ALESSANDRA DEL CARO[1], MONICA ASSUNTA MADRAU[1], ANTONIO PIGA[1], GAVINO MURITTU[2], GIANCARLO USAI[2], GIACOMO PISCHEDDA[2], NICOLA SECCHI[3]

EVOLUZIONE CHIMICO-FISICA, SENSORIALE E DELLA TEXTURE DI UN FORMAGGIO FRESCO PECORINO CONFEZIONATO IN ATMOSFERA MODIFICATA DURANTE LA SHELF-LIFE

[1]Dipartimento di Scienze Ambientali Agrarie e Biotecnologie Agro-Alimentari, Università degli Studi di Sassari, Viale Italia 39, 07100 Sassari, Italia
[2]F.lli Pinna Industria Casearia S.p.A., Via F.lli Chighine 9, 07047 Thiesi (SS), Italia
[3]Porto Conte Ricerche srl, Località Tramariglio, 07041 Alghero (SS), Italy

INTRODUZIONE

I formaggi freschi sono caratterizzati da una shelf-life molto breve, dovuta a diversi fattori chimico-fisici quali il pH, solitamente vicino alla neutralità, l'elevata a_w e il basso contenuto di sali. Insieme alla presenza di ossigeno questi fattori permettono la crescita di microrganismi indesiderati quali gli psicrotrofi, funghi e lieviti che riducono la shelf-life dell'alimento (1, 2, 3, 4, 5). Tutto ciò condiziona chiaramente la stabilità del prodotto sia in riferimento alla texture, sia dal punto di vista sensoriale. La determinazione della "texture" nei prodotti lattiero-caseari è estremamente importante per differenziare le innumerevoli varietà di formaggi presenti sul mercato (6). Infatti, la loro notevole complessità non permette di definirne le caratteristiche e la qualità a livello molecolare. Inoltre, la texture è un parametro che anche i consumatori considerano determinante per la qualità dei formaggi e di conseguenza per la preferenza, così come lo sono le altre caratteristiche sensoriali. Negli ultimi anni, l'aumentata domanda di prodotti freschi ha portato all'uso dell'atmosfera modificata (MAP), tecnica ampiamente utilizzata, che permette di allungare la shelf-life di diversi alimenti. È ormai assodato che utilizzare un gas come la CO_2, in combinazione con la conservazione refrigerata, ritarda la possibilità di contaminazione microbica dovuta a batteri aerobi Gram-negativi e ai funghi (1). Bisogna sottolineare però, che la MAP può modificare le caratteristiche sensoriali del prodotto, in particolar modo durante la conservazione (3). Tuttavia, sono pochi gli studi in letteratura che riguardano l'uso della MAP sui formaggi freschi, sia per quanto concerne gli aspetti sensoriali, sia la texture (7, 8, 9). Obiettivo del lavoro è stato, quindi, quello di valutare l'effetto della conservazione, in condizioni di differenti condizioni di MAP, sulle caratteristiche fisico-chimiche, sensoriali e di texture, durante il periodo di conservazione del formaggio.

MATERIALI E METODI

Il formaggio, ottenuto da latte di pecora pastorizzato, coagulato in caldaia con caglio liquido di vitello, inoculato con fermenti probiotici non acidificanti, a 24 ore di maturazione, è stato confezionato in

vaschette contenenti 4 forme in presenza di una miscela N_2/CO_2 pari a 80/20 per la prima prova (A) e 90/10 per la seconda (B), e conservato a 4°C. Al tempo 0 e a 7, 14 e 21 giorni sono state eseguite le seguenti determinazioni: pH con un pHmetro Orion, mod. 710/A; colore, con un colorimetro Minolta CR-300; sostanza secca (%) in stufa sotto vuoto alla temperatura di 70°C e attività dell'acqua (a_w) con un igrometro elettronico (Rotronic, pbi international). Le analisi di texture, il puncture test e la TPA (Texture Profile Analysis), sono state eseguite con il testurimetro TA.XT2i (Stable Micro Systems), usando rispettivamente una sonda cilindrica da 6 mm e un piatto di compressione da 75 mm. La composizione atmosferica all'interno delle vaschette è stata monitorata mediante analizzatore di gas (Dansensor). Per la valutazione sensoriale è stato eseguito un test di accettabilità seguendo gli standards IDF (10), utilizzando un panel di otto membri appartenenti al nostro laboratorio. Ai giudici è stato chiesto di valutare il colore, l'aroma, il gusto e la consistenza del prodotto su una scala edonistica da 1 a 7 (1= pessimo; 7= eccellente).
L'elaborazione statistica dei dati è stata effettuata con il software statistico Statistica 6.0 per Windows. È stata eseguita l'Anova ad una via, per ambedue i campioni, dove il predittore categoriale era rappresentato dal periodo di conservazione. La differenza fra le medie è stata effettuata applicando la formula LSD di Fisher con un livello $p \leq 0,05$.

RISULTATI E DISCUSSIONE

I dati ottenuti dalle analisi chimico-fisiche mostrano una diminuzione di pH nel tempo, per ambedue le prove, A e B, come ci si aspettava, a causa della fermentazione del lattosio ad acido lattico. Alcuni autori hanno riscontrato una diminuzione del pH al crescere della % di CO_2, anche se, in questo caso le percentuali, alla fine delle prove, non arrivano neanche al 30% (3). L'a_w è rimasta costante, in ambedue le prove, per tutta la durata della conservazione. La % di sostanza secca mostra una certa variabilità in entrambe le prove, non sempre significativa, ma si attesta su valori abbastanza costanti durante la shelf-life. A 21 giorni si è riscontrata una diminuzione della % di N_2 e un aumento della % di CO_2.
Il formaggio fresco è caratterizzato da un colore bianco, simile al latte. Durante la maturazione e conservazione il formaggio vira di colore verso il giallo a causa di diverse reazioni biochimiche. Dall'analisi colorimetrica ottenuta utilizzando lo spazio di colore di Hunter è stata determinata la coordinata tristimolo Z come riportato in (2). Questo parametro di colore è definito indice di giallo e diminuisce durante la maturazione del formaggio, come già riportato in (2). I dati ottenuti hanno evidenziato una diminuzione significativa dell'indice di giallo nel tempo per ambedue le prove, con conseguente progressivo aumento del parametro b*, maggiore nella prova A (N_2/CO_2 80/20) (2, 3, 4).
L'analisi sensoriale ha evidenziato, per le due prove, una diminuzione significativa nel tempo di tutti i parametri considerati (Tab. 1). Alcuni studi riportano gli effetti negativi della CO_2 sulle caratteristiche sensoriali dei prodotti (1), anche se percentuali del 40 o 50% di CO_2 mantengono il prodotto ragionevolmente accettabile fino a 28 giorni di conservazione. Nella scala da noi utilizzata il punteggio relativo a 4 rappresentava l'accettabilità. Al di sotto di tale valore il campione cominciava a perdere di accettabilità. Per la prova A, a 21 giorni il campione non è più considerato accettabile, infatti il suo punteggio globale, dato dalla somma dei punteggi ottenuti per i quattro parametri, è pari ad un valore di 3,16. La prova B non è più accettabile già a 14 giorni. Il punteggio globale è, infatti,

pari a 2,25. Nel nostro caso le differenze fra le due prove potrebbero imputarsi anche al fatto che i prodotti sono ottenuti da due diverse lavorazioni, anche se eseguite a distanza di 7 giorni una dall'altra. La notevole perdita di consistenza, in particolare della prova B, è probabilmente imputabile alla maggiore crescita di microrganismi (1).

Tab. 1 Evoluzione degli attributi sensoriali durante il periodo di conservazione.

Prova	Periodo di conservazione (giorni)	Colore	Aroma	Gusto	Consistenza
A	0	5,75a*	3,75a	4,38a	5,25a
	7	4,88b	4,25a	4,13a	4,63a
	14	4,75b	3,88a	3,88a	4,63a
	21	3,75c	2,63b	2,63b	3,63b
B	0	5,00a	4,13a	4,38a	4,63a
	7	4,38a	3,88a	3,75ab	4,50a
	14	4,38a	2,63b	3,00b	3,50b
	21	2,88b	2,38b	1,88c	1,88c

* Dati seguiti da lettere diverse nell'ambito di ciascuna colonna differiscono significativamente secondo l'LSD di Fisher per un livello $p \leq 0,05$.

I risultati relativi alle determinazioni di texture sono riportati nelle Tab. 2-3. Il test di compressione rivela, a 7 giorni, per la prova A, un aumento significativo della forza alla rottura, gradiente e forza massima, mentre nella B la diminuzione di quest'ultimo parametro non è significativa. In ambedue le prove questi parametri tendono comunque ad una diminuzione durante la conservazione. Nel caso della prova A, a 7 giorni, abbiamo notato una notevole perdita di siero nella vaschetta, rispetto alla prova B, che potrebbe essere responsabile del notevole aumento della forza. La diminuzione successiva è probabilmente dovuta a fenomeni di proteolisi e di crescita microbica (1). Si ricorda che i formaggi freschi sono facilmente deformabili rispetto a quelli maturi e che la forza di rottura diminuisce nel tempo (2). La texture del formaggio è fortemente influenzata dalla sua composizione e dallo stato della matrice proteica (11, 12). La letteratura riporta come il formaggio subisca un ammorbidimento durante le prime due settimane di conservazione, dovuto a fenomeni di proteolisi e solubilizzazione del fosfato di calcio, con conseguente indebolimento della struttura, ma dopo questo periodo i cambiamenti sono più graduali (11). Dall'analisi TPA risulta che la durezza del campione A mostra una significativa diminuzione a 7 giorni per poi attestarsi su valori costanti per tutta la durata della prova. Nella prova B la diminuzione è significativa fino a 14 giorni. La coesività, misura della forza dei legami interni del campione, contrasta con quanto detto precedentemente, in quanto la rottura delle caseine dovrebbe portare ad una diminuzione di tale parametro, che è evidente soltanto nella prova B ma non nella A. L'elasticità, che rappresenta il recupero dopo la compressione, del campione A aumenta a 7 giorni e poi si attesta su valori costanti per tutta la durata della prova, fenomeno

già osservato da alcuni autori e dovuto all'accumulo e compattamento di prodotti derivanti dalla proteolisi (11). Tale fenomeno non è però stato riscontrato nella prova B. La masticabilità, che rappresenta il lavoro richiesto per masticare un alimento, mostra comportamenti differenti nelle due prove: nella prova A il valore aumenta a 7 giorni e poi si attesta su valori costanti fino a 21 giorni di conservazione; nella prova B la diminuzione è altamente significativa a 7 giorni e tende ad una continua diminuzione fino a 21 giorni Questo conferma i dati di letteratura dove il decremento maggiore è stato riscontrato nei primi giorni di conservazione, poi i valori rimangono più uniformi (11). La perdita di masticabilità della prova B è sicuramente da mettere in relazione con il notevole sviluppo della carica microbica che ha causato l'ammorbidimento della forma.

Tab. 2-3 Evoluzione dei parametri reologici (puncture test e TPA) durante la conservazione.

Prova	Periodo di conservazione (giorni)	Forza rottura (g)	Gradiente (g/s)	Forza max (g)
A	0	36,14c*	4,92b	62,26c
	7	132,74a	21,29a	224,25a
	14	107,02b	16,80a	168,76b
	21	105,08b	16,65a	167,39b
B	0	89,75ab	12,01ab	153,22a
	7	97,85a	14,94a	140,30a
	14	77,67b	10,59b	135,67a
	21	78,10b	10,01b	137,87a

Prova	Periodo di conservazione (giorni)	Durezza (g)	Coesività	Elasticità (mm)	Masticabilità (g × mm)
A	0	1008,62a	0,37c	2,84b	1095,35b
	7	713,95b	0,55b	5,90a	2316,90a
	14	780,85b	0,56a	5,75a	2538,58a
	21	827,33b	0,60a	5,76a	2705,03a
B	0	1209,38a	0,56a	5,92a	4127,98a
	7	726,89b	0,54b	5,66b	2238,93b
	14	648,82bc	0,54b	5,80ab	2034,98bc
	21	576,07c	0,53c	5,39c	1689,70c

* Dati seguiti da lettere diverse nell'ambito di ciascuna colonna differiscono significativamente secondo l'LSD di Fisher per un livello $p \leq 0,05$.

Concludendo, il periodo di conservazione ha influenzato le caratteristiche sensoriali e di texture del

prodotto. La protezione esercitata dalla MAP non è stata utile per ampliare la shelf-life. La prova A (N_2/CO_2 pari a 80/20) è risultata migliore sia dal punto di vista sensoriale, sia di texture rispetto alla B (N_2/CO_2 pari a 90/10). È consigliabile effettuare delle prove di conservazione con una percentuale di CO_2 del 40-50%, che, come già riportato in altri lavori (1,3), si sono dimostrate le condizioni più efficaci per estendere la shelf-life dei formaggi freschi.

BIBLIOGRAFIA

1. Carmen Olarte, Elena Gonzales-Fandos, , "A proposed methodology to determine the sensory quality of a fresh goat's cheese (Cameros cheese): application to cheeses packaged under modified atmospheres", Food Quality and Preference, 12, 163-170, 2001.
2. Miguel Frau, Susanna Simal, Antoni Femenia, Ester Sanjuan, Carmen Rossello, " Use of principal component analysis to evaluate the physical properties of Mahon cheese", European Food Research and Technology, 210, 73-76, 1999.
3. Elena Gonzales-Fandos, Susana Sanz, Carmen Olarte, "Microbiological, phisicochemicals and sensory characteristics of Cameros cheese packaged under modified atmospheres", Food Microbiology, 17, 407-414, 2000.
4. S. Di Marzo, Rossella Di Monaco, Silvana Cavella, R. Romano, I. Borriello, Paolo Masi, "Correlation between sensory and instrumental properties of Canestrato Pugliese slices packed in biodegradable films", Trends in Food Science and Technology, 17, 169-176, 2006.
5. R.A. Verdini, A.C. Rubiolo, "Texture changes during the ripening of Port Salut Argentino Cheese in 2 sampling zones", Journal of Food Science, 67, N.5, 1808-1813, 2002.
6. K. D. Antoniou, D. Petridis, S. Raphaelides, Z. Ben Omar, R. Kesteloot, "Texture Asessment of Fresh Cheeses", Journal of Food Science, 65, N.1, 168-172, 2000.
7. P. Fava, Luciano Piergiovanni, A. Galli, A. Polvara, " I formaggi grattugiati del commercio. Qualità del prodotto in rapporto alle modalità di confezionamento", Industrie Alimentari, 32, 1057-1062, 1993.
8. A. Maniar, J. E. Marcy, J. R. Bishop, S. E. Duncar, " Modified atmosphere packaging to maintain direct set Cottage cheese", Journal of Food Science, 59, 1305-1308, 1994.
9. Luciano Piergiovanni, P. Fava, M. Moro, " Shelf-life extension of Taleggio cheese by modified atmosphere packaging", International Journal of Food Science, 5, 115-119, 1993.
10. FIL-IDF 99B. Sensory Evaluation of Dairy Products. FIL-IDF, Brussels, 1995.
11. Michael H. Tunick, Diane L. Van Hekken, Jeffrey Call, F. Javier Molina-Corral, Alfonso Gardea, "Queso Chihuahua: effects of seasonality of cheesemilk on rheology", International Journal of Dairy Technology, 60, N. 1, 13-21, 2007.
12. Diane L. Van Hekken, Michael H. Tunick, Peggy M. Tomasula, Francisco J. Molina-Corral, Alfonso Gardea, "Mexican Queso Chihuahua: rheology of fresh cheese", International Journal of Dairy Technology, 60, N. 1, 5-12, 2007.

RIASSUNTO

Il presente lavoro riporta i risultati ottenuti dall'analisi di un formaggio pecorino fresco conservato in atmosfera modificata mediante due differenti condizioni e prodotto ad una settimana di distanza uno dall'altro. L'analisi dei cambiamenti fisico-chimici, di texture e sensoriali durante la shelf-life, ha evidenziato che il campione conservato in atmosfera modificata con una percentuale di N_2/CO_2 pari a 80/20 si è rivelato qualitativamente superiore rispetto a quello conservato con una percentuale di N_2/CO_2 pari a 90/10, sia per quanto concerne le caratteristiche sensoriali sia per i parametri di texture, in particolar modo per la forza alla rottura in compressione e per la durezza e masticabilità all'analisi TPA, anche se ha mostrato un ingiallimento del colore leggermente superiore rispetto alla prova conservata in miscela di gas 90/10.

SUMMARY

CHEMICAL-PHYSICAL, SENSORY AND TEXTURE EVALUATION OF A FRESH EWE'S CHEESE PACKED UNDER MODIFIED ATMOSPHERE DURING THE SHELF- LIFE.

This paper reports the results obtained from the analysis of a fresh ewe's cheese packed under different modified atmospheres during the shelf- life. Cheese stored in 80% N_2/20% CO_2, at the end of the shelf-life was better than cheese packed with a 10% CO_2, both for sensory characteristics and for rheological parameters, specially for the puncture force and hardness and chewiness obtained from the TPA assay. The colour was slightly more yellow than the cheese stored with 10% CO_2.