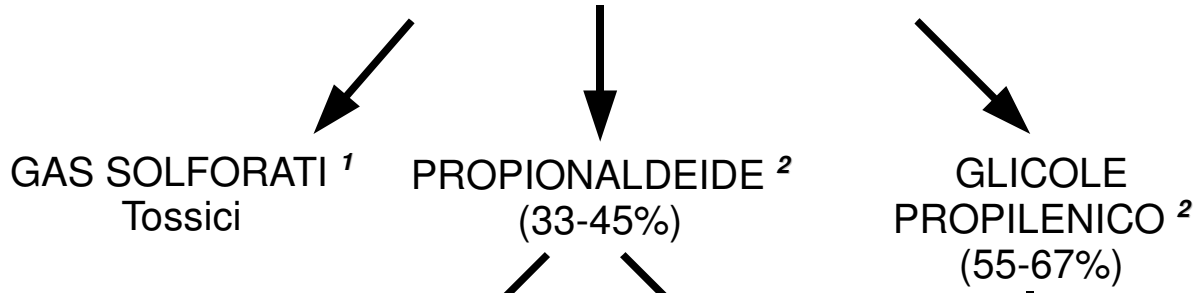
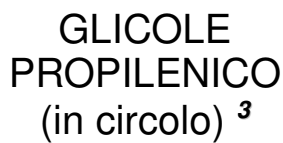
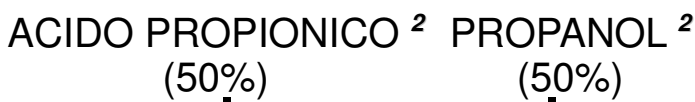


GLICOLE PROPILENICO

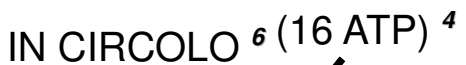
RUMINE



INTESTINO

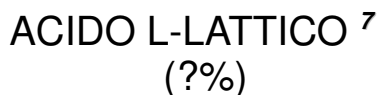


FEGATO



RENI

ELIMINATO



BILANCIO ENERGETICO TOTALE
1 MOLECOLA DI GLICOLE PROPILENICO = 9-14,5 ATP

GLICOLE PROPILENICO

NEL RUMINE

1 - Nella fermentazione del glicole a livello ruminale si ha la formazione di gas contenenti Zolfo altamente tossici. I principali sono 1-propanethiol, 1-(methylthio)propane, methylthiirane, 2,4-dimethylthiophene, 1-(methylthio)-1-propanethiol, dipropyl disulfide, 1-(propylthio)-1-propanethiol, dipropyl trisulfide, 3,5-diethyl-1,2,4-trithiolane, 2-ethyl-1,3-dithiane, and 2,4,6-triethyl-1,3,5-trithiane (Trabue et al., J. Agric. Food Chem., 2007).

2 – A livello ruminale una quota del 55-67% del glicole passa inalterato, mentre la restante quota (33-45%) viene convertita in propionaldeide che a sua volta viene trasformata in acido propionico (50%) e propanol (50%) che vengono assorbiti attraverso la parete ruminale (Veltman et al., Biodegradation, 1998).

IN CIRCOLO

3 – L'80% circa (90% nelle manze) della quota assorbita a livello intestinale (non vi sono dati su quale sia la percentuale di assorbimento, ma è logico pensare che una quota possa essere persa con le feci) rimane in circolo e non viene elaborata a livello epatico. Viene eliminata per via urinaria inalterata (12-45%) o convertita in glucuronide coniugato (Kristensen and Raun, JDS 2007; Raun et al., 2004).

NEL FEGATO

4 – Il fegato utilizza solamente il 20% circa del glicole presente a livello ematico e con una metabolizzazione molto lenta (Kristensen et al., JAS, 2002); il dato è ancora inferiore nelle manze dove la percentuale scende sotto il 10% (Raun et al., J. Anim. Feed Sci., 2004). Il fegato converte il glicole prima in lactaldeide e poi in acido lattico che viene utilizzato per la produzione di energia (16 ATP). Questa seconda conversione ad acido lattico richiede energia per poter essere svolta.

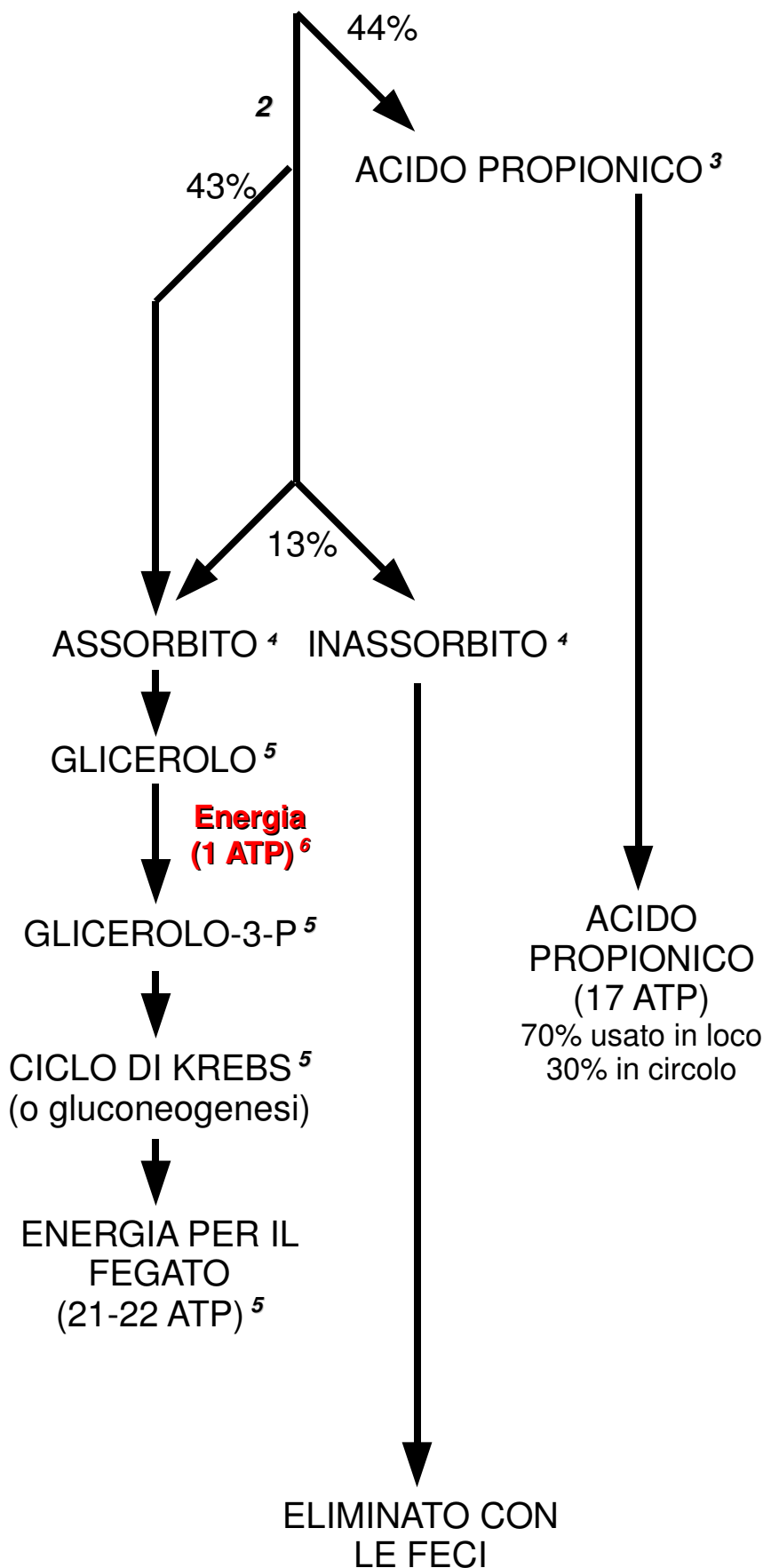
5 – L'acido lattico prodotto a livello epatico per circa un 70% viene utilizzato in loco come forma energetica e per un 30% immesso in circolo (Kristensen and Raun, 2008).

6 – Nel caso l'energia non sia presente in quantità adeguata (deficit energetico, calo ingestione, chetosi e steatosi [Zammit, J. Agric. Sci., 1990], ecc.) la reazione si blocca e si ha la formazione della sola lactaldeide, estremamente tossica, che viene immessa in circolo e che si ritiene sia la principale responsabile degli effetti tossici del glicole propilenico (Nielsen and Ingvarsen, Anim. Feed Sci. Technol., 2004)

RENI E URINA

7 – Una quota dell'acido lattico prodotto a livello epatico (ad oggi non esattamente quantificata) viene eliminata per vie renale.

GLICEROLO¹



NOTE

¹ Come fonte di glicerolo esistono diversi prodotti caratterizzati da differenti gradi di "purezza" (glicerolo grezzo o farmaceutico). La differenza non è solo il colore (marrone o trasparente), ma anche il contenuto di residui industriali (Metanolo, fino al 20-25% e Sodio idrossido [Shaver R., Wisconsin Univ.])

² All'aumentare del dosaggio (>1% SS) si ha una riduzione dell'attività dei batteri cellulolitici (Roger, 1992)

² Si ottiene una riduzione della incorporazione di Azoto da parte dei batteri ruminali (Kijora, 1998)

³ La velocità di conversione è paragonabile a quella degli amidi (Formigoni, 2009)

⁴ A livello intestinale si ha una digeribilità bassa, circa 10% (Overton, 2007); la quantità persa con le feci è dovuta all'effetto lassativo.

⁵ A livello epatico il glicerolo viene dapprima convertito in Glicerolo-3-Fosfato e poi, tramite la conversione in acido piruvico, entra (per la stragrande maggioranza) nel ciclo di Krebs (Glicolisi). Altre opzioni possono portare o alla sintesi lipidica (glicerolo+3 acidi grassi) o alla gluconeogenesi.

⁶ La condizione essenziale perchè avvenga l'ossidazione del glicerolo è la presenza di energia a livello epatico, spesso elemento carente nel periparto e soprattutto nelle vacche in chetosi.

RUMINE

INTESTINO

FEGATO

ELIMINATO

BILANCIO ENERGETICO TOTALE
1 MOLECOLA DI GLICEROLO = 21-22 ATP

ZUCCHERI SOLUBILI

FRUTTOSIO

GLUCOSIO

MALTOSIO E
MALTOLIGOSACCARIDI

SACCAROSIO

Attività ruminale
molto bassa

25%¹ 75%¹
S. ruminantium
B. fibrisolvens
B. ruminicola

25%¹ 75%¹
M. elsdenii
B. fibrisolvens
B. ruminicola
R. amylophilus³

S. bovis²

Ac. propionico
Ac. butirrico

Ac. propionico
Ac. butirrico

FRUTTOSIO

GLUCOSIO

MALTOSIO E
MALTOLIGOSACCARIDI

SACCAROSIO

GLUCOSIO+
FRUTTOSIO

No variazioni
glicemia e
insulina (GI 19)⁴

Ampie variazioni
glicemia e insulina
(GI 99)⁴

Ampie variazioni
glicemia e insulina
(GI 105)⁴

Medie
variazioni
glicemia
e insulina
(GI 68)⁴

Esocinasi (bassa affinità)
Chetocinasi (Fegato - alta affinità)

1 ATP

FRUTTOSIO 1-P
FRUTTOSIO 6-P

GLICOLISI +
C. DI KREBS
37 ATP
(FEGATO)⁵

GLICOLISI +
CICLO DI
KREBS
38 ATP

GLICOLISI +
CICLO DI
KREBS
38 ATP

GLICOLISI +
CICLO DI
KREBS
37-38 ATP

BILANCIO ENERGETICO TOTALE
1 MOLECOLA DI ZUCCHERI SOLUBILI = 37-38 ATP

RUMINE

INTESTINO

SANGUE

FEGATO

ZUCCHERI SOLUBILI

NEL RUMINE

1 – Il calcolo della quota by-pass scaturisce dalla formula $K_d/(K_d+K_p)$ con valori $K_d=40\%/h$ e $K_p=12\%/h$ (Sniffen e Formigoni, 2008)

2 – Il saccarosio non ha, a differenza di altri zuccheri, un grande impatto sull'attività dei batteri ruminali. L'unico batteri fortemente stimolato dalla presenza di saccarosio è lo *Streptococcus bovis*, principale responsabile della produzione di acido lattico a livello ruminale (Russel & Baldwin, AEM).

3 – *Ruminobacter amylophilus* è il principale responsabile della demolizione dell'amido a livello ruminale e la sua attività è stimolata in maniera selettiva dal maltosio e dai maltoligosaccaridi (fra tutti soprattutto il maltotriosio); non fermenta in presenza di glucosio (S. Emanuele, 2007).

IN CIRCOLO

4 – Gli zuccheri, a livello ematico, non determinano le medesime risposte in termini di variazioni di glicemia e insulinemia. In particolare:

- **FRUTTOSIO:** il suo metabolismo (assorbimento ed utilizzazione epatica) è indipendente dall'insulina e non determina variazioni significative di glicemia e non aumenta i valori ematici di insulina
- **GLUCOSIO:** ha una assorbimento ed una utilizzazione rapida; determina variazioni importanti e rapide di glicemia ed insulina
- **MALTOSIO e MALTOLIGOSACCARIDI:** il maltosio è lo zucchero con il maggiore indice glicemico (GI 105), è quindi lo zucchero in grado di fornire energia nella maniera più rapida ed efficace. Prove di campo hanno evidenziato come, con l'utilizzo di maltosio e maltoligosaccaridi si abbia un aumento rapidissimo della glicemia (picco glicemico dopo 15-30 minuti). Determina più di tutti gli altri zuccheri aumenti rapidi ed ampi dei valori di insulina nel sangue.
- **SACCAROSIO:** ha una efficienza energetica intermedia tra fruttosio e glucosio/maltosio (GI 68).

NEL FEGATO

5 – L'utilizzazione del fruttosio come forma di energia è, prevalentemente a livello epatico, dove l'enzima chetocinasi, ha una altissima affinità per il fruttosio ed è l'unico zucchero metabolizzato da questo enzima. Per quanto riguarda l'enzima esocinasi, rappresenta una via secondaria perchè ha una scarsa affinità per il fruttosio, mentre ha una affinità molto elevata per il glucosio, suo substrato ideale. L'utilizzazione del fruttosio all'interno della glicolisi e del ciclo di krebs, richiede, rispetto al glucosio, una spesa di 1 ATP per l'attivazione a fruttosio-1(6)-fosfato e quindi la sua utilizzazione porta alla formazione di 37 ATP e non di 38 ATP.