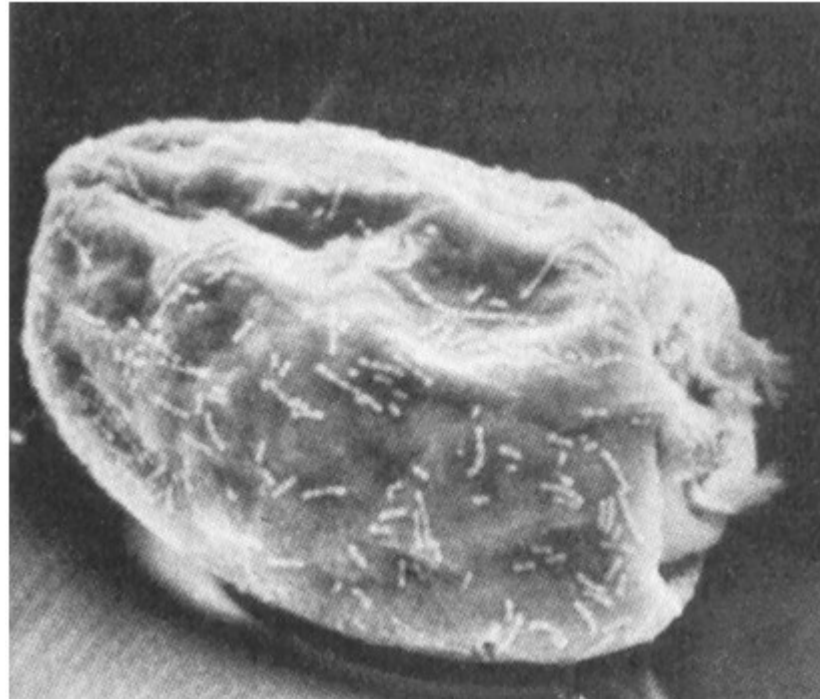


Ambiente ruminale

- ✓ **Condizioni di anaerobiosi**
- ✓ **Temperatura nel rumine: 38-40°C**
- ✓ **pH: 5.8-6.8**

Fermentazioni ruminali

- Condizionate dalla presenza di microbi:
 - Protozoi
 - Batteri
 - Funghi



batteri

- **Cellulosolitici:** idrolizzano la cellulosa
- **Emicellulosolitici:** idrolizzano l'emicellulosa
- **Amilolitici:** idrolizzano l'amido
- **Batteri che fermentano gli zuccheri:** numerosi lattobacilli
- **Produttori di acidi organici:** producono acido lattico, acetico e butirrico
- **Metanogenici:** producono metano
- **Lipolitici:** idrolizzano i trigliceridi
- **Proteolitici:** idrolizzano le proteine

RUMINE

- È un sistema aperto che svolge la funzione di fermentatore.

Carboidrati

- Con l'alimentazione in ruminante introduce:
 - Zuccheri semplici (fruttosio, glucosio, ...)
 - Disaccaridi (saccarosio, maltosio, cellobiosio, ...)
 - Polisaccaridi (amidi e cellulose)
 - Sostanze pectiche (polimeri di acidi uronici)
 - Emicellulose (polimeri insolubili in acqua)
 - Lignina

Batteri cellulolitici:

Bacterioides succinogenes

Ruminococcus flavefaciens

Ruminococcus albus

Butyrivibrio fibrisolvens

Cilliobacterium cellulosolvens

Clostridium longisporum

Clostridium lochheadii

Batteri amilolitici:

Streptococcus bovis

Bacterioides amylophilus

Bacterioides ruminicola

Succinivibrio dextrinosolvens

Succinomonas amylolitica

Selenomonas ruminantium

...

Batteri lattici:

Lactobacillus lactis

Lactobacillus brevis

Lactobacillus acidophilus

Lactobacillus casei

Eubacterium ruminantium

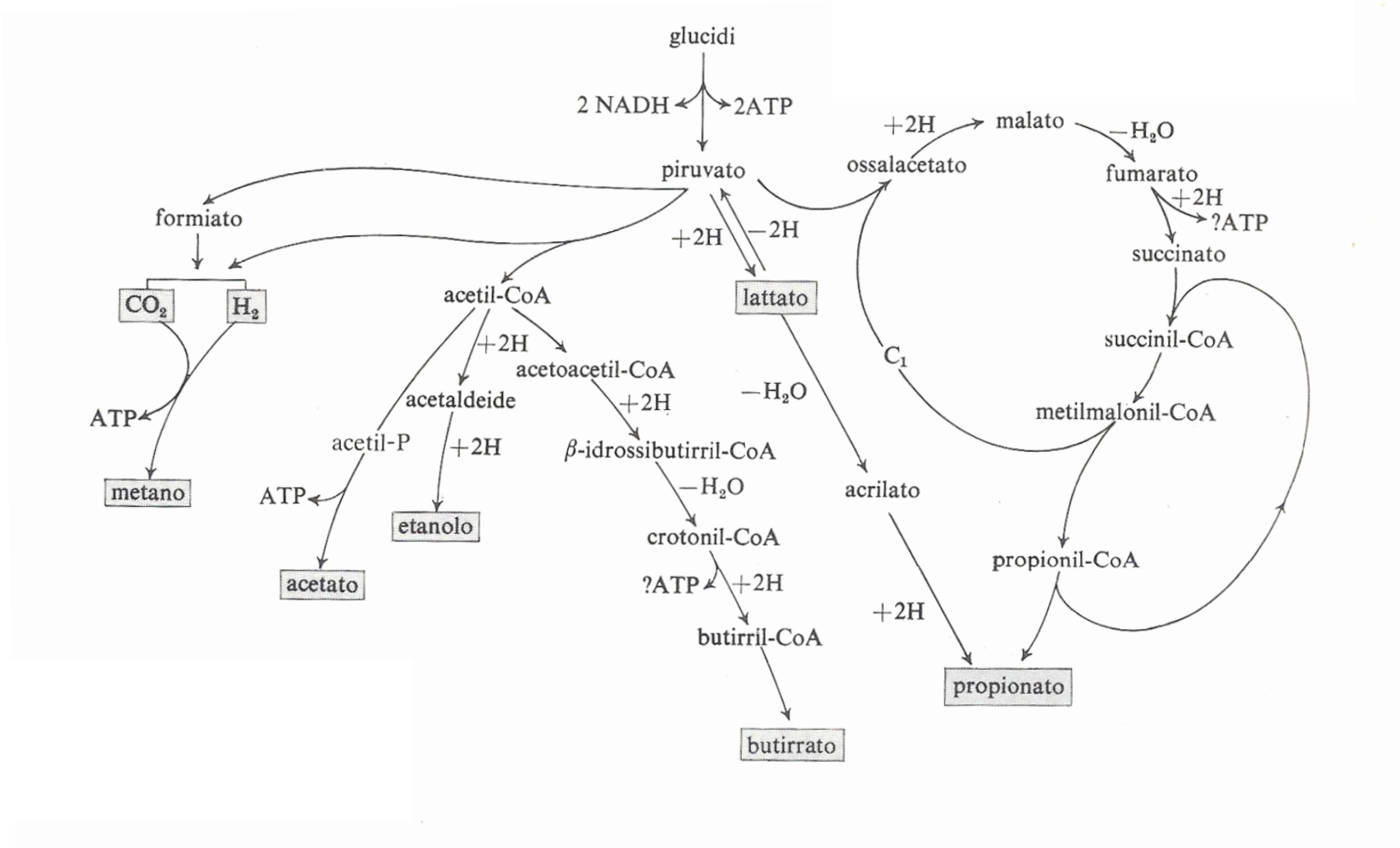
PROTOZOI DEL RUMINE

CILIATI

- **Olotrichi:** assimilano i glucidi solubili trasformandoli in amido, degradano le pectine, producono acido acetico, butirrico e lattico

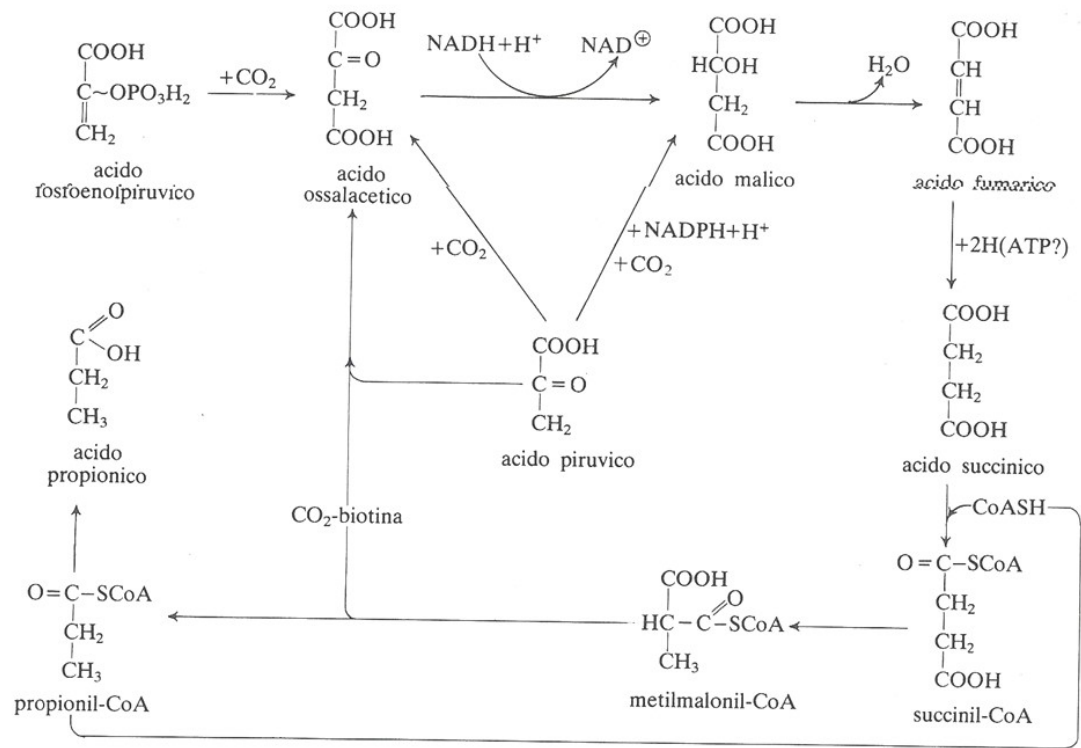
- **Entodiniomorfi:** utilizzano amido, cellulosa ed altri polisaccaridi

Vie metaboliche



Destino dell'acido piruvico in anaerobiosi

Fig. 12.25 Sintesi dell'acido propionico secondo la via «randomizzante» o degli acidi dicarbossilici.



ACIDI GRASSI VOLATILI PRODOTTI DALLE FERMENTAZIONI RUMINALI

Acetico	CH₃-COOH
Propionico	CH₃-CH₂-COOH
Butirrico	CH₃-CH₂-CH₂-COOH

ACIDI GRASSI VOLATILI

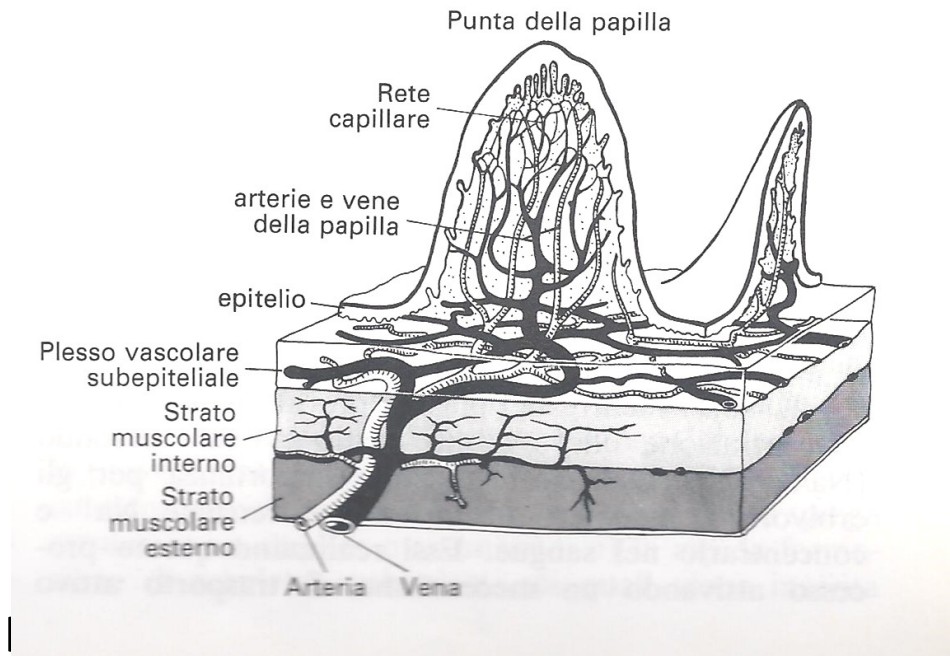
La percentuale di acidi grassi volatili formati:

- **acido acetico (55-65%)**
- **acido propionico (25-30%)**
- **acido butirrico (10-15%)**

- **acido acetico** —————> **foraggi (ricchi di fibra lentamente fermentata)**
- **acido propionico** —————> **concentrati (ricchi di amido rapidamente fermentato)**
- **acido butirrico** —————> **zuccheri solubili**

Assorbimento e destino degli AGV

Assorbiti da epitelio ruminale



Assorbime

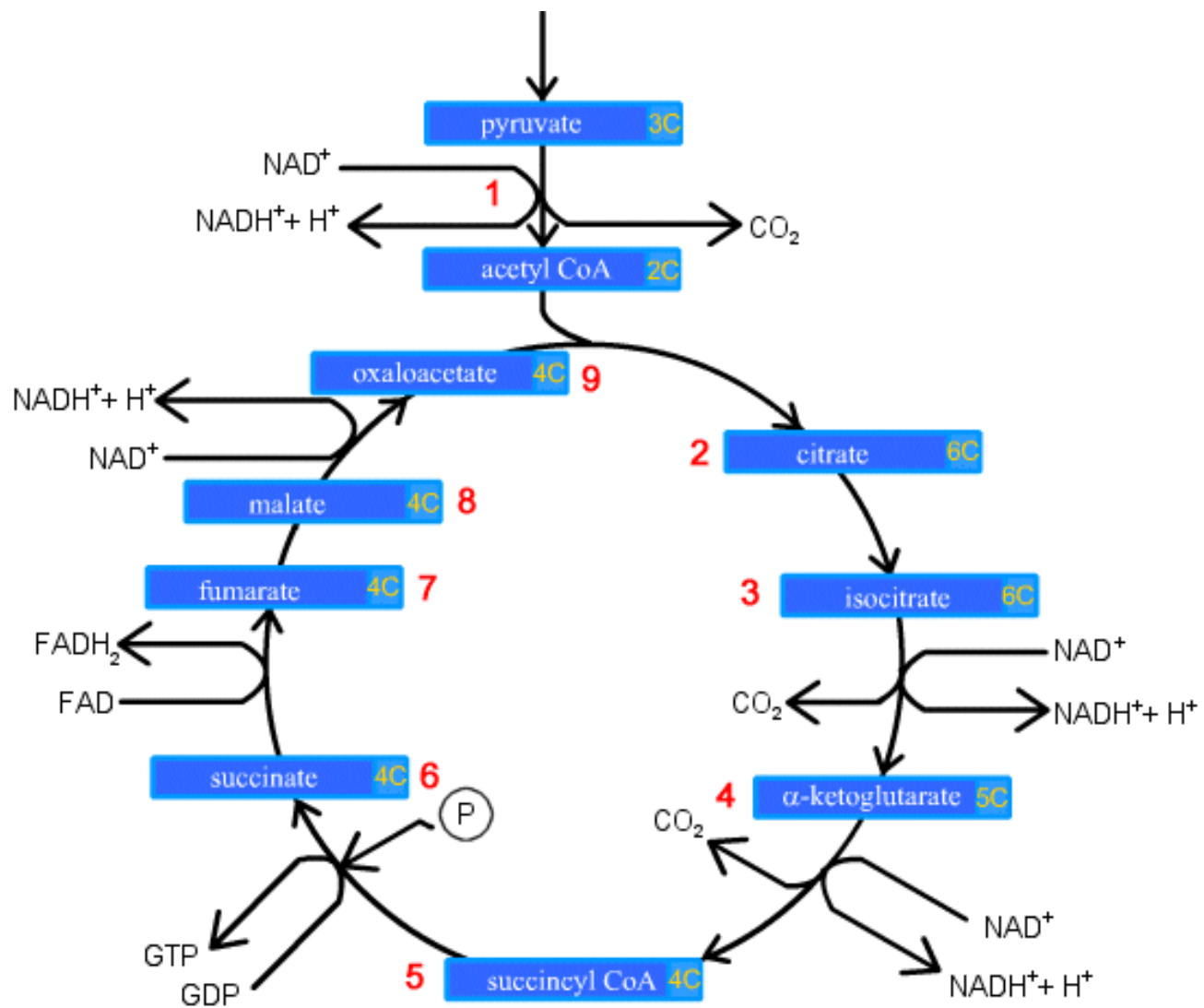
- Forniscono circo il 60 – 70% del fabbisogno energetico del ruminante.

ACIDO ACETICO: viene utilizzato come substrato energetico entrando come Acetil-CoA nel ciclo di Krebs. Per ogni mole di ac. acetico si formano 10 moli di ATP.

Inoltre è un precursore per la sintesi degli acidi grassi del latte, dei grassi a lunga catena (lipogenesi), del colesterolo e dei suoi derivati.

- Il butirrato viene utilizzato dalla parete ruminale come substrato energetico, con la formazione di β -idrossibutirrato
- Esiste un sistema attivo di trasporto del Na^+ dal ruminale al sangue

ACIDO PROPIONICO: viene convertito nel fegato a glucosio (nel sangue si trova in concentrazioni bassissime). Importante: è un fattore condizionante per l'utilizzazione dell'acido acetico (in quanto precursore dell'ossalacetato). Per ogni mole fronde 18 moli di ATP.



Sostanze azotate e proteine

Negli alimenti vegetale sono presenti: aa liberi, ac. Nucleici, basi puriniche e pirimidiniche, colina, ammoniaca, urea, nitrati, nitriti, ... tutte sostanze contenenti azoto.

Sono metabolizzate dalla flora ruminale che produce proteine di elevato valore biologico (e contenenti tutti gli aa).

Inoltre i microbi ruminanti hanno l'UREASI che consente l'utilizzo di urea.

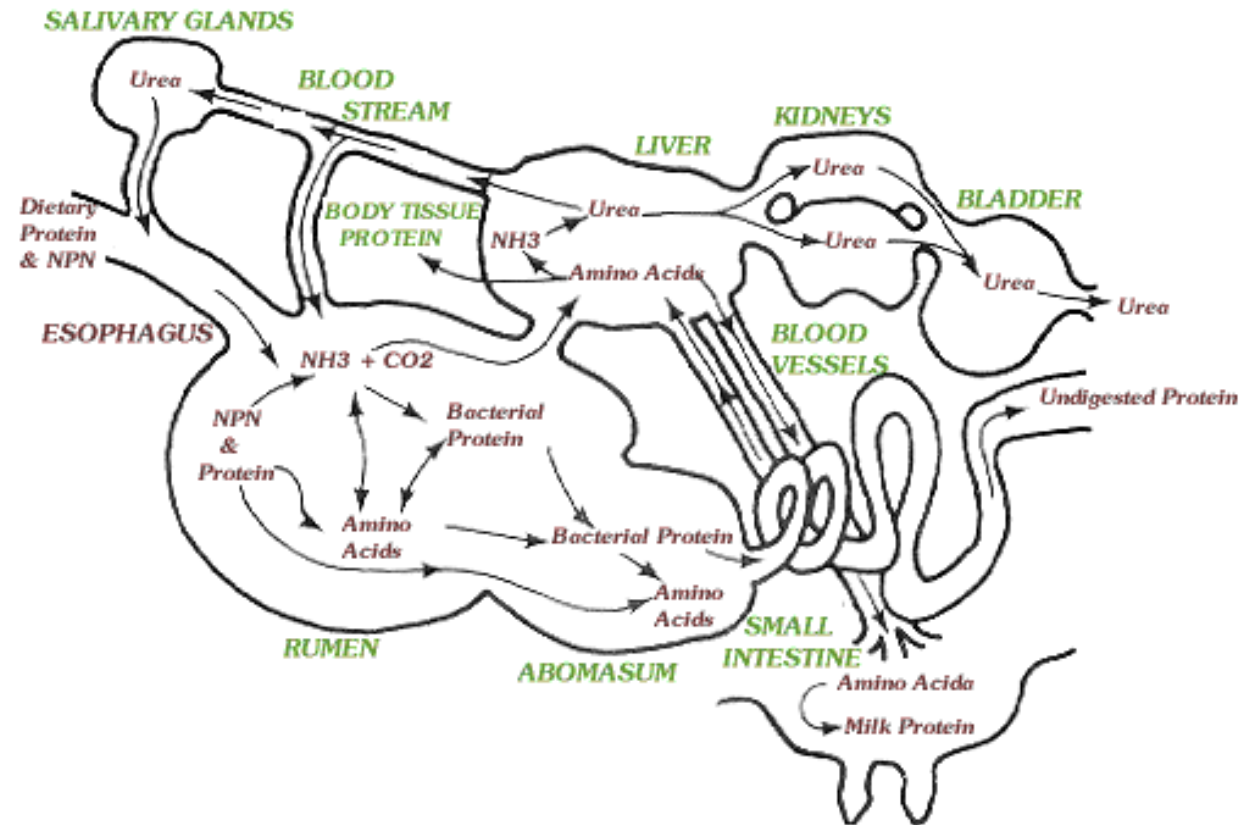
Tutti i processi che abbiamo visto causano la produzione di NH_3 che può:

- a) Essere eliminata con l'eruttazione;
- b) Può essere assorbita, arrivare al fegato, essere trasformata in urea ed escreta a livello renale (oppure ciclo salivare azoto);
- c) In alte concentrazioni può bypassare il fegato e provocare effetti tossici.

NB: anche in questo caso l'assorbimento dipende dal pH ruminale

Ciclo salivare azoto

- L'urea formata nel fegato, dal circolo arriva alle gh. salivari e, quindi, torna nel rumine dove viene nuovamente metabolizzata.



- Evidentemente il metabolismo delle sostanze azotate dipende anche da quello dei carboidrati per almeno due motivi:
 - A) NH_3 si lega agli scheletri carboniosi per formare aa
 - B) Gli AGV, modulando il pH ruminale, condizionano il suo assorbimento.

pH ruminale 5.8 – 6.8, pKa acido acetico = 4.8

Digestione ruminale dei lipidi

Nella dieta prevalgono i galattosilgliceridi, acidi grassi per lo più insaturi, della serie linolenica (ex ac. palmitoleico, oleico, linoleico, linolenico, arachidonico, ...).

Prima la flora batterica ruminale attua una azione litica, con formazione di glicerolo, galattosio, basi azotate, fosfati, steroli ed acidi grassi liberi.

Poi, gli acidi mono- o poli-insaturi vengono idrogenati ad acidi grassi saturi. Si ha anche la formazione di acidi grassi a catena ramificata.

Nel bovino i grassi di deposito sono fondamentalmente tristearati e tripalmitati.

Sintesi vitaminiche ruminali

Vengono sintetizzate:

- vit. B1, B2, B6, B12, PP, acido pantotenico, acido folico e biotina.
- Vitamina C
- Vitamina K

Non vengono sintetizzate (o comunque devono essere integrate):
vitamine A, D, E.

PROCESSI DI DETOSSIFICAZIONE NEL RUMINE

I microrganismi del rumine:

- metabolizzano alcune sostanze tossiche naturali o artificiali**
- sono in grado di detossificare i pesticidi**
- effettuano la dealogenazione del DDT a DDD**
- detossificano gli insetticidi organofosforici come il Parathion**