

A. PIRISI, A. MURGIA, M.F. SCINTU

*Istituto Zootecnico e Caseario per la Sardegna - Loc. Bonassai - Olmedo (SS)*

PREVISIONE DELLA RESA IN FORMAGGIO PECORINO ROMANO  
E PECORINO SARDO IN FUNZIONE DEL CONTENUTO  
IN PROTEINE E GRASSO DEL LATTE DI PECORA

*ESTIMATE OF PECORINO ROMANO AND PECORINO SARDO  
CHEESE YIELD FROM THE PROTEIN AND FAT CONTENTS  
IN SHEEP MILK*

S U M M A R Y

The characteristic figures of Pecorino romano and Pecorino sardo cheesemaking on industrial scale (no. 34 cheesemakings from 5000 l each) have been assessed and statistically analyzed.

The results show that cheese yield can be predicted with a good accuracy from the milk fat and protein contents.

It is concluded that a simple method to predict cheese yield can be set up from the following equations: Pecorino romano yield =  $1.747 (\% \text{ protein}) + (\% \text{ fat})$ ,  $r = 0.93$  and Pecorino sardo yield =  $1.733 (\% \text{ protein}) + 1.257 (\% \text{ fat})$ ,  $r = 0.95$ .

INTRODUZIONE

Sul piano quantitativo, il formaggio è composto essenzialmente da proteine, grasso, minerali insolubili del latte, acqua ed in piccola quantità da lattosio, proteine, sostanze minerali solubili, etc.

Il rendimento in formaggio, espresso normalmente come il peso di formaggio ottenuto a partire da 100 litri di latte alle 24 ore dalla fabbricazione, dipende strettamente dal tenore in proteine ed in grasso del latte e da quello in sostanza secca del formaggio. In realtà, a partire da uno stesso latte, il rendimento varia: in relazione al tipo di tecnologia adottata, da un caseificio all'altro e nell'ambito di uno stesso caseificio, da una lavorazione all'altra e ciò in funzione della quantità di «polvere» o di grasso che passano nel siero in seguito alle azioni meccaniche che subisce la cagliata durante la rottura e l'agitazione.

Diversi autori hanno intravisto la possibilità di mettere in relazione il rendimento in formaggio con il contenuto in proteine ed in grasso del latte al fine di stimarne a priori il rendimento per mezzo di equazioni di regressione (1, 2, 3, 5, 7, 8, 9, 10).

Tali studi mostrano che ciascuna equazione è valida solo per un determinato tipo di formaggio.

Nel nostro caso sono state studiate le equazioni relative ai formaggi Pecorino romano (D.O.) e Pecorino sardo «maturo» (D.O.) che pongono in relazione la resa con il tasso proteico e lipidico del latte allo scopo di disporre di un mezzo semplice e veloce per darne una valutazione economica dal punto di vista caseario ed al fine del suo pagamento a titolo e qualità.

## MATERIALI E METODI

Le tecniche di caseificazione seguite sono quelle riportate nelle tabelle 1 e 2 rispettivamente per il Pecorino romano ed il Pecorino sardo.

Per le lavorazioni, condotte con attrezzatura di tipo polivalente, sono stati utilizzati in media 5.500 l di latte per singola fabbricazione per un totale di 100.000 l di latte trasformato in ciascun tipo di formaggio.

I campioni di latte destinati all'analisi venivano prelevati dalla caldaia dopo il trattamento termico di bonifica mentre quelli del siero, dopo accurata miscelazione, erano prelevati dal tank in cui confluiva tutto il siero residuo della lavorazione.

Le proteine totali sono state determinate mediante metodo Kjeldahl (Nx6,38), il grasso secondo il metodo Gerber e la sostanza secca dei formaggi secondo il metodo ufficiale FIL-IDF (4).

L'elaborazione statistica dei dati è stata effettuata con programma SAS (SAS INSTITUTE, CARY, NC 27513 USA). Le equazioni finali sono

TABELLA 1 - PARAMETRI TECNOLOGICI RELATIVI ALLE LAVORAZIONI DI PECORINO SARDO (n. 17 caseificazioni).

TABLE 1 - *TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF PECORINO SARDO CHEESE-MAKINGS (n. 17 cheesemakings).*

Pecorino romano	Min.	Max.	Media	D.S.
Latte in caldaia (l)	5461	5728	5577.44	73.48
Acidità del latte (°SH)	9.6	10.2	9.97	0.18
Acidità dell'innesto (°SH)	18	26.6	22.06	2.02
Quantità di innesto (ml/100 l)	200	300	263.89	27.68
Temperatura di coagulazione (°C)	38	39.8	38.73	0.51
Tempo di presa (min)	9	13	10.69	1.32
Tempo di indurimento (min)	13	22	17.78	2.26
Tempo di rottura (min)	3	9	5.67	1.75
Tempo di cottura (min)	7	18	12.17	3.60
Temperatura di cottura (°C)	44.4	45.7	45.12	0.35
Tempo di scarico in porzionatore (min)	10	15	12.78	1.40
Tempo di pressatura in porzionatore (min)	14	40	24.44	9.95

TABELLA 2 - PARAMETRI TECNOLOGICI RELATIVI ALLE LAVORAZIONI DI PECORINO SARDO (n. 17 caseificazioni).

TABLE 2 - *TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF PECORINO SARDO CHEESE-MAKINGS (n. 17 cheesemakings).*

Pecorino sardo	Min.	Max.	Media	D.S.
Latte in caldaia (l)	5008	5706	5483.50	163.15
Acidità del latte (°SH)	9.6	11	10.29	0.42
Acidità dell'innesto (°SH)	18	22.5	20.86	1.33
Quantità di innesto (ml/100 l)	150	150	150.00	0.00
Temperatura di coagulazione (°C)	36.7	38.3	37.60	0.43
Tempo di presa (min)	5	13	8.89	2.30
Tempo di indurimento (min)	10.5	19	14.97	2.23
Tempo di rottura (min)	2	7	4.81	1.89
Tempo di cottura (min)	6	20	9.94	3.86
Temperatura di cottura (°C)	41	42.3	41.78	0.41
Tempo di scarico in porzionatore (min)	7	15	12.50	1.89
Tempo di pressatura in porzionatore (min)	8	30	19.67	6.94

state ottenute utilizzando il modello:

$$Z = a + bX$$

da cui deriva

$$z = ay + bx$$

essendo:

$Z = \text{resa/grasso};$

$X = x/y;$

$x = \% \text{ proteina nel latte};$

$y = \% \text{ grasso nel latte};$

$z = \text{resa in formaggio a 24 h (kg di formaggio/100 l di latte)}.$

### RISULTATI E DISCUSSIONE

La tabella 3 mostra i risultati ottenuti per i due tipi di formaggio; è da far notare che la resa è molto simile per entrambi con bassi coefficienti di variazione mentre la percentuale di grasso residuo nel siero mostra una maggiore variabilità dovuta essenzialmente a fattori tecnologici quali i tempi di indurimento, di rottura e cottura della cagliata e quelli di pressatura della pasta in vasca di drenaggio e porzionatura, tempi che variano talora sensibilmente da una lavorazione all'altra, pur trattandosi di lavorazioni eseguite nel medesimo caseificio (Tab. 1 e 2).

TABELLA 3 - RISULTATI RELATIVI ALLE FABBRICAZIONI DI PECORINO ROMANO E DI PECORINO SARDO. (SSF = sostanza secca nel formaggio, GS = grasso nel siero).

TABLE 3 - DATA OF PECORINO ROMANO AND PECORINO SARDO CHEESE MAKINGS. (SSF = cheese dry matter, GS = whey fat).

Variabili	Pecorino romano				Pecorino sardo			
	min. - max.	media	D.S.	C.V.	min. - max.	media	D.S.	C.V.
z	17.43-19.81	18.19	0.803	4.42	17.23-19.91	18.25	0.838	4.59
x	5.49- 5.83	5.64	0.101	1.79	5.55- 5.89	5.72	0.095	1.66
y	5.90- 7.70	6.56	0.592	9.02	5.90- 7.80	6.64	0.639	9.62
Z	2.53- 3.01	2.78	0.129	4.63	2.51- 2.96	2.76	0.138	5.00
X	0.75- 0.96	0.87	0.069	7.96	0.73- 0.97	0.87	0.076	8.74
SSF	57.41-61.83	59.51	1.258	2.11	58.52-61.23	60.36	0.694	1.15
GS	0.90- 1.50	1.12	0.155	13.87	0.90- 1.50	1.10	0.161	14.63

\* per i valori z, x, y, Z, X: vedi sopra.

È inoltre da porre in rilievo come la relativa costanza del contenuto di umidità nel formaggio alle 24 ore dalla fabbricazione consenta di attribuire una maggiore attendibilità al peso del tasso di proteine e di grasso del latte sulla resa in formaggio.

In tabella 4 si riportano le equazioni di regressione relative ai due formaggi mentre in Fig. 1 si indicano le relative rette di regressione.

Il rendimento in formaggio ( $z$ ), determinato alle 24 ore, è risultato strettamente correlato sia con i valori di proteina che di grasso del latte impiegato essendo il valore di  $r$  pari a 0,93 e 0,95 rispettivamente per il Pecorino romano ed il Pecorino sardo.

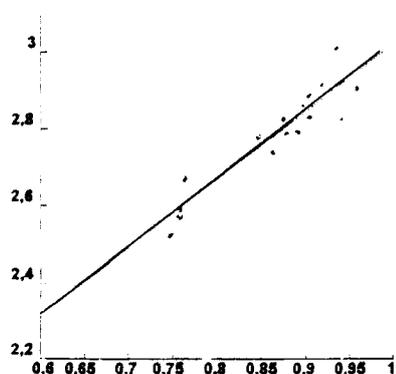
I coefficienti di regressione calcolati attribuiscono un maggiore peso alle proteine rispetto al grasso sulla resa: ciò è normale quando si pensi al fatto che il grasso non svolge un ruolo attivo durante il processo di coagulazione in quanto trattenuto passivamente nel reticolo proteico e che

TABELLA 4 - EQUAZIONI DI REGRESSIONE PER IL CALCOLO DELLA RESA IN PECORINO ROMANO E PECORINO SARDO.

TABLE 4 - GENERAL PREDICTIVE FORMULAS FOR PECORINO ROMANO AND PECORINO SARDO YIELD.

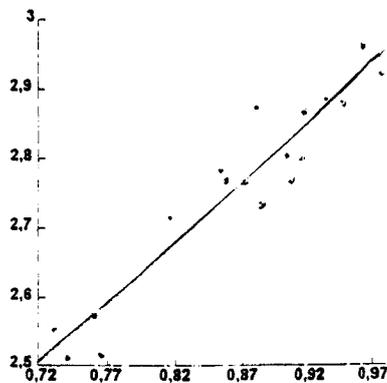
		$r$	$\sigma_r$	$CV_r$
Pecorino romano	$z = 1.747 x + 1.272 y$	0.93	0.048	1.73
Pecorino sardo	$z = 1.733 x + 1.257 y$	0.95	0.043	1.56

**Pecorino romano**  
Resa/grasso - Predict cheese yield / fat



Proteina/grasso - Protein / fat

**Pecorino sardo**  
Resa/grasso - Predict cheese yield / fat



Proteina/grasso - Protein / fat

Fig. 1 - Rette di regressione riferite rispettivamente al Pecorino romano ed al Pecorino sardo.

Fig. 1 - Regression lines concerning Pecorino romano and Pecorino sardo respectively.

le proteine possono fissare da un minimo di 0,8-0,9 g di acqua nei formaggi a pasta pressata cotta e fino a 2,8-3 g nei formaggi a pasta fresca mentre per il grasso tale capacità è praticamente nulla.

Per quanto riguarda il Pecorino romano, i coefficienti di regressione determinati in un studio precedente da Casu e Marcialis (3), sono molto diversi rispetto a quelli ottenuti nel presente lavoro in quanto sottostimano il peso del grasso sulla resa sovrastimando di conseguenza quello delle proteine. Ciò è da mettere in relazione al fatto che la tecnologia di fabbricazione del Pecorino romano da qualche tempo ha subito degli adattamenti in conseguenza dell'introduzione di attrezzature di tipo polivalente che hanno consentito di razionalizzare e standardizzare in particolare le operazioni relative alla rottura e all'agitazione della cagliata.

In effetti nella tecnica di lavorazione artigianale la rottura del coagulo, eseguita manualmente con la «chiova» portava ad ottenere un taglio della cagliata meno uniforme, con conseguenti maggiori perdite di grasso e di piccoli granuli di cagliata («polvere») nel siero. Inoltre le tradizionali tecniche della «frugatura» e della pressatura delle forme determinavano anch'esse ulteriori perdite di materia utile con particolare riferimento al grasso (6).

Si può quindi concludere che la nuova formula per il calcolo della resa in formaggio Pecorino romano, che tiene conto degli attuali parametri tecnologici di trasformazione, potrebbe permettere di stimare a priori e con sufficiente accuratezza il rendimento del latte in formaggio.

Analogamente l'equazione che consente di stimare la resa in Pecorino sardo si ritiene altrettanto valida e applicabile nella pratica, vista anche la bassa variabilità dell'umidità riscontrata anche in questo caso dal prodotto ottenuto nel corso delle prove.

## CONCLUSIONI

La possibilità di prevedere la resa della materia prima in prodotto finito (formaggio) sulla base di semplici determinazioni analitiche (grasso e proteine del latte) è di sicuro interesse sia per un miglior controllo della gestione generale del caseificio sia per attribuire il giusto valore al tenore in proteina e grasso del latte anche al fine del suo pagamento secondo qualità.

Bisogna comunque tenere presente che le equazioni di regressione ricavate non possono essere generalizzate, essendo applicabili con buona rispondenza solo in condizioni simili a quelle descritte (Tab. 1 e 2); inoltre

la resa calcolata come quantità in peso del formaggio ottenuto da 100 litri di latte, pur essendo la più usata soprattutto per la sua semplicità, presenta l'inconveniente di esprimere una relazione tra due prodotti, latte e formaggio, che hanno un grado di umidità molto diverso tra loro per cui il tipo di tecnologia di trasformazione adottata influisce notevolmente sulla rispondenza della resa calcolata rispetto a quella reale.

Fatte salve ulteriori ed opportune verifiche nelle condizioni di trasformazione dei differenti caseifici, i coefficienti di regressione ottenuti possono costituire un buon punto di partenza anche in vista del pagamento del latte a qualità. Infatti tali coefficienti possono ritenersi sufficientemente precisi in considerazione della quantità di latte complessivamente trasformata durante le prove (200.000 litri circa per i due formaggi), degli elevati coefficienti di correlazione e dei bassi coefficienti di variazione residua delle equazioni ricavate:  $r = 0,93$  e  $Cv_r = 1,73$  per il Pecorino romano e  $r = 0,95$  e  $Cv_r = 1,56$  per il Pecorino sardo.

## RIASSUNTO

I dati relativi a 34 fabbricazioni su scala industriale (5.000 l ciascuna) di formaggio Pecorino romano e Pecorino sardo, sono stati sottoposti ad analisi statistica.

I risultati ottenuti mostrano che è possibile stimare a priori con buona precisione la resa del latte di pecora in formaggio Pecorino romano e Pecorino sardo a partire dalla quantità di proteina e di grasso presente nel latte.

Viene quindi proposto un metodo di previsione della resa stessa a partire da equazioni di regressione caratteristiche per i due formaggi: resa in Pecorino romano =  $1,747$  (% proteina) +  $1,272$  (% grasso),  $r = 0,93$ ; resa in Pecorino sardo =  $1,733$  (% proteina) +  $1,257$  (% grasso),  $r = 0,95$ .

## BIBLIOGRAFIA

- 1) ALTIERO V., MOIO L., ADDEO F., *Previsione della resa in mozzarella sulla base del contenuto in grasso e proteine del latte di bufala*. Sci. e Tec. latt.-cas., 40, 425-433 (1989).
- 2) BANKS J.M., MUIR D.D., TAMINE A.Y., *Equations for estimation of the efficiency of Cheddar cheese production*. Dairy Ind. Int., 49, 14-17 (1984).
- 3) CASU S., MARCIALIS A., *Contributo alla conoscenza della relazione tra composizione del latte e resa in formaggio pecorino di tipo romano*. Sci. e Tec. latt.-cas., 17, 204-213 (1966).
- 4) FIL-IDF, *Cheese and processed cheese. Determination of total solids content*. International Dairy Federation Standard 4A; Brussels, Belgio (1982).
- 5) GILLES J., LAWRENCE R.C., *The yield of cheese*. N.Z.J., Dairy Sci. Technol., 20, 205-214 (1985).

- 6) LEDDA A., ARRIZZA S., *Rilievi sulla tecnologia di produzione del formaggio Pecorino romano in Sardegna*. Sci. e Tec. latt.-cas., 20, 143-183 (1969).
- 7) LELIEVRE J., FREESE O.J., GILLES J., *Prediction of Cheddar cheese yield*. N.Z.J. Dairy Sci. Technol., 18, 169-172 (1983).
- 8) MAUBOIS J.L., RICORDEAU G., MOCQUOT G., *Etude des rendements en fromagerie de Camembert et de Saint-Paulin*. Le Lait, 497, 351-373 (1970).
- 9) MOCQUOT G., RICORDEAU G., AURIOL P., *Estimation du rendement en fromage de gruyère de Comté en fonction de la richesse du lait de chaudière*. Ann. Zootech., 12, 53-66 (1963).
- 10) POSTHUMUS G., BOOY C.J., KLIJN C.J., *The relation between the protein content of milk and cheese yield*. Neth. Milk Dairy, 18, 155-159 (1964).