



PRODUZIONE DI FORMAGGI OVINI BIOLOGICI A BREVE PERIODO DI MATURAZIONE E DESTINATI A DIFFERENTI CATEGORIE DI CONSUMATORI: FOCUS SUL FORMAGGIO ERBORINATO (PROGETTO FOR.BIO)



GIACOMO LAI

**SCIENZA E TECNICA
LATTIERO - CASEARIA**



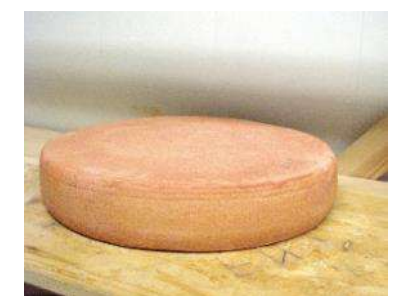
Premessa

- I formaggi a media e lunga stagionatura rappresentano la quota maggiore della produzione casearia sarda e, in particolare, il 70% del latte ovino in Sardegna è destinato alla produzione del Pecorino Romano DOP.
- Sono necessari programmi di innovazione tecnologica e diversificazione delle produzioni che possano garantire una evoluzione competitiva e un miglioramento delle performance aziendali, creando i presupposti per una stabilità economica del sistema nel medio e lungo periodo.
- Da tempo l'Agencia Agris Sardegna si è operata per studiare e rendere disponibili tecnologie di trasformazione del latte ovino innovative per il panorama caseario sardo.



Agris

Agencia regionale
per la ricerca in agricoltura



Obiettivi del progetto

Il progetto FOR.BIO (Regione Autonoma della Sardegna, Programma di Sviluppo Rurale 2014-2020, Sottomisura 16.2 – Sostegno a progetti pilota e allo sviluppo di nuovi prodotti, pratiche processi e tecnologie) ha avuto le seguenti finalità:

- ❖ Trasferire alle aziende che fanno parte della **Cooperativa di Produttori Biologici S'Atra Sardinia** nuovi processi di trasformazione della materia prima latte di pecora biologico verso alcuni tipi di formaggi a breve periodo di maturazione.
- ❖ Soddisfare nuovi fabbisogni di mercato: crescente numero di consumatori intolleranti al lattosio e orientati verso scelte vegetariane.

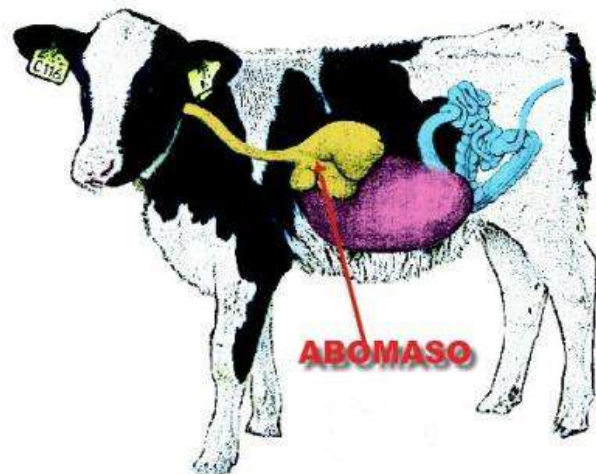


Obiettivi del progetto

Produzione di formaggi “senza lattosio”
($< 0,1 \text{ g}/100 \text{ g}$)

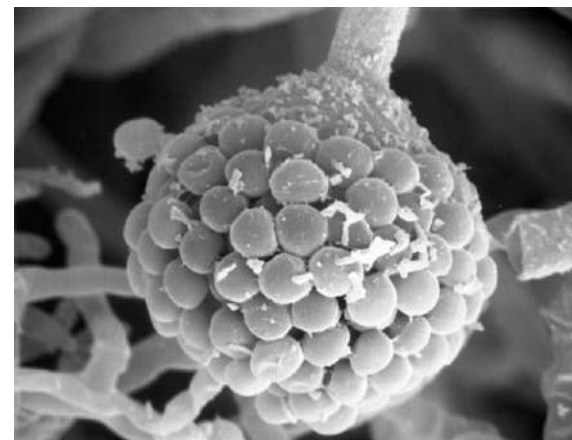


Caglio liquido di vitello



VS

Caglio microbico
Fungo: *Rhizomucor miehei*



Utilizzo di coagulanti di
origine diversa

Titolo: 1:10.000

Chimosina/pepsina: 75/25

Titolo: 1:13.000

Piano sperimentale

2 formaggi

Erborinato (E)



Pasta molle (M)



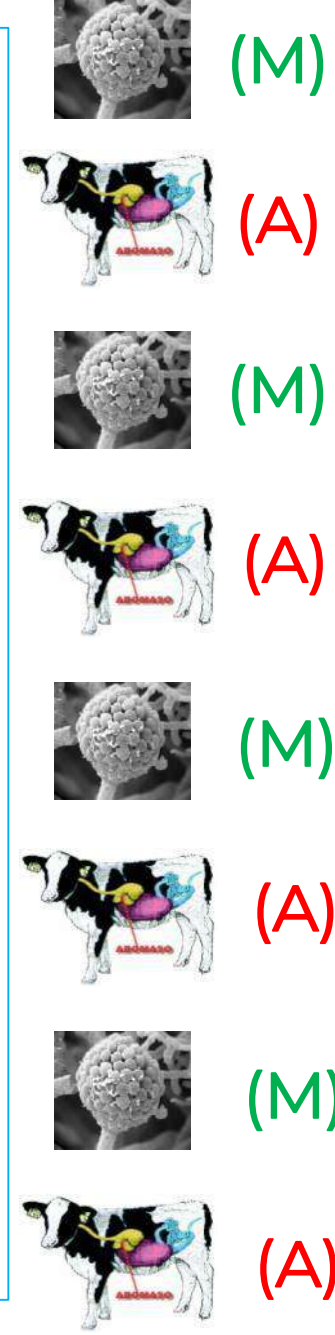
2 tesi lattosio

con enzima lattasi (SL), senza enzima lattasi (CL)



2 tesi caglio

caglio microbico (M), caglio animale (A)



3 periodi

Inverno (1) Primavera (2) Estate (3)

Piano sperimentale

2 formaggi

Erborinato (E)



Pasta molle (M)



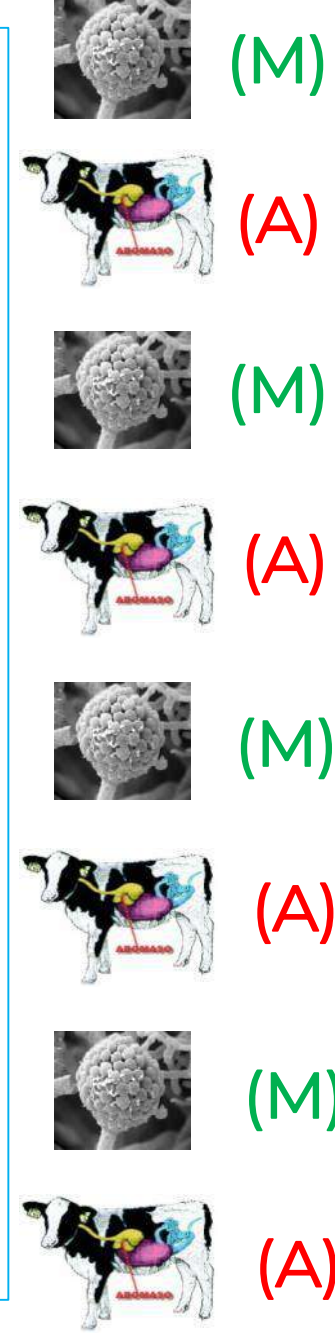
2 tesi lattosio

con enzima lattasi (SL), senza enzima lattasi (CL)



2 tesi caglio

caglio microbico (M), caglio animale (A)



3 periodi

Inverno (1) Primavera (2) Estate (3)

Fasi della produzione del formaggio ovino erborinato



Aggiunta della coltura lattica e della lattasi



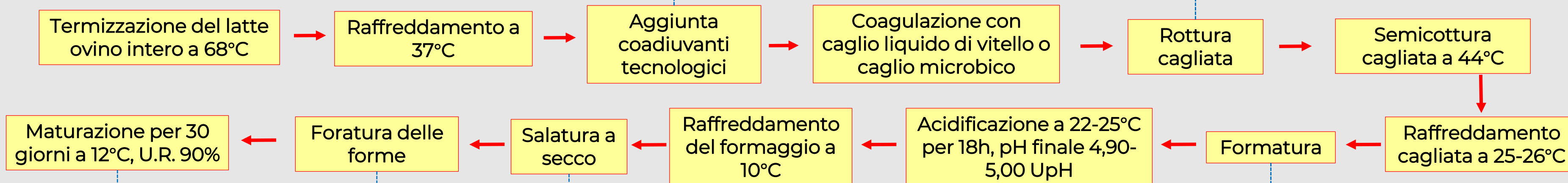
Aggiunta della sospensione di spore di *Penicillium roqueforti*



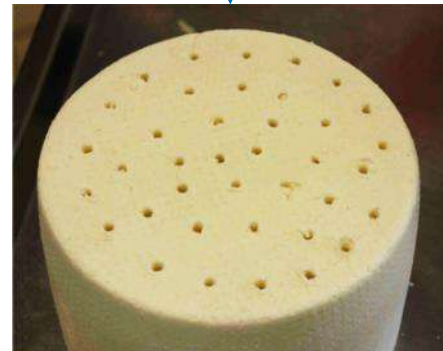
Rottura della cagliata: fase iniziale



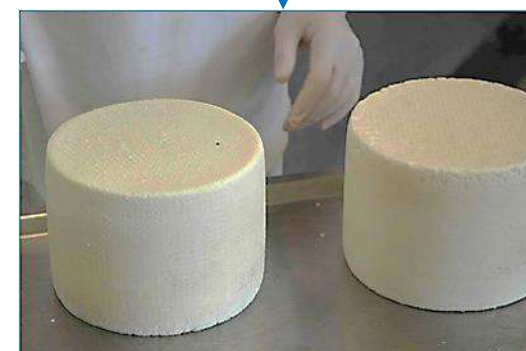
Rottura della cagliata: fase finale (dimensione granuli 5-7 mm)



Forme di erborinato durante la maturazione



Piatto della forma al termine della foratura



Formaggio al termine della salatura

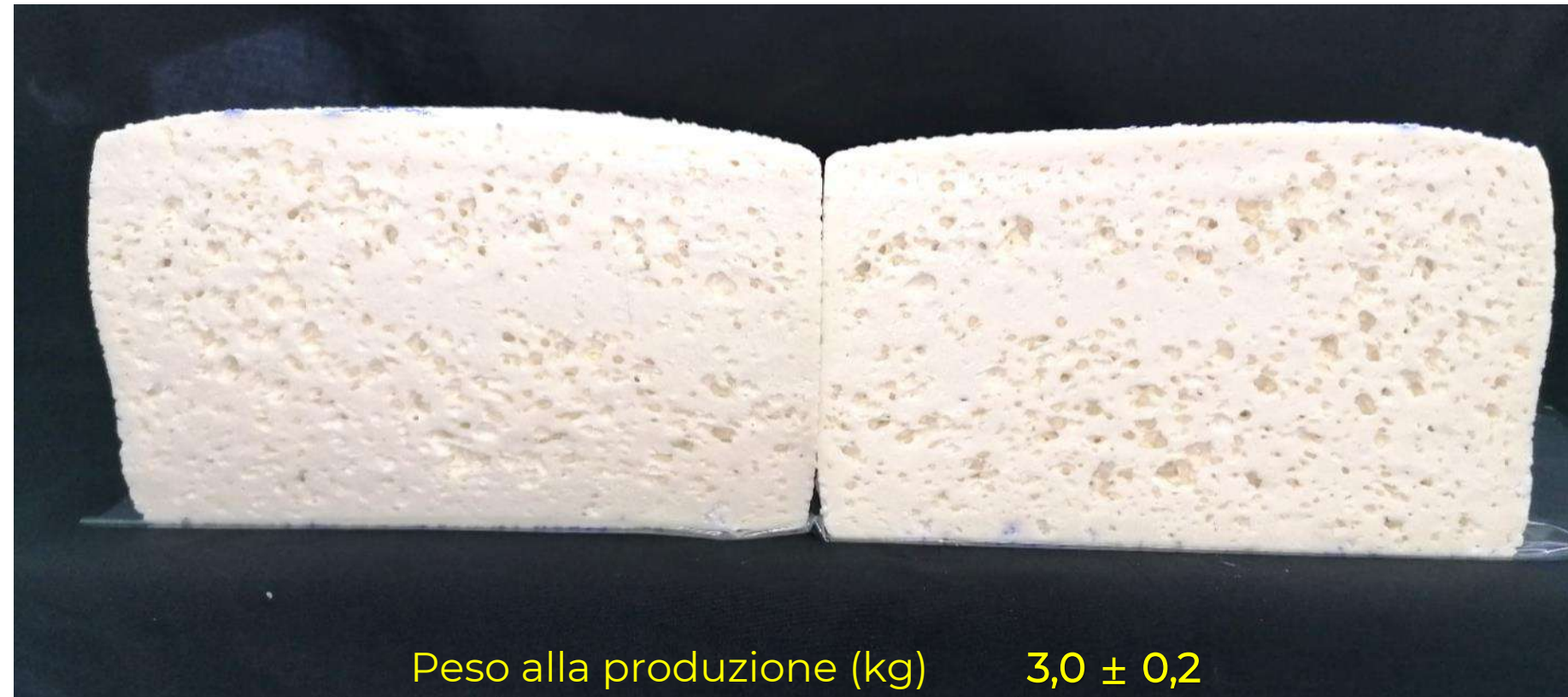


Formatura e riempimento finale degli stampi



Trasferimento della cagliata negli stampi di formatura

Formaggio erborinato alle 24 ore dalla produzione



Formaggio erborinato a fine stagionatura (30 giorni)



Resa e parametri di efficienza tecnologica nel formaggio erborinato

| | Caglio animale | | | Caglio microbico | | | SEM | P |
|--|-------------------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|------|----|
| | Inverno | Primavera | Estate | Inverno | Primavera | Estate | | |
| Resa di trasformazione (%) | 19,4 ^b | 20,8 ^{ab} | 22,9 ^a | 19,8 ^b | 21,0 ^{ab} | 22,8 ^a | 0,45 | * |
| Resa corretta (Umidità 49,1%) | 19,7 ^b | 21,0 ^{ab} | 22,9 ^a | 19,4 ^b | 21,2 ^b | 23,3 ^a | 0,94 | * |
| Coefficiente recupero del grasso (%) | 90,4 | 97,6 | 95,9 | 89,7 | 98,2 | 95,8 | 1,27 | NS |
| Coefficiente recupero della proteina (%) | 76,0 ^b | 85,1 ^a | 82,7 ^{ab} | 75,6 ^b | 83,6 ^a | 82,6 ^{ab} | 1,34 | * |

SEM = errore standard della media; P = significatività; * = P < 0,05; NS = non significativo. ^{a b} Lettere differenti sulla stessa riga evidenziano una differenza significativa tra le medie a confronto

Resa e parametri di efficienza tecnologica nel formaggio erborinato

| | Caglio animale | | | Caglio microbico | | | SEM | P |
|--|-------------------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|------|----|
| | Inverno | Primavera | Estate | Inverno | Primavera | Estate | | |
| Resa di trasformazione (%) | 19,4 ^b | 20,8 ^{ab} | 22,9 ^a | 19,8 ^b | 21,0 ^{ab} | 22,8 ^a | 0,45 | * |
| Resa corretta (Umidità 49,1%) | 19,7 ^b | 21,0 ^{ab} | 22,9 ^a | 19,4 ^b | 21,2 ^b | 23,3 ^a | 0,94 | * |
| Coefficiente recupero del grasso (%) | 90,4 | 97,6 | 95,9 | 89,7 | 98,2 | 95,8 | 1,27 | NS |
| Coefficiente recupero della proteina (%) | 76,0 ^b | 85,1 ^a | 82,7 ^{ab} | 75,6 ^b | 83,6 ^a | 82,6 ^{ab} | 1,34 | * |

SEM = errore standard della media; P = significatività; * = P < 0,05; NS = non significativo. ^{a b} Lettere differenti sulla stessa riga evidenziano una differenza significativa tra le medie a confronto

Resa e parametri di efficienza tecnologica nel formaggio erborinato

| | Caglio animale | | | Caglio microbico | | | SEM | P |
|--|-------------------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|------|----|
| | Inverno | Primavera | Estate | Inverno | Primavera | Estate | | |
| Resa di trasformazione (%) | 19,4 ^b | 20,8 ^{ab} | 22,9 ^a | 19,8 ^b | 21,0 ^{ab} | 22,8 ^a | 0,45 | * |
| Resa corretta (Umidità 49,1%) | 19,7 ^b | 21,0 ^{ab} | 22,9 ^a | 19,4 ^b | 21,2 ^b | 23,3 ^a | 0,94 | * |
| Coefficiente recupero del grasso (%) | 90,4 | 97,6 | 95,9 | 89,7 | 98,2 | 95,8 | 1,27 | NS |
| Coefficiente recupero della proteina (%) | 76,0 ^b | 85,1 ^a | 82,7 ^{ab} | 75,6 ^b | 83,6 ^a | 82,6 ^{ab} | 1,34 | * |

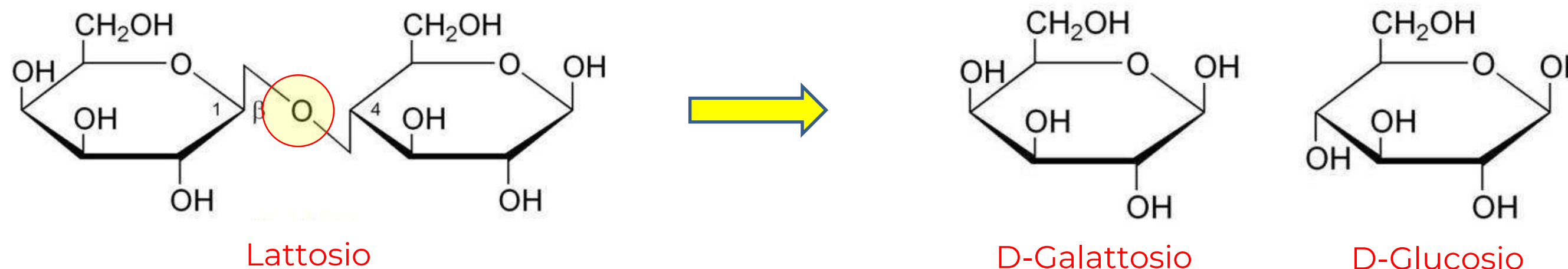
SEM = errore standard della media; P = significatività; * = P < 0,05; NS = non significativo. ^a^b Lettere differenti sulla stessa riga evidenziano una differenza significativa tra le medie a confronto

Resa e parametri di efficienza tecnologica nel formaggio erborinato

| | Caglio animale | | | Caglio microbico | | | SEM | P |
|--|-------------------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|------|----|
| | Inverno | Primavera | Estate | Inverno | Primavera | Estate | | |
| Resa di trasformazione (%) | 19,4 ^b | 20,8 ^{ab} | 22,9 ^a | 19,8 ^b | 21,0 ^{ab} | 22,8 ^a | 0,45 | * |
| Resa corretta (Umidità 49,1%) | 19,7 ^b | 21,0 ^{ab} | 22,9 ^a | 19,4 ^b | 21,2 ^b | 23,3 ^a | 0,94 | * |
| Coefficiente recupero del grasso (%) | 90,4 | 97,6 | 95,9 | 89,7 | 98,2 | 95,8 | 1,27 | NS |
| Coefficiente recupero della proteina (%) | 76,0 ^b | 85,1 ^a | 82,7 ^{ab} | 75,6 ^b | 83,6 ^a | 82,6 ^{ab} | 1,34 | * |

SEM = errore standard della media; P = significatività; * = P < 0,05; NS = non significativo. ^{a b} Lettere differenti sulla stessa riga evidenziano una differenza significativa tra le medie a confronto

Lattosio residuo nel formaggio erborinato

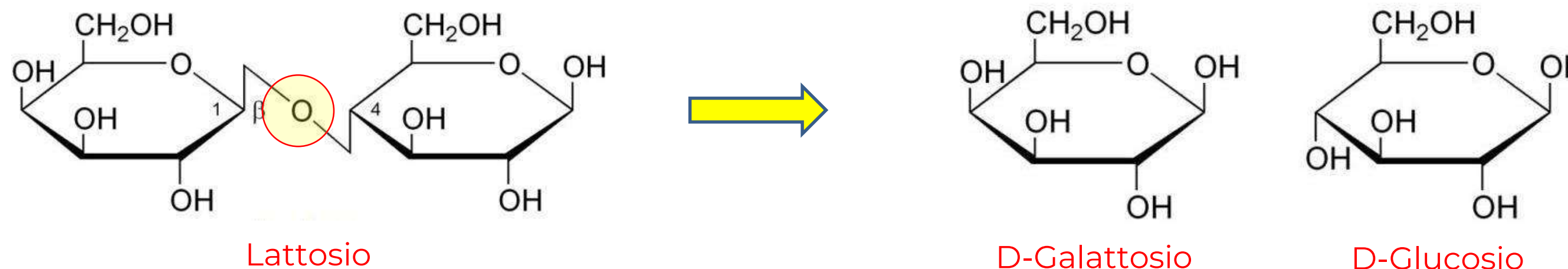


- In Italia l'attuale normativa stabilisce che l'indicazione **“senza lattosio”** può essere utilizzata per latti e prodotti lattiero-caseari con un residuo di lattosio inferiore a 0,1 g per 100 g o ml di prodotto.
- Tuttavia un valore di lattosio residuo inferiore a 0,01 g per 100 g o ml di prodotto risulta essere meglio tollerato dalla maggior parte dei soggetti intolleranti al lattosio.
- Il formaggio ovino erborinato a fine stagionatura è risultato **“naturalmente privo di lattosio”** e non necessita quindi dell'utilizzo dell'enzima lattasi.

| | Lattosio residuo (g/100 g) con enzima lattasi | | | Lattosio residuo (g/100 g) senza enzima lattasi | | | SEM | P |
|-------------------------|--|-----------|--------|--|-----------|--------|-------|----|
| | Inverno | Primavera | Estate | Inverno | Primavera | Estate | | |
| Erborinato 30 giorni | 0,010 | 0,002 | 0,0005 | 0,001 | 0,001 | 0,002 | 0,001 | NS |

SEM = errore standard della media; P = significatività; NS = non significativo

Lattosio residuo nel formaggio erborinato



- In Italia l'attuale normativa stabilisce che l'indicazione *“senza lattosio”* può essere utilizzata per latti e prodotti lattiero-caseari con un residuo di lattosio inferiore a 0,1 g per 100 g o ml di prodotto.
- Tuttavia un valore di lattosio residuo inferiore a 0,01 g per 100 g o ml di prodotto risulta essere meglio tollerato dalla maggior parte dei soggetti intolleranti al lattosio.
- Il formaggio ovino erborinato a fine stagionatura è risultato *“naturalmente privo di lattosio”* e non necessita quindi dell'utilizzo dell'enzima lattasi.

| | Lattosio residuo (g/100 g) con enzima lattasi | | | Lattosio residuo (g/100 g) senza enzima lattasi | | | SEM | P |
|-------------------------|--|-----------|--------|--|-----------|--------|-------|----|
| | Inverno | Primavera | Estate | Inverno | Primavera | Estate | | |
| Erborinato 30 giorni | 0,010 | 0,002 | 0,0005 | 0,001 | 0,001 | 0,002 | 0,001 | NS |

SEM = errore standard della media; P = significatività; NS = non significativo

Composizione fisico-chimica e nutrizionale del formaggio erborinato a 30 giorni di stagionatura

| | Caglio animale | | | Caglio microbico | | | SEM | P |
|--------------------------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|-------|----|
| | Inverno | Primavera | Estate | Inverno | Primavera | Estate | | |
| pH (UpH) | 6,81 ^{ab} | 6,86 ^a | 6,30 ^b | 6,85 ^{ab} | 6,94 ^a | 6,64 ^b | 0,08 | * |
| Umidità (%) | 46,9 | 45,3 | 45,8 | 46,9 | 43,7 | 43,2 | 0,51 | NS |
| Grasso (%) | 27,0 ^c | 28,6 ^{abc} | 29,4 ^{ab} | 27,2 ^{bc} | 29,6 ^a | 30,9 ^a | 0,43 | * |
| Proteina (%) | 21,9 | 21,7 | 20,5 | 21,7 | 22,1 | 21,5 | 0,18 | NS |
| Grasso/Proteina (-) | 1,23 ^b | 1,32 ^b | 1,44 ^a | 1,25 ^b | 1,34 ^{ab} | 1,44 ^a | 0,02 | * |
| Carboidrati (%) | 0,01 | < 0,01 | < 0,01 | 0,01 | < 0,01 | < 0,01 | 0,001 | NS |
| NaCl (%) | 1,5 | 1,2 | 1,1 | 1,4 | 1,3 | 1,4 | 0,13 | NS |
| Valore energetico (kcal/100 g) | 330 ^b | 345 ^{ab} | 347 ^{ab} | 332 ^b | 355 ^{ab} | 365 ^a | 3,9 | * |

SEM = errore standard della media; P = significatività; * = P < 0,05; NS = non significativo. ^{a b c} Lettere differenti sulla stessa riga evidenziano una differenza significativa tra le medie a confronto

Composizione fisico-chimica e nutrizionale del formaggio erborinato a 30 giorni di stagionatura

| | Caglio animale | | | Caglio microbico | | | SEM | P |
|--------------------------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|-------|----|
| | Inverno | Primavera | Estate | Inverno | Primavera | Estate | | |
| pH (UpH) | 6,81 ^{ab} | 6,86 ^a | 6,30 ^b | 6,85 ^{ab} | 6,94 ^a | 6,64 ^b | 0,08 | * |
| Umidità (%) | 46,9 | 45,3 | 45,8 | 46,9 | 43,7 | 43,2 | 0,51 | NS |
| Grasso (%) | 27,0 ^c | 28,6 ^{abc} | 29,4 ^{ab} | 27,2 ^{bc} | 29,6 ^a | 30,9 ^a | 0,43 | * |
| Proteina (%) | 21,9 | 21,7 | 20,5 | 21,7 | 22,1 | 21,5 | 0,18 | NS |
| Grasso/Proteina (-) | 1,23 ^b | 1,32 ^b | 1,44 ^a | 1,25 ^b | 1,34 ^{ab} | 1,44 ^a | 0,02 | * |
| Carboidrati (%) | 0,01 | < 0,01 | < 0,01 | 0,01 | < 0,01 | < 0,01 | 0,001 | NS |
| NaCl (%) | 1,5 | 1,2 | 1,1 | 1,4 | 1,3 | 1,4 | 0,13 | NS |
| Valore energetico (kcal/100 g) | 330 ^b | 345 ^{ab} | 347 ^{ab} | 332 ^b | 355 ^{ab} | 365 ^a | 3,9 | * |

SEM = errore standard della media; P = significatività; * = P < 0,05; NS = non significativo. ^{a b c} Lettere differenti sulla stessa riga evidenziano una differenza significativa tra le medie a confronto

Composizione fisico-chimica e nutrizionale del formaggio erborinato a 30 giorni di stagionatura

| | Caglio animale | | | Caglio microbico | | | SEM | P |
|--------------------------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|-------|----|
| | Inverno | Primavera | Estate | Inverno | Primavera | Estate | | |
| pH (UpH) | 6,81 ^{ab} | 6,86 ^a | 6,30 ^b | 6,85 ^{ab} | 6,94 ^a | 6,64 ^b | 0,08 | * |
| Umidità (%) | 46,9 | 45,3 | 45,8 | 46,9 | 43,7 | 43,2 | 0,51 | NS |
| Grasso (%) | 27,0 ^c | 28,6 ^{abc} | 29,4 ^{ab} | 27,2 ^{bc} | 29,6 ^a | 30,9 ^a | 0,43 | * |
| Proteina (%) | 21,9 | 21,7 | 20,5 | 21,7 | 22,1 | 21,5 | 0,18 | NS |
| Grasso/Proteina (-) | 1,23 ^b | 1,32 ^b | 1,44 ^a | 1,25 ^b | 1,34 ^{ab} | 1,44 ^a | 0,02 | * |
| Carboidrati (%) | 0,01 | < 0,01 | < 0,01 | 0,01 | < 0,01 | < 0,01 | 0,001 | NS |
| NaCl (%) | 1,5 | 1,2 | 1,1 | 1,4 | 1,3 | 1,4 | 0,13 | NS |
| Valore energetico (kcal/100 g) | 330 ^b | 345 ^{ab} | 347 ^{ab} | 332 ^b | 355 ^{ab} | 365 ^a | 3,9 | * |

SEM = errore standard della media; P = significatività; * = P < 0,05; NS = non significativo. ^{a b c} Lettere differenti sulla stessa riga evidenziano una differenza significativa tra le medie a confronto

Composizione fisico-chimica e nutrizionale del formaggio erborinato a 30 giorni di stagionatura

| | Caglio animale | | | Caglio microbico | | | SEM | P |
|--------------------------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|-------|----|
| | Inverno | Primavera | Estate | Inverno | Primavera | Estate | | |
| pH (UpH) | 6,81 ^{ab} | 6,86 ^a | 6,30 ^b | 6,85 ^{ab} | 6,94 ^a | 6,64 ^b | 0,08 | * |
| Umidità (%) | 46,9 | 45,3 | 45,8 | 46,9 | 43,7 | 43,2 | 0,51 | NS |
| Grasso (%) | 27,0 ^c | 28,6 ^{abc} | 29,4 ^{ab} | 27,2 ^{bc} | 29,6 ^a | 30,9 ^a | 0,43 | * |
| Proteina (%) | 21,9 | 21,7 | 20,5 | 21,7 | 22,1 | 21,5 | 0,18 | NS |
| Grasso/Proteina (-) | 1,23 ^b | 1,32 ^b | 1,44 ^a | 1,25 ^b | 1,34 ^{ab} | 1,44 ^a | 0,02 | * |
| Carboidrati (%) | 0,01 | < 0,01 | < 0,01 | 0,01 | < 0,01 | < 0,01 | 0,001 | NS |
| NaCl (%) | 1,5 | 1,2 | 1,1 | 1,4 | 1,3 | 1,4 | 0,13 | NS |
| Valore energetico (kcal/100 g) | 330 ^b | 345 ^{ab} | 347 ^{ab} | 332 ^b | 355 ^{ab} | 365 ^a | 3,9 | * |

SEM = errore standard della media; P = significatività; * = P < 0,05; NS = non significativo. ^{a b c} Lettere differenti sulla stessa riga evidenziano una differenza significativa tra le medie a confronto

Composizione fisico-chimica e nutrizionale del formaggio erborinato a 30 giorni di stagionatura

| | Caglio animale | | | Caglio microbico | | | SEM | P |
|---------------------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|------------|----------|
| | Inverno | Primavera | Estate | Inverno | Primavera | Estate | | |
| pH (UpH) | 6,81 ^{ab} | 6,86 ^a | 6,30 ^b | 6,85 ^{ab} | 6,94 ^a | 6,64 ^b | 0,08 | * |
| Umidità (%) | 46,9 | 45,3 | 45,8 | 46,9 | 43,7 | 43,2 | 0,51 | NS |
| Grasso (%) | 27,0 ^c | 28,6 ^{abc} | 29,4 ^{ab} | 27,2 ^{bc} | 29,6 ^a | 30,9 ^a | 0,43 | * |
| Proteina (%) | 21,9 | 21,7 | 20,5 | 21,7 | 22,1 | 21,5 | 0,18 | NS |
| Grasso/Proteina (-) | 1,23 ^b | 1,32 ^b | 1,44 ^a | 1,25 ^b | 1,34 ^{ab} | 1,44 ^a | 0,02 | * |
| Carboidrati (%) | 0,01 | < 0,01 | < 0,01 | 0,01 | < 0,01 | < 0,01 | 0,001 | NS |
| NaCl (%) | 1,5 | 1,2 | 1,1 | 1,4 | 1,3 | 1,4 | 0,13 | NS |
| Valore energetico (kcal/100 g) | 330^b | 345^{ab} | 347^{ab} | 332^b | 355^{ab} | 365^a | 3,9 | * |

SEM = errore standard della media; P = significatività; * = P < 0,05; NS = non significativo. ^{a b c} Lettere differenti sulla stessa riga evidenziano una differenza significativa tra le medie a confronto

Composizione fisico-chimica e nutrizionale del formaggio erborinato a 30 giorni di stagionatura

| | Caglio animale | | | Caglio microbico | | | SEM | P |
|--------------------------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|-------|----|
| | Inverno | Primavera | Estate | Inverno | Primavera | Estate | | |
| pH (UpH) | 6,81 ^{ab} | 6,86 ^a | 6,30 ^b | 6,85 ^{ab} | 6,94 ^a | 6,64 ^b | 0,08 | * |
| Umidità (%) | 46,9 | 45,3 | 45,8 | 46,9 | 43,7 | 43,2 | 0,51 | NS |
| Grasso (%) | 27,0 ^c | 28,6 ^{abc} | 29,4 ^{ab} | 27,2 ^{bc} | 29,6 ^a | 30,9 ^a | 0,43 | * |
| Proteina (%) | 21,9 | 21,7 | 20,5 | 21,7 | 22,1 | 21,5 | 0,18 | NS |
| Grasso/Proteina (-) | 1,23 ^b | 1,32 ^b | 1,44 ^a | 1,25 ^b | 1,34 ^{ab} | 1,44 ^a | 0,02 | * |
| Carboidrati (%) | 0,01 | < 0,01 | < 0,01 | 0,01 | < 0,01 | < 0,01 | 0,001 | NS |
| NaCl (%) | 1,5 | 1,2 | 1,1 | 1,4 | 1,3 | 1,4 | 0,13 | NS |
| Valore energetico (kcal/100 g) | 330 ^b | 345 ^{ab} | 347 ^{ab} | 332 ^b | 355 ^{ab} | 365 ^a | 3,9 | * |

SEM = errore standard della media; P = significatività; * = P < 0,05; NS = non significativo. ^{a b c} Lettere differenti sulla stessa riga evidenziano una differenza significativa tra le medie a confronto

Composizione fisico-chimica e nutrizionale del formaggio erborinato a 30 giorni di stagionatura

| | Caglio animale | | | Caglio microbico | | | SEM | P |
|--------------------------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|-------|----|
| | Inverno | Primavera | Estate | Inverno | Primavera | Estate | | |
| pH (UpH) | 6,81 ^{ab} | 6,86 ^a | 6,30 ^b | 6,85 ^{ab} | 6,94 ^a | 6,64 ^b | 0,08 | * |
| Umidità (%) | 46,9 | 45,3 | 45,8 | 46,9 | 43,7 | 43,2 | 0,51 | NS |
| Grasso (%) | 27,0 ^c | 28,6 ^{abc} | 29,4 ^{ab} | 27,2 ^{bc} | 29,6 ^a | 30,9 ^a | 0,43 | * |
| Proteina (%) | 21,9 | 21,7 | 20,5 | 21,7 | 22,1 | 21,5 | 0,18 | NS |
| Grasso/Proteina (-) | 1,23 ^b | 1,32 ^b | 1,44 ^a | 1,25 ^b | 1,34 ^{ab} | 1,44 ^a | 0,02 | * |
| Carboidrati (%) | 0,01 | < 0,01 | < 0,01 | 0,01 | < 0,01 | < 0,01 | 0,001 | NS |
| NaCl (%) | 1,5 | 1,2 | 1,1 | 1,4 | 1,3 | 1,4 | 0,13 | NS |
| Valore energetico (kcal/100 g) | 330 ^b | 345 ^{ab} | 347 ^{ab} | 332 ^b | 355 ^{ab} | 365 ^a | 3,9 | * |

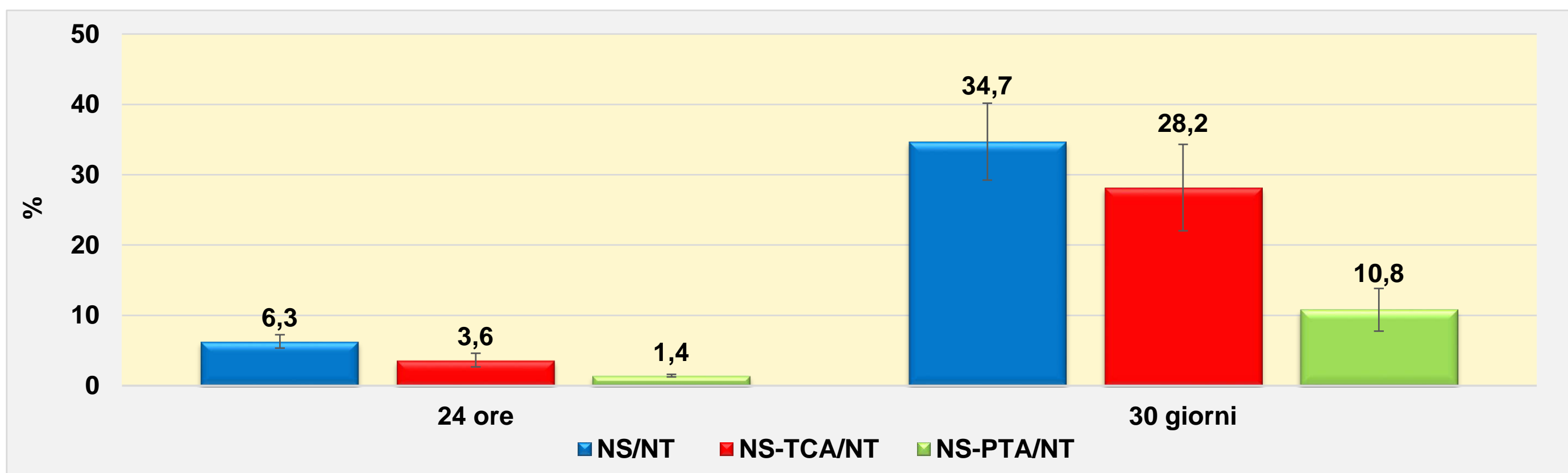
SEM = errore standard della media; P = significatività; * = P < 0,05; NS = non significativo. ^{a b c} Lettere differenti sulla stessa riga evidenziano una differenza significativa tra le medie a confronto

Composizione fisico-chimica e nutrizionale del formaggio erborinato a 30 giorni di stagionatura

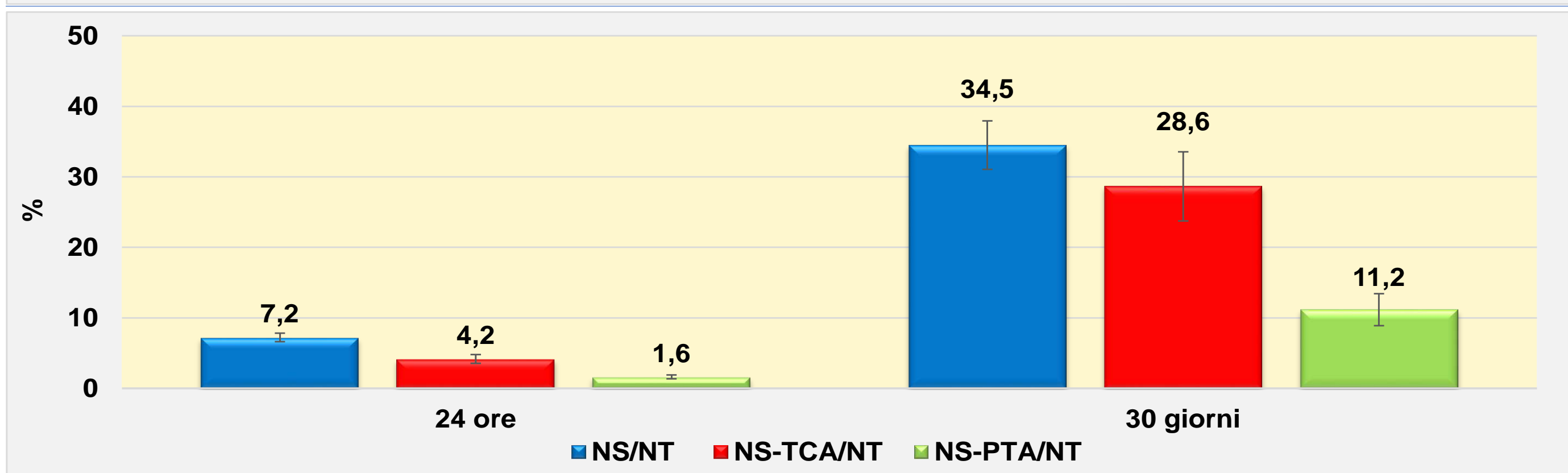
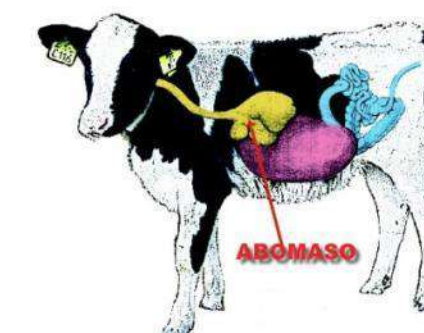
| | Caglio animale | | | Caglio microbico | | | SEM | P |
|--------------------------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|-------|----|
| | Inverno | Primavera | Estate | Inverno | Primavera | Estate | | |
| pH (UpH) | 6,81 ^{ab} | 6,86 ^a | 6,30 ^b | 6,85 ^{ab} | 6,94 ^a | 6,64 ^b | 0,08 | * |
| Umidità (%) | 46,9 | 45,3 | 45,8 | 46,9 | 43,7 | 43,2 | 0,51 | NS |
| Grasso (%) | 27,0 ^c | 28,6 ^{abc} | 29,4 ^{ab} | 27,2 ^{bc} | 29,6 ^a | 30,9 ^a | 0,43 | * |
| Proteina (%) | 21,9 | 21,7 | 20,5 | 21,7 | 22,1 | 21,5 | 0,18 | NS |
| Grasso/Proteina (-) | 1,23 ^b | 1,32 ^b | 1,44 ^a | 1,25 ^b | 1,34 ^{ab} | 1,44 ^a | 0,02 | * |
| Carboidrati (%) | 0,01 | < 0,01 | < 0,01 | 0,01 | < 0,01 | < 0,01 | 0,001 | NS |
| NaCl (%) | 1,5 | 1,2 | 1,1 | 1,4 | 1,3 | 1,4 | 0,13 | NS |
| Valore energetico (kcal/100 g) | 330 ^b | 345 ^{ab} | 347 ^{ab} | 332 ^b | 355 ^{ab} | 365 ^a | 3,9 | * |

SEM = errore standard della media; P = significatività; * = P < 0,05; NS = non significativo. ^{a b c} Lettere differenti sulla stessa riga evidenziano una differenza significativa tra le medie a confronto

Evoluzione degli indicatori di proteolisi nel corso della stagionatura del formaggio erborinato



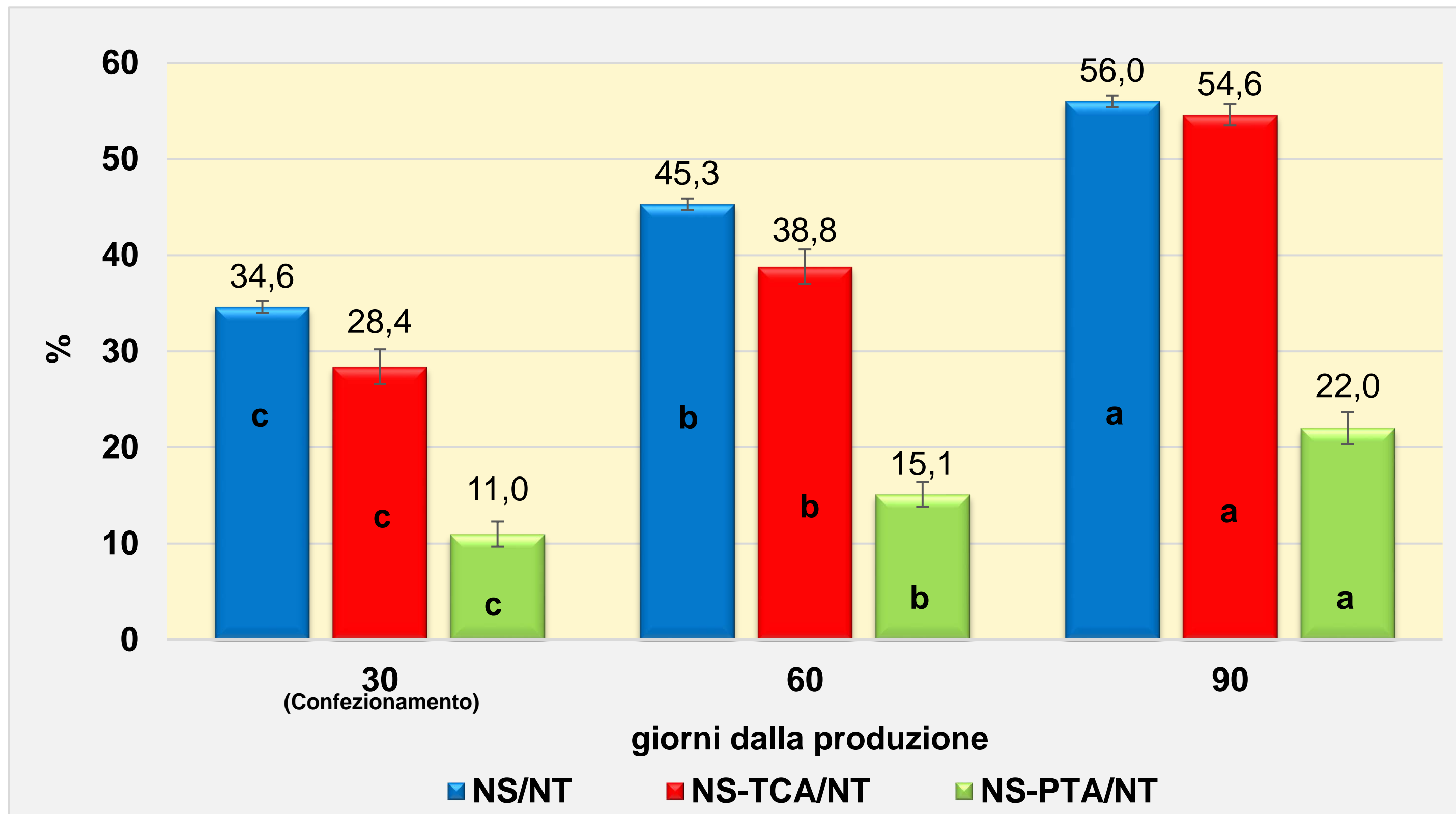
Caglio liquido di vitello



Caglio microbico
Fungo: *Rhizomucor miehei*



Evoluzione degli indicatori di proteolisi nel corso della conservazione del formaggio erborinato a $2 \pm 1^\circ\text{C}$

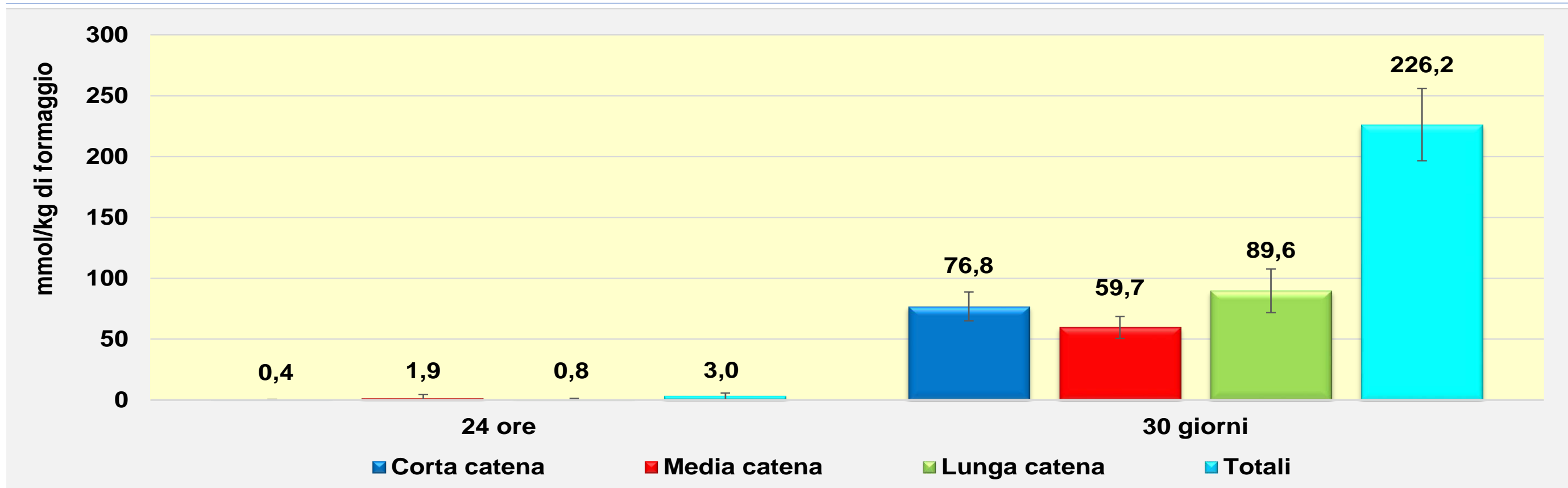


NS/NT= azoto solubile a pH 4,6/azoto totale; NS-TCA/NT= azoto solubile in acido tricloroacetico/azoto totale; NS-PTA/NT= azoto solubile in acido fosfotungstico/azoto totale.

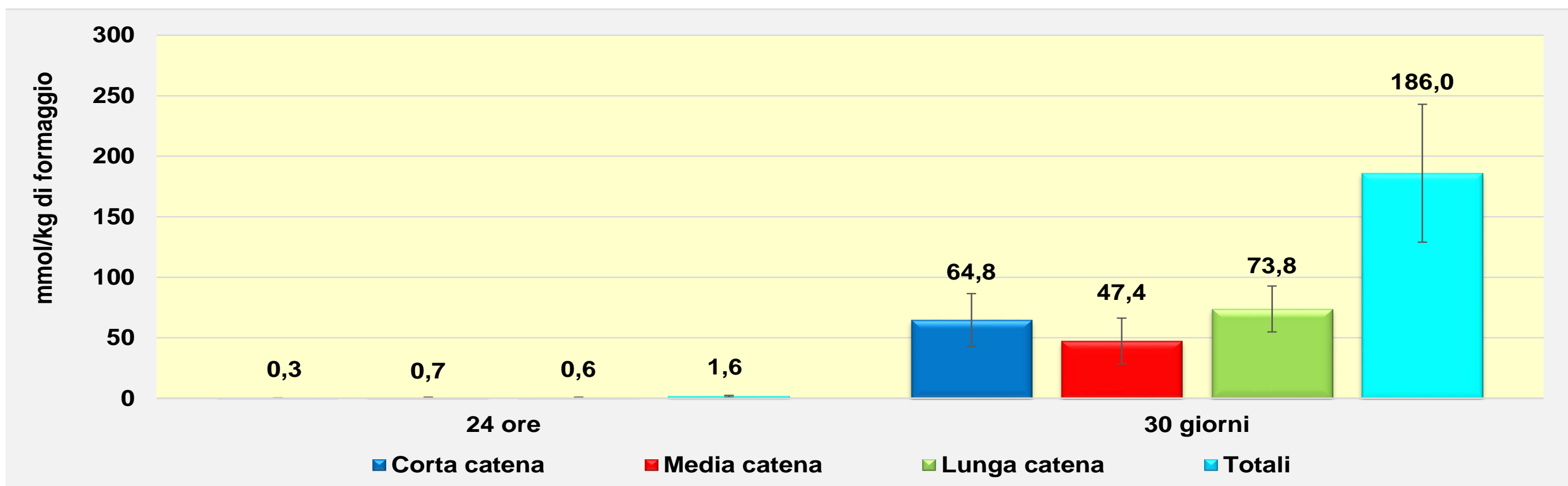
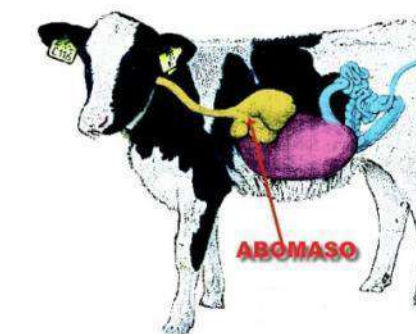
Pasta del formaggio ovino erborinato dopo 60 giorni dalla produzione



Contenuto di acidi grassi liberi (mmoli/kg di formaggio) nel corso della stagionatura del formaggio erborinato



Caglio liquido di vitello



Caglio microbico
Fungo: *Rhizomucor miehei*



Considerazioni finali

Risultati raggiunti grazie al progetto FOR.BIO:

- ➡ **Sinergia tra organismo di ricerca e impresa per rispondere in modo rapido a nuove esigenze di mercato.**
- ➡ **Diversificazione delle produzioni casearie biologiche attraverso l'utilizzo di tecnologie di trasformazione alternative, previa verifica dell'adattabilità nel contesto produttivo specifico.**
- ➡ **Ampliamento del mercato dei prodotti caseari biologici in risposta a determinate esigenze salutistiche (intolleranza al lattosio) o etiche (alimentazione vegetariana).**

GRAZIE PER L'ATTENZIONE

Si ringraziano i colleghi del Servizio Ricerca Prodotti di Origine Animale di Agris e il Caseificio Sias per la preziosa collaborazione

GIACOMO LAI

Agenzia Agris Sardegna

Servizio Ricerca Prodotti di Origine Animale

Settore Tecnologia

gialai@agrisricerca.it

**SCIENZA E TECNICA
LATTIERO - CASEARIA**

