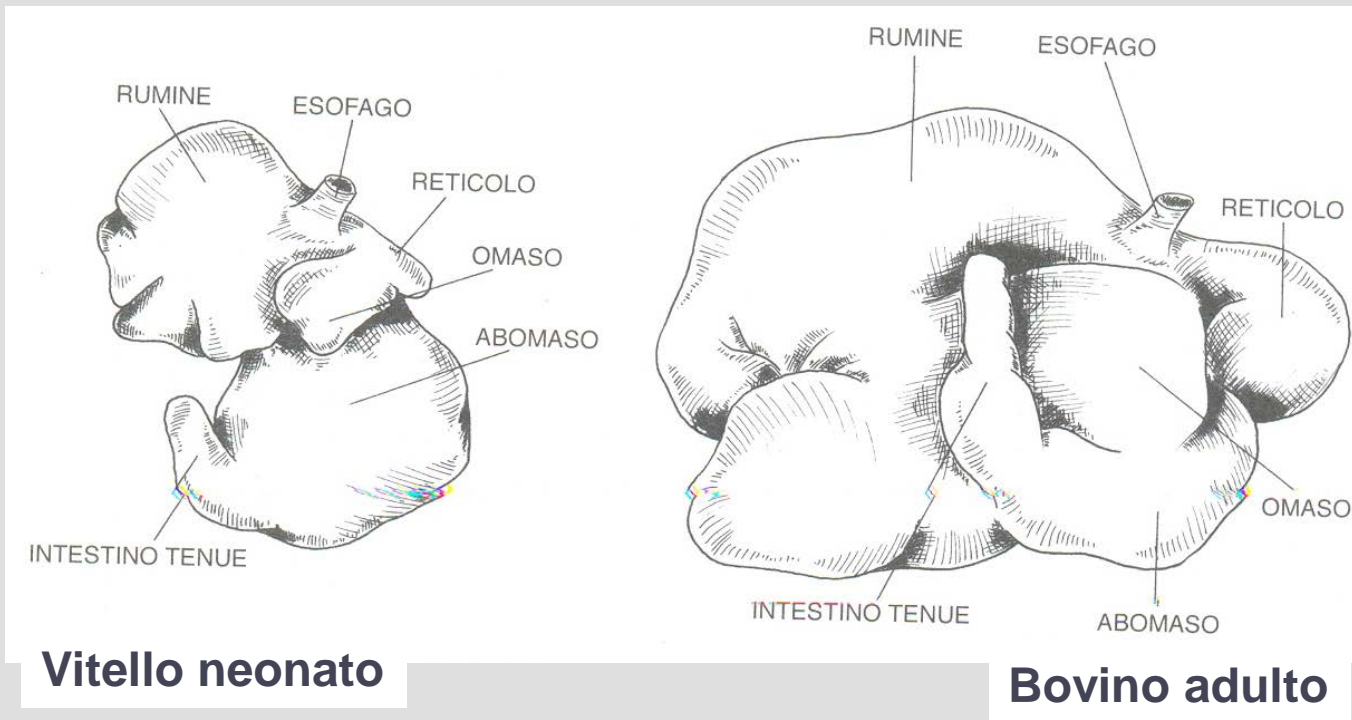
Vacca in lattazione

SVEZZAMENTO VITELLI

Obiettivi dello svezzamento

Maturazione precoce e organica dell'apparato digerente:
da monogastrico → a ruminante





- Crescita volumetrica e ponderale dei pestomaci
 - vitello neonato: 60-65% abomaso e omaso;
 - a 8 settimane 70% pre-stomaci e 30% stomaco
 - a 4 mesi volume del rumine: 8-10 litri/100 kg PV
- Aumento assorbimento mucosa ruminale: dimensione delle papille foliate
- Chiusura doccia esofagea
- Sviluppo flora microbica



- Allattamento: imitare l'alimentazione naturale:
 - Concentrazione del latte: 13% s.s.
 - Temperatura: 39°C
 - Frequenza dei pasti: intervallo di 12 h
 - Posizione della tettarella → chiusura della doccia esofagea
 - Evitare forzatura
 - Acqua disponibile a volontà



ALIMENTI PER I VITELLI

○ Il colostro

- fresco o congelato per i primi due pasti
- in un vitello di 23 kg alla nascita 0.9-1.1 kg/pasto



○ Il latte (intero, ricostituito, acido, “senza latte”)

- Ricostituito (o in polvere)
 - dal 4-6° gg di vita
 - apporto lipidico (oli vegetali liquidi o idrogenati solidi a T° ambiente): 10-15-20%
 - apporto proteico (proteine del latte, caseina, fonti proteiche vegetali): 20-22%
 - importante la grandezza dei globuli di grasso: 3-6 μm
- La quantità (1 kg/10-12 kg di PV, dalla nascita allo svezzamento) dipende da: peso alla nascita, vitalità del vitello, contenuto di grasso nel latte



○ **Mangimi** per lo svezzamento (o *calf starter*)

- molto appetibile, macinato grossolanamente o pellettato
- tenore proteico 16-20%
- da 3-4 gg di vita
- fresco e lasciato a disposizione a volontà oppure 1.8-2.3 kg/d
- costituito da materie prime che l'animale utilizzerà da adulto (soia, cereali, cruscami, ecc.), arricchito con micronutrienti (lieviti, acidificanti) e aromatizzanti



○ Il foraggio

- Secondo alcuni autori, è conveniente la sua introduzione tardiva (quando il vitello assume da 2.3-2.7 kg di mangime) per stimolare con il concentrato la produzione di ac. butirrico e quindi lo sviluppo del rumine

○ Acqua di bevanda

- *ad libitum* dal 3° gg di vita
- utile per:
 - promuove lo sviluppo del rumine
 - aiuta la fermentazione dei cereali e del fieno
 - stimola l'ingestione di mangime per lo svezzamento
- **4 litri di acqua ogni kg di mangime ingerito**



ALIMENTAZIONE MANZE

Obiettivi

primo calore 8-12 mesi (peso 250 kg per frisona e bruna);
prima inseminazione 15-18 mesi (peso 400 kg, 60-65% del peso da adulta);
primo parto 24-27 mesi



Razionamento pratico

- Razioni basate sul **foraggio** aziendale ricco di fibra e povero di energia, che determina:
 - elevate ingestioni
 - sviluppo armonico e precoce dell'apparato digerente
 - flora microbica cellulosolitica
- Correggere con **concentrati** l'apporto energetico; per le **proteine**: tenore più elevato quanto minore è la quota proteica da foraggio e maggiore è l'età dell'animale e minore l'apporto del concentrato
- Correggere l'apporto di vitamine e minerali con **integratori**



VACCA IN LATTAZIONE



- **Vacca in lattazione**
 - 1^a 2^a fase di lattazione
- **Vacca in asciutta**
- **Periodo di transizione**



VACCA IN LATTAZIONE

1ª fase di lattazione (vacca “fresca”) → fino a 100 gg

○ Caratterizzata da:

- Produzione di colostro ricco in proteine (immunoglobuline)
- Rapida ascesa produzione latte (“picco di lattazione”)
- Incapacità a coprire i fabbisogni energetici [48-72 h per inappetenza, (la capacità di ingestione è limitata al 20% del potenziale) fino al 2° mese per ridotta capacità d’ingestione]
- Calo ponderale (non più del 7-8% del PV al parto)

○ In corrispondenza del picco produttivo la vacca deve essere reingravidata: forte competizione tra lattazione e embrioni per la richiesta di glucosio (propionato)

○ RISCHI:

- Chetosi, Indigestioni, Dislocazioni dell’abomaso, Dimagrimento eccessivo, Ipofertilità



Obiettivo: contenere il deficit energetico

Razionamento pratico

- Aumentare la quota di mangimi (2.0-2.5 kg s settimana o 300-350 g/d) digeribili, ricchi di energia (0.8-0.9 UF/kg) e proteine (prime tre settimane 18-19 % s.s. e poi 15-16 % s.s.)
- Fonti di carboidrati a diversa fermentescibilità (attenzione a trinciati, melasso, erbai, cereali trattati) con fonti proteiche a diversa degradabilità
- Aumentare la concentrazione energetica della dieta, agendo sul rapporto F:C (FG: >18% s.s.; NDF: >27% s.s., di cui il 75% da foraggio)
- Stimolare la flora microbica del rumine e regolare il pH
- Utilizzare alimenti in ottimo stato di conservazione



2ª fase di lattazione (dopo il 3°-4° mese di lattazione)

○ Obiettivi:

- recuperare peso
- produrre latte
- immagazzinare riserve energetiche (soprattutto tessuto adiposo)

Razionamento pratico

- Diminuire i concentrati nella razione (solo se la produzione cala o la vacca tende ad ingrassare)
- Contenuto proteico: 13-14 % s.s.
- Alimenti fibrosi: FG: >18% s.s.; NDF: 40% s.s.
- Aumentare e valorizzare i foraggi di produzione aziendale
- Inserire eventualmente sottoprodotti



VACCA IN ASCIUTTA

a 50-70 gg dal parto



Caratterizzata dalla sospensione della produzione lattea

Obiettivi

- Preparare la vacca al parto:
 - non farla ingrassare per evitare distocie, ritenzioni di placenta, malattie metaboliche
 - non farla arrivare al parto troppo magra e debilitata
- Preparare la vacca alla nuova lattazione:
 - proseguire la ricostituzione del tessuto secernente mammario, il ripristino delle riserve corporee di minerali e vitamine, potenziare le difese immunitarie e la disintossicazione del fegato
- Abituare la vacca all'alimentazione che riceverà in lattazione:
 - adattare gradualmente la popolazione microbica ruminale all'utilizzazione di razioni ricche in concentrati



○ Prima fase dell'asciutta (8-10 gg)

- Limitare il consumo di acqua per 12-24 h
- Abbassare decisamente l'energia della razione [fornendo fieno grossolano o paglia ed eliminando il mangime]

○ Seconda fase dell'asciutta (5-6 settimane)

- Razioni ricche di fieni (>85 % della razione) di media qualità (polifiti o graminacee, ricchi in fibra e con bassi tenori energetici e proteici); si possono introdurre anche gli insilati che userà in lattazione, la quota dei concentrati dipende dalle condizioni dell'animale

○ Terza fase dell'asciutta (ultimi 10-14 gg di gravidanza)

- Stessa base foraggera, aumentando i cereali o il mangime che si userà nella fase successiva (3-4 kg nei gg immediatamente prima del parto) ➔ *steaming-up* o forzatura alimentare per:
 - indurre variazioni quali-quantitative della popolazione microbica ruminale
 - abituare la bovina ad assumere grandi quantità di concentrati per evitare eccessiva mobilizzazione dei grassi di deposito e aumento in circolo dei corpi chetonici



PERIODO DI TRANSIZIONE O PERIPARTO

(± 21 gg = 1 settimana prima e 2 settimane dopo il parto)

○ Suscita interesse perché:

- le bovine ad alta potenzialità sono sottoposte a sollecitazioni endocrine, metaboliche, produttive e riproduttive
- errori alimentari anche modesti mettono facilmente a rischio la sanità e la carriera dell'animale.

○ Obiettivi

- ripristinare nel più breve tempo possibile l'ottimale assunzione di s.s.
- adattare il sistema digerente ad una dieta con elevata concentrazione di nutrienti
- ridurre le patologie tipiche del periparto
- porre le basi per un rapido raggiungimento del picco di produzione e per una precoce ripresa dell'attività riproduttiva
- garantire l'accrescimento del feto e il soddisfacimento dei fabbisogni per il mantenimento e/o accrescimento, nel caso di primipare

