

Dottorato di ricerca
"Produzioni Animali, Sanità e
Igiene degli Alimenti
nei Paesi a Clima Mediterraneo"
Anno 2004

Università degli Studi di Pisa
Facoltà di Medicina Veterinaria
Dipartimento di Produzioni Animali

Tesi di Dottorato:

**"Effetto del pascolo erbaceo sulle
caratteristiche dei prodotti
freschi e stagionati di suini di
razza Cinta Senese"**

Dottorando:

Dott. Jacopo Goracci

Docente guida:

Dott.ssa Lorella Giuliotti

Indice

Indice	3
1.0 Il pascolo nell'alimentazione del maiale	5
1.1 Ricostruzione storica dell'attività pascolativa del maiale in relazione alle attività dell'uomo	5
1.2 Principali essenze per il pascolo dei suini	9
1.3 L'attività pascolativa del suino	16
1.4 L'allevamento suino biologico	34
2.0 Cinta Senese: origine, evoluzione e prospettive future	39
3.0 Qualità della carne suina	46
3.1 Le realtà di mercato	46
3.2 Produrre la qualità	48
4.0 Scopo	67
5.0 Materiali e metodi	68
5.1 L'azienda	68
5.2 La prova sperimentale	69
5.3 Rilievi e analisi effettuate	72
5.4 Analisi statistica	79
6.0 Risultati e discussione	80
7.0 Conclusioni	97
Bibliografia	99
Ringraziamenti	124

1.0 Il pascolo nell'alimentazione del maiale

"Per quanto in Alta Italia il carattere intensivo delle coltivazioni e l'esistenza delle marcite (che non potranno mai essere pascolate) faranno sempre preferire al pascolo propriamente detto la somministrazione di foraggio verde raccolto, io ho voluto nella mia trattazione dare la precedenza al pascolo perché esso rappresenta il metodo classico, l'ottimo in confronto al buono". Così nel 1928 scriveva Stanga per sottolineare l'importanza dell'attività di pascolamento del maiale in Italia.

Anche in America si affermava che *"Il suino è per natura un animale da pascolo, sebbene non sia un ruminante; esso accetta qualsiasi erbaggio comune e lo trasforma forse a migliori condizioni del bovino"* (Wing, 1909).

1.1 Ricostruzione storica dell'attività pascolativa del maiale in relazione alle attività dell'uomo

Il suino domestico si è evoluto da una particolare sub-specie del cinghiale euro-asiatico (*Sus scrofa*) circa 9000 anni fa (Giuffra e coll., 2000). La domesticazione dei cinghiali selvatici sembra essere iniziata in maniera indipendente sia in Asia che in Europa (Giuffra e coll., 2000); originariamente, invece, erano lasciati in uno stadio pre-agricolo di raccoglitori, nutrendosi di piante, frutti del bosco, radici e carogne, nonché larve, insetti, vermi, giovani mammiferi e uccelli terricoli (Baars e coll., 2006).

Il ruolo del maiale, e delle persone che lavoravano con lui, ha avuto nei secoli un'evoluzione molto drastica

e netta. Esiste infatti un profondo spartiacque tra la cultura greco-romana e quella ebraico-cristiana, dal momento che il maiale assunse valenze fortemente negative, rendendolo simbolo dei più istinti bassi, dell'impurità latente in una corporeità costantemente sottoposta alla tentazione. Così, mentre per i Greci e poi successivamente per i Romani l'associazione fra maiale e sessualità non aveva alcun carattere negativo, la nuova concezione di demonizzazione del corpo e svalutazione della materialità, a vantaggio di una sempre crescente divinizzazione dell'anima e della dimensione dello spirituale fece ribaltare completamente la "figura sociale" del suino (Orlotti, 1998). Nel mondo ellenico il porco veniva infatti ritenuto un instancabile copulatore, di gran lunga superiore a tutti gli altri animali, come sottolinea per esempio Aristotele nella sua *Historia animalium*, senza però sottintendere ad alcuna valenza negativa. Come il cammello, l'irace e il coniglio, il maiale era invece escluso dall'alimentazione e qualificato "impuro" dalla letteratura ebraica, i.e. libro del Levitico e Deuteronomio (Garrone, 2005). Il suino diviene quindi una vera e propria icona, una metafora dell'uomo stesso e delle sue qualità fisiche e morali, nel bene e nel male, al punto che lussuria e parsimonia possono essere entrambe rappresentate dal maiale: emblema del risparmio, come salvadanaio, ma anche segno di pensieri e atti lontani dalla morale, quali fecondità, desiderio sessuale e benessere ad ogni costo. In Cina, infatti, il porco era il dodicesimo dei segni zodiacali, quale simbolo, positivo, della forza virile.

A testimonianza di ciò importante ricordare che nell'Alto Medioevo quello del porcaro era uno dei mestieri più stimati e tenuti in grande considerazione presso l'opinione pubblica. Anche in Italia l'Editto di

Rotari, la prima raccolta di leggi emanata dopo la fine dell'Impero Romano dai Longobardi (643 d.C.), evidenzia come la categoria lavorativa più tutelata fosse proprio quella dei pastori e al loro interno in particolar modo dei porcari: chi avesse ucciso un *magister porcarius*, il maestro porcaro con due o tre apprendisti al proprio servizio, sarebbe stato condannato al pagamento di una multa di 50 soldi d'oro, il valore più alto in assoluto, pari solo a quello dell'artigiano specializzato (*ministerialis*). 20 soldi "valevano" invece gli altri pastori (*caprari*, *pecorai*, *bovari*), 20 soldi i contadini. Quindi, secondo la mentalità dei nuovi padroni, la vita di un guardiano di porci valeva due volte e mezzo quella di un agricoltore (Cherubini, 1986; Barlucchi, 1999a; Barlucchi, 1999b).

Esisteva infatti un vero e proprio esercito di porcari impiegato nella sorveglianza degli animali: tali animali poi potevano usufruire per la loro alimentazione anche dei campi quando al suolo restavano le stoppie, cioè una volta terminato il raccolto e prima della nuova semina. Nell'Impero Romano si stima infatti un consumo di circa 250000 maiali all'anno nel II-III secolo (Vera, 2005).

Così in epoca altomedievale il maiale era anche il vero re della foresta: per esempio, è noto che il monastero di S.Giulia (Brescia) nel X secolo riceveva come "decima" dagli abitanti della selva di Migliarina (Carpi) ben 400 maiali. Ciò significa che il numero totale di capi allevati doveva raggiungere i 4000 soggetti. Così come la "decima" dei maiali pagata dai coloni ai signori della zona di Legnago (Verona) nel X secolo era di 355 capi, cifra perfettamente in linea con quella precedente (Cherubini, 1986; Barlucchi, 1999a; Barlucchi, 1999b).

Per rendersi conto della centralità che il pascolo dei maiali avesse fra le diverse attività di sfruttamento della foresta basta scorrere i documenti dell'Alto Medioevo da cui si evince che i boschi venivano "misurati" direttamente in base al numero di animali che potevano nutrire. Nell'inventario del monastero di S. Giulia a Brescia si diceva ad esempio: "*Il bosco di Alfiano può ingrassare 700 porci*", omettendo qualsiasi altra informazione (Cherubini, 1986; Barlucchi, 1999a; Barlucchi, 1999b).

In tutta Italia, fin da tempi più remoti, l'allevamento del maiale era condotto sfruttando la sua innata attitudine al pascolamento sia in bosco, che su distese erbose naturali o coltivate. Nell'Italia Centro-Meridionale e Insulare, però, il valore alimentare dei cotici crollava durante la stagione estiva per ovvie ragioni climatiche, favorendo, quindi, soprattutto nell'Italia Settentrionale lo sviluppo dell'allevamento brado o semi-brado del maiale. Anche in tali regioni, però, con l'aumento dell'importanza del legname e i grandi progressi effettuati in campo agronomico, la gestione dei suini perse la caratteristica estensivizzazione, confinando così gli animali in recinti, cortili o porcili veri e propri. Ciò venne accompagnato anche al cambiamento della tecnica di alimentazione, passando all'esclusivo impiego di cascami di cereali (i.e. crusca), granoturco e sottoprodotti dell'industria lattiero-casearia. Tali pratiche provocarono negli animali una "*perdita di vitalità e di resistenza*", portando alla nascita di "*ogni sorta di difficoltà (...) e principalmente le malattie*" e relegando il suino ad essere considerato "*un animale delicato e perdette di reputazione*" (Stanga, 1928). In alcuni casi i suini venivano nutriti principalmente con scarti di

lavorazione provenienti da birrerie, distillerie, mulini e fornai, caseifici, fino ad arrivare allo sfruttamento delle parti non digerite nelle feci di buoi alimentati ad orzo schiacciato (Baars e coll., 2006). La qualità delle produzioni non era lo scopo di tale allevamento, bensì la rapida eliminazione degli "scarti" aziendali. Il maiale è infatti il più efficiente convertitore in carne dell'energia alimentare ricavata da vegetali a basso contenuto di cellulosa: in media il 35%, contro il 13% degli ovini e il 6.5% dei bovini (Vera, 2005).

Purtroppo, con il passare degli anni, anche nelle altre zone dell'Italia l'allevamento suino rimase gestito in maniera estensiva solo nelle aree scarsamente vocate ad un'agricoltura "meccanizzata", generando, così, problemi simili a quelli precedentemente descritti. Nonostante ciò, la produzione di maiali risultava non costante in quantità e qualità, perché ancora troppo legata ai raccolti di mais e ghiande, con ricadute negative in termini di disponibilità di carne sia per il consumo nazionale, che per le esportazioni.

1.2 Principali essenze per il pascolo dei suini

*ERBA MEDICA (*Medicago sativa*)*

Tra tutte le piante erbacee, quelle che soddisfano maggiormente le esigenze di suini al pascolo sono senza dubbio le leguminose, e in modo particolare l'erba medica, che riesce a fornire una grande quantità di massa verde e influisce positivamente sulla formazione e lo sviluppo delle ossa e dei muscoli degli animali (Stanga, 1948). Pur avendo notevoli vantaggi, la medica non può essere considerata un alimento completo, infatti è abbastanza povera in carboidrati: un foraggio fresco di

medica a metà fioritura ha il 40.4% di estrattivi inazotati/S.S. vs. 48.5% di un buon prato-pascolo (Borgioli, 1972). È perciò necessaria la contemporanea somministrazione di un cereale (i.e. mais) che completi l'apporto energetico della razione.

GRAMIGNA (*Cynodon dactylon*)

Anche la Gramigna può assumere un ruolo rilevante per il pascolamento dei suini anche in terreni aridi, grazie alla sua elevata resistenza alla siccità. Dal punto di vista nutrizionale risulta essere un ottimo alimento proteico (8.3-14.2% S.S.; Butterworth, 1963), confermando il fatto che animali alimentati con eccesso di carboidrati la ricercano con estrema avidità (Stanga, 1948).

RAVIZZONE (*Brassica Napus Oleifera*)

E' ritenuto da molti anni uno dei migliori foraggi annuali per il maiale: ha un'ottima appetibilità e un alto contenuto in proteina pur non essendo una leguminosa (fino al 37% S.S. nella pianta giovane e al 2.0% S.S. in fase avanzata) (Smith, 1944). Per il consumo diretto da parte dei suini viene consigliata la semina a file distanti 0.6-0.75 m, per facilitarne la sarchiatura e diminuirne il calpestio da parte degli animali (Fig. 1).

Fig. 1. Suini al pascolo su ravizzone seminato a file.



La biomassa fornita dall'inizio di Giugno a metà Novembre è di circa 800 q.li/ha, permettendo quindi di avere pascolo verde anche durante i mesi estivi, a patto che ciò non sia permesso prima che le piante abbiano raggiunto almeno 0.4 m di altezza. In questo modo è possibile allevare in Primavera da 15 a 30 lattoni o da 3 a 5 scrofe per ettaro (Evard e Hechler, 1918).

Attenzione, però, deve essere fatta al grado di umidità: se pascolato bagnato può causare abrasioni cutanee; tale fenomeno risulta meno frequente nelle razze rustiche a manto scuro (Stanga, 1928) come la Cinta Senese.

Una pratica utilizzata in passato (Evard e Hechler, 1918) era quella della consociazione del ravizzone con il mais, fornendo risultati migliori di quelli ottenuti con mais ed erba medica. Gli stessi AA dimostrarono infatti che per ottenere un incremento di circa 100 kg di PV erano necessari 353.4 kg di integrazione di mais su pascolo di medica, mentre ne occorrevano 18.2 in meno sul ravizzone.

BARBABIETOLA (*Beta vulgaris*)

Le barbabietole hanno un alto contenuto energetico e sono assunte volentieri sia dai suini riproduttori che da quelli all'ingrasso. Prima di essere somministrate non devono essere lavate; tagliandole si facilita decisamente la distribuzione ma si toglie ai suini la possibilità di tenersi occupati. Queste possono coprire dal 30 fino al 40% di tutta la S.S. della razione. La quantità massima ingeribile è di circa 1,8 Kg di S.S., che significa circa 10 Kg di barbabietole per scrofa al giorno o 2 kg per i giovani animali (Giannone, 2002). Chiaramente in questo caso gli alimenti di completamento della razione dovranno essere ricchi di proteine.

Un interessante applicazione potrebbe essere quella dell'utilizzazione diretta in campo da parte dei suini durante il periodo autunno-invernale, offrendo un alto contenuto energetico proprio quando le risorse alimentari scarseggiano (Giannone, 2001).

SORGO (*Sorghum spp.*)

Risulta un ottimo alimento da utilizzare in tutte le fasi di allevamento anche in percentuali pari al 50-70% della razione giornaliera, a patto che si evitino tipologie *bird resistance*, generalmente a granella colorata, caratterizzate da un alto contenuto di tannini (Elkin e coll., 1996; Giannone, 2002).

È possibile prevedere anche il consumo diretto degli animali a granella matura e pianta ancora verde. Una prova effettuata da Giannone nel 2001 ha previsto il pascolo su sorgo da granella e barbabietola da zucchero in consociazione. Gli animali assumevano entrambe le essenze (granella di sorgo e foglie di barbabietola) non facendo registrare alcuno squilibrio fisico.

Ricerche tese alla sostituzione del mais con il sorgo (Mushandu e coll., 2005) come componente energetica nella dieta di razze rustiche africane, Large White e relativi incroci dimostrano una migliore utilizzazione di questa poacea da parte del genotipo autoctono (60% della razione), nonostante l'alto tenore tanninico della varietà impiegata.

TOPINAMBUR (*Heliantus tuberosum*)

Ormai dimenticato, rivestiva un ruolo fondamentale nell'alimentazione del suino nei primi decenni dello scorso secolo. "Il pascolo invernale va fatto nei boschi di querce, roveri, lecci e faggi, in campi tenuti apposta a topinambours" sosteneva in merito Vezzani nel 1948, grazie alla loro resistenza al grufolamento e alla permanenza in campo di parecchi anni. Secondo Jost (1977)

le colture di topinambur si prestano molto bene al pascolo delle scrofe più che dei suinetti, i quali non riescono a tirare fuori bene i tuberi dal terreno e trovano problemi nell'ingestione a causa della loro durezza.

PRODOTTI DEL BOSCO

Graves (1984) ha più volte ribadito che i suini selvatici mostravano un ciclo riproduttivo strettamente legato alla stagione e alla produttività del bosco: recandosi in questo ambiente in tardo autunno e in inverno si può assistere, infatti, alla maggior concentrazione dei parti (in Georgia da novembre a marzo circa l'82%). Anche in Europa, comunque, è stato rilevato tale fenomeno (Matschke, 1964; Mauget, 1972), arrivando persino a notare significative variazioni del numero di scrofe in anestro ed estro in base rispettivamente alla minore (estate e primo autunno) o maggiore disponibilità di ghianda nei boschi. Suini selvatici sembrano infatti uscire dalle foreste e iniziare l'attività pascolativa solo quando i campi sono coperti di essenze foraggere almeno per il 30-50% (Pine e Gerdes, 1973).

Come tutti gli alimenti, anche i prodotti del bosco possono provocare problemi alimentari se disponibili in quantità eccessive: Catone il Censore in un frammento delle sue *Origines* trasmesso da Varrone (*Agricoltura* 2,4,10-11) ricorda a proposito dei maiali cisalpini degli Insubri che disponevano di boschi vastissimi: "*Le scrofe ingrassano a tal punto che non si reggono sulle gambe, né riescono a camminare, per cui se uno le vuole muovere deve trasportarle su di un carro*" (Vera, 2005).

In autunno i suini possono assumere quotidianamente 6-10 kg di ghiande (Tab. 1) e 1-1.5 kg di erba, coprendo totalmente il loro fabbisogno energetico, ma non quello proteico (Edwards, 2003).

Tab. 1. Caratteristiche nutrizionali sul T.Q. dei principali prodotti del bosco (Franci, 2004).

	Umidità %	P.G. %	F.G. %	G.G. %	Ceneri %	E.I. %	E.D. kcal/kg	Tannini
<i>Ghianda roverella</i>	50.0	2.9	6.6	1.5	1.3	37.6	1269	4.7
<i>Ghianda sughera</i>	50.0	4.2	6.6	2.0	1.4	35.8	-	5.6
<i>Ghianda leccio</i>	50.0	2.2	6.2	1.7	1.0	38.9	1310	5.8
<i>Ghianda cerro</i>								
-integrale	43.0	2.7	7.3	1.7	1.0	46.1	1317	7.1
-sgusciata	43.0	3.1	2.0	1.7	1.2	49.0	-	7.9
<i>Castagna</i>								
-integrale	59.4	3.2	6.2	0.7	1.3	29.1	-	1.6
-sgusciata	61.0	3.1	1.6	0.8	1.1	32.3	-	1.0
<i>Lentisco</i>	41.4	4.8	22.7	22.6	2.4	6.1	-	9.1
<i>Olivastro</i>	52.0	3.9	24.9	8.5	1.9	8.8	-	10.5
<i>Mirto</i>	70.4	2.2	6.0	1.4	1.0	18.9	-	10.0
<i>Corbezzolo</i>	71.6	0.8	5.4	0.7	0.6	20.9	-	4.1

Inoltre, rispetto ad aree prive di vegetazione arborea, il bosco fornisce prodotti con un alto tasso di umidità, aiutando, così, i suini a far fronte ai propri fabbisogni idrici (Tab. 2) durante la stagione estiva (Nichols, 1963).

Tab. 2. Consumo di acqua nelle diverse categorie di suini (Rossi e Gastaldo, 2005; modificata).

Categoria	l H ₂ O/die
<i>Lattonzolo</i>	0.1-0.5
<i>Suinetto svezzamento (6-25 kg)</i>	1-5
<i>Suino 25-50 kg</i>	4-7
<i>Suino 50-100 kg</i>	5-10
<i>Suino 100-160 kg</i>	7-15
<i>Scrofetta da rimonta</i>	5-10
<i>Scrofe gestanti</i>	8-20
<i>Scrofe in allattamento</i>	20-35
<i>Verri</i>	10-15

Importante è ricordare anche che l'allevamento all'aperto può provocare problemi in termini di congelamento della rete idrica per l'approvvigionamento dell'acqua di bevanda in inverno: un attento controllo risulta pertanto indispensabile.

Un'interessante pratica del suino generalmente favorita dagli allevatori è quella della "spigolatura",

cioè della raccolta diretta da terra di grani e/o frutti lasciati o accidentalmente caduti sul terreno. Tale attività sembra nascere nelle grandi coltivazioni di cereali della Puglia, dove, dopo il raccolto, venivano lasciati pascolare gli animali (Saltalamacchia e coll., 2004). Le piante che si prestano molto bene a tale pratica sono: olive, fichi, corbezzoli, nonché qualsiasi cereale e legume dopo la trebbiatura.

Per contro, le specie botaniche che rappresentano il maggior pericolo per l'alimentazione al pascolo dei suini sono (Ferrari, 2001; Parisini e Martelli, 2003):

- i. *Conium Maculatum* (Cicuta maggore) - sintomi nervosi e digestivi;
- ii. *Crotalaria spectabilis*;
- iii. *Agrostemma githago* (Gittaione) - sintomi digestivi;
- iv. *Helleborus niger* (Rosa di natale) - sintomi nervosi e digestivi;
- v. *Atropa belladonna* (Belladonna) - sintomi nervosi;
- vi. *Chelidonium majus* (Celidonia) - sintomi digestivi;
- vii. *Latyrus cicera* (Cicerchia) - sintomi nervosi;
- viii. *Equisetum arvense* (Coda di cavallo) - sintomi nervosi e digestivi;
- ix. *Solanum nigrum* (Erba ballerina) - sintomi nervosi e digestivi;
- x. *Dryopteris felix-mas* (Felce maschio) - sintomi digestivi;
- xi. *Raphanus raphanistrum* (Rafano) - sintomi digestivi e polmonari;
- xii. *Senecio jacobaea* (Erba chitarra) - sintomi nervosi e digestivi;

xiii. *Lupinus* (Lupino) - sintomi nervosi, digestivi e urinari.

1.3 L'attività pascolativa del suino

COMPORAMENTO

Grazie alla sempre maggior richiesta dei consumatori verso prodotti di qualità con valore aggiunto anche in termini di benessere animale ed etica di produzione (AA. VV., 2005a) e al processo di valorizzazione dei prodotti derivati da razze autoctone, il numero di allevamenti suini all'aperto è considerevolmente aumentato anche in Italia, spingendo in ugual modo la ricerca a indagare, capire e guidare questa tanto economica, quanto impegnativa tipologia di allevamento.

Il suino è un'animale sociale, gregario, onnivoro, che in natura può esplorare un'area di 100-2500 ha in base alla disponibilità di cibo (Pine e Gerdes, 1973; Mauget, 1972). Animali allevati al pascolo, infatti, trascorrono molto del loro tempo nella ricerca dell'alimento - più del 50% per i suini all'ingrasso (Graves, 1984) e più del 25% per le scrofe (Buckner e coll., 1998) - concentrando tale attività nelle ore diurne, in special modo all'alba e al tramonto (Wood-Gush e coll., 1990). All'opposto, suini alimentati con il solo mangime impiegano soli 10-20 minuti al giorno per nutrirsi (Simantke e Sundrum, 2001), manifestando l'esigenza di mantenersi occupati in altre attività e assumendo talvolta comportamenti aggressivi (i.e. *tail, flank, ear biting*). I suini ricercano frutti (acheni e noci) soprattutto in autunno e inverno, mentre l'attività pascolativa vera e propria, come la ricerca di radici, tuberi e invertebrati, viene svolta prevalentemente in primavera e in estate (Graves, 1984). Nell'allevamento intensivo è stato dimostrato che da un punto di vista

fisio-patologico un'alimentazione "multipasto", cioè basata su un numero minore o uguale a 5 pasti giornalieri, permetta una migliore utilizzazione dell'alimento, una riduzione dell'incidenza delle patologie digestive, un seppur modico miglioramento delle carcasse e delle carni, nonché una gestione dell'animale etologicamente corretta (Ballarini, 2000).

Negli animali selvatici la caccia a piccoli vertebrati (i.e. rane, serpenti, tartarughe), mammiferi (roditori) e uova sembra essere prevalentemente notturna (Boitani, 1994), come durante la notte si concentrano gli spostamenti dei cinghiali europei, specialmente se in concomitanza con la stagione di caccia (Stegeman, 1938).

In natura si formano gruppi generalmente inferiori alle 20 unità, suddivisi in 1-6 scrofe con relativa prole (3-19 suinetti); la maggior parte dei maschi vive in modo solitario (Graves, 1984). All'interno dei vari gruppi le scrofe formano un gerarchia lineare stabile basata su età e taglia, in modo tale che i subordinati evitino i dominanti (Waiblinger e coll., 2006). Il comportamento dei suini sembra comunque essere strettamente collegato alla fase del ciclo riproduttivo (i.e. gravidanza e allattamento), più che alle condizioni climatiche, anche se queste risultano estreme (Buckner e coll., 1998).

Interessante è notare anche come i suini domestici possano ancora mantenere abitudini alimentari analoghe ai propri progenitori selvatici, adattando il proprio comportamento alimentare alle diverse situazioni che vengono loro proposte. Gustafsson e coll. (1999) concludono infatti che i suini, nonostante numerose generazioni di selezione adoperata dall'uomo mirata alla domesticazione, posseggono ancora tutte le capacità per la manifestazione di un comportamento adattativo, ricercando la strategia meno dispendiosa da un punto di

vista "energetico" (i.e. attività di ricerca del cibo = energia spesa nella ricerca ↔ quantità/qualità di alimento ottenuto). Recenti teorie, infatti, vedono nel processo di domesticazione degli animali una vera e propria co-evoluzione (simbiosi mutualistica) che ha aumentato la "fitness" darwiniana sia nell'uomo che nell'animale stesso (Budiansky, 1994; Jensen e Gustafsson, 1997). Held e coll. (2005) hanno dimostrato proprio che anche suini sottoposti ad anni di selezione mirata alla produttività mantengono la capacità di ricordare la locazione di otto differenti siti di alimentazione e di discriminare tra loro in base alla disponibilità di cibo.

FABBISOGNI ALIMENTARI

Il pascolo viene normalmente definito come un'area di vegetazione erbacea, spontanea o coltivata, che non viene falciata ma consumata direttamente dal bestiame: ciò implica necessariamente la presenza di un valore alimentare, altrimenti, come purtroppo sempre più spesso accade, si rischia di cadere più nel sistema di allevamento "hut and run" ("capanna e corsa") (Edwards, 2003), che "mud and graze" ("fango e pascolo"), in realtà l'unico veramente immaginato dal consumatore - e dal suino - in un allevamento estensivo *outdoor*.

Importante è comunque ricordare che il movimento richiede un maggior dispendio energetico, stimato, in suinetti di 9.5 kg, in 5.8-6.3 kJ/kg di peso vivo (PV) per ogni km percorso a 4-6 km/h, corrispondente a 10.1-11.3 kJ/kg di peso metabolico ($W^{0.75}$)/km (Ewbank, 1974). Le scrofe, invece, sembrano bruciare 0.9-3.2 MJ EM/km, pari a 7 kJ/kg PV (Close e Poornan, 1993). Close (1990) ha rilevato che scrofe allevate all'aperto percorrano da 1 fino a 10 km/die, in relazione ad età, fase riproduttiva, clima e stato nutrizionale; ad ogni modo un

riproduttore di 200 kg di PV che si muove ad una velocità media di 4 km/h ha un incremento di spesa energetica da dover compensare pari a 1.2-12 MJ/die.

Pertanto, il movimento degli animali al pascolo provoca un sicuro aumento delle esigenze alimentari che va anche al di là del semplice esercizio: Petley e Bayley (1988), infatti, hanno dimostrato che in suini allenati su un *treadmil* solamente il 43% del calore emesso veniva dissipato nelle 2 ore di attività, mentre il restante 57% veniva rilasciato nelle 21 ore seguenti, dimostrando così che l'esercizio aumenta la spesa energetica da parte dell'animale ben oltre il tempo dedicato all'attività stessa. Risulta quindi opportuno controllare rigidamente l'ambiente di allevamento allo scopo di ridurre al minimo tutte le dispersioni di energia, anche quelle associate a temperature al di fuori dal range ottimale (i.e. 7-25°C per scrofe in lattazione; Tab. 3) (Edwards, 2003).

Tab. 3. Range ottimali di temperatura per le differenti classi di animali (Ferrari, 2001; Ferrari, 2002; Ferrari, 2004; modificata).

Categoria	Termoneutralità (°C)
<i>Suinetti alla nascita</i>	>25
<i>Suinetti 2 settimane</i>	26-32
<i>Suinetti di:</i>	
15 kg PV	23
18 kg PV	21
25 kg PV	20
45-60 kg PV	18
60-100 kg PV	16-18
100-150 kg PV	12-14
<i>Scrofe (partorienti o allattanti)</i>	15-26
<i>Animali adulti</i>	10-25

In presenza di freddo estremo il dispendio energetico causato dalla termoregolazione si aggira intorno a 15-18 kJ di energia metabolizzabile (EM)/kg $W^{0.75}$, range da aumentare di 7 o 23 kJ EM/kg $W^{0.75}$ rispettivamente nel caso di suini allevati in gruppo o di animali sottopeso mantenuti in condizione di isolamento (Edwards, 2003).

Anche alte temperature possono provocare disordini alimentari corrispondenti ad una riduzione di circa 1.0-2.5% dell'alimento ingerito per °C (Close, 1989), rispettivamente in suini di 20 e 100 kg. Per le scrofe, Schoenherr e coll. (1989) hanno riportato un calo dal 12 al 42% di assunzione dell'alimento a fronte di una temperatura pari a 27-32°C. Da un punto di vista quantitativo, O'Grady e coll. (1985) stimarono su 3550 lattazioni un calo di ingestione pari a 0,1 kg/die per °C di alterazione dal *range* ottimale. Lo stress da caldo sembra avere dirette ripercussioni anche sul calo di peso corporeo della scrofa in allattamento e sul contenuto energetico del latte; anche in condizioni di stress, comunque, questo ultimo parametro insieme agli incrementi di peso della nidiata, sembra poter essere stabilizzato da un'aggiunta di grassi nella dieta, mentre un aumento della fibra è ritenuto essere un aggravante (Schoenherr e coll., 1989). In estate le capannine destinate alla maternità possono garantire una riduzione della temperatura al loro interno pari a 1.7-4°C rispetto a strutture non coibentate (Ferrari, 2004); ciò può comunque non essere sufficiente, dato che nelle ore più calde l'aria interna può arrivare a valori che superano anche di 8°C la temperatura esterna.

È sempre bene ricordare che la temperatura esterna deve essere necessariamente rapportata al grado di umidità: valori oscillanti tra 60 e 80% possono essere ritenuti soddisfacenti (Ferrari, 2001).

INGESTIONE E PASCOLO

La determinazione della quantità di alimento ingerito al pascolo è da sempre stata di difficile quantificazione: i risultati osservati si dimostrano molto disomogenei, perché dipendenti dalla stagione e dal *pabulum* presente. Edwards (2003) riporta per scrofe in

asciutta valori compresi tra 1.1 e 10.5 kg tq/die in estate e tra 4.3 e 11.8 kg/tq/die in primavera. Proprio in quest'ultima stagione, Rivera Ferre e coll. (2001) ritengono che con il pascolo sia possibile coprire fino al 50% del fabbisogno energetico dei riproduttori dopo lo svezzamento.

Più scarsi sono i lavori riguardanti i suini in accrescimento: Mowat e coll. (2001) hanno rilevato in un allevamento condotto secondo il metodo biologico attraverso la tecnica dei *marker n-alcani* (Wilson e coll., 1999) che in suini di 50-60 kg alimentati con concentrati *ad libitum* le essenze pascolive rappresentavano solamente il 4% della sostanza organica ingerita (*range* 2-15%), corrispondente a circa 0.5 kg tq/die. Logicamente l'attività di pascolamento risulta direttamente collegata alla quantità e alla qualità dell'integrazione di concentrati somministrata: Danielsen e coll. (1999) hanno rilevato che suini con il 30% in meno di integrazioni possono ingerire circa il 32% di erba fresca in più. I soggetti, però, hanno dimostrato una riduzione di incremento di peso giornaliero pari all'11%, risultato di una copertura insufficiente dei fabbisogni.

Nei suini all'ingrasso l'inserimento del foraggio nell'alimentazione sembra poter prevenire un eccessivo ingrassamento, migliorando quindi la qualità della carcassa (Simantke e Sundrum, 2001); ciò risulta ancora di maggior interesse per le razze rustiche, particolarmente predisposte all'accumulo di grasso se alimentate con un alto tasso di concentrati.

L'inserimento del pascolo come fonte alimentare deve basarsi sul corretto tasso di sostituzione del foraggio fresco con il concentrato (mediamente avente 12.5-13.0 MJ ED): tali valori vanno da 4:1 in primavera a 7:1 in

estate, mentre Danielsen e coll. (1999) suggeriscono rapporti più alti per suini in finissaggio (9:1-10:1). Giannone (2002), infine, sostiene che il pascolo erbaceo può far "risparmiare" 3 q.li di mangime all'anno (21.4% sul totale impiegato) per l'allevamento della scrofa (Tab. 4), con un tasso di sostituzione pari a 1:6.7 (circa 20 q.li di prodotto verde direttamente pascolato).

Tab. 4. Ingestione giornaliera di mangime per le diverse categorie di suini (Rossi, 2004).

Categoria	kg mangime/die (% PV)
<i>20-50 kg PV</i>	3.8
<i>50-100 kg PV</i>	3.1
<i>100-150 kg PV</i>	2.7
<i>Scrofe in allattamento</i>	3.5
<i>Scrofe inizio gestazione</i>	2.8-3.0
<i>Scrofe partorienti</i>	2
<i>Verri</i>	3.0-3.5

Per stimare grossolanamente la biomassa disponibile in un pascolo, e quindi organizzare al meglio i turni di pascolamento, è possibile misurare l'altezza dell'erba e assegnare ad ogni cm di coltre una produzione di circa 100 kg S.S./ha (Gusmeroli, 2004).

La componente erbacea dell'alimentazione di un suino allevato al pascolo è caratterizzata da un'alta percentuale di fibra grezza (i.e. 21.8% per un prato stabile di graminacee e leguminose, 24.1% per uno a prevalenza di graminacee, 20.5% per un buon prato-pascolo e 30.9% per una medica a metà fioritura; Borgioli, 1972), la cui digestione si concentra nel grosso intestino, dove, grazie alle fermentazioni operate da parte della microflora, vengono prodotti acidi grassi volatili - AGV (i.e. acido acetico e propionico) - che potranno poi essere utilizzati come fonte energetica (Edwards, 2003). Borgioli (1972) riporta nel maiale una produzione di AGV da 15 a 20 mmol/100 ml di contenuto ciecale. Giannone (2002), infatti, sostiene che la scrofa possa valorizzare

molti alimenti fibrosi ad elevata percentuale di cellulosa ed emicellulosa, quasi al pari di un ruminante; anche i giovani di oltre 6 mesi iniziano a sviluppare questa attitudine. La flora batterica e la fauna protozoaria che alberga nel rumine dei poligastrici o nel crasso del cavallo si trova anche nell'intestino del maiale adulto. Tale utilizzo risulta però meno efficiente della digestione enzimatica e assorbimento di monosaccaridi (0.5-0.6 vs 0.8), a causa sia della produzione di CH₄, H₂ e calore, che della bassa efficienza nell'impiego di composti volatili per la produzione di energia (Noblet e Le Goff, 2001). Inoltre, sembra che le fibre possano ridurre la digeribilità pre-cecale di altri componenti della razione, limitando anche l'assorbimento di minerali, quali P, Ca, Zn, Mg, Cu e Fe (Dierick e coll., 1989). Edwards (2003) riporta che spesso in estate si assiste ad una riduzione del peso dei suini in finissaggio al pascolo, causata dall'aumento di fibra delle essenze pabulari e dall'esaurimento delle leguminose a favore delle graminacee meno proteiche. La richiesta proteica dei suini in accrescimento sembra essere infatti esaudita solamente per un 6% in caso di pascolo primaverile e per uno 0.2% per uno estivo (Edwards, 2003).

Un'interessante particolarità è anche il fatto che il maiale allevato all'aperto ha la possibilità di praticare una "coprofagia intelligente" (Giannone, 2002), consentendogli di valorizzare anche alimenti di difficile e lenta digestione, trasformandosi in un vero e proprio utilizzatore di alimenti predigeriti come il coniglio.

Il pascolo, comunque, fornisce un importantissimo contributo in termini di aminoacidi (con il 7-9 g/kg SS di lisina per le leguminose), minerali e vitamine (specialmente A, E e gruppo B, i.e. riboflavina),

riuscendo teoricamente a coprire il fabbisogno di scrofe in asciutta e fino alla metà di quello di suini in accrescimento (Underwood e Suttle, 1999).

Larsen e Kongsted (1999) hanno rilevato che il consumo di essenze pascolive è stato maggiore per le scrofe in gravidanza, rispetto a quelle in lattazione: ciò può essere ricondotto alle restrizioni alimentari caratteristiche della fase di gestazione. Inoltre, in tali momenti, la presenza di un cotico erboso può essere ritenuta una componente fondamentale, grazie al potere "saziante" che ha sui riproduttori (Berger, 1998) e all'effetto "tappeto", proteggendo da umidità e sporcizia i suinetti dopo il parto. Kongsted e Larsen (1999), infatti, hanno trovato una relazione significativa tra la presenza di erba e la diminuzione di mortalità nei suinetti.

Extension e coll. (1983) suggeriscono la presenza di strutture *creep-feeding* per i suinetti fino a circa 18 kg di PV, utilizzando mangimi ad alto contenuto proteico (17.5-17.9%).

Inoltre sembra che il foraggio abbia anche un effetto positivo su mastiti e infiammazioni dell'utero nelle scrofe (sindrome MMA) e un'azione coadiuvante contro le diarree acute o croniche nei suinetti (Simantke e Sundrum, 2001).

Purtroppo esistono pochi studi sulla digeribilità di foraggi non essiccati e un numero ancora minore riguardante l'assimilazione di essenze pascolive. I risultati mostrano che nel primo caso la digeribilità risulta pari a 0.81 e 0.83, rispettivamente per energia lorda e proteine grezze (Carlson, 1999), mentre nel secondo equivalente a 0.8 in primavera e 0.5 in estate su scrofe in asciutta (Rivera Ferre e coll., 2001). Gli stessi AA stimano inoltre i valori dell'energia

digeribile del pascolo: 1.9-2.9 MJ/kg tq, rispettivamente 7.3-12.7 MJ/kg SS.

L'ingestione di terra effettuata dai suinetti in un allevamento all'aperto può apportare anche interessanti elementi minerali, come il Fe per esempio, fino al punto di far evitare stressanti e dispendiose pratiche come la somministrazione di Fe-destrano (Giulioti e coll., 2004). Dal contenuto in ceneri di feci di scrofe Rivera Ferre e coll. (2001) hanno stimato una percentuale di terra e sassi ingerita pari al 19-94%, con feci contenenti 450 g/kg di pietre e ceneri pari a 937 g/kg SS. In merito a ciò è bene ricordare che esiste anche un comportamento compulsivo ("*rock and soil chewing*") che può caratterizzare sia animali stressati allevati in aree con scarso valore alimentare e con un insufficiente livello nutritivo, che soggetti in fase pre o post alimentazione (Dailey e McGlone, 1997); tale atteggiamento è caratterizzato da una masticazione - e successiva possibile ingestione - di sassi e terra, il cui rumore è anche spesso avvertibile in allevamento (Marder, 2004).

Anche la fauna terricola può rivestire un singolare apporto di nutrienti: Rose e Williams (1983) hanno rilevato che in Nuova Guinea una razza locale di suini ha ingerito un quantità di 414-1224 lombrichi al giorno, pari a 29.3 g di proteine con un contenuto di lisina pari a 1.8 g.

Un'altra importante attività connessa con la vita all'aperto è quella del bagno di fango (Tab. 5): tale pratica risulta indispensabile per i suini al fine di proteggersi dagli insetti, nettarsi dagli ectoparassiti e termoregolarsi, specialmente durante i periodi caldi e secchi (Conley e coll., 1972). Tale pratica, attuata durante tutto l'anno, è spesso accompagnata dalla

secrezione di marcatori per il territorio attraverso lo sfregamento della regione perianale e orbitale (Stegeman, 1938).

Tab. 5. Tecniche per la riduzione dello stress termico in scrofe allevate all'aperto (Ferrari, 2001; Ferrari, 2004).

Temperatura aria	Clima secco	Clima umido
< 21 °C	Niente	Accesso a pozze
21-27 °C	Accesso a pozze	Accesso a pozze
27-35 °C	Accesso a pozze	Accesso a pozze ombreggiate
> 35 °C	Accesso a pozze ombreggiate	Accesso a pozze ombreggiate

Le pozze devono essere sufficientemente ampie da ospitare circa il doppio del numero di soggetti presenti nel branco e dotate di fango fluido, non denso (Ferrari, 2004).

È bene ricordare inoltre che i suini sono in grado di evaporare sulla loro cute circa 800 g/h/m² di acqua, contro i 200 g/h/m² dei bovini attraverso la sudorazione (Curtis, 1983). Ciò dimostra che i suini risultano più efficienti nella dissipazione del calore, purché siano in grado di bagnarsi la cute; inoltre, non sudando, riescono a limitare la disidratazione e le perdite di minerali. È stato rilevato, infatti, che dopo una singola applicazione di acqua pulita sul dorso di un suino occorrono circa 15 min. per la completa evaporazione, producendo una dispersione di calore pari a circa 540 W/m². Diversamente, a parità di condizioni climatiche, dopo un'applicazione di fango occorrono circa due ore per ottenere una completa evaporazione dell'acqua, a fronte di una dispersione di circa 500 W/m² (Rist, 1971).

In conclusione, ormai molti AA sostengono che i tassi di crescita nei sistemi di allevamento *outdoor* siano confrontabili con quelli *indoor* (Hermansen e Kristensen, 2004), grazie al consumo di erba che può coprire circa il 20% della SS ingerita (Carlson e coll., 1999), anche se

solamente il 2-8% del fabbisogno energetico. È importante comunque ricordare che ricerche eseguite su suini selvatici hanno dimostrato che quando i soggetti si sono cibati esclusivamente di erba, sono andati incontro ad una forte denutrizione, tale da provocare per alcuni anche la morte (Nichols, 1963).

CONSIDERAZIONI SU UN APPROPRIATO UTILIZZO

Durante l'attività di pascolamento le scrofe in asciutta sembrano poter ingerire quotidianamente fino a 20-30 kg/die di erba fresca, radici, patate, barbabietole, etc (Edwards, 2003), innescando, così, se confinate per lungo tempo in aree di estensione limitata, pericolosi fenomeni, quali il rapido esaurirsi delle risorse alimentari, il danneggiamento del territorio, nonché la lisciviazione dei maggiori nutrienti del terreno. Per evitare tali fenomeni, sempre più spesso in passato venivano applicati anelli metallici al naso dei riproduttori, ottenendo, così, una drastica riduzione dell'attività di grufolamento, ma causando ripercussioni negative in termini di benessere animale (FAWC, 1996; Horrell e coll., 2001). Inoltre, è stato dimostrato che la presenza di anelli può limitare l'assunzione di alimenti solidi (Horrell e coll., 2000), riducendo comportamenti esploratori e alimentari fondamentali, come il pascolamento stesso (Horrell e coll., 2001); in fine non sembra avere alcuna ripercussione sul tasso di trasmissione parassitaria (Mejer e coll., 2000). Studnitz e coll. (2003) hanno rilevato che aree inerbite dove hanno pascolato scrofe senza anello al naso hanno prodotto una quantità maggiore di biomassa rispetto ad aree con scrofe dotate di anello, con ripercussioni positive in termini di copertura del terreno e conseguente lisciviazione dei nutrienti. Per contro, altri AA hanno indicato che l'impiego di aree arate "a

perdere" di circa 30 m² hanno ridotto i danni provocati in tutto il paddock, ma tale diminuzione non sembra ancora essere considerata una valida ed economica alternativa all'apposizione degli anelli al naso (Bornett e coll., 2003).

La densità degli animali deve essere bassa per evitare che la competizione alimentare fra i soggetti allevati arrechi danni alle piante e al terreno, come scortecciature, escavazione delle radici, sentieramento e scavi. Dato che la produzione alimentare spontanea è stagionale e direttamente collegata all'andamento meteorologico, sono necessarie integrazioni alimentari nei periodi di scarsa fruttificazione (Franci, 2004). La produzione di castagne, per esempio, sembra risultare di fondamentale importanza per la riproduzione del cinghiale, facendo rilevare notevoli variazioni del numero di nascite in funzione della quantità di frutto disponibile (Bucci e Casanova, 2006). In natura la capacità portante per le foreste è stimata mediamente in circa 110 kg P.V./ha (Susmel e Viola, 1981), carico assicurato dalla presenza di animali selvatici. Il carico medio consigliato è di 1 capo ogni 1-2 ha, applicando le buone pratiche di turnazione dei pascoli erbacei (Campodoni e coll., 2003). Un corretto piano di pascolamento dovrebbe infatti mirare a:

- massimizzare i livelli di ingestione dell'animale;
- massimizzare il rendimento energetico della razione in termini di produzioni;
- conservare o migliorare la qualità foraggera delle cotiche, preservandone la biodiversità specifica;
- ridurre il calpestio, i sentieramenti e i fenomeni di erosione;
- recuperare eventuali fitocenosi degradate;

- salvaguardare le formazioni vegetali di valore naturalistico;
- contenere l'avanzata degli arbusti e del bosco;
- limitare le interazioni con la fauna selvatica (Gusmeroli, 2004).

Tab. 6. Alcune tipologie di danno da pascolamento suino espresse in percentuale rilevate in tre aziende sperimentali (Franci, 2004).

	Pascolo in bosco per tutto l'anno		Pascolo in bosco e su superfici agrarie		Pascolo in bosco solo periodo caduta frutti
	3 capi/ha	1 capo/ha	Leccio	Castagno	Castagno
<i>Perdita copertura vegetale totale</i>	56.4	38.1	21.5	32.5	2
<i>Superficie suolo alterato</i>	76.1	72.3	94.4	91.2	0
<i>Superficie suolo scavato</i>	43.8	4	1.9	35	4
<i>Escavazione e messa a nudo radici piante</i>					
- Roverella	95.4	40	-	-	-
- Leccio	100	92.8	0	-	-
- Cerro	0	0	-	-	-
- Castagno	-	-	-	0	0
<i>Morso alle radici piante</i>					
- Roverella	54	0	-	-	-
- Leccio	100	85	0	-	-
- Cerro	0	0	-	-	-
- Castagno	-	-	-	0	0

Come precedentemente accennato, la salvaguardia dell'ambiente riveste un fondamentale aspetto dell'allevamento all'aperto (Tab. 6), in particolar modo di quello suino, dove una scorretta gestione degli animali potrebbe causare gravi problemi ambientali, come la lisciviazione di azoto organico solubile con possibile inquinamento delle falde acquifere (Murphy e coll., 2000), la volatilizzazione dell'ammoniaca (4.8 kg NH₃/scrofa/anno; Sommer e coll., 2001) e la

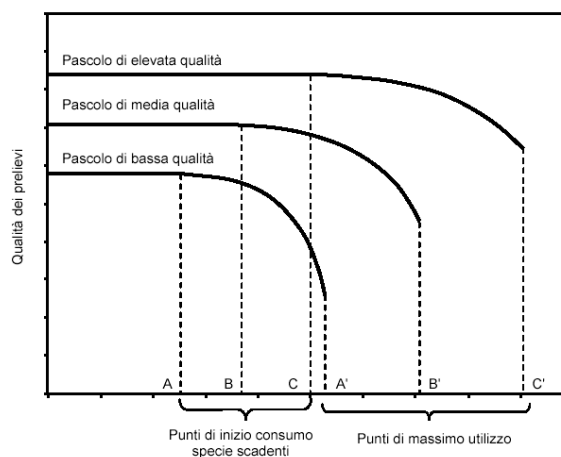
denitrificazione (69 kg N/ha/anno/scrofa; Petersen e coll., 2001). Le aree con una maggior concentrazione di N inorganico risultano essere quelle prospicienti le mangiatoie (Eriksen, 2001) con valori pari a circa 500 kg/N/ha, mentre a meno di 30 m di distanza tale valore risulta scendere del 60%. Stauffer e coll. (1999) hanno rilevato, infatti, un pericolo di lisciviazione fino a 20 volte superiore nei pressi dell'area coperta di ricovero rispetto al pascolo vero e proprio. Secondo Quintern e Sundrum (2006) tale zona può essere pari a circa 1-10% della superficie totale del paddock.

Alcune esperienze (Edge e coll., 2005; van der Maheen e Spoolder, 2005) sono state condotte al fine di individuare limitare tale problematica: tra queste l'aratura di una parte del paddock esterno (circa 4 m²) con o senza innaffiamento, la somministrazione diretta o il sotterramento di *Brassica napus L.*, grano o orzo, ottenendo, però, risultati ancora incerti. Anche la fornitura di una dieta ricca in fibre (600g/kg di polpe di barbabietola da zucchero) finalizzate a ridurre la ricerca di cibo da parte dell'animale e conseguentemente i potenziali danni al cotico erboso, sembra non far migliorare significativamente tale situazione (Braund e coll., 1998). van der Maheen e Spoolder (2005) hanno concluso che l'attività di grufolamento sembra per lo più correlata con la localizzazione, la ricerca del cibo (Bornett e coll., 2003) e la creazione di un'area fresca per il riposo: terreni compatti e aridi sembrano ridurre infatti tale pratica (Mul e Spoolder, 2000).

Lo spostamento degli animali dal pascolo 1-2 ore prima della somministrazione dell'alimento riduce comunque i danni provocati dagli animali (Schneider e Walter, 1996).

Fondamentale è la conoscenza dell'Indice di Utilizzazione del Pascolo (IUP), strettamente dipendente dal carico di bestiame, dalla disponibilità, appetibilità e valore nutritivo del foraggio e dalle modalità di pascolamento. Tale indice tende a crescere con il carico, con la qualità del pascolo e con la sostituzione di sistemi di governo vaganti con sistemi controllati e a diminuire con la disponibilità di erba. Da quote del 20-30% o meno nei sistemi liberi, con carichi blandi e scarso pregio pabulare delle cenosi si può salire al 70-80% e oltre nei sistemi controllati, con carichi e pabularità elevate e cotiche basse (Gusmeroli, 2004).

Fig. 2. Indice di utilizzazione del pascolo e qualità dei prelievi alimentari (Gusmeroli, 2004).



La Fig. 2 indica che fino ad un certa soglia di sfruttamento (punti A, B, C delle curve) la qualità dei prelievi si mantiene pressoché costante; inizia poi a declinare sempre più rapidamente fino al punto di massimo utilizzo (punti A', B' e C'), in funzione del valore foraggero della copertura (capacità degli animali di selezionare le assunzioni). Il punto di flesso delle curve coincide approssimativamente con il consumo delle migliori foraggere, mentre quello di massima utilizzazione con lo sfruttamento completo della frazione

commestibile. Il primo rappresenta una soglia di convenienza nutritiva, oltre la quale iniziano a calare appetibilità e valore bromatologico dell'ingerito, ma che può comportare prelievi troppo modesti e selettivi. Il secondo indica invece il limite cui si può spingere lo sfruttamento della cotica nell'intento di salvaguardarne o migliorarne le prerogative agronomiche (massimo consumo di mediocri foraggere, maggiore calpestio di specie invadenti, più alta fertilizzazione, ossia massimo controllo delle specie non pabulari e più alta sollecitazione dei ritmi produttivi delle specie foraggere). Naturalmente, a questo estremo vi è il rischio di prelievi troppo severi, con innesco di fenomeni degenerativi da sovrapascolamento e bassa qualità nutritiva delle assunzioni (Gusmeroli, 2004).

Le passate esperienze di pascolo combinato bovini-ovini (Nolan e Connolly, 1988) hanno fatto rilevare miglioramenti sia in termini di sfruttamento del cotico erboso, che di contenimento della carica parassitaria (Fig. 3). Più recentemente è stato testato anche il pascolamento di scrofe gravide con giovenche (Søegaard e coll. 2000; Sehested e coll., 2004).

Fig. 3. Esempio di pascolo combinato bovini-suini.



Rispetto all'utilizzo effettuato con le due specie separate, il pascolo combinato ha fatto rilevare maggiori incrementi di peso giornalieri sia per le scrofe che per le giovenche ($p \leq 0.01$), mostrando anche una carica parassitaria inferiore in quest'ultime (Sehested e coll., 2000). Dai risultati ottenuti possono aprirsi interessanti indicazioni applicabili soprattutto negli allevamenti biologici (Tab. 7).

Tab. 7. Risultati di uno studio simulato per combinare la grande produzione di N degli allevamenti di vacche da latte con la grande richiesta degli allevamenti suini (Kristensen e Kristensen, 1997; modificata).

	Bovino	Suino	Bovino/Suino (combinato)
Erba/trifoglio, %	60	20	40
Letame, kg N/ha	0	45	0
Capi/ha	0.81/0	0/0.71	0.44/0.45
Alimentazione			
UFS/ha prodotte	5.30	3.20	4.84
UFS/ha acquisite	517	1.07	714
Produzione			
Latte, kg/capo	7.36	-	6.29
Latte, kg/ha	5.98	-	2.77
Carne, kg/ha	239	1.24	120/784 (904)
Bilancio N, kg/ha			
<i>Input</i>			
Alimento acquistato	28	52	2/33 (35)
Atmosfera	21	21	21
Fissazione	89	30	54/5 (60)
Letame	0	45	0
Totale	138	148	114
<i>Output</i>			
Latte	32	0	15
Carne	6	33	3/21 (24)
Totale	38	33	39
Input-Output	101	115	76
Efficienza			
N output/input	0.27	0.22	0.34

Inoltre, ricerche mirate alla valutazione dell'"effetto aratura" provocato dal grufolamento dei suini sulla successiva produzione di grano (Andresen e coll., 2001) hanno rivelato che la quantità di cereale è

risultata significativamente influenzata dall'attività dei maiali, rendendo così realistica l'ipotesi di sostituire parte delle lavorazioni con una mirata attività di grufolamento. Tale lavoro è generalmente associato all'emissione di deiezioni "concimanti" (Tab. 8).

Tab. 8. Quantità di deiezioni prodotte per le diverse categorie di suini (Rossi e Della Casa, 2004).

Categoria	l deiezioni/die
<i>Scrofa con suinetti <30 kg PV</i>	30
<i>Suini in accrescimento:</i>	
<i>30-100 kg PV</i>	5
<i>30-150 kg PV</i>	8

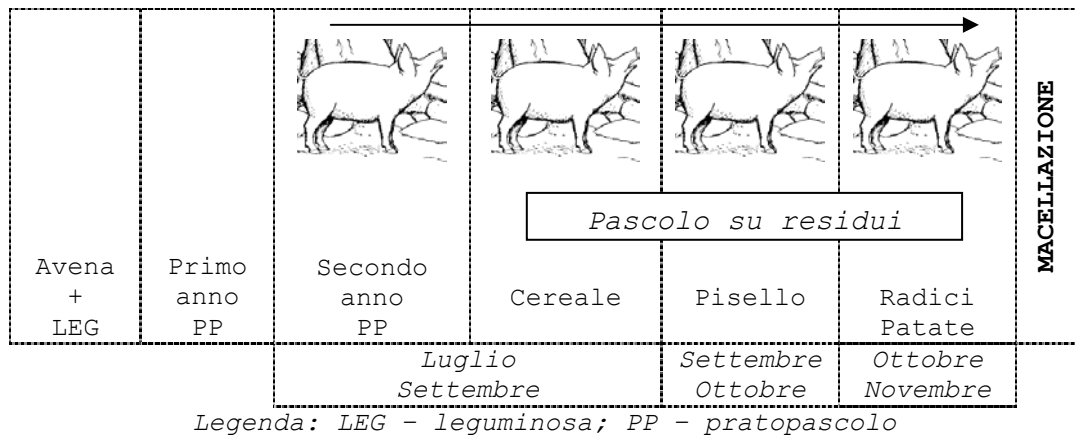
Importante in questo caso è comunque il mantenimento di bassi livelli proteici nella razione e una grande attenzione al rapporto tra umidità del suolo e numero di capi per unità di superficie. Ricerche canadesi (Nunn, 2006) hanno inserito l'attività dei maiali come *management* del suolo in frutteti biologici (i.e. peri e meli) al momento della fioritura o a fine ciclo, ottenendo un ottimo controllo delle malerbe ed evitando i costi di manodopera per la raccolta da terra della frutta caduta a causa del vento o di quella scartata.

1.4 L'allevamento suino biologico

Anche se l'allevamento all'aperto non è necessariamente sinonimo di metodo di produzione biologico, è altresì consueto trovare nella maggior parte degli allevamenti certificati animali allevati in modo semi-brado, con un investimento iniziale pari a circa 1/3-1/5 rispetto a quello necessario per l'allevamento intensivo al chiuso (Barbari e Ferrari, 1997; Ferrari, 2004).

L'allevamento del suino all'aperto, sia per il settore di ingrasso, che per quello riproduttivo, potrebbe essere opportunamente inserito nella razionale rotazione agronomica dei campi rinnovo-cereale-prato (Quintern, 2005). Ciò vale ancor di più nel caso dell'allevamento biologico (Fig. 4).

Fig. 4. Esempio di inserimento del pascolo suino in un rotazione agronomica (Karlsson e coll., 1996; modificata).



Attenzione però dovrebbe essere fatta verso: (i) il carico animale per unità di superficie in termini di spazio e tempo (<5 m²/kg PV hanno provocato la completa distruzione del cotico erboso; Hermansen e Kristensen, 2004), (ii) la compattazione del suolo, (iii) il livello degli *input* alimentari forniti in relazione all'età e allo stadio fisiologico, (iv) la lisciviazione di nutrienti, (v) le perdite di alimento direttamente proporzionale alla grandezza dei *pellet* (diametro 10-25 mm), (vi) la tipologia di terreno, (vii) il clima della zona con particolare riferimento al tasso medio di precipitazioni (Tab. 9), (viii) la corretta rotazione in grado di valorizzare i residui lasciati e le "lavorazioni" eseguite dagli animali (Quintern e Sundrum, 2006), (ix) i principi di ordine igienico-sanitario, come

quello relativo al contenimento delle parassitosi (Ferrari, 2004).

Tab. 9. Carichi di scrofe consigliati in relazione alle condizioni pedo-climatiche (Ferrari, 2001; modificata).

Tipo di terreno	Pluviometria	Carico massimo	
		scrofe/ha	m ² /scrofa
<i>Molto permeabile</i>	< 750 mm/anno	20	500
<i>Permeabile</i>	< 750 mm/anno	15	650
<i>Argilloso</i>	> 750 mm/anno	10	1000

Utili esempi di un corretto inserimento possono essere (i) in autunno prima di un cereale autunno-vernino o delle patate, (ii) durante il secondo anno di un prato-pascolo (i.e. trifoglio), (iii) prima della rottura di un prato di erba medica ("disfattico") (Quintern, 2005). Hermansen e Kristensen (2004) suggeriscono una rotazione di due anni alternando orzo consociato ad una leguminosa (i.e. trifoglio sotterraneo) e scrofe al pascolo.

Ricerche francesi (Ogel, 1997) raccomandano comunque ampi spazi per le scrofe in gravidanza (650-850 m²/capo), anche perché tali animali trascorrono circa il 16% del giorno pascolando. Tale valore risulta ancora più rilevante se consideriamo che per il 60% della giornata le scrofe si riposano (Larsen e Kongsted, 1999). Diversamente, Extension e coll. (1983) suggeriscono circa 400 m²/scrofa, purché vi siano seminati cereali per l'inverno, sorgo da pascolo per l'estate o leguminose, i.e. erba medica o trifoglio.

Per quanto riguarda l'alimentazione, questa dovrebbe puntare all'ottenimento dei seguenti obiettivi:

- minimizzare gli effetti dei fattori antinutrizionali;
- migliorare l'utilizzazione digestiva dei principi nutritivi;

- emulare l'alimentazione degli animali al pascolo, utilizzando il più possibile alimenti diversi nella dieta (Arduin, 2006).

Per quanto riguarda la componente proteica, il seme di pisello proteico (*Pisum sativum*) può rappresentare una valida alternativa alla soia nell'allevamento biologico (Tab. 10), anche grazie alla scarsità di fattori antinutrizionali termolabili, tipici delle leguminose (Parisini e Martelli, 2003). L'abbinamento di tale alimento con i semi di girasole sembra fornire un apporto bilanciato di lisina - superiore nel pisello - e di metionina - maggiore nel girasole (Sardi e coll., 2001a; Sardi e coll., 2001b).

Tab. 10. Possibili suggerimenti per l'alimentazione dei suini in regime biologico (Simantke e Sundrum, 2001; modificata).

Fase di produzione	Regime alimentare	Quantità di alimento/die
<i>Scrofe gravidanza</i>	↑ foraggio & ↓ mangime	1.5-15 kg foraggio & 1-2 kg mangime
ESEMPI	12 kg erba fresca & 0.5 kg mangime	
	5-6 kg insilato trifoglio & 1 kg mangime	
	4-5 kg insilato mais & 1.3 kg mangime proteico	
	1.5 kg fieno & 1.5 kg mangime	
	6 kg barbabietole & 1.3 kg mangime	
	5-6 kg patate cotte o insilate & 1-2 kg mangime	
<i>Scrofe lattazione</i>	↓ foraggio & ↑ mangime	< 6 kg foraggio & mangime
<i>Suinetti</i>	Mangime, foraggio & insilato	Effetto acidificante preventivo della diarrea
<i>Suini all'ingrasso</i>	Mangime, foraggio & pascolo	< 2.8 kg mangime, foraggio & pascolo
<i>Suini in finissaggio</i>	Mangime & foraggio	10-20% foraggio & mangime

Ad oggi continuano ad essere comunque scarsi e dai risultati contraddittori gli studi che confrontano l'allevamento suino convenzionale con quello biologico: Larsen e Kongsted (1999) riportano che la copertura invernale di erba nelle aziende convenzionali è risultata inferiore rispetto a quelle biologiche, probabilmente a causa del precoce inserimento e del numero maggiore di soggetti al pascolo (Tab. 11).

Tab. 11. Differenze tra allevamenti suini condotti secondo il metodo biologico e convenzionali (Larsen e Kongsted, 1999).

	Convenzionale	Biologico
<i>Consistenza</i>	↑	↓
<i>N° suinetti/scrofa</i>	↑	↓
<i>Età allo svezzamento</i>	↓	↑
<i>Consumo di alimento</i>	↓	↑
<i>N° scrofe/ha</i>	↑	↓

Altri Autori (Millet e coll., 2004) hanno rilevato tassi di crescita e di conversione dell'alimento più alti nei suini "convenzionali" solamente fino ai 45 kg P.V., a fronte di produzioni biologiche caratterizzate da: maggior tasso di ingestione di alimento, più alto spessore del lardo, minor pH_u nel prosciutto e nel lombo, maggior contenuto intramuscolare di grasso e più intenso colore della carne.

Anche l'allele RN⁻ può influire molto sulla qualità della carne suina (Tab. 12); ricerche effettuate comparando tale effetto su animali allevati in regime biologico o convenzionale hanno ottenuto che, contrariamente da quanto riportato in bibliografia, suini "biologici" rn⁺ mostravano una peggior qualità della carne, in termini di un maggior calo di sgocciolamento e una più alta resistenza al taglio (Olsson e coll., 2003).

Tab. 12. Effetti dell'allele RN⁻ sulle produzioni di carne suina (Lundström e coll., 1996; Lundström e coll., 1998).

RN⁻	rn⁺
↑ % glicogeno	↓ % glicogeno
↓ pH _u	↑ pH _u
↓ % proteina	↑ % proteina
▼	▼
↓ calo di cottura	↑ calo di cottura
↑ resistenza al taglio	↓ resistenza al taglio
↑ tenerezza	↓ tenerezza
↑ sapore	↓ sapore
↑ aromi	↓ aromi

2.0 Cinta Senese: origine, evoluzione e prospettive future

Delle 24 razze suine autoctone italiane, già nel 1927 ne rimanevano solamente 11 (Mascheroni, 1927); oggi sono cinque le razze sopravvissute alle trasformazioni socio-economiche del mondo agro-zootecnico avvenute nel secolo scorso, riuscendo recentemente ad ottenere un riconoscimento ufficiale con la costituzione del Registro Anagrafico delle Razze Suine Autoctone Nazionali (D.M. 20781 del 6/3/2001). Parliamo della razza Mora Romagnola, Casertana, Cinta Senese, Calabrese e Siciliana (o Nero dei Nebrodi). Recentemente è stata ufficialmente riconosciuta anche la razza autoctona Sarda, allevata già a partire dal VII-VI secolo a.C. (Porcu e coll., 2005): gli animali presentavano, infatti, come riportato da Cetti nel 1774, una coda lunga "simile a quella di un cavallo", una criniera dorsale e talvolta tettole e ciuffo lombare.

Fra le razze inserite nel Registro Anagrafico, la Cinta Senese sembra avere ottime possibilità di valorizzazione e sviluppo, grazie alla buona consistenza numerica, alla tipicità delle produzioni e al forte legame che la associa saldamente al suo territorio di origine: la Toscana. Essa oggi costituisce, infatti, uno degli esempi più interessanti del buon esito di un'operazione di tutela del germoplasma animale autoctono nel bacino del Mediterraneo e testimonia il forte collegamento fra razze rustiche, allevamento estensivo e prodotti tipici. Nel 1997 è stata infatti inserita una selezione anche per questa razza nel Libro Genealogico della specie nel 1997.

Tali animali vengono perciò allevati in condizioni estensive, laddove è possibile, utilizzando il pascolo

nel bosco, che rappresenta la forma di allevamento più rispondente alle loro esigenze. Questa tipologia di gestione consente di sfruttare risorse - sia territoriali che ambientali - altrimenti inutilizzate, di disperdere le deiezioni sul territorio, evitando l'oneroso problema del loro smaltimento, e di fornire un prodotto che possa suscitare, almeno per quanto concerne l'immaginario del consumatore, un'idea di "naturalità" e "genuinità". Inoltre, fino a circa dieci anni fa il consumatore sembrava preferire i prodotti biologici perché più salubri, eco-compatibili, privi di sostanze chimiche e più gustosi (Beharrel e Mac Fie, 1991), mentre oggi sembra molto più confuso, anche a causa della mancanza di informazione, come lo dimostra il frequente erroneo collegamento tra la parola "*organic*" e inquinamento-utilizzo di farmaci (Ngapo e coll., 2004). Recenti lavori hanno infatti dimostrato che il moderno consumatore preferisce avere la garanzia dell'origine geografica del prodotto carne, piuttosto che del sistema di allevamento (i.e. *outdoor vs. indoor*), dimostrandosi disposto a spendere dal 3 al 5% in più (Dransfield e coll., 2005). Il colore e il livello di grasso sembrano comunque essere i primi parametri di scelta del consumatore, anche rispetto alla marezatura e al "gocciolamento" (Dransfield e coll., 2005).

A sostenere questa tesi vi sono i dati relativi all'allevamento e al consumo di carne di Cinta Senese: nel 1998 la popolazione di Cinta in Toscana era stata stimata pari a soli 418 soggetti, mentre alla fine del 2002 veniva registrata una produzione annuale che si aggirava intorno ai 2000 capi macellati all'anno; inoltre nel 1999 risultavano iscritti al Libro Genealogico solo 43 allevamenti, contro i 138 del 2001 (Pugliese e coll., 2000; Giuliotti e coll., 2005). Questo quadro indica un

mercato decisamente in crescita, ma che, proprio perché agli albori, manca ancora di stabilità per quanto riguarda quotazioni e prezzi, anche a causa della carenza di standard qualitativi di riferimento.

Il legame fra allevamento, alimentazione e caratteristiche del prodotto finito è molto forte nei monogastrici, soprattutto per quanto riguarda la componente lipidica delle carni suine. Un gran numero di lavori ha dimostrato, infatti, che il grasso intramuscolare e sottocutaneo, componente che più influenza le proprietà organolettico-dietetiche dei prodotti freschi e stagionati, presenta caratteristiche e composizione strettamente dipendenti dal tipo di alimentazione impiegato.

Sul piano applicativo nell'area mediterranea è di esempio il sistema produttivo del Cerdo Iberico, forse unico modello di gestione estensiva per consistenza e volume commerciale (Lopez-Bote, 1998). Tale metodologia differenzia tre categorie di prodotti stagionati (*bellota*, *recebo* e *pienso*) in funzione dell'alimentazione fornita agli animali nella fase di ingrasso: rispettivamente bosco con ghianda, ghianda e cereali, solo cereali. Dall'alimentazione con ghianda e pascolo erbaceo si raggiungono elevati livelli di acidi grassi monoinsaturi (MUFA), soprattutto di acido oleico (50-60%) e scarsi valori di acidi grassi saturi (SFA) e polinsaturi (PUFA), con circa 8-10% di acido linoleico (LA) (Chizzolini e coll., 1998). Tali pratiche determinano anche il valore economico decrescente di questi prodotti sul mercato: al momento della macellazione il pagamento della carne viene fatto in base alla percentuale dei principali acidi grassi della componente lipidica (oleico, palmitico, stearico e LA). I soggetti alimentati, quindi, con ghiande otterranno un

elevato deposito di tali componenti, con ricadute positive anche su consistenza, colore e aromi dei prodotti trasformati (Dobao e coll., 1988). Per questo nella realtà spagnola sono state condotte ricerche (i.e. Díaz e coll., 1996; Mayoral e coll., 1999; Fernández e coll., 2007) volte all'individuazione di metodologie di indagine che consentano la caratterizzazione del grasso - e quindi la rintracciabilità del prodotto - in funzione delle condizioni di alimentazione e di allevamento dell'animale. In merito Ballerini e coll. (2003) hanno rilevato la possibilità di discriminare soggetti di Cinta Senese dai relativi incroci attraverso la valutazione dello stress ossidativo (ROMs) e del potere antiossidante nel siero, primo passo verso una trasparenza alimentare globale "dal campo alla tavola".

Analogo problema si pone per la Cinta Senese, i cui allevatori sono in procinto di vedere riconosciuta ufficialmente una Denominazione di Origine dei Prodotti. I suini di questa razza vengono allevati, infatti, con modalità estremamente diversificate: queste vanno da sistemi che, anche se realizzati all'aperto, prevedono il totale apporto alimentare di concentrati aziendali o commerciali, fino ad ordinamenti più estensivi che sconfinano nel semi-brado, dove l'ingrasso viene effettuato tramite risorse spontanee prodotte dal bosco stesso, come le castagne o le ghiande. Ciò può derivare dalle scelte che l'allevatore effettua in relazione alle richieste del mercato, al carico animale, all'ampiezza della superficie a disposizione e alla produttività del bosco, a sua volta fortemente condizionata dal clima.

In conseguenza della diversa gestione alimentare, il tipo di animale allevato, il periodo di macellazione e l'azienda di provenienza non sono sufficienti a garantire un'identificazione certa del prodotto che può, quindi,

presentarsi estremamente differenziato nelle sue proprietà chimico-organolettiche.

Come precedentemente sottolineato, è opportuno peraltro annotare come la più precisa conoscenza della durata ottimale dell'epoca di pascolamento boschivo in fase di finissaggio e il suo frazionamento nel tempo, consentirebbero di guidare opportunamente l'utilizzo dell'ecosistema vegetale, a tutto vantaggio della sua sostenibilità.

Tuttavia, a differenza di ciò che avviene in Spagna, le zone di allevamento della Cinta Senese si presentano più fragili e complesse della *Dehesa* spagnola (Fig. 5), una vasta zona ricca di boschi, ma anche di leguminose e graminacee spontanee (Plieninger, 2007). Tale area risulta infatti essere da tempo in equilibrio stabile con l'allevamento suino, mentre in Toscana tale tipo di convivenza è in fase di recupero solo da pochi anni. In Spagna, inoltre, a fianco di essenze del genere *Quercus*, sono presenti molti castagni, le cui produzioni, in eccesso rispetto al consumo umano, sono opportunamente utilizzate per i suini con ricadute positive sulle qualità chimico-organolettiche dei prodotti (Moreno e coll., 2006).

Fig. 5. Evoluzione della struttura del bosco dagli anni '50 - sx - ad oggi - dx (Franci, 2004).



Bisogna però aggiungere che recenti ricerche hanno messo in evidenza un vero e proprio cambiamento anche nell'allevamento del suino Iberico a causa dell'aumento della richiesta da parte dei consumatori dei prodotti da questo derivati (Aparicio Tovar e Vargas Giraldo, 2006; Vargas e coll., 1999): il ciclo produttivo tende ad accorciarsi (da 23-24 mesi fino a 10-12), l'alimentazione è sempre più basata su cereali e vi sono meno zone per il pascolo degli animali, scollegando sempre più l'allevamento dal suo territorio originale e ponendo severe problematiche di ordine ecologico e morale. Inoltre sembra che il sistema "Dehesa", inteso come complesso animale-territorio, non permetta il giusto tasso di rigenerazione delle specie quercine, se non ancora per poche centinaia di anni (Plieninger, 2007), sottolineando come l'attuale conduzione dell'attività di pascolamento non sia compatibile con la sopravvivenza di questo ecosistema, caratterizzato da un progressivo invecchiamento delle specie presenti e da un graduale prevalere del pascolo erbaceo sulle specie arboree.

Nella realtà toscana, inoltre, la limitata estensione della superficie boschiva fa sì che l'attività pascolativa della Cinta si rivolga frequentemente verso soluzioni alternative al bosco, come, per esempio, il pascolo erbaceo. Ciò avviene infatti ormai da molti anni in Francia, Inghilterra e in altri Paesi del Nord Europa. Anche in Italia, originariamente, nel territorio senese la Cinta utilizzava il bosco nelle zone collinari o montane, ricche di querceti e castagneti, mentre nel resto della provincia l'allevamento si basava su pascolo erbaceo (Franci, 2004). Per di più, nonostante attualmente in Italia la tracciabilità delle produzioni agricole venga assicurata attraverso l'etichettatura che le accompagna lungo tutta la filiera, nel settore

zootecnico esistono comunque dei punti critici nei quali i collegamenti indispensabili per tale tracciabilità rischiano di venire a mancare. Il problema si pone in particolare per quelle produzioni che prevedono il frazionamento dalla massa (come per esempio la sezionatura delle carcasse animali), il cambiamento delle figure operative e tutti quei processi di trasformazione che modificano sostanzialmente l'identità iniziale della materia prima, come avviene per gli insaccati.

3.0 Qualità della carne suina

3.1 Le realtà di mercato

Nel 2004 (AA. VV., 2005a) la produzione di carni suine risulta in aumento (+2.4% con 1959000 t) così come quella avicola (+2.5%), a fronte di una diminuzione nel comparto bovino (-1.5% con 1560000 t) e in quello ovi-caprino (-2.0%). Tale crescita sembrerebbe dovuta al fatto che la carne suina, un tempo troppo grassa, è divenuta sempre più magra (riduzione sostanziale del contenuto in grasso intramuscolare, di copertura e viscerale), fino a guadagnarsi l'appellativo di "carne dietetica" anche rispetto a quella bovina (Tab. 13), migliorando inoltre alcune caratteristiche qualitative come il contenuto in SFA e colesterolo.

Tab. 13. Evoluzione nel tempo del contenuto medio dei principali acidi grassi e del colesterolo di alcuni salumi (Mordenti e Scipioni, 1989).

	1964	1974	1984
Ac. Oleico (%)	9.53	15.61	15.50
Ac. Linoleico (%)	4.27	6.88	13.63
Colesterolo (mg/100g)	89.00	75.33	59.67

Negli ultimi anni, però, il prezzo della carne alla produzione è sceso dell'1.8%, facendo registrare un valore aggiunto per occupato di € 31700 nel 2001 (AA. VV., 2005a), il più basso dopo il settore ittico (€ 28400). L'indice nazionale del prezzo al consumo per la carne suina (AA. VV., 2005c) risulta, invece, pressoché invariato dal 2001 (+ 20% rispetto al 1995). Sulla spesa delle famiglie italiane il comparto carne influisce per il 21.6%, con circa 40 kg di carne suina e 25 kg di carne bovina pro-capite in Italia (AA. VV., 2005a).

Bisogna, però, ricordare che in passato quanto più sottile risultava lo strato di tessuto adiposo

sottocutaneo, tanto più elevato era il grado di insaturazione dei lipidi e quindi appariva peggiore la consistenza del grasso e l'attitudine alla conservazione delle carni (Mordenti e Scipioni, 1989). La carne suina destinata al consumo diretto non dovrebbe provenire quindi da soggetti né troppo giovani, né troppo magri (Tab. 14).

Tab. 14. Correlazioni tra la composizione della carne suina (muscolo *longissimus dorsi*) e il grado di soddisfazione del consumatore (GSC) (Stahly, 1984).

GSC*	Grasso (%)	Proteina (%)	Umidità (%)
6-8	9.1	19.4	70.1
5-6	4.8	20.2	73.5
4-5	4.0	20.8	73.7

* 9=estremamente desiderabile - 1=estremamente indesiderabile

La produzione di animali più magri ha portato, per di più, allo sviluppo dei muscoli a prevalente contenuto di fibre bianche (Chizzolini e coll., 1997): la spinta verso una crescita muscolare rapida ha prodotto animali con ipertrofia muscolare, in particolar modo nelle regioni del lombo, della coscia e del petto, in cui i muscoli hanno la tendenza verso un maggior contenuto di fibre bianche. Alcuni problemi riguardanti la scarsa qualità delle carni attualmente in commercio, come per esempio il colore sbiadito, la scarsa capacità di legare l'acqua, l'insufficiente succosità, l'alterazione del normale metabolismo post-mortem, possono essere direttamente ricondotti alle "nuove" caratteristiche anatomico-fisiologiche degli animali.

I metodi utilizzati per raggiungere tale scopo, inoltre, hanno compreso negli anni, oltre alla selezione genetica e a piani alimentari calibrati, anche l'impiego di additivi alimentari (i.e. probiotici e antibiotici) e interventi di tipo farmacologico (i.e. sostanze

anabolizzanti, β -agonisti e i cosiddetti "ormoni della crescita").

Infine, una ricerca eseguita da Nardone e Valfrè (1999) fa emergere che nella determinazione della qualità della carne suina il consumatore attribuisce la maggior importanza alla nutrizione degli animali (incidenza del 34-37%), seguita dalla genetica e dal management (circa 26-27%), mentre il ruolo della salute sembra avere minor peso, con solamente 10-11 punti percentuali.

3.2 Produrre la qualità

CARATTERIZZAZIONE DELLA QUALITÀ

Una delle più note definizioni di qualità della carne è stata data da Jul e Zeuthen nel 1981, indicandola come "il grado di soddisfazione che può dare al consumatore", non considerando, però, la possibilità che esistano esigenze che lo stesso utente non sa di avere o che non sia in grado di valutare (Tab. 15).

Tab. 15 (segue). Qualità della carne: effetti ambientali, genetici e coefficienti di ereditabilità (Dikeman, 1990).

	Effetti ambientali	Effetti genetici	h²
-QUALITÀ VISIVA			
<i>Caratteri intrinseci</i>			
Maturità (qualità collagene)	++++	++	-
Marezzatura	++++	+++	0.17-0.73
Concentrazione mioglobina	+++	++	0.24-0.80
Colore grasso	++++	++	0.16
pH ₂₄	++++	++	0.20
Dimensioni fibra/fascio muscolare	+	+++	0.28
Contenuto collagene	+	+	-
<i>Fattori estrinseci</i>			
Trattamenti fisici	+++	N	-
-QUALITÀ GUSTATIVA			
<i>Caratteri intrinseci</i>			
Tenerezza	+++++	++++	0.09-0.70
Sapidità	++++	++	0.26-0.43
Succosità	+++++	++	0.06
+++++ molto influenzato; +++ moderatamente influenzato; +++ influenzato; ++ poco influenzato; + leggermente influenzato; N nessuno			

Tab. 15 (segue). Qualità della carne: effetti ambientali, genetici e coefficienti di ereditabilità (Dikeman, 1990).

	Effetti ambientali	Effetti genetici	h²
<i>Fattori estrinseci</i>			
Tempo e T° maturazione	+++++	N	-
Modalità cottura	+++++	N	-
Trattamenti enzimatici	+++++	N	-
Trattamenti fisici	+++++	N	-
-QUALITÀ NUTRIZIONALE			
<i>Caratteri intrinseci</i>			
Composizione	++++	+++	-
-QUALITÀ IGIENICO-SANITARIA			
<hr/>			
<i>Fattori estrinseci</i>			
Igiene microbiologica	+++++	N	-
Residui chimici	+++++	N	-
<p style="text-align: center;">+++++ molto influenzato; ++++ moderatamente influenzato; +++ influenzato; ++ poco influenzato; + leggermente influenzato; N nessuno</p>			

Il termine "qualità", infatti, può essere caratterizzata da un numero talmente elevato di fattori da poter essere considerata addirittura indefinibile (Geri, 1987), poiché legata alle differenti sezioni della catena della carne (produzione, macellazione, controllo, trasformazione, commercializzazione e consumo). Gli estremi della catena rappresentano due momenti essenziali: il primo, la produzione, è normalmente quello a cui è attribuita la massima responsabilità sulla qualità del prodotto finale, mentre l'ultimo, il consumo, sembra essere quello che subisce maggiormente le conseguenze del livello di qualità raggiunto. Infatti nella specie suina, oltre ai fattori esogeni di natura alimentare e nutrizionale e a quelli intrinseci condizionati principalmente dal patrimonio genetico e dal sesso, acquistano particolare rilevanza i molti altri stimoli che derivano dall'ambiente e dalle condizioni immediatamente precedenti e successive alla mattazione. Tale realtà risulta per di più aggravata nel suino a causa della particolare struttura anatomo-fisiologica assunta in seguito alla selezione: limitata massa cardiaca, modesto sviluppo dell'apparato circolatorio,

sangue con elevata viscosità, scarsa resistenza delle strutture ossee e articolari, limitata termoregolazione, generale ottundimento del sensorio, maggiore eccitabilità del sistema nervoso e oppressione del letto vasale a causa del forte sviluppo delle masse muscolari (Geri, 1987). Il bersaglio prescelto dalle alterazioni metaboliche che possono generarsi da una tale condizione è il tessuto muscolare, il principale costituente della carne, che può reagire alterando in senso peggiorativo le proprie caratteristiche funzionali, chimico-fisiche e strutturali.

La qualità del prodotto finale è strettamente legata alla qualità della materia prima e in particolar modo alle caratteristiche igienico-sanitarie, nutrizionali, organolettiche, etiche e tecnologiche del prodotto (Belluzzi, 2001). L'introduzione del sistema dell'autocontrollo esteso anche a monte della fase finale di processo, che coinvolge così l'intera filiera "dalla terra alla tavola", risulta strettamente legata all'applicazione della Revisione Intermedia della PAC: ciò obbligherà gli allevatori a dimostrare il rispetto di standard minimi di salute e benessere animale - insieme alla tutela ambientale e alla sicurezza alimentare - per aver accesso sia alle compensazioni comunitarie, sia agli aiuti per gli investimenti aziendali (Reg. CE n.1257 del 1999, modificato dal Reg. CE n.1783 del 2003), inserendosi così a pieno in una chiara *etica della responsabilità* nei confronti delle condizioni di vita delle specie allevate. Per esempio, anche nel Libro Bianco sulla Sicurezza Alimentare (AA.VV., 2000) la tematica relativa al *welfare* animale viene definita come "fattore di legittimazione" delle produzioni, che si somma ai requisiti igienico-sanitari stabiliti dal *Codex Alimentarius* (AA.VV., 2003a) e al concetto di

sostenibilità ambientale ed eco-compatibilità aziendale (i.e. inquinamento dei suoli). Il *Worldwatch Institute* ha infatti affermato nel 2004 che "gli allevamenti intensivi sono una delle serie minacce alla qualità dell'aria, del suolo e delle acque. Il prezzo della carne dovrebbe perlomeno triplicare se fossero conteggiati i costi ambientali, compreso il depauperamento e l'inquinamento delle falde acquifere, le emissioni di gas serra, lo spreco di combustibile fossile" (AA. VV., 2004).

LEGAME QUALITÀ-SALUTE UMANA

Anche da un punto di vista alimentare, un eccessivo consumo di grassi nell'alimentazione abituale rappresenta un fattore di rischio per l'insorgenza di obesità, malattie cardiovascolari e tumori. Le quantità di grassi che assicurano un buono stato di salute variano da persona a persona, a seconda del sesso, dell'età e dello stile di vita (Tab. 16): una quantità indicativa per l'adulto può essere stimata pari al 20-25% delle calorie complessive della dieta per soggetti sedentari, fino ad un massimo del 35% per soggetti con intensa attività fisica (AA. VV., 2003b).

Tab. 16. Ripartizione consigliata delle diverse qualità di acidi grassi nella dieta (AA. VV., 2003b; Klemm, 2004; Simopoulos, 2002; Marcason, 2006).

Apporti giornalieri raccomandati	
<i>SFA</i>	≤ 7-10 % cal
<i>MUFA</i>	< 20 % cal
<i>PUFA</i>	≈ 7 % cal
$\omega 6/\omega 3$	5:1 (4:1-10:1)
Acidi grassi $\omega 3$	1.5 g
<i>PUFA/SFA</i>	0.6-0.7
Acidi grassi <i>TRANS</i>	< 1 % cal
<i>EPA+DHA</i>	400-650 mg
<i>LA</i>	4.4-6.7 g
Acido γ -linolenico (<i>n.3</i>)	1.1-2.2 g
<i>Colesterolo</i>	< 300 mg

Tali regole alimentari sono finalizzate al contenimento degli effetti a lungo termine sulla salute umana, in particolar modo della genesi

dell'aterosclerosi, delle malattie cardiovascolari e della cardiopatia cronica in particolare, di tutte quelle alterazioni cioè che ormai in molti Paesi rappresentano la principale causa di decesso della popolazione. Anche i PUFA essenziali, come l'acido linoleico, possono provocare alcuni fenomeni patologici essendo precursori delle prostaglandine e quindi direttamente influenzanti l'aggregazione piastrinica collegata con i fenomeni di occlusione vasale.

Tali problematiche risultano direttamente ricollegabili, quindi, ai diversi stili di vita adottati, come riportato nell'esempio indicato nel seguente schema (Tab. 17).

Tab. 17. Influenza del costume alimentare sulle patologie cardiovascolari in tre diverse popolazioni (Simopoulos, 2002).

	Europa e USA	Giappone	Groenlandia
Ac. arachidonico (%)	26.0	21.0	8.3
Ac. eicosapentaenoico (%)	0.5	1.6	8.0
$\omega 6/\omega 3$	50.0	12.0	1.0
% mortalità per problemi cardiovascolari (%)	45.0	12.0	7.0

Il colesterolo è il principale costituente degli ateromi, nonché responsabile delle lesioni vasali iniziali. Anche i SFA contribuiscono a loro volta all'aumento del livello di colesterolo plasmatico. Comunque, già dalla metà degli anni '90 era stato rilevato che i livelli di colesterolo ematici risultavano dipendenti dai rapporti interni degli acidi grassi nella dieta, più che dalla quantità di calorie fornite dai grassi (Nelson e coll., 1995).

Recenti studi hanno individuato anche nella maggior parte degli acidi grassi *trans* la tendenza a far innalzare il livello di colesterolo nel sangue, favorendo inoltre l'aumento del colesterolo "cattivo" legato alle lipoproteine a bassa densità (LDL) e la diminuzione del colesterolo "buono" legato a quelle ad alta densità

(HDL), oltre all'innalzamento dello stress ossidativo che accelera l'insorgenza di patologie quali aterosclerosi, cancro e diabete di tipo 2 (Kuhnt e coll., 2006).

EVOLUZIONE DEI COSTUMI ALIMENTARI

Da un punto di vista evolutivo, bisogna riflettere attentamente sul fatto che l'attuale stile di vita alimentare ha portato a: (i) aumento dell'energia ingerita a fronte di un suo inferiore consumo, (ii) crescita della componente satura, $\omega 6$ e *trans* degli acidi grassi insieme alla diminuzione degli $\omega 3$, (iii) calo del consumo di carboidrati, proteine, antiossidanti, calcio, fibre, frutta e verdura, contro un aumento del consumo di cereali (Simopoulos, 2001), portando così il rapporto $\omega 6/\omega 3$ a 15-20:1, mentre, per esempio, nel Paleolitico questo veniva stimato pari a 2-1:1 (Tab. 18).

Tab. 18. Stima del bilanciamento di alcuni componenti (g/giorno) nella dieta del periodo Paleolitico vs. attuale (Simopoulos, 2001; Simopoulos, 2003; modificata).

	Paleolitico	Oggi
<i>Vegetali</i>		
LA	4.28	-
ALA	11.40	-
<i>Animali</i>		
LA	4.56	-
ALA	1.21	-
AA	1.81	0.6
EPA	0.39	0.05
DTA	0.12	-
DPA	0.42	0.05
DHA	0.27	0.08
<i>Totale</i>		
LA	8.84	22.5
ALA	12.60	1.2
<i>Rapporti $\omega 6/\omega 3$</i>		
LA:ALA	0.70	18.75
(AA+DTA) / (EPA+DPA+DHA)	1.79	3.33
$\omega 6/\omega 3$	0.79*	16.74*
<i>Vitamine (mg/giorno)</i>		
Riboflavina	6.49	1.34-2.08
Acido folico	0.357	0.149-0.205
Tiamina	3.91	1.08-1.75
Ascorbato	604	77-109
β -carotene	5.56	2.05-2.57
Vit. A	17.2	7.02-8.48
Vit. E	32.8	7-10
<i>LA-Ac. Linoleico; ALA-Ac. α-linolenico; AA-Ac. arachidonico; EPA-Ac. eicosapentaenoico; DTA-Ac. docosatetraenoico; DPA-Ac. docosapentaenoico; DHA-Ac. docosaesanoico</i>		
* Fabbisogno energetico vegetali:animali pari a 35:65		

Come per l'obesità, però, sembra che vi sia la presenza di predisposizioni genetiche verso livelli ematici elevati di colesterolo: circa il 50% della varianza nella concentrazione di colesterolo plastico è di origine genetica (Williams, 1988), mentre la quantità di tale elemento introdotta con la dieta sembra avere effetti limitati sul tasso ritrovato a livello del sangue (Nelson e coll., 1995).

QUALITÀ NELLA CARNE SUINA

Importante è inoltre ricordare che il materiale effettivamente impiegato nell'alimentazione umana, cioè la carne propriamente detta, risulta costituita dalle parti muscolari della carcassa complete della totalità del grasso intramuscolare e della grande maggioranza di quello intermuscolare. Il grasso periviscerale, perirenale e sottocutaneo, infatti, subisce una riduzione più o meno sensibile durante le lavorazioni di sezionatura e rifilatura, oppure può essere facilmente rimosso nel corso delle operazioni che precedono o seguono la cottura. Tale ripartizione dell'adipe tra i due grandi depositi sottocutaneo e muscolare ha quindi una grande importanza pratica per ciò che riguarda il contenuto in grasso della carne effettivamente consumata dall'uomo.

Infatti, nella carcassa suina il grasso presente nei due depositi inter e intramuscolare è meno della metà di quello sottocutaneo, mentre nella carcassa bovina e ovina tale proporzione è invertita (Geri, 1987).

Una carcassa suina con un contenuto lipidico del 20% presenta una massa muscolare con appena il 21.5% di grasso totale (Tab. 19), a fronte del 36.4% e 32.7% rispettivamente di quella bovina e ovina (Wood, 1984).

Tab. 19. Contenuto in colesterolo (COL) della carne e del grasso di alcune specie (Deuel, 1955; Reiser, 1975; Mordenti e Scipioni, 1989; modificata).

		COL tot. (mg)	COL libero (mg)	COL esterificato (mg)	COL/100g		COL/100 Kcal (mg)
					T.Q. (mg)	S.S. (mg)	
<i>Suino</i>		200	140	60			
	TM				60	194	35
	TA				70	81	9
<i>Bovino adulto</i>		220	190	30			
	TM				65	218	41
	TA				75	90	10.5
<i>Vitello</i>		320	160	160			
	TM				71	291	58
<i>Agnello</i>		310	130	180			
	TM				70	250	49
	TA				75	93	11
<i>Pollo</i>		320	220	100			
	TM				91	388	61
	TA				65	77	9

TM = tessuto muscolare; TA = tessuto adiposo

Il suino sembra quindi "difendere" la sua carne da un'eccessiva infiltrazione adiposa depositando attorno alla massa muscolare la grandissima maggioranza del grasso contenuto nella sua carcassa (Geri, 1987).

È stato così dimostrato che il tipo di muscolo ha un importante effetto sul contenuto di colesterolo. Infatti, le fibre muscolari rosse sono mediamente più piccole di quelle bianche, con il risultato che a parità di volume i muscoli rossi presentano un maggior numero di fibre di quelli bianchi (Tab. 20).

Essendo il colesterolo un componente delle membrane cellulari, va da sé che i muscoli rossi abbiano tendenzialmente un contenuto in colesterolo maggiore dei bianchi (Chizzolini e coll., 1997).

Tab. 20. Contenuto di grasso intramuscolare (%) e colesterolo (mg/100g) di alcuni muscoli e tagli nella specie suina.

	Lipidi	COL	Bibliografia
<i>Semitendinosus</i>	4.5	50.0	Garcia e coll., 1995
<i>Semimembranosus</i>	2.0	42.0	Garcia e coll., 1995
	3.5	49.9	Honikel e Arneth, 1996
<i>Longissimus dorsi</i>	2.0	42.0	Garcia e coll., 1995
	3.3	45.3	Honikel e Arneth, 1996
<i>Biceps femoris</i>	2.5	46.0	Garcia e coll., 1995
	1.7	48.6	Honikel e Arneth, 1996
<i>Gluteus</i>	3.2	43.0	Garcia e coll., 1995
<i>Tensor fasciae latae</i>	2.8	43.0	Garcia e coll., 1995
<i>Psoas major</i>	2.1	44.0	Garcia e coll., 1995
<i>Rictus femoris</i>	2.2	45.0	Garcia e coll., 1995
<i>Collo</i>	11.9	62.2	Honikel e Arneth, 1996
<i>Pancetta</i>	27.1	59.0	Honikel e Arneth, 1996
<i>Filetto</i>	1.6	55.0	Honikel e Arneth, 1996
<i>Lardo dorsale</i>	82.0	59.0	Honikel e Arneth, 1996
	70.3	53.6	Chizzolini e coll., 1997
<i>Cuore</i>	3.6	150.0	Scherz e Senser, 1989
<i>Lingua</i>	11.3	86.7	Chizzolini e coll., 1997
<i>Guancia</i>	64.3	60.4	Chizzolini e coll., 1997
<i>Trippini</i>	5.8	141.2	Chizzolini e coll., 1997

La precedente tabella ci mostra inoltre come misure effettuate sui più importanti depositi adiposi del suino (i.e. lardo dorsale e pancetta) non abbiano dimostrato un rilevante maggior contenuto di colesterolo, rispetto ai muscoli più rilevanti della stessa specie.

Per quanto riguarda la componente adiposa, mentre nei ruminanti il substrato ereditario predomina nettamente nel determinismo delle caratteristiche chimico-fisiche del grasso di deposito, nei suini è l'alimentazione ad avere la massima incidenza sulla struttura istologica e biochimica di tale tessuto. In tale specie, infatti, i SFA vengono assorbiti intatti dall'intestino tenue e incorporati direttamente nel tessuto adiposo, il quale tende a "ripetere" entro certi limiti la composizione acidica dei lipidi alimentari (Geri, 1987).

Volendo riassumere le caratteristiche della carne di maiale potremmo mettere in risalto:

- la composizione proteica, dove l'alta percentuale di lisina rende particolarmente adatto l'abbinamento

di questo alimento con paste e pane, notoriamente carenti di tale aminoacido;

- quella lipidica, in cui spiccano l'elevato tenore di acidi grassi esterificati e scarsa presenza di colesterolo;
- l'apporto di vitamine, specialmente del complesso B e di carnitina;
- il favorevole rapporto PUFA:MUFA:SFA, pari a 1:3:2 nel grasso e quindi ottimale ai fini della sintesi delle HDL atte a legare la maggior parte del colesterolo (Mordenti e Scipioni, 1989).

La ripartizione percentuale media della componente acidica nel suino "industriale" risulta così distribuita: 44% MUFA, 36% SFA e 12% PUFA (Davenel e coll., 1999). Tali valori variano però molto in base al tipo genetico considerato (Tab. 21), nonché a molti altri fattori, come tipo di allevamento adottato, dieta, sesso ed età.

Tab. 21. Composizione media percentuale del tessuto adiposo di differenti linee genetiche di suini (Gandemer, 2002).

	Parma	Italiano	Bayonne	Corso	Serrano	Iberico	p
<i>Acidi grassi</i>							
C 16:0	22.7	22.6	22.2	21.6	21.0	20.4	***
C 18:0	12.4	12.5	12.9	12.1	11.2	10.6	***
C 18:1	48.7	49.2	49.1	51.7	51.5	54.9	***
C 18:2 n6	10.7	9.1	9.9	8.7	10.2	8.4	*
C 18:2 n3	0.4	1.1	0.7	1.0	0.8	0.6	**
<i>Trigliceridi</i>							
PSO	26.0	26.6	27.5	25.6	19.9	18.9	***
POO	43.0	43.8	41.6	42.9	45.8	47.8	**
OOO	4.0	4.1	4.4	6.5	6.2	10.9	***
OOL	1.8	1.6	1.9	2.2	2.7	3.0	***
SFC (20°C)	16.7	17.0	17.3	15.9	12.0	10.8	***
<i>SFC - Contenuto in grasso solido; P-C16:0; S-C18:0; O-C18:1; L-C18:2</i>							
* p<0.05; ** p<0.01; *** p<0.001							

Per contro, è da non sottovalutare che un contenuto molto elevato in PUFA, come il linoleico, risulti un fattore predisponente alla comparsa di "grasso molle" e durante la conservazione e la stagionatura dei prodotti trasformati favorisca i processi di irrancidimento. In

Inghilterra, infatti, viene fissata la soglia dei 16 g di LA/kg di alimento per l'alimentazione dei suini (Wood e Enser, 1997). È da ricordare che gli stessi AA hanno sottolineato la proporzionalità inversa esistente tra la quantità di grasso e il tenore dei PUFA nel suino: la precedentemente descritta evoluzione dei parametri selettivi verso carcasse sempre più magre ha così portato all'innalzamento dell'instabilità ossidativa delle carni, fenomeno non trascurabile specialmente per i prodotti trasformati (Tab. 22).

Tab. 22. Composizione del grasso dorsale in base al differente spessore del lardo in posizione P₂ (Wood e coll., 1989).

	Spessore medio del lardo (mm)			p
	8	12	16	
Lipidi (%)	69.25	77.00	81.59	***
Umidità (%)	22.36	17.08	14.06	***
Collagene (%)	4.49	2.98	2.04	***
C 14:0	1.49	1.51	1.49	ns
C 16:0	24.55	25.41	25.87	***
C 16:1	2.78	2.66	2.69	ns
C 18:0	13.15	13.83	13.91	***
C 18:1	40.34	41.83	43.11	***
C 18:2	14.94	12.38	10.65	***
C 18:3	1.11	0.89	0.84	***

Il rapido assorbimento nel grasso suino dei PUFA contenuti nella dieta è ormai assodato (Lo Fiego e coll., 1990), facendo rilevare perfino una stretta correlazione tra PUFA di origine alimentare e PUFA riscontrati nel grasso sottocutaneo e intramuscolare nel maiale (Warnants e coll., 1996), sebbene con efficienza diversa (Tab. 23).

Tab. 23. Efficienza di assorbimento dei PUFA nei diversi depositi adiposi (Warnants e coll., 1996).

y	x	Equazione	R ²
<i>Grasso sottocutaneo</i>			
C 18:2 (%)	g C18:2/kg alimento	y=0.59x+6.14	0.90
C 18:3 (%)	g C18:3/kg alimento	y=0.67x+0.51	0.99
<i>Grasso intramuscolare</i>			
C 18:2 (%)	g C18:2/kg alimento	y=0.26x+5.37	0.93
C 18:3 (%)	g C18:3/kg alimento	y=0.22x+0.15	0.96

CAUSE E CONSEGUENZE DEI PROCESSI OSSIDATIVI

La vita sulla Terra risulta strettamente legata alle reazioni di ossido-riduzione: perfino la fotosintesi clorofilliana consiste in una reazione di riduzione che consente di immagazzinare l'energia radiante del sole sottoforma di composti energetici, i carboidrati. In questo modo gli organismi non fotosintetici possono ottenere la loro energia vitale dall'ossidazione dei suddetti composti, poggiando così le basi per tutta la catena alimentare. Per la cellula è molto importante però, che l'ossigeno utilizzato per l'ossidazione dei composti energetici venga ridotto completamente a due molecole di acqua, ricevendo quattro elettroni. Nel caso in cui l'ossigeno venga ridotto solo parzialmente si possono produrre infatti delle forme chimiche, i radicali liberi (i.e. radicale ossidrile - HR^- , l'acqua ossigenata - H_2O_2 , il radicale superossido - O_2^-), cioè atomi o molecole capaci di esistenza indipendente che contengono uno o più elettroni non accoppiati. I radicali liberi sono di solito instabili, cioè chimicamente molto reattivi e quindi capaci di indurre danni estesi all'organismo modificando la struttura di proteine, DNA e, come precedentemente già accennato, acidi grassi insaturi dei lipidi di membrana. Le cellule, però, hanno sviluppato dei meccanismi di difesa che si basano su sistemi enzimatici definiti antiossidanti primari (i.e. superossido dismutasi, catalasi, glutatione perossidasi) e su molecole di basso peso molecolare, definite antiossidanti secondari, in grado di captare i radicali liberi (i.e. glutatione, vitamina E, vitamina C, carotenoidi). Esistono anche i cosiddetti antiossidanti terziari, sistemi che sono capaci di riparare le molecole danneggiate dai radicali liberi, in particolare il DNA (Chizzolini e coll., 1997).

È stato provato che lo stress ossidativo contribuisca in modo significativo all'attività patologica per esempio dell'artrite reumatoide e in particolar modo dell'aterosclerosi. Uno dei segni più precoci del meccanismo biochimico della formazione della placca aterosclerotica è costituito dall'accumulo di lipidi ad opera dei macrofagi nelle pareti delle arterie con formazione di cellule schiumose. L'aumento del contenuto plasmatico di LDL sembra essere legato alla formazione di cellule schiumose in vivo, mentre non sembra che i macrofagi siano in grado di accumulare LDL "normali", ma solo quelle che hanno subito un processo di ossidazione. Le LDL ossidate sembrano infatti possedere proprietà chemiotassiche che facilitano l'accumulo di monociti nel sangue; questi penetrano poi nell'intima delle arterie, dove si differenziano diventando macrofagi e stimolando la proliferazione delle cellule muscolari lisce e dei fibroblasti. I macrofagi catturano le lipoproteine ossidate che inibiscono la migrazione dei macrofagi dalla parete arteriosa: in questo modo si accumulano grandi quantità di macrofagi carichi di lipidi che diventano le cosiddette strie adipose. Le LDL ossidate, inoltre, sarebbero citotossiche, con conseguenti ulteriori lesioni arteriose e interagirebbero con le piastrine favorendone l'aggregazione (Chizzolini e coll., 1997).

La formazione iniziale delle strie adipose può essere impedita grazie all'azione di antiossidanti in grado di proteggere le LDL da danni ossidativi: è stato dimostrato infatti che bassi valori di α -tocoferolo, ascorbato e β -carotene nel plasma possono essere associati ad un aumento del rischio di comparsa delle patologie cardiovascolari. La vitamina E è l'antiossidante più abbondante nelle LDL, ma la sua efficacia nella

prevenzione dell'ossidazione si è dimostrata non costante.

L'autossidazione dei lipidi insaturi può determinare, quindi, la formazione di molecole ad attività radicalica in quantità significative: i radicali liberi così prodotti co-ossidano vitamine (i.e. E, C, A), carotenoidi e molte altre molecole tra cui il colesterolo che è presente nei lipidi di membrana. Questa co-ossidazione può portare alla formazione di una classe di composti, gli ossisteroli (prodotti di ossidazione del colesterolo o COPs) dotati di vari effetti patogeni. L'ossidazione dei lipidi genera infatti una ampia gamma di molecole contribuendo alla formazione del sapore e dell'aroma caratteristici di alcuni prodotti di salumeria. Alcuni composti, tuttavia, possono essere responsabili pure dell'alterazione delle qualità organolettiche con severe implicazioni nutrizionali. Infatti i fenomeni di ossidazione sarebbero in grado di produrre molecole dotate di elevata tossicità (idroperossidi instabili → COPs) coinvolte in vari processi morbosi con effetti aterogenici, mutageni, angiotossici, citotossici e carcinogeni (Maraschiello e coll., 1998). È stato dimostrato che tali composti possono essere assorbiti dall'uomo con gli alimenti ed entrare in circolo tramite i chilomicroni e alcune lipoproteine (Emanuel e coll., 1991). Peraltro la "pericolosità" dei COPs è molto alta, in quanto, al contrario degli acidi grassi, non manifestano il loro stato di ossidazione compromesso con componenti maleodoranti volatili (Lercker e Rodriguez-Estrada, 1999). Un'alimentazione ricca di antiossidanti (i.e. 200 mg Vit. E/kg di alimento), come potrebbe essere quella basata sul pascolo erbaceo, sembra però non proteggere totalmente dall'ossidazione dei lipidi sia

nelle carni fresche, che nei prodotti trasformati (Rosenvold e Andersen, 2003).

Il colesterolo nativo non è aterosclerogenico, mentre sembrano essere proprio i prodotti di ossidazione (LDL ossidate) ad intervenire nella genesi della lesione aterosclerotica, quando cioè i depositi di colesterolo e dei suoi esteri rappresenterebbero un fenomeno secondario (Addis, 1986).

Gli ossisteroli di più comune riscontro nelle carni sono gli α -epossidi, il 7-chetocolesterolo, il 7 α -idrossicolesterolo, il 7 β -idrossicolesterolo, il 20 α -idrossicolesterolo e il 25-idrossicolesterolo. Quest'ultimo, unitamente al colestaneetriolo, sarebbe il composto dotato di maggiore attività citotossica (Peng e coll., 1979). Gli stessi prodotti di ossidazione sembrano essersi dimostrati in grado di produrre lesioni di tipo aterosclerotico ed essere stati osservati, trasportati dalla apolipoproteina B, nelle LDL e nelle VLDL ma non nelle HDL (Peng e coll., 1982). Gli ossidi del colesterolo sembra vengano incorporati nelle membrane cellulari dove interferirebbero in alcuni cicli metabolici: per esempio il 25-idrossicolesterolo inibisce l'attività della 3-idrossi-3metil-glutaril-CoA-riduttasi e il 5,6-epossicolesterolo si è dimostrato mutageno e ossidi del colesterolo sono risultati carcinogeni (Bösinger e coll., 1993).

Quindi, i grassi trattati termicamente e i prodotti carnei precotti sono tra gli alimenti più a rischio in termini di contenuto di ossidi del colesterolo. La perossidazione dei lipidi costituisce, così, uno dei meccanismi primari di alterazione degli alimenti conservati, specie nel caso delle carni. La reazione inizia con la perdita di un atomo di idrogeno da parte del lipide in presenza di metalli in tracce, luce o

calore. Il radicale lipidico libero che ne deriva reagisce con l'ossigeno e forma radicali perossido. In questo processo di propagazione il radicale lipidico perossido reagisce con altri lipidi e forma idroperossidi lipidici che costituiscono i prodotti primari fondamentali dell'autoossidazione. Gli antiossidanti possono interrompere questa reazione a catena reagendo con i perossidi lipidici per formare radicali stabili. La decomposizione degli idroperossidi lipidici costituisce un processo molto complesso e produce una grande quantità di sostanze che possono avere attività biologica o effetti deleteri sull'aroma degli alimenti. La decomposizione procede per rottura del radicale idroperossido e formazione del radicale alcoxilico. Questi radicali subiscono idrolisi dei legami carbonio dando origine a composti quali aldeidi, chetoni, alcoli, idrocarburi, esteri, furani e lattoni. Gli idroperossidi lipidici possono reagire ulteriormente con l'ossigeno a formare prodotti secondari (i.e. epossidroperossidi, chetoidroperossidi, diidroperossidi, perossidi ciclici) che possono a loro volta decomporsi in prodotti volatili. Gli idroperossidi lipidici sono capaci anche di condensarsi in dimeri e polimeri che a loro volta si rompono per produrre composti volatili. Infine gli idroperossidi lipidici e alcuni dei loro prodotti di degradazione possono interagire anche con le proteine, le membrane e gli enzimi. Reazioni di questo tipo possono avere effetti negativi su funzioni vitali delle cellule.

L'ossidazione biologica è in gran parte dovuta a reazioni catalizzate da ioni metallici di cui il ferro è il principale. Gli ioni ferrosi in soluzione acquosa e aerobiosi producono superossido, perossido di idrogeno e radicale ossidrile. L'acido ascorbico, il NAD(P)H, il glutatione e la cisteina sono ben noti composti riducenti

presenti nei tessuti biologici. Essi riducono lo ione ferrico a ione ferroso dando origine ad un ciclo di ossido-riduzione. Pochi radicali ossidrilici derivanti dal ciclo *redox* del ferro riescono a dare inizio all'ossidazione degli acidi grassi polinsaturi presenti nei trigliceridi. Dal momento in cui vengono formati i primi idroperossidi la propagazione della perossidazione lipidica viene catalizzata dalla demolizione dei perossidi a radicali liberi. Tutte queste reazioni non vengono influenzate dalla superossido dismutasi, dalla catalasi e dagli spazzini dei radicali ossidrilici.

OSSIDAZIONE E COLORE DELLA CARNE

Il colore delle carni è sostanzialmente dovuto alla mioglobina in funzione della concentrazione e dello stato chimico di questa: la sua concentrazione determina l'intensità del colore, che può variare dal rosa pallido al rosso cupo, mentre lo stato chimico è responsabile del tipo di colore che, a parità di intensità, può variare dal rosso-rosa vivo al rosso-mattone spento. La quantità di mioglobina presente è in genere in funzione dell'intensità e del tipo di attività muscolare, del rifornimento di sangue, della disponibilità di ossigeno, dell'età, del sesso e della razza e/o specie. Lo stato chimico è, invece, strettamente legato ai fenomeni di ossido-riduzione, a loro volta fortemente influenzati dalle modalità di conservazione e di trasformazione. I vari complessi noti dell'*eme*, della globina e dei ligandi possono essere raggruppati in due insiemi di classi di legami: ionici e covalenti. Ciascuno di questi contiene membri in cui il ferro è o nella forma ferrosa (Fe^{++}) o nella forma ferrica (Fe^{+++}). Per quanto concerne il colore della carne i complessi covalenti sono di interesse prevalente, poiché è in questa classe che si

trovano i pigmenti rosso vivo tanto desiderati nella carne fresca e nei prodotti di salumeria.

La ossimioglobina e la nitrosomioglobina sono esempi di complessi ferrosi covalenti della mioglobina con l'ossigeno e con l'ossido nitrico. Tali complessi sono di colore rosso. Tuttavia è l'ossigeno, specialmente se a basse tensioni, di cui la mioglobina è un trasportatore, che tende a trasformare il pigmento nella forma ossidata (Fe^{+++}). Quest'ultima, denominata metamioglobina, non è in grado di legare l'ossigeno. In presenza di ossigeno, perciò, la mioglobina viene trasformata in due diversi pigmenti, la ossimioglobina e la metamioglobina, la prima è ossigenata e di colore rosso vivo, mentre la seconda è ossidata e di colore rosso scuro-marrone (Chizzolini e coll., 1997).

La struttura e la chimica dell'atomo di ferro è la chiave per capire le reazioni e le alterazioni del colore cui va sottoposta la mioglobina. Il ferro è un metallo di transizione della prima serie, il che significa che ha un insieme di elettroni del livello $3d$ incompleto. Il numero di ossidazione massimo è $+6$ ma generalmente compare solamente negli stati $+2$ e $+3$. A causa della sua bassa elettronegatività può perdere due elettroni di valenza ($4s$) per formare il catione ferroso (Fe^{++}) o tre elettroni di valenza (due del livello $4s$ e uno del livello $3d$) per formare il catione ferrico (Fe^{+++}). L'allontanamento dei due elettroni $4s$ con formazione dello stato $+2$ è relativamente facile. Il successivo allontanamento di un elettrone $3d$ provoca la formazione dello stato $+3$. Nel caso del ferro ciò avviene facilmente poiché con ciò il livello $3d$ rimane semicompleto. La disposizione degli elettroni negli orbitali $3d$ è responsabile dell'assorbimento della luce visibile e quindi del colore dei complessi della mioglobina. La

disposizione degli elettroni negli orbitali del livello 3d può essere di due tipi principali, uno ad alta e uno a bassa energia. Il modo in cui gli elettroni *d* riempiono i livelli energetici dipende dai ligandi. I derivati ad alto *spin* hanno molti elettroni non appaiati e sono denominati paramagnetici. I derivati che non presentano elettroni spaiati sono di basso *spin* e si chiamano diamagnetici. Il ferro ossidato ad alto *spin* (paramagnetico) è presente nella metamioglobina. Il ferro ridotto a basso *spin* (diamagnetico) si trova nei complessi della mioglobina con l'ossigeno, l'ossido nitrico e il monossido di carbonio. Essendo l'ossidazione dei grassi e della mioglobina strettamente associati, un aumento di uno dei due comporta una maggiore ossidazione anche dell'altro. Può essere che radicali prodotti durante l'ossidazione dei grassi agiscano accelerando direttamente l'ossidazione del pigmento o indirettamente danneggiando i sistemi riducenti del pigmento. Vi è infatti una correlazione positiva altamente significativa tra aumento della metamioglobina e produzione di malonaldeide (Faustman e coll., 1992; Sahoo e Anjaneyulu, 1997). Tale sostanza può essere considerata come il prodotto terminale del processo di ossidazione da parte di tutti i ROMs (Metabolici Reattivi dell'Ossigeno) (Brambilla e coll., 2002).

I processi ossidativi, o fenomeni di ossido-riduzione, rappresentano, quindi, un insieme complesso di reazioni di cui fanno parte componenti di tipo nutrizionale e qualitativo-organolettico di notevole importanza. Il controllo di meccanismi biochimici alla base delle ossido-riduzioni costituisce un obiettivo fondamentale della ricerca nel settore alimentare.

4.0 Scopo

L'obiettivo di questa tesi è stato quello di valutare le *performance* produttive di suini di razza Cinta Senese alimentati con pascolo erbaceo per periodi di diversa durata durante la fase di finissaggio. Il confronto di tali produzioni con quelle ottenute da animali nutriti con la tecnica "tradizionale" (farina di cereali) è mirato alla possibile caratterizzazione differenziale dei prodotti freschi e stagionati di Cinta Senese in funzione del sistema di alimentazione, cercando di individuare i principali parametri fisico-chimico-composizionali del muscolo e del grasso fresco e stagionato utili ad identificare il prodotto finale. Alla luce dell'eterogenea tecnica di allevamento e alimentazione utilizzata risulta quanto mai indispensabile caratterizzare i prodotti di Cinta Senese in modo da poterli destinare a canali di commercializzazione differenti, garantendone la rintracciabilità lungo tutta la filiera.

5.0 Materiali e metodi

5.1 L'azienda

La prova sperimentale è stata condotta presso un allevamento di suini di razza Cinta Senese certificato secondo il metodo biologico e situato nella provincia di Pisa (Casciana Terme). Tale struttura, esistente dal 1997, è dotata di un laboratorio per il sezionamento e la trasformazione delle carni, nonché di un punto vendita di insaccati, salumi e carne fresca attivo dal 2002.

La superficie produttiva è pari a circa 11 ha, suddivisi in: 4.5 ha in rotazione erba medica-orzo, 3.0 ha adibiti per ricovero e pascolo dei suini, 1.0 ha di bosco, 1.3 ha di oliveto, 0.75 ha di alberi da frutta e 0.2 ha di vigneto.

L'allevamento a conduzione familiare è gestito in modo semi-estensivo e si divide in due corpi, uno posto nei pressi del centro aziendale e adibito alla riproduzione e alla fase post-svezzamento, l'altro, sito nelle vicinanze, dedicato all'accrescimento e al finissaggio.

La consistenza attuale è di 10 scrofe e un verro, con una produzione di circa 5-6 suinetti svezzati/scrofa/parto. I parti avvengono in media tre volte in due anni, garantendo una produzione di 75-90 soggetti ingrassati all'anno.

Lo svezzamento viene praticato a circa 70 giorni, corrispondenti ad un peso vivo non inferiore ai 9-10 kg. I suini vengono macellati ad un'età di 18-24 mesi (120-150 kg P.V.).

Vengono macellati circa 50 suini all'anno presso il vicino Consorzio Macelli di San Miniato (Pi).

5.2 La prova sperimentale

All'inizio della fase di finissaggio 6 suini maschi castrati e 10 femmine di razza Cinta Senese omogenei per età, peso vivo e condizioni di allevamento sono stati divisi in due gruppi di 8 soggetti ciascuno e sottoposti ad un diverso regime alimentare.

Pertanto sono stati scelti soggetti con un peso vivo di circa 100-120 kg con l'obiettivo di ottenere il raggiungimento di un peso a fine prova di circa 150 kg PV.

Al momento della scelta gli animali sono stati identificati con doppia marca auricolare.

All'inizio della fase di finissaggio il gruppo "C" (CONCENTRATO) ha ricevuto un'alimentazione a base di soli cereali, mentre il gruppo "P" (PASCOLO) ha usufruito di pascolo erbaceo con un'integrazione di mangime dello stesso tipo del gruppo "C"; il tasso di sostituzione mangime:pascolo è stato pari a circa 1:4-1:5 (Tab. 24).

Tab. 24. Schema alimentare della prova.

	"P"		"C"	
	% tq	kg/capo/die	% tq	kg/capo/die
<i>Orzo</i>	40	0.6	40	1.0
<i>Mais</i>	20	0.3	20	0.5
<i>Crusca</i>	15	0.2	15	0.4
<i>Favino</i>	15	0.2	15	0.4
<i>Tritello</i>	10	0.1	10	0.3
TOTALE	100	1.4	100	2.6
<i>Pascolo erbaceo stimato</i>		5.0-6.0	-	-
Energia Digeribile (Kcal)		7548		7890

I suini del gruppo "P" sono stati fatti pascolare su un'area seminata con erba medica, avena, loietto e trifoglio pratense di circa 7000 m², stimando un carico animale di circa 6.2-7.3 q.li/ha (Fig. 6).

Fig. 6. Area di pascolo prima della sua utilizzazione (sx) e gruppo "P" al momento della sua immissione al pascolo (dx) vs. area di pascolo (sx) e soggetti (dx) alla fine della prima prova.



I soggetti del gruppo "C" (Fig. 7) sono stati allevati in un'area di circa 0.5 ha limitrofa alla zona di pascolamento.

Fig. 7. Gruppo "C" nell'area di movimento priva di valore alimentare.



Sia il pascolo (Numata, 1982) che la farina di cereali utilizzati per l'alimentazione dei soggetti in prova sono stati campionati e sottoposti ad analisi chimica (Tab. 26).

Tab. 26. Composizione percentuale degli alimenti somministrati.

		Concentrato	Pascolo
Sostanza secca	%TQ	11.50	23.00
Proteine grezze	"	12.70	3.54
Estratto etereo	"	2.70	0.65
Fibra	"	4.47	4.42
Estrattivi inazotati	"	64.73	11.79
Ceneri	"	3.96	2.59

La prova si è svolta da maggio a settembre 2005. Durante il periodo di ingrasso gli animali sono stati sottoposti a controlli ponderali cadenzati al fine di verificare l'evoluzione del peso vivo e calcolare l'incremento medio giornaliero (IMG).

Sono state quindi effettuate macellazioni scalari in modo da produrre soggetti che avessero ricevuto un'alimentazione a base di pascolo per un tempo variabile (stimata a 50, 100, 150 d), così da valutare la dinamica del cambiamento delle caratteristiche chimico-organolettiche del prodotto finito e ottenere indicazioni sul tempo minimo necessario a determinare una caratterizzazione evidente delle carni fresche e stagionate.

I è stato preparato il lardo secondo il sistema tipo Colonnata (salagione a secco per 15 giorni) e stagionato per circa sei mesi. Su tale prodotto sono state effettuate le prove di assaggio da parte di un'apposita commissione (*Panel test*).

5.3 Rilievi e analisi effettuate

Al momento della macellazione, dopo aver rilevato il peso vivo dell'animale, sulla mezzena sinistra è stata misurata la lunghezza atlanto-pubica (distanza tra l'atlante e l'estremità più bassa dell'osso pubico) e la profondità del torace (larghezza del torace misurato all'altezza della 4° costa) utilizzando il bastone di Lydtin (AA.VV., 1991).

Sono stati poi misurati con un calibro lo spessore del grasso sottocutaneo totale e dello strato superficiale a livello della prima, dell'8°/9° (gluteo medio) e dell'ultima vertebra toracica, calcolando per differenza quello dello strato profondo. Inoltre, è stato misurato il pH₄₅ e il pH₂₄ del *Longissimus dorsi* a livello della 5°/6° vertebra toracica utilizzando un pH-metro Testo[®] mod. 205.

Dalla mezzena sinistra di ciascun animale è stato prelevato il taglio campione corrispondente al tratto di lombata comprendente quattro vertebre lombari (dalla II alla V). Tale porzione è composta da parte dei muscoli *Longissimus lumborum*, *Psoas major* e *Psoas minor*, da grasso intermuscolare e sottocutaneo e dalle quattro vertebre lombari.

Successivamente dalla mezzena destra sono stati rilevati i seguenti pesi:

- *tagli carnosì*: prosciutto, lombata, coppa e spalla;
- *tagli adiposi*: pancetta, lardo e sugna;
- *tagli a prevalente base ossea*: testa con guancia e codino.

DISSEZIONE DELLA CARCASSA

La dissezione della carcassa è stata effettuata secondo il seguente procedimento.

È stata distaccata la testa a livello dell'articolazione occipito-atlantoidea circoscrivendola

attraverso una linea che passa alla base dell'orecchio e prosegue fino alla mandibola. Si è poi proceduto all'isolamento del prosciutto staccando le vertebre sacrali dalla sinfisi ischio-pubica. La rifilatura è avvenuta asportando l'articolazione coxo-femorale, parte dei muscoli vicini all'articolazione, l'eccesso di grasso e parte della cotenna. Successivamente è stata tolta la sugna che comprende il grasso cavitario non eliminato con l'eviscerazione. È stato poi diviso l'intero costato dai muscoli della spalla e dalla pancetta.

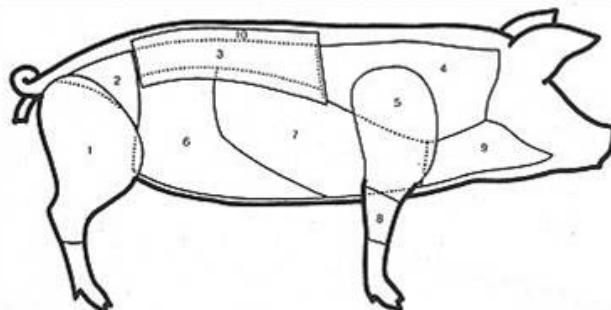
La spalla si ottiene distaccando dal tronco i muscoli sottoscapolari; essa comprende i muscoli del braccio, della spalla e dell'avambraccio.

La pancetta rappresenta la parte addominale inferiore del suino, essa va dalla regione retro-sternale a quella inguinale; viene separata dal lardo con un taglio parallelo tra la linea dorso-lombare e la linea alba.

Il lardo rappresenta la parte adiposa ed è comprensiva di cotenna. La lombata è costituita dalle ultime 7 vertebre lombari e comprende i muscoli dorso-lombari.

La scamerita comprende le prime 5 vertebre cervicali e tutti i muscoli del collo (Fig. 8).

Fig. 8. Principali tagli del suino.



1. Prosciutto; 2. Scannello; 3. Lombata; 4. Scamerita; 5. Spalla;
6. Pancetta; 7. Costato; 8. Stinco; 9. Guancia; 10. Lardo

Dopo la misurazione dell'area del *Longissimus lumborum*, il giorno stesso del prelievo è stata eseguita

la dissezione delle componenti del taglio campione al fine di rilevare l'incidenza percentuale di: grasso sottocutaneo diviso nei suoi due strati (superficiale e profondo), grasso intermuscolare, *Longissimus lumborum*, *Psoas*, "altro magro" (porzioni muscolari non definite) e componente ossea.

Sul *Longissimus lumborum* sono state eseguite le seguenti analisi fisiche:

1. Colore, mediante colorimetro Minolta Chromameter CR-200 che fornisce le tre coordinate colorimetriche L^* , a^* e b^* . L^* esprime la luminosità: con il valore "0" abbiamo l'assorbimento completo (nero), mentre con "100" la riflessione completa della luce (bianco assoluto). a^* , o indice del rosso, può variare da -60 (verde) a +60 (rosso). b^* , o indice del giallo, oscilla tra -60 (blu) e +60 (giallo). Le combinazioni di questi ultimi due parametri forniscono le grandezze Cromia (C^* - Intensità del colore = $\sqrt{a^2 + b^2}$) e Tinta (H^* - Tonalità = $\arctg \frac{b}{a}$). Tali misurazioni sono state effettuate su una fetta di muscolo di 1.5 cm di spessore, mantenuta a 4°C per un'ora e avvolta in un film di polietilene permeabile all'ossigeno, al fine di consentire la formazione di ossimioglobina sulla superficie (Boccard e coll., 1981).
2. Capacità di ritenzione idrica, valutata con le seguenti metodiche (Boccard e coll., 1981).
 - a. *Acqua libera* con il metodo a pressione di Grau e Hamm (1952) modificato, eseguito in doppio: 300 mg di muscolo sono stati prelevati, posti su carta da filtro e sottoposti per 6 min tra due piastre di plexiglas alla pressione di

200 atm tramite una pressa meccanica. La misura dell'acqua libera è indicata dalla superficie - in cm^2 - della corona circolare delimitata esternamente dal bordo della carta imbevuta e internamente dal profilo dell'impronta del campione compresso.

b. *Calo di cottura* a bagnomaria: una porzione del muscolo, dopo essere stata pesata, è stata messa sottovuoto e cotta in un bagno termostatico fino al raggiungimento della temperatura di 75°C . Poi il campione è stato estratto dal sacchetto e pesato. La differenza tra il peso iniziale e quello finale ha fornito il valore del calo espresso in percentuale sul peso iniziale.

c. *Calo di sgocciolamento*: un campione precedentemente pesato e sospeso entro un sacchetto di plastica è stato mantenuto per 24 h a 4°C . La differenza tra il peso iniziale e quello finale ha fornito il valore del calo espresso in percentuale sul peso iniziale.

3. Resistenza al taglio, eseguita tramite apparecchio Instron mod. 1011 dotato di cesoia Warner-Bratzler in doppio. La determinazione è stata effettuata su una "carota" di muscolo (carne cruda e cotta) avente il diametro di 2.54 cm.

Su campioni di *Longissimus lumborum* e *Psoas* sono state eseguite le seguenti analisi chimiche:

1. Umidità, effettuata tramite liofilizzazione di un campione di circa 60 g di muscolo macinato e liofilizzato fino al raggiungimento di un peso costante.

2. Estratto etereo, attraverso apparecchio Soxhlet. I lipidi sono stati estratti da un campione di 2 g

introdotta in un ditale di cellulosa mediante etere di petrolio. Il residuo secco è stato essiccato a 105 °C fino al raggiungimento di un peso costante.

3. Proteina grezza, tramite procedimento Kjeldahl su 1 g di campione. Tale metodica si basa sulla mineralizzazione dell'azoto mediante un trattamento a caldo con H₂SO₄ concentrato e una successiva distillazione dell'azoto ammoniacale e raccolta di H₃BO₃.
4. Ceneri, ottenute dopo l'incenerimento di 4 g di muscolo in una muffola alla temperatura di 525°C.

Sui campioni di grasso sottocutaneo fresco e sul lardo stagionato sono state eseguite le seguenti determinazioni:

1. Colore, secondo la metodica precedentemente descritta.
2. Lipidi totali, effettuati su 1 g di campione omogeneizzato con una miscela di cloroformio e metanolo in rapporto 2:1 v/v (Folch e coll., 1957).
3. Acidi grassi dei lipidi totali, previa estrazione degli esteri metilici degli acidi grassi tramite esterificazione in presenza di H₂SO₄ (Morrison e Smith, 1964). La loro analisi è stata effettuata con un gas-cromatografo DANI 86.10 con detector a ionizzazione di fiamma (FID). Gli acidi grassi sono stati separati con una colonna capillare di 30 m di lunghezza, 0.32 mm di diametro interno e 0.25 mm di spessore del film. La temperatura della colonna passava dai 160°C ai 220°C con un incremento di 2°C/min, mentre la temperatura del detector era fissata sui 260°C. L'iniezione totale di 1 µl di campione veniva effettuata con apertura dell'iniettore split dopo 40 sec, utilizzando come

carrier l'elio alla pressione di 1.1 bar. Gli esteri metilici sono stati così identificati in base al loro tempo di ritenzione ed espressi come percentuale sul totale degli esteri metilici individuati. Tale metodica permette l'ottenimento di cromatogrammi che iniziano con l'acido laurico (C 12:0) e terminano con l'acido docosaenoico-DHA (C 22:6 n-3).

Infine, sui campioni di lardo stagionato sono state eseguite le seguenti determinazioni:

1. Malonaldeide, con metodo di Pikul e coll. (1983) modificato. Sono stati presi 2,4 g del campione di grasso macinato a cui sono stati aggiunti 4ml di BHT, 0.01g/ml di cloroformio e 15 ml di TCA (al 5%). Successivamente sono stati frantumati in omogeneizzatore (Ultra Turrax T25) per 40-45 secondi in ghiaccio per evitare aumento eccessivo di temperatura. Una volta trituriati, i campioni sono stati centrifugati a 2000 - 2500 giri/min per 15 minuti, a 5°C. Quindi sono stati prelevati 4 ml (2 ml per ogni provetta in doppio) dal supernatante. Sono stati aggiunti per ogni provetta 3 ml di TBA 0,02M, procedendo poi all'agitazione delle provette che sono state lasciate poi per una notte a temperatura ambiente a colorare. La soluzione delle provette è stata portata a valori di pH di 7-7,2. La soluzione colorata ottenuta è stata fatta passare attraverso delle cartucce cromatografiche per estrazione in fase solida (*Sep Pack Cartridges, Waters Corporation, Massachusetts*) per eliminare le possibili interferenze di altri prodotti di degradazione che potrebbero portare a sovrastimare il contenuto di malonaldeide. Il residuo contenuto

nelle cartucce è stato diluito in 5ml di metanolo. Si è proceduto poi con la lettura del colore tramite spettrofotometro (PerkinElmer EZ-150), impostandolo alla lunghezza d'onda di 535 nm. Il contenuto in malonaldeide è stato espresso in mg/kg di campione.

2. Panel test, tramite analisi organolettica (Tab. 25) da parte di un gruppo di 10 panelisti addestrati che hanno formulato una valutazione lineare con punteggio da 0 a 10 per una serie di parametri visivi, olfattivi, tattili e gustativi, modificando delle metodiche proposte da Careri e coll. (1993), Ruiz e coll. (1998), Ruiz e coll. (2002), Rhee e coll. (2003), Jeremiah e coll. (2003) e Recio e coll. (1988).

Tab. 25. Parametri valutati nel Panel Test.

Tratti Sensoriali	Definizione
<i>Apparenza</i>	
Colore Rosa	Intensità del colore
Colore Giallo	Intensità del colore
Untuosità	Effetto traslucido sulla superficie di taglio
<i>Tessitura</i>	
Consistenza	Resistenza alla pressione opposta dal prodotto
Succosità	Capacità di stimolare la salivazione durante la masticazione
Resistenza alla masticazione	Resistenza alla masticazione
Residuo alla masticazione	Residuo connettivale
<i>Aroma</i>	
Profumo	Buon odore del prodotto maturo, deve suscitare appetibilità
Aromi indesiderati	Aromi indesiderati
<i>Sapori</i>	
Salato	Tipico sapore del sale
Rancido	Sapore generato dall'ossidazione del prodotto, di solito acre
Retrogusto	Sensazione residua lasciata in bocca dal prodotto al termine della degustazione
Persistenza	Capacità di mantenere sul palato le sensazioni provate durante l'assaggio
Gradimento complessivo	L'insieme delle sensazioni che determinano l'accettabilità globale del prodotto

5.4 Analisi statistica

I dati scaturiti da tutte le sperimentazioni sono stati sottoposti alle analisi statistiche, al fine di studiare l'influenza e l'interazione dei diversi fattori considerati.

I dati sono stati elaborati con il pacchetto statistico SAS (1996) utilizzando i seguenti modelli:

Evoluzione PV e IMG

$$Y_{ijkl} = D_i + G_j + S_{ijk} + b_i * X_{ijkl} + c_i * X_{ijkl}^2 + \varepsilon_{ijkl}$$

Modello generale

$$Y_{ijk} = D_i + G_j + b_i * T_{ijk} + \varepsilon_{ijk}$$

Al quale è stato aggiunto l'effetto:

L = strato del grasso e del lardo per la caratterizzazione del profilo acidico;

R = rilevatore per il Panel test.

Dove:

μ = Media

D = Dieta

G = Genere

S = Soggetto

X = PV

T = Giorni di prova

b, c = Coefficienti di regressione

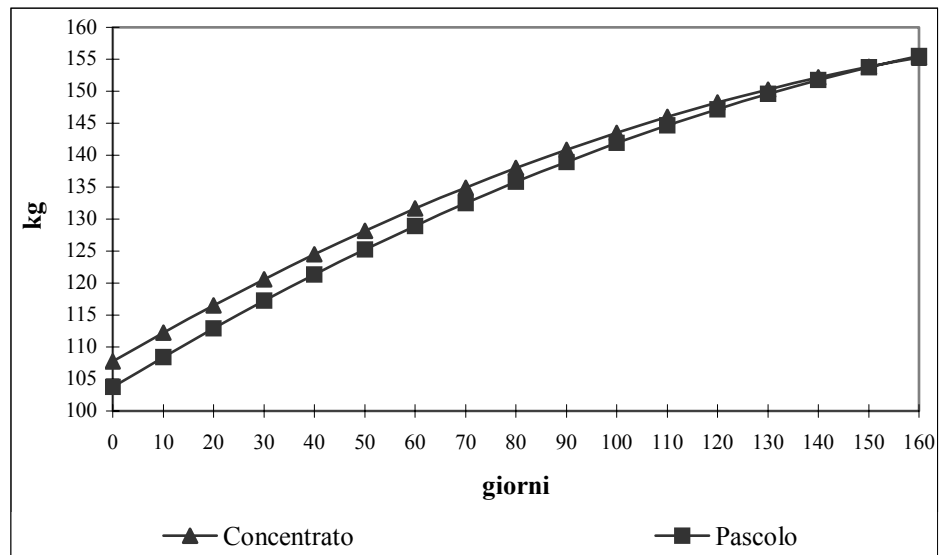
ε = Errore

6.0 Risultati e discussione

RILEVAMENTI IN VITAM

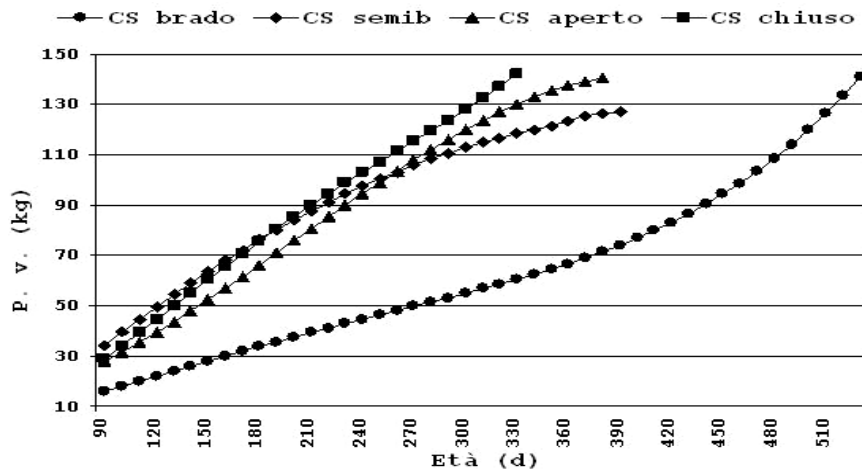
I soggetti del gruppo "C" hanno iniziato il periodo di sperimentazione con un peso vivo leggermente superiore a quelli del gruppo "P" (rispettivamente 107.8 e 103.7 kg), ma alla fine del ciclo di finissaggio tale divario è stato colmato, raggiungendo pesi rispettivamente di 155.3 e 155.5 kg (Graf. 1).

Graf. 1. Evoluzione del peso vivo durante la prova.



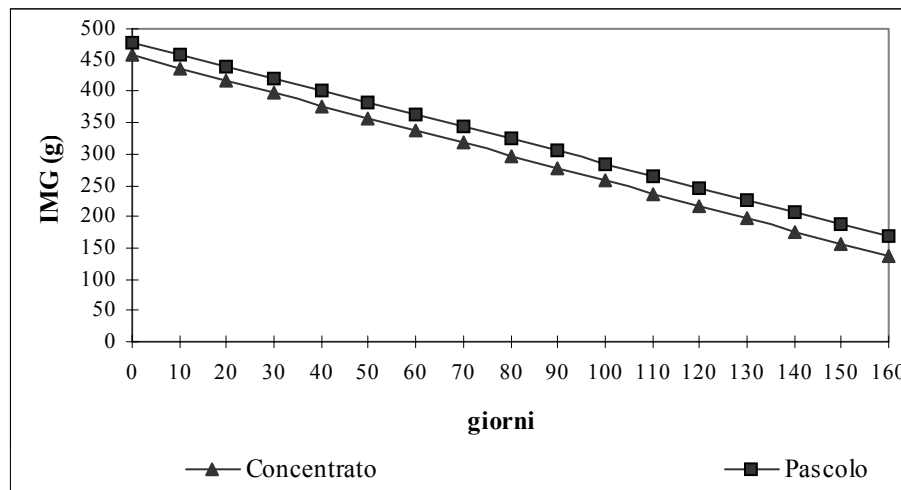
Confrontando tali valori con la bibliografia si può notare un andamento similare a quello rilevato da Campodoni e coll. (2001) per l'allevamento di tipo semibrado (Graf. 2).

Graf. 2. Andamento del PV in diversi sistemi di allevamento (Campodoni e coll., 2001).



Gli IMG si sono dimostrati superiori nel gruppo "P" (Graf. 3) durante l'intero svolgersi della prova, con valori medi rispettivamente di 323 e 297 g (Err.Std. 24.16). Tali dati si pongono in una via intermedia tra quelli rilevati in allevamenti bradi di suini della stessa razza - 250 g - e confinati - 438 g (Franci e coll., 2003).

Graf. 3. Incremento medio giornaliero nei due gruppi testati.



DATI RACCOLTI POST-MORTEM

Il peso vivo, il peso morto e la resa alla macellazione non hanno fatto rilevare variazioni significative collegate ad un diverso periodo di

assunzione dell'erba; inoltre quest'ultimo parametro ha fatto rilevare valori al di sopra di quelli riscontrati in lavori precedenti sia per questa razza, che per i suoi incroci (Colatruglio e coll., 2000; Franci e coll., 2003).

Anche la composizione della carcassa osservata in sede di sezionamento e i pH non sono stati influenzati significativamente dal periodo di alimentazione al pascolo (Tab. 27). A tal proposito bisogna ricordare come anche altre ricerche (Rey e coll., 2006) abbiano evidenziato l'ininfluenza dell'aggiunta di una componente erbacea nella dieta sul peso della carcassa e sulle sue diverse componenti in suini Iberici.

Tab. 27. Composizione della mezzena e pH nei due gruppi.

	50 d		100 d		150 d		Signif. regres. p	RSD
	C	P	C	P	C	P		
PV (kg)	129.34	135.90	142.78	142.76	156.2	149.6	0.0210	12.692
PM (kg)	111.14	116.30	123.40	120.64	135.66	124.99	0.0119	9.854
Resa (%)	86.04	85.78	86.50	84.68	86.97	83.58	0.5840	3.237
Tagli magri (%)	65.99	67.50	65.76	67.19	65.52	66.88	0.9345	3.020
Prosciutto (%)	28.24a	26.92b	28.24	27.47	28.24	28.03	0.2706	0.944
Lombata (%)	19.66	19.04	19.16	18.44	18.66	17.83	0.4728	1.781
Spalla (%)	18.89	18.85	18.99	19.10	19.09	19.36	0.9508	2.420
Prosciutto/Spalla	1.47	1.49	1.44	1.44	1.41	1.40	0.5930	0.145
Tagli adiposi (%)	24.44	21.28	24.62	22.17	24.81	23.07	0.7932	3.866
Lardo (%)	10.11	8.44	10.07	9.25	10.03	10.07	0.7140	2.858
Pancetta (%)	9.75	8.43	9.09	8.69	8.43	8.95	0.2157	1.109
Sugna (%)	2.98	3.54	3.52	3.00	4.05a	2.46b	0.0920	0.902
Tagli a base ossea								
Testa con guanciale (%)	9.57	11.21	9.61	10.63	9.66	10.05	0.3821	1.167
Codino (%)	0.52	0.52	0.55	0.61	0.59	0.70	0.2353	0.5658
pH ₂₄	5.43	5.46	5.49	5.46	5.55	5.47	0.1663	0.084
pH ₄₈	6.33	6.38	6.45	6.34	6.56	6.31	0.5037	0.286

I valori dei due pH risultano sovrapponibili a quanto riportato da Pugliese e coll. (2003); anche in questo caso non variano significativamente nei due gruppi e nei diversi tempi di alimentazione.

È importante notare, comunque, come tutti i soggetti si siano posizionati su valori ben al di sopra del limite di 5.8 di pH₄₅ per scongiurare carni di tipo PSE e al di

sotto di 6.2 per il pH₂₄, oltre il quale le carni rientrano nella categoria DFD (Bertolini e coll., 2003). Tutto ciò depone a favore di una buona acidificazione delle carni, anche se, come ormai è noto, nelle razze rustiche tale processo avviene più lentamente rispetto a razze come Large White o Landrace (Serra e coll., 1998).

L'unica differenza statisticamente significativa tra i due gruppi è stata quella relativa al prosciutto dopo 50 d, risultato maggiore nel gruppo "C"; tale differenza è però scomparsa dopo ulteriori 50 d di pascolo.

L'alta percentuale di tagli magri a discapito di quelli adiposi, più simile alla razza Large White o ai suoi incroci con la Cinta Senese (Franci e coll., 2003), può essere messa in relazione con i lenti ritmi di crescita e la buona attività motoria che gli animali hanno avuto nella loro vita (Tab. 28).

Tab. 28. Composizione delle carcassa in alcune razze suine (Franci e Pugliese, 2004).

Razza	Acciaioli e coll., 2002		Pugliese e coll., 2003	Grasso e coll., 1996 *		Colatruglio e coll., 2000 #		
	CS	LW	NS	CA	LxLxLW	CL	CS	NS
PV (kg)	136	154	102	125	125	176	173	166
Resa (%)	81.2	82.8	82.5	86.0	84.6	81.5	81.0	80.6
TM (%)	57.7	69.1	53.8	77.7	80.6	78.0	79.2	79.0
TA (%)	36.8	24.7	39.4	12.7	9.9	15.0	13.7	14.2
Ossso (%)	5.1	4.9	6.6	8.8	8.6	-	-	-

* Taglio "Modena"; # Taglio "Napoletano"

TM-Tagli magri; TA-Tagli adiposi; CS-Cinta Senese; LW-Large White; NS-Nero Siciliano; CA-Casertana; LxLxW-LandraceX(LandraceXLarge White); CL-Calabrese

Infatti, anche il basso rapporto fra il peso di prosciutto e spalla può indicare come il tipo di allevamento all'aperto adottato abbia sviluppato maggiormente il treno anteriore a discapito del posteriore, allontanandosi quindi anche dalla tipologia di suino "quattro prosciutti" ad oggi molto ricercata dall'industria salumiera.

Tab. 29. Misure sulla carcassa nei due gruppi.

	50 d		100 d		150 d		Signif. regres. p	RSD
	C	P	C	P	C	P		
<i>Lardo FT Totale</i>	5.78	5.62	5.30	5.14	4.82	4.67	0.1924	0.978
-Profondo	4.15	3.96	3.35	3.86	2.56	3.76	0.0725	0.899
-Superficiale	1.65	1.66	1.95	1.28	2.26a	0.91b	0.2367	0.771
<i>Lardo LT Totale</i>	4.86	4.80	4.73	4.11	4.61	3.43	0.3250	1.234
-Profondo	2.98	2.82	2.97	2.58	2.97	2.34	0.7848	0.946
-Superficiale	1.88	1.98	1.76	1.53	1.64	1.09	0.2403	0.718
<i>Lardo GM Totale</i>	4.23	4.64	4.28	4.20	4.33	3.76	0.5106	1.052
-Profondo	2.85	2.75	2.89	2.49	2.94	2.23	0.4633	0.585
-Superficiale	1.38	1.89	1.39	1.71	1.39	1.53	0.7664	0.690
Lunghezza (cm)	98.20	101.02	104.00	101.31	109.80	101.60	0.1470	7.516
Profondità (cm)	40.41	43.37	41.86	43.03	43.30	42.69	0.2751	2.416
Lungh./Profondità	2.53	2.37	2.49	2.34	2.45	2.31	0.8051	0.196

In relazione alle misure della carcassa (Tab. 29) non sono apprezzabili differenze significative tra la diversa durata del periodo di finissaggio. Si può notare, però, la notevole incidenza dello strato profondo del lardo rispetto al superficiale; tale spessore tende a decrescere secondo un gradiente cranio-caudale e risulta quello a più lento sviluppo e quindi maggiormente sensibile alla disponibilità di alimento nelle ultime fasi di finissaggio (Geri e coll., 1986). Il suino sembra per così dire "difendere" la sua carne da un'eccessiva infiltrazione adiposa depositando attorno alla massa muscolare la grandissima maggioranza del grasso contenuto nella sua carcassa. I valori relativi agli spessori del grasso risultano comunque quasi sempre inferiori a quelli rilevati su animali della stessa razza allevati in bosco, ma nettamente superiori a razze selezionate come la Large White (Franci e coll., 2003).

Da un punto di vista morfologico, gli animali mostravano un ottimo sviluppo sia in lunghezza, che soprattutto in profondità, come dimostrato anche dal loro basso rapporto (circa 2.4 contro valori riportati da Franci e coll. nel 2003 di 3.8-4.0).

Da un confronto fra i due sessi è possibile notare che le femmine si sono dimostrate tendenzialmente più

precoci, più pesanti, ma con rese alla macellazione inferiori. I maschi castrati, invece, hanno fatto rilevare pesi dei prosciutti significativamente inferiori, come riportato anche da Colatruglio e coll.(2000) in tre razze autoctone italiane, e valori di pH₂₄ leggermente superiori, ma decisamente non alteranti la qualità della materia prima. Per quanto riguarda le misure della carcassa, solamente lo spessore totale del lardo all'ultima vertebra toracica e al Gluteo medio sono risultati superiori nei soggetti castrati. Le femmine infine hanno sviluppato tendenzialmente una minor profondità rispetto ai maschi.

Tab. 30. Composizione del taglio campione.

	50 d		100 d		150 d		Signif. regres. p	RSD
	C	P	C	P	C	P		
Taglio campione (g)	2852.72	2952.93	2896.36	2852.07	2939.99	2751.21	0.7425	401.419
Grasso tot. (%)	45.14	46.64	44.93	42.92	44.73	39.25	0.1439	4.827
Sottocutaneo(%)	40.34	42.10	38.97	37.91	37.60	33.72	0.0566	4.503
-Superficiale (%)	15.44	15.87	15.00a	16.46b	14.58a	17.06b	0.2983	1.297
-Profondo (%)	24.90	26.23	23.97	21.45	23.02a	16.66b	0.0119	3.708
Intermuscolare (%)	4.79	4.54	5.96	5.04	7.13	5.53	0.3504	2.413
Magro tot. (%)	45.48	43.36	45.58	46.22	45.67	49.08	0.2316	4.396
Psoas major (%)	9.81	8.90	9.80	9.77	9.78	10.65	0.1423	1.142
Long. lumborum (%)	28.47	27.72	28.62	28.72	28.76	29.72	0.5669	2.598
Altro magro (%)	7.20	6.74	7.16	7.73	7.13	8.71	0.4701	2.174
Osso (%)	9.38	10.00	9.49a	10.84b	9.60a	11.67b	0.1486	1.109
Area Long. lumb. (cm ²)	414.90	353.15	390.96	387.07	367.02	420.98	0.3056	73.619
Magro/Osso	4.86	4.43	4.84	4.28	4.82	4.14	0.8091	0.623

Dalla dissezione del taglio campione (Tab. 30) è possibile notare che le uniche differenze significative in termini di andamento nelle tre fasce considerate hanno riguardato il grasso sottocutaneo e quello profondo, evidenziando in quest'ultimo un netto calo nel gruppo "P" a 150 d, probabilmente dovuto alla scarsità di erba o alla sua fase fenologica avanzata nell'ultimo periodo di finissaggio.

Il rapporto fra le componenti magre e quelle ossee raggiunge valori simili a quelli evidenziati negli incroci Cinta Senese x Large White (4.71), nettamente

superiori a quelli precedentemente rilevati in soggetti di razza pura (i.e. 3.93 in Franci e coll. nel 2005) anche per la bassa incidenza della componente ossea: circa 10% vs. 20% in altre ricerche (Pugliese e coll., 2003).

La composizione tissutale del taglio campione non ha fatto rilevare differenze significative né nella durata, né tra le due tesi sperimentali ed ha mostrato valori sovrapponibili a quelli rilevati in precedenti esperimenti (Sirtori, 2005). Il confronto tra i maschi castrati e le femmine ha fatto rilevare differenze significative solamente per la percentuale del muscolo *Psoas major* (rispettivamente 8.63% e 10.52%, Std. Err. 0.225, $p=0.0009$) e del grasso intermuscolare (rispettivamente 7.01% e 4.05%, Std. Err. 0.570, $p=0.0209$).

Le seguenti tabelle (Tab. 31 e 32) mostrano la diversa composizione chimica dei muscoli *Longissimus lumborum* e *Psoas major* dove non è sembrata possibile rilevare alcuna apprezzabile evoluzione nel tempo.

Tab. 31. Caratteristiche chimiche del muscolo *Longissimus lumborum* (% sul tq).

	50 d		100 d		150 d		Signif. regres. p	RSD
	C	P	C	P	C	P		
<i>Umidità</i>	% 70.84	71.30	70.34	70.42	69.84	69.55	0.3689	1.922
<i>Proteina grezza</i>	% 23.14	22.14	23.27	23.38	23.41	24.62	0.0737	1.356
<i>Grasso grezzo</i>	% 4.69	4.86	4.88	4.31	5.08	3.76	0.6726	1.831
<i>Ceneri</i>	% 1.27	1.24	1.37	1.44	1.47	1.64	0.1541	0.296

Se paragonato a precedenti studi (Franci e coll., 2005), il *Longissimus lumborum* presenta un maggior contenuto in proteine e grasso. Soprattutto quest'ultimo parametro è ritenuto avere dirette ripercussioni positive sulla sapidità delle carni (Wood e coll., 1986).

Tab. 32. Caratteristiche chimiche del muscolo *Psoas major* (% sul t.q.).

		C	P	C	P	C	P	Signif. regres. p	RSD
<i>Umidità</i>	%	74.16	73.38	74.02	74.08	73.88	74.77	0.1771	0.994
<i>Proteina grezza</i>	%	21.14	21.54	21.41	21.46	21.68	21.38	0.4266	1.250
<i>Grasso grezzo</i>	%	3.05	3.04	2.96	2.44	2.87	1.84	0.4103	0.596
<i>Ceneri</i>	%	1.50	1.58	1.42	1.56	1.34	1.54	0.5734	0.232

In quasi tutti i soggetti, infatti, il grasso intermuscolare supera o eguaglia il 2-2.5%, valore ottimale per la palatabilità delle carni suine (Molénat e coll., 1992). Tale parametro presenta valori di poco superiori a quelli rilevati in altre razze autoctone italiane (Tab. 34), ma pari a circa la metà di quanto riportato da autori spagnoli per il suino Iberico (Mayoral e coll., 1999).

I due muscoli presentano una composizione chimica significativamente diversa: il *Longissimus lumborum* ha una generale minor umidità e conseguentemente un maggior contenuto in grassi e proteine.

In riferimento alle caratteristiche fisiche di questo muscolo (Tab. 33), è possibile notare una capacità di ritenzione idrica tendenzialmente inferiore (Pugliese e coll., 2003) o sovrapponibile (Franci e coll., 2005) a precedenti esperienze; inoltre la carne dei soggetti di questa sperimentazione si è dimostrata decisamente più tenera, sia prima che dopo la cottura (rispettivamente 9.2-9.8 kg e 10.6-11.8 kg), nonostante l'età avanzata, e quindi la presumibile alta percentuale di collagene, dei soggetti in esame.

Tali valori possono essere messi in relazione con l'alta percentuale di grasso riscontrata: una carne più grassa è tendenzialmente anche più tenera.

Comunque, anche Dufey ha riscontrato nel 1995 carni più tenere in suini allevati *outdoor*, grazie alla maggiore attività motoria.

Tab. 33. Caratteristiche fisiche del muscolo *Longissimus lumborum* e colore del magro e del grasso.

	50 d		100 d		150 d		Signif. regres. p	RSD
	C	P	C	P	C	P		
<i>Capacità di ritenzione idrica (%)</i>								
-Calo sgocciolamento	4.61	4.36	4.78	5.15	4.95	5.94	0.5416	1.998
-Calo cottura bagnomaria	25.43	25.71	25.90	25.73	26.3	25.75	0.9756	6.143
-Acqua libera (cm ²)	12.44	9.60	10.44	8.86	8.44	8.11	0.0897	2.515
<i>Sforzo di taglio (kg)</i>								
-carne cotta	9.20a	6.35b	8.02	8.58	6.85A	10.80B	0.0038	1.642
-carne cruda	7.19	7.63	6.68a	8.66b	6.16a	9.68b	0.2215	1.769
<i>Colore del muscolo</i>								
L*	48.48	47.30	48.56	48.76	48.64	50.22	0.4259	3.022
a*	13.53	13.78	13.85	13.60	14.18	13.43	0.8761	2.094
b*	4.40	3.97	4.45	4.49	4.50	5.02	0.5834	1.394
Tinta	0.41	0.35	0.39	0.39	0.37	0.42	0.3056	0.736
Croma	14.23	14.34	14.55	14.32	14.88	14.34	0.2645	2.055
<i>Colore del lardo</i>								
L*	76.62	74.37	76.78	75.44	76.94	76.51	0.7415	5.143
a*	1.41	1.22	1.27	0.86	1.13	0.50	0.3582	0.940
b*	4.63	3.73	3.46	4.30	2.30A	4.87B	0.0096	1.222
Tinta	1.27	1.28	1.25	1.38	1.24	1.48	0.1870	0.197
Croma	4.93	4.01	3.78	4.58	2.64A	5.14B	0.0174	1.309

I differenti tempi di assunzione dell'alimento hanno fatto variare in maniera significativa lo sforzo di taglio della carne cotta, l'indice del giallo e la croma nel lardo stagionato: questi tre parametri presentano andamenti opposti nei due gruppi considerati. Da un punto di vista cromatico il muscolo dei soggetti in prova si è dimostrato più intensamente colorato (i.e. a* e croma) rispetto a precedenti esperienze (Franci e coll., 2004) riassunte nella Tabella 34, anche se pure in questo caso non sono state apprezzate differenze significative tra le due tesi esaminate. I bassi valori di tinta rispetto a razze suine migliorate depongono a favore di un maggiore apprezzamento da parte del consumatore (Serra e coll., 1998).

L'indice del giallo del lardo stagionato presenta un andamento con variazioni significative in relazione alla durata del periodo di assunzione dell'alimento, ma con trend opposto nei due gruppi.

Infine si può notare una luminosità generalmente maggiore (Tab.34) rispetto a precedenti esperienze (Sirtori e coll., 2005).

Tab. 34. Parametri qualitativi della carne di alcune razze suine (Franci e Pugliese, 2004).

Razza	Franci e coll., 2001 *		Pugliese e coll., 2004 *		Zullo e coll., 2003 #		Palazzo e coll., 2000 #	
	CS	LW	NS	CA	LxLxLW	CL	CA	NS
<i>pH₄₅</i>	6.22	6.31	6.32	-	-	-	-	-
<i>L*</i>	49.7	51.4	46.7	-	-	37.7	34.9	34.9
<i>a*</i>	11.4	9.17	15.32	-	-	17.4	16.3	17.0
<i>b*</i>	4.62	4.48	4.88	-	-	9.5	8.6	8.9
<i>IMF (%)</i>	3.19	0.90	3.3	3.88	2.31	-	-	-
<i>CC (%)</i>	26.0	33.4	25.0	--	-	-	-	-
<i>RT (kg)</i>	10.6	10.4	9.0	-	-	-	-	-

*IMF-Grasso intramuscolare; CC-Calo cottura; RT-Resistenza taglio; * Longissimus lumborum; # Media effettuata su 5-9 muscoli*

CS-Cinta Senese; LW-Large White; NS-Nero Siciliano; CA-Casertana; LxLxLW-LandraceX(LandraceXLarge White); CL-Calabrese

Il sesso non ha influenzato significativamente né le caratteristiche fisiche, né il colore del *Longissimus lumborum*, come pure quello del grasso.

La differente durata di assunzione dell'alimento non sembra aver influenzato l'andamento della composizione acidica del grasso dorsale fresco (Tab. 35). Sono rilevabili però differenze significative tra i due gruppi, soprattutto a carico della componente n-3 (C18:3) e conseguentemente anche del rapporto n6/n3.

La ricchezza di tali elementi è giustificata dal fatto che il pascolo erbaceo è contraddistinto da alte percentuali di acidi grassi n-3: Rey e coll. (1997 e 2006) riportano il 45.0-54.4%, contro circa l'1% delle ghiande o il 2.4% delle miscele commerciali.

Da un punto di vista dietetico è bene sottolineare che un basso valore del rapporto n6/n3 è da considerarsi indicativo di buone proprietà nutrizionali delle carni (Rose, 1999).

Tab. 35. Composizione in acidi grassi del tessuto adiposo sottocutaneo dorsale fresco.

	50 d		100 d		150 d		Signif. regres. p	RSD
	C	P	C	P	C	P		
Umidità (%)	7.16	7.34	6.53	6.96	5.89	6.59	0.0906	1.287
Lipidi tot. (%)	77.40	77.33	77.68	77.85	77.95	78.37	0.3332	1.591
Acidi grassi (%)								
C 12:0	0.06	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.3464	0.010
C 14:0	1.20	1.18	1.22	1.18	1.25	1.18	0.6530	0.111
C 15:0	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.3222	0.014
C 16:0	23.74	23.92	23.85	23.92	23.96	23.91	0.8746	0.796
C 16:1	2.19A	1.90B	2.16A	1.93B	2.12	1.94	0.8004	0.224
C 17:0	0.20	0.18	0.21a	0.16b	0.22a	0.15b	0.3567	0.054
C 17:1	0.16	0.13	0.16	0.16	0.17	0.19	0.2031	0.068
C 18:0	11.07a	12.19b	11.32a	12.31b	11.58	12.45	0.6299	1.121
C 18:1	48.64	47.77	48.48	47.64	48.32	47.51	0.8265	1.279
C 18:2	10.80	10.51	10.53	10.48	10.27	10.45	0.5939	0.970
C 18:3	0.50A	0.79B	0.54A	0.76B	0.58a	0.73b	0.5135	0.152
C 20:0	0.06	0.05	0.09	0.06	0.12a	0.07b	0.1496	0.053
C 20:1	0.89	0.89	0.89	0.90	0.90	0.90	0.9352	0.102
C 20:2	0.39	0.34	0.37	0.34	0.36	0.33	0.7285	0.069
C 20:3	0.05	0.04	0.07	0.05	0.08	0.07	0.1153	0.040
C 20:4	0.05	0.04	0.05	0.05	0.06	0.06	0.3727	0.029
SFA	36.34	37.59	36.74	37.70	37.14	37.80	0.6900	1.811
MUFA	51.88	50.69	51.69a	50.62b	51.50	50.55	0.8552	1.345
PUFA	11.78	11.72	11.57	11.69	11.35	11.65	0.7274	1.026
PUFA n-6	11.28	10.94	11.03	10.93	10.78	10.91	0.6404	1.007
PUFA n-3	0.50A	0.79B	0.54A	0.76B	0.58a	0.73b	0.5135	0.152
PUFA/SFA	0.33	0.32	0.32	0.31	0.31	0.31	0.7493	0.041
n6/n3	22.94A	14.71B	21.87A	15.01B	20.80a	15.32b	0.6793	4.788

Anche gli indici di Aterogenicità ($\frac{C12:0+(4*C14:0)+C16:0}{(n-3+n-6)+MUFA}$, indicante il rischio di aumento di lipidi nel siero) e di Trombogenicità ($\frac{C14:0+C16:0+C18:0}{(0.5*MUFA)+(0.5*n-6)+(3*n-3)+(n-3/n-6)}$, indicante l'eccesso di attività piastrinica) presentano valori molto bassi e sovrapponibili a quelli rilevati sulla Cinta Senese da Pugliese e coll. nel 2003 (in media rispettivamente 0.45 e 1.10); ciò può essere ricollegato al buon contenuto in PUFA e al basso tasso di SFA, specialmente C14:0 e C:18:0 (Ulbricht e Southgate, 1991).

Anche la concentrazione di acido linoleico risulta inferiore al 15% in tutti i soggetti, soglia oltre la

quale si rischia di compromettere la consistenza e la conservabilità nei prosciutti crudi (Mordenti e coll., 1994).

In accordo con quanto sostenuto da Gandemer e coll. (1990) è stato rilevato un alto contenuto in acido oleico in entrambi i gruppi: le razze rustiche mostrano tendenzialmente un aumento di tale acido grasso a discapito della componente satura o, nei casi di estrema magrezza, dell'acido linoleico, rispetto alle razze così dette "migliorate".

Il suino, infatti, ha la capacità di trasferire precocemente la composizione acidica della dieta nel grasso di deposito (Fontanillas e coll., 1998); ciò vale particolarmente per i polinsaturi e meno per i monoinsaturi. I MUFA, infatti, hanno una componente di origine dietetica pari solamente a circa il 50% di quello depositato, mentre il resto proviene dalla sintesi endogena; i PUFA presenti nel grasso suino, invece, sono esclusivamente di origine dietetica (Lo Fiego, 1990; Warnants, 1996).

La seguente tabella (Tab. 36) mostra esperienze simili eseguite su altre razze autoctone italiane.

Tab. 36. Composizione acidica (% sul totale degli acidi grassi) in alcune razze suine (Franci e Pugliese, 2004).

Razza	Pugliese e coll., 2002 *		Pugliese e coll., 2003b *	Cosentino e coll., 2003 *		Fortina (com. pers.) #
	CS	LW	NS	CL	CA	MR
C18:0	7.88	11.92	10.90	12.46	10.95	13.80
C18:1	50.30	48.60	42.90	39.41	40.71	44.71
C18:2	9.50	10.10	9.18	11.72	9.58	8.03
SFA	36.20	37.60	38.03	37.61	37.25	42.03
MUFA	53.20	51.20	47.20	48.73	51.50	48.44
PUFA	10.60	11.20	14.40	13.66	11.29	9.53

* Su grasso sottocutaneo; # Su grasso intramuscolare
CS-Cinta Senese; **LW**-Large White; **NS**-Nero Siciliano; **CA**-Casertana;
CL-Calabrese; **MR**-Mora Romagnola

Gli SFA sono sempre leggermente superiori nel gruppo "P" a causa della concentrazione dell'acido stearico fino

a 100 d (Tab. 35). Tale acido grasso si comporta comunque nell'organismo come grasso monoinsaturo convertendosi nell'uomo in acido oleico (C 18:1).

Il rapporto PUFA/SFA, al contrario, presenta valori sovrapponibili a quelli rilevati in altre ricerche (Pugliese e coll., 2004).

È importante notare che gli acidi grassi polinsaturi sono caratterizzati da un basso punto di fusione, conferendo al grasso un aspetto molle e poco consistente. Ciò rende conseguentemente il grasso poco adatto alla trasformazione, soprattutto per la produzione del prosciutto crudo italiano per il quale viene richiesto un grasso sodo e compatto.

Il basso rapporto PUFA/SFA in entrambi i gruppi depone a favore dell'utilizzazione tecnologica anche dei prodotti provenienti da animali allevati al pascolo (Pugliese e coll., 2005), anche se tale valore si è mediamente posizionato sotto lo 0.4, limite soglia al di sotto della quale sembrano iniziare fenomeni compromettenti le proprietà dietetiche dei prodotti carnei (Wood e coll., 2003).

Comunque, il livello di acidi grassi polinsaturi riscontrato non è stato mai mediamente superiore al limite del 15% indicato come limite al di sopra del quale sembra aumentare la predisposizione ai fenomeni ossidativi (Warnants e coll., 1996).

Bisogna inoltre pensare all'apporto di α -tocoferolo fornito dalla componente erbacea della dieta: Rey e coll. (1997) ne hanno rilevato una quantità pari a circa 171 mg/kg SS nel pascolo.

Infine, anche l'acido palmitoleico (C 16:1) e l'acido margarico (C 17:0) sono risultati significativamente influenzati dalla differente alimentazione, anche se con trend opposti (Tab. 35).

Per quanto riguarda il lardo stagionato, è possibile notare un sostanziale omogeneità tra le composizioni acidiche dei due gruppi (Tab. 37).

Tab. 37. Composizione in acidi grassi e malonaldeide (MDA) del tessuto adiposo sottocutaneo dorsale stagionato (lardo).

	50 d		100 d		150 d		Signif. regres. <i>p</i>	RSD
	C	P	C	P	C	P		
Umidità (%)	2.54	2.57	2.89	2.93	3.23	3.28	0.0531	0.639
Lipidi tot. (%)	78.87	78.20	78.83	77.98	78.79	77.76	0.9189	1.983
Acidi grassi (%)								
C 12:0	0.04	0.05	0.04	0.05	0.03	0.04	0.6333	0.015
C 14:0	1.15	1.16	1.13	1.18	1.12	1.21	0.7358	0.123
C 15:0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.5669	0.006
C 16:0	23.36	23.93	23.17	24.03	22.97	24.13	0.7928	1.050
C 16:1	2.30	2.38	2.34	2.35	2.36	2.32	0.8449	0.248
C 17:0	0.23	0.23	0.21	0.18	0.18	0.13	0.0203	0.061
C 17:1	0.22	0.17	0.19	0.16	0.16	0.14	0.3591	0.070
C 18:0	10.73	11.47	10.80	10.70	10.87	11.91	0.7597	1.106
C 18:1	48.58	48.01	48.60a	47.47b	48.61a	46.92b	0.2601	1.173
C 18:2	11.48	10.59	11.49	10.82	11.50	11.05	0.8416	1.433
C 18:3	0.53	0.57	0.63	0.64	0.74	0.71	0.2037	0.226
C 20:0	0.11a	0.16b	0.11a	0.14b	0.10	0.13	0.2115	0.036
C 20:1	0.82	0.84	0.82	0.82	0.82	0.80	0.8114	0.110
C 20:2	0.36	0.33	0.37	0.34	0.39	0.35	0.6433	0.066
C 20:3	0.03	0.03	0.05	0.06	0.07	0.09	0.0405	0.043
C 20:4	0.06	0.07	0.06	0.06	0.07	0.05	0.5250	0.030
SFA	35.62	37.00	35.45	37.27	35.27	37.55	0.8674	2.160
Monoinsaturi	51.92	51.41	51.94	50.80	51.95a	50.19b	0.2704	1.334
PUFA	12.45	11.58	12.61	11.92	12.77	12.25	0.7424	1.696
PUFA n-6	11.92	11.02	11.98	11.28	12.03	11.54	0.8139	1.516
PUFA n-3	0.53	0.57	0.63	0.64	0.74	0.71	0.2037	0.226
PUFA/SFA	0.35	0.31	0.36	0.32	0.37	0.33	0.8202	0.064
n6/n3	24.80	22.19	21.49	19.76	18.19	17.34	0.1871	6.700
MDA (mg/kg)	1.42	1.39	1.49	1.47	1.55	1.55	0.8948	0.739

Si può ritrovare tale analogia anche tra il grasso fresco e quello stagionato: quest'ultimo non ha infatti presentato variazioni significative nella componente acidica durante il processo di stagionatura, come invece è stato rilevato da Sirtori (2005).

In realtà questa evoluzione non è ancora stata precisamente chiarita: sembra che durante la stagionatura di prosciutti gli acidi grassi polinsaturi, soprattutto quelli provenienti dalla componente fosfolipidica e dagli acidi grassi liberi, diminuiscano durante i primi tre

mesi (Buscailhon e coll., 1994), forse a causa della propensione della lipolisi ad attaccare i fosfolipidi rispetto ai trigliceridi (Moltiva e coll., 1994; Gandemer, 2002; Toldrà, 1998). Altri autori, però, non sembrano concordare con tale versione (Antequera e coll., 1992).

La modesta quantità di malonaldeide (MDA) risulta comunque superiore rispetto a quanto riportato da Sirtori e coll. (2005): ciò, anche se sembra non poter alterare il processo di stagionatura, può essere ricondotta all'esigua quantità di sale impiegata dalla trasformatrice e rilevata anche dal Panel Test (Tab. 38).

Per quanto riguarda le differenze tra i sessi le uniche differenze tra i due gruppi hanno riguardato il C18:3, il C20:2 e i PUFA n-3 in maggior quantità nelle femmine, mentre una tendenza opposta è stata notata per il C18:1 e i MUFA.

In merito alle differenze di composizione acidica fra i due strati che compongono il grasso sottocutaneo (Tab. 38), è possibile evidenziare che quello superficiale è caratterizzato da una minore percentuale di acidi grassi saturi e da una maggiore di mono e polinsaturi (Tab. 35), come riportato anche da Sirtori (2005). Lo strato superficiale, infatti, pur avendo maggiore consistenza, è contraddistinto da un più alto livello di insaturazione; la maggiore compattezza sembrerebbe dovuta allo sviluppo della struttura connettivale che lo sostiene (Villegas e coll., 1973; Wood e coll., 1978; Lo Fiego e coll., 1987).

Nel suino pesante questa stratificazione riveste un ruolo di primaria importanza in quanto l'industria di trasformazione destina lo strato interno alla fusione, mentre quello esterno, sotto forma di cubetti, alla preparazione di insaccati (Lo Fiego, 1990).

Tab. 38. Composizione in acidi grassi del lardo differenziando i due strati profondo (P) e superficiale (S).

	P	S	<i>Signif. regres.</i>	RSD
			<i>p</i>	
<i>Umidità (%)</i>	2.66	3.15	0.0758	0.639
<i>Lipidi tot. (%)</i>	78.22	78.59	0.2605	1.983
<i>Acidi grassi (%)</i>				
C 12:0	0.05	0.04	0.1331	0.015
C 14:0	1.12	1.20	0.7073	0.123
C 15:0	0.00	0.00	0.3010	0.006
C 16:0	23.53	23.66	0.0010	1.050
C 16:1	2.27	2.41	0.0017	0.248
C 17:0	0.18	0.20	0.2272	0.061
C 17:1	0.18	0.17	0.2749	0.070
C 18:0	11.46	11.03	< 0.0001	1.106
C 18:1	47.60	48.46	0.0003	1.173
C 18:2	11.52	10.79	0.0136	1.433
C 18:3	0.63	0.64	0.7685	0.226
C 20:0	0.12	0.13	0.0109	0.036
C 20:1	0.81	0.83	0.6789	0.110
C 20:2	0.38	0.34	0.0012	0.066
C 20:3	0.06	0.05	0.7013	0.043
C 20:4	0.07	0.05	0.1250	0.030
<i>SFA</i>	36.47	36.25	0.0002	2.160
<i>Monoinsaturi</i>	50.87	51.87	0.0002	1.334
<i>PUFA</i>	12.66	11.87	0.0239	1.696
<i>PUFA n-6</i>	12.03	11.23	0.0119	1.516
<i>PUFA n-3</i>	0.63	0.64	0.7685	0.226
<i>PUFA/SFA</i>	0.35	0.33	0.0042	0.064
<i>n6/n3</i>	20.69	20.56	0.0488	6.700
<i>MDA (mg/kg)</i>	1.66	1.30	0.2541	0.739

Passando infine alla discussione dei risultati ottenuti dall'analisi dei parametri visivi, olfattivi, tattili e gustativi del lardo stagionato (Tab. 39) non sono apprezzabili differenze significative di evoluzione nel tempo, ad eccezione di un aumento del rosa nel gruppo "C" ed una generale diminuzione del livello di scollamento tra gli strati in entrambi i gruppi con l'aumentare del periodo di finissaggio.

È possibile però notare alcune interessanti differenze significative tra i due gruppi: il gruppo "P" è stato caratterizzato da un lardo meno rosa, più giallo, tendente ad un maggior scollamento tra i due strati e meno salato. Tale descrizione certo non combacia con la

preferenza del consumatore medio italiano, che predilige un grasso bianco-roseo e compatto.

Tab. 39. Analisi organolettiche derivanti da Panel Test del lardo stagionato.

	50 d		100 d		150 d		Signif. regres. <i>p</i>	RSD
	P	C	P	C	P	C		
Rosa	3.14A	5.03B	3.12A	5.93B	3.11A	6.82B	0.0008	1.531
Giallo	4.30A	3.03B	4.11A	3.01B	3.93a	2.98b	0.6174	1.550
Untuosità	4.21	4.07	4.24	4.25	4.26	4.43	0.8295	1.976
Scollamento tra strati	3.15A	1.69B	2.36a	1.68b	1.57	1.66	0.0003	1.524
Consistenza	4.00	3.92	3.73	4.01	3.46	4.11	0.4085	1.712
Profumo	3.38	3.35	3.18	3.08	2.97	2.80	0.3653	1.745
Aromi indesiderati	3.75a	2.78b	3.62	3.28	3.49	3.78	0.3061	2.296
Salato	1.22	1.48	1.30A	1.77B	1.38a	2.07b	0.1230	1.007
Rancido	2.93	3.31	2.79	2.95	2.66	2.58	0.3874	1.945
Sapore di muffa	0.80	1.04	0.87	0.91	0.95	0.78	0.6413	1.142
Sapore metallico	0.49	0.61	0.52	0.47	0.55	0.33	0.4496	0.753
Gusto astringente	0.32	0.18	0.34	0.22	0.35	0.26	0.8597	0.527
Resistenza alla masticazione	2.25A	3.32B	2.67	2.63	3.08a	1.95b	0.0069	1.778
Succosità	2.86	2.65	2.80	2.74	2.74	2.83	0.8259	1.289
Residuo alla masticazione	3.06	3.65	3.14	3.20	3.22	2.75	0.2235	1.780
Retrogusto	2.98	3.19	2.92	2.59	2.86	1.99	0.1519	2.074
Persistenza	2.25	2.59	2.29	2.43	2.33	2.27	0.6266	1.147
Gradimento	1.76	2.02	1.88	1.99	2.01	1.95	0.6980	1.254

Bisogna inoltre sottolineare come il livello di gradimento complessivo sia risultato veramente molto basso, forse anche a causa della tecnica di produzione adottata dall'allevatrice: per la preparazione di questo lardo non è stata impiegata alcuna spezia (pepe, rosmarino, alloro, o quant'altro generalmente utilizzato in Toscana), ma solo un'esigua quantità di sale atta a permettere solamente il mantenimento del prodotto nel tempo. Tale metodo non ha fornito però un prodotto generalmente gradevole, indipendentemente dalla tecnica alimentare adottata.

7.0 Conclusioni

I dati raccolti in questa tesi hanno messo in evidenza come l'aggiunta della componente erbacea nella dieta non sembri influenzare il peso della carcassa e le sue diverse componenti, conferendo invece alle carni ottime caratteristiche in termini di tenerezza e sapidità (% grasso intermuscolare).

Ciò può deporre a favore della possibilità di gestire la fase di finissaggio sostituendo il 50% della dieta con il pascolo: l'utilizzo del pascolo erbaceo anche nella fase di finissaggio potrà permettere, così, di inserire l'allevamento della razza Cinta Senese, generalmente condotto in modo semi-brado o brado, in una vera e propria rotazione agronomica dei terreni a disposizione dell'allevatore. Ciò potrà permettere di non incorrere negli scempi ecologici che sempre più frequentemente si stanno verificando a danno dei boschi toscani a causa di un pascolamento continuato ed illimitato operato dai maiali. Percorrere strade alternative risulta l'unica via da perseguire per permettere la sopravvivenza dell'allevamento estensivo del maiale connesso con l'eccellenza produttiva.

Da un punto di vista qualitativo sono state rilevate differenze riguardanti una maggiore presenza della componente n-3 negli animali al pascolo, senza però fornire presupposti per possibili alterazioni tecnologiche dei prodotti stagionati. Anche in questo caso, però, non sono emerse particolari differenze che possano indicare l'influenza del tempo di pascolamento sulla qualità dei prodotti freschi e del lardo stagionato. Infatti, come è avvenuto in precedenza anche per il pascolo in bosco a base di ghianda e castagna (Sirtori, 2005) è mancata una possibile caratterizzazione del prodotto in termini di rintracciabilità, così come

avviene in Spagna con il C18:1. Risulta quindi difficile anche in questo caso una caratterizzazione del prodotto finale, forse a causa di fattori legati all'animale stesso e all'ambiente.

In futuro la ricerca si dovrà, quindi, orientare verso protocolli che cerchino di limitare al minimo l'influenza ambientale (come l'applicazione di razionali schemi di utilizzazione dei pascoli che evitino lo scadimento quanti-qualitativo dell'erba nel tempo) o di ricercare nuove molecole traccianti di facile determinazione, come per esempio l'idrocarburo neofitadiene, identificato solamente in carni di suino Iberico allevato in modo estensivo (Tejed e coll., 2001).

Ricerche di questo tipo si inseriscono in un quadro di tutela delle produzioni tipiche del bacino mediterraneo, intese non come moda da seguire per incrementare il reddito, ma a garanzia di un vero e proprio rispetto delle attitudini etologico-fisiologiche dell'animale stesso. I risultati ottenuti dovranno però essere finalizzati all'ottenimento di benefici lungo tutta la filiera: per i consumatori, ancor più garantiti, per gli allevatori, informati in maniera esaustiva riguardo al sistema di allevamento più idoneo per ottenere un prodotto qualitativamente superiore e riconoscibile, per i trasformatori, guidati nella scelta della materia prima in funzione della qualità del prodotto che vorranno ottenere, e infine per le risorse ambientali, che potranno essere utilizzate in maniera sostenibile e economicamente conveniente.

Bibliografia

- AA.VV. (1991). Metodologie relative alla macellazione degli animali di interesse zootecnico a alla valutazione e dissezione della loro carcassa. Ed. ISMEA, Roma (Italy): 47-56.
- AA.VV. (2000). Libro bianco sulla sicurezza alimentare. Commissione delle Comunità Europee, COM (1999) 719 def: pp. 60.
- AA.VV. (2003a). Recommended international code of practice. General principles of food hygiene. Codex Alimentarius Commission, RCP 1-1969, Rev. 4: pp. 72.
- AA. VV. (2003b). Linee guida per una sana alimentazione italiana. Ed. INRAN, Roma (Italy): pp. 86.
- AA. VV. (2004). State of the world. Ed. The Worldwatch Inst., W.W. Norton & Co., New York (U.S.A.): pp. 272.
- AA. VV. (2005a). Attitude of consumer towards the welfare of farmed animals. Special Eurobarometer n.229, European commission: pp. 139.
- AA. VV. (2005b). L'agricoltura italiana conta. Ed. INEA, Roma (Italy): pp. 105.
- AA. VV. (2005c). Rapporto sullo stato dell'agricoltura italiana. Ed. INEA, Roma (Italy): pp. 90.
- Acciaioli A., Pugliese C., Bozzi R., Campodoni G., Franci O., Gandini G. (2002). Productivity of Cinta Senese and Large White x Cinta Senese pigs reared outdoor on woodlands and indoor. 1. Growth and somatic development. Ital. J. Anim. Sci., 1: 171-180.
- Addis P.B. (1986). Occurrence of lipid oxidation products in foods. Food and Chemical Toxicology, 24: 1021-1030.
- Andresen N., Ciszuk P., Ohlander L. (2001). Pigs on grassland - animal growth rate, tillage work and effects in the following winter wheat crop. Biol. Agric. Hortic., 18 (4): 327-343.

- Antequera T., Lopez-Bote C.J., Cordoba J.J., Garcia C., Ascensio M.A., Ventanas J., Garcia-Regueiro J.A. e Diaz I. (1992). Lipid oxidative changes in the processing of Iberian pig hams. *Food Chem.*, 45: 105-110.
- Aparicio Tovar M.A. e Vargas Giraldo J.D. (2006). Considerations on ethics and animal welfare in extensive pig production: breeding and fattening Iberian pigs. *Liv. Sci.*, 103: 237-242.
- Arduin M. (2006). L'alimentazione del suino nell'allevamento biologico. *Veneto Agricoltura*, scheda di aggiornamento n. 244: pp. 5.
- Baars T., Wagenaar J.P., Padel S., Lockeretz W. (2006). Il ruolo degli animali nei sistemi agricoli: una prospettiva storica. In: *Salute e benessere animale in agricoltura biologica*. Vaarst M., Roderick S., Lund V., Lockeretz W. (a cura di). Ed. Edagricole, Bologna (Italy): 9-18.
- Ballarini G. (2000). Qualità delle carni e management. *Rivista di Suinicoltura*, 10: 74-96.
- Ballerini A., Civitavecchia C., Fiori M., Regini M., Betti M., Brambilla G. (2003). Traceability of inbreed and crossbreed Cinta Senese pigs by evaluating the oxidative stress. *J. Vet. Med.*, A50: 113-116.
- Barbari M. e Ferrari P. (1997). Quando il suino vive all'aperto. *Inf. Zoot.*, 21: 30-51.
- Barlucchi A. (1999a). Vita quotidiana: Allevato come un re. *Medioevo*, 3 (26): 70-74.
- Barlucchi A. (1999b). Vita quotidiana: Divin porcello. *Medioevo*, 3 (26): 75-78.
- Beharrel B. e MacFie H.J.H. (1991). Consumer attitudes to organic foods. *British Food J.*, 93: 25-30.
- Belluzzi G. (2001). Un percorso qualità per la carne suina. *Rivista di Suinicoltura*, 3: 42-46.

- Berger F. (1998). A quoi sert l'herbe sur le pré?. *Porc Mag.*, 311: 29-30.
- Bertolini A., Rossi A., Marchetti G., Della Casa G., Soresi Bordini C., Virgili R. (2003). Qualità dei suini e prosciutti Dop. *Rivista di Suinicoltura*, 44 (12): 40-49.
- Boccard R., Buchter L., Casteels E., Cosentino E., Dransfield H., Hood D.E., Joseph R.L., MacDougall D.B., Rhodes D.N., Schon L., Tinbergen B.J., Touraille C. (1981). Procedures for measuring meat quality characteristics in beef production experiments. Report of a working group in the commission of the European Communities' (CEC) beef production research programme. *Liv. Prod. Sci.*, 8 (5): 385-397.
- Boitani L., Mattei L., Nonis D., Corsi F. (1994). Spatial and activity patterns of wild boars in Tuscany, Italy. *J. Mammalogy*, 75 (3): 600-612.
- Borgioli E. (1972). *Nutrizione e alimentazione degli animali domestici*. Ed. Edagricole, Bologna (Italy): pp. 466.
- Bornett H.L.I., Edge H.L., Edwards S.A. (2003). Alternative to nose-ringing in outdoor sows. 1. The provision of a sacrificial rooting area. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 83 (4): 267-276.
- Bösinger S., Luf W., Brandl E. (1993). Oxysterols: their occurrence and biological effects. *International Dairy Journal*, 3: 1-33.
- Brambilla G., Ballerini A., Civitareale C., Fiori M. (2002). La misurazione dello stress ossidativo nel bovino da carne ai fini della valutazione del benessere. In: *La valutazione del benessere nella specie bovina*. Amadori M. e Archetti I.A. (a cura di), Ed. Fondaz. Iniz. Zooprof. Zootec., Brescia (Italy): 85-87.

- Braund J.P., Edwards S.A., Riddoch I., Buckner L.J. (1998). Modification of foraging behaviour and pasture damage by dietary manipulation in outdoor sows. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 56: 173-186.
- Bucci M. e Casanova P. (2006). Fruttificazione del castagno e riproduzione del cinghiale in ambiente appenninico. *L'Italia forestale e montana*, LXI (1): 73-85.
- Buckner L.J., Edwards S.A., Bruce J.M. (1998). Behaviour and shelter use by outdoor sows. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 57: 69-80.
- Budiansky S. (1994). Special relationship: the coevolution of human beings and domesticated animals. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, 204 (3): 365-368.
- Buscailhon S., Gandemer G., Monin G. (1994b). Time-related changes in intramuscular lipids of French dry cured ham. *Meat Sci.*, 37: 245-255.
- Butterworth M.H. (1963). Digestibility trials on forages in Trinidad and their use in the prediction of nutritive value. *J. Agric. Sci.*, 60 (3): 341-346.
- Campodoni G., Bozzi R., Sirtori F. (2001). Accrescimenti e caratteristiche della carcassa. Progetto ARSIA 1999-2002 "Salvaguardia e valorizzazione della razza suina Cinta Senese", 6/12/2001, Siena (Italy).
- Campodoni G., Fabbio G., Franci O. (2003). Valorizzazione delle risorse boschive con l'allevamento suino. *Conv. Naz. Parliamo di...allevamenti alternativi e valorizzazione del territorio*, 25 Sett., Fossano (CN): 27-43.
- Careri M., Mangia A., Barbieri G., Bolzoni L., Virgili R., Parolari G. (1993). Sensory property and relationship to chemical data of Italian type dry-cured ham. *J. of Food Sci.*, 58: 968-972.

- Carlson D., Lærke H.N., Poulsen H.D., Jørgensen H. (1999). Roughages for growing pigs, with emphasis on chemical composition, ingestion and faecal digestibility. *Acta Agric. Scand., Sect. A, Anim. Sci.*, 49: 129-136.
- Cetti F. (1774). *I quadrupedi di Sardegna*. Ed. Piattoli G., Sassari (Italy): pp. 218.
- Cherubini G. (a cura di) (1986). *Uomini, terre e città nel Medioevo*. Ed. Electra, Milano (Italy): pp. 210.
- Chizzolini R., Novelli E., Zanardi E. (1997). Grassi, colesterolo e fenomeni ossidativi: relazioni con la salute del consumatore e la qualità dei prodotti carnei. *Annali Fac. Med. Vet. Parma*, Vol. XVII.
- Close W.H. (1989). The influence of the thermal environment on the voluntary food intake of pigs. In: *The voluntary food intake of pigs*. Occasional publication of the British Society of Animal Production n. 13. Ed. Forbes J.M., Varley M.A., Lawrence T.L.J., British Soc. Anim. Prod., Edinburgh (UK): 87-96.
- Close W.H. (1990). Nutrition of outdoor pigs. In: *Outdoor pigs*. Ed. Stark B.A., Machin D.H., Wilkinson J.M., Chalcombe Pub., Marlow, Bucks (UK): 61-84.
- Close W.H. e Poornan P.K. (1993). Outdoor pigs - their nutrient requirements, appetite and environmental response. In: *Recent advances in animal nutrition*. Ed. Haresign W. e Cole D.J.A., Nottingham Uni. Press (UK): 175-196.
- Colatruglio P., Esposito D.F., Fornataro D., Capone A., Zullo A., Matassino D. (2000). Some aspects of meat production in pig atochtonous genetic types. I. Data at slaughtering, jointing of carcass and tissue separation. In: *Tradition and innovation in Mediterranean pig production*. Ed. Afonso De Almeida

- J.A. and Tirapicos Nunes J.L. Options Mediterranénnes, A41: 275-278.
- Conley R.H., Henry V.G., Matschke G.H. (1972). European hog research project W-34. *Ten. Game Fish Comm.*: pp. 259.
- Cosentino E., Morano F., Cappuccio A., Freschi P. (2003). Zootechnical performances of Calabrese pigs reared in free range management. *Ital. J. Anim. Sci.*, 2 (suppl.): 403-405.
- Curtis S.E. (1983). Environmental management in animal agriculture. ED. Iowa State Press, Ames (USA).
- Dailey J.W. e McGlone J.J. (1997). Oral/nasal/ facial and other behaviours of sows kept individually outdoors on pasture, soil or indoors in gestation crates. *Appl. Anim. Behave. Sci.*, 52: 25-43.
- Danielsen V., Lydahoj Hansen L., Moller F., Bejerholm C., Nielsen S. (1999). Production results and sensory meat quality of pigs fed different amounts of concentrate and ad lib. Clover grass or Clover grass silage. In: *Ecological animal husbandry in the Nordic Countries*. Ed. Hermansen J.E., Lund V., Thuen E., Dan. Res. Centre Organic Farming, Foulum (Denmark): 79-86.
- Davenel A., Riaublanc A., Marchal P., Gandemer G. (1999). Quality of pig adipose tissue: relationship between solid fat content and lipid composition. *Meat Sci.*, 51: 73-79.
- Deuel H.J. (1955). The lipids. Vol. II. Biochemistry. Ed. Interscience Pub., New York (USA): pp. 919.
- Díaz I., García Reguero J. A., Casillas M., De Pedro E. (1996). Triglyceride composition of fresh ham fat from Iberian pigs produced with different system of animal nutrition. *Food Chem.*, 55: 383-387.

- Dierick N.A., Vervaeke I.J., Demeyer D.I., Decuyper J.A. (1989). Approach to the energetic importance of fibre digestion in pigs. 1. Importance of fermentation in the overall energy supply. *Anim. Feed Sci. Tech.*, 23: 141-167.
- Dikeman M.E. (1990). Genetic effects on the quality of meat from cattle. *Proc. 4th World Congr. Genet. Appl. Livest. Prod.*, 15: 521-530.
- Dobao M.T., Rodrigagñez J., Silio L., Toro M.A. (1988). Iberian pig production in Spain. *Pig News and Information*, 9 (3): 277-282.
- Dransfield E., Ngapo T.M., Nielsen N.A., Bredahl L., Sjødén P.O., Magnusson M., Campo M.M., Nute G.R. (2005). Consumer choice and suggested price for pork as influenced by its appearance, taste and information concerning country of origin and organic production. *Meat Sci.*, 69: 61-70.
- Dufey P.A. (1995). Meat and fat quality in finishing pigs at pasture. *Agrarforschung*, 2 (10): 453-456.
- Edge H.L., Bulmen C.A., Edwards S.A. (2005). Alternatives to nose-ringing in outdoor sows: the provision of root crops. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 92: 15-26.
- Edwards S.A. (2003). Intake of nutrients from pasture by pigs. *Proc. Nutr. Soc.*, 62: 257-265.
- Elkin R.G., Freed M.B., Hamaker B.R., Zhang Y., Parsons C.M. (1996). Condensed tannins are only partially responsible for variations in nutrient digestibility of sorghum grain cultivars. *J. Agric. Food Chem.*, 44: 848-853.
- Emanuel H.A., Hassel C.A., Addis P.B., Beergmann S.D., Zavoral J.H. (1991). Plasma cholesterol oxidation products (oxysterols) in human subject fed a meal rich in oxysterols. *J. Food Sci.*, 56: 843-847.

- Eriksen J. (2001). Implications of grazing by sows for nitrate leaching from grassland and the succeeding cereal crop. *Grass and Forage Sci.*, 56: 317-322.
- Ewbank R. (1974). The influence of diet on general activity in fattening pigs. *Proc. Int. Pig Vet. Soc.*, 3: 64.
- Extension W.G.L., Williams J.E., Huhnke R.L. (1983). Farrowing sows on pasture. *Oklahoma Coop. Ext. Fact Sheet n. F-3678*: pp. 6.
- Evvard J.M. e Hechler X. (1918). *Res. Bull. n. 53. Iowa Agric. Exp. Sta., Ames (U.S.A.)*.
- Farm Animal Welfare Council. (1996). Report on the Welfare of Pigs Kept Outdoors. *Farm Animal Welfare Council, Tolworth (UK)*.
- Faustman C., Specht S.M., Malkus L.A., Kinsman D.M. (1992). Pigment oxidation in ground veal: influence of lipid oxidation, iron and zinc. *Meat Sci.*, 31: 351-362.
- Fernández M., Ordóñez J.A., Gambero I., Santos C., Pin C., de la Hoz L. (2007). Fatty acid compositions of selected varieties of Spanish dry ham related to their nutritional implications. *Food Chem.*, 101: 107-112.
- Ferrari P. (a cura di) (2001). *Allevare suini all'aperto*. Ed. CRPA, Reggio Emilia (Italy): pp. 221.
- Ferrari P. (2002). Difesa dal caldo nel "plein air". *Riv. di Suinicoltura*, 5: 33-44.
- Ferrari P. (2004). Strutture per l'allevamento biologico dei suini. *Atti XXVII Corso Pat. Suina tec. Allev.*, 7 Ott.-9 Dic., Brescia (Italy): 75-89.
- Folch J., Lees M., Slogane-Stanley G.R. (1957). A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.*, 226: 497-509.

- Fontanillas R., Barroeta A., Baucells M.D., Guardiola F. (1998). Backfat fatty acids evolution in swine fed diets high in either Cis-monounsaturated, trans or (n-3) fats. *J. Anim. Sci.*, 76: 1045-1055.
- Franci O., Campodoni G., Bozzi R., Pugliese C., Acciaioli A., Gandini G. (2003). Productivity of Cinta Senese and Large White X Cinta Senese pigs reared outdoors in woodlands and indoors. 2. Slaughter and carcass traits. *Ital. J. Anim. Sci.*, 2: 59-65.
- Franci O. (a cura di) (2004). La Cinta Senese. Gestione attuale di una razza antica. Ed. ARSIA, Regione Toscana (Italy): pp. 224.
- Franci O. e Pugliese C. (2004). Issues and perspectives of italian autochthonous pigs. 39th Simp. Int. Zootecnia "Meat Science & Research", 10 giugno, CNR, Roma: 143-158.
- Franci O., Bozzi R., Pugliese C., Acciaioli A., Campodoni G., Gandini G. (2005). Performance of Cinta Senese pigs and their crosses with Large White. 1 Muscle and subcutaneous fat characteristics. *Meat Sci.*, 69: 545-550.
- Gandemer G., Pichou D., Bouguennec B., Caritz J.C., Berge P., Briant E., Legault C. (1990). Influence du system d'élevage et du génotype sur la composition chimique et les qualités organoleptiques du muscle long dorsal chez le porc. *J. Rech. Porc en France*, 22 : 101-110.
- Gandemer G. (2002). Lipids in muscles and adipose tissues, changes during processing and sensory properties of meat products. *Meat Sci.*, 62: 309-321.
- Garcia P.T., Casal J.J., Margaria C.A., Pensel N.A. (1995). Cholesterol contents in different meats. *Proc. 41st Int. Congr. Meat Sci. Technol.*, A 21, S. Antonio, Texas (USA): 54-55.

- Garrone D. (2005). Divieti e permisioni del sangue e della carne suina fra Antico e Nuovo Testamento. In: Società Italiana di Patologia ed Allevamento dei Suini 1974-2004. Ed. S.I.P.A.S., Parma (Italy): 69-82.
- Geri G., Zappa A., Franci O. (1986). Influenza dello sviluppo corporeo e della localizzazione sulla cellularità del tessuto adiposo nei suini. Zoot. Nutr. Anim., 12: 9-24.
- Geri G. (1987). Qualità della carne suina: incertezze e contraddizioni. Rivista di Suinicoltura, 7: 37-49.
- Giannone M. (2001). Sorgo e barbabietola per i suini biologici. Riv. Suinicoltura, 6: 38-42.
- Giannone M. (2002). L'allevamento biologico del suino. Ed. Edagricole, Bologna (Italy): pp.192.
- Giuffra E., Kijas J.M.H., Amarger V., Carlborg Ö., Jeon J.-T., Andersson L. (2000). The origin of the domestic pig: independent domestication and subsequent introgression. Genetics, 154: 1785-1791.
- Giuliotto L., Certaldesi F., Goracci J. (2004). Utilizzo dell'iniezione di ferro destrano in suinetti di Cinta Senese allevati all'aperto. Atti XXX Meet. Ann. SIPAS, Salsomaggiore T.me (Pr), 25-26 Mar.: 419-425.
- Giuliotto L., Facdouelle I., Goracci J., Benvenuti M.N. (2005). Attività riproduttiva di scrofe di razza Cinta Senese allevate in Toscana. Atti XXXI Meet. Ann. SIPAS, 17-18 Mar., Mantova (Italy): 371-377.
- Grasso F., Cappuccio A., Colatruglio P., Girolami A., Napoletano F., Zullo A., Matassino D. (1996). Confronto fra suini Casertana e suoi derivati. II. Alcuni rilievi alla sezionatura della carcassa. Atti III Simp. Suino Mediterraneo. Prod. Anim., 9 (IIIS): 125-129.
- Grau R. e Hamm R. (1952). Eine einfache Methode zur Bestimmung der Wasserbindung im Fleisch. Fleischwirtschaft, 4: 295-297.

- Graves H.B. (1984). Behaviour and ecology of wild and feral swine (*sus scrofa*). J. Anim. Sci., 58 (2): 482-492.
- Gusmeroli F. (2004). Il piano di pascolamento: strumento fondamentale per una corretta gestione del pascolo. Quaderno SoZooAlp , 1: 27-41.
- Gustafsson M., Jensen P., de Jonge F.H., Schuurman T. (1999). Domestication effects on foraging strategies in pigs (*sus scrofa*). Appl. Anim. Behav. Sci., 62: 305-317.
- Held S., Baumgartner J., KilBride A., Byrne R.W., Mendl M. (2005). Foraging behaviour in domestic pigs (*Sus scrofa*): remembering and prioritizing food sites of different value. Anim. Cognition, 8 (2): 114-121.
- Hermansen J.E. e Kristensen T. (2004). Integrated forage and livestock production. Proc. Conf. BGS/AAB/COR, 22 Apr., Newport, Shropshire (UK): 61-72.
- Honikel K.O. e Arneth W. (1996). Cholesteringehalt in Fleisch und Eiern. Fleischwirtschaft, 76: 1244-1253.
- Horrell R.I., A'Ness P., Edwards S.A., Riddoch I. (2000). Nose-rings influence feeding efficiency in pigs. Anim. Sci., 71: 259-264.
- Horrell R.I., A'Ness P.J.A., Edwards S.A., Eddison J. (2001). The use of nose rings in pigs: consequences for rooting, other functional activities and welfare. Anim. Welfare, 10: 3-22.
- Jensen P. e Gustafsson M. (1997). Towards a functional view on domestication. Proc. 31st Int. Congr. ISAE, 13th-16th Aug., Prague (Czech Republic).
- Jeremiah L.E., Gibson L.L., Aalhus J.L., Dugan M.E.R. (2003). Assesment of palatability attributes of the major beef muscle. Meat Sci., 65: 949-958.
- Jost M. (1997). Use of garlic powder in the feed of rearing piglets. Rev. Suisse agric., 29: 35-38.

- Jul M. e Zeuthen P. (1981). Quality of pig meat for fresh consumption. Report to the Commission of the European Communities. Prog. Food Nutr. Sci., 4(6): pp. 132.
- Karlsson, L., Andresen N., Ciszuk P. (1996). Pig production in the cropping system. Forskningsnytt om økologisk landbruk i Norden, 1: 12-13.
- Klemm U. (2004). Tenore di acidi grassi polinsaturi nelle derrate alimentari: quantità massime, dichiarazione e pubblicità ammissibile. Lettera d'informazione n. 94, Bundesamt für Gesundheit, Berna (Switzerland): pp. 4.
- Kongsted A.G. e Larsen V.A. (1999). Piglet mortality in outdoor sow herds. DJG rapport, Husdyrburg, 11: pp. 56.
- Kristensen I.S. e Kristensen T. (1997). Animal production and nutrient balances of organic farming systems; prototypes. Proc. 3rd ENOF Workshop, Resource use in organic farming, 5th-6th June, Ancona (Italy).
- Kuhnt K., Wagner A., Kraft J., Basu S., Jahreis G. (2006). Dietary supplementation with 11trans- and 12trans-18:1 and oxidative stress in humans. Am. J. Clin. Nutr., 84 (5): 981-988.
- Larsen V.A. e Kongsted A.G. (1999). Sows on pasture. Ecological Animal Husbandry in the Nordic countries, Proc. NJF, Seminar no. 303, 16th-17th Sept., Horsens (Denmark): 99-105.
- Lercker G. e Rodriguez-Estrada M.T. (1999). Acidi grassi polinsaturi negli alimenti: aspetti ossidativi e protezione. Progress in Nutrition, 1: 66-75.
- Lo Fiego D.P., Santoro P., Davoli R., Russo V. (1987). Effetto della stratificazione del tipo genetico, del sesso e della localizzazione anatomica sulle caratteristiche del tessuto adiposo di copertura nel suino pesante da salumificio. Rivista di Suinicoltura, 7 (28): 61-64.

- Lo Fiego D.P., Nanni Costa L., Santoro P. (1990). Caratteristiche del tessuto adiposo nel suino pesante italiano. *Rivista di Suinicoltura*, 5: 41-47.
- Lopez-Bote C.J. (1998). Sustained utilization of the Iberian pig breed. *Meat Sci.*, 49 (suppl. 1): S17-S27.
- Lundström K., Andersson A., Hansson I. (1996). Effect of the RN gene on technological and sensory meat quality in crossbred pigs with Hampshire as terminal sire. *Meat Sci.*, 42 (2): 145-153.
- Lundström K., Enfält A.C., Tornberg E., Agerhem H. (1998). Sensory and technological meat quality in carriers and non-carriers of the RN⁻ allele in Hampshire crosses and in purebred Yorkshire pigs. *Meat Sci.*, 48 (1-2): 115-124.
- Maraschiello C., Esteve E., Garcia Regueiro J.A. (1998). Cholesterol oxidation in meat from chickens fed alpha-tocopherol- and beta-carotene-supplemented diets with different unsaturation grades. *Lipids*, 33 (7): 705-713.
- Marcason W. (2006). How many grams of trans-fat are recommended per day?. *J. Am. Dietetic Assoc.*, 106 (9): 1507.
- Marder A. (2004). Behaviour-driven foreign body ingestion. *VPI Res.*, 1 (1): 6-7.
- Mascheroni E. (1927). *Zootecnia speciale*. III Ed. Utet, Torino (Italy): pp. 187.
- Matschke G.H. (1964). The influence of oak mast on European wild hog reproduction. *Proc. 18th An. Conf. South-eastern Ass. Game Fish Comm.*, 18th-21th oct., Clearwater, Florida (USA): 35-39.
- Mauget R. (1972). Observations on reproduction in wild swine (*Sus scrofa* L.L.). *Ann. Biol. Anim. Biochim. Biofis.*, 12 (2): 195-202.

- Mayoral A.I., Dorado M., Guillèn M. T., Vivo J.M., Vázquez C., Ruiz J. (1999). Development of meat and carcass quality characteristics in Iberian pigs reared outdoors. *Meat Sci.*, 52: 315-324.
- Mejer H., Wendt S., Thomsen L.E., Roepstorff A., Hindsbo O. (2000). Nose-rings and transmission of helminth parasites in outdoor pigs. *Acta Vet. Scand.*, 41 (2): 153-65.
- Millet S., Hesta M., Seynaeve M., Ongenaes E., De Smet S., Debraekeleer J., Janssens G.P.J. (2004). Performance, meat and carcass traits of fattening pigs with organic versus conventional housing and nutrition. *Liv. Prod. Sci.*, 81: 109-119.
- Molénat M., Legault C., Sellier P. (1992). Bases génétiques objectives de la production d'une viande de porc de haute qualité dans le Sud de la France. In : 2^{ème} Colloque Porc Méditerranéen, Badajoz, 25-27 March.
- Moltiva M.J., Toldrà F., Nadal M.I., Flores J. (1994). Prefreezing hams affect lipolysis during dry-curing. *J. Food Sci.*, 59: 303-305.
- Mordenti A. e Scipioni R. (1989). Influenza dell'alimentazione sulla qualità della carne suina. *Rivista di Suinicoltura*, 1: 13-29.
- Mordenti A., Piva G., Della Casa G. (1994). Nutrition and fat quality in the heavy pig. *Ital. J. Food. Sci.*, 2: 141-155.
- Moreno G., Obrador J.J., García A. (2007). Impact of evergreen oaks on soil fertility and crop production in intercropped dehesas. *Agric., Ecosyst. and Environm.*, 119: 207-280.
- Morrison W.R. e Smith L.M. (1964). Preparation of fatty acid methyl esters and dimethylacetals from lipids with boron fluoride methanol. *J. Lipid Res.*, 5: 600-608.

- Mowat D., Watson C.A., Mayes R.W., Kelly H., Browning H., Edwards S.A. (2001). Herbage intake of growing pigs in an outdoor organic production system. *An. Proc. British Soc. Anim. Sci.*: 169.
- Mul M.F. e Spoolder H.A.M. (2000). Het gebruik van neusringen in mogelijke alternatieven om beschadigend wroetgedrag bij zeugen met weidegang te voorkomen. *Praktijkonderzoek Varkenshouderij. Proefverslag nummer P 1.250*: 24 pp.
- Murphy D.V., Macdonald A.J., Stockdale E.A., Goulding K.W.T., Fortune S., Gaunt J.L., Poulton P.R., Wakefield J.A., Webster C.P., Wilmer W.S. (2000). Soluble organic nitrogen in agricultural soils. *Biology and Fertility of Soils*, 30: 374-387.
- Mushandu J., Chimonyo M., Dzama K., Makuza S.M., Mhlanga F.N. (2005). Influence of sorghum level on performance of growing local Mukota, Large White and their F₁ crossbred pigs in Zimbabwe. *Anim. Feed Sci. Tech.*, 122: 321-329.
- Nardone A. e Valfrè F. (1999). Effects of changing production methods on quality of meat, milk and eggs. *Liv. Prod. Sci.*, 59: 165-182.
- Nelson G.J., Schmidt P.C., Kelly D.S. (1995). Low-fat diets do not lower plasma cholesterol levels in healthy men compared to high-fat diets with similar fatty acids composition at constant caloric intake. *Lipids*, 30: 969-976.
- Ngapo T.M., Martin J.F., Dransfield E. (2004). Consumer choices of pork chops: results from three consumer panels in France. *Food Quality and Preference*, 15: 349-359.
- Nichols L. (1963). Ecology of the wild pig. Project no. W5R14, 46 (14): 11.

- Noblet J. e Le Goff G. (2001). Effect of dietary fibre on the energy value of feeds for pigs. *Anim. Feed Sci. Tech.*, 90: 35-52.
- Nolan T. e Connolly J. (1988). Irish research on mixed grazing by cattle and sheep. I. 15 years of results. *Fourrages*, 113: 57-82.
- Numata M. (1982). A methodology for the study of weed vegetation. In: *Biology and ecology of weeds*. Ed. Holzner & Numata, Junk Publ., The Hague (NL): 21-34.
- Nunn L.A. (2006). Rotationally grazing hogs as a method of orchard floor management. I int. Organic Apple & Pear Symp., February 28th-March 2nd, Wolfville, Nova Scotia (Canada).
- Ogel S. (1997). Aménagement des parcs en élevage de truies plein air. In: *Résultats de recherche en production porcine*, Chambre régionale d'agriculture: 3-5.
- O'Grady J.F., Lynch P.B., Kearney P.A. (1985). Voluntary feed intake by lactating sows. *Liv. Prod. Sci.*, 12: 355-365.
- Olsson V., Andersson K., Hansson I., Lundström K. (2003). Differences in meat quality between organically and conventionally produced pigs. *Meat Sci.*, 64: 287-297.
- Orlotti L. (1998). Per un'antropologia del porco. Atti Conferenza "Nel segno del porco: l'errante radice dell'uomo", Liceo Berchet (MI), 4 Novembre.
- Palazzo M., Barone C.M.A., Abbtello M., Colatruglio P., Terracciano M., Matassino D. (2000). Some aspects of meat production in pig autochthonous genetic types. II. Reological and colorimetric characteristics of muscles. In: Alfonso de Almeida J.A. e Tirapicios Nunes J.L. Ed. *Tradition and innovation in Mediterranean pig production*. *Opt. Méditerranéennes*, A41: 279-282.

- Parisini P. e Martelli G. (2003). Alimenti proteici ed energetici per monogastrici: vincoli e limiti. Ed. ASPA: 219-236.
- Peng S.K., Tham P., Taylor C.B., Mikkelsen B. (1979). Cytotoxicity of oxidation derivatives of cholesterol on cultured aortic smooth muscle cells and their effect on cholesterol biosynthesis. *Am. J. Clin. Nutr.*, 32: 1033-1040.
- Peng S.K., Taylor C.B., Mosbach E.H., Huang W.Y., Hill J., Mikkelsen B. (1982). Distribution of 25-hydroxycholesterol in plasma lipoproteins and its role in atherogenesis. *Atherosclerosis*, 41: 395-402.
- Petersen S.O., Kristensen K., Eriksen J. (2001). Denitrification losses from outdoor piglet production: Spatial and temporal variability. *J. Environmental Quality*, 30: 1051-1058.
- Petley M.P. e Bayley H.S. (1988). Exercise and postexercise energy expenditure in growing pigs. *Can. J. Physiol. Pharmacol.*, 66 (6): 721-730.
- Pikul J., Leszczynski D.E., Kummerow F.A. (1983). Elimination of sample autoxidation by butylated hydroxytoluene additions before thiobarbituric acid assay for malonaldehyde in fat from chicken meat. *J. Agric. Food Chem.*, 31: 1338-1342.
- Pine D. e Gerdes G.L. (1973). Wild pigs in Monterey Country, California. *Cal. Fish and Game*, 59 (2): 126.
- Plieninger T. (2007). Compatibility of livestock grazing with stand regeneration in Mediterranean holm oak parklands. *J. Nature Cons.*, 15 (1): 1-9.
- Porcu S., Lei N., Daga E., Cappai P., Carta A., Ligios S. (2005). Biodiversità della specie suina in Sardegna: cenni storici e prodotti tipici. *Atti Giornata Studio Biodiversità Animale*, 1 Ott., Cagliari (Italy): 198-209.

- Pugliese C., Bozzi R., Campodoni G., Acciaioli A., Franci O. (2000). Indagine conoscitiva sugli allevamenti bradi di razza Cinta Senese in Toscana. Riv. Di Suinicoltura, 5: 73-76.
- Pugliese C., Badii M., Bozzi R., Acciaioli A., Campodoni G., Franci O. (2002). Fatty acid composition of raw and cured ham fat of Cinta Senese pigs affected by rearing system. 48th Int. Congr. Meat Sci. Thecnology, Roma (Italy): 25-30.
- Pugliese C., Campodoni G., Badii M., Pianaccioli L., Franci O. (2003a). Cinta Senese and Large White x Cinta Senese raised on pasture in wood: sample joint composition and meat quality. Ital. J. Anim. Sci., 2 (suppl.1): 397-399.
- Pugliese C., Madonna G., Chiofalo V., Moretti V., Margotta S., Franci O., Gandini G. (2003b). Comparison of the performances of Nero Siciliano pigs reared indoors and outdoors. 1. Growth and carcass composition. Meat Sci., 65: 825-831.
- Pugliese C., Calcagna G., Chiofalo V., Moretti V., Margotta S., Franci O., Gandini G. (2004). Comparison on the performances of Nero Siciliano pigs reared indoors and outdoors. Joints composition, meat and fat traits. Meat Sci., 68 (4): 523-528.
- Quintern M. (2005). Integration of organic pig production within crop rotation. FAL Agr. Res., Special issue, 280: 31-40.
- Quintern M. e Sundrum A. (2006). Ecological risks of outdoor pig fattening in organic farming and strategies for their reduction - Results of a field experiment in the centre of Germany. Agr., Ecosyst. And Env., 117 (4): 238-250.

- Recio H.A., Fradella L.C., Cross H.R., Smith G.C., Savell J.W. (1988). Palatability of beef skirt steaks as influenced by grade/maturity group, anatomical location and mechanical tenderization. *J. of food Sci.*, 53 (6): 1628.
- Reiser R. (1975). Fat has less cholesterol than lean. *J. Nutr.*, 150: 15.
- Rey A.I., López Bote C.J., Sanz Arias R. (1997). Effect of extensive feeding on α -tocopherol concentration and oxidative stability of muscle microsomes from Iberian pigs. *Anim. Sci.*, 65: 515-520.
- Rey A.I., Daza A., López-Carrasco C., López-Bote C.J. (2006). Feeding Iberian pigs with acorns and grass in either free-range or confinement affects the carcass characteristics and fatty acids and tocopherols accumulation in *Longissimus dorsi* muscle and backfat. *Meat Sci.*, 73: 66-74.
- Rhee K.S., Myers D.F., Waldron D.F. (2003). Consumer sensory evaluation of plain and seasoned goat meat and beef products. *Meat Sci.*, 65: 785-789.
- Rist M. (1971). Full climatic control for piglets batteries using plastic containers. *Journées d'étude de la II et IV Section Commission Internationale du Génie Rural, Theme 1, Piacenza (Italy)*: 239-245.
- Rivera Ferre M.G., Edwards S.A., Mayes R.W., Riddoch I., Hovell F.D.DeB. (2001). The effect of season and level of concentrate on the voluntary intake and digestibility of herbage by outdoor sows. *Anim. Sci.*, 72: 501-510.
- Rose C.J. e Williams W.T. (1983). Ingestion of earthworms, *Pontoscolex corethrurus*, by village pigs, *Sus scrofa papuensis*, in the highlands of Papua new Guinea. *Appl. Anim. Ethol.*, 11: 131-139.

- Rosenvold K. E Andersen H.J. (2003). Factors of significance for pork quality - a review. *Meat Sci.*, 64: 219-237.
- Rossi P. (2004). Obiettivo autosufficienza. *Il Divulgatore*, 3: 38-47.
- Rossi P. e Della Casa G. (2004). Il bilancio dell'azoto negli allevamenti di suini. *Agricoltura*, 32 (11): 82-83.
- Rossi P. e Gastaldo A. (2005). L'acqua di bevanda negli allevamenti. *Agricoltura*, 7/8: 137-145.
- Ruiz J., Garcia C., Muriel E., Andres A.I., Ventanas J. (2002). Influence of sensory characteristics on the acceptability of dry-cured ham. *Meat Sci.*, 61: 347-354.
- Ruiz J., Ventanas J., Cava R., Timon M.L., Garcia C. (1998). Sensory characteristics of Iberian ham: influence of processing time and slice location. *Food Res. Int.*, 31 (1): 53-58.
- Sahoo J. e Anjaneyulu A.S.R. (1997). Quality improvement of ground buffalo meat by preblending with sodium ascorbate. *Meat Sci.*, 46: 237-247.
- Saltalamacchia F., Vincenti F., Tripaldi G., Della Casa G. (2004). L'allevamento del suino con metodo di produzione biologico: razze, alimentazione, aspetti sanitari e tipologie di stabulazione. Working paper n.4, Progetto di ricerca MiPAF. La zootecnia biologica in Italia: situazioni attuali e prospettive. Tipologie d'impresa, trasformazioni necessarie e possibili, incentivi pubblici e di mercato, domanda di ricerca.: pp. 30.
- Sardi L., Buscemi L., Martelli G., Scipioni R., Parigini P. (2001a). La farina di estrazione di girasole nell'alimentazione del suinetto. *Atti Soc. Ita. Sci. Vet.*, 55: 417-418.

- Sardi L., Martelli G., Scipioni R., Buscemi L., Parigini P. (2001b). Sostituzione di farine di animali nella produzione del suinetto: la farina di estrazione di girasole. Atti Conv. Parliamo di...zootecnia e sviluppo sostenibile, 11-12 Ott., Fossano (Italy): 121-126.
- SAS (1996). SAS/STAT software, release 6.12. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- Scherz H. e Senser F. (1989). Food composition and nutrition tables 1989/1990. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH, Stuttgart (Germany).
- Schneider P. e Walter J. (1996). Ethological investigation on finishing pigs on pasture. Archiv für Tierzucht, 39: 299-307.
- Schoenherr W.D., Stahly T.S., Cromwell G.L. (1989). The effect of dietary fat or fiber addition on yield and composition of milk from sows housed in a warm or hot environment. J. Anim. Sci., 67: 482-495.
- Sehested J., Roepstorff A., Monrad J., Søgaard K., Danielsen V. (2000). Performance and parasitosis in heifers grazing mixed with sows. 51st EAAP Ann. Meet., session M5.8, Abstract no. 373, 21 Aug., The Hague (The Netherlands).
- Sehested J., Søgaard K., Danielsen V., Roepstorff A., Monrad J. (2004). Grazing with heifers and sows alone or mixed: herbage quality, sward structure and animal weight gain. Liv. Prod. Sci., 8 (3): 223-238.
- Serra X., Gil F., Pérez-Enciso M., Oliver M.A., Vázquez J.M., Gispert M. (1998). A comparison of carcass, meat quality and histochemical characteristics of Iberian (Guadyerbas line) and Landrace pigs. Liv. Prod. Sci., 56: 215-223.
- Simantke C. e Sundrum A. (2001). Auch Schweine schätzen Raufutter. Bioland, 3: 22-23.

- Simopoulos A.P. (2001). Evolutionary aspects of diet and essential fatty acids. *World Rev. Nutr. Diet.*, 88: 18-27.
- Simopoulos A.P. (2002). The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids. *Biomed. & Pharmacotherapy*, 56 (8): 365-379.
- Simopoulos A.P. (2003). Importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids: evolutionary aspects. *World Rev. Nutr. Diet.*, 92: 1-22.
- Sirtori F. (2005). Caratteristiche dei prodotti di suini Cinta Senese ingrassati in bosco. Tesi del XVII ciclo di dottorato di ricerca in "Produzione di animali acquatici e terrestri e qualità dei prodotti", Università di Firenze, Tutor Prof. Oreste Franci: pp 148.
- Sirtori F., Pugliese C., Meo Zillo G., Campodoni G., Pianaccioli L., Monelli A. (2005). Characteristics of cured lard of Cinta Senese pig fed acorn and chestnut. *Ital. J. Anim. Sci.*, 4 (suppl. 2): 467-469.
- Smith W.W. (1944). *Pork Production*. Ed. Macmillan Co., New York (USA): pp. 575.
- Søgaard K., Sehested J., Danielsen V. (2000). Mixed grazing with heifers and pregnant sows. *Grassland Sci. in Europe*, 5: 359-361.
- Sommer S.G., Søgaard H.T., Møller H.B. Morsing S. (2001). Ammonia volatilization from pigs on grassland. *Atmospheric Env.*, 35: 2023-2032.
- Stahly T.S. (1984). Use of fats in diets for growing pigs. In: *Fats in animal nutrition*. Ed. Butterworths, Boston (USA): 313-331.
- Stanga I. (1928). Il pascolo e il foraggiamento verde nell'alimentazione del maiale. Ed. Suinicoltura di Crotta D'Adda, Cremona (Italy): pp. 129.

- Stanga I. (1948). Suinicoltura pratica. Ed. Hoepli, Milano (Italy): pp. 384.
- Stauffer W., Menzi H., Trachsel P. (1999). Gefährden Freilandschweine das Grundwasser? Agrafforschung, 6: 257-260.
- Stegeman L.C. (1938). The European wild boar in the Cherokee national Forest, Tennessee. J. Mammol., 19 (3): 279.
- Studnitz M., Eriksen J., Strudsholm K. (2003). Does nose ringing make any sense?. Proc. 37th Int. Congr. ISAE, 24th-28th June, Abano Terme (Italy).
- Susmel L. e Viola F. (1981). Pascolo in foresta. Econ. Montana, 5: 17-20.
- Tejeda J.F., Antequera T., Martín L., Ventanas J., García C. (2001). Study of the branched hydrocarbon fraction of intramuscular lipids from Iberian fresh ham. Meat Sci., 58: 175-179.
- Toldrà F. (1998). Proteolysis and Lipolysis in Flavour Development of Dry-cured Meat Products. Meat Sci., suppl.1, S101-S110.
- Ulbricht T.L.V. e Southgate D.A.T. (1991). Coronary hearth disease: seven dietary factors. The Lancet, 338: 985-995.
- Underwood E.J. e Suttle N.F. (1999). The mineral nutrition of livestock. Ed. CABI Int., Wallingford, Oxon (UK).
- Van der Maheen H.W. e Spoolder H.A.M. (2005). Designated rooting areas to reduce pasture damage by pregnant sows. Appl. Anim. Behav. Sci., 95: 133-142.
- Vargas J.D., Aparicio M.A., Calvo J.C., Pérez J. (1999). Ite Iberian pig in the dehesa system of Extremadura (Spain): imbalance between energy requirements and grazing resources. Options Med., 39(9): 287-290.

- Vera D. (2005). Il maiale nel popolo romano: note di storia sociale ed alimentare. In: Società Italiana di Patologia ed Allevamento dei Suini 1974-2004. Ed. S.I.P.A.S., Parma (Italy): 53-67.
- Vezzani V. (1948). L'allevamento dei suini all'aperto. Ed. Ist. Zoot. Cas. Piemonte, Astesano (Italy): pp.18.
- Villegas F.J., Hedrick H.B., Veum T.L., McFate K.L., Bailey M.E. (1973). Effect of diet and breed on fatty acid composition of porcine adipose tissue. J. Anim. Sci., 36: 663-669.
- Waiblinger S., Baumgartner J., Kiley-Worthington M., Niebuhr K. (2006). Etologia applicata: principi per il miglioramento del benessere animale nell'allevamento biologico. In: Salute e benessere animale in agricoltura biologica. Vaarst M., Roderick S., Lund V., Lockeretz W. (a cura di). Ed. Edagricole, Bologna (Italy): 75-100.
- Warnants N., Van Oeckel M.J., Boucqué C.V. (1996). Incorporation of dietary polyunsaturated fatty acids in pork tissues and its implications for the quality of the end products. Meat Sci., 44: 125-144.
- Williams R.R. (1988). Nature, nurture and family predisposition. New England J. Med., 318: 769-771.
- Wilson H., Sinclair A.G., Hovell F.deB., Mayes R.W., Edwards S.A. (1999). Validation of the n-alkane technique for measuring herbage intake in sows. Proc. British Soc Anim. Sci.: 177.
- Wing J. E. (1909). Alfalfa farming in America. Sanders Pub. Co., Chicago (U.S.A.).
- Wood J.D., Enser M.B., MacFie H.J.H., Smith W.C., Chadwick J.P., Ellis M., Laird L. (1978). Fatty acid composition of backfat in Large White pigs select for low backfat thickness. Meat Sci., 2: 289-300.

- Wood J.D. (1984). Fat deposition and the quality of fat tissue in meat animals. In: Fats in animal nutrition. Ed. Butterworths, Boston (USA): 407-425.
- Wood J.D., Jones R.C.D., Francobe M.A., Whelehan O.P. (1986). The effects of fat thickness and sex on pig meat quality with special reference to the problems associated with overleaness. 2 laboratory and trained taste panel results. Anim. Prod., 43: 535-544.
- Wood J.D., Enser M., Whittington F.M., Moncrieff C.B., Kempster A.J. (1989). Backfat composition in pigs: Differences between fat thickness groups and sexes. Liv. Prod. Sci., 22 (3-4): 351-362.
- Wood J.D. e Enser M. (1997). Factors influencing fatty acids in meat and the role of antioxidants in improving meat quality. British J. Nutr., 78: S49-S60.
- Wood J.D., Richardson R.I., Nute G.R., Fisher A.V., Campo M.M., Kasapidou E., Sheard P.R., Enser M. (2003). Effect of fatty acids on meat quality: a review. Meat Sci., 63: 1-10.
- Wood-Gush D.G.M., Jensen P., Algers B. (1990). Behaviour of pigs in a novel semi-natural environment. Biol. Behav., 15: 62-73.
- Zullo A., Barone C.M.A., Colatruglio P., Girolami A., Matassino D. (2003). Chemical composition of pig meat from the genetic type "Casertana" and its crossbreeds. Meat Sci., 63: 89-100.

Ringraziamenti

Il primo mio pensiero va a Novella e Lorella per la pazienza, il supporto e soprattutto per l'amicizia che ci lega da anni.

Desidero ringraziare tutto il Dipartimento di Scienze Zootecniche dell'Università di Firenze per l'aiuto indispensabile fornito nelle analisi e nell'interpretazione dei risultati, in special modo le persone di Francesco Sirtori, Prof. Oreste Franci, Carolina Pugliese, Silvia Parenti, Stefania D'Adorante e Prof.ssa Anna Acciaioli.

Ringrazio Maria Novella e tutta la Tenuta di Paganico per aver creduto nel valore della formazione e della ricerca.

Infine, sono grato all'Azienda Agricola di Brunella Pulidori per la disponibilità concessa durante tutta la sperimentazione.