

EFFETTI SULLE CARATTERISTICHE COLORIMETRICHE E SPETTRALI DI CARNE CHIANINA IN RELAZIONE A DIVERSI SISTEMI DI ALLEVAMENTO E TEMPI DI CONSERVAZIONE

Pincu M. (1), D'Andrea S. (1), Menesatti P. (1), Iacurto M. (2)

(1) *Consiglio per la Ricerca e Sperimentazione in Agricoltura (CRA), Istituto Sperimentale per la Meccanizzazione Agricola (ISMA), Laboratorio di tecnologie innovative AgriTechLab. Via della Pascolare, 16 - 00016 Monterotondo Scalo, Roma, Italia*

(2) *Consiglio per la Ricerca e Sperimentazione in Agricoltura (CRA), Istituto Sperimentale per la Zootecnia (ISZ), Via Salaria, 31 - 00016, Monterotondo Scalo, Roma, Italia.*

RIASSUNTO - Campioni di *Longissimus dorsi* di razza Chianina, sono stati analizzati con tecniche opto-spettrali. Le variabili in studio sono state tre tipi di allevamento: in grigliato (IGP) e in feedlot (FL) (con alimentazione IGP del "Vitellone Bianco dell'Appennino Centrale") e allevamento al pascolo con integrazione alimentare (1 kg/100 kg di peso vivo) (PA); e quattro tempi di conservazione sottovuoto (8, 15, 20 e 25 giorni). Le differenze colorimetriche per le componenti L* e b* tra il sistema di allevamento in feedlot e quello al pascolo sono risultate statisticamente significative all'ANOVA. I tempi di conservazione non hanno, invece, fatto rilevare differenze significative se non il b* degli animali allevati al feedlot ed al pascolo. Attraverso modellistica multivariata (PLS) delle curve di riflettanza spettrale della carne è stato possibile discriminare il tipo di allevamento con una precisione del 96% e il tempo di conservazione con una precisione del 91%.

PAROLE CHIAVE: Chianina, Tipo di allevamento, Conservazione, Colore, Riflettanza spettrale.

INTRODUZIONE

Negli ultimi anni le tecniche di analisi d'immagine sono state utilizzate per la misurazione del colore (Liu *et al.*, 2003) e dei grassi nella carne, per la valutazione in tempo reale della qualità del prosciutto (O'Sullivan, 2003) e per la classificazione delle carcasse di diverse specie. Alcuni autori hanno utilizzato la spettroscopia nel visibile e nel vicino infrarosso per determinare le caratteristiche quantitative della carne, in particolare è stata utilizzata la riflettanza nel vicino infrarosso per determinare quantitativamente i grassi, le proteine e l'umidità nella carne fresca di maiale e vitello (Kruggel *et al.*, 1981; Irie & Iwaki, 2003; Martens *et al.*, 1981; Menesatti *et al.*, 2003; Menesatti, 2004; Lanza, 1983; Geesink, 2003; Josell *et al.*, 2000; Swatland, 1997). L'obiettivo del presente lavoro è quello di valutare, in base alle informazioni colorimetriche e spettrali, ottenute tramite l'acquisizione di immagini, l'applicazione di queste tecniche per la caratterizzazione qualitativa delle carni ottenute con diversi sistemi di allevamento e differenti tempi di conservazione.

MATERIALI E METODI

I campioni di carne utilizzati nelle prove sono stati forniti dall'Istituto Sperimentale per la Zootecnia ed appartengono a bovini di razza Chianina allevati con 3 differenti sistemi di allevamento. Il primo (14 animali) corrispondeva ad un allevamento in grigliato con alimentazione conforme al disciplinare IGP del "Vitellone Bianco dell'Appennino Centrale". Il secondo (10 capi) ad un allevamento in feedlot con alimentazione modulata come il precedente (FL), infine il terzo sistema (6 animali) equivaleva ad un allevamento al pascolo con integrazione di granella di mais (1 kg/100 kg di peso vivo) (PA). La sperimentazione ha riguardato l'acquisizione di immagini spettrocolorimetriche su porzioni di muscolo *Longissimus dorsi* (LD). Lo strumento utilizzato per l'acquisizione delle immagini è uno

scanner spettrale (DV Padova), formato dall'unione di uno spettrometro ottico (IMSPECTOR V10 Specim, Finland) ed una telecamera video CCD B/N. Lo spettrometro Vis-Nir ha un range spettrale da 400 a 970 nm, tale sistema permette di ottenere i valori di riflettanza e delle singole coordinate colorimetriche L* (luminosità), a*(verde-rosso) e b*(blu-giallo), rispettando lo standard CieLAB $\beta_{45/0}$. L'acquisizione delle immagini è stata effettuata 8 giorni dopo la macellazione. Per le prove di conservazione, le fette di carne erano confezionate sottovuoto in cella frigorifera alla temperatura di 4 °C. Le prove sono state svolte a 8, 15, 20 e 25 giorni dalla macellazione. La metodologia statistica utilizzata è stata diversa a seconda del tipo di dati analizzati: a) per quelli colorimetrici, è stata eseguita un'analisi della varianza sulle singole coordinate colorimetriche con la procedura LSD di Fisher (Statgraphics Plus 5.0), inoltre, sono stati utilizzati dei parametri in grado di valutare in modo oggettivo le differenze di colore ($\Delta E = ((\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2)^{1/2}$) e di croma ($\Delta C = (a_1^2 + b_1^2)^{1/2} - (a_2^2 + b_2^2)^{1/2}$) (Oleari, 1998); b) per i dati spettrali è stata utilizzata la tecnica di analisi multivariata Partial Least Squares (PLS) (Wold *et al.* 2001). Questa tecnica consente un'analisi qualitativa tramite la costruzione di un modello statistico previsionale che associa i valori spettrali alle classi di appartenenza dei fattori da considerare. Il modello comprende una fase di calibrazione e una fase di validazione, per entrambe è possibile calcolare l'errore residuo che in genere è decrescente per la fase di training (RMSEC) e crescente per la fase di test (RMSECV). Il numero di variabili latenti utilizzato si basa sulla minimizzazione contemporanea di questi due tipi di errori. Un'ulteriore verifica dei modelli previsionale è stata effettuata tramite un test indipendente utilizzando un terzo dei dati per la costruzione del modello ed i rimanenti 2/3 per effettuare un ulteriore test di validazione.

DISCUSSIONE DEI RISULTATI

Le tabelle 1a e 1b riassume i risultati di ΔE e ΔC , questi due parametri quantificano le differenze di colore e di croma permettendo di valutare oggettivamente se queste differenze sono apprezzabili visivamente (valori di ΔE superiori a 5 sono percepibili dall'occhio umano). Si può notare come risultino differenze apprezzabili di ΔE tra l'allevamento IGP e quelli FL e PA, mentre tra questi ultimi due non ci siano differenze. Ciò potrebbe indicare che, in questo caso, il colore della carne è influenzato più dalla mobilità dell'animale che dal tipo di alimentazione. Circa l'effetto del tempo di conservazione sottovuoto, è stato possibile evidenziare differenze di ΔE superiori alla soglia di percettibilità dell'occhio umano solo all'interno del gruppo FL.

L'analisi dettagliata sulle singole coordinate colorimetriche (L*a*b*) è riassunta nelle tabelle 2 e 3. Per i tipi di allevamento, sono risultati confronti statisticamente significativi tra i valori medi delle coordinate L* ed a* dell'allevamento IGP e le altre due tecniche, facendo risultare la carne del gruppo IGP più luminosa e con un indice del rosso più basso. Le variazioni colorimetriche dovute ai diversi tempi di conservazione, come già visto con i valori di ΔE e ΔC , sono risultate molto più contenute. Solo l'indice del blu ha dato valori statisticamente significativi che, nel caso del gruppo FL, è stato più basso ad 8 giorni e poi si alzato rimanendo costante, mentre nel gruppo PA non ha determinato un trend costante. Questi risultati sono dovuti probabilmente al tipo di conservazione, che ha ridotto notevolmente i processi degradativi responsabili delle variazioni colorimetriche nelle carni. L'analisi dei dati spettrali i cui risultati sono riportati nella tabella 4, mette in evidenza la notevole capacità di classificazione del modello statistico applicato. In questo caso, le variazioni di riflettanza della carne dovute alle diverse sorgenti di variazione analizzate, insieme all'applicazione di un modello di analisi statistica complessa, hanno consentito di riconoscere la provenienza del campione con notevole precisione. Infatti, la capacità di corretta classificazione per i sistemi di allevamento è risultata superiore al 96% e in alcuni confronti, pari al 100%. Ossia, nel confronto tra i gruppi IGP vs FL e FL vs PA l'analisi spettrale consente di attribuire con esatta precisione i campioni provenienti da ciascun tipo di allevamento. Risultati leggermente

inferiori sono stati ottenuti confrontando i tempi di conservazione, in particolare l'analisi spettrale consente di attribuire correttamente i campioni nei quattro tempi di conservazione per il 91%, nella fase di modellazione e per il 74% nella fase di test indipendente.

CONCLUSIONI

Le tecniche spettrocolorimetriche possono fornire una ulteriore possibilità per la valutazione della qualità delle carni. I vantaggi che tale tecnologia può fornire sono la misura diretta sul campione, la non distruttività dello stesso, la possibilità di un utilizzo in linea, la memorizzazione delle informazioni e la rapidità del risultato. Queste tecnologie consentono, inoltre, una misurazione strumentale ed oggettiva del campione permettendo il confronto tra campioni situati in luoghi diversi in tempi diversi.

Tabella 1a Valori di ΔE e ΔC per differenti sistemi di allevamento

Table 1a Value of ΔE and ΔC for different breeding systems.

ΔE				ΔC			
	IGP	FL	PA		IGP	FL	PA
IGP	-			IGP	-		
FL	4.9	-		FL	2.6	-	
PA	6.8	3	-	PA	2.3	1.3	-

Tabella 1b Valori di ΔE e ΔC per differenti tempi di conservazione nei sistemi di allevamento

Table 1b Value of ΔE and ΔC for different time conservation for breeding systems.

ΔE					ΔE				
	IGP 8 d	IGP 15 d	IGP 20 d	IGP 25 d		FL 8 d	FL 15 d	FL 20 d	FL 25 d
IGP 8 d	-				FL 8 d	-			
IGP 15 d	3.6	-			FL 15 d	6.3	-		
IGP 20 d	1.6	2.2	-		FL 20 d	4.8	1.8	-	
IGP 25 d	1.5	3.7	2.4	-	FL 25 d	5.8	0.7	1.5	-

ΔE					ΔC				
	PA 8 d	PA 15 d	PA 20 d	PA 25 d	Giorni (g) days (d)	8	15	20	25
PA 8 d	-				8	-			
PA 15 d	2.3	-			15	1.1	-		
PA 20 d	1.9	3.4	-		20	1.2	0.5	-	
PA 25 d	2.8	1.3	4	-	25	1.1	0.4	0.3	-

Tabella 2 Coordinate colorimetriche per tecnica di allevamento

Table 2 Colorimetric coordinated for breeding systems

		Sistema di allevamento Breeding System		
		IGP	FL	PA
	N° osservazioni	14	10	6
	N° of observations			
L*	Media Mean	49.58 a	46.67 ab	44.05 b
	Standard Error	1.08	1.28	1.65
a*	Media Mean	25.04 b	28.81 a	29.03 a
	Standard Error	0.98	1.16	1.5
b*	Media Mean	16.09	14.85	16.35
	Standard Error	1.17	1.39	1.79

Different letter denotes a statistically significant difference at the 95% confidence level (Fisher's least significant difference procedure)

Tabella 3 Coordinate colorimetriche per i i tempi di conservazione
 Table 3 Colorimetric coordinated for conservation time

		Tempo di conservazione (giorni) Conservation time (days)			
		IGP 8	IGP 15	IGP 20	IGP 25
L*	N° osservazioni N° of observations	14	14	14	14
	Media Mean	49.58	48.14	48.75	50.55
	Standard Error	1.36	1.36	1.41	1.41
a*	Media Mean	25.04	24.76	25.44	24.04
	Standard Error	0.97	0.97	1	1
b*	Media Mean	16.09	12.8	14.81	15.55
	Standard Error	1.42	1.42	1.48	1.47
		FL 8	FL 15	FL 20	FL 25
L*	N° osservazioni N° of observations	10	10	10	10
	Media Mean	46.67	47.3	47.01	47.13
	Standard Error	1.42	1.42	1.42	1.42
a*	Media Mean	28.81	31.16	31.19	30.61
	Standard Error	1.23	1.23	1.23	1.23
b*	Media Mean	14.85 b	20.70 a	18.98 a	20.37 a
	Standard Error	1.07	1.07	1.07	1.07
		PA 8	PA 15	PA 20	PA 25
L*	N° osservazioni N° of observations	6	6	6	6
	Media Mean	44.05	42.93	43.87	41.92
	Standard Error	0.77	0.77	0.77	0.77
a*	Media Mean	29.03	30	30.09	29.17
	Standard Error	0.64	0.64	0.64	0.64
b*	Media Mean	16.35 ab	18.07 a	14.81 b	18.19 a
	Standard Error	0.81	0.81	0.81	0.81

Tabella 4 Percentuale di corretta classificazione (%) ottenuta con la tecnica PLS
 Table 4 Percentages of correct classification (%) obtained by Partial Least Square (PLS) technique

Confronti tra le differenti tesi Comparison between different thesis	Percentuale di corretta classificazione Percentage of correct classification (%)	PLS model parameters					
		Modello Model	Test of PLS	N Campioni N sample	RMSEC	RMSECV	N variabili N variables
		Sistema di allevamento Breeding system	IGP Vs FL Vs PA	100	98.9	184	0.099395
	IGP vs FL	100	100	120	0.119384	0.202236	11
	IGP vs PA	96	98	80	0.304096	0.400602	5
	FL vs PA	100	100	88	0.053274	0.117495	13
Conservazione (giorni) Conservation (days)	8 vs. 15 vs. 20 vs.25	91	74	184	0.381195	0.407159	34

BIBLIOGRAFIA - REFERENCES

- Geesink G. H., F. H. Schreutelkamp, R. Frankhuizen, H. W. Vedder, N. M. Faber, R. W. Kranen and M. A. Gerritzen, 2003. Meat sciences 65: 661-668.
- Irie, A., F. Iwaki F., 2003. J.Sci. Food and Agr. M83: 483-486.
- Josell A. et al. 2000, Meat sciences, 55: 273-278.
- Krugger, W. G.; Field, R. A.; Riley, M. L.; Radloff, H. D. and Horton, K. M., 1981. J. Assoc. Off. Anal. Chem., 64: 692-696.

- Lanza, E., 1983. J. Food Sci., 48: 471-474.
- Liu Y., Lyon B., Windham W., Realini C., Dean D. Pringle T. and Duckett S., 2003. Meat Science 65: 1107-1115.
- Martens H., Bakker, E. A. and Hildrum, K. I., 1981. Proceedings of 27th EMMRW, Wien, O. Prändl, Ed., pp. 516-564.
- Oleari Claudio. 1998. (Ed.) SIOF HOEPLI. Milano, Italy.
- Menesatti P., Pincu M., Carzaniga S., Iacurto M., Martinelli E., Stanco F., Bogliani M., 2003. VII Congreso Argentino de Ingeniería Rural. Balcarce (Argentina) abs n. 2-2
- Menesatti P. 2004. CIGR Electronic Journal
- O'Sullivan M., Byrne D., Martens H., Gidskehaug L., Andersen H., and Martens M., 2003. Meat Science 65: 909-918.
- Swatland H. J., 1997, Journal of the sciences of food and agriculture, 75: 45-49.
- Wold, S., Sjoström, M., Eriksson, L., 2001. Chemometrics and Intelligent Laboratory System. 58 109-130.
- Disciplinare di produzione della indicazione geografica protetta: Vitellone Bianco dell'Appennino Centrale (1999). CCBI, Consorzio produttori carne bovina pregiata delle razze italiane.
- Statgraphics Plus 5.0, 1994-2000, Statistical Graphics Corp.

EFFECTS OF BREEDING SYSTEMS AND CONSERVATION TIMES OF CHIANINA MEAT ON COLOUR AND SPECTRAL CHARACTERISTICS

Pincu M. (1), D'Andrea S. (1), Menesatti P. (1), Iacurto M. (2)

ABSTRACT - *Longissimus dorsi* samples deriving from animals of Chianina breed were analyzed with opto-spectral techniques. Two variables were considered: breeding types (slatted floor, feedlot and pasture) and conservation times (8, 15, 20 and 25 days under vacuum). Colorimetric differences between feedlot and pasture were statistically significant for colorimetric parameters L* and b*. Colorimetric differences between conservation times were not very evident. Classification capability of previsional model resulted major than 96% considering the breeding system as a variable, while less performant results were obtained for conservation times (91%).

KEYWORDS: Chianina breed, Breeding systems, Shelf life, Spectral Reflectance, CieLab colour.

INTRODUCTION

Techniques of image analysis were used in the last years to measure meat colour (Liu *et al.*, 2003), meat fats, for the evaluation in real time of ham quality (O'Sullivan, 2003) and for the classification of different carcasses species. Some authors for the determination of meat quality characteristics used spectroscopic techniques in the visible and near infrared range, in particular near infrared reflectance was used to quantify fats, proteins and humidity of pork and beef fresh meat (Kruggel *et al.*, 1981; Irie & Iwaki, 2003; Martens *et al.*, 1981; Menesatti *et al.*, 2003; Menesatti, 2004; Lanza, 1983; Geesink, 2003; Josell *et al.*, 2000; Swatland, 1997). Aim of the present work is to evaluate, on the basis of spectral and colorimetric informations obtained by spectral images acquisition, the application of these techniques for meat quality characterization, resulting from different breeding systems and conservation times.

MATERIALS AND METHODS

Meat samples were provided by the Animal Science Research Institute of Rome (Italy) and derived from Chianina animals bred with 3 different breeding systems. The first system (14 animals analyzed) consisted in slatted floor (IGP), fed according to PGI mark "Vitellone Bianco dell'Appennino Centrale"; the second (10 animals) feed-lot (FL) fed according to PGI mark; and the last one (6 animals) pasture with food integration (PA). Spectral and colorimetric images were acquired on *Longissimus dorsi* muscle by the aim of a spectral scanner (DV – Padova, Italy) consisting in an optical spectrometer coupled to a video camera CCD B/W. Vis – Nir spectrometer has a spectral range of acquisition from 400 to 970 nm, step 5 nm and spectral resolution of 121 wavelengths. This system provides spectral reflectance and single colorimetric co-ordinates L* (brightness), a*(green-red) e b*(blue-yellow) values, according to CielAB $\beta_{45/0}$ standard. Images acquisition was performed 8 days after slaughtering; for the conservation test meat slices were stored under vacuum in chilled rooms at 4 °C. Tests were performed 8, 15, 20 e 25 days after slaughtering. Concerning statistical analysis, for colorimetric data a variance analysis (LSD procedure by Fisher) of single colorimetric co-ordinates was performed by Statgraphics Plus 5.0, using parameters able to evaluate in objective way colour (ΔE) and chroma (ΔC) differences (Oleari, 1998). For spectral data a multivariate analysis Partial Least Squares (PLS) (Wold *et al.* 2001) was performed.

DISCUSSION OF RESULTES

Tables 1a and 1b show the results of ΔE and ΔC , these two parameters quantify colour and chroma differences, allowing to evaluate in objective way if these differences are visually perceptible (ΔE values higher than 5 are appreciated by human eyes). Significant differences in terms of ΔE resulted between IGP system and FL and PA systems, while between these two last systems no differences were reported. This can mean that animals mobility has less influence on colour meat than feeding type. Concerning different conservation times under vacuum, little differences of ΔE were perceptible to human eyes, only for the FL system. An analysis of single colorimetric co-ordinates (L*a*b*) was performed and results are summarized in tables 2 and 3. For breeding systems, L* and a* resulted statistically different between IGP system and the other ones, showing that IGP meat is brighter and with a lower red index. Colorimetric variations due to different conservation times were not very evident. Only blue index gave statistically significant values and, for group FL, it was lower at 8 days and it grew up during time until it remained constant, while for group PA no constant trend was observed. Probably conservation under vacuum reduced degradation processes responsible for meat colour changes. Results of spectral data analysis are reported in table 4 showing a good capability of classification from the statistical model (from 96% to 100% of correct classification for breeding systems). Comparing IGP vs FL and FL vs PA spectral analysis allows to classify with high precision samples of each breeding system. For conservation times, the percentage of correct classification for 4 conservation times was 91% in the model and 71% in the independent validation test.

CONCLUSIONS

Spectral and colorimetric techniques can provide a further possibility for meat quality evaluation. The advantages of this technology are the direct sample measure, its no destructivity, and the possibility of an on-line utilization, the information storage and the result rapidity. These technologies allow also an instrumental and objective sample measurement that can permit a comparison between samples placed in different places and in different times.