

Consentitemi di presentarvi, a titolo in-  
tivo, alcune diapositive:

Fig. 1: Efficienza dell'utilizzo delle proteine, p  
produzione di latte e di altri  
tine

## METABOLISMO PROTEICO E PROTEINE PROTETTE

W. KAUFMANN



**METABOLISMO PROTEICO E  
PROTEINE PROTETTE**

**W. KAUFMANN**

Giornata di Studio - Milano, 25 gennaio 1984

Assalzo

Quaderno n. 21/84

## METABOLISMO PROTEICO E PROTEINE PROTETTE

Il metabolismo delle proteine nei ruminanti riveste notevole interesse per l'uomo. Questi animali non utilizzano alimenti necessari agli essere umani. Essi sono capaci di trasformare qualsiasi tipo di composto azotato fermentabile (solubile), per esempio urea, in proteina del latte avente elevatissimo valore biologico. Essi producono la loro propria proteina monocellulare nel rumine e l'usano per i propri fabbisogni proteici, con un'efficienza di utilizzo tra il 30 ed il 40%, a seconda della produzione di latte.

Consentitemi di presentare, a titolo introduttivo, alcune diapositive:

Fig. 1: Efficienza dell'utilizzo delle proteine, per la produzione di proteina del latte o di altre proteine animali

### Utilizzo delle proteine dei mangimi

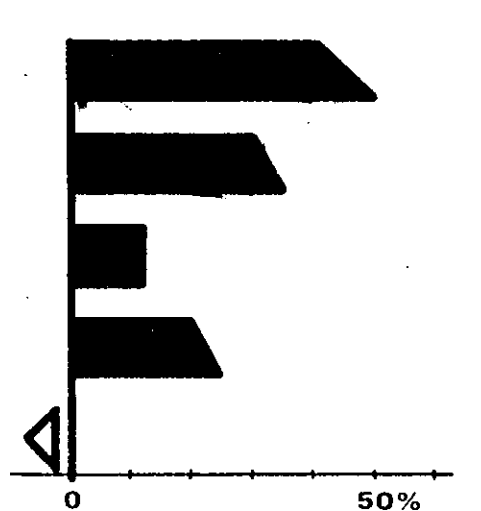
Bovine da latte

Ovaiole

Bovini da carne

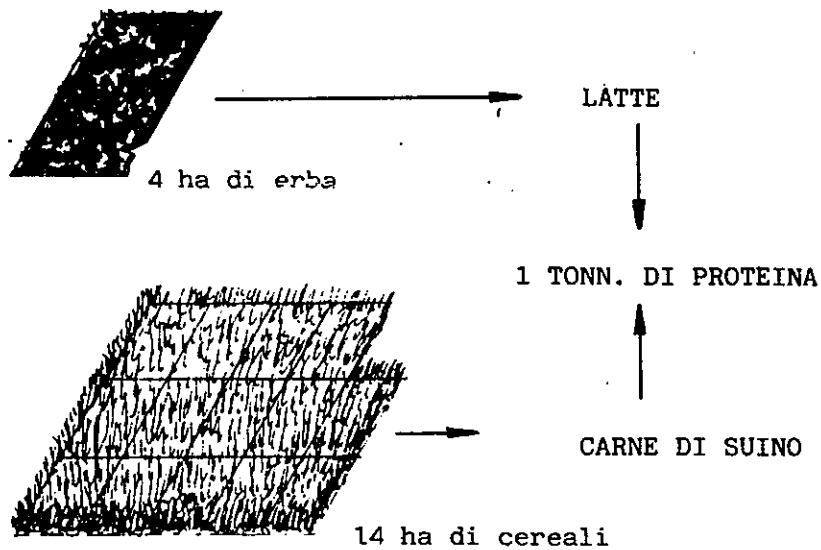
Suini all'ingrasso

Vitelli a carne bianca



La Fig. 2 mette maggiormente in evidenza queste differenze, confrontando le superfici di terreno necessarie per produrre una tonnellata di proteina del latte o della carne di suino.

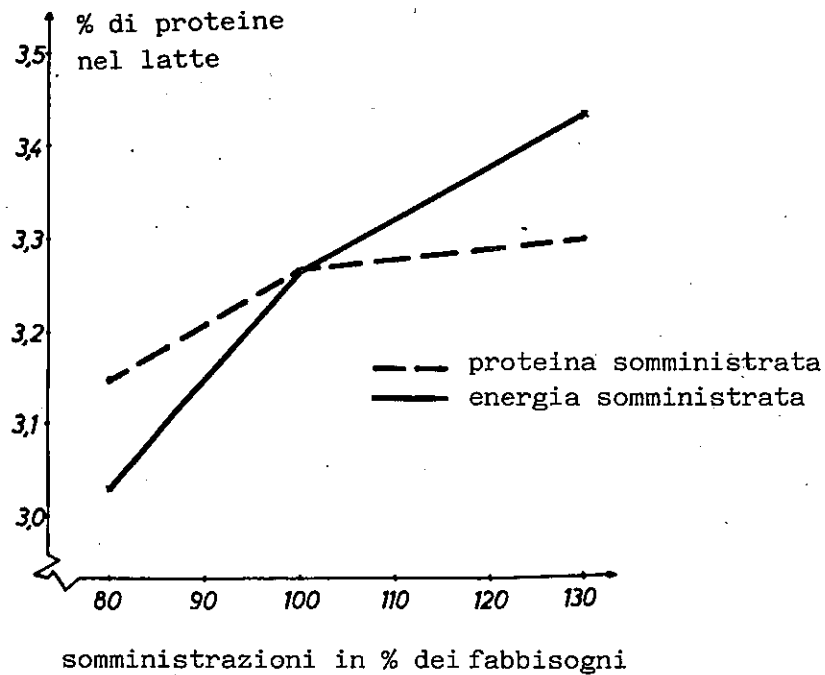
Fig. 2: Confronto tra le superfici di terreno necessarie per produrre 1 tonn. di proteina del latte o della carne di suino



Oggi ci interessa discutere quali siano le condizioni per trasformare urea oppure proteina di scarso valore in proteina del latte di così elevata qualità.

Da molto tempo gli allevatori cercano di ottenere un contenuto più elevato di proteine nel latte somministrando più proteina. La prossima figura riassume i risultati di molti esperimenti in un lungo periodo di tempo.

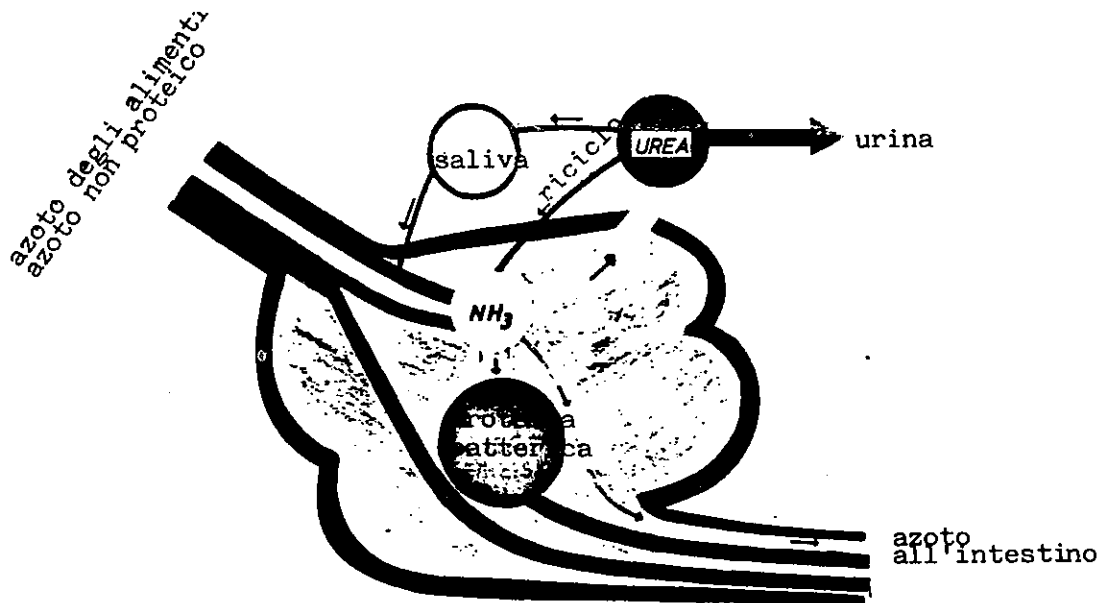
Fig. 3: Influenza della somministrazione di energia e di proteine sul contenuto di proteine del latte (adattamento da Gordon, 1977)



Non è stato l'aumento della proteina, bensì l'incremento dell'energia nella razione, ad accrescere la proteina del latte.

Questi risultati imprevisti possono ora trovare spiegazione. A questo scopo, esaminiamo la prossima Fig. 4.

Fig. 4: Digestione della proteina nel rumine



Due sono le fonti di proteine per i ruminanti:

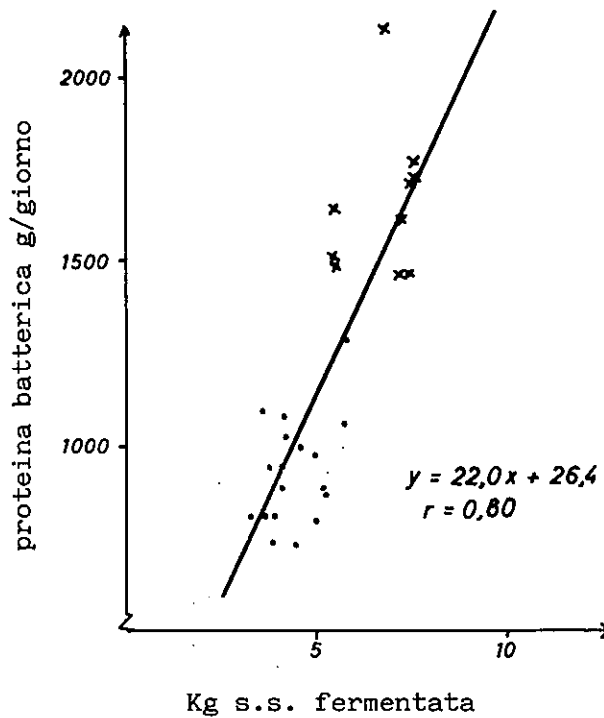
- 1) quella percentuale di proteine degli alimenti che raggiunge non degradata l'intestino (in media circa il 70% della proteina degli alimenti viene degradata);
- 2) quella quantità di proteina batterica prodotta nel rumine (in condizioni normali questa percentuale di proteina batterica soddisfa circa il 60-80% dei fabbisogni).

E' quindi interessante conoscere quali siano i fattori che influenzano il tasso di sintesi della proteina batterica, la quale ha elevato valore biologico, poichè quanto a composizione amminoacidica è confrontabile con la proteina del latte.

Un fattore che influenza il tasso di sintesi è la quantità di azoto disponibile nel rumine sotto forma di ammoniaca dopo la fermentazione nel rumine della proteina degli alimenti (circa 70%). La migliore condizione si avrebbe quando nel rumine non ci fosse nè eccesso, nè mancanza di ammoniaca (come fertilizzante della flora).

Tuttavia, come mostra la prossima Fig. 5, c'è un secondo fattore coinvolto, la provvista di energia.

Fig. 5: Sintesi di proteina batterica e sostanza organica fermentata



Questo è il motivo per il quale interagiscono i metabolismi delle proteine e dell'energia. Per spiegare ciò in modo chiaro, dobbiamo dire che se non c'è ab-

bastanza energia, viene sintetizzata meno proteina batterica. Ora siamo in grado di capire i risultati esposti nella Fig. 3. Maggiore quantità di proteina nel rumine produce per lo più maggiore volume di ammoniaca nel rumine, e non maggiore quantità di proteina per l'animale. Tuttavia, prima di parlare di queste interazioni, ci sono altri due punti interessanti:

- 1°) se sappiamo che per ogni 100 g di sostanza organica fermentata vengono prodotti circa 22 g di proteina batterica, possiamo calcolare il rapporto fra proteina batterica ed energia ingerita, presupponendo che circa il 60% della sostanza organica ingerita sia fermentata nel rumine. Il risultato è 15 g di proteina batterica per 100 E. ST, ossia 13,5 g per MJ di  $EN_L$ .
- 2°) Ancora più importante è il quesito: qual'è il livello massimo di energia somministrabile, ossia, quale è la quantità massima di proteina batterica producibile nel rumine?

Tutti voi sapete che la concentrazione energetica, cioè il contenuto di energia per Kg di alimento è limitante per i ruminanti. Essi hanno bisogno di almeno 50% di foraggi, ossia non meno di 18% di fibra grezza nella razione per regolare la ruminazione, la salivazione e la fermentazione. Il limite massimo di energia può essere attorno a 600 E.ST/Kg, cioè 6,5-6,9  $EN_L$ /Kg. Questo quantitativo porta ad una sintesi di proteina batterica di circa 90 g per Kg di una razione di questo tipo.

Per produrre questa quantità di proteina batterica, deve essere coperto il fabbisogno di azoto. Sono necessari 130 g di proteina, dal momento che solamente il 70% di essa è degradata ad ammoniaca e resa così disponibile per i batteri. Ciò significa che una razio-

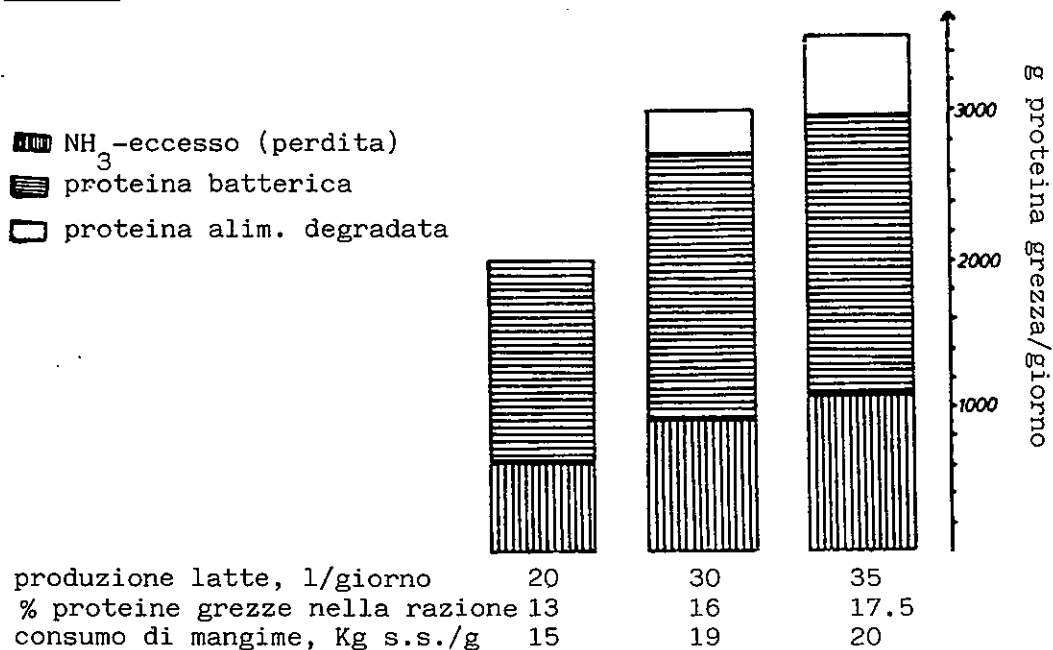


ne col 13% di proteina assicura il fabbisogno di azoto più elevato che sia possibile quando venga somministrata un'elevatissima concentrazione di energia.

La flora ruminale non ha mai bisogno di più azoto, poichè non sono da prevedersi percentuali di degradazione inferiori al 70%.

La quantità del 13% di proteine della razione soddisfa i fabbisogni della flora del rumine ma non quelli di proteina dell'animale che produca più di 15-20 Kg di latte. La prossima Fig. 6 lo dimostra: la quantità di proteina oltre il 13% viene degradata per circa il 70% ad ammoniaca, la quale non può essere trasformata in proteina batterica (non essendoci sufficiente energia), e solo per circa il 30% resta non degradata, raggiungendo l'intestino dove è utilizzata dall'animale.

Fig. 6: Tasso di utilizzo della proteina nel rumine



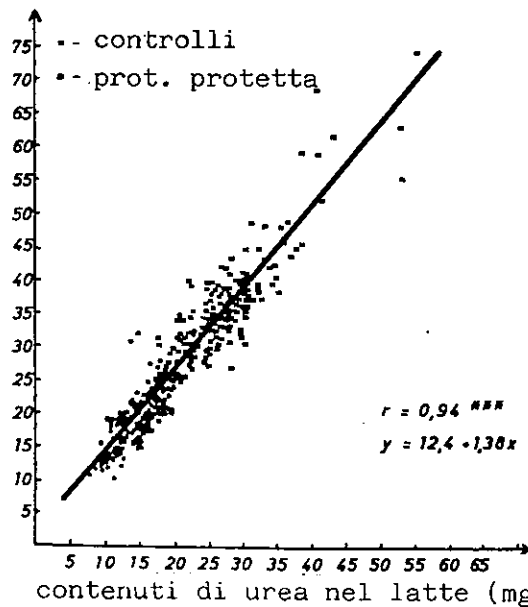
Dalla Fig. 6 notiamo un inevitabile eccesso di ammoniaca. Esso è uno dei problemi con le grandi lattifere: l'aumento dell'eccesso di ammoniaca, che deve essere depositata nel fegato, influenzandone negativamente il metabolismo, porta a difficoltà nella fertilità.

Questo può essere dimostrato nelle Fig. 7 e 8. Si può notare che la situazione può essere facilmente descritta determinando il contenuto di urea nel latte.

Fig. 7: Correlazioni fra ammoniaca ruminale ed urea plasmatica

	15% prot. gr.	19% prot.gr.+ pp	19% prot.gr.
NH <sub>3</sub> nel liquido rum. (ml/l)	9,5	8,1	17,5
Urea nel plasma sang. (ml/100 mg)	16	28	40

Fig. 8 : Relazione fra contenuti di urea nel latte e nel sangue



La Fig. 9 mostra le relazioni con la fertilità.

Fig. 9: Relazioni tra somministrazione di proteine, urea nel latte e fertilità

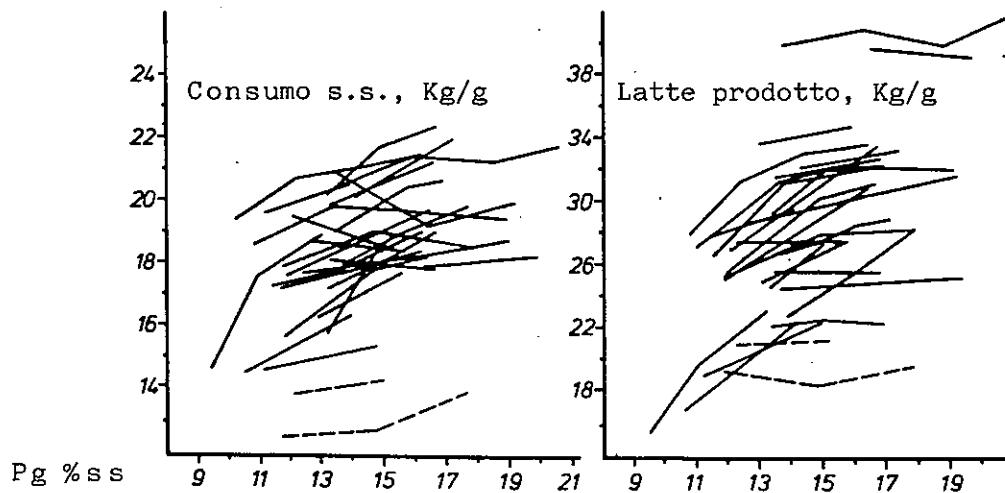
Contenuto in proteine, %	13,0	14,5	17,5
Contenuto di urea nel latte (mg/100 ml)	26	31	33
Indice di inseminazione	1,64	1,72	1,93
Giorni vuoti	88	88	97

(N = 547

(Rüer, dati non pubb.)

A questo punto debbo fare un breve accenno ai fabbisogni di proteine, dal momento che ogni eccesso di proteine oltre i fabbisogni produce più ammoniaca oltre la quantità inevitabile. La Fig. 10 riassume un forte numero di risultati.

Fig. 10: Livelli proteici della razione, consumi di sostanza secca e quantità di latte prodotto



A sinistra, osserviamo che oltre il 13% non aumenta più l'ingestione. A destra, vediamo che oltre il 15-16% non aumenta più la produzione di latte.

La Fig. 11 riporta alcuni risultati ottenuti da Organizzazioni Ufficiali in varie Nazioni.

Fig. 11: Quantità di proteine consigliate per grandi lattifere secondo vari sistemi (Kg 625 p.v., 35 Kg di latte corretto in base al grasso, 21 Kg di s.s. ingerita/giorno)

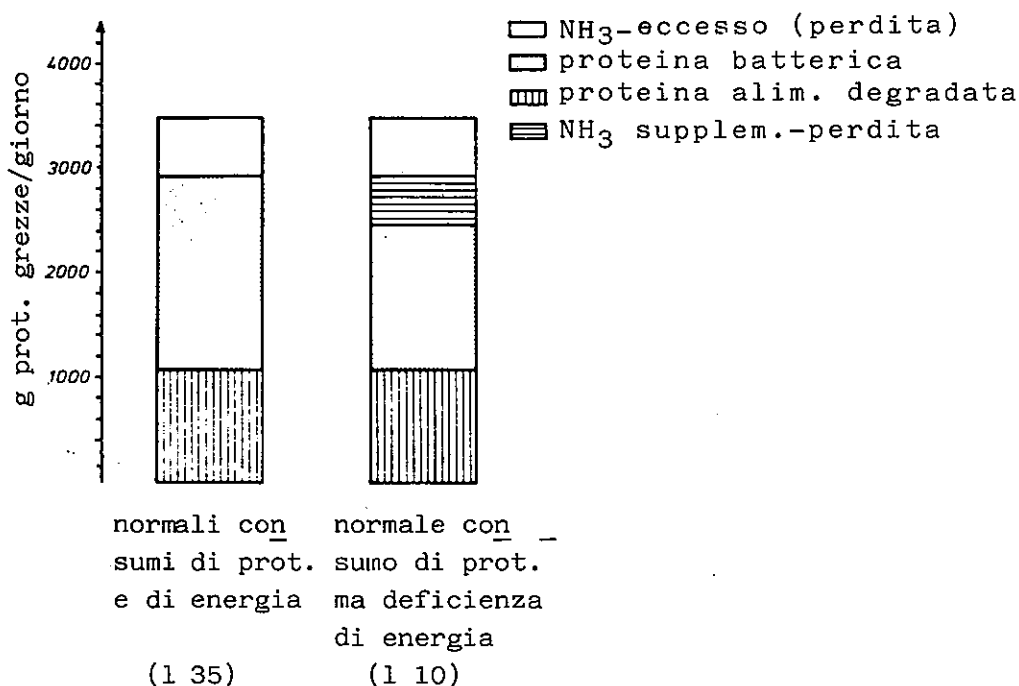
Sistema	Pr. gr., Kg/giorno	Pr. gr./ % sulla s.s.
DCP-NRC, 1978	3,55	16,9
INRA, 1978	3,30	15,7
SATTER-ROFFLER, 1975	3,60	14,6
DANIMARCA	3,60	17,2
GERMANIA	3,20	15,3

Ora torniamo indietro al problema della bovina grande lattifera, cioè al massimo di lattazione. Durante questo periodo, spesso c'è penuria di energia. Cosa avviene?

La Fig. 12 dimostra che un'alimentazione con scarsa energia provoca un eccesso di ammoniaca, ma anche una deficienza di proteina:

SCARSITA' DI ENERGIA =  
SCARSITA' DI PROTEINE =  
ECESSO DI NH<sub>3</sub>

Fig. 12: Influenza di scarsa energia alimentare sull'efficienza di utilizzo delle proteine



In una tale situazione, viene mobilizzata dai tessuti una forte quantità di grasso di riserva che va ad aggiungere un sovraccarico al fegato insieme coll'ammoniaca in eccesso, perchè la ridotta disponibilità di proteine porta a diminuzione della sintesi di quelle lipoproteine che trasportano il grasso mobilizzato dal fegato alle cellule o alla glandola mammaria.

Ne derivano diminuzione del contenuto di proteine del latte e ridotta fertilità.

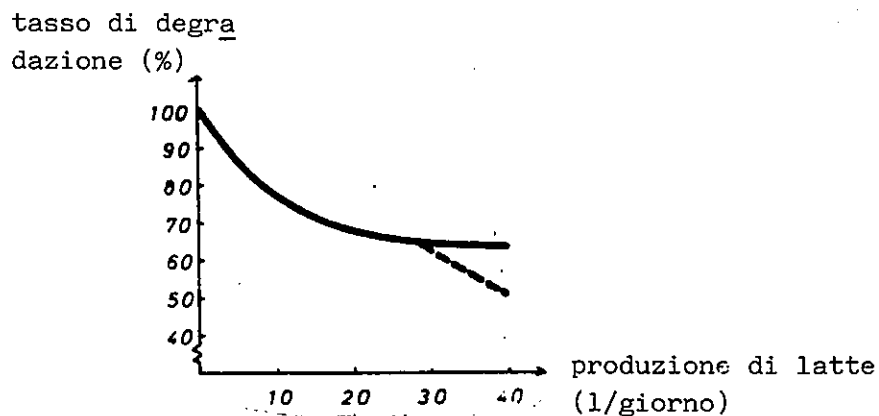
Cosa fare, per superare queste difficoltà?

1°) non si deve mai somministrare più proteina di quan-

ta ne sia necessario (circa 17%);  
2°) si deve cercare di produrre una proteina, il cui tasso di degradazione sia adattato ai fabbisogni (Fig. 13).

Ciò può essere ottenuto con la produzione di proteine protette.

Fig. 13: Tasso ottimale di degradazione delle proteine



somministrazione di energia secondo i fabbisogni del deficit energetico (mass. 600 cal ES.Kg ss, consumo di ss 18 Kg)

### PROTEINE PROTETTE

A questo punto, si pone il quesito se esistano proteine le quali siano naturalmente e costantemente scarsamente degradabili, abbiano un buon valore biologico (bilancio amminoacidico) e siano disponibili in quantità sufficienti e a prezzi accettabili.

Benchè si affermi che alcuni ingredienti ricchi di proteine, come il glutine di mais, le trebbie di birra, la farina di sangue e quella di pesce, possiedo-

no scarsa degradabilità, nella gran parte dei casi ciò è stato accertato soltanto "in vitro" (solubilità in tamponi) e può essere influenzato da fattori ignoti durante i procedimenti di lavorazione, come riscaldamento, ecc.

Un modo migliore per fornire proteine con una costante bassa degradabilità, idonea per l'alimentazione di animali ad alti rendimenti, è la protezione artificiale delle proteine.

Con questo procedimento, è possibile rendere ottimali gli ingredienti proteici nei riguardi del prezzo, della quantità e del bilancio degli amminoacidi. Essi possono essere modificati con tecniche di procedimento controllabili, in modo da ottenere una protezione costante massima contro la degradazione nel rumine, senza alcuna diminuzione nella digeribilità nell'intestino.

Ritornando alla Fig. 13, noi abbiamo bisogno di diminuire la degradazione dal tasso normale del 70% almeno ad un 40% per i concentrati, allo scopo di arrivare ad una media del 60%, dato che circa 2/3 della proteina di una razione derivano dalla base di foraggi.

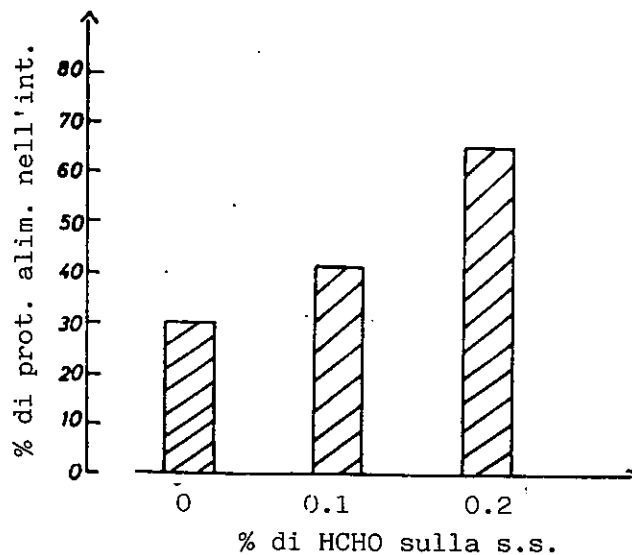
Attualmente, il procedimento più ampiamente usato, e che ha dato vita a prodotti commerciali, è il trattamento con formaldeide. Le differenze principali tra le varie tecniche di lavorazione consistono nella quantità di formaldeide impiegata e nella forma di applicazione, sotto forma di gas oppure in soluzione acquosa, in applicazione a continuo o discontinua. Per un identico trattamento, esercitano un'influenza anche il contenuto e la struttura delle proteine, il contenuto di carboidrati e le dimensioni delle particelle.

In un nostro studio su bovine con cannula rientrante duodenale, l'aumento della quantità di for-

maldeide produsse una diminuzione della degradazione ed un aumento del passaggio di proteine degli alimenti nel duodeno.

La Fig. 14 mostra i risultati.

Fig. 14: Effetti del trattamento con formaldeide sulla quantità di proteina alimentare nell'intestino.

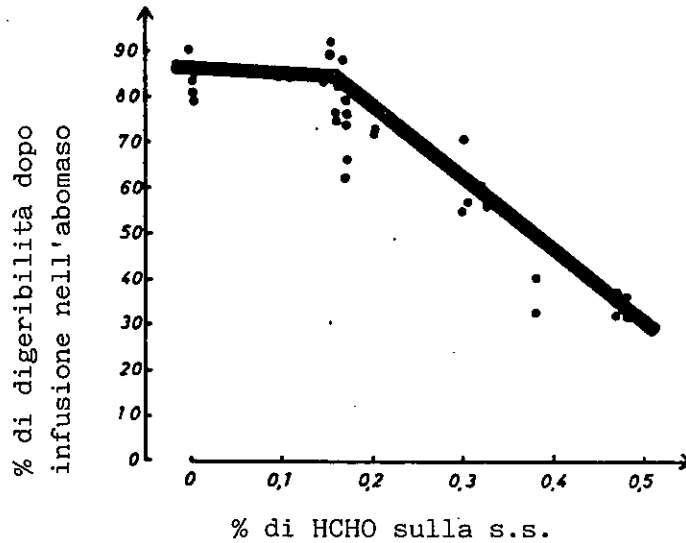


Con 2 g di formaldeide per Kg di sostanza secca, la degradabilità scese dal 70% al 30%.

E' importante anche assicurarsi che contemporaneamente non diminuisca la digeribilità nell'intestino. Di conseguenza, in ogni caso sono necessari due risultati: modifica della degradabilità nel ruminante e digeribilità nell'intestino. La Fig. 15 riporta i risultati di digeribilità ottenuti impiegando formaldeide. Più di 2 g di formaldeide per Kg di sostanza secca diminuiscono la digeribilità, cosicchè questa quantità rappresenta il limite massimo di applicazione.



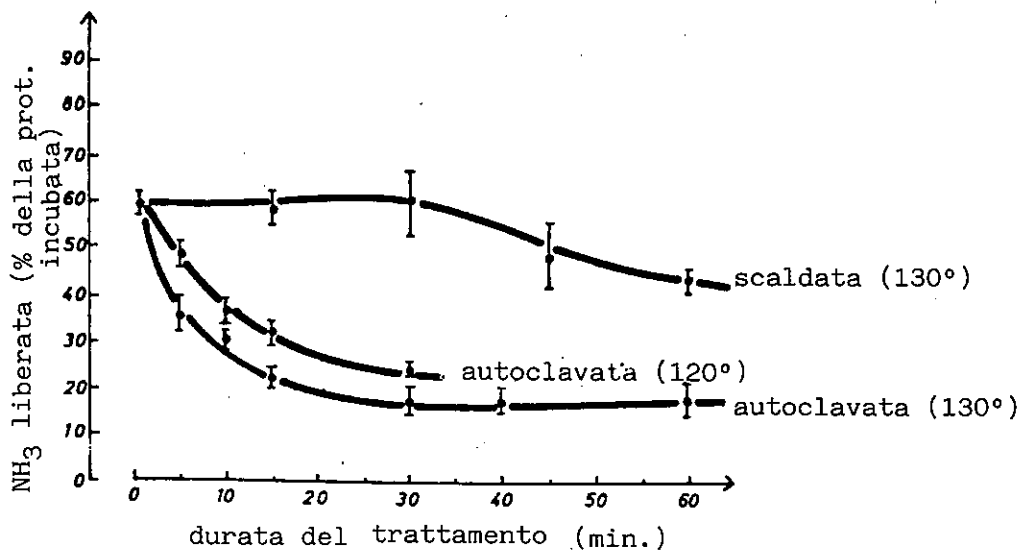
Fig. 15: Effetto della formaldeide sulla digeribilità di proteine della soia



Oltre al trattamento chimico, sono stati da molto tempo sperimentati dei trattamenti termici. Finora essi hanno fornito risultati diversi ed ancora non è stato preparato alcun prodotto commerciale.

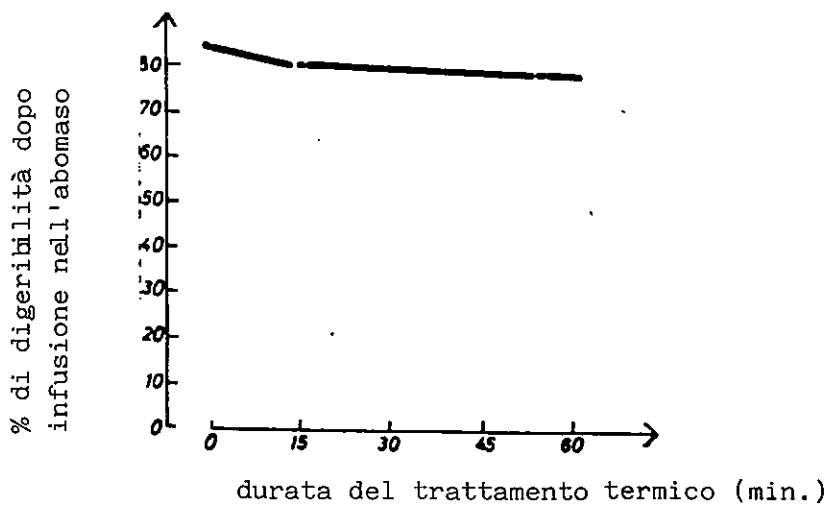
I nostri studi di laboratorio hanno chiaramente dimostrato gli effetti benefici di un breve trattamento in autoclave (15 min. a 120°-130°C) sulla liberazione di ammoniaca dalla farina di soia (Fig. 16).

Fig. 16: Effetti del trattamento termico sullo sviluppo di  $\text{NH}_3$  dalle proteine della soia



Il riscaldamento a secco richiede tempi molto più lunghi e temperature più elevate per conseguire risultati simili. E' possibile che in tali condizioni vengano danneggiate le proteine poichè può avvenire la reazione di Maillard con conseguenze sulla disponibilità della lisina. Autoclavando la soia, si constatò una sorprendente bassa riduzione della digeribilità (Fig. 17).

Fig. 17: Effetto del trattamento termico sulla digeribilità della proteina della soia



Quali sono i vantaggi dell'impiego di proteine protette?

- 1) Come dianzi spiegato, il problema con alte lattifere è un inevitabile eccesso di ammoniaca, il quale può essere diminuito soltanto con l'impiego di proteina protetta, che provoca:
  - a) diminuzione delle ripercussioni negative sul fegato;
  - b) maggior sintesi di lipoproteine nel fegato.
- 2) in corrispondenza col massimo di lattazione, spessissimo può avvenire una ipoalimentazione. Essa produce - come dianzi detto - un aumento dello eccesso di ammoniaca e nel contempo una mancanza di proteina. Con la proteina protetta:
  - a) diminuiscono sia la deficienza proteica, sia l'eccesso di ammoniaca;
  - b) aumenta la somministrazione di aminoacidi, migliorando l'efficienza di utilizzo del grasso di riserva riducendo il sovraccarico del fegato.
- 3) Da ultimo, impiegando proteina protetta occorrono meno proteine, cioè, si ottiene un effetto di risparmio.

Le Figure seguenti danno alcuni particolari e risultati, a conforto dei vantaggi summenzionati.

Fig. 18: Effetto di proteina protetta sul contenuto di urea del plasma

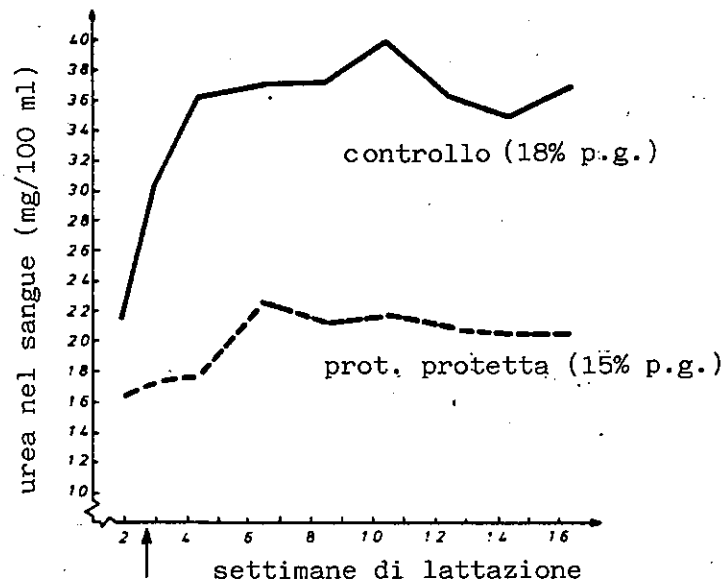
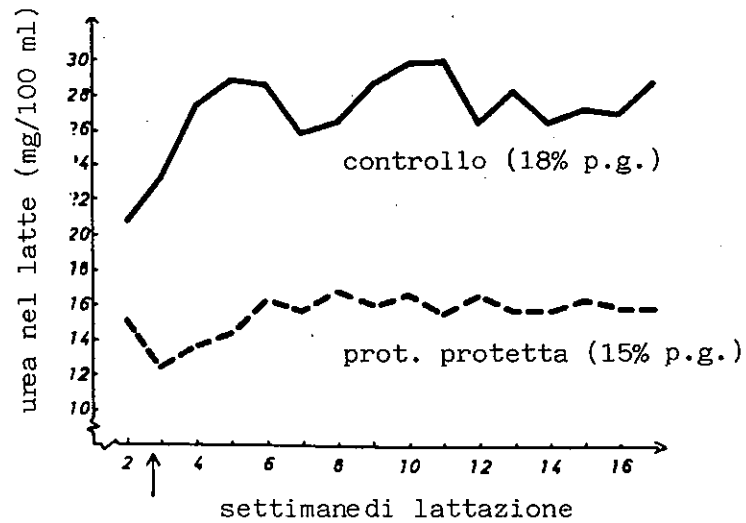


Fig. 19: Effetto delle proteine protette sul contenuto di urea del latte



La Fig. 20 elenca alcuni risultati di studi sulla produzione di latte ottenuta somministrando proteina diversa (effetto risparmio).

Fig. 20: Effetto della proteina protetta sulla lattazione (1)

TRATTAMENTO	(18% PG)	(15% PG)
n	24	21
Lattazione (cbg), Kg/g	24.2	24.9
Grasso contenuto, %	3.81	4.07
Proteine contenute, %	3.22	3.25
Lattosio contenuto, %	4.88	4.88
Urea cont. (mg/100 ml)	27.6	15.6

cbg = corretta in base al grasso  
(1) 3<sup>^</sup>-17<sup>^</sup> sett. di lattazione.

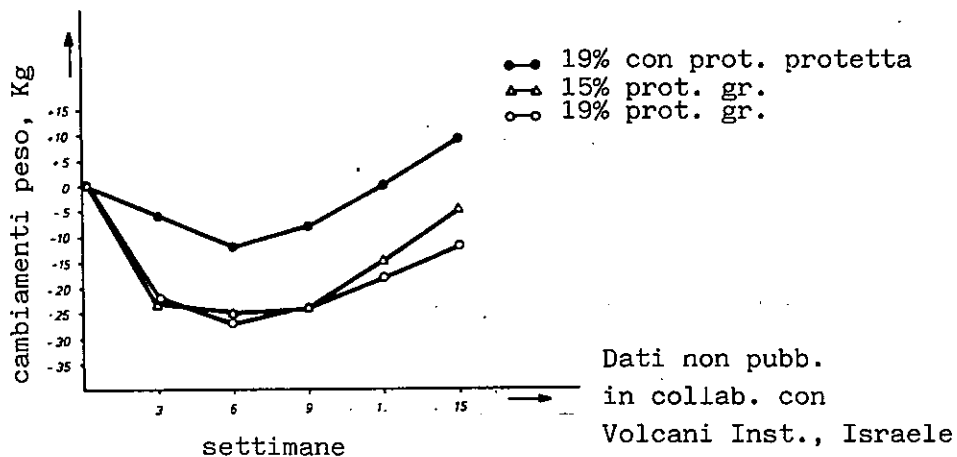
La Fig. 21 mostra gli effetti sulla fertilità.

Fig. 21: Effetti della proteina protetta sulla fertilità

TRATTAMENTO	16% PG	16 % PG (30 % p.p)	19% PG
n. di bovine	19	20	20
Tasso di concep., %	56	69 <sup>a</sup>	44 <sup>b</sup>
n. copert/concep.	1,79	1,45 <sup>a</sup>	2,25 <sup>b</sup>
Giorni vuoti	97,5	83,7	102,1
			a, b = p ≤ 0,05

La Fig. 22 si riferisce alle perdite di peso dopo il parto.

Fig. 22: Effetto di proteine protette sui cambiamenti di peso dopo il parto (30 capi per prova)



La Fig. 23 mostra l'applicazione di proteina protetta nei concentrati, nei quali, innanzi tutto, deve essere ridotta la proteina normale.

Fig. 23: Applicazione di proteina protetta nei concen-

prot.gr.non protetta	prot.pro_tetta	equivalente a %	Totale di NH <sub>3</sub> in resp. sangue, urine corrispond. a %	Applicazione
10	5	20	13	foraggi ricchi di prot
12	5	22	15	defic. di ener
13	4	21	15	gia
14	3	20	16	"