

# MONITORAGGIO DELL'ATTIVITA' DEGLI ANIMALI E DELLA QUALITA' DEL LATTE IN ALPE ANDOSSÌ

**Povolo M.<sup>1</sup>, Mascetti G.<sup>1</sup>, Pelizzola V.<sup>1</sup>, Pricca N.<sup>1</sup>,  
Fucella R.<sup>2</sup>, Della Marianna G.<sup>3</sup>, Cabassi G.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> CENTRO DI RICERCA ZOOTECNIA E ACQUACOLTURA, CREA – Lodi

<sup>2</sup> UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI MILANO-BICOCCA

<sup>3</sup> FONDAZIONE FOJANINI DI STUDI SUPERIORI – Sondrio

## Riassunto

La recente diffusione di sistemi digitali per il rilevamento automatico, continuo e in remoto dell'attività degli animali ha aperto a nuove potenzialità riguardo all'uso degli indicatori comportamentali. Nel caso di allevamento al pascolo i dati di monitoraggio del comportamento motorio, dell'assunzione di alimento e della ruminazione, oltre a costituire importanti parametri di prestazione, salute e benessere dell'animale, sono anche possibili indicatori dell'adeguatezza del pascolo o della corretta gestione della biomassa. L'alimentazione al pascolo, soprattutto in alpeggio, ha un'influenza positiva sulle caratteristiche nutrizionali e organolettiche del latte e del formaggio ottenuto. I derivati lattiero-caseari sono tra i prodotti alimentari nei quali maggiormente si riflette la biodiversità derivante dal luogo di origine. Per questo motivo la loro tracciabilità è un tema sempre attuale, soprattutto quando si parla di produzioni DOP. In questo lavoro vengono presentati alcuni dati delle attività condotte in Alpe Andossi, dove è stato introdotto a livello dimostrativo l'utilizzo di attivometri e GPS sulle vacche al pascolo. Inoltre, vengono riportati i dati di caratterizzazione della composizione in acidi grassi e terpeni del latte prelevato durante il periodo d'alpeggio.

## Abstract

*Monitoring animal's activity and milk quality in Alpe Andossi – In recent years digital systems for the automatic, continuous, and remote detection of animal activity opened new potential regarding the use of behavioral indicators. The monitoring of grazing behavior (movement, feed intake and rumination times) gives important information on animal performance, health and well-being, and possible indicators of pasture suitability or correct biomass management. Grazing feeding, especially in mountain pasture, has a positive influence on the nutritional and organoleptic characteristics of milk and cheese. Among foods, dairy products are those which most reflect the biodiversity of the place of origin. For this reason, their traceability is always a topical issue, especially in the case of PDO productions. This paper reports some data of the activities carried out in Alpe Andossi, where the use of activometers and GPS on grazing cows was introduced at a demonstration level. Furthermore, milk composition in fatty acids and terpenes, evaluated during grazing period, is reported.*

## Introduzione

Gli studi rivolti ad una conoscenza approfondita e completa dei complessi ecosistemi alpini rappresentano un prezioso contributo alla loro tutela e valorizzazione. Inoltre, possono aiutare nella promozione dei prodotti ottenuti e favorire un ritorno economico per chi vi opera. La zootecnia di montagna, per mezzo del pascolamento, consente non solo di

produrre alimenti di elevata qualità valorizzando risorse altrimenti poco utilizzabili, ma anche di fornire servizi per la comunità. Ai fini del benessere animale, il pascolo fornisce una dieta "naturale" e libertà di movimento e di espressione dei comportamenti tipici della specie. I vantaggi per gli erbivori che derivano dal poter scegliere tra diverse specie vegetali sono stati dimostrati da Provenza (1995) e Villalba e Provenza (2015), i quali hanno riportato la capacità dei singoli individui di scegliere e costruirsi la propria dieta, evidenziando come gli erbivori imparino a selezionare gli alimenti associando le loro caratteristiche sensoriali ai loro effetti post-ingestione. La libertà di movimento è l'altro aspetto fondamentale che influenza il benessere degli animali al pascolo. Lo studio di Von Keyserlingk e coll. (2017) ha indagato quanto le bovine sono motivate ad accedere al pascolo, documentando come, nelle condizioni dell'esperimento (foraggiata a disposizione all'interno della stalla), il desiderio di andare al pascolo più che dalla fame, sia stato guidato dalla motivazione di essere all'esterno e di impegnarsi in comportamenti associati all'accesso all'aperto, compreso il pascolamento. L'effetto positivo del pascolo si esplica, oltre che nell'espressione dei comportamenti specie-specifici, nella minore incidenza di alcune patologie (Arnott e coll., 2017).

L'impiego di strumenti della zootecnia di precisione, quali attivometri e GPS individuali, per il monitoraggio del comportamento animale nell'allevamento al pascolo può fornire non solo importanti parametri di prestazione, salute e benessere, ma anche possibili indicatori dell'adeguatezza del pascolo o della corretta gestione della biomassa (Werner e coll., 2019). Inoltre, può rappresentare un supporto nella gestione aziendale laddove diminuisce la manodopera disponibile.

Il monitoraggio dell'animale al pascolo rappresenta un punto chiave anche nella prospettiva di una tracciabilità dei prodotti alimentari ottenuti, tema molto discusso e sempre attuale, soprattutto quando si parla di produzioni DOP. L'alimentazione dell'animale è uno dei fattori che influenzano significativamente la qualità del latte prodotto. La frazione lipidica è la componente che risente maggiormente della composizione della razione, gli effetti della quale si possono osservare sia sulle caratteristiche nutrizionali, in particolare nella composizione in acidi grassi, che sulla presenza di molecole, potenziali marker di tracciabilità del prodotto (De Noni e coll., 2008; Cifuni e coll., 2022). Tra gli acidi grassi l'attenzione è rivolta soprattutto ad omega 3 e CLA, ai quali vengono attribuiti effetti positivi sulla salute umana (Lock e coll., 2004).

Nel presente lavoro vengono riportati alcuni dati degli studi condotti in alta Valchiavenna (Madesimo, SO), relativamente al monitoraggio dell'attività degli animali al pascolo e della qualità del latte.

## **Materiale e metodi**

L'attività è stata condotta in Alpe Andossi (Madesimo, SO). L'alpeggio, gestito dal Consorzio Alpe Andossi, si trova su un altopiano posto in posizione valliva centrale, tra 1800 e 2050 m di quota, ed è proprietà condivisa delle famiglie di Madesimo. Si estende per circa 350 ha ed è dotato di stazione di mungitura con generatore elettrico e linea del vuoto, nonché di un acquedotto che alimenta 23 abbeveratoi. Il latte prodotto viene conferito al vicino caseificio per essere trasformato principalmente in formaggio Bitto DOP.

Per calcolare il valore foraggero del pascolo (quantità e qualità della fitomassa) sono stati effettuati 42 rilevamenti applicando l'indice di Klapp-Stählin (Archivio Werner e Paulissen, 1987).

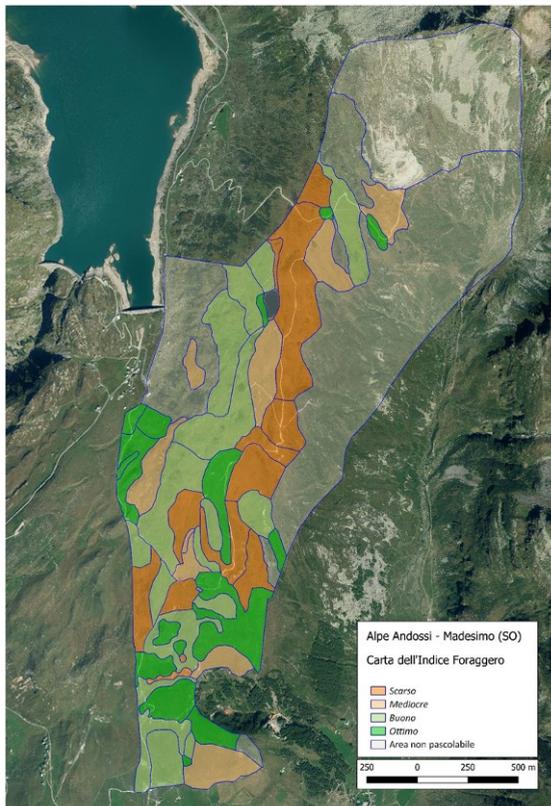
Gli animali caricati dai tre allevatori (indicati di seguito come gruppo 1, 2 e 3) appartengono alle razze Bruna, Pezzata Rossa e Frisona. Trenta vacche in lattazione sono state dotate di attivometro a collare MooMonitor<sup>+</sup> (Dairymaster, Tralee, Ireland), sistema wireless che monitora e classifica l'attività dell'animale acquisendo i tempi di alimentazione, ruminazione e riposo con una risoluzione di 15 minuti. All'interno di questo gruppo, 22 animali sono stati dotati anche di sensori GPS Tractive (Tractive GmbH, Pasching, Austria). Il monitoraggio è stato condotto nei mesi di luglio e agosto. Per poter effettuare l'analisi e l'elaborazione delle informazioni relative all'attività degli animali sono stati utilizzati i dati grezzi raccolti dal sistema MooMonitor<sup>+</sup>, richiesti all'azienda produttrice. Tali dati, insieme a quelli dei GPS, sono stati elaborati, sia separatamente che come unico dataset, per osservare il comportamento animale in malga e per individuare le aree di alimentazione e riposo.

Relativamente alla caratterizzazione del latte, un campione di latte è stato prelevato ogni 15 giorni circa, per un totale di 10 prelievi. È stata effettuata la determinazione della composizione in acidi grassi, mediante estrazione dei lipidi, transmetilazione basica dei trigliceridi e successiva analisi gascromatografica (Contarini e coll., 2013), e la caratterizzazione della frazione volatile, mediante tecnica SPME/GC/MS (Povolo e coll., 2007).

## **Risultati e discussione**

Dalle valutazioni effettuate il pascolo è risultato in buone condizioni, ma attualmente sottoutilizzato, con un carico medio pari a 0.53 UBA/ha. I rilievi, condotti su 185 ha, hanno evidenziato il seguente valore foraggero: pascoli ottimi 21% della totale pascoliva (35 ha), buoni 35% (64 ha), discreti 17%

(32 ha), scarsi 26% (48 ha) (Figura 1). Una parte ulteriore è stata ricolonizzata dalla vegetazione arbustiva o è totalmente improduttiva.

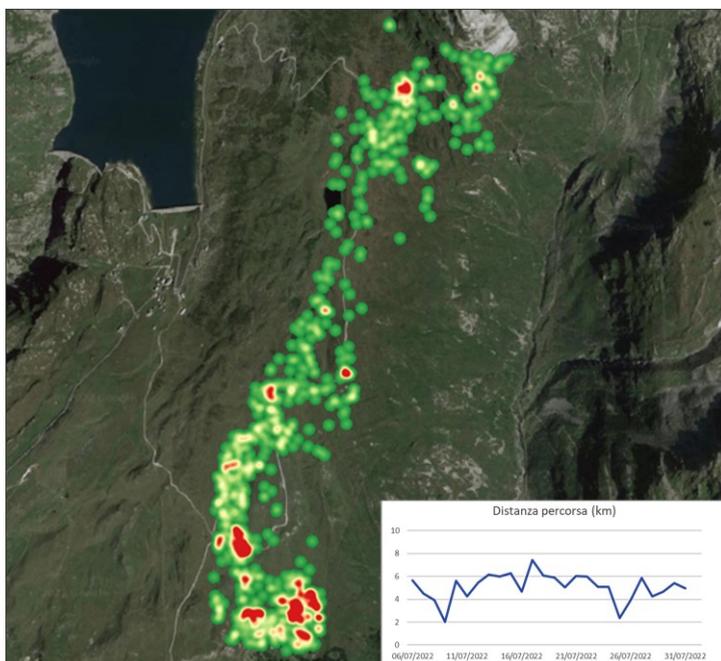


**Figura 1** - Carta dell'indice foraggero dell'Alpe Andossi (Madesimo, SO)

La gestione della malga lascia alle vacche in lattazione la possibilità di muoversi sull'intera superficie del pascolo, fino al punto più elevato situato a quota 2050 m. Il pascolo è diviso longitudinalmente in due zone, una più pianeggiante, destinata alle vacche in lattazione, e una riservata alle manze.

Dalle prime osservazioni è emersa una capacità, non del tutto attesa, degli animali di riappropriarsi rapidamente delle attitudini al pascolo, anche dopo il lungo periodo di stabulazione fissa in fondovalle, nonostante la genetica delle razze caricate sia orientata a un'elevata produttività. Inoltre, avendo libertà di movimento sull'intera superficie della malga, le vacche quotidianamente possono coprire distanze elevate, attività che si è osservato variare con le condizioni meteorologiche (Figura 2). Sono state

registrate, infatti, percorrenze giornaliere medie nei giorni soleggiati anche da 6 a 10 km su dislivelli di 150-200 m.

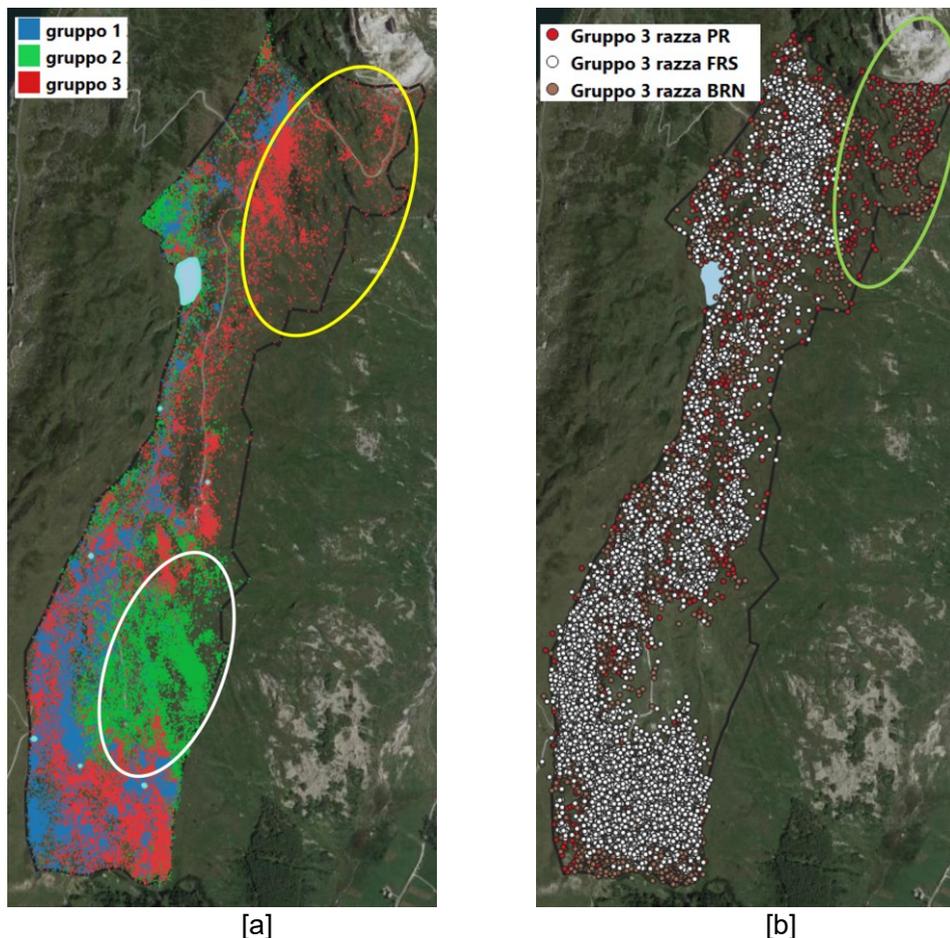


**Figura 2** - Mappa d'intensità (Heat map) delle aree esplorate dagli animali in una giornata soleggiata (il colore rosso indica la maggior intensità, il giallo l'intermedia, il verde la minore).

La Figura 3 mostra un esempio di risultato di elaborazione dei dati di localizzazione GPS e di attività registrata dai collari. Le due mappe riportano le zone di alimentazione in funzione del gruppo di appartenenza e della razza, evidenziando un differente comportamento degli animali. Nella Figura 3(a) si può notare come le vacche si distribuiscano sull'area dell'alpeggio in modo diverso a seconda del gruppo di appartenenza, ovvero del proprio allevatore. In Figura 3(b), invece, si osserva come le vacche di razza Frisona non esplorino mai le aree dell'alpeggio situate a maggiore altitudine.

Questi dati uniti alle caratteristiche delle vacche (razza, età, numero di lattazioni), al valore foraggero dell'area, e anche alle condizioni meteorologiche, possono fornire informazioni utili per comprendere il comportamento degli animali, sia singolarmente che in mandria, in termini di utilizzo dell'area a disposizione e, quindi, per gestire il pascolamento. Per l'allevatore, inoltre, poter seguire lo stato dell'animale, così come la sua

localizzazione nell'area del pascolo, può rappresentare uno strumento utile soprattutto in presenza di malghe con superfici molto estese.



**Figura 3** - Distribuzione degli animali in base al gruppo [a] (area cerchiata in giallo=zona esplorata solo dal gruppo 3; area cerchiata in bianco=zona esplorata solo dal gruppo 2) e alla razza, nell'ambito del gruppo 3 [b] (PR=Pezzata Rossa; FRS=Frisona; BRN=Bruna; area cerchiata in verde=zona non esplorata dalle vacche di razza Frisona).

Relativamente alla caratterizzazione del latte, dall'analisi degli acidi grassi sono stati separati 88 picchi, raggruppati in classi in base alla lunghezza della catena, presenza e tipologia dei doppi legami (Tabella 1).

**Tabella 1** - Composizione percentuale degli acidi grassi del latte nel corso della stagione d'alpeggio (P = valori medi di latte da animali allevati in stalla di pianura)

	P	luglio				agosto				settembre	
		07	11	20	29	03	12	18	23	01	06
SCSFA	7,24	7,26	7,37	8,24	6,70	7,12	6,95	7,10	7,10	6,66	7,23
MCSFA	53,71	46,10	49,53	48,69	43,90	44,31	43,89	45,18	44,95	45,78	46,07
LCSFA	8,86	9,73	9,77	9,76	10,31	10,82	11,26	10,80	10,53	10,41	10,41
SAT tot	69,81	63,08	66,66	66,69	60,91	62,25	62,10	63,08	62,58	62,85	63,71
MUFA	25,23	30,52	27,29	27,28	32,25	31,48	31,94	30,92	31,20	31,11	30,26
PUFA	4,96	6,39	6,05	6,04	6,84	6,26	5,96	6,00	6,21	6,04	6,03
CLA tot	0,59	1,70	1,55	1,69	1,99	1,77	1,78	1,79	1,86	1,81	1,63
c9,t11 CLA	0,50	1,56	1,42	1,56	1,84	1,63	1,65	1,66	1,73	1,68	1,50
FA omega3	0,83	1,33	1,35	1,31	1,39	1,32	1,19	1,21	1,26	1,16	1,22
FA omega6	2,87	2,15	1,99	1,87	2,09	1,99	1,91	1,90	1,97	1,99	2,11

Abbreviazioni: FA = acidi grassi; SCSFA = acidi grassi saturi a corta catena (C4-C8); MCSFA = acidi grassi saturi a media catena (C9-C17); LCSFA = acidi grassi saturi a lunga catena (C18-C24); SAT = acidi grassi saturi; MUFA = acidi grassi monoinsaturi; PUFA = acidi grassi polinsaturi; CLA = acido linoleico coniugato; CLA tot = somma isomeri CLA.

Il latte da alimentazione al pascolo, come ci si aspettava, mostra una percentuale inferiore di acidi grassi saturi, in particolare a media catena (MCSFA), e maggiore in acidi insaturi. Nel corso della stagione d'alpeggio la composizione in acidi grassi del latte è andata incontro a cambiamenti: si è osservato un aumento nei valori degli acidi mono e polinsaturi, inclusi CLA e omega3, tra la fine del mese di luglio e gli inizi di agosto, e una leggera flessione nel periodo successivo.

La maggior percentuale di acidi insaturi a lunga catena nel latte di montagna è attribuibile a diversi fattori legati tra loro. Tra questi i principali sono la composizione del foraggio fresco, che può modificare la popolazione batterica del rumine, la temperatura ambientale inferiore e l'elevata attività fisica degli animali, che può portare ad un aumento nel contenuto in acido oleico derivante dalla mobilizzazione del grasso corporeo (Bugaud e coll., 2001; Collomb e coll., 2002). A ciò si aggiunge che la composizione in acidi grassi del foraggio fresco è costituita da alte percentuali di acidi insaturi, in particolare  $\alpha$ -linolenico (C18:3 n3) e linoleico (C18:2 n6). Questi acidi vengono per la maggior parte bioidrogenati da alcune specie di batteri del rumine, e trasformati in acidi grassi saturi.

Tuttavia, la presenza di alcuni metaboliti secondari delle piante del pascolo può inibire parte di questi microrganismi, facendo, quindi, sfuggire al processo di bioidrogenazione una quota del C18:3 n3, che così arriva intatta al duodeno (Lieber e coll., 2005). L'attività di bioidrogenazione del rumine è responsabile anche dell'origine del CLA, termine che indica l'insieme degli isomeri geometrici e posizionali dell'acido a 18 atomi di carbonio e due doppi legami coniugati. Nel grasso di latte si possono trovare naturalmente circa 20 isomeri del CLA e tra questi il più abbondante è il c9,t11. La maggior parte del CLA prodotto dalla vacca proviene dalla sintesi endogena operata dall'enzima  $\Delta 9$ -desaturasi a carico dell'acido t11 18:1 (ac. vaccenico), intermedio dei processi di bioidrogenazione del rumine. Il resto viene prodotto come primo intermedio stabile del processo di bioidrogenazione operata dal microrganismo *Butyrivibrio fibrisolvens* sull'acido linoleico (C18:2 n6) della dieta.

La conduzione dell'alpeggio nell'alpe Andossi consente agli animali libertà di spostamento, e quindi di alimentazione, sull'intera superficie della malga. Pertanto, le differenze che si osservano nella composizione acidica del latte nel corso dei mesi di monitoraggio possono essere attribuite all'evoluzione della vegetazione del pascolo nel corso della stagione d'alpeggio, a sua volta strettamente legata alle condizioni climatiche e meteorologiche. Ferlay e coll. (2017) riportano come i contenuti in lipidi e 18:3 n3 vadano a decrescere sensibilmente con il procedere delle fasi vegetative e, come conseguenza, il latte di vacche che pascolano manti erbosi in stadio di crescita avanzata presenti concentrazioni inferiori di 18:3 n3 e c9,t11 CLA rispetto a quello di animali che hanno pascolato su cotici all'inizio dello stadio vegetativo.

L'effetto del pascolo e della sua evoluzione nella composizione del latte è stato osservato anche sulla componente volatile. L'analisi della frazione aromatica è stata focalizzata in particolare sulle molecole terpeniche, metaboliti secondari, prodotti dalle piante con diverse funzioni, tra le quali: difesa da funghi e altri microrganismi infestanti, attrazione per api e altri insetti, protezione da stress abiotico. I terpeni sono abbondanti nelle piante della famiglia delle dicotiledoni, mentre nelle monocotiledoni risultano molto scarsi.

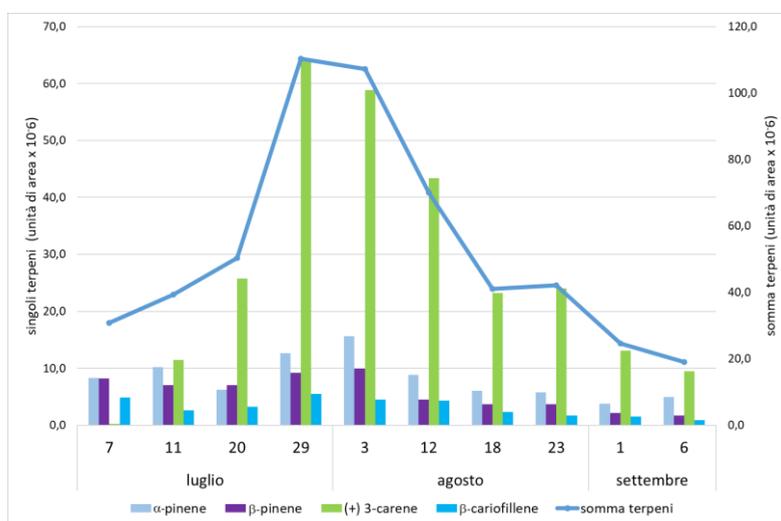
Nel latte prelevato in Alpe Andossi sono stati identificati 7 monoterpeni e 1 sesquiterpene (Tabella 2).

**Tabella 2** - Molecole terpeniche riconosciute nel latte

Composto <sup>1</sup>		CAS	Indice di ritenzione (RI)	identificazione <sup>2</sup>
$\alpha$ -pinene	M	7785-70-8	1028	MS
$\alpha$ -thujene	M	2867-05-2	1034	PI
$\beta$ -pinene	M	19902-08-0	1111	MS
sabinene	M	2009-00-9	1123	PI
$\delta$ -3-carene	M	498-15-7	1155	PI
$\alpha$ -fellandrene	M	4221-98-1	1171	PI
$\gamma$ -terpinene	M	99-85-4	1242	PI
$\beta$ -cariofillene	S	87-44-5	1611	PI

<sup>1</sup>Identificazione per confronto con gli spettri di massa della libreria W8 N08 (John Wiley and Sons, Inc., New York, NY); <sup>2</sup>Conferma dell'identificazione: MS=confronto con lo spettro di massa di composti standard iniettati nelle medesime condizioni analitiche; PI=confronto con RI pubblicati in letteratura (Bianchi e coll., 2007); M = monoterpene; S = sesquiterpene.

Il contenuto in molecole terpeniche nel latte nel corso della stagione mostra un incremento importante tra la fine del mese di luglio e l'inizio del mese di agosto, per poi decrescere progressivamente nel periodo successivo (Figura 4), con un andamento simile a quello osservato per acidi grassi omega 3 e CLA. Questo comportamento può essere spiegato con l'evoluzione dello stadio fenologico delle specie presenti nel pascolo che, come riportato da Mariaca e coll. (1997), è il fattore principale nella biosintesi dei terpeni.

**Figura 4** - Andamento del contenuto in molecole terpeniche durante il periodo di alpeggio

## Conclusioni

I prodotti caseari d'alpeggio sono tra gli alimenti nei quali 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, conferendo a questi prodotti un riconosciuto valore organolettico e nutrizionale. Acidi polinsaturi e molecole terpeniche possono fornire insieme informazioni utili non solo per la tracciabilità del prodotto, ma anche per la valutazione della qualità dell'offerta foraggera del pascolo. Dalle prime valutazioni dei dati ottenuti emerge, inoltre, come le nuove tecnologie di monitoraggio degli animali abbiano le potenzialità per costituire uno strumento utile nella valutazione dell'utilizzo del pascolo così come nella gestione della mandria nel periodo d'alpeggio.

## Ringraziamenti

Questo lavoro è stato svolto nell'ambito del progetto: "Gestione sostenibile dei pascoli - Attività di informazione e dimostrazione in Alpe Andossi (PASCOL-ANDO)" finanziato dal Programma di Sviluppo Rurale 2014-2020, operazione 1.2.01 – "Progetti dimostrativi e azioni di informazione" di Regione Lombardia.

## Bibliografia

- Arnott G., Ferris C. P., O'Connell N. E., 2017. *Review: welfare of dairy cows in continuously housed and pasture-based production systems*. *Animal*, 11: 261–273.
- Bianchi F., Careri M., Mangia A., Musci M., 2007. *Retention indices in the analysis of food aroma volatile compounds in temperature-programmed gas chromatography: database creation and evaluation of precision and robustness*. *Journal of Separation Science*, 30: 563-572.
- Bugaud C., Buchin S., Coulon J.-B., Hauwuy A., Dupont D., 2001. *Influence of the nature of alpine pastures on plasmin activity, fatty acid and volatile compound composition of milk*. *Lait*, 81: 401-414.
- Cifuni G.F., Claps S., Signorelli F., Di Francia A., Di Napoli M.A., 2022. *Fatty acid and terpenoid profile: A signature of mountain milk*. *International Dairy Journal*, 127: 1-9.
- Collomb M., Butikofer U., Sieber R., Jeangros B., Bosset J.-O., 2002. *Correlation between fatty acids in cows' milk fat produced in the Lowlands, Mountains and Highlands of Switzerland and botanical composition of the fodder*. *International Dairy Journal*, 12: 661-666.
- Contarini G., Povoletto M., Pelizzola V., Monti L., Lercker G., 2013. *Interlaboratory evaluation of milk fatty acid composition by using different GC operative conditions*. *Journal of Food Composition and Analysis*, 32: 131-140.
- De Noni I., Battelli G., 2008. *Terpenes and fatty acid profiles of milk fat and "Bitto" cheese as affected by transhumance of cows on different mountain pastures*. *Food Chemistry*, 109: 299-309.

- Ferlay A., Bernard L., Meynadier A., Malpuech-Brugere C., 2017. *Production of trans and conjugated fatty acids in dairy ruminants and their putative effects on human health: A review*. *Biochimie*, 141: 107-120.
- Lieber F., Kreuzer M., Nigg D., Wettstein H.-R., Scheeder M.R.L., 2005. *A Study on the causes for the elevated n-3 fatty acids in cows' milk of alpine origin*. *Lipids*, 40 (2): 191-202.
- Lock A.L. e Bauman D.E., 2004. *Modifying milk fat composition of dairy cows to enhance fatty acids beneficial to human health*. *Lipids*, 39 (12): 1197-1206.
- Mariaca R., Berger T., Gauch R., Imhof M., Jeangros B., Bosset J.O., 1997. *Occurrence of volatile mono- and sesquiterpenoids in highland and lowland plant species as possible precursors for flavor compounds in milk and dairy products*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45(11): 4423-4434.
- Povolo M., Contarini G., Mele M., Secchiari P., 2007. *Study on the Influence of Pasture on Volatile Fraction of Ewes' Dairy Products by Solid-Phase Microextraction and Gas Chromatography-Mass Spectrometry*. *Journal of Dairy Science*, 90: 556-569.
- Provenza F.D., 1995. *Postingestive feedback as an elementary determinant of food preference and intake in ruminants*. *Journal of Range Management*, 48: 2-17.
- Villalba J.J., Provenza F.D., Catanese F., Distel R.A., 2015. *Understanding and manipulating diet choice in grazing animals*. *Animal Production Science*, 55: 261-271.
- Von Keyserlingk M.A.G., Cestari A.A., Franks B., Fregonesi J.A., Weary D.M., 2017. *Dairy cows value access to pasture as highly as fresh feed*. *Scientific Reports*, 7: 44953.
- Werner W., Paulissen D., 1987. *Archivio Programma VegBase*. Istituto di Fisiologia Vegetale, Dipartimento di Geobotanica Università di Dusseldorf.
- Werner J., Umstatter C., Leso L., Kennedy E., Geoghegan A., Shalloo L., Schick M., O'Brien B., 2019. *Evaluation and application potential of an accelerometer-based collar device for measuring grazing behavior of dairy cows*. *Animal*, 13 (9): 2070-2079.

