

## **VALORE NUTRITIVO (V.N.): definizione**

**Il VN esprime la quantità di energia che i componenti chimici di un alimento possono rendere effettivamente disponibile per il metabolismo dell'animale (mantenimento e produzioni), al netto delle perdite nel corso del processo di utilizzazione (energia "netta")**

## **VN : perché determinarlo**

**La determinazione del VN degli alimenti consente:**

- di classificare gli alimenti secondo una scala di valori a seconda della loro efficienza di trasformazione energetica nelle diverse produzioni**
- noti i fabbisogni (mantenimento + produzioni) dell'animale, di formulare una dieta bilanciata dal punto di vista dell'apporto energetico**

## VN : unità di misura dell'energia

Unità di riferimento:

Caloria termochimica (cal): quantità di calore necessaria per elevare un g di acqua da 14.5°C a 15.5°C a pressione normale

1000 cal = 1 kcal

1000 kcal = 1 Mega caloria (Mcal)

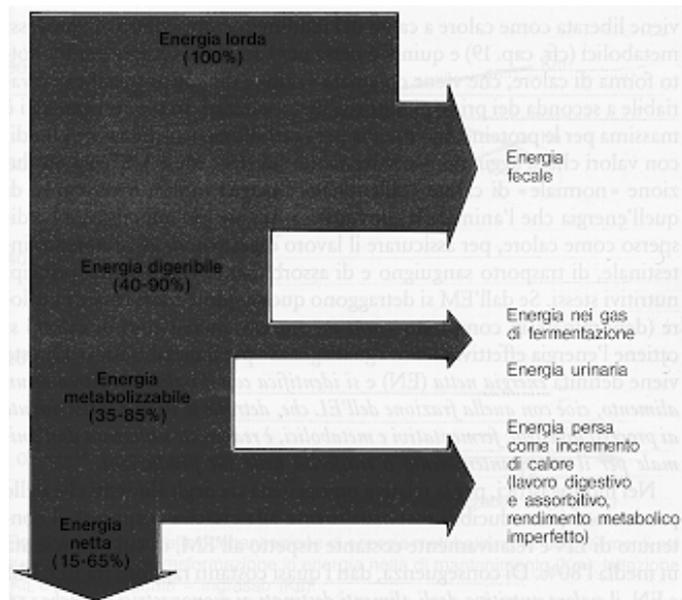
Joule (J) : lavoro compiuto dalla forza di Newton quando il suo punto di applicazione si sposta di un m

1 cal = 4.184 J

1000 J = 1 kJ

1000 kJ = 1 MJ

## V.N. : utilizzazione dell'energia alimentare



## V.N. : energia lorda (EL)

E' l'energia chimica che può essere liberata dalla completa ossidazione dell'alimento

L'energia lorda si misura in modo diretto mettendo una quantità nota della sostanza da valutare in uno strumento chiamato BOMBA CALORIMETRICA ADIABATICA nella quale viene introdotto ossigeno e la sostanza viene combusta producendo calore.



## V.N. : energia lorda (EL) dei diversi costituenti chimici

	kcal/g ss	kJ/g ss
	Mcal/kg ss	MJ/kg ss
<b>Carboidrati</b>	<b>4.1</b>	<b>17.2</b>
glucosio	3.7	15.6
amido	4.2	17.7
cellulosa	4.2	17.5
<b>Proteine</b>	<b>5.6</b>	<b>23.4</b>
caseina	5.9	24.5
<b>Lipidi</b>	<b>9.3</b>	<b>38.9</b>
burro	9.2	38.5
semi oleosi	9.3	39.0
sego bovino	9.4	39.2

## V.N. : energia lorda (EL)

Si può determinare in modo indiretto utilizzando opportune equazioni di stima a partire dalla composizione chimica dell'alimento (PG, LG, CG, EI)

Es. Equazione di Hoffman e Schiemann (1980)

$$\begin{aligned} \text{EL (MJ/kg ss)} = & 0.239 \times \text{PG} \\ & + 0.398 \times \text{LG} \\ & + 0.200 \times \text{CG} \\ & + 0.175 \times \text{EI} \end{aligned}$$

Dove PG, LG, CG, EI sono espressi in % sulla SS

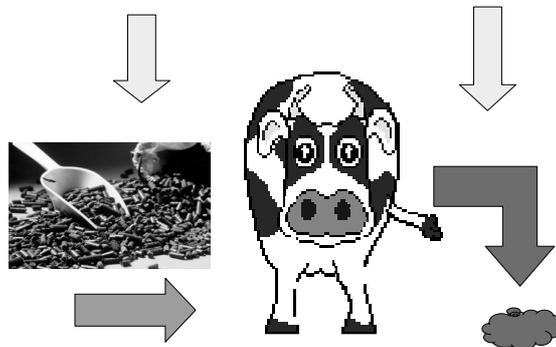
## V.N. : energia lorda (EL) di alcuni alimenti

	kcal/g ss	kJ/g ss
Mais	4.4	19.5
Avena	4.7	19.6
Fieno polifita	4.5	18.9
Paglia cereali	4.4	18.5
Semi oleosi	9.3	39.0
Latte (4%)	5.9	24.9
Burro	9.2	38.6
Carne	5.3	22.3
Sego	9.4	39.2

## V.N. : energia digeribile (ED)

Energia contenuta negli alimenti al netto delle perdite fecali

$ED = EL \text{ contenuta nell'alimento} - E \text{ contenuta nelle feci}$



La digeribilità è il principale fattore che condiziona il valore nutritivo e varia in funzione della digeribilità dei singoli costituenti chimici.

L'ED è molto più variabile nei ruminanti (dal 40 al 85% dell'EL) che nei monogastrici (dal 65 al 90% dell'EL)

## V.N. : energia digeribile (ED)

Esempio di stima dell'ED (ovini)

Fieno: ss consumata = 1.63 kg

EL (MJ/kg ss) = 18.0

EL consumata = 29.34 MJ

Feci: ss = 0.76 kg

EL (MJ/kg ss) = 18.7

EL feci = 14.21 MJ

Digeribilità dell'energia dE = 51.6%

Contenuto di ED nel fieno = 9.3 MJ/kg ss

## **V.N. : energia metabolizzabile (EM)**

Energia derivante dai principi nutritivi effettivamente assorbiti e completamente utilizzabili nel metabolismo

$$EM = ED - (E \text{ gas di fermentazione} + E \text{ urine})$$

Perdite dovute ai gas di fermentazione: metano

- ruminanti (5-10% dell'EL)
- valori massimi per i foraggi

Perdite urinarie: composti azotati

- in funzione del livello proteico e del valore biologico della proteina (circa il 5% dell'EL)
- valori pari a 40 kJ/g di N escreto nei monogastrici
- valori pari a 60 kJ/g di N escreto nei ruminanti

## **V.N. : energia netta (EN)**

Energia disponibile a livello metabolico per il mantenimento e le produzioni al netto di tutte le perdite comprese quelle per i processi digestivi, fermentativi e metabolici

$$EN = EM - (E \text{ dovuta all' heat increment})$$

Perdite dovute all' incremento di calore ("heat increment"):

- processi di digestione degli alimenti (masticazione, deglutizione, ruminazione, peristalsi GI, attività secretoria, ecc.)
- processi di assorbimento intestinale dei principi nutritivi e trasporto sanguigno e di assorbimento cellulare
- rendimento imperfetto dei processi metabolici dei nutrienti assorbiti (azione dinamica specifica, A.D.S.): ADS elevata per proteine (16%) rispetto a CHO (6%) e lipidi (3%)

## **V.N. : espressioni dell'energia nelle diverse specie**

### Ruminanti

Alimenti molto variabili in termini di contenuto di EM. I valori di efficienza di utilizzazione dell'EM in ED e dell'EM in EN sono molto variabili in relazione al tipo di dieta e alla categoria animale. Il VN degli alimenti per ruminanti (bovini, ovi-caprini) e i relativi fabbisogni energetici sono quindi espressi in EN.

### Erbivori (cavalli)

Come per i ruminanti, negli equini si utilizza l'EN (Martin-Rosset, INRA).

### Monogastrici

Gli alimenti differiscono meno in termini di contenuto di EM. I valori di efficienza di utilizzazione dell'EM in ED (0.95) e dell'EM in EN (0.80) sono relativamente costanti. Il VN degli alimenti per monogastrici e i relativi fabbisogni energetici sono quindi espressi in ED (avicoli, suini) o EM (suini).

### Cani e gatti

Nei pet si utilizza generalmente l'EM per esprimere il VN e i fabbisogni.

## **VALORE NUTRITIVO (V.N.): sistemi di espressione nei ruminanti**

### Metodi empirici

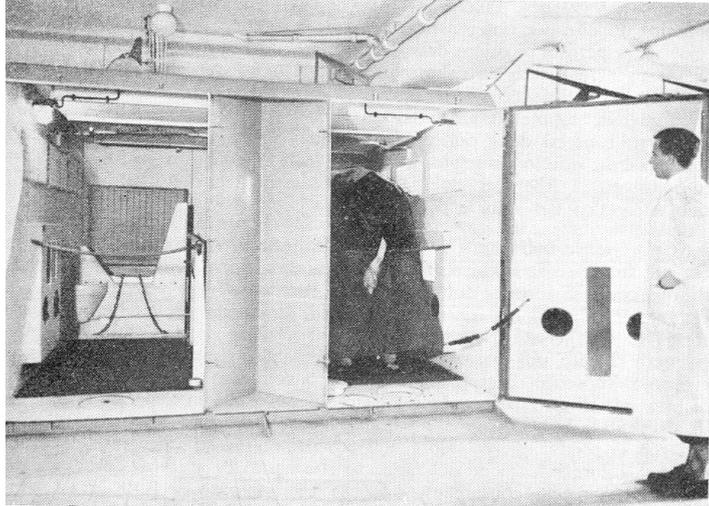
Basati su una semplice comparazione degli alimenti in funzione delle risposte produttive che si possono ottenere sostituendo un alimento con un altro in condizioni controllate ("valore di trasformazione")

### Metodi scientifici

Volti a determinare il reale contenuto energetico degli alimenti attraverso la quantificazione delle diverse perdite di energetiche e/o la misura delle ritenzioni energetiche nei prodotti (si basano su studi del ricambio materiale e energetico)

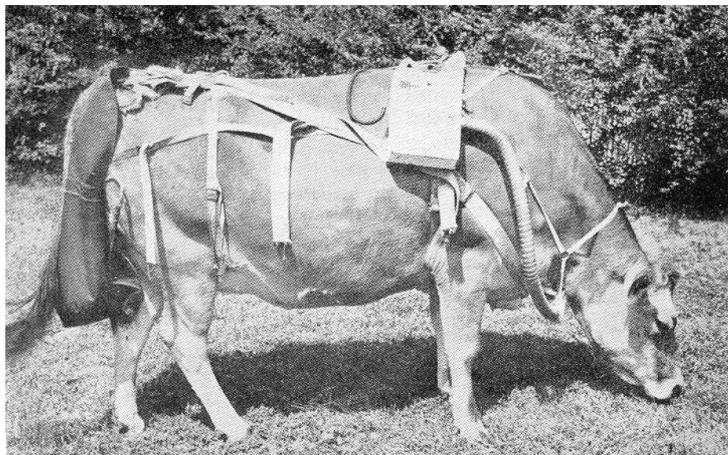
### Calorimetria diretta: camere calorimetriche

Principio: misurazione dell'aumento della temperatura subito da una nota quantità di acqua contenuta in un'intercapedine che avvolge la camera.



### Calorimetria indiretta: a) bilancio materiale

Misura degli scambi respiratori e raccolta delle urine e delle feci in animali al pascolo. Una cannula tracheale munita di valvole di inspirazione e di espirazione invia una aliquota di aria allo strumento che ne determina la quantità e qualità



### BILANCIO MATERIALE

Stima della ritenzione energetica ed azotata e del calore prodotto da agnelli in accrescimento (Antongiovanni, 1998)

	C (g)	N (g)	Energia (MJ)
a) BILANCIO INGESTA-ESCRETA:			
Consumo	608.9	45.5	28.10
Feci	224.1	12.2	8.46
Urine	34.5	26.1	1.54
CH <sub>4</sub>	23.4	--	1.69
CO <sub>2</sub>	252.3	--	--
Ritenzione	74.6	7.2	
EM			16.41

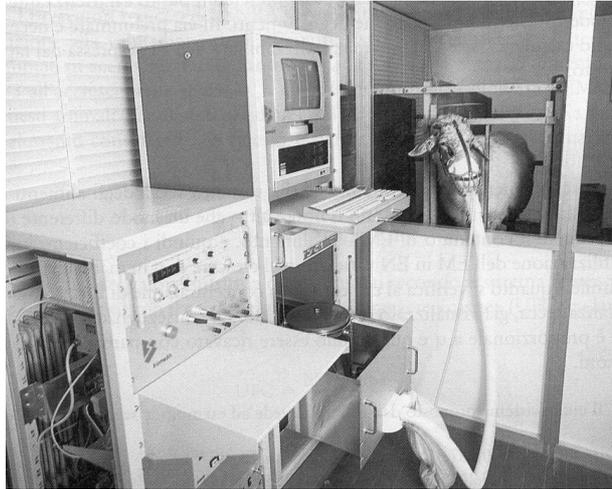
### BILANCIO MATERIALE

Stima della ritenzione energetica ed azotata e del calore prodotto da agnelli in accrescimento (Antongiovanni, 1998)

CALCOLO RITENZIONI:		
Proteine ritenute	(7.2 x 6.25)	45.0 g
C nelle proteine	(45.0 x 0.512)	23 g
C nei grassi	(74.6 – 23.0)	51.6 g
Grassi ritenuti	(51.6/0.746)	69.2 g
Energia ritenuta:		
- nelle proteine	(45.0 x 23.6)	1.06 MJ
- nei grassi	(69.2 x 39.3)	2.72 MJ
- totale	(1.06 + 2.72)	3.78 MJ
CALCOLO del calore prodotto		
- heat increment	(16.41 – 3.78)	12.63 MJ

### Calorimetria indiretta: metabolismo energetico

Spirometria e spettrometria di massa: si determinano gli scambi respiratori ( $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{O}_2$ ) dal punto di vista quanti-qualitativo per brevi periodi



### Calorimetria indiretta: camere respiratorie o spirometria

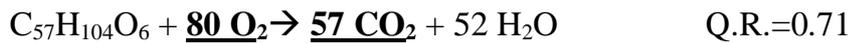
Principio: la produzione di calore viene stimata sulla base degli scambi respiratori (quoziente respiratorio) e dell'azoto emesso con le urine.

QUOZIENTE RESPIRATORIO (Q.R. =  $\text{CO}_2 / \text{O}_2$ )

Glucosio:



Trioleina:



Proteine in media (1g):



**Calorimetria indiretta:  
spirometro e spettrometro di massa**

**EQUIVALENTE TERMICO (E.T.= calore prodotto per litro di O<sub>2</sub> consumato)**

Glucosio: (1 mole) 2820 kJ – 134.48 l di O <sub>2</sub>	ET = 21 kJ/l
Trioleina: (1 mole) 35150 kJ – 1793.12 l di O <sub>2</sub>	ET = 19.6 kJ/l
Proteine in media (1g): teorico: 20.2 kJ	ET = 18 kJ/l

**CALORIMETRIA INDIRETTA: Esempio di stima del calore prodotto da un vitello in 24 ore (Blaxter e coll., 1955)**

O <sub>2</sub> consumato	392.0 l
CO <sub>2</sub> totale emessa	310.7 l
N escreto con le urine	14.8 g
Calore prodotto dal catabolismo proteico:	
Proteine ossidate (14.8 x 6.25)	92.5 g
Calore prodotto dalle proteine (92.5 x 18)	1.665 M
O <sub>2</sub> consumato (92.5 x 0.96)	88.8 l
CO <sub>2</sub> prodotta (92.5 x 0.77)	71.2 l
Calore prodotto dal catabolismo dei grassi e carboidrati (non proteico):	
O <sub>2</sub> consumato (392 – 88.8)	303.2 l
CO <sub>2</sub> prodotta (310.7 – 71.2)	239.5 l
Q.R. di carboidrati e grassi (239.5/303.2)	0.79

**CALORIMETRIA INDIRETTA: Esempio di stima del calore prodotto da un vitello in 24 ore (Blaxter e coll., 1955)**

Considerando che il Q.R dei grassi = 0.71 e quello dei carboidrati = 1, si può determinare il contributo dei due componenti impostando l'equazione:

$$1 x + 0.71 (1 - x) = 0.79$$

$$\text{da cui } x = 0.3$$

Il contributo è dato per il 30% dai carboidrati e per il 70% dai grassi. Poiché una mole di glucosio libera 21 kJ e una di trioleina 19.6 kJ (equivalenti termici):

$$0.3 \times 21 + 0.7 \times 19.6 = 20 \text{ kJ/l}$$

<b>Calore prodotto dai carboidrati e grassi (20 x 303.2)</b>	<b>6.064 MJ</b>
Totale calore prodotto (6.064 + 1.665)	7.729 MJ