

INDICE

ABSTRACT.....	5
CAPITOLO 1.....	7
INTRODUZIONE.....	7
CAPITOLO 2.....	9
RASSEGNA BIBLIOGRAFICA.....	9
2.1 Suino come animale da carne.....	9
2.1.1 Il Patrimonio suinicolo dell'UE e in Italia.....	9
2.1.2 La produzione in Italia.....	11
2.1.3 Il Trend dei mercati.....	14
2.1.4 La produzione nel mondo.....	15
2.1.5 Consumo della carne suina nel mondo.....	16
2.1.6 I tagli della carne suina.....	18
2.1.7 Valori nutrizionali e composizione della carne di suino.....	20
2.2 Qualità nutrizionali e sensoriali della carne.....	27
2.2.1 Classificazione delle carcasse.....	27
2.2.2 Qualità della carne.....	28
2.2.3 Caratteristiche nutrizionali.....	30
2.2.4 Caratteristiche organolettiche e tecnologiche.....	38
2.3 Ruolo degli ormoni sessuali.....	43
2.4 L'Odore di verro.....	46
2.5 Castrazione chirurgica dei suini.....	47
2.6 Odore di verro: possibili alternative alla castrazione.....	48
2.7 La castrazione immunologica nel suino.....	49
2.7.1 Caratteristiche di Improvac, suoi utilizzi e funzionamento.....	49
2.8 Funzione dei farmaci candidati alla castrazione chimica.....	50
2.8.1 Caratteristiche di Suprelorin, suoi utilizzi e funzionamento.....	52
CAPITOLO 3.....	54
PARTE SPERIMENTALE.....	54
3.1 Materiali e Metodi.....	54

3.1.1 Premessa.....	54
3.1.2 Fase di macellazione.....	57
3.1.3 Ricerca delle lesioni.....	59
3.1.4 Raccolta dei campioni.....	61
3.1.5 Analisi di laboratorio.....	63
3.1.5.1 Determinazione del pH.....	63
3.1.5.2 Valutazione del colore.....	65
3.1.5.3 Peso del campione pre e post-cottura.....	68
3.1.5.4 Valutazione della tenerezza.....	71
3.1.5.5 Ricerca dei residui.....	73
CAPITOLO 4.....	78
RISULTATI E DISCUSSIONE.....	78
4.1 Valori di pH ottenuti.....	78
4.2 Variazioni di peso dopo trattamento termico.....	80
4.3 Test di forza.....	82
4.4 Valutazione del colore.....	91
4.5 Tabelle riassuntive.....	106
4.6 Analisi dei residui farmacologici.....	109
CONCLUSIONI.....	111
BIBLIOGRAFIA.....	113
SITOGRAFIA.....	117

ABSTRACT

Pork's meat is the most consumed kind of meat in the world, in particular in Europe. It was evaluated that every European eats an average of 91kg of pork's meat each year and this consumption is increasing (Osservatorio suini ERSAF, 2011).

Looking at the Italian situation, in 2010 the total amount of national pigs was 9.321.000, that means +1,8% than the last year (Osservatorio suini ERSAF, 2011).

Lombardy is the leader region in the production of pork's meat, followed by Emilia Romagna, Piemonte and Veneto (the 80% of pork's production is located in Northern Italy).

According to the European Community laws, meat must accomplish specific hygienics, chemical and nutritional requirements to be admissiomed for human consumption.

It is known that pork's meat from not castrated pigs (or cryptorchid) shows, after cooking, an unpleasant smell due to the different endocrinal arrangement in the animal.

If the remotion of testicles doesn't occur, after the puberty of the animal there will be the production of sexual hormones which are converted in androstenon and scatol. These substances are stored in muscolar fat and they can give rise to unpleasant smell which was previously mentioned.

To avoid this problem, since the XIII century, we resort to surgical castration, which is done by the removal of testicles within 7-days old pigs.

The old method was performed by a 5 cm abdominal cut and after that there was the identification and remotion of testicles. The surgery was completed by a fast disinfection with brandy or vinegar.

The castration is also important because it increases the amount of fat in muscles and decreases the typical aggressive behaviour of males.

Nowadays the castration is not performed by the abdominal aperture, but it is done by the incision (within 7 days-old) of the scrotum and the remotion of testicles without any anesthesia.

During the last years the people's interest is focusing on animal welfare and people are asking if the surgical castration damages the animal's health and if there are other met-

hods to perform the castration without conventional practices. Because of all these reasons we have conceived and performed this experimental study (a research).

In cats and dogs' universe, during the last years, they have created fews pharmaceutical products which are able to stop the testicular activity of males (and consequently the hormonal activity) and avoid the appearance of estrus.

The target of this work is to understand if these products can be used in pigs as a chemical castrators and if these treatments influence che meat quality (and also if there are pharmaceutical residues).

CAPITOLO 1

INTRODUZIONE

La carne di suino è il prodotto carneo più consumato al mondo, in particolar modo in Europa. Si è valutato che ogni europeo, mediamente, consuma 91 kg di carne suina annua e che questo consumo sta aumentando sempre di più di anno in anno (Osservatorio suini ERSAF, 2011).

Ponendo particolare attenzione alla situazione italiana, dagli ultimi aggiornamenti statistici emerge che nel 2010 il patrimonio suinicolo nazionale si è arrestato a 9.321.000 capi, con una progressione del 1,8% rispetto al precedente anno (Osservatorio suini ERSAF, 2011).

La Lombardia si afferma come regione leader nella produzione di carne suina, seguita da Emilia Romagna, Piemonte e Veneto.

Facendo due conti si vede come, praticamente, l'80% della produzione suinicola nazionale sia concentrato in Nord Italia.

Come previsto dalla legislazione comunitaria (Regolamenti CE), le carni devono presentare determinati requisiti igienici, chimico-fisici e nutrizionali per poter essere ammesse al consumo umano.

E' ben noto da decenni che le carni di suini maschi non castrati o criptorchidi tendono a manifestare, dopo cottura, un odore sgradevole (il cosiddetto "odore sessuale" o "odore di verro") per motivi di assetto endocrino dello stesso animale.

La mancata rimozione delle gonadi porta, dopo la pubertà dell'animale, alla produzione degli ormoni sessuali, i quali causano un accumulo di androstenone e scatolo a livello dell'adipe muscolare che causa l'odore precedentemente menzionato.

Per risolvere tale problematica, fin dal XIII secolo con i Preciani, i Norcini (abitanti di Norcia che nella storia si sono distinti come abili castratori di suini, lavoratori della carne e piccoli chirurghi) e gli Euteziani, si pratica la così chiamata castrazione chirurgica, che consiste nella rimozione dei testicoli nel suinetto a pochi giorni di vita.

La metodica antica prevedeva un taglio di circa 5 cm in addome (eseguito rigorosamente da una donna) per poi ricercare e rimuovere i testicoli dalla cavità addominale.

L'operazione veniva completata con una breve disinfezione a base di grappa o aceto casalingo.

La castrazione, in secondo luogo, è utile perché tende anche ad incrementare la deposizione di grasso muscolare e a ridurre i comportamenti aggressivi tipici dei maschi.

Con il passare dei secoli la metodica non ha più previsto l'apertura dell'addome, ma si continua a eseguirla entro i primi sette giorni di vita del suinetto recidendo lo scroto direttamente e rimuovendo i testicoli senza alcuna anestesia.

Negli ultimi tempi, però, l'attenzione dei consumatori si sta sempre più concentrando sulle tematiche inerenti il benessere animale, chiedendosi se questa metodica di castrazione vada a incidere sullo stato di salute dell'animale e se esistano delle metodiche alternative per evitare tale mutilazione e lo stress derivato.

Da questo ragionamento trae origine questo lavoro sperimentale.

Nell'universo degli animali d'affezione (cane e gatto principalmente) da qualche anno si è vista la comparsa di prodotti farmaceutici che permettono di "sospendere" l'attività testicolare e quindi bloccare le relative cascate ormonali. Nel cane e nel gatto, ovviamente, questi farmaci hanno l'utilità di impedire la comparsa del calore stagionale introducendo un reale vantaggio per il proprietario.

L'obiettivo di questo lavoro sperimentale è capire se questi farmaci possono essere utilizzati come "castratori chimici" nell'ambito degli animali da reddito (particolarmente nel suino) e se questi trattamenti vadano a influenzare la qualità della carne e la presenza di residui farmacologici potenzialmente pericolosi per la salute umana.

CAPITOLO 2

BIBLIOGRAFIA

2.1 Suino come animale da carne

2.1.1 Il Patrimonio suinicolo nell'UE e in Italia

Nel 2010, il patrimonio suinicolo in Unione Europea si è attestato intorno ai 151.751.200 capi, con una diminuzione dello 0,2% rispetto all'anno precedente e con una perdita complessiva di 259.600 capi (Osservatorio suini ERSAF, 2011).

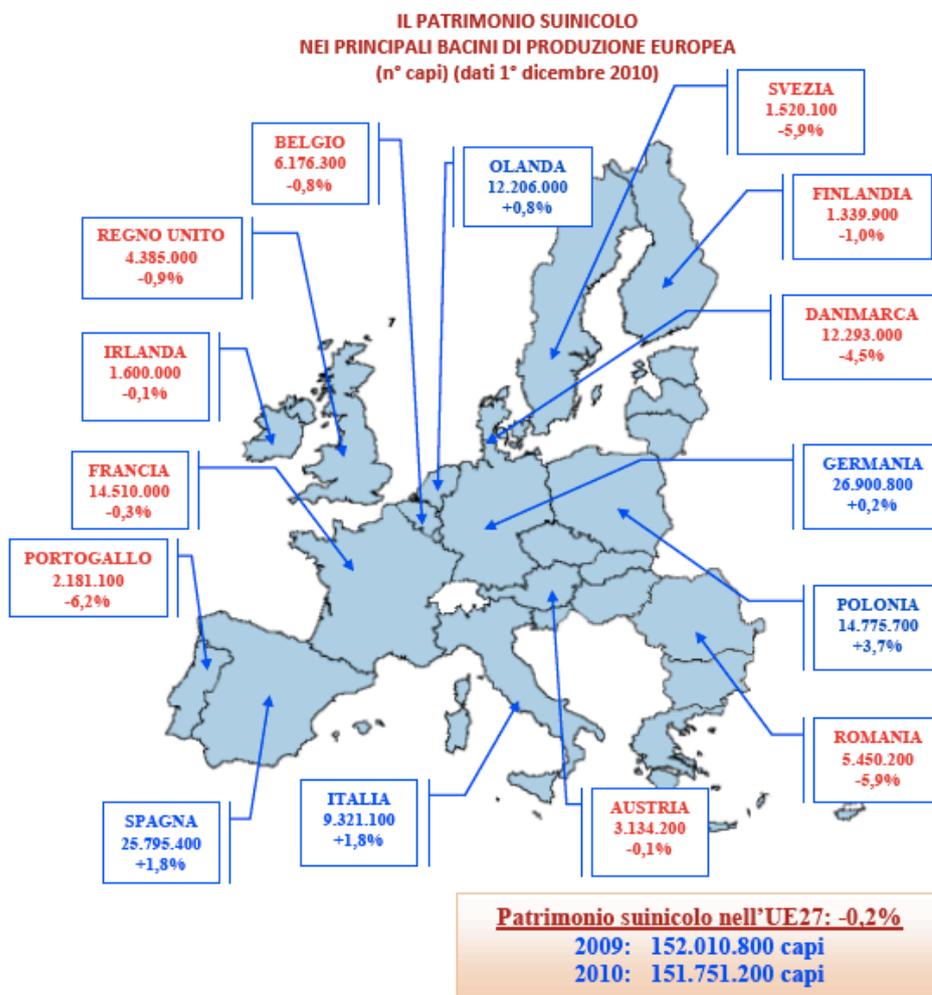


Immagine 1_ Il patrimonio suinicolo in EU

Nello stesso anno, il patrimonio suinicolo nazionale italiano è stato valutato in 9.321.000 capi con un incremento del 1,8% rispetto al precedente anno (Osservatorio suini ERSAF, 2011).



Grafico 1_ Patrimonio suinicolo in Italia

La Lombardia rimane la regione principe nell'allevamento suinicolo nazionale, con il 45,5% del totale dei suini italiani, seguita dal Emilia Romagna (17,6%), Piemonte (10,6%) e Veneto (con l'8%).

Consistenza suinicola nazionale per regione al 1° dicembre 2009
(numero di capi)

Regioni	2008	2009	Variazione	%	Incidenza	%
Lombardia	4.113.594	4.076.174	-0,9		44,5	
Emilia-Romagna	1.629.642	1.611.827	-1,1		17,6	
Piemonte	946.575	966.559	2,1		10,6	
Veneto	736.082	728.395	-1,0		8,0	
Umbria	261.127	257.597	-1,4		2,8	
Sardegna	233.526	231.061	-1,1		2,5	
Friuli-Venezia Giulia	223.924	221.894	-0,9		2,4	
Toscana	198.891	197.227	-0,8		2,2	
Marche	166.740	164.408	-1,4		1,8	
Campania	149.780	147.610	-1,4		1,6	
Calabria	123.313	121.138	-1,8		1,3	
Abruzzo	116.395	114.857	-1,3		1,3	
Lazio	90.831	89.109	-1,9		1,0	
Basilicata	74.632	73.787	-1,2		0,8	
Molise	53.778	52.964	-1,5		0,6	
Sicilia	46.794	46.401	-0,8		0,5	
Trentino-Alto Adige	27.251	26.903	-1,3		0,3	
Puglia	25.870	25.564	-1,2		0,3	
Liguria	2.036	2.280	-22,3		0,0	
Valle d'Aosta	767	745	-2,9		0,0	
ITALIA	9.222.447	9.156.480	-0,7		100,0	

Elaborazione Servizio Evoluzione Mercati di ERSAF da Fonte ISTAT

Tabella 1_ Consistenza suinicola nazionale per regione al 1 dicembre 2009

2.1.2 La produzione in Italia

Nel 2010 sono stati abbattuti 13.760.401 capi con un incremento pari all'1,3% rispetto al precedente anno.

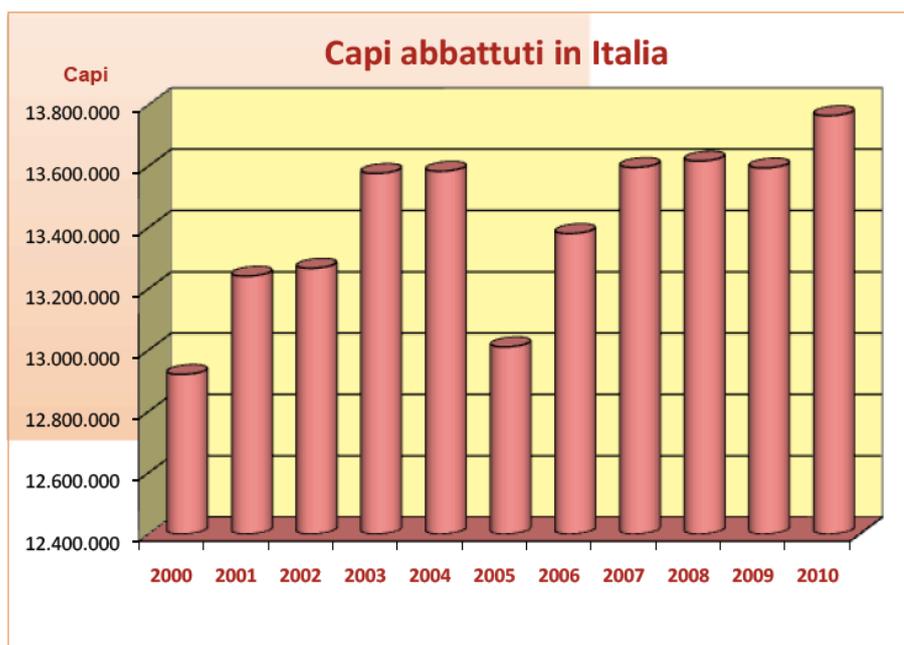


Grafico 2_ Capi abbattuti in Italia dal 2000 al 2010

Le regioni che macellano le maggiori quantità di suini sono la Lombardia (incidente per il 38,4%), l'Emilia Romagna (28,9%) e il Piemonte (5,5%).

I prodotti ottenuti dalla macellazione del suino sono principalmente:

- Prosciutti crudi e cotti
- Mortadelle, würstel, cotechini e zamponi
- Salsicce e salami stagionati
- Pancette
- Bresaole

Il mercato internazionale risulta essere molto interessato al prodotto italiano. Infatti, le importazioni dall'Europa di suini vivi, nel 2010, sono aumentate del 49,4% rispetto al

precedente anno; mentre le importazioni di carni suine hanno mostrato un rialzo più contenuto (13,5%).

Anni	IMPORTAZIONE SUINI VIVI			IMPORTAZIONE CARNE SUINA		
	Quantità	Variazione	di cui UE 27	Quantità	Variazione	di cui UE 27
	n° capi	%	n° capi	tonn	%	tonn
2001	1.298.136	21,6	1.294.196	817.871	10,8	790.341
2002	1.116.789	-14,0	1.116.125	805.457	-1,5	790.918
2003	1.017.972	-8,8	1.015.735	803.300	-0,3	786.779
2004	790.593	-22,3	786.401	820.253	2,1	807.087
2005	576.069	-27,1	576.066	837.577	2,1	835.630
2006	651.674	13,1	651.664	889.909	6,2	887.272
2007	784.648	20,4	784.648	922.662	3,7	914.864
2008	542.847	-30,8	542.847	841.622	-8,8	830.747
2009	709.538	30,7	709.538	852.496	1,3	847.511
2010	1.059.957	49,4	1.059.947	967.636	13,5	964.740

Elaborazione: Servizio Evoluzione Mercati di ERSAF da Fonte: ISTAT

Tabella 2_ Importazione mensile di suini e carne suina dal 2001 al 2010

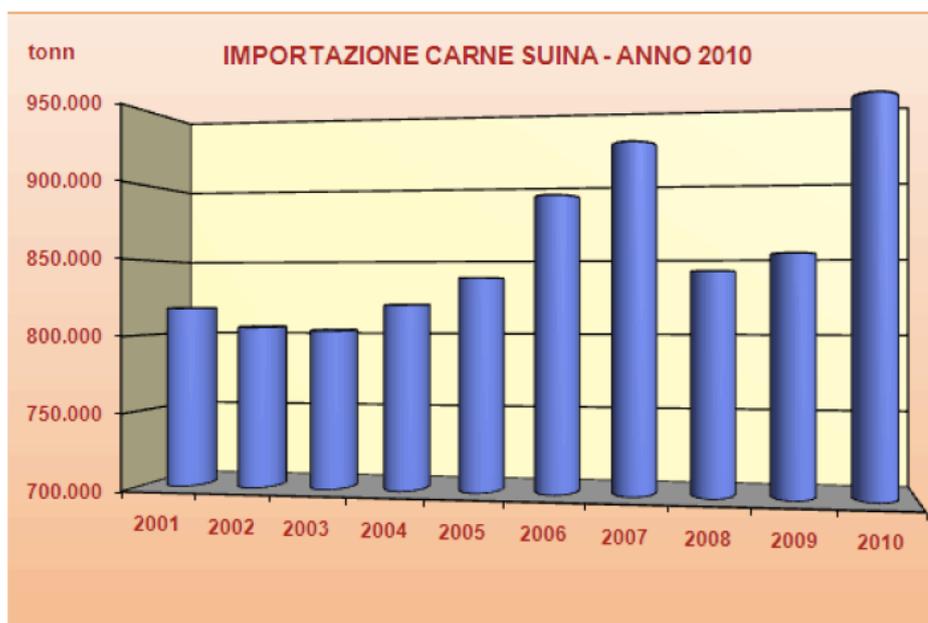


Grafico 3_ Importazione carne suina dal 2001 al 2010

Per quanto riguarda le esportazioni di suini vivi, nel 2010 si è registrata una notevole flessione del 70,6% al contrario dell'esportazione del prodotto finito che ha subito un incremento complessivo del 5,1% rispetto all'anno precedente.

Da questi dati risulta che il 2010 è stato l'anno record per l'esportazione di salumi italiani.

Mesi	ESPORTAZIONE SUINI VIVI			ESPORTAZIONE CARNE SUINA		
	Quantità	Variazione	di cui UE 27	Quantità	Variazione	di cui UE 27
	n° capi	%	n° capi	tonn	%	tonn
2001	2.380	-74,8	2.380	37.758	-23,6	30.061
2002	6.705	181,7	5.795	41.551	10,0	29.712
2003	16.006	138,7	15.547	47.512	14,3	31.561
2004	16.764	4,7	15.157	67.578	42,2	35.065
2005	73.456	338,2	65.337	58.376	-13,6	38.907
2006	31.342	-57,3	30.480	52.003	-10,9	35.520
2007	7.439	-76,3	7.189	67.585	30,0	50.272
2008	130.682	1.656,7	130.682	87.780	29,9	56.780
2009	70.494	-46,1	69.761	74.304	-15,4	52.791
2010	20.739	-70,6	20.739	78.107	5,1	58.677

Elaborazione: Servizio Evoluzione Mercati di ERSAF da Fonte: ISTAT

Tabella 3_ Esportazione suini vivi e carne suina dal 2001 al 2010

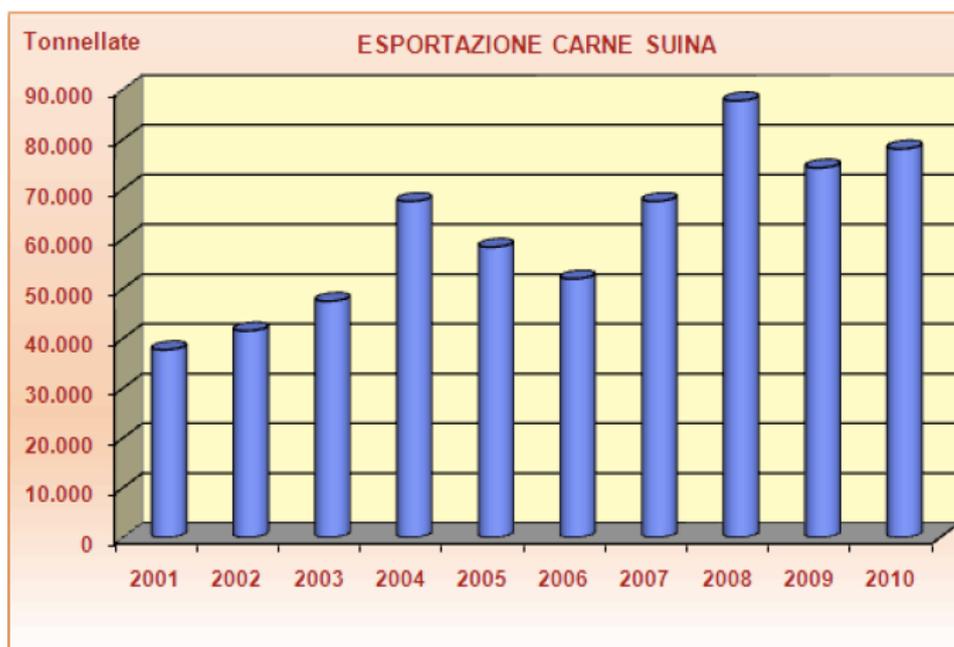


Grafico 4_ Esportazione carne suina dal 2001 al 2010

Nel 2010, le esportazioni di prosciutto crudo verso gli USA sono aumentate del 17% con 450.000 pezzi venduti, mentre il Canada ha avuto un aumento della richiesta del 42% con 60.000 pezzi richiesti. Ne consegue che il Nord America importa il 5% della produzione totale di prosciutti crudi nazionali.

Le nazioni principalmente importatrici di carne suina sono, in ordine, USA, Germania, Francia e Regno Unito. Sta crescendo di importanza il ruolo della Cina che, nel 2010, ha incrementato fortemente le richieste di prosciutto crudo DOP.

ESPORTAZIONE PRINCIPALI SALUMI

Prodotti	QUANTITA'		Variazione	VALORE		Variazione	Incidenza
	2009	2010	2010/09	2009	2010	2010/09	2010
	tonn	tonn	%	(mln €)	(mln €)	%	%
Prosciutto crudo	48.852	53.908	10,3	451.964	504.524	11,6	43,3
Mortadella e wurstel	23.441	27.174	15,9	80.846	93.899	16,1	21,8
Salame Stagionato	19.798	22.601	14,2	183.020	209.676	14,6	18,1
Prosciutto cotto	9.762	10.741	10,0	65.753	72.562	10,4	8,6
Pancetta	2.881	3.999	38,8	19.988	26.810	34,1	3,2
Altri Salumi	3.109	3.666	17,9	20.455	24.403	19,3	2,9
Bresaola	2.201	2.441	10,9	37.333	40.510	8,5	2,0
TOTALE	110.044	124.530	13,2	859.359	972.384	13,2	100,0

Elaborazione ERSAF su fonte: ASSICA

Tabella 4_ Esportazione salumi verso i principali paesi

Il prodotto maggiormente esportato nei principali paesi risulta essere il prosciutto crudo DOP, seguito dalla mortadella, salame, prosciutto cotto, pancetta e bresaola (Osservatorio suini ERSAF, 2011).

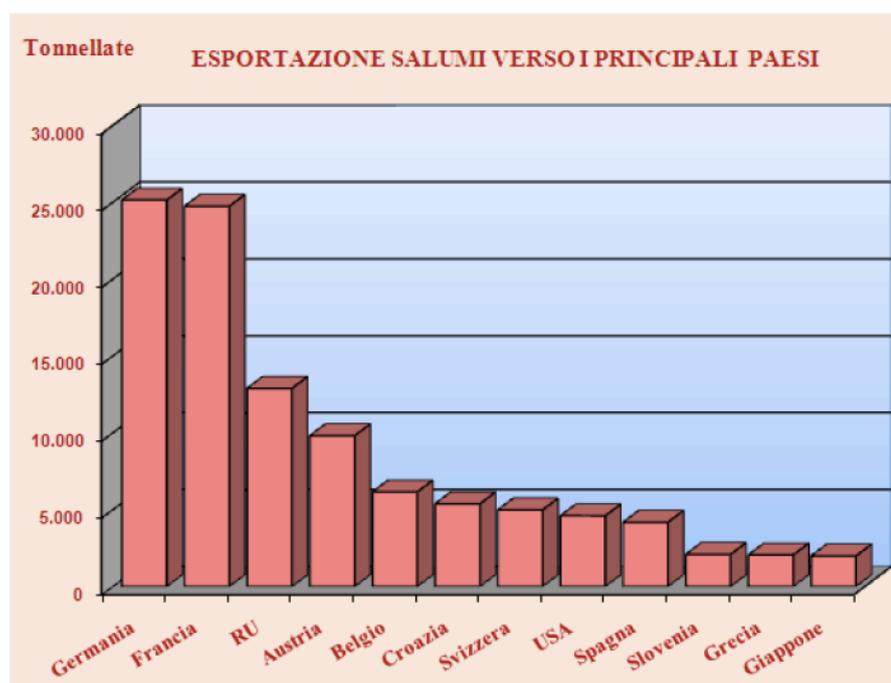


Grafico 5_ Esportazioni dei principali salumi nel 2009 e 2010

2.1.3 Il trend dei mercati

Nel 2010, il prezzo medio dei suini (considerando il mercato di Milano) ha subito una progressione complessiva del 2,08% rispetto al 2009.

La categoria più pregiata (156/176kg) si è attestata a 1,230 euro/kg con un incremento dell'1,151% rispetto all'anno precedente.

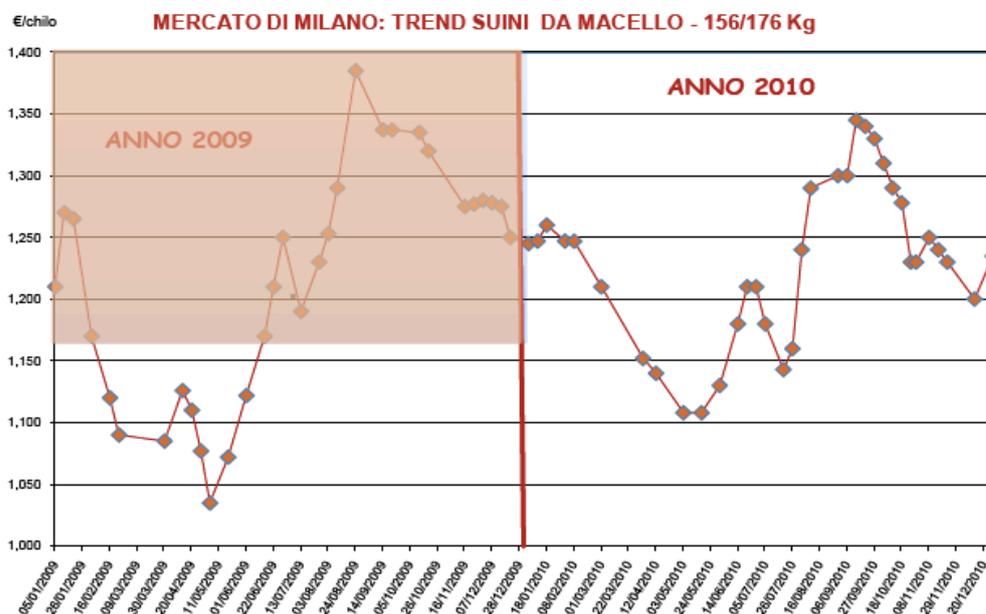


Grafico 6 _ Mercato di Milano: trend carni suine da macello 156/176 kg

Secondo gli analisti la crescita demografica mondiale porterà a una maggior richiesta di tali prodotti nei prossimi 10 anni (Osservatorio suini ERSAF, 2011).

2.1.4 La produzione nel Mondo

Nel 2010 la produzione suinicola mondiale ha raggiunto il valore di 1.185.848.000 capi, con un incremento dello 0,6% rispetto al 2009.

Il paese principale produttore rimane la Cina, con un parco suini pari a 660 milioni di capi, seguito dall'Europa (254 milioni), USA (112 milioni), Russia (44 milioni), Brasile, Canada, Giappone, Messico e Corea del Sud.

**PRODUZIONE SUINICOLA
NEI PRINCIPALI BACINI DI PRODUZIONE**

Paesi	2009	2010*	Variaz.	Incidenza
	capi	capi	2010/09	2010
			%	%
CINA	658.700.000	660.000.000	0,2	55,66
UE_27	251.633.000	254.778.000	1,2	21,48
USA	110.100.000	112.600.000	2,3	9,50
RUSSIA	43.800.000	44.700.000	2,1	3,77
BRASILE	35.470.000	37.270.000	5,1	3,14
CANADA	28.610.000	28.000.000	-2,1	2,36
GIAPPONE	17.100.000	17.100.000	0,0	1,44
MESSICO	15.840.000	16.000.000	1,0	1,35
COREA DEL SUD	15.300.000	15.400.000	0,7	1,30
TOTALE	1.176.553.000	1.185.848.000	0,8	100,00

Fonte: USDA * = Stima

Tabella 5_ Produzione suinicola mondiale nel 2009 e 2010

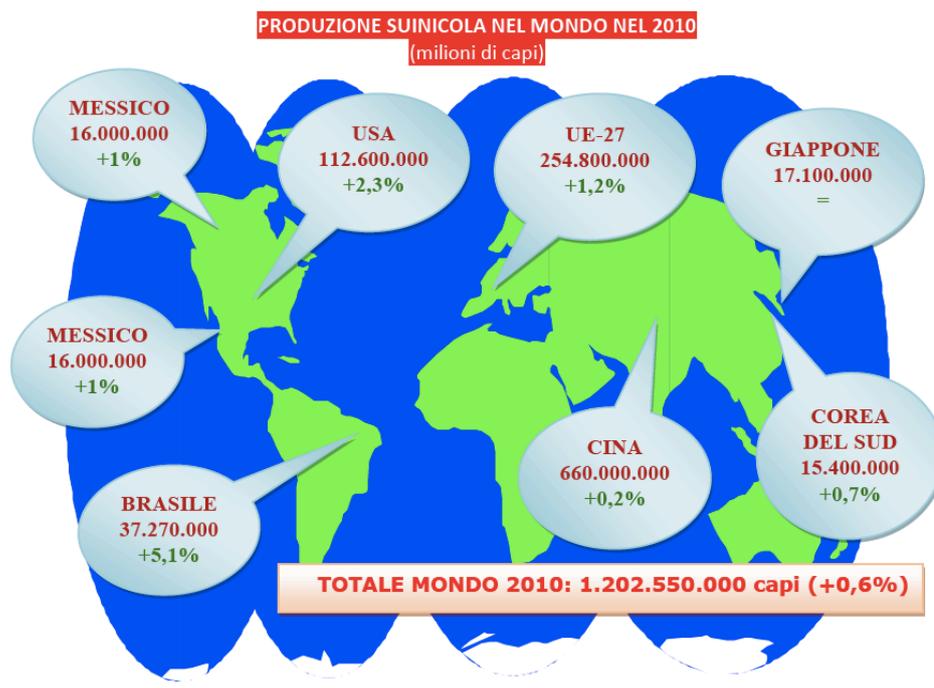


Immagine 2_ Produzione suinicola nel mondo al 2010

2.1.5 Consumo della carne suina nel mondo

Il consumo della carne suina nel mondo ha subito una leggera flessione in positivo registrando un aumento dello 0,6% (nel 2010) rispetto al precedente anno. Particolarmente

degna di nota è stata la diminuzione dei consumi registrata in alcuni paesi quali: Canada, USA, Vietnam e Giappone.

Tale diminuzione, seppur minima, sembra essere dovuta alla crisi economica mondiale che si sta attraversando in questo momento.

CONSUMO PROCAPITE DI CARNE SUINA NEL MONDO

Paesi	2008	2009	2010*	Variaz.
	Kg/ab/anno	Kg/ab/anno	Kg/ab/anno	2010/09 %
UE_27	42,8	42,2	42,1	-0,2
Taiwan	40,3	41,7	41,7	0,0
Cina	34,9	36,3	36,9	1,7
Corea del Sud	31,4	29,1	29,2	0,3
USA	29,1	29,1	27,9	-4,1
Russia	21,7	21,4	22,0	2,8
Canada	24,5	24,7	23,0	-6,9
Giappone	19,6	19,7	19,6	-0,5
Brasile	12,1	13,4	13,7	2,2
Totale	31,3	31,4	31,6	0,6
Totale Mondo	14,8	14,9	15,0	0,7

Fonte: FAO, GIRA, USDA * = Stima

Tabella 6_ Consumo procapite di carne suina nel mondo

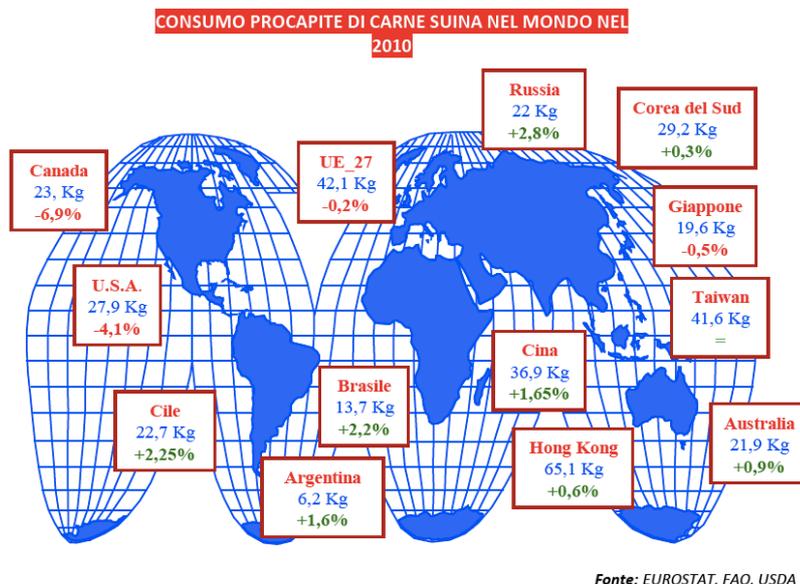


Immagine 3_ Consumo procapite di carne suina nel mondo anno 2010

2.1.6 I tagli della carne suina

A livello commerciale esistono diversi tipi di tagli di carne suina, che si differenziano in base alla localizzazione anatomica dalla quale provengono.

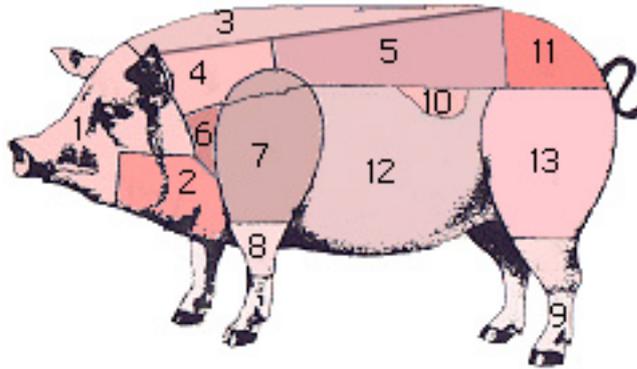


Immagine 4_ Tagli di carne suina: 1 Testa - 2 Guanciale, gola - 3 Lardo - 4 Coppa - 5 Lombo o lonza - 6 Costine - 7 Spalla - 8 Zampa - 9 Zampino - 10 Filetto - 11 Culatello - 12 Pancetta - 13 Coscia, prosciutto.

Filetto

Va dall'estremità della spalla alla prima costa e corrisponde al filetto del bovino; è un taglio pregiato, di colore rosso intenso, tenero e magro.

Lonza o Lombata

Procedendo in direzione caudo-craniale, si suddivide in tre parti: *carré*, *lonza* e *capocollo*. Dal *carré* si ricavano le bracirole (la regione adiacente al prosciutto si chiama “culatello” o “fondello” e viene usata per alcuni tipi di salame crudo); la *lonza*, si può consumare arrosto o a fettine oppure serve per produrre la famosa “àrista”, un prodotto salato e cotto; dal *capocollo* si ricava, dopo frollatura e sgrassatura, la “coppa”.

Carré

È il proseguimento della lombata nella regione del dorso. Tagliandolo a fette si ottengono i *nodini* e le *bracirole*; può anche essere disossato e arrostito intero (*arista*).

Coppa

Rifilando, snervando e sgrassando il capocollo si ricava questo taglio utile per la produzione di salame crudo.

Cosciotto

Carne delicata e usata normalmente per la produzione del prosciutto. Si può anche usare fresca (intera, arrosto o allo spiedo).

Spalla

Dalla spalla si ottengono la *fesa* e il *muscolo*. Dalla prima (pregiata e tenera) viene prodotto il prosciutto crudo stagionato; dalla seconda (più dura) si ottengono prodotti che richiedono una cottura (cotechino, salame cotto, mortadella e würstel).

Costine o puntine

Formano la parte finale delle coste, dopo lo spolpo, per ricavare le carni da insaccare. Taglio economico, povero di carne e ricco di tessuto connettivo. Molto saporite se cotte alla griglia.

Gola e guanciaie

Si ricavano dal collo; sono tagli meno grassi e più delicati del lardo. Si usano per produrre salame crudo, cotechino o zampone.

Pancetta

Ricavata dal ventre, ha uno spessore di grasso inferiore al lardo e un maggiore contenuto di tessuto muscolare sia del grasso che del guanciaie. Conciata, speziata e arrotolata può essere usata fresca, salata e/o affumicata.

Testa

Taglio poco pregiato, viene suddivisa in tre parti: magro, ossa e grasso. Viene principalmente usata per la produzione di farine proteiche per uso zootecnico. Gli spolpi di testa, invece, possono essere impiegati sotto forma di trito per produrre salami o ripieni per tortellini e altri tipi di paste farcite.

Piedini

La cotenna che riveste le zampe, private delle unghie, sono utilizzate per insaccare le carni (*zampone*). Si cucinano con tutte le cotenne e perciò devono essere liberate del grasso con una lessatura prolungata.

Grasso

Si distinguono diversi tipi di grasso: *lardo*, *lardello*, *sugna*, *grasso duro di schiena* e *grasso di gola*. Vengono tutti utilizzati nella preparazione degli insaccati cotti e crudi. Dalla *sugna*, dopo trattamento termico, filtrazione e colatura, si ottengono da un lato lo *strutto* (la componente lipidica) e dall'altra i ciccioli come componente proteica.

Cotenna

E' la cute del maiale ripulita e raschiata dalle setole. Una volta macinata, è uno degli ingredienti del cotechino e dello zampone. L'eccedenza viene trasformata in gelatina animale.

Frattaglie

Il cervello viene utilizzato nei "sanguinacci", mentre il fegato nelle "frisse" (polpette). Ciò che non viene destinato all'alimentazione umana (ossa, coda, unghie, sangue, setole) viene trasformato da aziende specializzate in farine per nutrire gli animali per altri sottoprodotti non alimentari.

2.1.7 Valori nutrizionali e composizione della carne di suino

I valori nutrizionali della carne di suino variano principalmente dal tipo di taglio di carne che si prende in esame. Considerando i principali prodotti consumati (e in particolar modo il lombo di maiale sul quale è stato focalizzato il presente lavoro di tesi), possiamo evidenziare una serie di differenze che riporto per esteso in **Tabella 7a** e **7b**.

Proprietà	Lombo di maiale	Filetto di maiale	Spalla di maiale	Costine di maiale	Lonza di maiale	Frattaglie di maiale	Zampa di maiale	Guancia di maiale
Principali								
Valore energetico (kCal)	194	109	236	277	242	182	212	655
Valore energetico (kJ)	813	456	987	1159	1014	764	889	2741
Grassi (g)	1.227	217	1.799	234	1.351	1.661	1.259	6.961
Carboidrati (g)	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
Proteine (g)	1.956	2.095	1.718	1.547	2.821	764	2.316	638
Fibre (g)	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
Zuccheri (g)	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
Acqua (g)	6.764	76	6.402	5.975	5.804	7.611	6.499	2.219
Ceneri (g)	1	103	88	67	122	2	68	32
Minerali								
Calcio (mg)	35	5	15	15	55	16	70	4
Sodio (mg)	69	53	65	81	73	24	132	25
Fosforo (mg)	207	247	182	141	225	48	75	86
Potassio (mg)	288	399	302	242	273	18	63	148
Ferro (mg)	66	98	105	91	86	102	58	42
Magnesio (mg)	17	27	18	16	20	6	6	3
Zinco (mg)	256	189	27	25	328	102	76	84
Rame (mg)	82	9	84	8	104	76	7	4
Manganese (mg)	8	15	11	1	12	51	n.r.	5
Selenio (mcg)	294	308	255	22	441	151	233	15

Proprietà	Lombo di maiale	Filetto di maiale	Spalla di maiale	Costine di maiale	Lonza di maiale	Frattaglie di maiale	Zampa di maiale	Guancia- le di maiale
Vitamine								
Retinolo (Vit. A) (mcg)	6	n.r.	2	n.r.	4	n.r.	n.r.	3
Betaina (mg)	26	3	28	22	37	n.r.	n.r.	n.r.
Vitamina A, IU (IU)	20	n.r.	7	n.r.	14	n.r.	n.r.	9
Vitamina A, RAE (mcg_R AE)	6	n.r.	2	n.r.	4	n.r.	n.r.	3
Tiamina (Vit. B1) (mg)	499	998	767	319	518	2	26	386
Riboflavina (Vit. B2) (mg)	314	342	275	251	336	91	106	236
Niacina (Vit. B3) (mg)	6.704	6.684	3.833	4.662	7.868	215	113	4.535
Acido Pantotemico (Vit. B5) (mg)	1.046	846	719	625	1.007	227	303	25
Piridosina (Vit. B6) (mg)	427	777	348	574	519	14	53	9
Acido folico (Vit. B9 o M o Folacina) (mcg)	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
Folato alimentare (mcg)	n.r.	n.r.	5	n.r.	n.r.	3	10	1
Folato, DFE (mcg_D FE)	n.r.	n.r.	5	n.r.	n.r.	3	10	1

Proprietà	Lombo di maiale	Filetto di maiale	Spalla di maiale	Costine di maiale	Lonza di maiale	Frattaglie di maiale	Zampa di maiale	Guancia- le di maiale
Folati, totali (mcg)	n.r.	n.r.	5	n.r.	n.r.	3	10	1
Cobalamina (Vit. B12) (mcg)	55	51	74	38	66	82	52	82
Vitamina B-12, aggiunta (mcg)	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
Acido ascorbico (Vit. C) (mg)	n.r.	n.r.	7	n.r.	n.r.	11	n.r.	n.r.
Vitamina D (D2+D3) (mcg)	7	2	17	23	8	n.r.	n.r.	n.r.
Vitamina D3 (mcg)	7	2	17	23	8	n.r.	n.r.	n.r.
Colecalcifenolo (Vit. D) (IU)	29	8	70	91	33	n.r.	n.r.	n.r.
Alfa-tocoferolo (Vit. E) (mg)	21	22	19	37	19	18	2	29
Colina totale (Vit. J) (mg)	672	808	606	597	951	n.r.	n.r.	n.r.
Tocofe- rolo gamma (mg)	n.r.	3	n.r.	n.r.	n.r.	2	n.r.	n.r.
Lipidi								
Acidi grassi, monoin-saturi (g)	4.913	792	801	8.542	5.557	5.367	6.289	3.289

Proprietà	Lombo di maiale	Filetto di maiale	Spalla di maiale	Costine di maiale	Lonza di maiale	Frattaglie di maiale	Zampa di maiale	Guancia- le di maiale
Acidi grassi, polinsaturi (g)	1.941	367	192	3.953	2.155	968	1.092	811
Acidi grassi, saturi (g)	427	698	624	7.529	4.934	7.619	357	2.526
Acidi grassi, trans (g)	8	21	n.r.	222	76	n.r.	n.r.	n.r.
Acidi grassi, trans-monoenoidici (g)	61	13	n.r.	138	59	n.r.	n.r.	n.r.
Acidi grassi, trans-polioidici (g)	19	8	n.r.	84	17	n.r.	n.r.	n.r.
Colesterolo (mg)	63	65	71	80	81	154	88	90

**Tabella 7a_ Valori nutrizionali dei principali tagli di carne suina
(da USDA United States Department Agriculture) modificata.**

n.r.: inferiore ai limiti rilevabili

Proprietà	Lombo di maiale	Filetto di maiale	Spalla di maiale	Costine di maiale	Lonza di maiale	Frattaglie di maiale	Zampa di maiale	Guancia- le di maiale
Grassi saturi								
4:0 (g)	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
6:0 (g)	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
8:0 (g)	1	n.r.	n.r.	n.r.	1	n.r.	n.r.	n.r.
10:0 (g)	11	n.r.	1	n.r.	13	n.r.	11	5
12:0 (g)	1	n.r.	2	n.r.	12	n.r.	n.r.	15
13:0 (g)	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
14:0 (g)	153	22	22	236	174	232	154	88
15:0 (g)	6	n.r.	n.r.	n.r.	7	2	n.r.	n.r.
16:0 (g)	2.609	432	388	4.661	3.005	4.057	2.464	1.524
17:0 (g)	39	3	n.r.	37	43	133	22	n.r.
18:0 (g)	1.419	241	204	2.596	1.652	3.152	905	894

Proprietà	Lombo di maiale	Filetto di maiale	Spalla di maiale	Costine di maiale	Lonza di maiale	Frattaglie di maiale	Zampa di maiale	Guancia- le di maiale
20:0 (g)	2	n.r.	n.r.	n.r.	24	25	14	n.r.
22:0 (g)	1	n.r.	n.r.	n.r.	2	n.r.	n.r.	n.r.
24:0 (g)	2	n.r.	n.r.	n.r.	2	n.r.	n.r.	n.r.
Grassi monoinsaturi								
14:1 (g)	2	n.r.	n.r.	n.r.	1	n.r.	n.r.	n.r.
15:1 (g)	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
16:1 c (g)	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
16:1 in-differenziato (g)	248	49	51	53	28	263	493	216
16:1 t (g)	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
17:1 (g)	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
18:1 c (g)	4.523	719	n.r.	7.751	5.125	n.r.	n.r.	n.r.
18:1 in-differenziato (g)	4.584	732	735	7.889	5.184	4.994	5.682	3.017
18:1 t (g)	61	13	n.r.	138	59	n.r.	n.r.	n.r.
20:1 (g)	8	11	13	123	91	11	114	56
22:1 c (g)	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
22:1 in-differenziato (g)	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
22:1 t (g)	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
24:1 c (g)	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
Grassi polinsaturi								
18:2 CLAs (g)	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
18:2 i (g)	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
18:2 in-differenziato (g)	1.699	3	16	323	1.877	799	93	745
18:2 n-6 c,c (g)	1.687	292	n.r.	3.146	1.052	n.r.	n.r.	n.r.
18:2 t not further defined (g)	12	n.r.	n.r.	n.r.	9	n.r.	n.r.	n.r.
18:2 t,t (g)	n.r.	8	n.r.	84	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.

Proprietà	Lombo di maiale	Filetto di maiale	Spalla di maiale	Costine di maiale	Lonza di maiale	Frattaglie di maiale	Zampa di maiale	Guancia- le di maiale
18:3 in- differen- ziato (g)	79	8	13	81	83	28	43	58
18:3 n-3 c,c,c (g)	7	8	n.r.	81	74	28	43	n.r.
18:3 n-6 c,c,c (g)	2	n.r.	n.r.	n.r.	3	n.r.	n.r.	n.r.
18:3i (g)	7	n.r.	n.r.	n.r.	7	n.r.	n.r.	n.r.
18:4 (g)	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
20:2 n-6 c,c (g)	67	7	n.r.	79	74	46	54	n.r.
20:3 in- differen- ziato (g)	8	n.r.	n.r.	n.r.	9	n.r.	12	n.r.
20:3 n-3 (g)	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
20:3 n-6 (g)	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
20:4 in- differen- ziato (g)	77	52	1	563	98	95	53	8
20:4 n-6 (g)	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
20:5 n-3 (g)	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
21:5 (g)	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
22:4 (g)	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
22:5 n-3 (g)	1	n.r.	n.r.	n.r.	12	n.r.	n.r.	n.r.
22:6 n-3 (g)	2	n.r.	n.r.	n.r.	1	n.r.	n.r.	n.r.
Aminoacidi								
Acido aspartico (g)	1.788	2.049	1.567	1.514	2.639	n.r.	n.r.	592
Acido glutam- mico (g)	2.921	3.344	2.614	247	4.309	n.r.	n.r.	991
Alanina (g)	1.095	123	1.015	908	1.616	n.r.	n.r.	378
Arginina (g)	1.232	1.394	1.098	103	1.818	n.r.	n.r.	659
Cistina (g)	216	242	214	179	318	n.r.	n.r.	56

Proprietà	Lombo di maiale	Filetto di maiale	Spalla di maiale	Costine di maiale	Lonza di maiale	Frattaglie di maiale	Zampa di maiale	Guancia- le di maiale
Fenilalanina (g)	794	881	681	65	1.172	n.r.	n.r.	239
Glicina (g)	864	944	952	697	1.275	n.r.	n.r.	291
Idrossiprolina (g)	67	54	n.r.	4	98	n.r.	n.r.	n.r.
Isoleucina (g)	905	1.031	781	761	1.336	n.r.	n.r.	168
Istidina (g)	778	905	656	668	1.147	n.r.	n.r.	72
Leucina (g)	1.574	1.784	136	1.318	2.322	n.r.	n.r.	446
Lisina (g)	17	1.943	1.531	1.435	2.509	n.r.	n.r.	528
Metionina (g)	524	577	441	426	773	n.r.	n.r.	95
Prolina (g)	773	847	765	626	1.141	n.r.	n.r.	242
Serina (g)	798	906	709	669	1.178	n.r.	n.r.	262
Tirosina (g)	758	797	579	589	1.118	n.r.	n.r.	104
Treonina (g)	841	94	768	695	124	n.r.	n.r.	21
Triptofano (g)	228	22	208	163	336	n.r.	n.r.	21
Valina (g)	967	1.095	921	809	1.427	n.r.	n.r.	305

**Tabella 7b_ Valori nutrizionali dei principali tagli di carne suina
(da USDA United States Department Agriculture) modificata.**

n.r.: inferiore ai limiti rilevabili

2.2 Qualità nutrizionali e sensoriali della carne

2.2.1 Classificazione delle carcasse

I regolamenti comunitari che oggi disciplinano il commercio delle derrate alimentari all'interno dell'Unione Europea (UE) e le importazioni verso di essa intendono per car-

cassa di suino: "Il corpo di un suino macellato, dissanguato ed eviscerato, intero o diviso a metà, senza lingua, setole, unghie, organi genitali, grasso peritoneale (sugna), reni, diaframma ed organi toracici e addominali".

A livello europeo, la UE ha definito delle linee-guida per poter quantificare il valore commerciale di ogni singola carcassa. Questo valore è definito secondo la cosiddetta scala "SEURO P" e permette di ottenere il valore commerciale di ogni singola carcassa in base al tenore di carne magra della stessa.

Questo valore si ottiene facendo il rapporto tra il peso dell'insieme dei muscoli rossi striati (ottenuti mediante dissezione totale della carcassa) e il peso della carcassa stessa. Facendo il precedente calcolo, si possono creare 6 classi di valutazione differenti (che corrispondono alle lettere S E U R O P) che identificano i seguenti valori di carne magra:

S = % di carne magra > 60

E = % di carne magra compresa tra 55 e 60

U = % di carne magra compresa tra 50 e 55

R = % di carne magra compresa tra 45 e 50

O = % di carne magra compresa tra 40 e 45

P = % di carne magra < 40

L'Italia, invece, ha ottenuto la possibilità di applicare una diversa classificazione:

- suino leggero (90 - 120 kg)
- suino pesante (120 - 180 kg)

2.2.2 Qualità della carne

Per potere definire una carne di qualità, questa deve essere valutata secondo cinque parametri principali di valutazione:

1) Caratteristiche igienico-sanitarie

Le carni non devono contenere microrganismi patogeni, additivi, residui di farmaci, fitosanitari, anabolizzanti e metalli pesanti.

2) Caratteristiche nutrizionali

Si valuta la percentuale di proteine, vitamine, minerali e il valore energetico.

3) Caratteristiche organolettiche

- all'acquisto: colore, odore, grana e tessitura, assenza di colio plasmatico sulla superficie di taglio e buona marezzatura

- al consumo: tenerezza, succosità, sapidità, fragranza, assenza di odori sgradevoli.

4) Caratteristiche etiche

Benessere animale ed ecosostenibilità degli allevamenti.

5) Caratteristiche tecnologiche

Contenuto di acqua, capacità di ritenzione idrica (WHC), pH, contenuto di acidi grassi insaturi e capacità di assorbimento del sale.

In particolare, il consumatore finale valuta la qualità della carne valutando due distinti gruppi di caratteristiche: quelle "intrinseche" e quelle "estrinseche".

La qualità intrinseca del prodotto finale viene percepita valutando :

- colore
- forma
- apparenza
- succosità
- tenerezza
- sapore
- distribuzione delle infiltrazioni di grasso nella carne.

La qualità estrinseca viene valutata valutando :

- azienda produttrice
- origine
- ambiente produttivo
- costo
- presentazione.

2.2.3 Caratteristiche nutrizionali

Le caratteristiche nutrizionali si possono valutare mediante analisi chimica e prevedono la determinazione del contenuto proteico della carne stessa, il contenuto vitaminico e la quantità di sali minerali.

Anche la selezione genetica dell'animale influenza le caratteristiche della carne, in quanto una selezione troppo spinta, o errata può portare a:

- una riduzione eccessiva del grasso nella carcassa
- un prodotto più consistente alla masticazione
- una riduzione del contenuto d'acqua libera
- una riduzione notevole del sapore.

Da recenti ricerche (Dunshea *et al.*, 2005) si è evidenziato come particolari molecole, prodotte (e non) normalmente nell'organismo, possano influenzare le caratteristiche nutrizionali della carne. Qui di seguito cito alcuni esempi.

Somatotropina (ST)

La somatotropina (o anche conosciuta come “ormone della crescita”) è un ormone peptidico, prodotto dall'adenoipofisi, formato da 191 amminoacidi per un peso complessivo di 22.005 Da. Viene rilasciata direttamente nel sangue per poi dare i seguenti effetti:

- ruolo nello sviluppo muscolare, osseo e adiposo
- coordinamento del metabolismo glucidico, lipidico e proteico.

Un aumento eccessivo della ST causa ipertrofia muscolare, diminuzione della quantità di adipe (che non viene più depositato), incremento della deposizione proteica e riduzione della proteolisi.

Beta-agonisti (RACTOPAMINA)

Il cloridrato di Ractopamina è farmacologicamente classificato come agonista del β -adrenocettore della feniletanolamina.

I recettori adrenergici sono recettori di membrana che interagiscono con l'adrenalina e con le altre catecolamine. Possono essere classificati in recettori alfa (a loro volta differenziati in α 1 e 2) e recettori beta (β 1,2 e 3).

I recettori α_1 sono accoppiati alla fosfolipasi C e i loro effetti sono causati dal rilascio intracellulare di calcio. I recettori α_2 , invece, sono associati a proteine G che inibiscono l'azione dell'adenilato ciclasi riducendo la formazione di cAMP.

I recettori β_1 sono associati a proteine G che causano un incremento del cAMP con conseguente aumento del calcio intracellulare. I recettori β_2 sono associati a una proteina G stimolatrice che causa l'attivazione della proteinchinasi A, portando conseguentemente a un rilassamento muscolare.

L'effetto fisiologico, dato dall'attivazione dei vari recettori, varia in base alla tipologia del recettore stimolato.

α_1 : è un recettore di tipo eccitatorio postsinaptico presente sulla muscolatura liscia dei piccoli vasi. La sua attivazione porta alla contrazione della muscolatura con conseguente aumento della pressione.

α_2 : è un recettore presinaptico deputato nella regolazione della secrezione di neurotrasmettitori. La sua attivazione porta a una diminuzione della produzione di noradrenalina e acetilcolina. A livello pancreatico provoca una diminuzione della secrezione di insulina.

β_1 : è un recettore eccitatorio di fondamentale importanza per il sistema cardiovascolare e renale. A livello cardiaco, una volta attivato, causa un effetto inotropo e cronotropo, mentre a livello renale stimola la produzione di renina. Se attivato a livello pancreatico porta a una diminuzione della produzione dell'insulina.

β_2 : recettore di tipo inibitorio, presente a livello della muscolatura liscia (bronchiale, gastrointestinale e grandi vasi). Una volta attivato, induce il rilassamento delle fibre muscolari.

β_3 : recettore eccitatorio presente maggiormente a livello del tessuto adiposo. La loro funzione è quella di attivare l'enzima lipasi che permette di liberare acidi grassi dai trigliceridi.

L'uso della Ractopamina, come additivo per mangimi, è autorizzato in diversi paesi (USA, Canada, Giappone e Messico) per favorire la crescita di suini e bovini da ingrasso. In UE questa sostanza non è ancora stata autorizzata.

Un suo utilizzo in una dieta alimentare giornaliera può portare a:

- aumento della crescita muscolare e sintesi proteica del 46% (Bergen *et al*, 1989)

- incremento del pH della carne
- riduzione delle colorazioni rosse e gialle del prodotto finito
- diminuzione della tenerezza e del sapore senza effetti sulla succosità
- lipolisi (per stimolazione dei recettori beta-adrenergici sugli adipociti)

Estrogeni e Androgeni

Gli estrogeni e gli androgeni (conosciuti anche come “ormoni sessuali”) sono un gruppo di ormoni che derivano dal colesterolo e sono prodotti dall’organismo maschile e femminile (si rimanda al **capitolo 2.3** per informazioni più precise su natura e funzionalità). Vengono usati normalmente per aumentare le *performance* di crescita, sintesi muscolare e aumento delle rese ponderali da parte dell’animale.

Sono stati evidenziati alcuni effetti negativi, dopo l’utilizzo, quali:

- diminuzione dell’appetibilità (da parte del consumatore) e della forza di taglio
- decremento dell’energia richiesta per il metabolismo.

Additivi alimentari

Gli additivi alimentari sono sostanze impiegate nell’industria durante la preparazione, lo stoccaggio e la commercializzazione di prodotti destinati all’alimentazione.

In base al Regolamento CE n. 1333/08, per additivo alimentare si intende: “qualsiasi sostanza abitualmente non consumata come alimento in sé e non utilizzata come ingrediente caratteristico di alimenti, con o senza valore nutritivo, la cui aggiunta intenzionale ad alimenti per uno scopo tecnologico nella fabbricazione, nella trasformazione, nella preparazione, nel trattamento, nell’imballaggio, nel trasporto o nel magazzinaggio degli stessi, abbia o possa presumibilmente avere per effetto che la sostanza o i suoi sottoprodotti diventino, direttamente o indirettamente, componenti di tali alimenti”.

Esistono tre gruppi principali di additivi:

- (1) Additivi che aiutano a preservare la freschezza degli alimenti: conservanti e antiossidanti
- (2) Additivi che migliorano le caratteristiche sensoriali degli alimenti: coloranti, adensanti, emulsionanti, dolcificanti, esaltatori di sapidità
- (3) Additivi tecnologici (o adiuvanti) che hanno la funzione di migliorare la procedura di lavorazione dell’alimento in questione: antischiuma, antiagglomeranti

ecc.

Per essere autorizzata a livello europeo, ogni sostanza deve essere studiata e valutata dall'EFSA (*European Food Safety Authority*) che, dopo accurata valutazione, delibera se è possibile utilizzarla nell'industria alimentare. Ottenuta l'approvazione, ogni additivo alimentare viene contrassegnato da una sigla numerica preceduta dalla lettera "E".

Da recenti ricerche si è evidenziato come i coniugati dell'acido linoleico (chiamati anche CLA) possano avere diversi ruoli biologici se abbinati a una dieta giornaliera.

Gli effetti dati da una alimentazione a base di CLA (Roche *et al*, 2001; Lawson *et al*, 2001) sono:

- un ruolo nella diminuzione della deposizione di grasso nella carcassa (dato da una inibizione della lipoproteina- lipasi)
- induzione dell'apoptosi di pre-adipociti
- aumento della termogenesi corporea (per aumentata espressione di proteine disaccoppianti mitocondriali)
- induzione della sintesi proteica
- aumento del dispendio energetico muscolare, mediato dall'aumentata espressione di carnitina acetil-transferasi (enzima utile per trasportare gli acidi grassi nel mitocondrio con conseguente ossidazione)
- azione anticancerogena
- azione antitrombotica
- azione immunomodulatoria

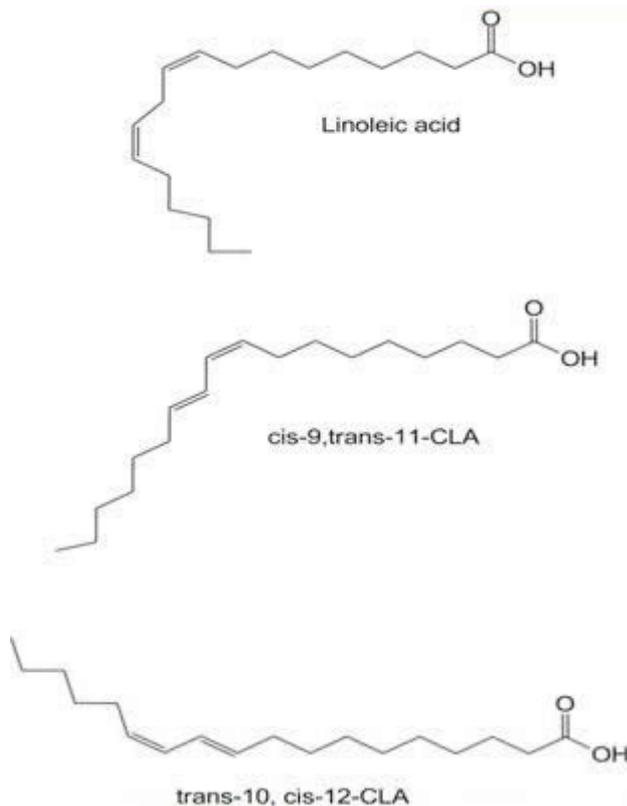


Immagine 5_ Struttura chimica dell'acido linoleico e del CLA

Magnesio (Mg)

Il Magnesio è un elemento chimico della tavola periodica degli elementi (più precisamente è un metallo alcalino terroso) che ha come simbolo “Mg” e come numero atomico il 12. Esso è l’ottavo elemento più abbondante sulla terra e costituisce circa il 2% della crosta terrestre. In natura non esiste allo stato libero, ma si trova sempre complessato con altri elementi.

A livello fisiologico il Magnesio è responsabile di molti processi metabolici quali:

- formazione di urea
- trasmissione degli impulsi muscolari
- trasmissione nervosa
- stabilità elettrica cellulare

Una sua mancanza può portare a diversi squilibri fisiologici quali: nausea, vomito, diarrea, ipertensione, spasmi muscolari, insufficienza cardiaca, confusione, debolezza, cambiamenti di comportamento e perdita di coordinazione.

A livello alimentare vi sono molti prodotti che presentano alte concentrazioni di magnesio quali:

- cereali
- noci (160 mg per 100 grammi di prodotto)
- mandorle (200 mg)
- arachidi (120 mg)
- miglio e grano saraceno (120/140 mg)
- cacao (400 mg)
- lenticchie
- verdure verdi
- prodotti lattiero-caseari

Una integrazione di Magnesio nella dieta dell'animale può determinare:

- diminuzione del cortisolo, adrenalina e noradrenalina e dopamina
- aumento della qualità della carne (colore e pH)
- diminuzione delle perdite di glicogeno dalla carne.

Selenio (Se) e Vitamina E

Il **Selenio** è un elemento chimico della tavola periodica (classificato come “non metallo” tossico) che presenta come numero atomico il 34. Il suo simbolo è “Se” e si trova sotto forma di seleniuro in molti solfuri minerali (come quelli di rame, argento o piombo) dai quali si ottiene come sottoprodotto.

A livello fisiologico è molto importante per la sua capacità di eliminare i radicali liberi (in sinergia con la vitamina E) e per il funzionamento della ghiandola tiroide (dove è necessario per l'attività dell'enzima 5-deiodinasi, responsabile nella conversione della T4 in T3).

Nella dieta, il Selenio è presente in molti alimenti quali:

- cereali
- pesce
- uova.

La **Vitamina E** (chiamata anche tocoferolo) è un potente antiossidante liposolubile presente principalmente in:

- frutta
- semi (in particolar modo olio di canapa, oliva e germe di grano)

- cereali
- ortaggi
- nocciole, noci e mandorle.

In natura esistono otto forme di vitamina E che derivano comunemente dal 6-cromano-
lo. In base alla presenza di una catena satura o insatura, questi composti vengono suddivisi in due gruppi principali:

- tocotrienoli (α , β , γ e δ)
- tocoferoli (α , β , γ e δ)

Biologicamente l' α -tocoferolo è la forma vitaminica più potente e attiva.

Come azione biologica la vitamina E esercita principalmente le seguenti funzioni:

- attività antiossidante
- regolazione della lipossigenasi e della ciclossigenasi
- prevenzione di danni cardiovascolari
- regolazione dell'attività degli osteoclasti (giocando un ruolo nella diminuzione della massa ossea).

Una sua carenza può causare diversi squilibri fisiologici quali: anemia emolitica, edema degli arti e dermatite.

In attività congiunta Selenio e Vitamina E, se accuratamente integrati nella dieta dell'animale, possono portare a un notevole aumento della qualità della carne in quanto:

- riducono i processi ossidativi a carico delle membrane cellulari e della mioglobina
- migliorano il colore della carne.

Cromo (Cr)

Il Cromo è un elemento chimico (metallo di transizione) avente numero atomico 24

In natura sono presenti tre isotopi stabili: ^{52}Cr (che risulta essere anche il più abbondante), ^{53}Cr , ^{54}Cr .

Sono presenti anche 19 radioisotopi di cui i più stabili sono il ^{50}Cr e ^{51}Cr .

Il Cromo si estrae sotto forma di cromite (FeCr_2O_4) e i principali produttori sono il Sudafrica, Kazakistan, India e Turchia.

La forma metallica e i composti trivalenti non sono considerati pericolosi per la salute.

Al contrario, i composti esavalenti (cromati e bicromati) svolgono funzione tossica se ingeriti o inalati.

Tra questi effetti tossici si possono evidenziare:

- irritabilità primaria
- corrosione della cute
- spasmo bronchiale, infiammazione e edema della laringe, polmonite e edema polmonare (se inalato)
- attività teratogena.

I sintomi di una intossicazione acuta possono essere:

- irritazione agli occhi e alla cute
- nausea e vomito
- diarrea
- danno epatico e necrosi tubulare renale acuta

In seguito a una esposizione nel lungo periodo (intossicazione cronica) si può evidenziare:

- congiuntiviti e cheratocongiuntiviti
- dermatiti
- laringiti, bronchiti e asma
- epatopatie e disturbi a carico del tratto gastrointestinale
- rinite con possibile perforazione del setto nasale.

Se somministrato in piccole quantità in una dieta giornaliera e al di sotto dei livelli tossici, il Cromo può:

- aumentare l'efficienza alimentare e magrezza della carne
- ridurre lo spessore del grasso dorsale nella carcassa
- incrementare lo "spurgo" della carne.

Betaina

La Betaina è un composto neutro che presenta un gruppo funzionale cationico caricato positivamente e uno carico negativamente (viene definito quindi uno "zwitterione").

Nei sistemi biologici le betaine svolgono funzione di osmolita (sostanze che hanno la

capacità di proteggere dallo stress osmotico, dall'elevata salinità o temperatura).

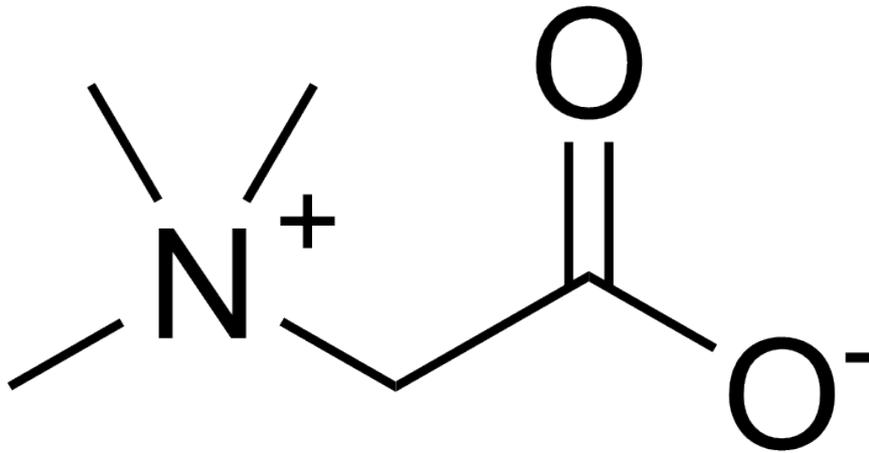


Immagine 6_ betaina originale: trimetilglicina

Se somministrate nella dieta dell'animale, possono:

- aumentare il tasso di crescita dell'animale
- incrementare la deposizione proteica, la magrezza della carcassa e il pH
- diminuire il grasso depositato e le perdite acquose
- incentivare il colore rosso della carne.

2.2.4 Caratteristiche organolettiche e tecnologiche

Come detto in precedenza, le caratteristiche organolettiche della carne si possono dividere in: valutazioni al momento dell'acquisto (colore, odore, tessitura, perdita di essudato al taglio e marezatura) e al consumo del prodotto (tenerezza, succosità, sapidità, fragranza e assenza di odori sgradevoli).

Il **colore** è un parametro di grande importanza perché il consumatore finale ripone, nella colorazione del prodotto, la sua effettiva freschezza (Troy et Kerry, 2010).

Perché un prodotto sia considerato fresco dal consumatore, questo deve avere una colorazione rosso/rosata.

L'aspetto cromatico della carne dipende principalmente da: concentrazione della mioglobina

- reazioni chimica che avvengono durante la cottura del prodotto

- pH della carne
- età, sesso, razza dell'animale
- dieta somministrata (contenuto di grassi e carotenoidi in particolare)
- diversi tipi di fibre muscolari presenti.

La mioglobina è una proteina globulare che possiamo trovare a livello muscolare e che ha la funzione di legare reversibilmente l'ossigeno diffondendolo alle fibrocellule muscolari.

Si può trovare in tre forme chimiche (in relazione allo stato di ossidazione dell'atomo di Ferro presente nella molecola):

- Deossimioglobina (con il Ferro nello stato Fe^{2+})
- Ossimioglobina (si forma rapidamente quando la deossimioglobina viene a contatto con l'ossigeno)
- Metamioglobina (con il Ferro in stato Fe^{3+} e con una colorazione della carne tendente al rosso mattone/marrone).

L'**odore** della carne è un altro parametro fondamentale di valutazione. Il consumatore tende a preferire una carne inodore e senza profumi salienti o eccessivamente marcati (Troy e Kerry, 2010). Più avanti nella trattazione vengono descritte le alterazioni odorose che possono manifestarsi nel prodotto in seguito a squilibri ormonali.

La **grana** e **tessitura** del prodotto dipendono essenzialmente dalla tipologia di fibre muscolari presenti e dal tipo di taglio di carne considerato (e dalle sue caratteristiche biochimiche).

Normalmente il tessuto muscolare è caratterizzato da:

- 79% di acqua
- 19% di proteine
- 0,5 / 8% di lipidi
- 1% di glicogeno
- altro (vasi, nervi, adipociti e alter cellule).

Si possono classificare quattro gruppi di fibre muscolari principali:

- Tipo I, lento – rosso: contrazione lenta e metabolismo ossidativo
- Tipo II A, rapido – rosso: contrazione rapida e metabolismo glicolitico – ossidativo
- Tipo II B, rapido – bianco: contrazione rapida e metabolismo glicolitico
- Tipo II C, intermedio

La **tenerezza** è un parametro usato per indicare l'appetibilità di un prodotto. Essa indica l'attitudine, da parte della carne, di farsi deformare e tagliare se sottoposta a una forza esterna (compressiva, di trazione e di rottura).

I fattori che possono influenzare questo parametro sono:

- il processo di macellazione in toto
- l'età dell'animale (individui giovani presentano una carne più tenera)
- le tecniche di cottura
- la quantità di grasso presente.

Il **contenuto di acqua** ha un ruolo fondamentale in quanto influenza:

- la succosità
- la durezza
- la presentabilità del prodotto al consumatore.

Normalmente l'acqua si trova a livello degli spazi intramiofibrillari e extramiofibrillari (sarcoplasma, tra le fibre muscolari e nello spazio extra-fascicolare).

Le forme in cui è presente sono:

- forma libera
- associata a proteine
- immobile (85% nei filamenti spessi).

pH

Il pH è la misura del grado di acidità o alcalinità di un campione acquoso (o semisolido) mediante valutazione del contenuto di ioni idrogeno nella soluzione stessa.

Normalmente il pH della carne di suino, dopo la macellazione, ha un valore pari a $6 < \text{pH} < 7$ e valori diversi possono alterarne seriamente la qualità del prodotto.

Le variazioni di acidità e alcalinità dipendono prevalentemente dalla quantità di glic-

geno presente nel tessuto muscolare (D'Alessandro *et al.*, 2012) e dalla presenza di patologie genetiche tipiche del suino (PSE e DFD).

Nei tagli di carne con una maggiore quantità di glicogeno, la glicolisi permette di formare una maggior quantità di acido lattico. Maggiore è la concentrazione di acido lattico, maggiore sarà l'acidità del prodotto con conseguente denaturazione delle proteine muscolari.

Ne consegue che le carni con un pH troppo basso tendono ad avere:

- colorazioni eccessivamente pallide (bianche – giallastre)
- alterazioni di sapore (rancide)
- una incapacità di ritenzione idrica (e conseguente “spurgo”).

Per il metodo di misurazione e calcolo del pH, si rimanda alla parte sperimentale.

Gli acidi grassi

Gli acidi grassi sono acidi monocarbossilici alifatici e costituiscono gli ingredienti base di quasi tutti i lipidi complessi e dei grassi vegetali e animali.

La loro funzione organica è principalmente di riserva energetica.

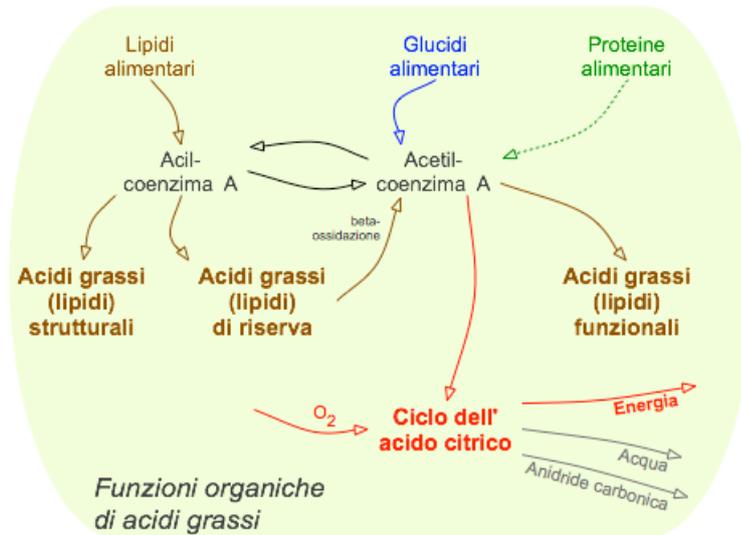


Immagine 7_ Funzioni organiche degli acidi grassi

Possono essere classificati in base alla lunghezza della catena carboniosa nel seguente modo:

- a catena corta con un numero di atomi di carbonio da 1 a 6
- a catena media con un numero di atomi di carbonio da 8 a 12
- a catena lunga con un numero di atomi di carbonio da 14 a 20
- a catena molto lunga con un numero di atomi di carbonio da 22 in poi.

Oltre alla lunghezza della catena, possono anche essere classificati in:

- a. grassi saturi se hanno un singolo legame sulla catena carboniosa
- a. grassi insaturi se hanno un doppio legame sulla catena carboniosa
- a. grassi polinsaturi se hanno più di un doppio legame

Negli anni passati era credenza comune che tutti gli acidi grassi dessero, a lungo andare, dei problemi di salute (principalmente patologie cardiovascolari). Recentemente, però, si è scoperto che diete ricche di acidi grassi mono- e polinsaturi (*acido linoleico in primis*) hanno un effetto protettivo nei confronti delle patologie precedentemente menzionate (Webb e O'Neill, 2008).

Ruolo negativo, invece, hanno assunto gli acidi grassi saturi che predispongono a patologie coronariche e neoplastiche.

In materia di qualità della carne si è visto che gli acidi grassi saturi a catena molto lunga tendono ad essere molto più appetibili agli occhi del consumatore in quanto solidificano più velocemente rispetto agli altri, stimolando con maggior efficienza i recettori gustativi siti in cavità orale (Webb e O'Neill, 2008).

E' doveroso ricordare che il tasso di ossidazione dei lipidi aumenta all'aumentare dei doppi legami presenti. Questo comporta che gli acidi grassi polinsaturi nella carne tendono a ossidarsi più velocemente, causando una severa liberazione di radicali liberi.

La presenza di questi radicali è un elemento che minaccia il prodotto finale in quanto causa:

- ossidazione della mioglobina (con cambio di colorazione del prodotto)
- formazione di odori non accettati dal consumatore
- presenza di un sapore rancido alla masticazione.

2.3 Ruolo degli ormoni sessuali

Gli ormoni sessuali sono ormoni steroidei, derivanti dal colesterolo, che vengono prodotti principalmente dalle ghiandole endocrine maschili e femminili. Nel maschio vengono prodotti a livello testicolare, mentre nelle femmine sono sintetizzati dalle ovaie. In entrambi i sessi si ha anche una produzione da parte della corteccia surrenalica.

La loro produzione è influenzata da due ormoni ipofisari: FSH (ormone follicolo stimolante) e LH (ormone luteinizzante).

L'FSH, nella femmina, stimola il follicolo nella produzione degli estrogeni. Nel maschio, invece, stimola le cellule del Sertoli nei processi di maturazione degli spermatozoi.

L'LH, nella femmina, causa la produzione di progesterone da parte del corpo luteo; nel maschio causa la produzione di testosterone da parte delle cellule testicolari interstiziali del Leydig.

Gli ormoni sessuali sono responsabili di tutti i mutamenti fisici e chimici che avvengono nei soggetti da quando questi varcano l'età della maturità sessuale (4-6 mesi nel caso dei suini).

Le principali categorie di ormoni sessuali sono:

- **Androgeni**
- **Estrogeni**
- **Progestinici**

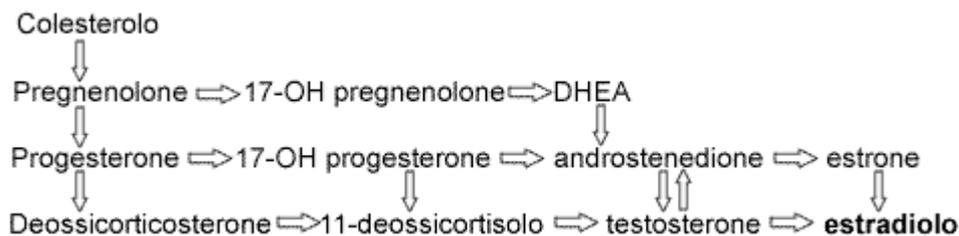


Immagine 8_ Cascata del colesterolo

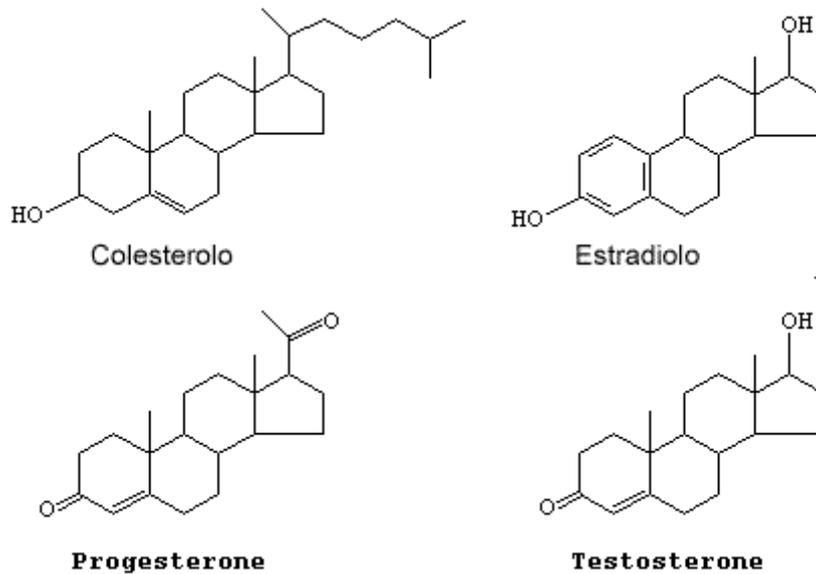


Immagine 9_ Struttura chimica del colesterolo, Estradiolo, Progesterone e Testosterone

Nel gruppo degli **androgeni** possiamo trovare:

- Testosterone
- Deidroepiandrostenone (DHEA)
- Androsteneidone
- Androstenediolo
- Androsterone
- Diidrotestosterone (DHT)

La loro funzione riguarda: lo sviluppo del soggetto maschio, la spermatogenesi, l'inibizione del deposito adiposo, la libido, lo sviluppo muscolare e la prevenzione dell'osteoporosi.

Tra gli **estrogeni** si possono classificare:

- Estradiolo
- Estriolo
- Estrone

La loro funzione è quella di promuovere, nelle femmine, lo sviluppo mammario, l'allargamento del bacino, il ciclo sessuale e la proliferazione dell'endometrio.

I **progestinici** (progesterone) sono, invece, degli ormoni prodotti dalle ovaie (in particolare modo dal corpo luteo) e dal surrene che permettono di ricreare le condizioni ottimali per la fecondazione (agendo a livello endometriale e a livello della cellula uovo).

Per quanto riguarda lo sviluppo muscolare, si è appurato che i prodotti a base di androgeni e estrogeni causano una ipertrofia delle fibre muscolari scheletriche (sia di tipo I che II), causando un aumento del volume muscolare in un minor tempo rispetto al normale decorso fisiologico.

Questo fatto ha portato, negli ultimi decenni (e tuttora consentito in USA, ma bandito in EU), alla possibilità di utilizzare questi ormoni per aumentare la resa carnea degli animali destinati al macello tramite l'utilizzo di impianti sottocutanei o tramite iniezioni.

Si è anche notato che il soggetto maschile risponde più prontamente a prodotti a base estrogenica, mentre il soggetto femminile risulta essere più sensibile ai prodotti a base di testosterone.

Sebbene da un lato questi prodotti permettano di aumentare la quantità di carne ottenuta da un animale macellato, dall'altro lato, in termini di qualità della carne, vi sono dei lati negativi che non si possono sottacere.

Le carni di animali trattati con ormoni sessuali tendono a presentare:

- una “*rib eye area*” maggiore (ovvero una maggior quantità di fibre muscolari attorno alla regione ossea del taglio di carne),
- una minor quantità di grasso percentuale
- “*dark cutties*” (ovvero una colorazione molto più scura rispetto alla norma e un aspetto quasi disidratato che va a minare l'accettabilità da parte del consumatore finale)



Immagine 10_ Tagli di carne: normale (sopra), *dark cutties* (sotto)

2.4 L'Odore di verro

Si definisce odore di verro un odore/sapore sgradevole (paragonato a quello tipico di sudore, urina e feci) che si presenta in determinate tipologie di carne suina.

Questo odore si manifesta durante la cottura o consumo di carne di maiali maschi, non castrati, che abbiano raggiunto la pubertà.

L'origine di questo disturbo è dato dalla presenza, nel taglio di carne, di eccessive quantità di due composti presenti nel grasso dell'animale: l'**androstenone** e lo **scatolo**.

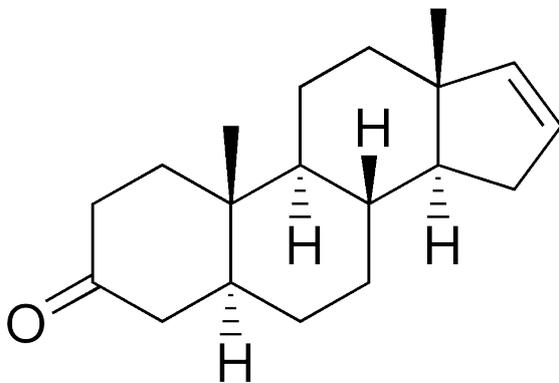


Immagine 11_ Androstenone

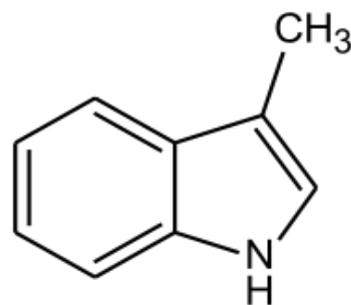


Immagine 12_ Scatolo

L'**androstenone** (*5 α -androst-16-en-3-one*) è uno steroide normalmente prodotto dal tessuto testicolare dei maschi che ha uno spiccato tropismo per il tessuto adiposo.

Lo **scatolo** (o *B-metilindolo*) è un prodotto di scarto derivato dal metabolismo del triptofano ad opera della flora batterica intestinale. Una volta liberato, viene assorbito dai villi intestinali e si deposita in grande quantità nel tessuto adiposo.

Durante la cottura (ma si può anche evidenziare nella carne cruda), l'aumento della temperatura del prodotto porta a sprigionare queste sostanze che alla fine vengono percepite dal consumatore (tramite il senso dell'olfatto e del gusto) in modo nettamente sgradevole. Ne consegue che il consumatore finale rifiuta questi prodotti carnei, causando una perdita economica per l'allevatore e per l'industria stessa.

2.5 Castrazione chirurgica dei suini

La castrazione chirurgica degli animali trae le sue origini fin dal Medioevo, dove i Norcini erano conosciuti (insieme ad altre figure come il cerusico, il cava-denti e al conchia osse) come dei piccoli ambulanti che giravano di villaggio in villaggio praticando piccoli interventi chirurgici.

I Norcini, in particolare, negli anni svilupparono una eccellente fama in qualità di castratori di suini. La loro attività si limitava prevalentemente nella stagione invernale, dove queste figure vagavano per tutta la penisola italiana per macellare e lavorare le carni suine.

Con l'andare degli anni si crearono delle vere e proprie congregazioni, anche di natura religiosa, che durarono fino alla seconda guerra mondiale.

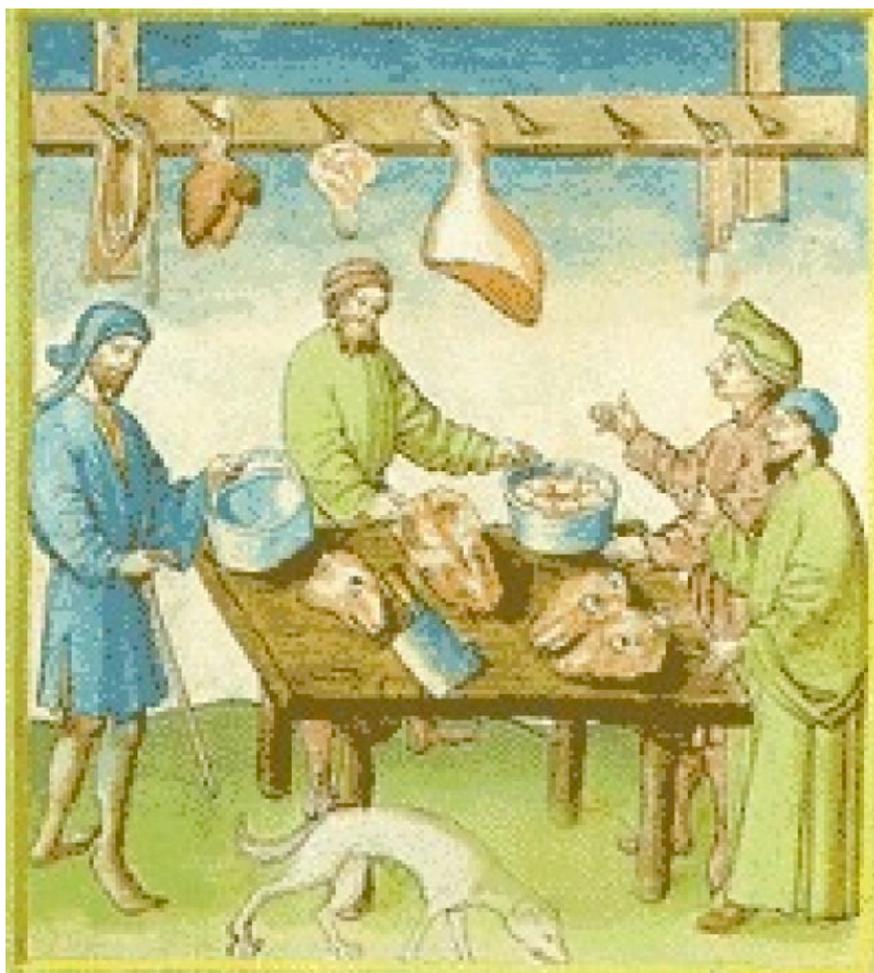


Immagine 13_ il Norcino durante il suo quotidiano lavoro

Per quanto riguarda la metodica di castrazione vera e propria, di norma questa prevede una incisione longitudinale sulla linea mediana dello scroto, per poi portare in rilievo il testicolo rimuovendolo drasticamente. La procedura prevede, conseguentemente, l'applicazione di un disinfettante topico nella regione dell'intervento.

Questa pratica, normalmente, viene eseguita entro la prima settimana di vita del suino maschio.

2.6 Odore di verro: possibili alternative alla castrazione

Per limitare la comparsa dell'odore di verro, e quindi evitare che le carni sprigionino questo particolare odore sgradevole, negli ultimi decenni si sono evidenziate delle alternative alla pratica classica comunemente utilizzata.

Queste varianti proposte sono:

- Castrazione fisica prepubere con anestesia (praticata in Olanda, Svizzera e Norvegia e utilizzata per limitare il fattore “stress” al quale vanno incontro i suinetti)
- Macellazione precoce (prima, quindi, che ci sia la produzione fisiologica dell’androstene)
- Allevare solo suini di sesso femminile (ma attualmente non è molto praticato per motivi economici)
- Selezione genetica (in modo tale da creare delle linee genetiche di suini con una minor produzione di androstene e scato)
- Castrazione immunologica o Vaccinazione (si stimola la produzione di anticorpi GnRF per bloccare la funzione testicolare)
- Castrazione chimica (ovvero l’uso di agonisti del GnRH)

2.7 La castrazione immunologica nel suino

La castrazione immunologica si basa sull’utilizzo di analoghi sintetici del GnRH che, agendo come antigeni, permettono di indurre una risposta immunitaria nei confronti di questi fattori.

Il farmaco principe utilizzato nell’allevamento suinicolo è l’ **Improvac**.

2.7.1 Caratteristiche di Improvac, suoi utilizzi e funzionamento

Improvac è un prodotto ad azione immunologica destinato ai suini maschi che è composto da un analogo sintetico del GnRH legato a una proteina di natura batterica (un tossoide derivato da *Corynebacterium diphtheriae*).



Immagine 14_ Improvac

Questo farmaco viene utilizzato per limitare la comparsa dell'odore di verro. I suini vengono sottoposti a due somministrazioni: la prima a 8 settimane di vita; la seconda a 4-6 settimane prima della macellazione. La zona di inoculo risulta essere la regione del collo, dietro l'orecchio.

La sua azione risulta essere simile a quella tipica di un vaccino. Il prodotto fa in modo che il sistema immunitario del soggetto riconosca come "estraneo" il GnRH sintetico producendo degli anticorpi contro di esso, che sono oltretutto in grado di legarsi anche al GnRH normalmente prodotto dal suino. Ne consegue che il soggetto trattato non sia più in grado di produrre LH e FSH (che normalmente sono prodotti dall'ipofisi dopo la stimolazione da parte del GnRH ipotalamico). Questo fatto, infine, riduce la produzione di ormoni sessuali nei testicoli, tra cui l'androsteneone (causa primaria dell'odore di verro).

L'immunizzazione comporta una temporanea riduzione dell'attività testicolare. In questo periodo, le concentrazioni di scatoles e androsteneone sono nettamente inferiori ai livelli soglia associati al rischio di odore di verro. La prima somministrazione ha un effetto limitato, mentre dopo la seconda iniezione si ha la produzione di anticorpi. La copertura anticorpale tende a diminuire con il tempo, ma rimane comunque elevata anche dopo 4-6 settimane dalla seconda somministrazione (cioè al momento della macellazione).

2.8 Funzione dei farmaci candidati alla castrazione chimica

La castrazione chimica risulta essere una metodica di nuova generazione che viene, prevalentemente, utilizzata nel mondo degli animali d'affezione (cane e gatto) per:

- ridurre la libido dei soggetti maschili
- ridurre la spermatogenesi e l'attività testicolare
- evitare il calore delle femmine
- ridurre l'attività ovarica

Il principio di funzionamento di questi farmaci è su base ormonale e prevede l'utilizzo di sostanze agoniste del GnRH che, a lungo andare, causano una soppressione dell'attività pituitaria.

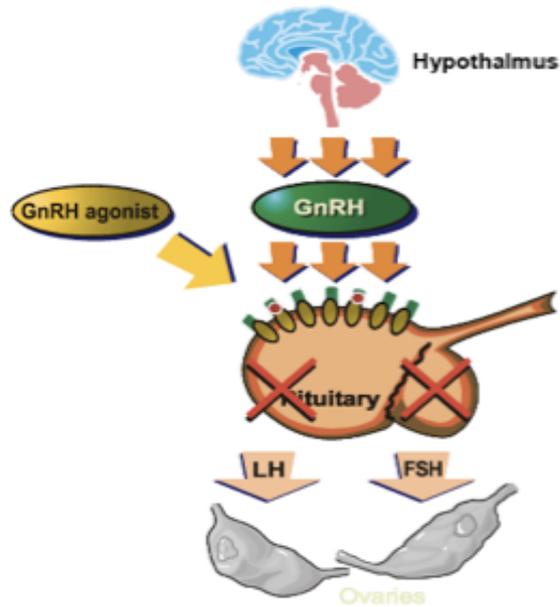


Immagine 15_ funzionamento agonisti GnRH nella femmina

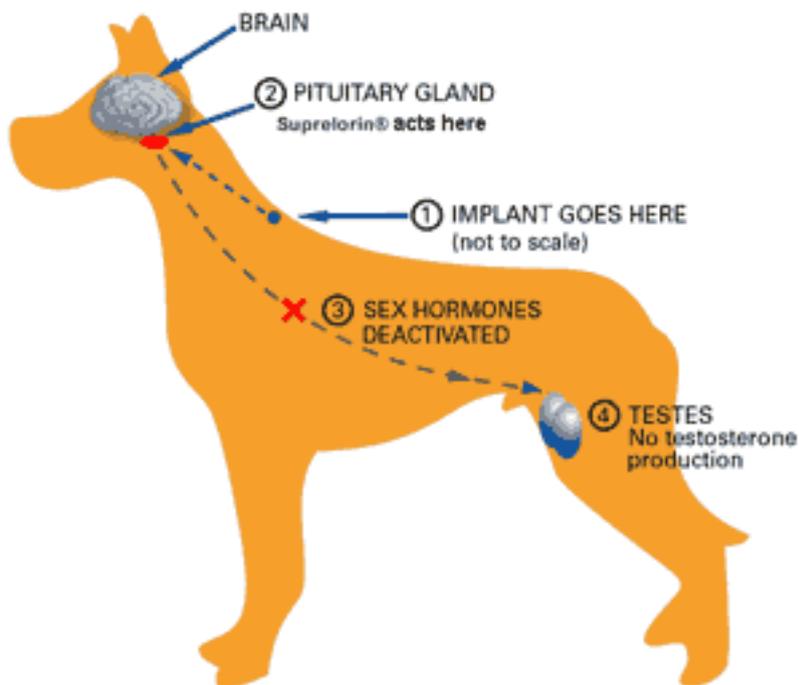


Immagine 16_ funzionamento agonisti GnRH nel maschio

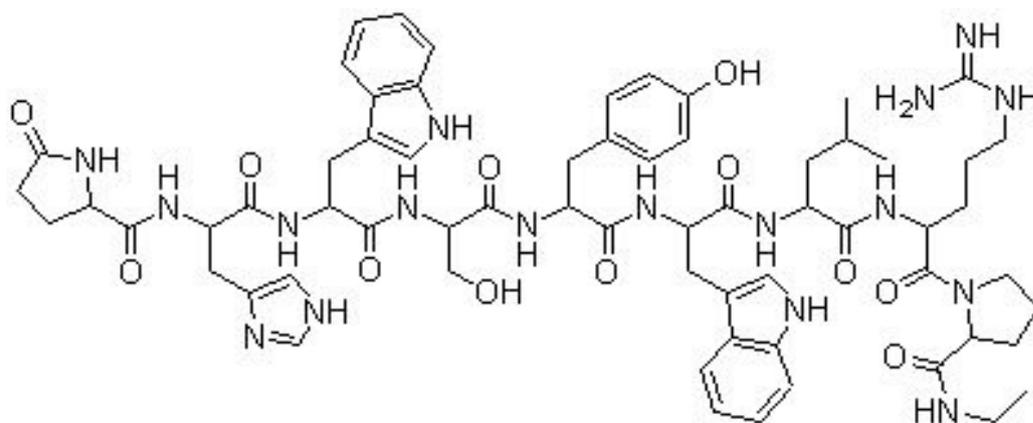
Andando a utilizzare questi principi attivi, che vengono di norma somministrati mediante impianti sottocutanei della durata di almeno sei mesi, si impedisce la liberazione degli ormoni LH e FSH da parte dell'ipofisi (mediante un meccanismo di down-regola-

zione). La mancata produzione di questi ormoni, infine, va a bloccare l'attività delle ovaie e dei testicoli.

Il prodotto principe di questa categoria è il **Deslorelin** (commercialmente conosciuto come Suprelorin).

2.8.1 Caratteristiche di Suprelorin, suoi utilizzi e funzionamento

Il Suprelorin è un prodotto farmaceutico che presenta come principio attivo la *Deslorelina acetato*.



Pyr-His-Trp-Ser-Tyr-D-Trp-Leu-Arg-Pro-NHEt

Immagine 17_ Struttura chimica della Deslorelina acetato

Questa sostanza, in qualità di agonista del GnRH, agisce sopprimendo la funzione dell'asse ipofisi-gonadica se viene somministrata mediante un impianto sottocutaneo a lento rilascio (localizzato nella regione del collo).



Immagine 18_ Suprelorin

Dopo un periodo di 4-6 settimane dalla prima somministrazione si evidenzia una riduzione nella produzione di LH (ormone luteotropo) e FSH (follicolo stimolante) che comporta conseguentemente una riduzione dell'attività testicolare e, quindi, una diminuzione nella produzione di androgeni.

Ne evince che il Suprelorin possa essere utilizzato come farmaco per ridurre la produzione di androstenone responsabile dell'odore di verro (oltre alla sua funzione classica, ovvero per ridurre la libido e la spermatogenesi dei soggetti maschili).

E' stato dimostrato che i picchi dei livelli plasmatici di deslorelin acetato si verificano da 7 a 35 giorni dopo la somministrazione di un impianto contenente 5 mg di desloreli-na radiomarcata (nel cane).

Misurazioni del testosterone plasmatico, a intervalli regolari, confermano che l'efficacia di questo prodotto persiste per almeno 6 mesi dalla prima somministrazione.

CAPITOLO 3

PARTE SPERIMENTALE

3.1 Materiali e Metodi

3.1.1 Premessa

Le analisi sono state eseguite su nove suini ibridi commerciali (maschi) provenienti da un allevamento (intensivo con box multipli) nella provincia di Treviso.

Questi suini sono stati divisi in tre gruppi di lavoro per poter essere testati, in vita, con differenti principi attivi.

La divisione è stata eseguita nel seguente modo:

- 3 suini sono stati trattati con Suprelorin
- 3 suini sono stati trattati con Improvac
- 3 suini sono stati considerati come “Controllo” (ovvero castrati chirurgicamente)

Per poter riconoscere facilmente i precedenti campioni, si è preferito dare un numero progressivo a ogni suino che si può vedere indicato sulla regione del dorso.



Immagine 19_ Esempio di numero progressivo

I campioni sono stati catalogati nel seguente modo:

Campione numero:	Trattamento eseguito
1	Suprelorin
2	Suprelorin
3	Suprelorin
4	Improvac
5	Improvac
6	Improvac
7	Controllo
8	Controllo
9	Controllo

Tabella 8_ Campioni eseguiti e relativo trattamento

I suini definiti come “Controllo” (7,8 e 9) sono suini maschi che sono stati castrati entro la prima settimana di vita.

Il campione 8, dopo un paio di mesi dallo svezzamento, ha contratto una probabile infezione polmonare che l’ha portato a decesso.

I campioni 1,2 e 3 sono stati trattati con Suprelorin. Tale trattamento è stato eseguito a partire dalla 6° settimana di vita mediante un impianto sottocutaneo, a lento rilascio, nella regione auricolare destra.

I campioni 4,5 e 6, invece, hanno subito un trattamento vaccinale con Improvac. Le prime due somministrazioni sono state eseguite a distanza di un mese l’una dall’altra; mentre il terzo richiamo vaccinale ha avuto luogo dopo tre mesi dalla seconda somministrazione.

Dall’inizio del trattamento i suini sono stati stabulati nello stesso allevamento intensivo fino al raggiungimento del peso per la macellazione. Raggiunto tale peso sono stati inviati al macello di Oderzo a coppie di due suini per volta.

Il presente lavoro prevede una prova sperimentale che inizia nel momento in cui il suino arriva al macello; motivo per cui tutti i suini sono stati sacrificati e smaltiti secondo legge vigente. Nessun campione è stato inviato a consumo umano (tenendo anche presente che l’ASL di competenza è stata debitamente informata di questa prova).

I relativi pesi alla macellazione sono stati i seguenti:

CAMPIONE	TRATTAMENTO	PESO CARCASSA
1	Suprelorin	142 Kg
2	Suprelorin	216 Kg
3	Suprelorin	155 Kg
4	Improvac	150 Kg
5	Improvac	145 Kg
6	Improvac	192 Kg
7	Controllo	136 Kg
8	Controllo	DECEDUTO
9	Controllo	185 Kg

Tabella 9_ Pesi della carcassa nei diversi campioni

Una volta macellati, da ogni suino (quindi da ogni campione) sono state prelevate:

- 4 fette di lombata, di circa 2 cm di spessore, dalla mezzena sinistra (tra T13 e T14)
- 1 kg circa di muscolatura ben dissanguata dalla regione del collo.

A sua volta, i campioni sono stati suddivisi nel seguente modo:

Campione	Fette di lombata	Muscolatura del collo
1	A	E
	B	
	C	
	D	
2	A	E
	B	
	C	
	D	
3	A	E
	B	
	C	
	D	
4	A	E
	B	
	C	
	D	
5	A	E

	B	
	C	
	D	
6	A	E
	B	
	C	
	D	
7	A	E
	B	
	C	
	D	
9	A	E
	B	
	C	
	D	

Tabella 10_ Tabella indicante i campioni analizzati

3.1.2 Fase di macellazione

All'arrivo in macello, i suini sono stati scaricati nell'apposita corsia di sosta dove poi sono stati sottoposti a visita *ante mortem* dal veterinario ufficiale del macello.



Immagine 20_ Suino in corsia di sosta

Successivamente i suini sono stati sottoposti a stordimento con elettroanestesi, come previsto dalla legge comunitaria, seguito da dissanguamento.



Immagine 21_ Stordimento e dissanguamento

In seguito si è proceduto a rimuovere le setole, flambare la cute, aprire la cavità toracica e addominale, rimuovere la corata, dividere la carcassa in due mezzene e, infine, a eseguire l'ispezione *post mortem* con ricerca di lesioni.



Immagine 22_ Rimozione delle setole (depilazione)



Immagine 23_ Flambatura



Immagine 24_ Mezzena con annessa corata

3.1.3 Ricerca delle lesioni

Al termine della macellazione, e prima della raccolta dei campioni, è stata eseguita una accurata ispezione *post mortem* delle carcasse alla ricerca di lesioni salienti o comunque da riferire.

Si è proceduto a eseguire:

- esame esterno e interno della carcassa
- esame dei reni, scapsulamento e taglio “a panino” alla ricerca di lesioni
- apertura di una cavità articolare (preferibilmente ginocchio o gomito)
- esame della testa
- ispezione, palpazione e taglio dei polmoni, cuore, fegato e milza (come previsto dal Reg. CE n. 854/04)
- esame dei linfonodi



Immagine 25_ Polmone con lesione

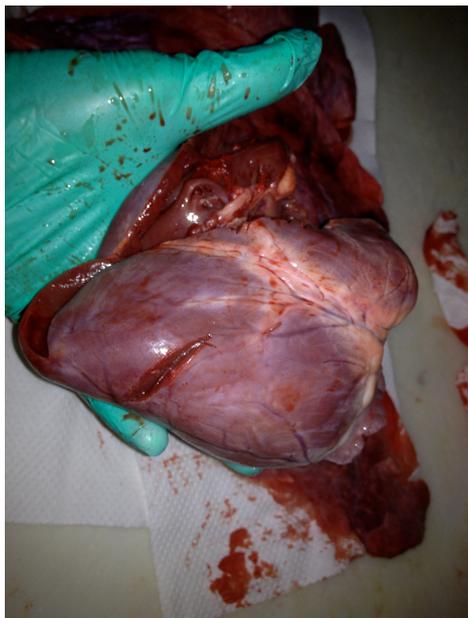


Immagine 26_ Cuore



Immagine 27_ Cavità articolare del ginocchio



Immagine 28_ Fegato

3.1.4 Raccolta dei campioni

Terminata la fase di macellazione si è proceduto alla raccolta dei campioni per le analisi di laboratorio.

Da ogni mezzena sinistra si sono prelevate: 4 fette di lombata dalla regione T13/T14 (che sono state divise rispettivamente in campione A, B, C, D) e un chilogrammo circa di tessuto muscolare ben dissanguato (campione E).



Immagine 29_ Esempio di fette di lombata per ogni campione

I campioni sono stati prelevati in sede di macello e riposti in singoli sacchetti di plastica che, successivamente, sono stati tenuti in una borsa frigo a 4°C fino al laboratorio. Il tempo di percorrenza dal macello al laboratorio di Agripolis è stato, traffico permettendo, di circa 120 minuti per volta.



Immagine 30_ Pool campioni

Nella borsa frigo i campioni sono stati tenuti coperti, fin dal momento del prelievo, da diversi blocchetti refrigeranti che hanno permesso il mantenimento della temperatura desiderata. Arrivati al laboratorio, l'intero contenitore è stato riposto in una cella frigo fino al giorno stabilito delle analisi.



Immagine 31_ Borsa frigo durante il trasporto in automobile

3.1.5 Analisi di laboratorio

Una volta arrivati in laboratorio, ai campioni sono state eseguite le seguenti analisi per valutare la qualità della carne:

- pH;
- Colore;
- Peso del campione pre-cottura;
- Peso del campione post-cottura;
- Tenerezza;
- Ricerca di residui.

3.1.5.1 Determinazione del pH

Definizione di pH

Il pH è la misura del grado di acidità o alcalinità di un campione acquoso (o semisolido) mediante valutazione del contenuto di ioni idrogeno nella soluzione stessa.

La formula per calcolarlo è la seguente:

$$\text{pH} = - \log [\text{H}^+]$$

Un campione, quindi, viene definito acido se contiene una grande quantità di protoni ($\text{pH} < 7$) mentre viene definito alcalino se ne contiene una minor quantità ($\text{pH} > 7$).

La valutazione del pH di un prodotto è molto importante perché permette di capire se un campione è alterato, se è conforme agli standard dettati dalla legge e se è di qualità.

Per poter misurare il pH di un campione è necessario munirsi di uno strumento apposito definito **pH-metro**.

Questo strumento è fornito di un sensore (un elettrodo a vetro) che permette di calcolare il valore di pH della soluzione in base alla differenza di potenziale elettrico sui due lati di una sottile membrana di vetro posta all'estremità dell'elettrodo stesso.

Tale differenza di potenziale è legata alla diversa concentrazione degli ioni idrogeno sul versante interno e esterno della membrana. Una unità di pH generalmente produce una differenza di potenziale di circa 0,059 V.

Per poter definire il pH con una maggiore accuratezza è necessario calibrare, di volta in volta, il sensore.

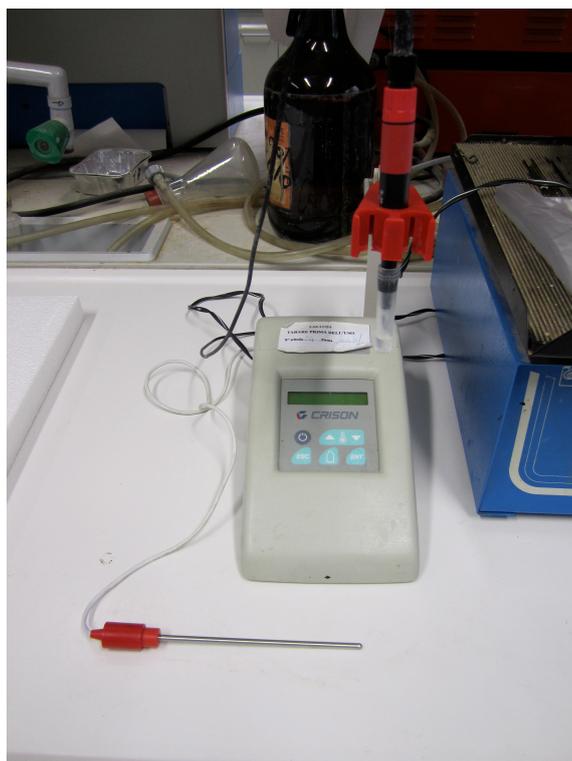


Immagine 32_ pHmetro

Calibrazione del sensore

Calibrare un pHmetro significa, dal punto di vista elettrico, aggiustare i valori di guadagno e di offset del circuito amplificatore affinché il valore fornito dallo strumento coincida con quello previsto dalla lettura di alcune soluzioni standard dal pH noto.

La precedente metodica si esegue utilizzando tre soluzioni a pH conosciuto (7.01, 4.01 e 10.01) e impostando questi valori, misurati dal pHmetro, come punti di riferimento per le successive misurazioni.

La calibrazione dovrebbe essere eseguita, se si vogliono ottenere delle misurazioni accurate, quotidianamente.

pH dei campioni prelevati

Per la determinazione del pH dei campioni carnei prelevati, si è utilizzato un pHmetro con punta a “V” che permette al sensore di entrare a pieno spessore nel tessuto muscolare del campione e dare, quindi, una misurazione più precisa.

Per ogni campione di lombata si sono eseguite 5 misurazioni in rapida successione, previa calibrazione dello strumento, per poi fare una media.

Il valore di pH fisiologicamente reperito nella carne di suino è risultato pari a 5.7.

3.1.5.2 Valutazione del colore

Per definizione, il colore di un alimento è la percezione visiva generata dai segnali nervosi che i fotorecettori della retina inviano al cervello quando assorbono le radiazioni elettromagnetiche di determinate lunghezze d'onda e intensità nel cosiddetto spettro visibile della luce che quell'alimento riflette verso il nostro occhio.

I fattori che influenzano il colore della carne sono:

- L'osservatore
- Il punto di osservazione
- La sorgente
- Lo spessore della carne.

Quando si accinge a comprare un prodotto a base di carne, il consumatore considera il colore come un importante parametro di freschezza e tenerezza del prodotto. Questa colorazione è data, essenzialmente, dal contenuto e dallo stato di ossidazione dell'atomo di ferro della mioglobina (proteina simile alla emoglobina). Questa proteina ha la funzione di deposito dell'ossigeno a livello muscolare.

Carni con colorazione rosso-rosata sono dovute alla forma ossigenata della mioglobina (ossimioglobina), mentre una colorazione molto più brunastra è data da una eccessiva ossidazione di questa proteina (metamioglobina).

La quantità di mioglobina nei tessuti muscolari dipende da:

- Età dell'animale
- Sesso
- Tipo di muscolo
- Tipo di allevamento

- Alimentazione dell'animale.

Per poter valutare la colorazione dei diversi campioni raccolti, si è utilizzato uno spettrofotometro (CM 500 MINOLTA).



Immagine 33_ Spettrofotometro Minolta CM500

Principio di funzionamento dello spettrofotometro

Lo spettrofotometro è uno strumento che permette di valutare la colorazione di un campione mediante la capacità, da parte del campione stesso, di riflettere la luce inviata dall'apparecchio.

Il nucleo fondamentale dello strumento è dato da una lampada che proietta sul campione (e con una angolazione di 10°) una serie di fasci di luce che poi vengono riflessi dall'oggetto studiato.

L'illuminante standard (definito dalla *Commission Internationale de l'Eclairage* come una fonte di luce affidabile, riproducibile e matematicamente descrivibile) è il D65 e rappresenta la luce diurna media del mezzogiorno del cielo del nord Europa.

Per definizione il D65 è l'Illuminante normalizzato da utilizzare in tutti i calcoli colorimetrici che richiedono la rappresentazione della luce solare, a meno che non ci siano ragioni specifiche per l'utilizzo di un illuminante diverso.

Il campione, durante la prova, si trova in una mini camera oscura per evitare che la luce proveniente dall'esterno causi un inquinamento luminoso.

Lo strumento, oltretutto, è dotato di due sensori: il primo permette di ricevere e valutare la luce riflessa dal campione; il secondo, invece, riceve la luce direttamente dalla lampada (questo per avere sempre un report dell'efficienza dello strumento).

Una volta che la luce colpisce il campione, quest'ultimo riflette parte dei fasci luminosi che vengono rilevati dal primo sensore. A questo punto il segnale luminoso viene convertito in un segnale elettrico e inviato, a sua volta, a un processore per poter essere elaborato e quantificato.

Al termine del test si ottengono 3 valori numerici (per campione) che sono rispettivamente:

- il valore "L": definito come la luminosità dell'oggetto considerato che può andare da 0 (nero) a 100 (bianco).
- il valore "a": definito come la quota di rosso ($a > 0$) o verde ($a < 0$).
- il valore "b": definito come la quota di giallo ($b > 0$) o blu ($b < 0$).

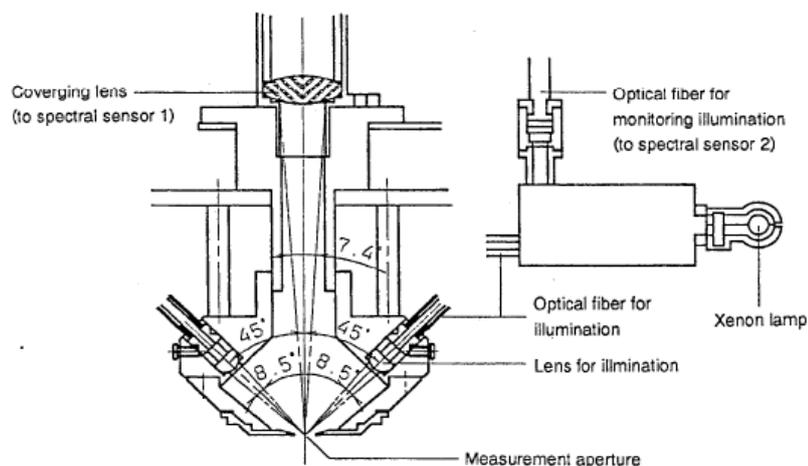


Immagine 34_ Funzionamento dello spettrofotometro Minolta CM500

Per ogni campione sono state eseguite 5 misurazioni e alla fine si è elaborata una media.

3.1.5.3 Peso del campione pre e post-cottura e trattamento termico

La valutazione del peso pre e post cottura permette di quantificare la quantità di acqua che viene persa dal campione durante il trattamento termico.

In altre parole, questa procedura permette di valutare la “**succosità**” della carne.

Per prima cosa bisogna procedere a rifilare il taglio di carne. Si cerca di eliminare la maggior quantità di grasso periferico possibile in modo da far rimanere solamente il tessuto muscolare a pieno spessore (e quindi standardizzare tutti i campioni alla stessa dimensione).



Immagine 35_ Campioni di carne dopo aver rimosso il grasso periferico

Terminata la rimozione del grasso, i campioni sono pesati su una bilancia elettronica prima del trattamento termico.



Immagine 36_ Pesatura del campione pre-cottura

A questo punto, i campioni sono messi sottovuoto in singoli sacchetti di plastica.



Immagine 37_ Esempio di campioni sottovuoto

Una volta terminata la procedura per il sottovuoto, i campioni sono collocati su una griglia di acciaio e immersi in acqua calda, per 45 minuti, alla temperatura di 75°C.

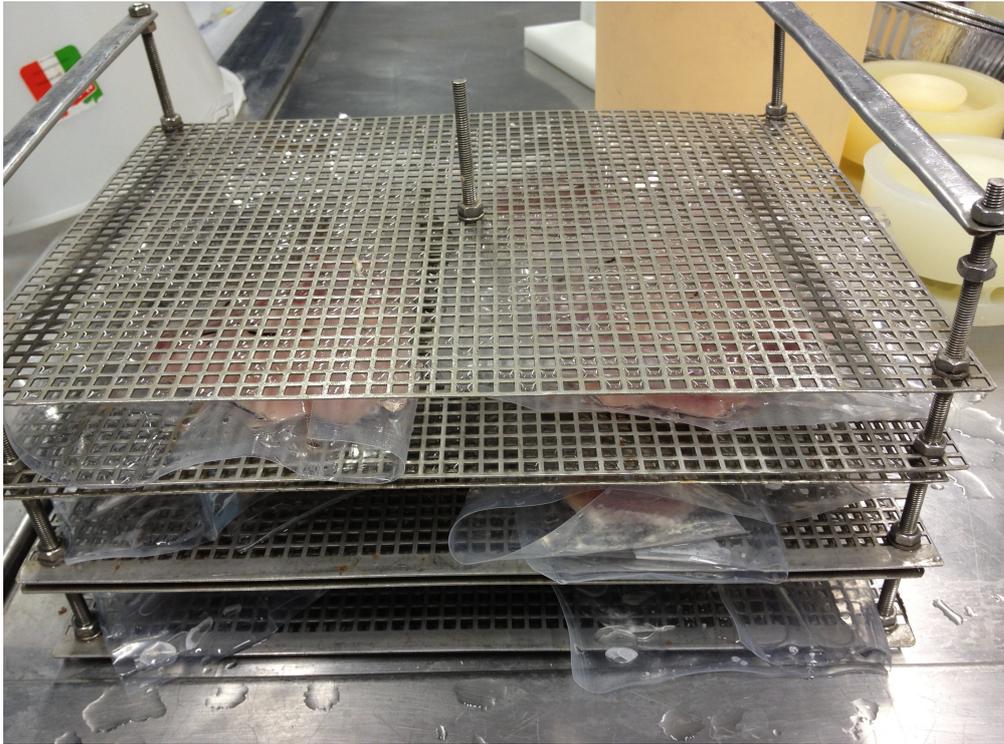


Immagine 38_ Griglia di acciaio pronta per l'immersione



Immagine 39_ Cottura dei campioni

La precedente procedura viene eseguita per fare in modo che nel cuore del campione sia raggiunta la temperatura minima di almeno 70°C.

Dopo il trattamento termico i campioni sono lasciati a riposare per circa 15 minuti, per poi essere pesati sulla bilancia elettronica.

3.1.5.4 Valutazione della tenerezza

Terminata la fase di cottura e parziale raffreddamento dei campioni, lo step successivo prevede la valutazione della tenerezza.

Per poter valutare questo parametro si è utilizzato un opportuno strumento: il **tenerimetro con lame a “V”**.



Immagine 40_ Tenerimetro con lama a “V”

Questo particolare apparecchio permette di valutare la forza (espressa in kg/cm^2) con la quale lo strumento è in grado di tagliare (incidere) un frammento di carne precedentemente preparato, mediante una lama installata sulla parte superiore che scende gradualmente.

Dai campioni che hanno appena subito il trattamento termico, si procede a creare 5 frammenti cilindrici per campione analizzato (della forma di una “carota” da 1cm² di diametro) mediante l’utilizzo di un apposito strumento circolare.



Immagine 41_ Campioni post cottura



Immagine 42_ Carote di tessuto muscolare e strumentazione

A questo punto si posizionano, singolarmente, questi frammenti carnei sullo strumento e si procede ad avviare il processo di taglio.

La velocità con la quale la lama raggiunge il campione è di circa 2 mm/sec e termina la sua corsa nel momento in cui il campione è diviso in due emiparti distinte.

L'intero processo è comandato e gestito da un software che registra tutte le misurazioni.



Immagine 43_ Campione sul tenerimetro



Immagine 44_ Processo di taglio

Per ogni campione di suino, alla fine, si avranno 5 misurazioni inerenti la tenerezza.

3.1.5.5 Ricerca dei residui

Per poter affermare che le carni dei suini non hanno residui di Deslorelin al loro interno, si è pensato di costruire una metodologia che permettesse di estrarre, se presente, il principio attivo del farmaco dai campioni di carne raccolti.

In fase di macellazione, da ogni suino è stato prelevato circa 1 kg di carne dal collo (ben dissanguata), che è stata subito riposta nella borsa frigo e portata immediatamente in laboratorio nella cella a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ in attesa delle analisi.

Su questi campioni di carne si era pianificata l'estrazione della molecola di Deslorelin.

La metodologia standard di analisi prevedeva l'utilizzo della tecnica analitica "*Cromatografia liquida con rilevatore in spettrometria di massa*". Questa è stata eseguita mediante l'utilizzo dello strumento "**ACQUITY UPLC System**" (cromatografia liquida ad alta pressione) abbinato ad un rilevatore di massa di tipo **triploquadropolo**.

Principio di funzionamento:

L'ACQUITY UPLC System è uno strumento con tecnica cromatografica che permette di separare e di determinare (sia per qualità che per quantità) i composti organici di media e alta polarità (in funzione della colonna cromatografica utilizzata).



Immagine 45_ ACQUITY UPLC System

La tecnica UPLC è una tecnica cromatografica, ad alta pressione, che permette di separare due o più composti presenti in un solvente, sfruttando l'equilibrio di affinità tra una "fase stazionaria", posta all'interno della colonna cromatografica, ed una "fase mobile" che fluisce attraverso essa. Una sostanza più affine alla fase stazionaria, rispetto alla fase mobile, impiega un tempo maggiore a percorrere la colonna cromatografica (tempo di ritenzione), rispetto ad una sostanza con bassa affinità per la fase stazionaria.

Il campione da analizzare viene iniettato all'interno di un sistema liquido cromatografico costituito da una colonna termostata, attraversata da un flusso costituito da una miscela di uno o più solventi. La eluizione può avvenire sia isocraticamente che a gradiente di polarità, dove quest'ultimo viene ottenuto variando la composizione percentuale della miscela di solventi nel tempo. Le varie specie chimiche che compongono il campione, durante il percorso nella colonna, vengono separate in base alla loro diversa in-

terazione con le particelle che la costituiscono e, dopo essere state ionizzate, vengono riconosciute dallo **spettrometro di massa con rilevatore di tipo triploquadrupolo**.

La spettrometria di massa (massa-massa) è una tecnica analitica basata sulla ionizzazione di una molecola e sulla sua successiva frammentazione in ioni di diverso rapporto massa / carica (M/z).

Tuttavia, a differenza delle tecniche spettroscopiche, questo è un metodo distruttivo (la molecola non rimane intatta dopo l'analisi).

Il principio su cui si basa è il seguente: viene sfruttata la capacità di un analita di protonarsi o perdere uno ione H^+ . Si utilizzano pertanto opportuni solventi "protici" a cui normalmente si aggiungono acidi, quali ad esempio acido formico, acetico o loro sali. Lo ione molecolare ed i vari ioni che si originano per frammentazione (cationi o anioni) vengono discriminati sulla base del loro rapporto massa/carica e rivelati da un detector. L'esperimento di spettrometria di massa consiste, dunque, nella ionizzazione di molecole, nella separazione dei diversi ioni prodotti e nella loro rilevazione. Pertanto, ogni molecola avrà una sua frammentazione caratteristica e specifica che dipenderà sia dalla natura della stessa sia dalle condizioni operative di ionizzazione.

La struttura generale di uno spettrometro di massa è così costituita:

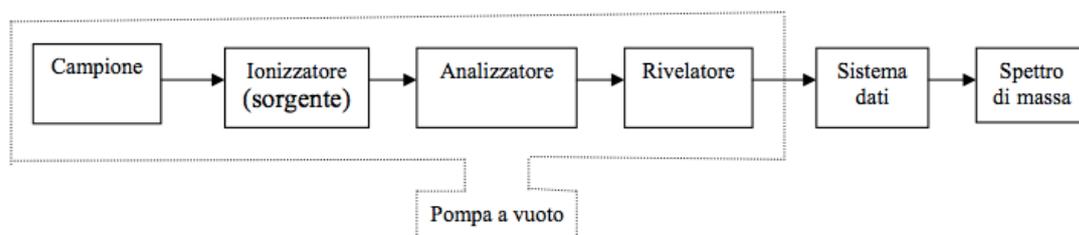


Immagine 46_ Struttura di uno spettrometro di massa

I cationi o anioni formati entrano nel primo quadrupolo, il quale seleziona uno o più ioni precursori. Il secondo quadrupolo funziona da cella di collisione in cui le molecole, sottoposte ad urti con gas inerte ad una determinata energia, vengono frammentate; i frammenti prodotti passano nel terzo quadrupolo per l'analisi.

Infine si giunge ad un rivelatore che registra il segnale ricevuto e lo digitalizza per convertirlo in uno spettro di massa.



Immagine 47_ Struttura di un triplo quadrupolo

Per poter utilizzare questo sistema è *conditio sine qua non* “tarare” il rivelatore, in modo che questo identifichi (nella soluzione di estrazione ottenuta dalla preparazione di un campione) precisamente la molecola cercata. Per eseguire tale indagine preliminare è necessario uno “standard”, ovvero una soluzione iniziale contenente la molecola voluta di struttura chimica nota, al fine di determinare lo ione precursore specifico.

Nel nostro caso lo standard puro non è reperibile in commercio presso i principali fornitori di reagenti in Italia in quanto l’azienda produttrice (Virbac) ha protetto la molecola mediante brevetto aziendale.

Una prima soluzione proposta per la risoluzione di questa problematica fu quella di mettere in soluzione (con particolari solventi, quali acqua distillata, metanolo e acetone) il farmaco ed isolare il Deslorelin. Tuttavia, questa non è risultata efficace poiché i solventi utilizzati non erano adatti a solubilizzare completamente la formulazione farmaceutica.

Analogamente la “sonicazione” ad alta temperatura, per la solubilizzazione del farmaco, non ha dato risultati soddisfacenti; da notare che, non conoscendo la stabilità della molecola di Deslorelin, non sarebbe comunque stato possibile valutare, oltre che il recupero, anche un’eventuale perdita della stessa a causa delle alte temperature per un tempo prolungato.

Nonostante quanto sopra, sono state effettuate delle prove di analisi della soluzione ottenuta (per infusione) nel rivelatore (senza frammentazione), ma non è stato possibile identificare la molecola ricercata, probabilmente a causa della soppressione ionica dovuta alla presenza di molte interferenze causate dagli eccipienti del farmaco (olio di

palma idrogenato, lecitina, sodio acetato anidro ecc) e/o dalla scarsa concentrazione di Deslorelin.

Nel caso fosse stato possibile implementare il metodo cromatografico, lo step successivo sarebbe stato quello di valutare un sistema di purificazione adeguato (mediante colonne di purificazione con caratteristiche di separazione/purificazione diverse) con l'obiettivo di isolare il principio attivo ed aumentare così la sensibilità dell'analisi.

Inoltre, per poter identificare il residuo farmacologico nell'animale, è stata valutata la possibilità di procedere con la ricerca di eventuali metaboliti (o del farmaco libero) nelle urine. Tuttavia i campioni sono stati prelevati al macello quando gli animali erano già stati storditi e processati, escludendo ogni tentativo di raccolta in vita.

Ultimo, ma non meno importante, va sottolineato che, semmai si fosse trovato lo standard, nel passo successivo sarebbe risultata necessaria l'applicazione di un metodo ad hoc per l'estrazione del farmaco dai campioni di carne congelata.

Ad oggi questa metodica dev'essere ancora presa in considerazione, dato che lo standard in questione non è ancora stato reperito.

CAPITOLO 4

RISULTATI e DISCUSSIONE

4.1 Valori di pH ottenuti

Dalle 5 misurazioni del pH per ogni campione, ho ottenuto una serie di risultati e la relativa media che sono riportati in **tabella 11**.

Campione	Trattamento	pH1	pH2	pH3	pH4	pH5	Media pH
7A	Controllo	5,74	5,71	5,74	5,73	5,74	5,73
7B		5,77	5,78	5,74	5,74	5,72	5,75
7C		5,69	5,68	5,68	5,69	5,66	5,68
7D		5,68	5,69	5,63	5,7	5,69	5,68
9A	Controllo	5,68	5,72	5,68	5,7	5,74	5,7
9B		5,67	5,66	5,64	5,69	5,68	5,67
9C		5,37	5,68	5,65	5,69	5,7	5,62
9D		5,66	5,63	5,6	5,67	5,62	5,64
1A	Suprelorin	5,82	5,79	5,76	5,75	5,77	5,78
1B		5,72	5,74	5,74	5,73	5,74	5,73
1C		5,69	5,71	5,7	5,79	5,72	5,72
1D		5,83	5,86	5,8	5,86	5,84	5,84
2A	Suprelorin	5,69	5,68	5,65	5,64	5,7	5,67
2B		5,75	5,73	5,73	5,75	5,77	5,75
2C		5,67	5,66	5,66	5,61	5,64	5,65
2D		5,64	5,66	5,64	5,63	5,66	5,65
3A	Suprelorin	5,66	5,65	5,69	5,66	5,77	5,69
3B		5,67	5,67	5,68	5,6	5,61	5,65
3C		5,71	5,68	5,65	5,68	5,66	5,68
3D		5,61	5,62	5,66	5,62	5,58	5,62
4A	Improvac	5,46	5,48	5,48	5,49	5,51	5,48
4B		5,58	5,58	5,6	5,52	5,55	5,57
4C		5,53	5,5	5,52	5,53	5,5	5,52
4D		5,55	5,57	5,53	5,51	5,55	5,54
5A	Improvac	5,62	5,63	5,66	5,64	5,65	5,64
5B		5,6	5,55	5,57	5,55	5,61	5,58
5C		5,54	5,53	5,6	5,59	5,57	5,57
5D		5,54	5,55	5,53	5,53	5,52	5,53
6A	Improvac	5,56	5,57	5,6	5,65	5,65	5,61
6B		5,66	5,7	5,73	5,68	5,66	5,69
6C		5,66	5,67	5,65	5,65	5,7	5,67
6D		5,71	5,68	5,69	5,66	5,67	5,68

Tabella 11_ Valori di pH per ogni campione

Facendo una media comunitaria per campione, possiamo ottenere i seguenti dati:

Campione	Trattamento	Media pH	d.s.	CV
7	Controllo	5,71	0,03	0,52
9	Controllo	5,66	0,03	0,53
1	Suprelorin	5,77	0,05	0,87
2	Suprelorin	5,68	0,05	0,88
3	Suprelorin	5,66	0,03	0,53
4	Improvac	5,53	0,04	0,72
5	Improvac	5,63	0,04	0,71
6	Improvac	5,66	0,04	0,71

Tabella 12_ Medie di pH per campione, Deviazioni standard (d.s.) e Coefficienti di variazione (CV)

Dal seguente grafico si vede come varia il valore del pH confrontato con quello dei controlli (campioni 7 e 9).

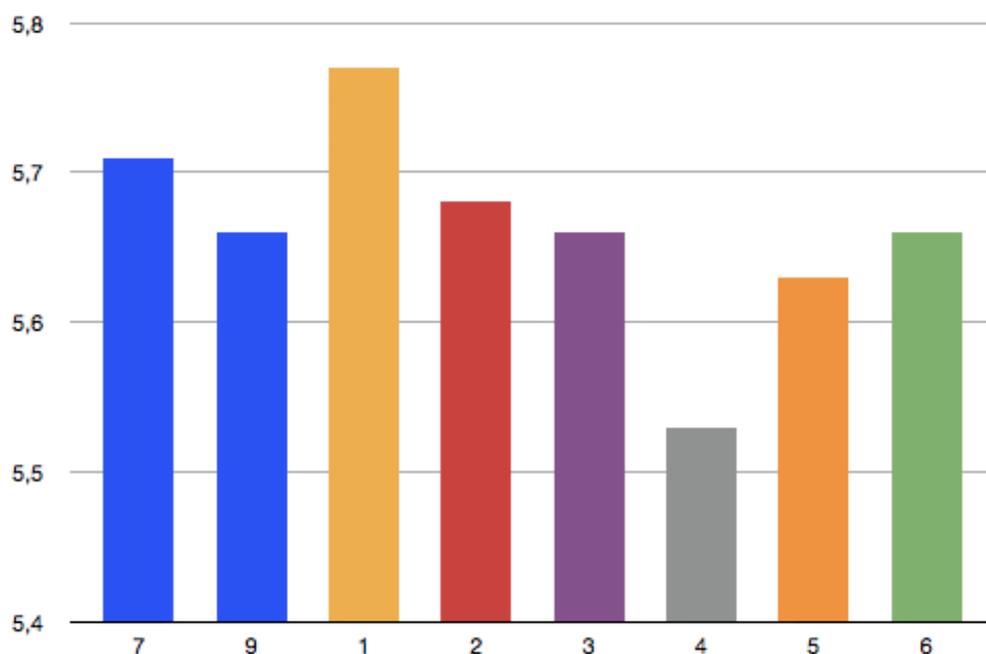


Grafico 7_ Valori di pH per campione. Campioni 7 e 9: controlli; Campioni 1,2 e 3: Suprelorin; Campioni 4,5 e 6: Improvac

Dal grafico precedente si evidenzia che il campione 4 (Improvac) è quello che ha registrato il pH più basso, mentre il campione 1 (Suprelorin) ha evidenziato il pH maggiore.

4.2 Variazioni di peso dopo trattamento termico

Dopo aver trattato termicamente i campioni, si è potuto quantificare l'entità di perdita percentuale in seguito alla cottura.

Nella seguente tabella si possono vedere i risultati ottenuti:

Campione	Peso pre cottura (g)	Peso post cottura (g)	Perdita in %
7A	99,79	70,7	29,15
7B	102,65	72,73	29,15
7C	106,15	73,29	30,96
7D	89,25	62,61	29,85
9A	170,91	118,23	30,82
9B	185,2	134,95	27,13
9C	212,07	151,33	28,64
9D	196,14	138,72	29,28
1A	123,17	87,79	28,72
1B	101,24	70,13	30,73
1C	142,45	105,68	25,81
1D	109,23	80,1	26,67
2A	132,85	92,41	30,44
2B	89,42	60,55	32,29
2C	116	78,67	32,18
2D	167,85	120,56	28,17
3A	96,56	68,5	29,06
3B	105,5	74,64	29,25
3C	87,94	63,03	28,33
3D	85,84	61,2	28,71
4A	59,59	42,6	28,51
4B	118,88	86,61	27,15
4C	80,7	57,35	28,93
4D	109,04	78,14	28,34
5A	125,37	90,18	28,07
5B	121,53	84,56	30,42
5C	146,59	102,8	29,87
5D	140,26	99,66	28,95
6A	150,39	108,36	27,95
6B	108,1	76,5	29,23
6C	185,36	137,21	25,98
6D	296,49	236,58	20,21

Tabella 13_ Pesì pre- e post-cottura con perdite percentuali dei campioni

Calcolando le medie per ogni campione, possiamo ottenere la seguente tabella.

Campione	Media (%)	d.s.	CV
7	29,78	0,85	2,85
9	28,97	1,53	5,28
1	27,98	2,2	7,86
2	30,77	1,93	6,27
3	28,84	0,41	1,42
4	28,23	0,76	2,69
5	29,33	1,03	3,51
6	25,84	3,99	15,44

Tabella 14_ Media delle perdite % post cottura con deviazione standard e coefficiente di variazione

Dai risultati precedenti si vede come il campione **6** sia quello che ha subito una perdita percentuale più contenuta (25,84%); mentre il campione che ha ottenuto una perdita maggiore è il **2** (30,77%).

4.3 Test di forza

Le prove condotte con il tenerimetro con lame a “V” (5 misurazioni per ogni campione) hanno portato ai seguenti risultati:

Tabella 15 (a)

Campione	Forza massima (N)	Lavoro (Ns)	Forza massima (kg/cm²)
7A001	63,234	105,443	6,45
7A002	51,991	76,995	5,30
7A003	48,81	88,833	4,98
7A004	41,753	98,908	4,26
7A005	65,071	107,632	6,64
7B001	41,427	82,829	4,22
7B002	50,783	99,188	5,18
7B003	41,054	71,842	4,19
7B004	50,867	77,634	5,19
7B005	37,802	79,944	3,85
7C001	54,753	93,216	5,58
7C002	67,841	112,717	6,92
7C003	54,685	89,619	5,58
7C004	61,997	99,172	6,32
7C005	52,963	79,276	5,40
7D001	37,034	79,597	3,78
7D002	23,138	62,663	2,36
7D003	49,874	99,175	5,09
7D004	37,569	94,45	3,83
7D005	54,419	97,411	5,55

(continua)

Tabella 15 (b)**(segue)**

9A001	92,652	204,308	9,45
9A002	126,901	244,362	12,94
9A003	93,204	165,056	9,50
9A004	108,483	206,657	11,06
9A005	111,573	205,489	11,38
9B001	102,387	180,452	10,44
9B002	72,588	129,408	7,40
9B003	92,902	150,195	9,47
9B004	96,833	184,086	9,87
9B005	33,484	80,915	3,41
9C001	117,363	199,321	11,97
9C002	86,502	172,18	8,82
9C003	105,945	190,037	10,80
9C004	70,862	141,161	7,23
9C005	65,757	134,266	6,71
9D001	50,812	83,341	5,18
9D002	112,214	239,377	11,44
9D003	57,398	82,663	5,85
9D004	67,089	105,049	6,84
9D005	57,844	84,693	5,90
1A001	42,404	62,527	4,32
1A002	38,916	50,017	3,97
1A003	53,93	106,55	5,50
1A004	64,941	105,627	6,62
1A005	52,817	84,245	5,39

(continua)

Tabella 15 (c)

(segue)

1B001	46,607	87,743	4,75
1B002	69,304	113,595	7,07
1B003	59,894	128,413	6,11
1B004	65,522	146,807	6,68
1B005	36,682	59,898	3,74
1C001	61,496	93,779	6,27
1C002	56,775	110,413	5,79
1C003	83,606	145,36	8,53
1C004	55,017	98,395	5,61
1C005	75,233	104,107	7,67
1D001	45,11	86,008	4,60
1D002	47,213	101,521	4,81
1D003	67,29	147,345	6,86
1D004	56,797	92,532	5,79
1D005	49,44	84,533	5,04
2A001	64,06	94,826	6,53
2A002	52,30	87,899	5,33
2A003	68,65	140,323	7,00
2A004	116,15	201,021	11,84
2A005	88,66	165,526	9,04
2B001	70,64	132,292	7,20
2B002	56,72	85,131	5,78
2B003	73,18	109,594	7,46
2B004	79,62	149,423	8,12
2B005	115,86	190,4	11,81

(continua)

Tabella 15 (d)

(segue)

2C001	97,87	157,569	9,98
2C002	90,54	144,613	9,23
2C003	67,65	124,576	6,90
2C004	84,90	138,799	8,66
2C005	73,78	134,01	7,52
2D001	37,73	60,033	3,85
2D002	51,22	73,624	5,22
2D003	49,83	76,042	5,08
2D004	65,63	115,566	6,69
2D005	40,43	63,528	4,12
3A001	50,59	68,74	5,16
3A002	38,76	52,296	3,95
3A003	36,43	58,932	3,71
3A004	/	/	/
3A005	/	/	/
3B001	49,04	99,748	5,00
3B002	48,53	64,544	4,95
3B003	45,51	70,703	4,64
3B004	75,71	129,407	7,72
3B005	43,72	75,057	4,46
3C001	52,42	76,619	5,34
3C002	44,92	82,94	4,58
3C003	21,89	31,87	2,23
3C004	39,15	65,385	3,99
3C005	53,39	68,544	5,44

(continua)

Tabella 15 (e)**(segue)**

3D001	29,34	63,141	2,99
3D002	46,02	82,58	4,69
3D003	39,74	85,6	4,05
3D004	65,73	107,825	6,70
3D005	47,35	77,01	4,83
4A001	57,173	91,139	5,83
4A002	57,553	88,842	5,87
4A003	46,64	89,225	4,76
4A004	55,212	80,013	5,63
4A005	33,82	64,975	3,45
4B001	52,748	101,091	5,38
4B002	31,202	77,847	3,18
4B003	47,051	75,659	4,80
4B004	46,825	82,488	4,77
4B005	48,024	89,457	4,90
4C001	56,059	97,452	5,72
4C002	41,805	77,971	4,26
4C003	43,352	77,183	4,42
4C004	41,25	73,854	4,21
4C005	52,191	117,957	5,32
4D001	42,827	70,689	4,37
4D002	71,157	111,145	7,26
4D003	52,347	77,317	5,34
4D004	42,852	74,492	4,37
4D005	47,576	81,148	4,85

(continua)

Tabella 15 (f)**(segue)**

5A001	51,286	80,559	5,23
5A002	56,718	101,001	5,78
5A003	45,442	79,261	4,63
5A004	42,561	65,955	4,34
5A005	35,529	50,761	3,62
5B001	46,888	74,611	4,78
5B002	42,024	76,56	4,29
5B003	56,595	121,522	5,77
5B004	62,926	124,785	6,42
5B005	83,652	139,194	8,53
5C001	56,589	111,199	5,77
5C002	97,841	207,211	9,98
5C003	113,221	229,774	11,54
5C004	88,822	144,283	9,06
5C005	48,275	108,991	4,92
5D001	54,665	82,925	5,57
5D002	84,926	137,186	8,66
5D003	59,748	121,701	6,09
5D004	48,065	83,53	4,90
5D005	108,842	206,425	11,10
6A001	56,472	85,125	5,76
6A002	76,39	124,785	7,79
6A003	64,562	102,007	6,58
6A004	60,023	88,377	6,12
6A005	71,903	100,937	7,33

(continua)

Tabella 15 (g)**(segue)**

6B001	75,542	119,383	7,70
6B002	81,827	138,175	8,34
6B003	90,047	166,944	9,18
6B004	82,662	156,014	8,43
6B005	64,617	100,33	6,59
6C001	83,823	135,059	8,55
6C002	54,29	77,501	5,54
6C003	62,642	101,247	6,39
6C004	45,69	73,366	4,66
6C005	49,319	81,833	5,03
6D001	40,648	72,253	4,14
6D002	42,334	77,647	4,32
6D003	55,464	89,563	5,66
6D004	37,919	60,168	3,87
6D005	29,715	48,747	3,03

Tabella 15 (a-g) _ Risultati dei test di forza dei campioni

Sul campione 3 non è stato possibile eseguire le 5 misurazioni standard (ma solo 3) perché la lombata era troppo sottile in seguito a un errore di taglio.

Ottenuti i dati precedenti è possibile formulare una media dei valori per ogni singolo campione.

Campione	Trattamento	Media per campione (kg/cm ²)	Media totale (kg/cm ²)	d.s.	CV
7A	Controllo	5,53	5,03	0,85	16,9
7B		4,53			
7C		5,96			
7D		4,12			
9A	Controllo	10,87	8,78	1,63	18,56
9B		8,12			
9C		9,11			
9D		7,04			
1A	Suprelorin	5,16	5,75	0,71	12,35
1B		5,67			
1C		6,77			
1D		5,42			
2A	Suprelorin	7,95	7,37	1,6	21,71
2B		8,07			
2C		8,46			
2D		4,99			
3A	Suprelorin	4,27	4,65	0,5	10,75
3B		5,35			
3C		4,32			
3D		4,65			
4A	Improvac	5,11	4,94	0,29	5,87
4B		4,61			
4C		4,79			

Campione	Trattamento	Media per campione (kg/cm ²)	Media totale (kg/cm ²)	d.s.	CV
4D		5,24			
5A	Improvac	4,72	6,30	1,73	27,46
5B		4,96			
5C		8,25			
5D		7,26			
6A	Improvac	6,72	6,25	1,6	25,6
6B		8,05			
6C		6,03			
6D		4,20			

Tabella 16_ Medie dei dati sulla tenerezza dei campioni

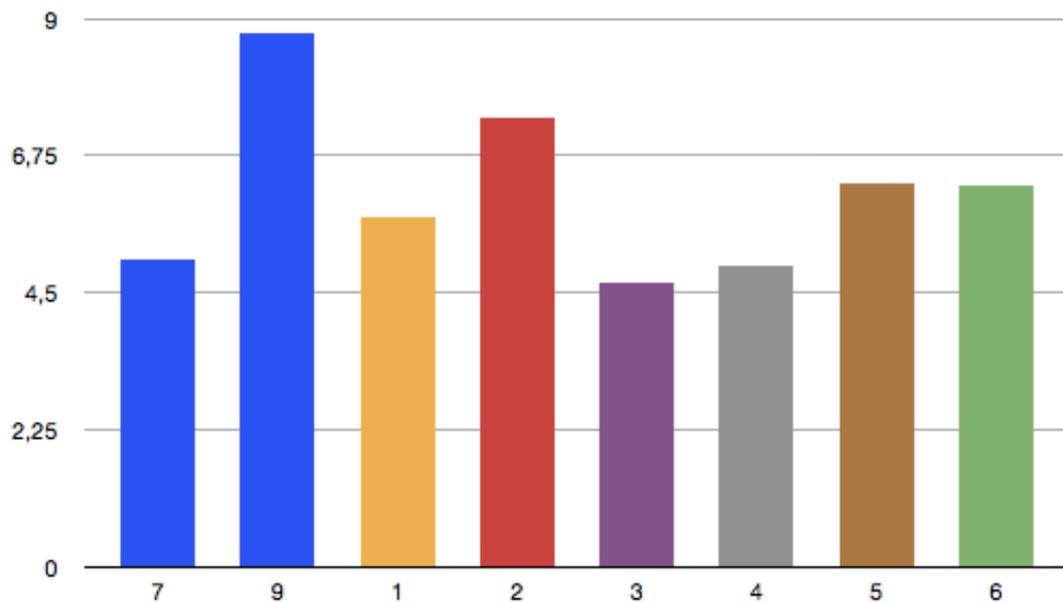


Grafico 8_ Variazione della tenerezza nei vari campioni
In ascissa: campioni; in ordinata: forza di taglio (kg/cm²)

Come si può notare dal grafico precedente, il campione che ha richiesto una maggior forza di taglio è il **9 (Controllo)**, mentre il campione più tenero risulta essere il **3 (Suprelorin)**.

4.4 Valutazione del colore

Per poter valutare il colore sono state eseguite 5 misurazioni (per ogni campione) valutando i parametri $L^*a^*b^*$ con l'illuminante standard D65 a 10° di osservazione.

Tabella 17 (a)

Campione	Lettura	D65/10°		
		L*	a*	b*
7A	1	54,7941	-1,0876	8,8289
	2	57,2734	-1,3056	7,8686
	3	53,2077	-1,6178	6,9287
	4	56,8778	-1,2148	8,1827
	5	58,0428	-1,884	7,3546
7B	1	45,2508	-0,5433	10,0179
	2	51,3667	-1,6161	9,4937
	3	49,8584	-1,3363	5,5135
	4	49,8508	-1,1879	10,1258
	5	49,3034	-1,9417	9,0361
7C	1	55,6873	-2,277	8,856
	2	55,2357	-1,2062	10,6923
	3	50,7883	-1,9215	9,0898
	4	51,7342	-1,0999	9,6475
	5	50,0638	-1,2044	9,1434
7D	1	52,9516	-2,0263	9,8743

(continua)

Tabella 17 (b)

(segue)

	2	48,9989	-0,8906	12,2822
	3	54,3558	0,2376	9,6805
	4	54,6268	-2,0354	6,1833
	5	53,7367	-1,8913	7,1235
9A	1	38,7489	1,3948	8,4954
	2	37,4436	2,4344	10,2745
	3	41,5242	0,4059	4,9478
	4	38,8092	1,0763	7,8057
	5	38,4612	1,9731	8,8589
9B	1	37,216	3,6357	8,3125
	2	40,7488	5,023	10,1601
	3	37,133	3,0826	8,479
	4	39,3278	2,376	8,675
	5	39,5925	1,7909	8,4718
9C	1	39,7751	1,6702	8,991
	2	41,4123	1,6782	11,3085
	3	48,8261	2,0137	8,2534
	4	43,525	1,0762	8,4199
	5	45,4581	0,5969	8,3751
9D	1	43,9029	-1,8159	6,1058
	2	43,5455	-0,9793	7,5376
	3	44,4715	-1,1267	7,8535
	4	46,7161	-1,2955	6,7976
	5	47,2778	0,2468	8,1813
1A	1	55,5126	-2,1114	7,7789

(continua)

Tabella 17 (c)

(segue)

	2	52,4258	0,6067	11,0719
	3	44,8696	-0,9209	8,413
	4	45,7428	0,1199	7,6752
	5	49,6619	-1,4491	8,4068
1B	1	45,0798	1,2736	10,2203
	2	50,4722	-0,0341	9,2565
	3	52,4995	0,6714	10,5116
	4	45,6672	1,4076	10,918
	5	48,1666	0,4396	9,2801
1C	1	44,8974	3,2106	11,2954
	2	48,5771	2,9069	9,2222
	3	46,4559	1,5518	9,7202
	4	44,3807	2,9347	11,1894
	5	45,5496	3,029	9,1616
1D	1	45,0828	1,8704	9,0106
	2	45,2819	0,9317	9,2877
	3	42,0105	3,6751	10,4988
	4	41,2418	2,0695	8,2875
	5	44,3799	1,2253	9,3174
2A	1	42,6668	1,6709	8,5945
	2	48,5231	2,9158	7,1717
	3	39,069	5,7844	12,0138
	4	44,7291	1,1358	9,2068
	5	36,843	4,2402	9,1886
2B	1	40,5191	10,7663	11,1122

(continua)

Tabella 17 (d)

(segue)

	2	46,3197	7,3492	8,1472
	3	41,5926	11,9981	13,5186
	4	42,205	8,8106	7,8398
	5	40,2171	9,3914	10,46
2C	1	43,0225	1,3682	8,8023
	2	41,348	1,1629	4,9944
	3	42,429	3,196	11,3457
	4	43,3778	-0,0883	7,768
	5	41,663	1,5596	7,5077
2D	1	40,2577	4,4256	8,1691
	2	43,8247	3,9242	11,4642
	3	42,4531	3,3608	8,3825
	4	39,3638	3,0073	10,4337
	5	44,7954	4,2384	8,4882
3A	1	57,0005	1,8895	7,0716
	2	56,9526	2,4224	12,2106
	3	49,525	5,5147	7,6943
	4	45,4757	5,7277	7,3213
	5	42,9828	7,2542	9,7761
3B	1	56,5209	3,2155	13,7058
	2	54,0148	1,9181	12,5389
	3	45,678	6,9465	11,7658
	4	47,7918	5,2683	8,8302
	5	57,1477	2,8958	8,3931
3C	1	56,1849	1,3046	11,0735

(continua)

Tabella 17 (e)

(segue)

	2	51,5029	3,1488	12,5289
	3	45,5769	6,7017	9,6496
	4	43,9533	8,431	11,729
	5	42,8678	7,132	10,7959
3D	1	54,0021	1,0742	11,974
	2	53,2577	-0,5348	9,8711
	3	48,8557	4,9506	9,1975
	4	46,106	7,9246	12,6702
	5	52,3431	3,8758	7,5077
4A	1	58,6959	-2,3681	5,3256
	2	57,2684	-2,5162	5,3403
	3	58,3546	-1,3935	8,8577
	4	59,7095	-2,2971	6,2224
	5	59,9655	-0,0675	7,2539
4B	1	54,6252	-0,6609	6,7237
	2	48,4317	-0,9568	8,8913
	3	50,3143	0,9444	10,0141
	4	53,0045	0,445	10,363
	5	55,2281	-0,6381	10,8736
4C	1	61,425	0,2525	8,8408
	2	57,0776	0,6659	9,5656
	3	52,2209	-0,5467	10,8549
	4	53,3409	0,3612	11,1892
	5	54,6398	0,5468	9,5541
4D	1	41,1107	2,6997	9,4176

(continua)

Tabella 17 (f)

(segue)

	2	43,6567	1,8991	10,2073
	3	45,5332	4,4828	10,7689
	4	48,6625	2,4138	11,7958
	5	41,5779	3,9003	12,0846
5A	1	48,4821	2,094	12,2609
	2	48,7204	4,5085	13,6239
	3	50,7864	1,4834	11,0644
	4	48,5982	0,1186	9,7489
	5	51,3426	3,6471	11,2031
5B	1	41,0216	-0,8821	8,3628
	2	46,4048	-0,766	7,7568
	3	49,9375	1,0832	13,0526
	4	54,4008	1,0428	12,5254
	5	53,8236	-0,4147	9,8483
5C	1	46,4105	-0,0696	10,25
	2	55,5737	-0,7918	12,6381
	3	44,7636	-1,9796	7,831
	4	44,0913	-0,2263	10,5282
	5	55,3833	-0,8707	11,3941
5D	1	55,1101	0,9651	12,8067
	2	51,1792	2,0872	13,626
	3	51,8342	0,845	12,9405
	4	55,8137	-0,4559	11,933
	5	51,1891	1,2569	13,4762
6A	1	42,9043	-0,9029	7,0227

(continua)

Tabella 17 (g)

(segue)

	2	42,8101	0,5317	9,0621
	3	38,5835	1,0402	8,1913
	4	42,7893	-1,2073	6,3512
	5	41,6948	0,6706	9,1908
6B	1	41,2189	1,8829	9,1153
	2	41,4739	1,5275	10,095
	3	39,9877	0,7377	8,9348
	4	42,9217	0,6389	9,4115
	5	44,7331	0,2464	8,978
6C	1	41,3256	0,1163	6,6625
	2	39,8044	0,3608	9,6767
	3	42,3691	0,4267	7,7312
	4	44,4266	-0,6847	8,8552
	5	45,4112	2,1078	11,1835
6D	1	40,173	1,0929	6,5316
	2	41,1463	-0,0414	5,6348
	3	41,4674	0,1578	7,0292
	4	44,071	2,7475	9,5629
	5	41,3352	-0,022	7,5122

Tabella 17 (a-g) _ Valutazione del colore con illuminante D65

Calcolando le medie per ogni campione, è possibile ottenere la seguente tabella riassuntiva.

Campione	Media D65/10°		
	L*	a*	b*
7A	56,04	-1,42	7,83
7B	49,13	-1,32	8,84
7C	52,7	-1,54	9,49
7D	52,93	-1,32	9,03
9A	39	1,46	8,08
9B	38,8	3,18	8,82
9C	43,8	1,41	9,07
9D	45,18	-0,99	7,29
1A	49,64	-0,75	8,67
1B	48,38	0,75	10,04
1C	45,97	2,73	10,12
1D	43,6	1,95	9,28
2A	42,37	3,15	9,23
2B	42,17	9,66	10,22
2C	42,37	1,44	8,08
2D	42,14	3,79	9,39
3A	50,39	4,56	8,81
3B	52,23	4,05	11,05
3C	48,02	5,34	11,15
3D	50,91	3,46	10,24
4A	58,8	-1,73	6,6
4B	52,32	-0,17	9,37
4C	55,74	0,26	10
4D	44,11	3,08	10,85

	Media D65/10°		
5A	49,59	2,37	11,58
5B	49,12	0,01	10,31
5C	49,24	-0,79	10,53
5D	53,02	0,94	12,96
6A	41,76	0,03	7,96
6B	42,07	1,01	9,31
6C	42,67	0,46	8,82
6D	41,64	0,79	7,25

Tabella 18_ Medie dei valori di L*a*b* per ogni campione con illuminante D65

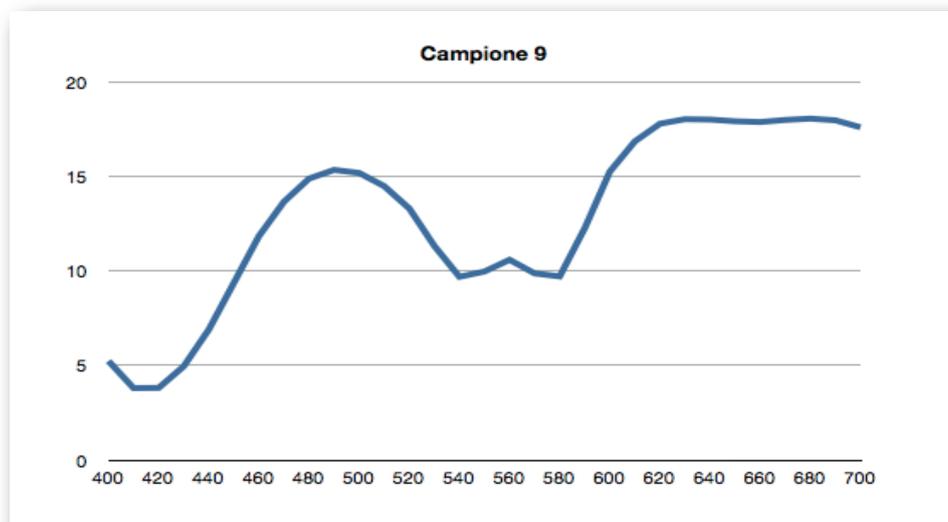
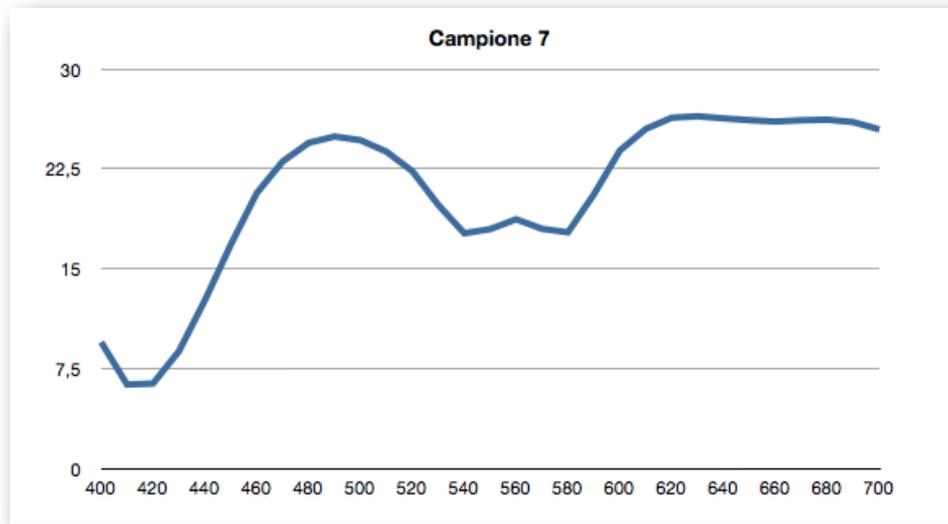
Infine, si può ottenere una tabella con il valore medio di L*a*b* e la relativa Deviazione Standard.

Campione	Trattamento	Media D65 ± d.s.		
		L*	a*	b*
7	Controllo	52,7 ± 2,83	-1,4 ± 0,1	8,8 ± 0,7
9	Controllo	41,69 ± 3,28	1,26 ± 1,71	8,31 ± 0,8
1	Suprelorin	46,9 ± 2,67	1,17 ± 1,52	9,53 ± 0,69
2	Suprelorin	42,26 ± 0,12	4,51 ± 3,57	9,23 ± 0,88
3	Suprelorin	50,39 ± 1,76	4,35 ± 0,8	10,31 ± 1,08
4	Improvac	52,74 ± 6,33	0,36 ± 2	9,20 ± 1,84
5	Improvac	50,24 ± 1,86	0,63 ± 1,36	11,34 ± 1,21
6	Improvac	42,03 ± 0,46	0,57 ± 0,43	8,33 ± 0,91

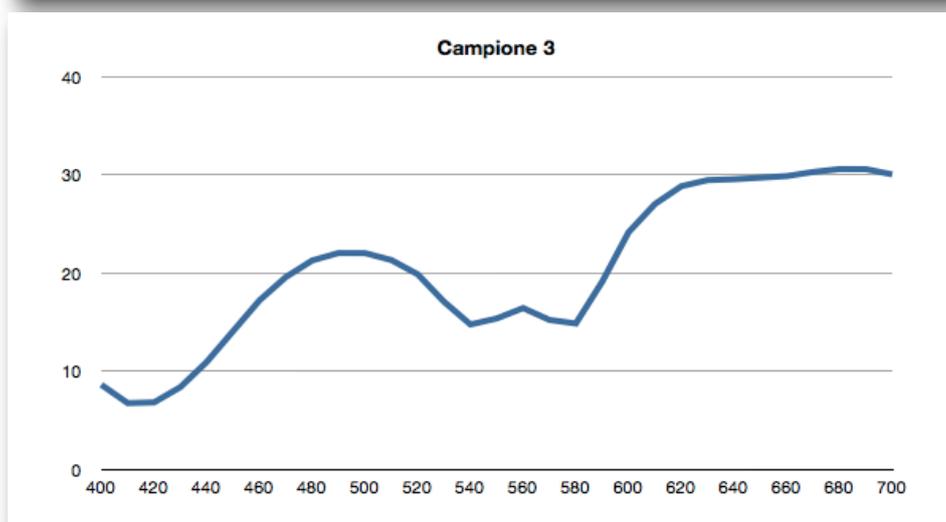
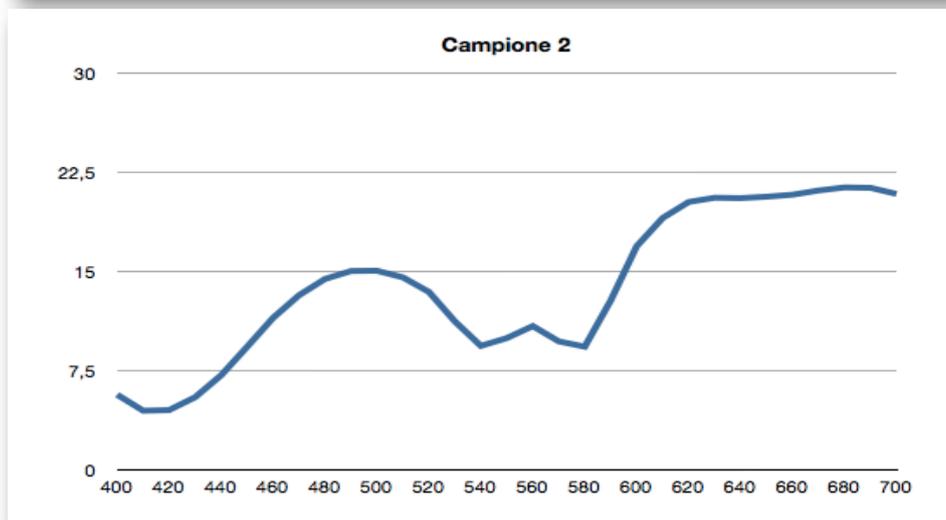
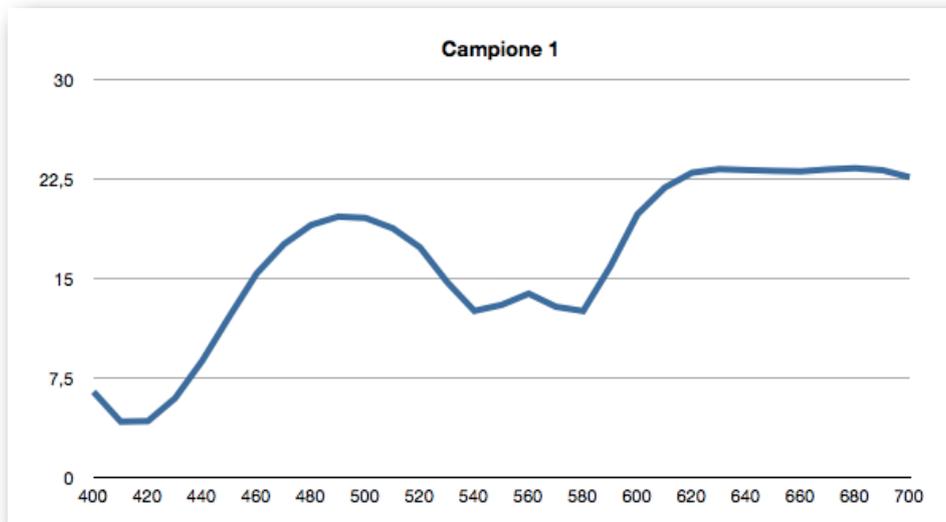
Tabella 19_ Medie dei valori di L*a*b* per ogni campione comunitario con illuminante D65 e relativa deviazione standard

Per ogni campione è stato anche sviluppato un grafico che dimostra come varia la percentuale di riflessione della luce a diverse lunghezze d'onda (da 400 a 700 nm).

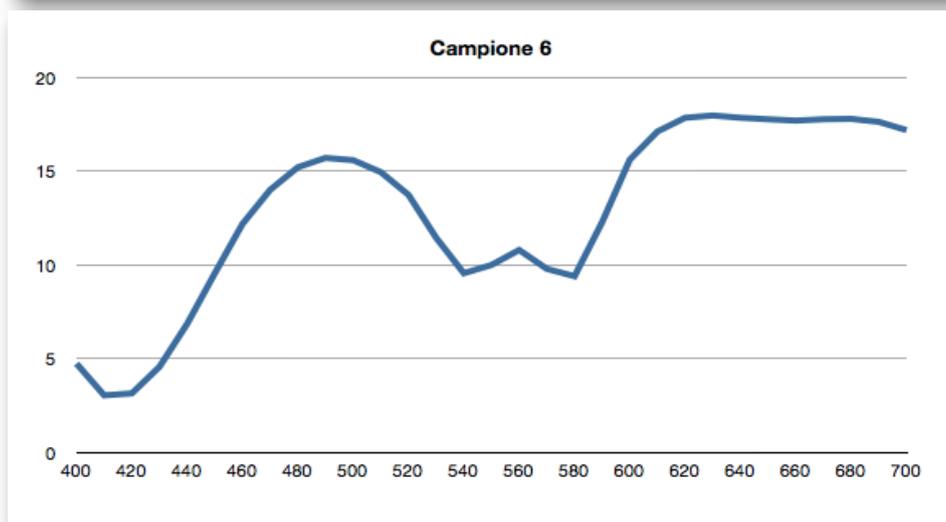
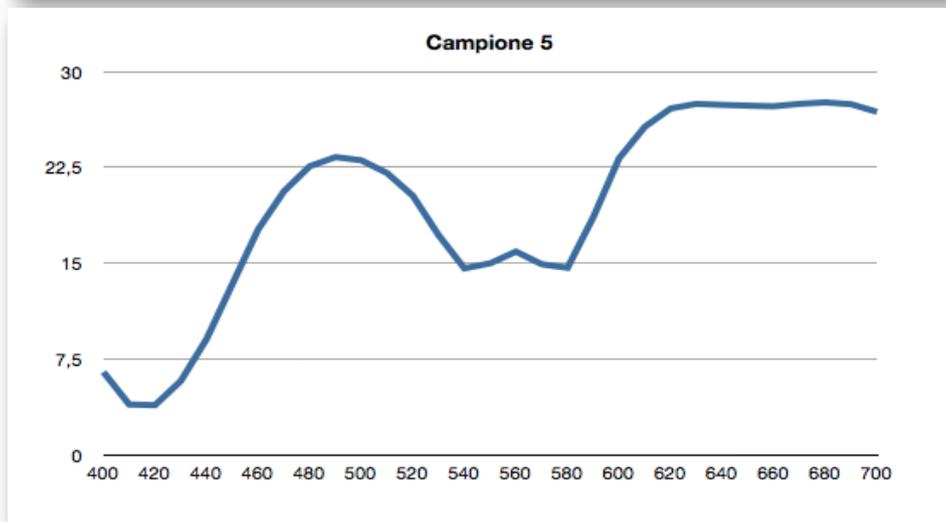
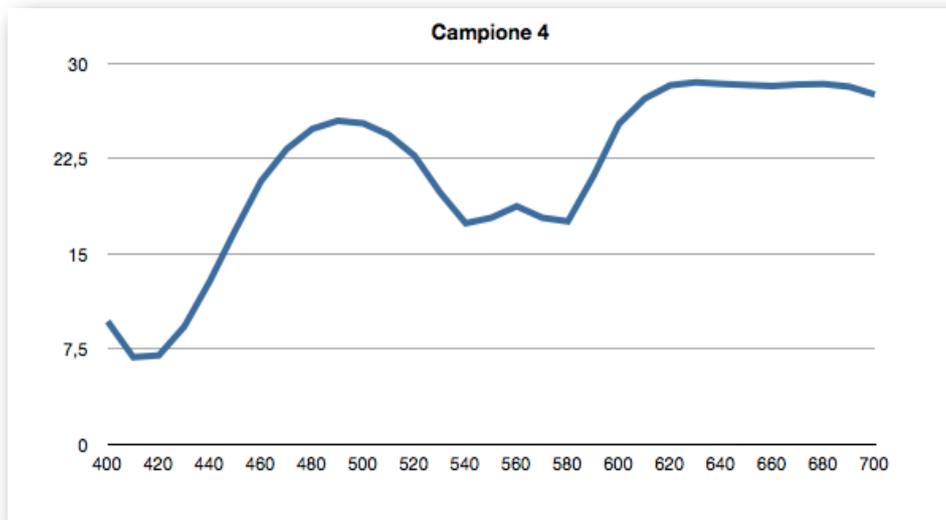
CONTROLLI (Campione 7 e 9):



Suprelorin (Campioni 1,2 e 3):



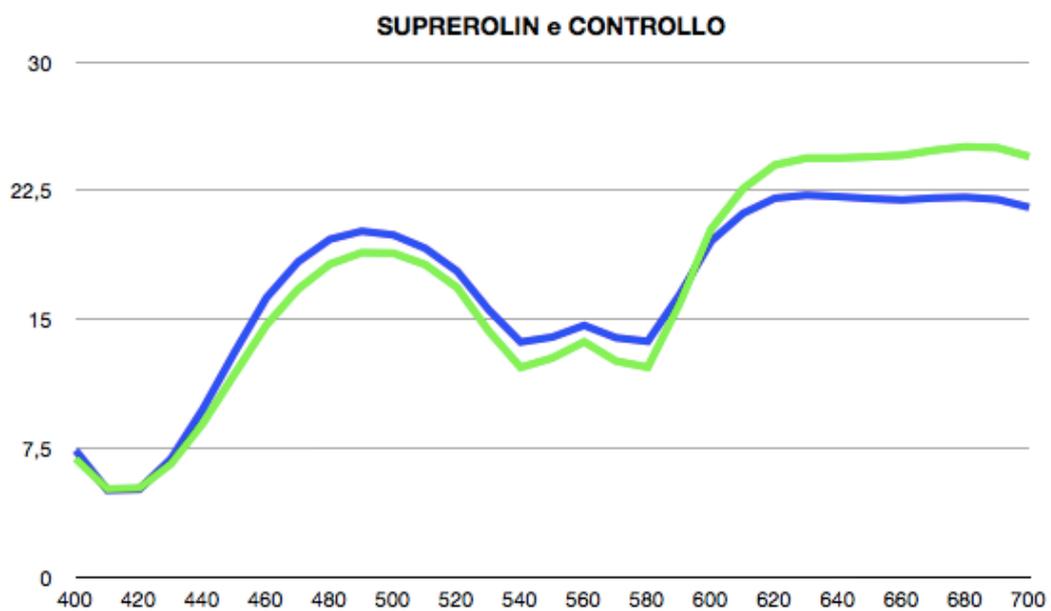
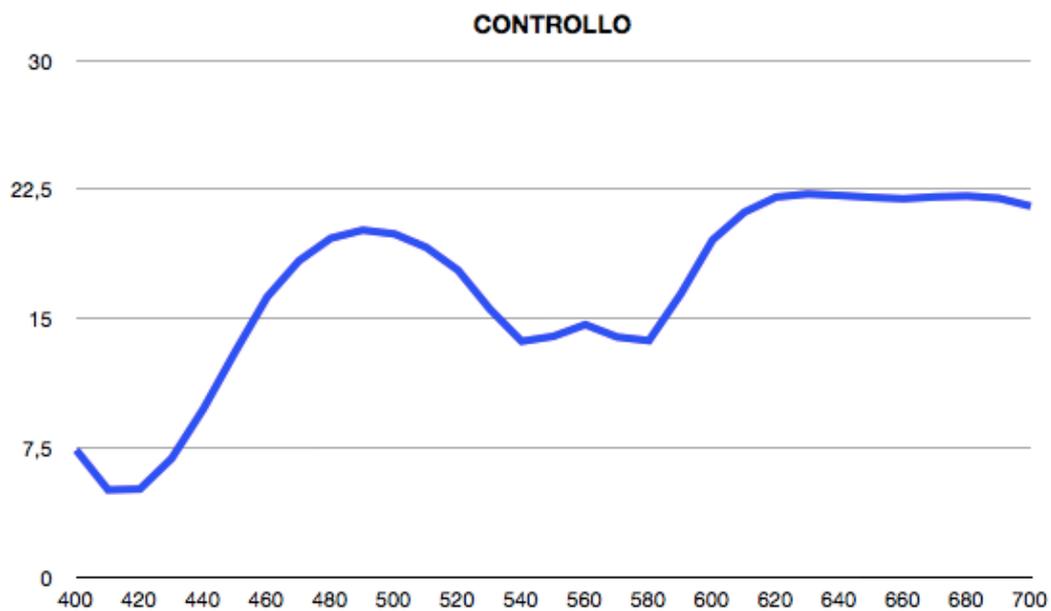
IMPROVAC (Campione 4,5 e 6):



**Grafici 9-16_ % riflessione dei vari campioni a diverse lunghezze d'onda-
In ascissa: lunghezze d'onda da 400 a 700 nm; in ordinata: % riflessione**

In associazione ai grafici precedenti, è stato anche sviluppato un singolo grafico (che risulta essere la media dei grafici per trattamento) per il Suprelorin (linea verde) e per l'Improvac (linea arancione); per poi confrontarli, nello stesso, con la media dei Controlli (rappresentati dalla linea blu).

Qui di seguito vengono proposti i grafici in questione:





Grafici 17-19_ Controllo (in blu), confronto Controllo-Suprelorin e Controllo-Improvac
In ascissa: lunghezze d'onda da 400 a 700 nm; in ordinata: % riflessione

Come si può notare dai grafici precedenti, i campioni di Suprelorin tendono mediamente ad avere una riflessione della luce minore rispetto ai Controlli; al contrario i campioni trattati con Improvac tendono ad avere una riflessione della luce maggiore rispetto al Controllo.

Per completezza sull'analisi del colore, si sono confrontati i dati medi ottenuti con uno studio su 606 suini ibridi commerciali leggeri (Mörlein et al. 2007) e 50 suini pesanti di razza Cinta Senese (Sirtori et al. 2011).

Campione		Valore	MIN	MAX	d.s.	CV
Mörlein (suini leggeri)	L*	47,35	38,76	60,26	2,74	5,79
	a*	8,06	4,73	11,28	1,05	13,02
	b*	0,14	-3,05	5,11	1,02	728,57
Sirtori (suini pesanti)	L*	45,52	/	/	2,65	5,82
	a*	12,29	/	/	1,6	13,02
	b*	3,04	/	/	1,02	33,55

Campione		Valore	MIN	MAX	d.s.	CV
7	L*	52,7	45,25	58,04	2,83	5,37
	a*	-1,4	-2,28	0,24	0,1	7,14
	b*	8,8	5,51	12,28	0,7	7,95
9	L*	41,69	37,13	48,83	3,28	7,87
	a*	1,26	-1,82	5,02	1,71	135,71
	b	8,31	4,95	11,31	0,8	9,63
1	L*	46,9	41,24	55,51	2,67	5,69
	a*	1,17	-2,11	3,67	1,52	129,91
	b*	9,53	7,67	11,29	0,69	7,24
2	L*	42,26	36,84	48,52	0,12	0,28
	a*	4,51	-0,09	12	3,57	79,16
	b*	9,23	4,99	13,52	0,88	9,53
3	L*	50,39	42,87	57,15	1,76	3,49
	a*	4,35	-0,53	8,43	0,8	18,39
	b*	10,31	7,07	13,71	1,08	10,47
4	L*	52,74	41,11	61,42	6,33	12
	a*	0,36	-2,52	4,48	2	555,55
	b*	9,20	5,33	12,08	1,84	20
5	L*	50,24	41,02	55,81	1,86	3,7
	a*	0,63	-1,98	4,51	1,36	215,87
	b*	11,34	7,76	13,63	1,21	10,67
6	L*	42,03	38,58	45,41	0,46	1,09
	a*	0,57	-1,21	2,75	0,43	75,44
	b*	8,33	5,63	11,18	0,91	10,92

Tabella 20_ Confronto tra valori medi di una prova sperimentale e valori ottenuti dal presente lavoro

4.5 Tabelle riassuntive

Per una visione complessiva, vengono proposte delle tabelle riassuntive per trattamento (ottenute dalla media dei valori per ogni campione) in base alle diverse metodiche analitiche eseguite.

pH									
	CTRL			Suprelorin			Improvac		
	media	d.s.	CV	media	d.s.	CV	media	d.s.	CV
pH	5,68	± 0,03	0,53	5,7	± 0,06	1,05	5,61	± 0,07	1,25

Tabella 21_ Effetto della modalità di castrazione sul pH della carne (d.s. = deviazione standard; CV = coefficiente di variazione)

Perdita di peso % post cottura									
	CTRL			Suprelorin			Improvac		
	media	d.s.	CV	media	d.s.	CV	media	d.s.	CV
Perdite di cottura (%)	29,4	± 0,57	1,94	29,2	± 1,43	4,9	27,8	± 1,78	6,40

Tabella 22_ Effetto della modalità di castrazione sulle perdite di cottura della carne (d.s. = deviazione standard; CV = coefficiente di variazione)

Test di forza con Tenerimetro									
	CTRL			Suprelorin			Improvac		
	media	d.s.	CV	media	d.s.	CV	media	d.s.	CV
Sforzo massimo di taglio (kg/cm²)	6,90	± 2,65	38,4	5,92	± 1,37	23,1	5,83	± 0,77	13,2

Tabella 23_ Effetto della modalità di castrazione sulla tenerezza della carne (d.s. = deviazione standard; CV = coefficiente di variazione)

Valutazione del colore									
	CTRL			Suprelorin			Improvac		
	media	d.s.	CV	media	d.s.	CV	media	d.s.	CV
L*	47,19	± 7,78	16	46,52	± 4,08	9	48,34	± 5,61	12
a*	-0,07	± 1,88	2685	3,34	± 1,88	56	0,52	± 0,14	27
b*	8,55	± 0,35	4	9,69	± 0,56	6	9,62	± 1,55	16

Tabella 24_ Effetto della modalità di castrazione sul colore della carne (d.s. = deviazione standard; CV = coefficiente di variazione)

Una volta eseguite le analisi e ottenuti i risultati, visionando in particolar modo le **tabelle 21-24**, è possibile trarre delle considerazioni sul lavoro eseguito.

Per quanto riguarda il pH, è noto (si faccia riferimento al **capitolo 2.2.4**) che il valore fisiologico post macellazione della carne di suino è compreso mediamente tra $5 < \text{pH} > 6$.

Facendo riferimento ai singoli campioni analizzati, si è registrata una maggior acidità per il campione 4 e una maggiore basicità per il campione 1.

Tenendo in considerazione le medie complessive dei campioni per trattamento, si può dedurre che non vi siano delle variazioni salienti di acidità rispetto al corrispettivo range fisiologico. Pur in assenza di una analisi statistica, si può affermare che non vi sono differenze tra le modalità di castrazione in relazione alla caduta del pH della carne, affermazione basata anche sui relativi bassi valori della deviazione standard e del relativo coefficiente di variazione.

Per quanto riguarda la perdita di peso (in %) post cottura si è evidenziato che, rispetto al Controllo (perdita media del 29,4%), i trattamenti con Suprelorin e Improvac non evidenziano riduzioni di peso dissimili (rispettivamente pari al 29,2% e al 27,8%).

Il trattamento con Improvac evidenzia una minor perdita ponderale post cottura, ma l'entità di tale riduzione (circa 1.5 punti percentuali in meno) non è tale da far ipotizzare significativi cambiamenti nella qualità organolettica della carne.

Per quanto attiene la prova di taglio, la carne delle tesi Suprelorin e Improvac sembra risultare più tenera di quella della tesi Controllo (**tabella 23**).

Tale dato deve essere tuttavia ponderato con cautela anche in relazione all'elevata variabilità riscontrata per questo rilievo sperimentale (CV che oscilla dal 13 al 38%). Inoltre, lo sforzo massimo di taglio evidenzia solo parzialmente l'effettiva durezza/tenerezza della carne essendo tale caratteristica organolettica legata anche ad altri fattori qualitativi quali l'infiltrazione di grasso e il tenore in collagene solubile.

La valutazione del colore (mediante tecnica spettrofotometrica e sistema $L^*a^*b^*$) ha permesso di evidenziare alcune differenze tra i diversi trattamenti sperimentali allo studio.

Per quanto riguarda la luminosità (L^*), la carne della tesi Improvac tende ad essere più luminosa delle altre due tipologie

Considerando l'indice del rosso (a^*) della carne, spicca come i campioni trattati con Suprelorin tendono ad essere più rossi rispetto al Controllo.

L'indice del giallo (b^*) è risultato, invece, piuttosto simile tra le tre tesi a confronto.

Come si può notare dal **capitolo 4.4**, sono stati anche formulati dei grafici che dimostrano come varia la percentuale di riflessione della luce, dei vari campioni, a diverse lunghezze d'onda (dai 400 ai 700 nm) confrontandoli direttamente con il Controllo.

I campioni trattati con Suprelorin hanno una minore riflessione della luce (rispetto al Controllo) fino ai 600 nm, per poi cambiare il loro comportamento e quindi riflettere maggiormente. Per quanto riguarda il trattamento con Improvac, invece, si può vedere come la riflessione della luce sia mediamente sempre superiore al Controllo.

Parimenti a quanto detto per la tenerezza, anche la disamina delle caratteristiche colorimetriche deve essere valutata con moderazione in relazione alla elevata variabilità riscontrata in termini di coefficiente di variazione con particolare riferimento all'indice del rosso (**tabella 24**). Tuttavia questi cambiamenti nel colore della carne risultano quelli più marcati nel complesso dello studio e, quindi, si dovrà tener conto di questa indica-

zione sperimentale in future ricerche volte a confermare eventuali effetti dei trattamenti alternativi alla castrazione chirurgica.

4.6 Analisi dei residui farmacologici

Per quanto riguarda la ricerca dei residui nella carne (si rimanda al **capitolo 3.1.5.5** per maggiori dettagli), abbiamo tentato di stabilire se il trattamento con Suprelorin comportasse la presenza di residui specifici nelle carni dei suini trattati con esso, ma tutti i tentativi si sono conclusi, per il momento, con un niente di fatto. Qui di seguito illustrerò i perché di questo apparente insuccesso che, in realtà, va visto come un dato di fatto di cui dobbiamo prendere atto.

I motivi di tale mancanza sono dati dal fatto che il principio attivo in questione (Deslorelina acetato) è a tutt'oggi (Ottobre 2012) protetto da brevetto aziendale, per cui non è disponibile la sua precisa struttura chimica.

Conseguentemente, non sono disponibili gli “standard” per tarare il cromatografo e le colonne per la cromatografia liquida ad alta pressione (stando dalla bibliografia e a quanto affermano i fornitori).

Di fronte a queste difficoltà si è comunque tentato (più volte) di estrarre il principio attivo direttamente dal farmaco (Suprelorin). Anche questa procedura ha dato una serie di problemi, in quanto non siamo riusciti a identificare dei solventi capaci di solubilizzare completamente la forma farmaceutica. A questo punto si è tentato comunque di caricare la soluzione ottenuta, solubilizzando il pellet di partenza, nel rilevatore del cromatografo per vedere se si riusciva a identificare la molecola, ma non si è riusciti a distinguere nulla (c'erano troppe interferenze probabilmente date dalla presenza degli eccipienti nella soluzione).

Come ultimo tentativo si è cercato di trovare delle colonne di purificazione che permettessero di ripulire la nostra soluzione dagli eccipienti e dalle impurità, così da ottenere solo il Deslorelin. Purtroppo, dato il grande numero di colonne di purificazione presenti in commercio (e il fatto che queste sono specifiche per ogni molecola), si sarebbe rilevata una ricerca troppo dispersiva.

Riscontrate tutte queste difficoltà, si è ipotizzato, infine, di cercare il farmaco direttamente nelle urine dell'animale. Purtroppo questa metodica non è stata possibile applicarla in quanto gli animali erano già stati macellati e smaltiti a norma di legge.

CONCLUSIONI

Il presente studio aveva l'obiettivo principale di valutare le differenze di qualità e gli aspetti sanitari, tra le carni di suini castrati chirurgicamente (a sette giorni di vita), immunologicamente (con il vaccino Improvac) e chimicamente (con il Suprelorin).

La castrazione viene eseguita per evitare che la carne, sotto l'effetto degli ormoni sessuali, assuma un odore caratteristico (simile a quello dell'urina e del sudore) definito "odore di ferro". Tale "fragranza" viene considerata come un difetto della carne ed è ben poco apprezzata dai Consumatori.

Fulcro centrale di questa tesi è stato l'utilizzo del Deslorelin (commercialmente conosciuto come Suprelorin), farmaco commercializzato dalla Virbac e usato comunemente per la soppressione dell'attività testicolare negli animali d'affezione (principalmente cane e gatto).

Il farmaco in questione è stato utilizzato su un campione ristretto di tre suini (mediante un impianto a lento rilascio nella regione retro-auricolare destra). Tale prova sperimentale risulta essere, a quanto ho potuto desumere dalla bibliografia, assolutamente una delle prime nel settore.

Su tutti i campioni (8 in totale: 2 controlli, 3 trattati con Improvac e 3 con Suprelorin) sono state eseguite analisi sulla qualità e sugli aspetti sanitari quali: valutazione di pH, tenerezza, colore, perdita di peso percentuale post cottura e, infine, ricerca dei residui del farmaco.

Dall'esame dei risultati ottenuti dalla nostra indagine si può evincere come, generalmente, non vi siano delle sostanziali differenze, in materia di qualità della carne, tra i campioni di animali castrati chirurgicamente (Controllo) e i soggetti trattati con castrazione immunologica (Improvac) e chimica (Suprelorin).

Da un'analisi più critica e specifica dei risultati ottenuti è emerso, però, che la carne trattata con Improvac tende ad essere più luminosa e tenera rispetto al Controllo, mentre i campioni con Suprelorin hanno una colorazione nettamente più rossastra (mantenendo pur sempre una maggior tenerezza). Questo fatto di per sé va principalmente a influenzare l'accettabilità del prodotto da parte del Consumatore in quanto le carni

troppo scure sono tendenzialmente lasciate da parte, a favore di quelle più luminose e chiare.

Per quanto riguarda gli altri parametri analizzati (pH e perdita di peso percentuale post cottura) non si sono evidenziate differenze rispetto al Controllo.

E' comunque da tenere ben presente che lo studio è stato eseguito su un numero molto ristretto di campioni, quindi i dati ottenuti sono da considerare come una analisi preventiva in attesa di uno studio futuro più cospicuo.

In materia di ricerca dei residui di Deslorelin (Suprelorin) nella carne trattata, non è stato possibile giungere a una conclusione in quanto il principio attivo è protetto da brevetto aziendale e quindi non è disponibile sul mercato, attualmente, la sua specifica struttura chimica utile per la ricerca mediante la cromatografia liquida con rilevatore in spettrometria di massa. Per ovviare a questo problema si è cercato di isolare la molecola dal farmaco solubilizzato, ma non si è riusciti a portare a termine questa operazione per problematiche tecniche.

In conclusione, il presente lavoro vuole porsi come uno studio preventivo nell'ottica, in un futuro, di ripetere le stesse analisi su un maggior numero di campioni, cercando oltretutto una metodica efficace di estrazione del farmaco dalla carne.

BIBLIOGRAFIA

1. Ballin N. (2010) "Authentication of meat and meat products". *Meat Science*, 86, 577-587.
2. Chmiel M., Slowinski M., Dasiewicz K. (2011) "Lightness of the color measured by computer image analysis as a factor for assessing the quality of pork meat". *Meat Science*, 88, 566-570.
3. Cunningham J., (2006) "Manuale di fisiologia veterinaria", terza edizione, Roma, Antonio Delfino Editore.
4. D'Alessandro A., Rinalducci S., Marrocco C., Zolla V., Napolitano F., Zolla L. (2012) "Love me tender: An Omics window on the bovine meat tenderness network". *Journal of Proteomics*, 75, 4360-4380.
5. Dunne P.G., Monahan F.J., O'Mara F.P., Moloney A.P. (2009) "Colour of bovine subcutaneous adipose tissue: A review of contributory factors, associations with carcass and meat quality and its potential utility in authentication of dietary history". *Meat Science*, 81, 28-45.
6. Dunshea F.R., D'Souza D.N., Pethick D.W., Harper G.S., Warner R.D. (2005) "Effects of dietary factors and other metabolic modifiers on quality and nutritional value of meat". *Meat Science*, 71, 8-38.
7. Dyce K.M., Sack W.O. (2006) "Testo di Anatomia Veterinaria", terza edizione, Roma, Antonio Delfino Editore.
8. Hopkins D.L., Fogarty N.M., Mortimer S.I. (2011) "Genetic related effects on sheep meat quality". *Small Ruminant Research*, 101, 160-172.

9. James B., Yang S.W. (2011) "Testing meat tenderness using an in situ straining stage with variable pressure scanning electron microscopy". *Procedia Food Science*, 1, 258-266.
10. Lefaucheur L. (2010) "A second look into fibre typing - Relation to meat quality". *Meat Science*, 84, 257-270.
11. Leygonie C., Britz T.J., Hoffman L.C. (2012) "Impact of freezing and thawing on the quality of meat: Review". *Meat Science*, 91, 93-98.
12. Mancini R., Hunt M. (2005) "Current research in meat color". *Meat Science*, 71, 100-121.
13. Morlein D., Link G., Werner C., Wicke M. (2007) "Suitability of three commercially produced pig breeds in Germany for meat quality program with emphasis on drip loss and eating quality". *Meat Science*, 77, 504-511.
14. Pakula C., Stamminger R. (2012) "Measuring changes in internal meat colour lightness and colour opacity as predictors of cooking time". *Meat Science*, 90, 721-727.
15. Pearce K.L., Rosenvold K., Andersen H.J., Hopkins D.L. (2011) "Water distribution and mobility in meat during the conversion of muscle to meat and ageing and the impacts on fresh meat quality attributes - A review". *Meat Science*, 89, 111-124.
16. Prieto N., Roehe R., Lavín P., Batten G., Andrés S. (2009) "Application of near infrared reflectance spectroscopy to predict meat and meat products quality: A review". *Meat Science*, 83, 175-186.
17. Rang H.P., Dale M.M. (2003) "Pharmacology", fifth edition, Loanhead, Elsevier.

18. Ruusunen M., Puolanne E., Sevón-Aimonen M.L., Partanen K., Voutilainen L., Niemi J. (2012) "Carcass and meat quality traits of four different pig crosses". *Meat Science*, 90, 543-547.
19. Schwartzkopf-Genswein K.S., Faucitano L., Dadgar S., Shand P., González L.A., Crowe T.G. (2012) "Road transport of cattle, swine and poultry in North America and its impact on animal welfare, carcass and meat quality: A review". *Meat Science*, 92, 227-243.
20. Scollan N., Hocquette J.F., Nuernberg K., Dannenberger D., Richardson I., Moloney A. (2006) "Innovations in beef production systems that enhance the nutritional and health value of beef lipids and their relationship with meat quality". *Meat Science*, 74, 17-33
21. Sirtori F., Crovetto A. (2011) "Effect of sire breed and rearing system on growth, carcass composition and meat traits of Cinta Senese crossbred pigs". *Italian Journal of Animal Science*, volume 10:e47
22. Toldrà F., Aristoy M.C., Mora L., Reig M. (2012) "Innovations in value addition of edible meat by-products". *Meat Science*, 92, 290-296.
23. Sosnicki A.A., Newman S. (2010) "The support of meat value chains by genetic technologies". *Meat Science*, 86, 129-137.
24. Troy D.J., Kerry J.P. (2010) "Consumer perception and the role of science in the meat industry". *Meat Science*, 86, 214-226.
25. Webb E.C., O'Neill H.A. (2008) "The animal fat paradox and meat quality". *Meat Science*, 80, 28-36.

26. Wood J., Nute G., Richardson R., Whittington F., Southwood O., Plastow G., Mansbridge R., Costa N., Chang K. (2004) "Effects of breed, diet and muscle on fat deposition and eating quality in pigs". *Meat Science*, 67, 651-667

27. Zhou G.H., Xu X.L., Liu Y. (2010) "Preservation technologies for fresh meat - A review". *Meat Science*, 86, 119-128.

SITOGRAFIA

- **ERSAF: Ente regionale per i servizi all'agricoltura e alle foreste**

http://www.ersaf.lombardia.it/servizi/notizie/notizie_homepage.aspx

Ultima consultazione il: 17 Agosto 2012

- **MecCarni**

<http://www.mec-carni.com/home.asp>

Ultima consultazione il: 23 Agosto 2012

- **US Department of Agriculture**

<http://www.usda.gov/wps/portal/usda/usdahome>

Ultima consultazione il: 15 Luglio 2012

- **European Medicines Agency**

http://www.ema.europa.eu/docs/it_IT/document_library/EPAR_-_Product_Information/veterinary/000109/WC500068835.pdf

Ultima consultazione il: 22 Luglio 2012

- **Virbac - Animal Health**

<http://www.virbac.co.uk/product.aspx?pid=194&product=68&&category=50#page=page-BRAND>

Ultima consultazione il: 10 Luglio 2012

- **Pfizer - Animal Health**

<http://www.improvac.com/sites/improvac/Pages/splash.aspx>

Ultima consultazione il: 10 Luglio 2012

- **Suivet**

<http://www.suivet.it/castrazione-suino-adulto.aspx>

Ultima consultazione il: 3 Luglio 2012

- **30 Giorni - Organo Ufficiale di FNOVI ed ENPAV** (da pag. 7 a 12)

<http://www.trentagiorni.it/files/numeriCompleti/dic10.pdf>

Ultima consultazione il: 28 Luglio 2012

- **Brancaleone da Norcia**

<http://www.brancaleonedanorcia.it/page.asp?ID=41>

Ultima consultazione il: 24 Agosto 2012

- **Konica Minolta**

<http://www5.konicaminolta.eu/it/strumenti-di-misura/home.html>

Ultima consultazione il: 26 Settembre 2012

- **Waters**

<http://www.waters.com/waters/home.htm>

Ultima consultazione il: 28 Settembre 2012

Ringraziamenti

Al prof. Giaccone, per avermi appassionato alla materia, per la sua sempre presente disponibilità e per la pazienza che ha sempre avuto anche quando mi presentavo in ufficio senza dare alcun preavviso. Grazie davvero!

Ai miei genitori, perchè mi hanno permesso di conseguire una seconda laurea senza farmi mai pesare nulla. Tranquilli, non ci saranno altre lauree dopo questa!!!

A mia sorella, perchè non avrei mai pensato di instaurare un così bel rapporto con te. Ti voglio veramente tanto bene.

A mia nonna, perchè darei qualsiasi cosa per averti ancora lucida di mente e per poterti abbracciare come facevo da piccolo. Mi manchi davvero tanto.

A mio nonno, perchè i tuoi “Avanti sempre!” mi hanno spronato ad arrivare alla fine di questo lungo percorso.

A Michele, perchè con te ho imparato un sacco di cose e ne imparerò sempre a valanghe. Grazie per esserci sempre.

Alle dottoresse Marina & Anna perchè siete sempre state un grande punto di riferimento durante questi anni. Questa laurea, grazie alle nostre uscite conviviali, è stata fondata su SOLIDE fondamenta a base di Spritz :-)

A Luca, perchè sei il mio miglior amico e non a caso ti sopporto da 12 anni consecutivi senza ancora averti soffocato!

Ai miei amici di Cone (Deddy, Elly e Frà) che, anche se non vedo mai, sono sempre nei miei pensieri.

A Marta perchè in tutti questi anni mi hai accompagnato passo dopo passo durante questa avventura veterinaresca. Ricorderò per sempre le nostre notti (rigorosamente fino alle 4 di notte a colpi di Red Bull e sigarette) in cui io studiavo animali morti mentre tu programmavi strani artifici al computer. Grazie davvero di tutto. Ti voglio bene!

Ai galletti Tommaso ed Enry per aver sempre rallegrato le mie serate rodigine.

A Enrico, perchè sei una figura importante nella mia vita e sempre lo sarai. Grazie!.

Ai miei compagni di corso (in particolare a Michela, Enrico, Andrea, Bea, Cami, Giò, Glò, Mel, Summer) perchè mi avete permesso di passare 5 anni con delle persone splendide come voi e perchè mi avete sempre spronato ad andare avanti anche quando non avevo voglia di studiare :-). Un grazie in particolare a Michela e Enrico per tutte le lunghissime e infinite maratone di studio pre-esame...con momenti di deliri inclusi!

A Loretta, perchè in questi 5 anni in Croce Rossa mi hai insegnato a affrontare qualsiasi tipologia di intervento e perchè mi hai sempre spiegato le cose con pazienza e dedizione durante le nostre lunghe notti in turno 118. Se sono un bravo Volontario (e spero proprio di esserlo) è solo ed esclusivamente per merito tuo!

A Cajo perchè, anche se sei solo un boxer, sei stato la miglior cavia che un veterinario in erba potesse mai avere!

A Lucia e Riccardo, per avermi insegnato le manualità del laboratorio e per la loro sempre presente disponibilità.

Al Dott. Segato per l'aiuto nell'interpretazione statistica dei dati e per le dritte prima della stampata finale.

Ultimi, ma non meno importanti, ringrazio tutti quelli che a suo tempo mi avevano detto che Veterinaria sarebbe stata troppo difficile per me. Senza di voi non ci sarebbe stata tutta questa magia! Brindo a voi :-)