

I PRODOTTI CASEARI D'ALPEGGIO

Sono tra i prodotti alimentari in cui maggiormente si riflette la biodiversità derivante dal luogo di origine.

Clima, altitudine, quantità e qualità dell'offerta foraggera, razza degli animali, varietà della flora microbica del latte, artigianalità della tecnologia di produzione, nonché luoghi e tipo di stagionatura sono solo alcuni tra i tanti fattori che influiscono sulle caratteristiche del latte e dei diversi formaggi di montagna.



**qualità nutrizionale
e organolettica**

**legame con il
territorio d'origine**



L'alimentazione dell'animale influenza significativamente la qualità del latte prodotto. In particolare, tra i suoi principali costituenti, la frazione lipidica è quella che risente maggiormente della composizione della razione. Gli effetti si possono osservare sia sulle caratteristiche nutrizionali che sulla presenza di molecole, potenziali marker di tracciabilità del prodotto.

La frazione lipidica del latte

Il grasso del latte è un complesso di lipidi costituito quasi completamente da trigliceridi (97-98%) contenenti più di 400 acidi grassi differenti.

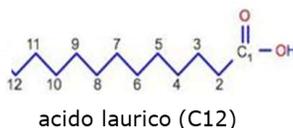
Il restante 2-3% è composto da fosfolipidi, colesterolo, carotenoidi, acidi grassi liberi, glicolipidi.

Gli acidi grassi

Sono acidi organici a catena lunga costituiti da 4 a 24 atomi di C.

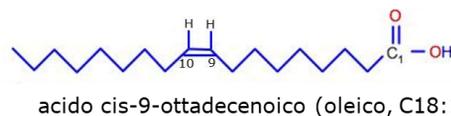
Hanno un gruppo carbossilico e una catena non polare idrocarburica.

SATURI
legami singoli

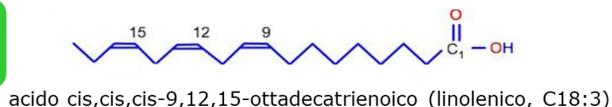


INSATURI
doppi legami

MONOINSATURI
1 doppio legame

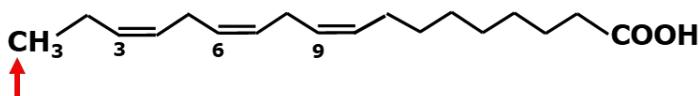


POLIINSATURI
>1 doppi legami

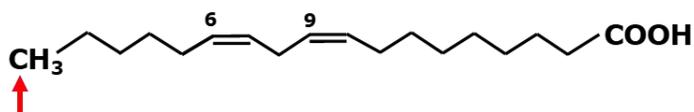


Acidi grassi polinsaturi

acido linolenico (18:3 ω3)

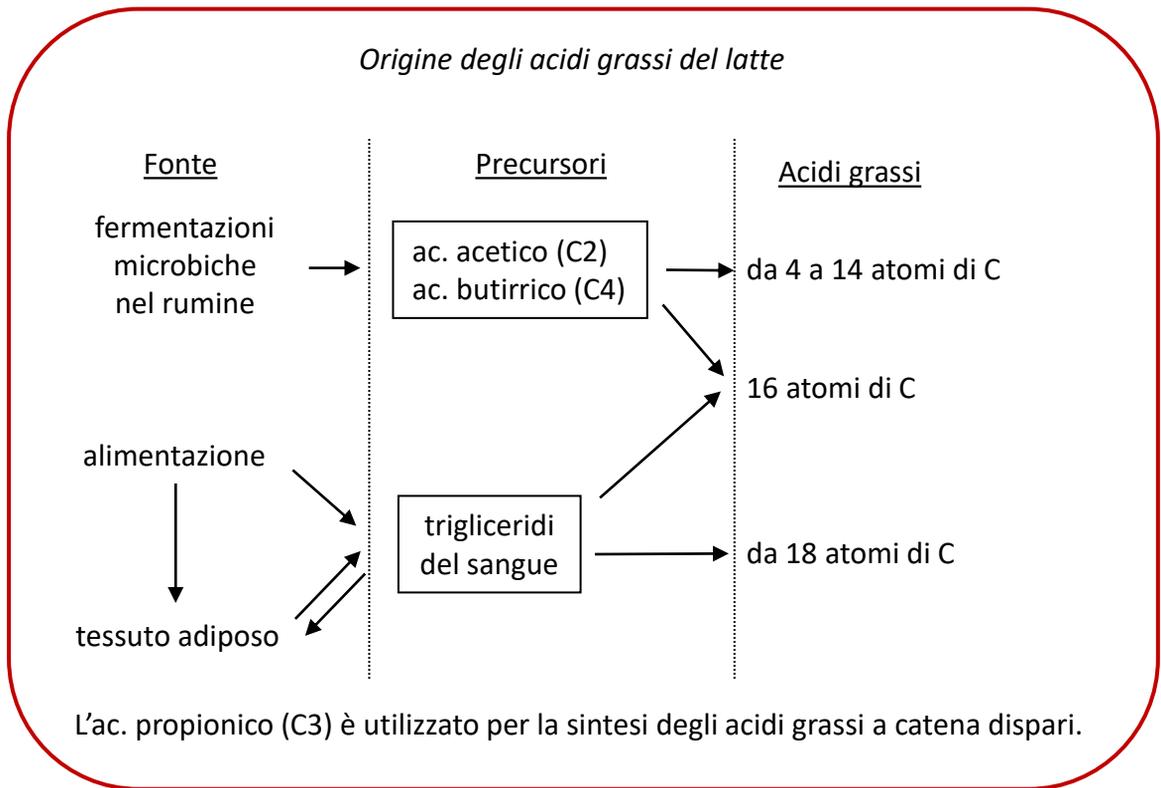


acido linoleico (18:2 ω6)



La numerazione parte dal gruppo metilico e si indica con la lettera **n** o **ω** seguita dal numero di carbonio interessato al doppio legame

origine degli acidi grassi nel latte



Acido linoleico coniugato (CLA)

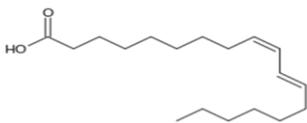
Tra i diversi acidi grassi del latte vi è l'acido linoleico coniugato (CLA), termine generale che si riferisce all'insieme degli isomeri posizionali e geometrici dell'acido C18:2 nel quale i due doppi legami sono coniugati.

La principale fonte di CLA per l'uomo sono la carne e il latte dei ruminanti, con i prodotti lattiero-caseari che ne apportano circa il 70%. Nella frazione lipidica del latte dei ruminanti l'isomero più abbondante è il *cis*-9, *trans*-11 CLA (acido rumenico).

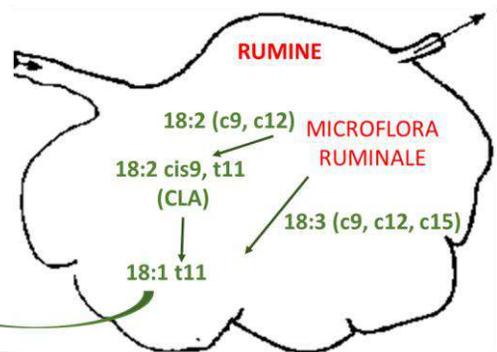
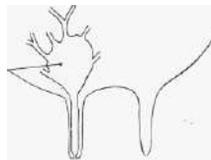
origine del CLA

Acido linoleico coniugato (CLA)

Acido linoleico coniugato (CLA) comprende una serie di isomeri dell'acido linoleico (18:2 ω 6) caratterizzati da due doppi legami vicini non separati da gruppi metilici (-CH₂-)



E' stato stimato che circa il 70-90 % del CLA sia di origine endogena.



nella ghiandola mammaria l'acido vaccenico (C18:1 t11) viene trasformato in C18:2 c9,t11 ad opera dell'enzima Δ⁹-desaturasi (origine endogena)

Gli acidi grassi saturi con un numero di atomi di carbonio variabile da 4 a 20 rappresentano una percentuale variabile tra il 66 e il 75%, a seconda della razza, della dieta e della fase di lattazione.

Gli effetti biologici sull'uomo degli acidi grassi saturi, ed in particolare la loro incidenza nell'aumento di colesterolo totale e LDL, sono strettamente dipendenti dalla lunghezza della catena, cioè dal numero di atomi di carbonio.

Solamente gli acidi laurico (C12), miristico (C14) e palmitico (C16) determinano l'aumento del colesterolo mentre gli acidi grassi a corta catena (C4, C6, C8, C10) e l'acido stearico (C18) non contribuiscono in modo significativo all'incremento del colesterolo nel sangue.

Tab 1 – I principali acidi grassi del latte: valori medi e deviazione standard

	Media	Dev.Std
C4 (butirrico)	4.23	0.56
C6 (capronico)	2.63	0.32
C8 (caprilico)	1.38	0.17
C10 (caprico)	3.13	0.43
C10:1 (caproleico)	0.36	0.07
C12 (laurico)	3.46	0.49
C14 (miristico)	11.36	0.72
C14:1 (miristoleico)	0.93	0.24
C16 (palmitico)	29.47	2.36
C16:1 (palmitoleico)	1.33	0.29
C18 (stearico)	9.95	1.38
C18:1 forme <i>trans</i>	2.52	0.21
C18:1 forme <i>cis</i> (oleico)	20.52	1.84
C18:2 (linoleico)	2.67	0.34
C18:3 (linolenico)	0.29	0.04
C18:2 conj (CLA)	0.49	0.11
C20 (arachidico)	0.10	0.01
Altri (dispari, ramificati)	5.20	
Saturi (SFA)	69.14	2.48
Monoinsaturi (MUFA)	26.31	2.25
Polinsaturi (PUFA)	4.46	0.45
Omega-3	0.32	0.05

saturi a corta catena
9-10%

Gli acidi grassi a catena più corta (C4-C10) sono più facilmente digeribili e metabolizzabili, quindi non fanno parte dei grassi di deposito. Inoltre riducono il rischio di sviluppo di ipertensione e obesità.

Da alcuni studi l'acido butirrico (C4) sembra avere attività antitumorale perché coinvolto nella regolazione dei geni associati alla proliferazione e differenziazione cellulare.

Quando l'alimentazione delle bovine passa dalla razione in stalla al pascolo, la qualità del latte e dei prodotti derivati ne guadagna in modo significativo, sia da un punto di vista organolettico che nutrizionale. Nel grasso si osserva un aumento significativo in acidi grassi insaturi, soprattutto ad omega 3 e CLA, e β -carotene, che conferisce il caratteristico colore giallo al latte d'alpeggio e ai suoi prodotti derivati.

effetti positivi sulla salute umana di acidi omega 3 e CLA

Acidi grassi omega 3

- Regolazione della permeabilità dei vasi sanguigni
- Riduzione dell'accumulo di lipidi
- Riduzione dell'incidenza delle patologie cardiovascolari
- Modulazione del comportamento delle cellule del sistema immunitario
- Precursori di molecole (eicosanoidi) con funzione ormonale

Acido linoleico coniugato (CLA)

- Attività inibitoria verso alcune forme di tumore
- Azione antiaterosclerosi
- Azione immunomodulanti
- Riduzione della massa grassa corporea a favore della massa muscolare

Effetto del pascolo sugli acidi grassi

La maggior percentuale di acidi polinsaturi nel latte di montagna è attribuibile a più fattori legati . Tra questi vi sono:

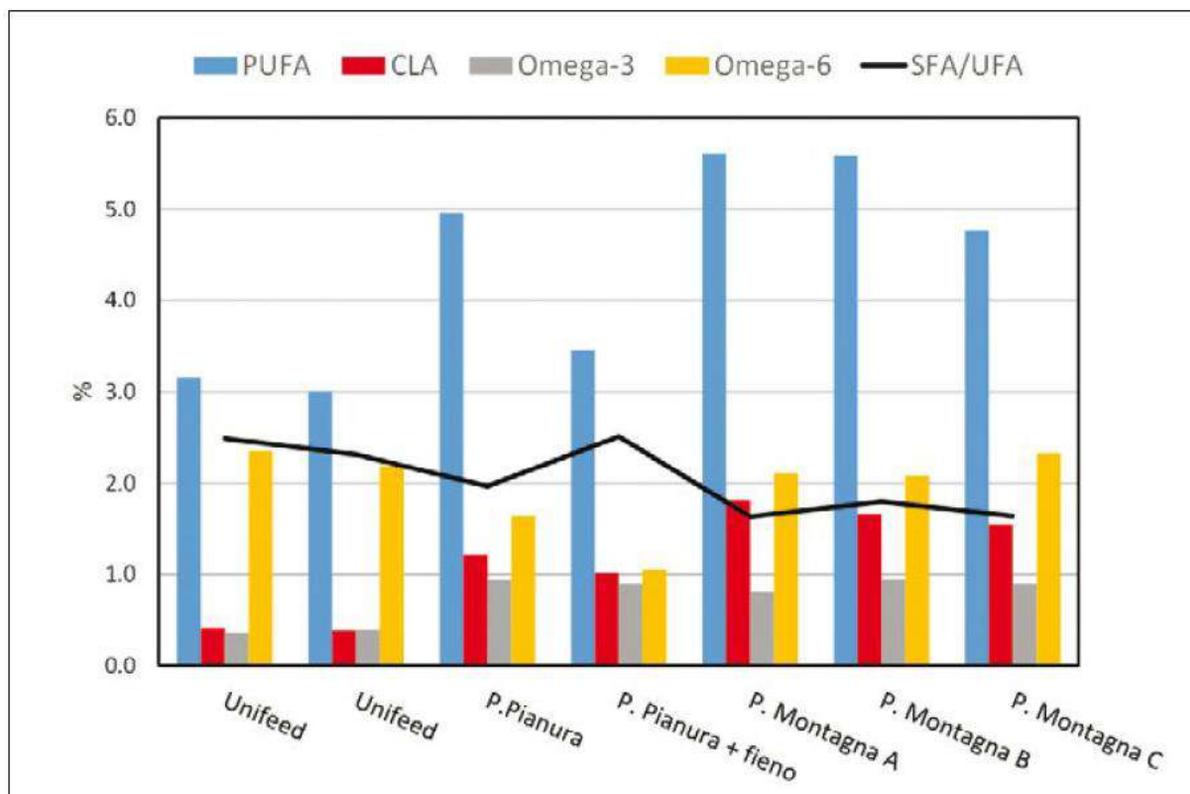
- composizione del foraggio fresco;
- temperatura inferiore;
- elevata attività fisica degli animali (che potrebbe indurre un aumento nel contenuto in acido oleico derivante dal metabolismo del grasso).

La composizione in acidi grassi del foraggio fresco è costituita da alte percentuali di acidi insaturi, in particolare α -linolenico (C18:3 n3) e linoleico (C18:2 n6).

Tra l'85% e 95% di questi acidi viene bioidrogenata dai batteri del rumine poiché gli acidi polinsaturi sono tossici per questi microrganismi.

Una elevata somministrazione di acidi insaturi nella dieta dei ruminanti, come accade nell'alimentazione al pascolo, determina una differente attività di bioidrogenazione degli acidi insaturi nel rumine, con conseguente maggiore quantità di questi acidi nel latte e nei prodotti derivati.

Ciò è particolarmente evidente con l'acido rumenico (isomero C18:2 *cis*-9,*trans*-11 del CLA) e il suo precursore, l'acido *trans*-vaccenico (C18:1 *trans*-11).



Confronto tra contenuto percentuale di acidi polinsaturi totali (PUFA), acido linoleico coniugato (CLA) e acidi polinsaturi della serie Omega-3 e Omega-6 in latti derivanti da allevamenti intensivi (Unifeed) e allevamenti in pascoli (P) di pianura e montagna in differenti zone e altitudini. La linea continua rappresenta il rapporto tra acidi saturi (SFA) e insaturi (UFA). da Contarini e coll. (2017)

Il contenuto in acido rumenico nel latte aumenta in relazione all'altitudine del pascolo, a prova che nel ruminante delle vacche che pascolano in alta montagna vi è una maggiore attività di bioidrogenazione, attribuibile al maggior contenuto in acidi grassi polinsaturi nella frazione lipidica delle specie vegetali di alta montagna.

La composizione in specie vegetali del pascolo influenza la composizione in acidi grassi del latte: è stata osservata una correlazione positiva tra contenuto in acido vaccenico (18:1 *trans*-11) e rumenico (C18:2 *cis*-9, *trans*-11) e presenza di ombrellifere (*Asteraceae*, *Apiaceae* e *Lamiaceae*). Le graminacee (*Poaceae*), invece, sono correlate negativamente con la quantità di questi acidi.

Inoltre, il contenuto in questi acidi può cambiare nel corso della stagione al pascolo, in relazione allo stadio di crescita delle specie vegetali.

analisi acidi grassi



Poiché l'alimentazione al pascolo, soprattutto in alpeggio, determina un incremento importante e significativo di molecole con alto valore nutrizionale nei prodotti lattiero-caseari ottenuti diventa fondamentale poter tracciare e tutelare queste produzioni.



LEGAME CON IL TERRITORIO



MARKERS

Molecole che in modo diretto e univoco consentono di

- collegare il prodotto alla zona di origine
- verificare la qualità delle materie prime utilizzate
- riconoscere il tipo di alimentazione animale

INDIRETTI

composti che derivano dal metabolismo dell'animale e che sono influenzati dalla dieta

acidi grassi

DIRETTI

molecole trasferite direttamente dall'alimento al latte e formaggio

terpeni
idrocarburi non volatili

TERPENI

Sono metaboliti secondari delle piante, volatili, solubili nella frazione lipidica (grassa) e presenti negli oli essenziali della pianta.

Abbondano in alcune specie vegetali, in particolare nelle dicotiledoni (ombrellifere, come *Apiaceae*, *Lamiaceae*, o *Asteraceae*). Sono invece presenti in bassa quantità nelle graminacee (*Poaceae*) e leguminose (*Fabaceae*).

I foraggi dei pascoli di alta montagna, dove vi sono molte dicotiledoni, sono ricchi di terpeni.



Achillea millefolium
ricca in β -cariofillene



Potentilla aurea

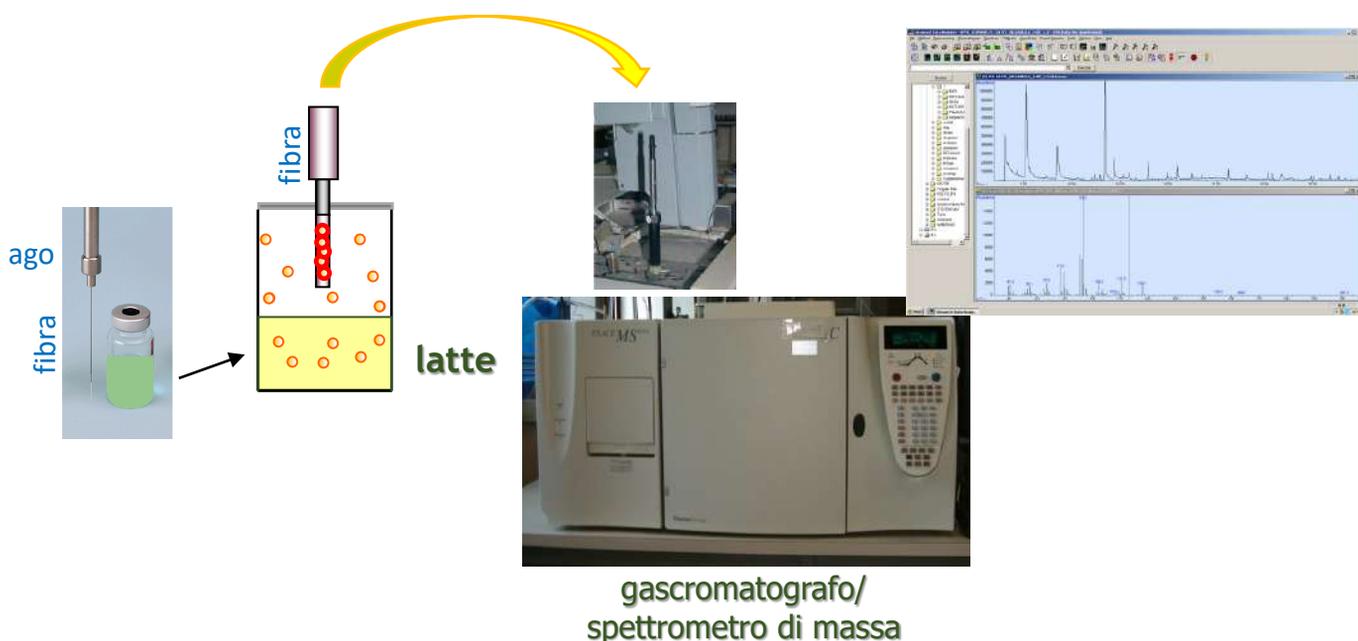
Le piante producono queste sostanze per:

- difesa da funghi e altri microrganismi infestanti
- attirare api e altri insetti
- sopravvivere in ambienti difficili
- prevenire la disidratazione

Alcuni di essi passano indenni la barriera ruminale e vengono trasferiti al latte e successivamente al formaggio

Analisi terpeni nella frazione volatile del latte

Microestrazione in fase solida (SPME)



- ✓ la fibra viene inserita nel vial con il latte, nello spazio d'aria sopra il campione (spazio di testa)
- ✓ le molecole volatili si adsorbono sulla fibra
- ✓ la fibra viene poi inserita nel gasromatografo per l'analisi delle molecole estratte

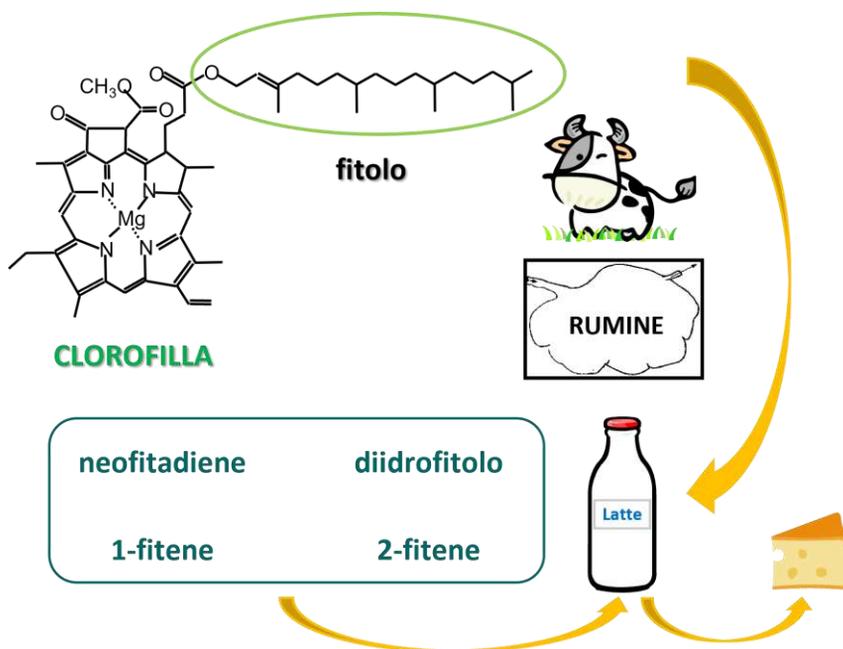
Principali molecole terpeniche riconosciute nel latte dell'Altopiano degli Andossi:
 α -pinene, β -pinene, α -thujene, sabinene, 3-carene, α -fellandrene, γ -terpinene, β -cariofillene

IDROCARBURI NON VOLATILI

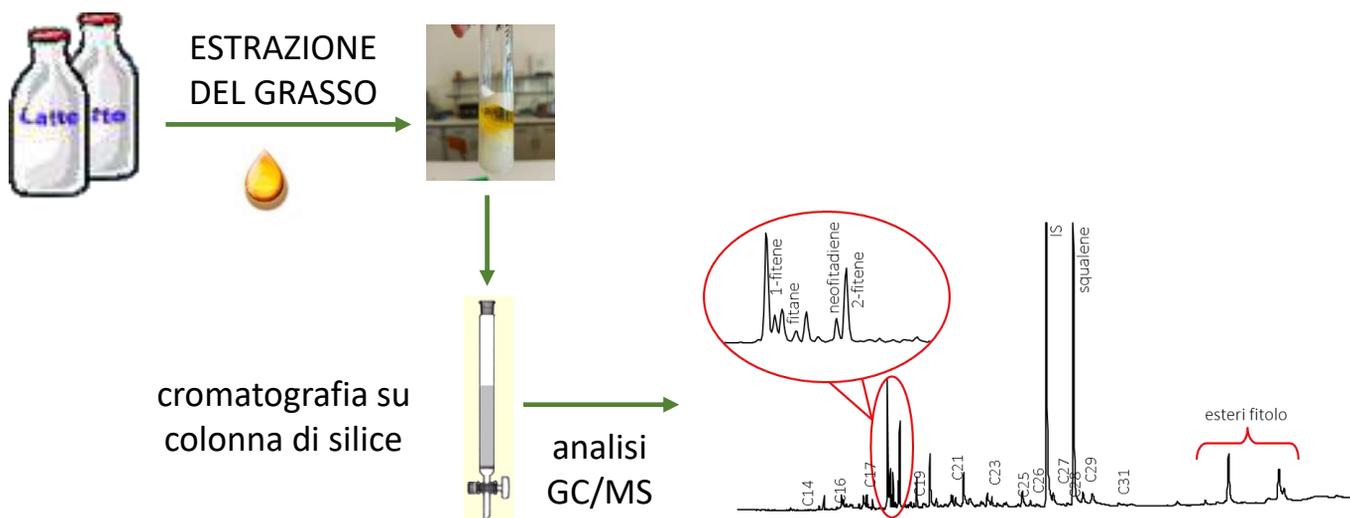
Classi di molecole più interessanti ai fini della tracciabilità:

- **n-alcani**: metaboliti secondari delle piante, costituenti delle cere che formano la componente di impermeabilizzazione della cuticola. Nelle piante sembrano avere un ruolo nei meccanismi di protezione da fattori ambientali (come perdita acqua o stress termici e da luce UV). Sono stati riscontrati in quantità elevate nelle piante che crescono ad elevate altitudini dove le condizioni ambientali sono piuttosto dure.
- **idrocarburi isoprenici**: metaboliti secondari delle piante. I più abbondanti sono lo squalene e i fiteni, molecole che derivano dal fitolo (parte della clorofilla) attraverso l'azione dei microrganismi del rumine.

origine degli idrocarburi isoprenici nel rumine



Analisi idrocarburi non volatili del latte



Nel progetto Pascol-Ando abbiamo valutato la composizione del latte prodotto in alpeggio, sull'Altopiano Andossi.



Il latte immediatamente dopo mungitura viene portato alla latteria Carden per la produzione di Bitto DOP.

Nel corso delle due stagioni estive 2020 e 2021 abbiamo raccolto il latte di massa dei tre caricatori presenti in alpeggio e lo abbiamo caratterizzato per ciò che riguarda sia gli aspetti nutrizionali che di tracciabilità. Stiamo campionando anche il latte della stagione 2022 e verrà analizzato nelle prossime settimane.

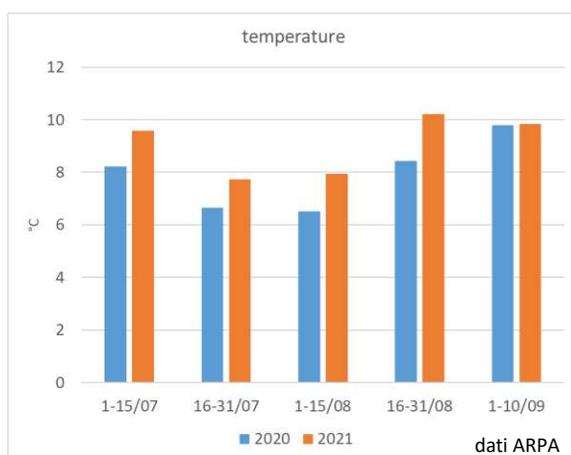
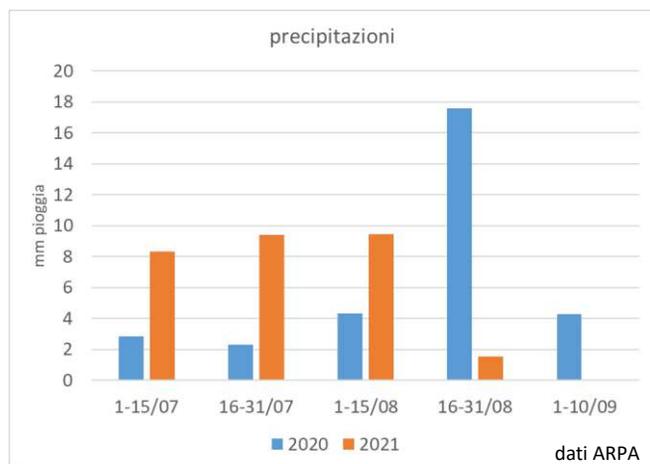


Stiamo seguendo nel corso del periodo d'alpeggio il contenuto in costituenti di valore nutrizionale della frazione lipidica e in molecole utili per la sua tracciabilità, quali terpeni e idrocarburi non volatili.



Composizione acidica e in molecole marker del latte dell'Altopiano Andossi

Nei due anni di osservazione 2020 e 2021 sia il contenuto in acidi CLA e 18:3 che in molecole terpeniche ha mostrato un andamento differente, in accordo con le diverse condizioni climatiche, sia di precipitazioni che di temperatura, dei due anni.



Nel 2020 i valori più elevati dei due acidi sono stati riscontrati intorno alla metà di luglio, mentre nel 2021 ciò si è osservato verso la fine di luglio.

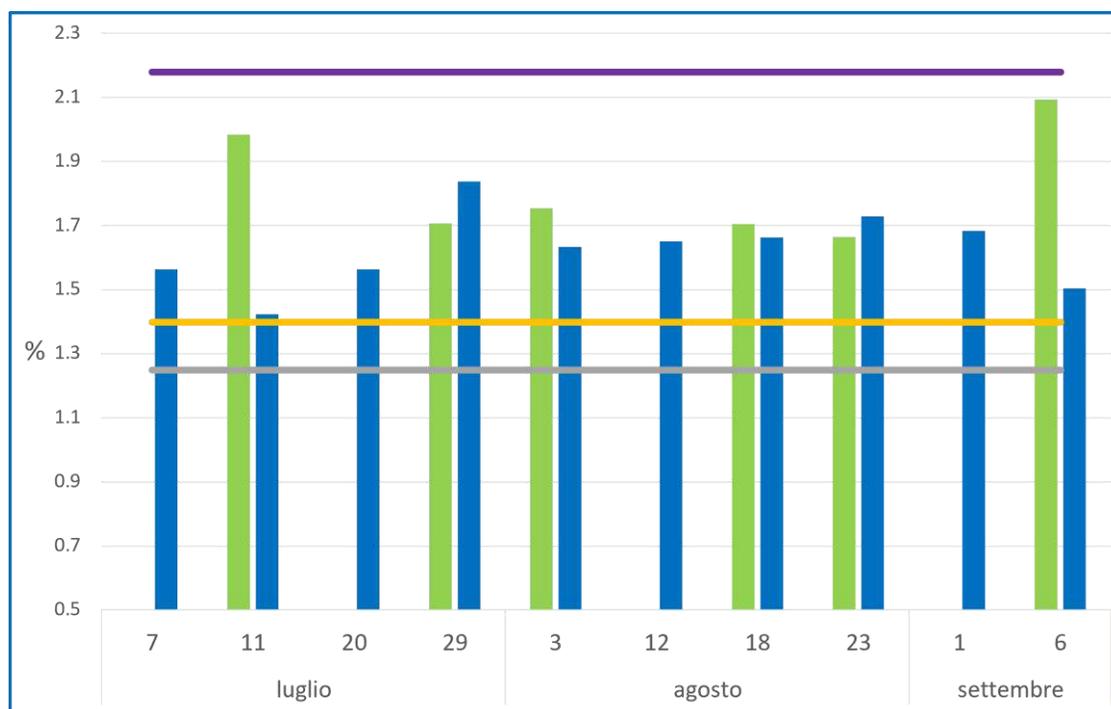
Confrontando i due anni, si osserva come il contenuto in CLA nei due anni sia molto simile, con una tendenza a valori più elevati nel 2020, mentre nel latte del 2021 si è riscontrata una maggior % in 18:3 ω3.

Contenuto in acidi CLA e omega 3 del latte

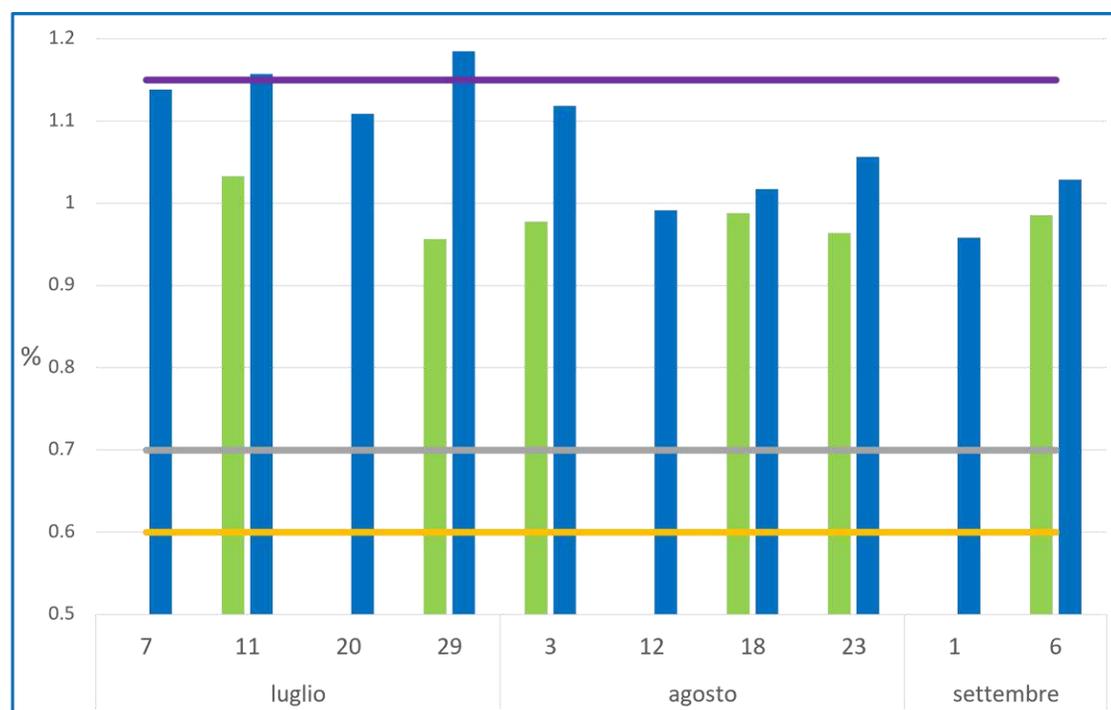
Latte prelievi estate 2020 e 2021



Contenuto in acido rumenico (CLA)



Contenuto in acido linolenico (C18:3 ω3)

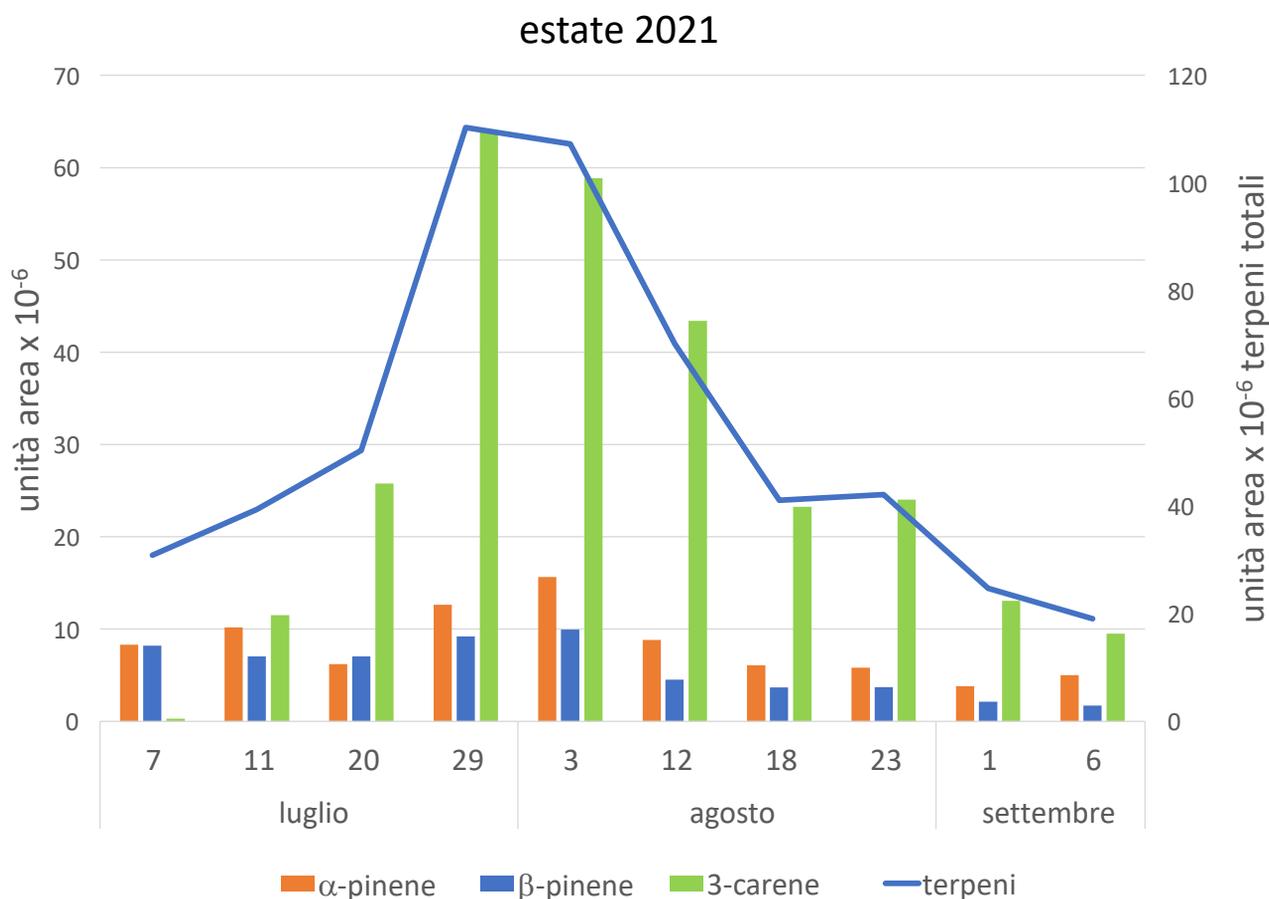


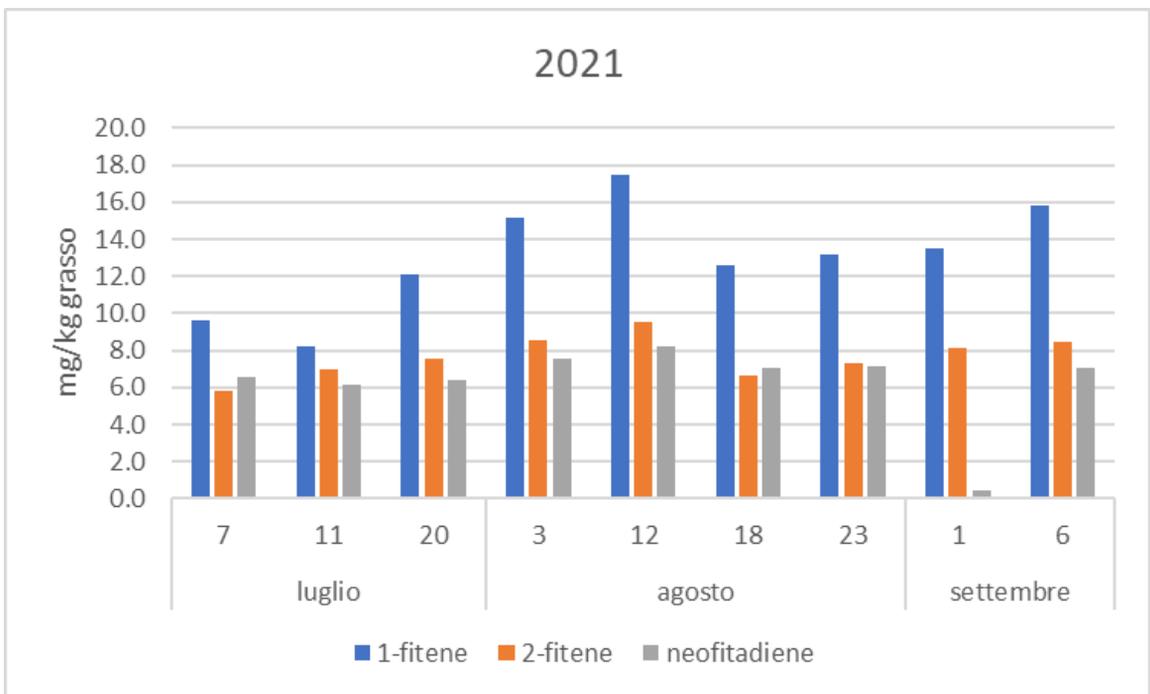
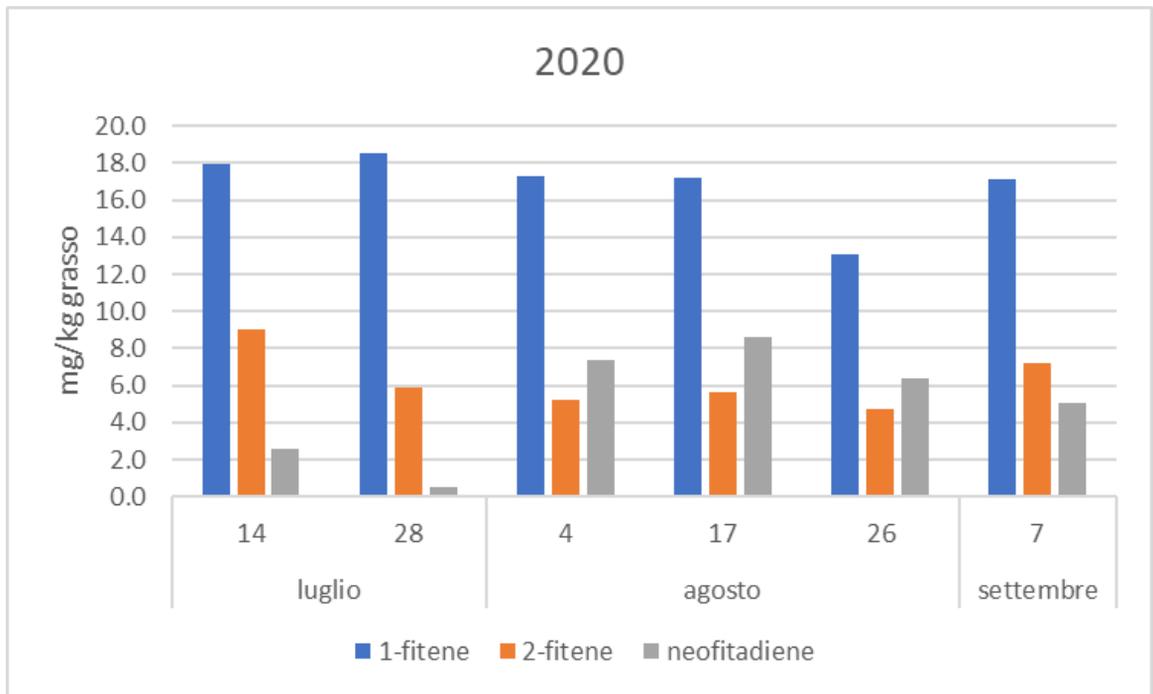
■ 2020 ■ 2021 — 2100m — 2200 m — 1275-2120 m
Andossi De Noni (2008)* Collomb (2002a)*

Nel latte dell'altopiano Andossi è stato rilevato un contenuto in CLA e C18:3 ω3 molto elevato, confrontabile con valori riportati in letteratura nei prodotti di alta montagna (Collomb e coll., 2002a).

*dati di letteratura

Latte prelievi estate 2020 e 2021





alcune osservazioni conclusive

-  Il latte prodotto sull'altopiano degli Andossi ha mostrato un contenuto elevato in acidi omega 3 e rumenico (CLA).
-  E' caratterizzato da numerose molecole terpeniche, marker dell'alimentazione al pascolo.
-  L'evoluzione delle specie vegetali nel corso della stagione d'alpeggio si riflette sulle caratteristiche del latte, per ciò che riguarda sia la composizione in acidi grassi che in terpeni.
-  L'andamento delle condizioni di temperatura e precipitazione di ciascuna stagione d'alpeggio influenzano il contenuto di queste molecole.

... in generale

E' fondamentale valorizzare e promuovere le produzioni d'alpeggio in quanto

-  La frazione lipidica del latte ottenuto da animali che hanno pascolato in montagna è naturalmente ricca in acidi grassi omega 3 e CLA.
-  La biodiversità delle specie vegetali che si ritrova nei pascoli in alta montagna aumenta il contenuto di questi acidi nel latte.

Bibliografia

Collomb e coll., Int. Dairy J. 12, 649-659 (2002a)
Collomb e coll., Int. Dairy J. 12, 661-666 (2002b)
Contarini e coll. Informatore Zootecnico 18, 32-38 (2017)
De Noni e Battelli, Food Chem. 109, 299-309 (2008)
Hauswirth e coll., Circulation 109, 103-107 (2004)