

PROTEINE: funzioni e composizione chimica

Funzioni strutturali

componenti di diversi tessuti

Funzioni di regolazione e di trasporto:

enzimi, ormoni, carrier, proteine nucleari

	Contenuto (%)
Carbonio	51 - 55
Ossigeno	21.5 - 23.5
Idrogeno	6.5 - 7.3
Azoto	15.5 - 18.0
Zolfo	0.5 - 3.5
Fosforo	0 - 1.5

→ 16%

PROTEINE: determinazione analitica

Principio: determinazione dell'N totale (Kjeldhal) (proteico, amminico, ammidico, ammoniacale ecc. escluso quello nitrico e nitroso) ed espressione della PG come (N x 6,25)

Procedura: 0.5-1 g di campione
digestione in H_2SO_4 concentrato
(N organico \rightarrow N-NH₃ (NH₄SO₄))
distillazione dell'ammoniaca
(Na₂SO₄ + NH₃)
titolazione con HCl
(1 ml di HCl \rightarrow 0,0014 g di N)

AZOTO NON PROTEICO Non protein nitrogen (NPN)

AMINOACIDI (LIBERI)
40-50% dell'NPN

AMINE

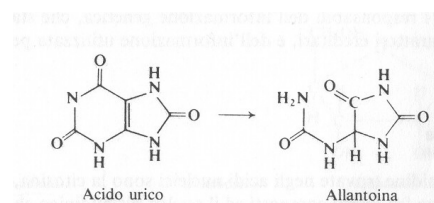
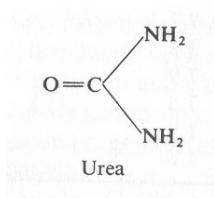
ISTAMINA
(decarbossilazione dell'istidina)
BETAINA (deriva dalla colina
per ox nei tessuti della bietola,
può venir metabolizzata a
trimetilamina) (odore di pesce)

Aminoacido	Amina
Arginina	Putrescina
Istidina	Istamina
Lisina	Cadaverina
Fenilalanina	Feniletilamina
Tirosina	Tiramina
Triptofano	Triptamina

AZOTO NON PROTEICO Non protein nitrogen (NPN)

AMIDI

Urea
Acido urico
Allantoina (dal metabolismo delle purine)



AZOTO NON PROTEICO **Non protein nitrogen (NPN)**

NITRATI

4-8% dell'NPN

(nel rumine ridotti a nitriti → tossicità)


ALCALOIDI solanina (patata)
ricinina (foglie e semi di ricino)

AZOTO NON PROTEICO **Non protein nitrogen (NPN)**

Composizione dell'azoto non proteico (%)
in due piante foraggere

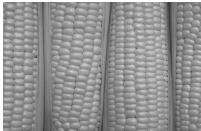
NPN	Lolium perenne	Trifolium repens (bianco)
N- aminoacidico	46.6	49.8
N-amidico	9.7	13.0
N-ammoniacale	3.2	2.6
N-nitrati	7.9	3.9
N-purine	7.5	6.7
N-betaina	1.9	1.0
N-colina	1.8	0.8

**PROTEINA:
fonti
alimentari**



Fonti fibrose	Proteina grezza (% ss)
Foraggi verdi:	
Dactylis	18.9
Loiessa	13.6
Prato stabile	10.8
Medica	18.9
Trifoglio violetto	17.3
Foraggi affienati:	
Dactylis	9.8
Loiessa	8.5
Prato stabile	9.6
Medica	17.6
Trifoglio violetto	15.9
Insilato di mais	8.4
Insilato di medica	17.8
Medica disidratata	17.5 - 20.8

**PROTEINA:
fonti
vegetali**



	Proteina grezza (% ss)
Cereali	
-mais	10.3 – 11.8
-avena	12.1
-frumento	12.6
-orzo	12.3
Sottoprodotti :	
-crusca di frumento	17.0
-cruschello di frumento	17.8
-glutine di mais	66.8
-semola glutinata	24.0
Semi (integrali) oleaginose	
-soia	39.6
-colza	21.7
-cotone	23.3
-girasole	17.4
-lino	25.4

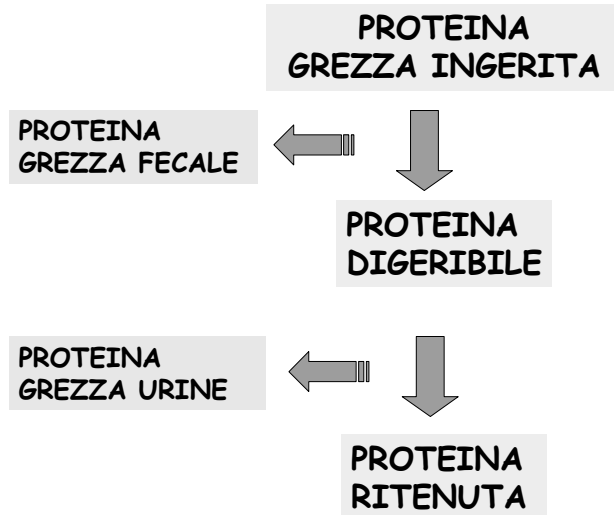
PROTEINA: residui estrazione dell'olio

Alimenti	Proteina grezza (% ss)	
	Farine di estrazione	Panelli
Girasole	35.5 – 46.4	37.7
Soia	49.5 – 53.0	40.0
Lino	39.1	36.5
Cotone	48.0	45.2
Arachide	54.4	50.9

PROTEINA: fonti di origine animale

Alimenti di origine animale	Proteina grezza (% ss)	
	Pesce:	
	-Aringhe	73.7
	-Pesce bianco	69.0
	-Solubili di pesce	75.0
	Macello:	
	- Farina di carne	66.7
	- Farina di carne e ossa	52.4
	- Farina di sangue	91.9
	- Farina di penne	89.6
	Latte:	
	-Latte intero essiccato	26.9
	-Latte scremato	36.4
	-Siero di latte essiccato	14.1

VALORE PROTEICO degli alimenti

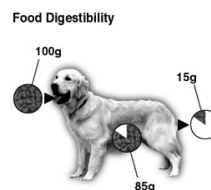


DIGERIBILITA' DELLE PROTEINE

$$\text{DIGERIBILITA'} = \text{Ingesta (I)} - \text{Escreta (E)}$$

La digeribilità delle proteine dipende da molti fattori:

- tipo di proteina (le proteine fibrose sono meno digeribili delle proteine globulari)
- trattamenti termici (es: lisina del latte)
- presenza di agenti ossidanti (es. metionina)
- composizione della dieta (presenza di inibitori proteolitici)



PROTEINE SEMPLICI: classificazione sulla base delle proprietà chimico-fisiche

Proteine fibrose
(insolubili, di origine animale)

COLLAGENE } tessuti connettivi
ELASTINE }
CHERATINE (peli, piume, lana, tess. corneo, unghie)

Proteine globulari
(solubili in acqua o in soluzioni acide e basiche)

PROTAMMINE e ISTONI (basiche, associate al DNA)
ALBUMINE e GLOBULINE (uova, latte, siero...)
GLUTELINE (glutine del frumento)
PROLAMMINE (nei semi dei cereali: zeina, ordeina...)

RITENZIONE DI PROTEINA

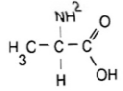
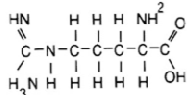
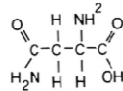
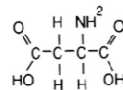
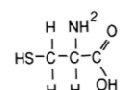
Il ruolo fondamentale della nutrizione proteica è quello di fornire aminoacidi destinati alla sintesi di nuova proteina.

Se manca un solo aminoacido la sintesi proteica si arresta (Legge di Liebig). Gli aminoacidi presenti in eccesso sono utilizzati a scopo energetico (N eliminato con le urine)

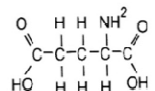
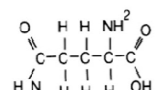

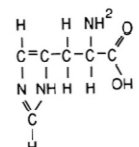
Gli aminoacidi devono quindi essere presenti nelle quantità ottimali.

Alcuni (**aminoacidi essenziali**) devono essere presenti negli alimenti in quanto non possono essere sintetizzati dall'organismo a partire da altri (ad esempio attraverso reazioni di transaminazione)

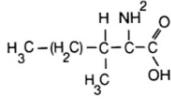
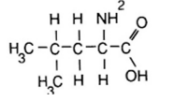
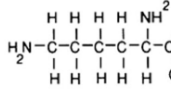
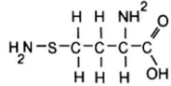
PROTEINE: aminoacidi

Name	Structural formula	Abbreviations		Side chain	Essentiality
		3-letter	1-letter		
Alanine		Ala	A	Aliphatic	Nonessential
Arginine		Arg	R	Basic	Essential
Asparagine		Asn	N	Acidic	Nonessential
Aspartate		Asp	D	Acidic	Nonessential
Cysteine		Cys	C	Sulfur containing	Nonessential but can provide for up to 50% of methionine requirements

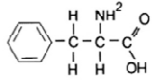
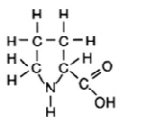
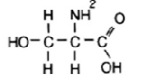
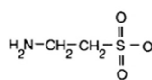
PROTEINE: aminoacidi

Glutamate		Glu	E	Acidic	Nonessential
Glutamine		Gln	Q	Acidic	Conditionally essential
Glycine		Gly	G	Aliphatic	Nonessential
Histidine		His	H	Basic and aromatic	Essential

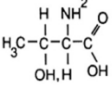
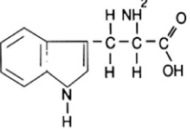
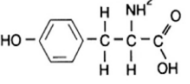
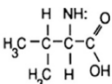
PROTEINE: aminoacidi

Isoleucine		Ile	I	Aliphatic branched chain	Essential
Leucine		Leu	L	Aliphatic branched chain	Essential
Lysine		Lys	K	Basic	Essential
Methionine		Met	M	Sulfur containing	Essential

PROTEINE: aminoacidi

Phenylalanine		Phe	F	Aromatic	Essential
Proline		Pro	P	Imino acid	Nonessential
Serine		Ser	S	Aliphatic	Nonessential
Taurine		Tau		Beta-amino acid and sulfuric acid group	Essential for cats, possibly conditionally essential for dogs

PROTEINE: aminoacidi

Threonine		Thr	T	Aliphatic	Essential
Tryptophan		Trp	W	Aromatic	Essential
Tyrosine		Tyr	Y	Aromatic	Nonessential but can provide for up to 50% of phenylalanine requirements
Valine		Val	V	Aliphatic branched chain	Essential

PROTEINE: aminoacidi essenziali

	Pulcino	Suino	Ratto	Cane	Gatto	Uomo
Arginina	Si	Si/No	Si	Si	Si	Si/No
Fenilalanina	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Isoleucina	Si	Si/No	Si	Si	Si	Si
Istidina	Si	Si	Si	Si	Si	No
Leucina	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Lisina	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Metionina	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Tirosina	Si	Si	No	No	No	Si/No
Treonina	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Triptofano	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Valina	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Glicina	Si	No	No	No	No	No
Taurina	No	No	No	No	Si	No

Aminoacidi essenziali nel gatto: ARGININA

Indispensabile per il gatto come precursore dell'ornitina
Diete arginina-free causano iper-ammoniemia
(entro poche ore sintomi: vomito, spasmi muscolari, ecc.)

Glutammato (prolina)

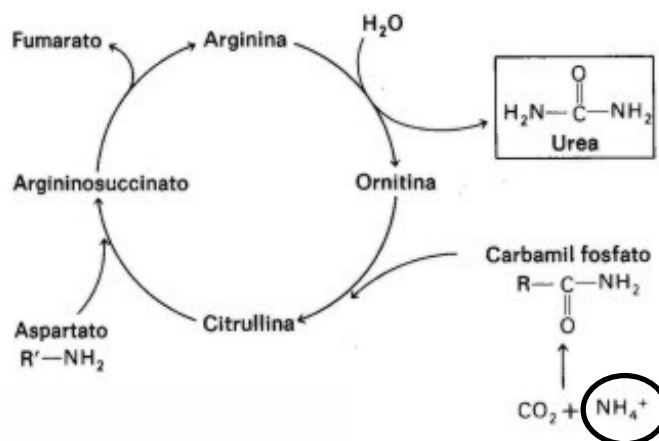
↓ γ -glutamyl-riduttasi (bassa qtà nella mucosa intest. del gatto)

glutamil-semi-aldeide

↓ ornitina aminotransferasi (scarsa attività nel gatto)

ornitina

Aminoacidi essenziali nel gatto: ARGININA



Fabbisogni di arginina: 10 (7.7) g/kg dieta (ss)

Aminoacidi essenziali nel gatto: TAURINA

Coniugazione degli acidi biliari (altri mammiferi, es. primati, coniugazione con glicina).
Miocardio e retina: alte concentrazioni di taurina.

Metabolismo della metionina (Fooshel, 1996)

Gatti		Altri mammiferi
Metionina ↓		Metionina ↓
Cisteina		Cisteina ↓
Piruvato	Taurina (scarsa)	Taurina

Aminoacidi essenziali nel gatto: TAURINA

Taurina negli alimenti: carne, pesce, frattaglie
(attenzione sostanza termolabile)

Carenze:

- mortalità neonatale
- anormalità nelle funzioni nervose
- ridotto sviluppo scheletrico
- FCRD (feline central retinal degeneration)

Fabbisogni di taurina: 0.4 g/kg dieta (ss)

Contenuto di taurina negli alimenti (mg/kg t.q.)

	Crudo	Cotto (30 min 177°C)	Bollito (15 min)
Carne bovina	362	133	60
Fegato bovino	192	141	73
Rene bovino	225	138	76
Carne ovina	473	257	126
Rene ovino	239	154	51
Carne suina	496	219	118
Rene suino	169	85	43
Carne pollo	337	229	82
Merluzzo	314	294	161
Ostriche	698	264	89
Molluschi	2400	1017	446
Colostro vacca (mg/l)	38		
Latte vacca(mg/l)	1.3		
Latte gatta (mg/l)	359		

Quantità raccomandate (g/kg ss) di aminoacidi nel cane e nel gatto adulto (NRC, 2006)

	Gatto	Cane
Arginina	7.7	3.5
Taurina	0.40	
Lisina	3.4	3.5
Metionina + cisteina	3.4	6.5
Treonina	5.2	4.3
Triptofano	1.3	1.4
Isoleucina	4.3	3.8
Leucina	10.2	6.8
Istidina	2.6	1.9
Fenilalanina + Tirosina	15.3	7.4
Valina	5.1	4.9

PROTEINA IDEALE E AMINOACIDI LIMITANTI

La proteina ideale è quella, che nella dieta, è in grado di apportare tutti gli aa essenziali (%) nelle proporzioni corrispondenti ai fabbisogni di un animale di una certa specie, età e categoria (es. proteina ideale nel suino)

Lisina	7.0
Metionina + cisteina	3.5
Treonina	4.2
Triptofano	1.0
Isoleucina	3.8
Leucina	7.0
Istidina	2.3
Fenilalanina + Tirosina	6.7
Valina	4.9

Contenuto di aminoacidi in diversi alimenti (% PG)

	Met	Met+Cys	Lys	Thr	Trp
Orzo	1.5	3.5	3.3	3.1	1.0
Avena	1.5	4.4	3.7	3.2	1.2
Mais	1.9	4.0	2.7	3.2	0.7
Glutine di mais	2.5	4.3	1.6	3.4	0.5
Fumento	1.5	3.6	2.6	2.7	1.0
Lievito di birra	1.4	2.6	7.0	4.4	1.1
Medica disidratata	1.4	2.4	4.2	4.0	1.6
Soia f.e.	1.3	2.8	6.1	3.3	1.5
Arachidi f.e.	1.0	2.4	3.4	2.6	0.9
Lino f.e.	1.8	3.5	3.5	3.5	1.5
Girasole f.e.	2.1	3.8	3.5	3.2	1.1
Farina di pesce	2.8	3.7	7.5	4.3	1.1
Farina di sangue	1.2	2.3	9.1	4.5	1.3
Latte scremato	2.5	3.4	8.8	4.6	1.3

VALORE BIOLOGICO

$$VB = \frac{N \text{ trattenuto}}{N \text{ assorbito}}$$

$$VB_a = \frac{N \text{ alim.} - N \text{ feci} - N \text{ urine}}{N \text{ alim} - N \text{ feci}}$$

$$VB_r = \frac{N \text{ alim.} - (N \text{ feci} - N \text{ met}) - (N \text{ urine} - N \text{ end})}{N \text{ alim} - (N \text{ feci} - N \text{ met})}$$

VALORE BIOLOGICO

N METABOLICO FECALE = N presente negli enzimi digestivi, acidi biliari, cellule epiteliali di sfaldamento del canale alimentare, spoglie della microflora intestinale

N ENDOGENO URINARIO = N derivante dal catabolismo degli aminoacidi di origine alimentare non utilizzati per le sintesi, dal catabolismo microbico, dal catabolismo degli aminoacidi e delle basi puriniche che provengono dal ricambio dei tessuti

**Calcolo del VALORE BIOLOGICO delle proteine
di un alimento, misurato su ratti in
accrescimento (Mitchell)**

Alimento consumato in 24 ore (mg)	6000
N nell'alimento (%)	1,043
N ingerito in 24 ore (mg)	62,6
N delle feci in 24 ore (mg)	20,9
N metabolico fecale in 24 ore (mg)	10,7
N delle urine in 24 ore (mg)	32,8
N endogeno urinario in 24 ore (mg)	22,0

$$VB = (62.6 - (20.9 - 10.7) - (32.8 - 22.0)) / (62.6 - (20.9 - 10.7)) = 0.7939$$
VB = 79,39%

VALORE BIOLOGICO di alcune proteine

Ratti in accrescimento (Mitchell)

Uovo (solo tuorlo)	96
Uovo intero	94
Latte	90
Caseina	73
Carne vitellone	76
Carne di vitello	62
Carne suina	74
Mais	60
Frumento	67
Crusca	74

VALORE BIOLOGICO di alcune proteine

Suini in accrescimento

Latte	95-97
Farina di pesce	74-89
Farina di soia	63-76
Panello di cotone	63
Panello di lino	61
Mais granella	49-61
Orzo granella	57-61
Piselli	62-65

METODI DI STIMA DEL VALORE BIOLOGICO DELLE PROTEINE

METODI BIOLOGICI

Accrescimento (GPV - PER)

Bilancio dell'azoto (NPV)

METODI CHIMICI

Punteggio chimico

Lisina disponibile

METODI MICROBIOLOGICI

METODI BIOLOGICI

SI BASANO SULL'IMPIEGO DI ANIMALI

GPV

(gross protein value -valore proteico grezzo)

Si confrontano gli accrescimenti di 3 gruppi di pulcini:

- gruppo A: dieta ipoproteica con l'8% di PG (DI)
- gruppo B: riceve DI + 3% della proteina in esame
- gruppo C: riceve DI + 3% di caseina

$$GVP = \Delta B / \Delta C$$

dove $\Delta B =$ > accrescimento (g/g di proteina) del gruppo B rispetto ad A

$\Delta C =$ > accrescimento (g/g di proteina) del gruppo C rispetto ad A

NB: caseina = proteina di riferimento

METODI BIOLOGICI

SI BASANO SULL'IMPIEGO DI ANIMALI

PER

(protein efficiency ratio – coefficiente di efficienza proteica)

E' il rapporto fra l'incremento in peso di un animale in accrescimento e la quantità di proteina alimentare consumata in un determinato periodo di tempo

$$PER = \text{Incremento di peso (g/d)} / \text{Proteine consumate (g/d)}$$

I valori di PER vanno da 0 a 4.0 (0.8 piselli 3.8 uovo)

Esempio: suino

- accrescimento = 600g/d
- consumo PG = 320 g/d
- PER = 600/320 = 1.88

METODI BIOLOGICI

NPV

(net protein value – valore proteico netto)

E' praticamente un bilancio dell'azoto (rapporto tra N trattenuto e N assorbito); è necessario registrare le entrate e le uscite di N mediante:

- prove di alimentazione (raccolta feci e urine)
- prove di macellazioni comparative (analisi delle carcasse)

	Bilancio N in un suino
N alimentare (g/d)	19.82
N fecale (g/d)	2.02
N urinario (g/d)	7.03
N ritenuto	10.77

METODI CHIMICI

SI BASANO SU ANALISI CHIMICHE (es. contenuto di aa)
COSTOSI

PUNTEGGIO CHIMICO (chemical score)

(Mitchell e Block)

Dato dal rapporto fra la concentrazione dell'aa limitante primario nella proteina in esame e quella dello stesso aa in una proteina di riferimento (uovo)

Es. lisina nel mais = 2,5%

nell'uovo = 7,2%

punteggio chimico $(2.5/7.2) = 0.35$

Sistema semplice ma grossolano

(Oser)

Tiene conto di tutti gli aa essenziali nel confronto

PUNTEGGI CHIMICI

Il punteggio chimico è attribuito in relazione agli aminoacidi essenziali contenuti in una proteina

Sorgente proteica	Contenuto percentuale in amminoacidi essenziali della proteina				Punteggio chimico (amminoacido limitante)
	lisina	solforati	treonina	triptofano	
Ideale	5.5	3.5	4.0	1.0	100
Cereali	2.4	3.8	3.0	1.1	44 (lisina)
Legumi	7.2	2.4	4.2	1.4	68 (solforati)
Latte in polvere	8.0	2.9	3.7	1.3	83 (solforati)
Miscela cereali: legumi: latte (67:12:11)	5.1	3.2	3.5	1.2	88 (treonina)

METODI MICROBIOLOGICI

Risultati poco attendibili

Basati sul fatto che alcuni m.o. (streptococchi, protozoi) crescono in misura diversa su substrati contenenti proteine di diverso valore biologico