



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI SASSARI

SCUOLA DI DOTTORATO IN

**RIPRODUZIONE, PRODUZIONE, BENESSERE ANIMALE E SICUREZZA DEGLI
ALIMENTI DI ORIGINE ANIMALE**

Direttore: Prof. Giovanni Garippa

INDIRIZZO IN: **PRODUZIONE E SICUREZZA DEGLI ALIMENTI DI ORIGINE ANIMALE (XXIII CICLO)**
(Coordinatore: Prof. Basilio Floris)

LO SVEZZAMENTO NEL CONIGLIO: EFFETTI DELLA STAGIONE E DELL'ETA' SULLA PRODUZIONE E QUALITA' DELLA CARNE

Docente Guida:

Chiar.mo Prof. BASILIO FLORIS

Correlatore:

Dr.ssa Maria Laura Marongiu

Direttore

Prof. Giovanni Garippa

Tesi di dottorato del

Dr. Francesco Masia

ANNO ACCADEMICO 2009/2010

INDICE

| Cap. | Titolo | Pag. |
|-----------|---|-----------|
| 1 | Allattamento, svezzamento e accrescimento dei coniglietti | 3 |
| 1.1 | Allattamento | 3 |
| 1.2 | Svezzamento | 5 |
| 1.3 | Accrescimento | 6 |
| 2 | La carne di coniglio | 11 |
| 2.1 | Introduzione | 11 |
| 2.2 | Caratteristiche della carne di coniglio | 11 |
| 2.3 | Modificazioni <i>post-mortem</i> del tessuto muscolare | 13 |
| 2.4 | Effetto dei fattori di produzione sulla qualità delle carni | 15 |
| 2.5 | Valore nutrizionale della carne cunicola | 19 |
| 3 | Obiettivi della ricerca | 27 |
| 3.1 | Introduzione | 27 |
| 3.2 | Prova 1: Stagionalità e prestazioni riproduttive allo svezzamento | 28 |
| 3.3 | Prova 2: Svezzamento posticipato e produzione di carne cunicola | 29 |
| 4 | Materiali e Metodi | 30 |
| 4.1 | Prova 1: Stagionalità e prestazioni riproduttive allo svezzamento | 30 |
| 4.2 | Prova 2: Svezzamento posticipato e produzione di carne cunicola | 32 |
| 4.2.1 | Animali e disegno sperimentale | 32 |
| 4.2.2 | Misurazioni della carcassa | 33 |
| 4.2.3 | Analisi della carne | 34 |
| 4.2.4 | Analisi statistica | 35 |
| 5 | Risultati | 36 |
| 5.1 | Prova 1: Stagionalità e prestazioni riproduttive allo svezzamento | 36 |
| 5.2 | Prova 2: Svezzamento posticipato e produzione di carne cunicola | 38 |
| 5.2.1 | Prestazioni produttive <i>in vivo</i> | 38 |
| 5.2.2 | Caratteristiche delle carcasse | 41 |
| 5.2.3 | Valutazione della qualità della carne | 47 |
| 6 | Discussione | 49 |
| 6.1 | Prova 1: Stagionalità e prestazioni riproduttive allo svezzamento | 49 |
| 6.2 | Prova 2: Svezzamento posticipato e produzione di carne cunicola | 50 |
| 6.2.1 | Prestazioni produttive <i>in vivo</i> | 50 |
| 6.2.2 | Caratteristiche delle carcasse | 51 |
| 6.2.3 | Valutazione della qualità della carne | 52 |
| 7 | Conclusioni | 54 |
| 8 | Bibliografia citata | 56 |
| 9 | Abstract | 61 |
| 10 | Bibliografia citata | 62 |

1 – ALLATTAMENTO, SVEZZAMENTO E ACCRESCIMENTO DEI CONIGLIETTI

1.1 – Allattamento

La coniglia possiede 4 coppie di mammelle disposte lungo il torace e l'addome: 1 coppia si trova in posizione inguinale, 2e coppie sono addominali, 1 pettorale.

Al momento del parto il crollo del progesterone ematico e la produzione di ossitocina stimolano la secrezione di prolattina e quindi la montata lattea. Successivamente, l'azione riflessa della suzione provoca sia la sintesi di nuova prolattina che di ossitocina che favoriscono rispettivamente il riempimento e lo svuotamento delle mammelle. Il latte prodotto aumenta quindi in funzione della consistenza numerica della nidiata, sebbene la quantità a disposizione di ciascun coniglietto diminuisca con l'aumentare del loro numero. La produzione di latte è di 30-50 g/d nei primi 2 giorni, poi aumenta progressivamente fino a raggiungere un picco di 250-300 g/d verso la fine della 3^a settimana. Successivamente diminuisce in misura più o meno graduale in funzione dello stato fisiologico della coniglia, ma se subentra una nuova gravidanza la sua caduta è repentina .

I coniglietti si alimentano generalmente 1 volta al giorno e in pochi minuti riescono ad ingerire quantità di latte pari al 15-20% del proprio peso corporeo. Essi si spostano con frequenza da una mammella all'altra consentendo alla madre di allattare un numero di piccoli superiore a quello delle mammelle.

Il latte di coniglia, rispetto a quello di altre specie zootecniche, ha un valore nutritivo più elevato perché più ricco di sostanza secca (meno acqua) e quindi più ricco di principi nutritivi, ad eccezione del lattosio (Tab. n. 1.1).

Per questo motivo il coniglio raddoppia in 6 giorni il suo peso alla nascita e lo moltiplica per 20 in 5 settimane. Pesi corporei, incrementi ponderali ed indici di conversione dei coniglietti sono riportati nella Tab. n. 1.2.

Tab. n. 1.1 - Composizione (%) e valore nutritivo (Kj/l) del latte di diverse specie (Bernardini Battaglini & Castellini, ?)

| | Vacca | Capra | Pecora | Scrofa | Coniglia |
|-------------------------------------|--------------|--------------|---------------|---------------|-----------------|
| Acqua | 87,6 | 86,8 | 80,5 | 81,9 | 69,5 |
| Lipidi | 3,5 | 4,6 | 5,5 | 6,2 | 10,5 |
| Protidi | 3,4 | 3,4 | 6,2 | 6,3 | 15,5 |
| Lattosio | 4,7 | 4,5 | 4,9 | 4,6 | 2,0 |
| Ceneri | 0,78 | 0,73 | 0,92 | 1,01 | 2,56 |
| Calcio | 0,13 | 0,17 | 0,19 | 0,22 | 0,80 |
| Fosforo | 0,09 | 0,13 | 0,14 | 0,15 | 0,42 |
| Energia lorda | 3,01 | 4,14 | 5,31 | 4,77 | 8,20 |
| Raddoppio del peso alla nascita (d) | 47 | 22 | 15 | 14 | 6 |

Tab. n. 1.2 – Pesì, incrementi ponderali a diverse età e indice di conversione (Bernardini Battaglini & Castellini, ?)

| Età (d) | Peso (g) | Incremento (g/d) | IC |
|----------------|-----------------|-------------------------|-----------|
| 1 | 50 | | |
| 2 | 60 | 10 | |
| 3 | 70 | 10 | 1,52 |
| 4 | 80 | 10 | |
| 5 | 90 | 10 | |
| 6 | 100 | 10 | |
| 7 | 115 | 15 | |
| 14 | 220 | 15 | 1,65 |
| 21 | 335 | 16 | 2,00 |
| 28 | 500 | 23,5 | |
| 35 | 770 | 38,5 | |

La composizione chimica del latte varia nel tempo. Similmente a tutti i mammiferi, nei primi 2-3 giorni viene prodotto il colostro, che è molto ricco di lipidi (15%), protidi(14%) e ceneri (2%). Gradualmente la composizione si modifica e si stabilizza per restare costante fino a 24-25 giorni. Da questo momento diminuisce la sua produzione totale ma aumenta il contenuto di sostanza secca, grazie all'aumento di protidi, lipidi e minerali, mentre il lattosio diminuisce.

Anche la composizione acidica del grasso del latte subisce modifiche, in quanto a partire dalla 3^a settimana gli acidi predominanti diventano il C₈ e il C₁₀. La digeribilità delle proteine e dei lipidi

del latte si aggira intorno al 72%. Il 70% dell'energia ricavata dal latte viene utilizzata dai coniglietti per produrre calore (non dimentichiamo che i coniglietti nascono privi di pelo).

Una mortalità pre-svezzamento fisiologica si colloca tra il 10 e il 20% ed è concentrata nella 1^a settimana di vita. Le cause sono soprattutto di natura traumatica, come l'abbandono del nido e lo schiacciamento, ma anche la carenza di latte.

1.2 – Svezzamento

Lo svezzamento corrisponde al momento della separazione dei piccoli dalla madre, e rappresenta un momento molto delicato della vita dei coniglietti. Il passaggio alla dieta solida, la separazione dalla madre e il cambiamento di gabbia coincidono con le punte di mortalità più elevate, particolarmente dannose in termini economici in quanto si tratta di animali già formati il cui allevamento ha comportato un costo. Naturalmente, più il coniglietto è giovane maggiori saranno i rischi legati allo svezzamento, a causa dei fattori stressanti, dell'imaturità dell'apparato digerente, del peso insufficiente, degli errori alimentari, quantitativi e qualitativi. La principale causa di mortalità è data dai disordini digestivi. Infatti, l'inadeguato sistema digestivo e pancreatico, soprattutto fino a 5 settimane di età, e in particolare la ridotta secrezione di amilasi, rende impossibile digerire tutto l'amido presente nella dieta, una parte del quale arriva intatta al cieco. Inoltre, l'incostante e talora eccessiva ingestione di alimento solido, causata sia dall'improvviso crollo della secrezione latte della madre che dall'aumento dei loro fabbisogni, comporta disturbi della motilità intestinale e dell'attività digestiva in genere (Feugier *et al.*, 2005; Gidenne *et al.*, 2008).

Negli allevamenti in cui si perseguono ritmi di riproduzione semintensivi, con accoppiamenti a 10-12 giorni dal parto (che sono i più numerosi), lo svezzamento si effettua di norma a 28-30 giorni di età (peso di 600-650 grammi). Attualmente però molti allevatori, anche per venire incontro ad esigenze di benessere animale, applicano tecniche di svezzamento leggermente più tardive, intorno ai 35 giorni (peso di 900-950 grammi). L'età più elevata e il peso raggiunto limitano il

rischio e le problematiche legate allo svezzamento, in quanto si è consentito all'intestino un graduale adattamento al nuovo tipo di alimento.

Negli allevamenti con ritmi di riproduzione intensivi lo svezzamento deve essere precoce, e cioè a 14-20 giorni dalla nascita. Questo tipo di svezzamento è in fase di totale abbandono perché aumenta l'incidenza delle patologie gastroenteriche e comporta un peso insufficiente al momento dello svezzamento. D'altra parte, gli svezzamenti molto tardivi non si adattano con i moderni ritmi produttivi e sono svantaggiosi economicamente. Per l'applicazione di queste tecniche è indispensabile dotare la gabbia di una mangiatoia e di un abbeveratoio supplementari accessibili soltanto ai coniglietti.

I coniglietti nascono privi di peli e sono ciechi fino all'età di 10-12 giorni, ma già all'età di 15-16 giorni sono in grado di assumere alimenti solidi (pellet e fieno ricco di foglie). A 20 giorni l'alimentazione dei coniglietti è ancora praticamente basata sul latte materno, ma già a 24-25 giorni il latte rappresenta soltanto il 50% dell'alimento ingerito. Se a 35 giorni i coniglietti dovessero essere ancora con la madre, la quantità di latte assunta giornalmente è ormai insignificante.

Sino al 15°-20° giorno la rapidità di crescita e il peso dei coniglietti sono in funzione della quantità di latte fornito dalla madre. Successivamente, la crescita è condizionata dalla quantità e qualità del mangime consumato.

Nell'allevamento ciclizzato è la madre che viene allontanata dalla nidiata, che invece rimane nella stessa gabbia fino a 55 giorni. A questa età i coniglietti vengono spostati nel reparto d'ingrasso ove restano fino alla maturità commerciale (11-12 settimane).

1.3 – Accrescimento

Dopo lo svezzamento la curva di crescita ponderale è di tipo sigmoide, con una flessione tra la 5^a e la 7^a settimana. La crescita diminuisce gradualmente fino a divenire pressoché nulla verso i 6 mesi. Fino a 10-15 o 20 settimane (crescita rapida, media o lenta) non si riscontrano differenze tra i due sessi, successivamente le femmine presentano uno sviluppo superiore. Il peso allo

svezzamento risente le influenze materne (ambiente uterino, numerosità della nidiata, produzione latte).

La velocità di crescita può subire rallentamenti per cause diverse; in questa evenienza quasi sempre i conigli, rimossa la causa, manifestano una crescita compensativa. La velocità di crescita si esprime come **incremento medio giornaliero** e, in buone condizioni di allevamento e di alimentazione, può variare tra 35 e 45 g/d nei soggetti di media mole.

Durante lo sviluppo somatico i diversi tessuti ed organi si accrescono con velocità diverse rispetto alla crescita corporea totale (peso vivo netto) e i gradienti di crescita si modificano nel tempo. Quando c'è sincronia si parla di **isometria**; se il tessuto o l'organo si sviluppa più rapidamente si parla di **allometria maggiorante**, se invece la sua crescita è più tardiva la sua allometria è **minorante**. La conoscenza dei gradienti di crescita, e dei momenti in cui si verificano i cambiamenti di allometria, consente di prevedere l'evoluzione della composizione corporea e di decidere quale è il peso di macellazione ottimale, tenendo conto delle caratteristiche qualitative richieste dal mercato. Il cervello è l'organo più precoce, il tessuto adiposo quello più tardivo.

Tessuti ed organi ricevono i nutrienti disponibili secondo i loro gradienti di crescita. Solo quando i tessuti prioritari (cervello, apparato digerente, scheletro) hanno coperto i loro fabbisogni di crescita, quello che resta è disponibile per i tessuti e gli organi più tardivi.

In caso di sottoalimentazione i diversi componenti dell'organismo si depauperano in ordine inverso all'accumulo; pertanto diminuirà per primo il grasso di deposito, poi i muscoli e così via, in maniera che restino sempre coperte le necessità dei tessuti prioritari.

Anche in seno allo stesso tessuto si verificano disarmonie di crescita tra regioni anatomiche. Sono stati messi in evidenza due gradienti di crescita ben evidenti riguardanti lo scheletro e la muscolatura: un gradiente antero-posteriore che va dalla regione cervicale a quella caudale ed un gradiente infero-superiore che risale dalla estremità degli arti verso la cintura pelvica. Relativamente ai muscoli ne deriva che, via via che l'animale cresce, aumenta l'importanza di quelli delle regioni dorsale e addominale, che sono poi i muscoli nobili della carcassa. In seno al tessuto adiposo il più precoce è quello superficiale, seguito dal periviscerale, l'intramuscolare e

infine il perirenale. Per valutare l'adiposità della carcassa si fa riferimento al grasso perirenale che, essendo l'ultimo a depositarsi, è il migliore indicatore dello stato di ingrassamento dell'animale.

Come già detto, durante la crescita la maggior parte degli organi e tessuti presenta cambiamenti di allometria. Il sangue, ad esempio, ha una crescita isometrica nel periodo tra 10 e 182 giorni; pertanto durante questo intervallo la massa sanguigna ha un rapporto 49 costante rispetto al peso corporeo netto. L'apparato digerente presenta prima un'allometria maggiorante e poi minorante. Lo scheletro passa da un'allometria leggermente minorante ad una fortemente minorante. La velocità di crescita della muscolatura è dapprima più rapida di quella dell'intero organismo poi diviene minorante. Il tessuto adiposo presenta tre cambiamenti di allometria: sub-isometrica (maschi) o isometrica (femmine); maggiorante; fortemente maggiorante. Anche per la pelle il coefficiente di allometria aumenta con l'età e poiché c'è corrispondenza con le modifiche del tessuto adiposo si pensa che l'incremento possa essere dovuto all'accumulo di grasso nel derma. In ogni caso, i coefficienti sono sempre minoranti. Il fegato, dopo una fase di allometria maggiorante si accresce più lentamente dell'organismo. L'allometria di crescita della carcassa è leggermente maggiorante (1,09), essendo minoranti quelle del sangue, dell'apparato digerente e della pelle. Pertanto, la resa alla macellazione aumenta con l'età.

L'evoluzione post-natale della composizione della carcassa è la risultante della disarmonia di crescita dei tessuti osseo, muscolare e adiposo; i gradienti di precocità, che sono poi comuni a tutte le specie produttrici di carne, vedono, nell'ordine: scheletro, muscoli, tessuto adiposo.

Cambiamenti di allometria non simultanei, intercorsi tra la nascita e il peso di macellazione, rendono più complessa l'evoluzione della composizione corporea. Infatti, la velocità di crescita relativa dello scheletro diminuisce ad un peso netto di 1000 g, mentre per la muscolatura la diminuzione si verifica intorno a 2450 g. In questo intervallo, quindi, i muscoli crescono sensibilmente raggiungendo il massimo sviluppo in corrispondenza del secondo peso critico. Per quanto concerne il tessuto adiposo, la sua velocità di crescita relativa è molto lenta fino al peso netto di 950 g, ma diventa rapida fino a 2100 g e rapidissima dopo questo peso.

Il contenuto in acqua passa da una fase di isometria ad una di allometria minorante; acqua e lipidi presentano quindi un comportamento complementare durante la seconda fase di allometria.

Il coniglio presenta una grande variabilità del peso corporeo. e quindi dei relativi parametri di crescita. Il confronto tra tipi genetici il cui peso alla maturità somatica è diverso non è valido né a parità di età né di peso perché si tratta di stadi fisiologici troppo diversi. Sarebbe preferibile effettuare una comparazione sulla base del grado di maturità (stessa percentuale del peso da adulto), oppure alla stessa età metabolica o, infine, alla medesima età fisiologica.

Esiste una correlazione positiva, alla stessa età di macellazione, tra grado di maturità ponderale e tenore in lipidi della carcassa. In certi tipi genetici l'attitudine a raggiungere rapidamente il peso da adulto non si traduce in un'analoga attitudine ad acquisire l'insieme delle caratteristiche fisiologiche dell'adulto. Questa indipendenza di criteri di maturità corporea implica relazioni tra taglia, forma corporea ed età, tipiche di ciascun genotipo. In effetti si riscontra una forte variabilità nei coefficienti di allometria di molti componenti anatomici e chimici della carcassa e, in particolare, delle ossa, del tessuto muscolare, dell'acqua e dei lipidi.

Nell'ambito di una stessa razza possono esservi individui più o meno precoci. Al riguardo è stato visto che, a parità di peso della carcassa (1500 g), i conigli a crescita rapida (74 d vs 106 d per raggiungere il peso indicato) presentavano carcasse con più grasso e con ossa degli arti posteriori più corte. A parità di età (11 settimane) sono state ottenute, sempre negli animali più precoci, carcasse più compatte (peso corporeo/lunghezza carcassa) e dotate di maggiore adiposità. La variabilità genetica intra-razza dei caratteri ponderali è media o elevata; le stime dei coefficienti di ereditabilità variano comunque secondo il periodo di crescita considerato.

Il peso a 70 d e quello della carcassa sono correlati negativamente con la consistenza numerica della nidiata e positivamente con la velocità di crescita. Ai fini della selezione è quindi preferibile basarsi su quest'ultimo carattere, piuttosto che sul peso alla macellazione che risente ancora l'influenza materna. D'altra parte il ritmo di crescita dipende dall'alimento ingerito e l'appetito è un carattere ad ereditabilità media o alta. Pertanto la scelta dovrà cadere su quei soggetti che meglio si adattano allo stress da svezzamento e che hanno più appetito.

Per quanto concerne le caratteristiche qualitative del prodotto destinato al mercato, sono elevati i coefficienti di ereditabilità della resa alla macellazione e dell'adiposità della carcassa.

Anche i fattori alimentari possono interferire sulla crescita. Essi sono il livello nutritivo, l'equilibrio tra i vari costituenti (proteine/energia; tenore di ADF), il contenuto di principi essenziali: (vitamine, oligo-elementi, aminoacidi o acidi grassi indispensabili). Una restrizione alimentare oltre l'85% del consumo volontario, un tenore di fibra elevato non compensato da fonti energetiche integrative, un basso rapporto proteine/energia, una deficienza di principi nutritivi essenziali, riducono la velocità di crescita aumentando il tempo richiesto per raggiungere il peso commerciale. Ne derivano modifiche a livello di resa e di qualità della carcassa: la resa alla macellazione diminuisce per la maggiore incidenza dell'apparato digerente, diminuisce anche l'adiposità, aumentano il peso dello scheletro nonché i contenuti di acqua, minerali e proteine



Foto 1.1 – Cure parentali (Foto marongiu)

2 - LA CARNE DI CONIGLIO

2.1 – Introduzione

La qualità delle carni cunicole commercializzate in Italia e nell'intera Unione Europea si caratterizza, di norma, per la scarsa uniformità. Ciò dipende soprattutto dalle notevoli differenze rilevabili tra i tipi genetici impiegati (razze e ibridi commerciali), ma anche dall'età e dal peso di macellazione.

Nel complesso, i caratteri qualitativi delle carcasse e carni di coniglio comprendono aspetti legati sia alla sicurezza igienico-sanitaria e tossicologica (presenza di microrganismi indesiderati o di sostanze estranee come antibiotici, ormoni o contaminanti chimici), sia al valore nutrizionale e alle proprietà organolettiche (composizione chimica, qualità dei grassi e delle proteine etc) e tecnologiche (pH, ritenzione idrica, suscettibilità all'ossidazione etc). Questi caratteri risultano dalle diverse fasi di cui si compone la filiera produttiva, dalla genetica, dalle fasi di allevamento, macellazione, conservazione e/o trasformazione e, infine dalla commercializzazione, che influiscono in maniera positiva o negativa sulla qualità del prodotto finale.

2.2 – Caratteristiche della carne di coniglio

In Italia, la carne di coniglio viene ottenuta in genere dalla macellazione di soggetti a 2.5 kg di peso e ad un'età compresa tra 11 e 13 settimane. In questa fase la massa dei muscoli scheletrici, e cioè la parte edibile della carcassa, rappresenta grosso modo il 70% del totale.

Le fibre muscolari differiscono in tutti i mammiferi per caratteristiche morfologiche, fisiologiche e biochimiche. Nel coniglio possono essere raggruppate in 4 tipi, denominati in base al tipo di miosina presente:

- Quelle di tipo I possiedono una scarsa attività m-ATPasica, elevata attività ossidativa e bassa attività glicolitica. Si tratta di unità motorie lente, prevalentemente aerobiche, resistenti alla fatica e caratterizzate da basse concentrazioni di glicogeno ed elevate di

-

lipidi. Queste fibre si localizzano in prevalenza nella parte anteriore della carcassa e in muscoli deputati alla funzione motoria.

- Al loro opposto abbiamo le fibre di tipo IIB, che sono unità motorie rapide e affaticabili, ricche di glicogeno e ad attività glicolitica elevata. Esse si localizzano soprattutto nella regione lombare.
- Le fibre di tipo IIA e IIX sono delle forme intermedie tra i due tipi precedentemente descritti che, rispetto al tipo I associano una contrazione più rapida con un'attività glicolitica maggiore ed una ossidativa minore.

Generalmente, i muscoli sono costituiti da una miscela di differenti tipi di fibra in proporzioni altamente variabili a seconda della funzione che il muscolo deve svolgere (postura, propulsione, respirazione etc).

Alla nascita l'attività ossidativa rappresenta la principale fonte energetica delle fibre muscolari. Il numero delle fibre è stabilito alla nascita e il loro sviluppo successivo è dettato soprattutto da un accrescimento nelle dimensioni delle fibre, con un conseguente incremento di peso del muscolo.

Lo sviluppo dell'attività contrattile avviene più tardivamente rispetto agli altri mammiferi domestici, e nello stesso tempo avviene la differenziazione del loro metabolismo orientata verso l'attività glicolitica o ossidativa. Durante la fase di allattamento (4-5 settimane) i lipidi si accumulano scarsamente all'interno delle fibre muscolari. Dopo lo svezzamento, invece, i lipidi si accumulano a spese del tenore di acqua (Gondret & Bonneau, 1998). Si tratta essenzialmente di un accumulo di trigliceridi accompagnato da una modifica della loro localizzazione cellulare. Con l'avanzare dell'età, infatti, i trigliceridi si accumulano negli adipociti, che aumentano di numero e diametro, e tendono a raggrupparsi lungo i fasci di fibre muscolari. Questo deposito lipidico intramuscolare si forma prima della formazione dei grassi di deposito.

2.3 – Modificazioni *post mortem* del tessuto muscolare

Le modificazioni *post mortem* del tessuto muscolare determinano la cosiddetta “maturazione o frollatura” della carne. Con la morte dell’animale e la conseguente interruzione del flusso sanguigno, si interrompe l’apporto di ossigeno e di substrati energetici ai muscoli. Ne consegue che i muscoli, a causa dell’ipossia, perdono la capacità di ricavare energia attraverso i processi respiratori.

Nel tentativo di mantenere l’omeostasi energetica, il muscolo dà luogo ad una serie di reazioni metaboliche anaerobiche (glicolisi e fermentazione lattica) che portano in tempi variabili alla degradazione del creatinfosfato e del glicogeno con rapido accumulo di acido lattico. Nello stesso tempo, a causa della scomparsa dell’ATP, le proteine contrattili del sarcomero (actina e miosina) perdono la capacità di staccarsi e riattaccarsi fra loro (ponti reversibili) portando il muscolo ad uno stato di rigidità irreversibile (*rigor mortis*).

E’ a questo punto che interviene il processo di intenerimento o frollatura della carne, che consiste in una graduale risoluzione della rigidità muscolare per effetto di vari processi di natura chimico-fisica (pH, pressione osmotica etc) ed enzimatica (proteolisi) la cui durata ed entità è in stretto rapporto con vari fattori, tra i quali le caratteristiche genetiche dell’animale e la sua composizione in fibre muscolari.

Il pH - Il calo del pH è l’evento maggiormente responsabile della regolazione dei processi maturativi *post mortem*. Il suo comportamento è da mettere in rapporto con vari fattori tra cui l’attività glicolitica del muscolo e le condizioni di refrigerazione delle carcasse e/o delle carni. Infatti, la velocità con cui il glicogeno si trasforma in acido lattico è correlata positivamente con l’aumento della temperatura. Nel coniglio, il valore minimo raggiunto dal pH (pH ultimo) viene riferito alla 24.a h *post mortem*. I fattori in grado di influenzare tale parametro possono essere sia di tipo biologico (tipo di fibre muscolari, età, sesso e genotipo dell’animale, etc) che zootecnico (sistema di allevamento, regime alimentare etc).

Tuttavia, anche le fasi che precedono la macellazione, di norma da relazionare con il benessere animale (modalità di carico in allevamento e condizioni del trasporto, gestione del digiuno e della

sosta pre-macellazione etc) influenzano la velocità di discesa e il valore finale del pH nel muscolo e la qualità della carne, ad esempio per quanto concerne la sua capacità di ritenzione idrica. E' intuitivo, ad esempio, che i muscoli composti prevalentemente da fibre glicolitiche raggiungeranno i valori di pH più bassi (Ouhayoun & Delmas, 1988).

Quando il pH del muscolo scende dai valori fisiologici riscontrabili *in vivo* (7,0-7,2) a quelli riscontrabili dopo il processo di acidificazione (5,5-5,9), si verificano due principali modificazioni a carico della struttura proteica della carne: 1) una parziale denaturazione; 2) un graduale avvicinamento delle proteine al loro punto isoelettrico. Queste modificazioni sono responsabili della perdita di liquido dalle fibre al momento della lavorazione delle carni (drip o liquido di gocciolamento) che si accumula durante le successive fasi di conservazione. Inoltre, sono responsabili del cosiddetto "scattering della luce" che è il principale responsabile della variazione *post mortem* di colore della carne, che vira da una tonalità relativamente scura e translucida (tipica della fase *pre-rigor*), ad una pallida e opaca.

Il pH finale più elevato del normale determina una maggiore capacità di ritenzione idrica della carne, ne favorisce lo sviluppo microbico e parallelamente ne riduce i tempi di conservazione. Le carni del tipo PSE (pallide, soffici ed essudative) vengono riscontrate di rado nella carne cunicola. Più elevata appare l'incidenza di carni DFD (scure, secche e stoppose) che si formano in seguito a scarsa acidificazione *post mortem*.

La tenerezza - La risoluzione della rigidità muscolare è fondamentale per raggiungere un adeguato grado di tenerezza e per la definizione delle proprietà termiche e meccaniche del collagene, principale costituente del tessuto connettivo. Infatti, tali proprietà non vengono modificate durante il processo di maturazione del muscolo. Nel coniglio da carne, che di norma viene macellato in età precoce (11-13 settimane), il collagene influisce poco sulla tenerezza della carne, perché il contenuto è ancora modesto e caratterizzato da un'elevata solubilità termica. Conseguentemente, la tenerezza è strettamente correlata con le modificazioni che avvengono *post mortem* a carico delle proteine miofibrillari, come diretta conseguenza dell'azione di vari enzimi proteolitici come le calpaine, attive a pH neutro e attivate dal calcio, e le catepsine lisosomi

ali il cui pH ottimale è compreso tra 4 e 6. In sintesi, a differenza della carne di altri animali, l'accettabilità della carne di coniglio non sembra influenzata dal parametro della tenerezza.

Succulenza e aroma – Questi due parametri, con la tenerezza, rappresentano le principali caratteristiche organolettiche delle carni di coniglio percepite al consumo. La succulenza dipende dalla quantità di liquidi rimasta nella carne dopo la cottura e dalla stimolazione della secrezione salivare indotta dall'entità e dalle caratteristiche dei lipidi intramuscolari. Nel coniglio, tuttavia, i rapporti che intercorrono tra i lipidi intramuscolari e la succulenza della carne sono ancora poco conosciuti. I lipidi intramuscolari assumono un ruolo molto importante anche nella formazione dell'aroma (insieme delle percezioni gustative ed olfattive rilevabili al momento del consumo), in quanto l'intensità di quest'ultimo aumenta in funzione del tasso di lipidi intramuscolari. Nella fase di macellazione, e soprattutto durante la fase di conservazione per refrigerazione, i lipidi subiscono un attacco idrolitico che porta alla formazione di acidi grassi liberi. Nel coniglio, la quantità di acidi grassi liberi provenienti dall'idrolisi dei fosfolipidi e dei trigliceridi è pressoché equivalente. Da notare, tuttavia, che la concentrazione di questi due tipi di composti presente nelle fibre di tipo ossidativo è 2-3 volte superiore rispetto alle fibre di tipo glicolitico.

L'attitudine alla conservazione della carne di coniglio è particolarmente influenzata dai fosfolipidi intramuscolari, in quanto essi rappresentano il substrato privilegiato delle reazioni ossidative che avvengono durante la conservazione. Conseguente a tali reazioni è la formazione di composti dall'aroma sgradevole (odore e sapore rancidi).

2.4 – Effetto dei fattori di produzione sulla qualità delle carni

Genetica - Nei conigli allevati è presente una notevole variabilità genetica fra le razze pure. Ciò si nota soprattutto osservando le notevoli differenze di taglia e peso raggiunti dagli animali adulti. Infatti, il peso da adulto esercita un'influenza determinante sulla velocità di accrescimento e sul grado di precocità nello sviluppo corporeo dell'animale, che si riflettono in ultima analisi sulle caratteristiche qualitative delle carcasse e delle carni. Di norma, i tipi genetici più tardivi

raggiungono pesi e rese di macellazione superiori, e le loro carcasse e carni possiedono un minor contenuto di grassi.

Negli allevamenti a carattere intensivo vengono impiegati programmi di incrocio a partire da razze pure, o da linee sintetiche, per ottenere soggetti destinati alla produzione di carne. E' molto frequente l'impiego di ibridi commerciali "a quattro vie" ottenuti da linee sintetiche, due delle quali selezionate per i caratteri produttivi o paterni e due per i caratteri riproduttivi o materni. L'effetto della componente genetica sulla qualità dei prodotti sarebbe indiretto. Infatti, le caratteristiche delle carcasse e delle carni dipenderebbero dal peso raggiunto dagli animali alla macellazione e dalla loro maturità.

Età e peso di macellazione – L'età e il peso di macellazione vengono influenzati dal tipo genetico, dal regime alimentare e da fattori tecnico-organizzativi. L'aumento dell'età, e di conseguenza dei pesi di macellazione, migliora le caratteristiche qualitative delle carcasse (ad esempio una migliore resa alla macellazione per via della minore incidenza del tratto gastrointestinale, una riduzione del calo di peso durante la refrigerazione, un aumento della muscolosità delle carcasse). D'altro canto, conseguire pesi elevati comporta un incremento dell'adiposità della carcassa a livello perirenale e scapolare. Se però consideriamo che l'aumento del tasso lipidico intramuscolare si osserva in genere dopo la 13.a settimana di età, periodo che corrisponde al limite massimo di macellazione del coniglio allevato con sistema intensivo, ne deriva che queste modificazioni risultano piuttosto contenute.

Alimentazione – Questo fattore è il più importante nel determinare le caratteristiche qualitative della carne, ma i limiti posti dalla fisiologia digestiva del coniglio e dalla necessità di soddisfare i fabbisogni alimentari non consentono di poter variare in modo significativo la composizione della dieta. Sebbene si ritenga che ad ogni carenza nutritiva corrisponda un'alterazione delle prestazioni produttive, e quindi anche sulla qualità della carne, solo alcune di esse mostrano di avere interesse commerciale.

Le variazioni fra il rapporto Proteina/Energia digeribile della dieta possono influire sulle caratteristiche qualitative delle carcasse e delle carni, soprattutto se i livelli di impiego si

discostano in modo consistente dai valori ottimali (10-11 g/MJ). Diete con un livello basso di questo rapporto possono causare un calo della velocità di accrescimento ed un insufficiente sviluppo muscolare. Un rapporto piuttosto elevato, tende a stimolare la sintesi proteica muscolare e il surplus di proteina ingerita viene trasformato in energia. In ultima analisi, tuttavia, i caratteri qualitativi delle carcasse non variano di molto, fatta eccezione per i depositi lipidici che tendono a diminuire gradualmente man mano che sale il rapporto tra proteina ed energia digeribile nella dieta.

La restrizione alimentare modifica con efficacia lo sviluppo corporeo del coniglio in accrescimento che, nelle attuali condizioni di allevamento, viene alimentato *ad libitum*. Una dieta razionata riduce la velocità di accrescimento ma nel contempo migliora l'efficienza di conversione dell'alimento. Le carcasse presentano una minore resa alla macellazione, un minor sviluppo muscolare, minori depositi adiposi, mentre le carni mostrano un maggiore contenuto in acqua ed un minor tasso lipidico.

La frazione lipidica della dieta è la componente capace di modificare maggiormente le proprietà qualitative delle carni. Il ricorso all'integrazione lipidica della dieta (grassatura) è una pratica molto diffusa perché aumentando la densità energetica dei mangimi si induce un maggior consumo giornaliero di energia da parte del coniglio in accrescimento. La grassatura comporta un aumento dei depositi adiposi nelle carcasse, mentre non è chiaro se influisca anche sul tenore e sulla composizione in acidi grassi a livello muscolare.

L'origine della frazione lipidica della dieta influenza sensibilmente la qualità della carne in quanto modifica il profilo degli acidi grassi dei liquidi corporei, e quindi i caratteri nutrizionali e sensoriali della carne. L'impiego di olio o semi di girasole, soia e lino, ricchi di acidi grassi polinsaturi (PUFA), modifica sensibilmente le caratteristiche qualitative dei lipidi della carne e induce, nel contempo, una maggiore tendenza delle carni ai fenomeni ossidativi (irrancidimento), soprattutto se queste sono sottoposte a lavorazione e conservazione di lunga durata. L'arricchimento delle carni cunicole in PUFA è considerato un pregio dal punto di vista dietetico, perché in questa categoria si ritrovano gli acidi grassi essenziali e numerosi loro precursori. L'integrazione della dieta con

elevate concentrazioni di antiossidanti (ad esempio la vitamina E) limita il grado di ossidazione dei PUFA, con riflessi positivi sulle caratteristiche tecnologiche e sensoriali della carne, quali una minore perdita d'acqua per sgocciolamento e cottura, e una maggiore stabilità del colore della carne.

Tecnica di allevamento – In Italia l'allevamento intensivo del coniglio in fase di accrescimento viene condotto di norma in gabbie bicellulari. Esiste, tuttavia, la possibilità di sostituire le gabbie attuali con altre strutture capaci di fornire agli animali maggiore capacità di movimento e per esprimere al meglio il repertorio comportamentale tipico della specie. Queste strutture possono essere arricchite ambientalmente (oggetti da rosicchiare, piattaforme, piani inclinati, nascondigli etc), o prevedere l'impiego di altri materiali per il pavimento della gabbia (anziché la rete metallica, grigliato in metallo o materiale sintetico, tappetini in gomma, lettiera in paglia etc). Infine, i conigli possono essere allevati all'interno di ricoveri con microclima controllato, oppure all'aperto (plein air) o parzialmente all'aperto (semi plein air).

Tuttavia, i risultati sono contraddittori. Allevando gruppi di conigli dentro parchetti (ampi recinti con gli animali tenuti a terra con lettiera) si riscontra di norma un peggioramento delle performance zootecniche (riduzione della velocità di accrescimento, del consumo dell'alimento e della efficienza di conversione dell'alimento, aumento della mortalità). In questo tipo di allevamento i maggiori rischi sono rappresentati dalle parassitosi (coccidi ed elminti) e una maggiore aggressività tra gli animali. La qualità delle carcasse e delle carni tende ad una minore resa di macellazione rispetto all'allevamento in gabbia. In compenso, la regione posteriore della carcassa è più sviluppata con minori depositi lipidici. Le principali caratteristiche tecnologiche e sensoriali delle carni non mostrano variazioni significative in funzione del tipo di allevamento.

Un altro sistema alternativo è rappresentato dall'allevamento all'aperto, che consente di ottenere soddisfacenti livelli produttivi e di limitare le concentrazioni di gas nocivi. Di norma, i conigli allevati all'aperto fanno registrare pesi inferiori della carcassa, ma le differenze qualitative sono piuttosto contenute. L'arricchimento ambientale non comporta effetti significativi sui caratteri quanti-qualitativi delle carcasse e delle carni.

Le conoscenze rispetto all'allevamento del coniglio con metodi biologici sono piuttosto limitate. Anche in questo caso si osserva un'elevata mortalità da coccidiosi, ma le carcasse e le carni sembrano quanti-qualitativamente simili a quelle dell'allevamento all'aperto.

Fasi di premacellazione – Durante le fasi di macellazione vi sono numerosi “punti critici” da tenere sotto controllo se si vuole evitare un calo della qualità delle carni. I conigli vengono storditi per elettroanestrosi, e le condizioni impiegate (intensità di corrente, frequenza e durata dell'esposizione) possono alterare il processo di acidificazione muscolare e, quindi, le caratteristiche tecnologiche della carne. Lo stordimento elettrico con elevate intensità di corrente (> 150-200 mA) può comportare la comparsa di petecchie emorragiche che deprezzano il valore commerciale delle carcasse e della carne. La rimozione della pelliccia e l'eviscerazione, a loro volta, implicano un elevato rischio di contaminazione microbica. Anche la refrigerazione rappresenta un punto critico in quanto può condizionare l'evoluzione del pH. Temperature basse (0-2 °C) ostacolano i processi fisico-chimici del *rigor mortis* allungando i tempi per il raggiungimento del pH finale. Se la refrigerazione avviene precocemente, e con un calo della temperatura troppo repentino, la carne può perdere in tenerezza a causa della “contrattura da freddo” (cold shortening). Il fenomeno si verifica se le temperature troppo basse vengono raggiunte quando nel muscolo vi è ancora una riserva energetica a rapido rilascio (ATP e CP), per cui la rigidità cadaverica non si era ancora instaurata del tutto. Si intuisce che il calo termico blocca l'attività delle pompe ioniche deputate al riassorbimento del Ca^{++} che si accumula nel sarcoplasma e impedisce il rilasciamento dei sarcomeri.

2.5 – Valore nutrizionale della carne cunicola

La carne di coniglio si caratterizza per lo scarso tenore in lipidi (da cui una densità energetica altrettanto bassa) e dall'elevato valore biologico delle sue proteine. Inoltre, la frazione lipidica è ricca in PUFA e povera di colesterolo. La carne di coniglio è povera di sodio e ricca in fosforo e vitamine del gruppo B.

Nella carcassa di coniglio la gran parte dei lipidi è localizzata a livello renale, scapolare e, a volte, inguinale, sotto forma di depositi facilmente asportabili durante le fasi di preparazione alimentare, mentre il muscolo possiede una infiltrazione di grasso molto modesta. Queste caratteristiche si adattano molto bene alle necessità nutrizionali dell'uomo, che prevedono un apporto energetico lipidico non superiore al 25-30% dell'energia totale introdotta con la dieta.

Proteine – Le carni cunicole contengono dal 20,8 al 23,3% di proteine. Concentrazioni superiori si trovano, fra le specie allevate, solo nelle carni di pollo e di fagiano.

Tab. n. 2.1 – Composizione chimica e incidenza dei principali tagli del coniglio (Combes, 2004)

| Taglio | Energia (KJ) | Umidità (%) | Proteine (%) | Lipidi (%) |
|----------|--------------|-------------|--------------|------------|
| carcassa | 815 | 70,3 | 19,6 | 8,8 |
| Coscia | 664 | 73,5 | 21,3 | 3,7 |
| Lombo | 603 | 75,0 | 22,4 | 1,4 |

Dalla Tab. n. 2.2 emerge che sotto il profilo aminoacidico la carne di coniglio è ricca soprattutto in lisina e treonina e paragonabile a quello delle altre specie.

L'indice chimico (65), e cioè il rapporto tra la quantità di un amminoacido essenziale per g di proteina presente nella proteina in esame ed in quella di riferimento (uovo), si colloca più o meno a metà strada fra il pollo (61) e il bovino (70).

L'amminoacido limitante primario è il triptofano, analogamente al pollo, mentre nelle altre carni risultano essere gli aminoacidi solforati (metionina, cistina).

Nel lombo di coniglio il tenore in collagene è abbastanza scarso e pari a 0,38 g/100 g di parte edibile, analogo ai muscoli pettorali di pollo e fagiano, ma nettamente inferiore all'oca, l'anatra e, soprattutto, al *Longissimus dorsi* del vitello (0,92 g/100g). Il collagene di coniglio mostra una solubilità termica elevata (24,8%) che, associata al basso contenuto di connettivo, giustifica l'elevata digeribilità della carne di coniglio.

Lipidi – Il tasso di lipidi muscolari varia dallo 0,9 al 5,0 % in funzione del sito anatomico e del muscolo preso in considerazione, ma di norma oscilla tra l'1 e il 2 %.

Tab. n. 2.2 – Frazione proteica e contenuto aminoacidico di alcune carni (mg/100 g di parte edibile) Carnovale & Miuccio, 1989)

| | Ovina | Bovina | Suina | Avicola | Cunicola |
|----------------------|--------------|---------------|--------------|----------------|-----------------|
| Proteine (%) | 20,0 | 19,0 | 15,0 | 20,0 | 22,1 |
| Indice chimico | 65 | 69 | 70 | 61 | 65 |
| Aminoacidi limitanti | Solforati | Solforati | Solforati | Triptofano | Triptofano |
| Lisina | 1622 | 1691 | 1290 | 1658 | 1845 |
| Istidina | 542 | 587 | 487 | 516 | 533 |
| Arginina | 1346 | 1229 | 975 | 1220 | 1226 |
| Ac. Aspartico | 1686 | 1854 | 1470 | 1944 | 1936 |
| Treonina | 938 | 855 | 735 | 854 | 1160 |
| Serina | 846 | 790 | 616 | 734 | 1295 |
| Ac. Glutammico | 2770 | 3013 | 2229 | 3268 | 3558 |
| Prolina | 998 | 855 | 694 | 866 | 1295 |
| Glicina | 1200 | 969 | 760 | 1024 | 1014 |
| Alanina | 1280 | 1140 | 927 | 914 | 1293 |
| Cistina | 260 | 245 | 196 | 238 | 552 |
| Valina | 1000 | 1018 | 808 | 890 | 992 |
| Metionina | 478 | 490 | 400 | 528 | 552 |
| Isoleucina | 1038 | 933 | 769 | 920 | 992 |
| Leucina | 1532 | 1566 | 1198 | 1598 | 1814 |
| Tirosina | 654 | 678 | 544 | 660 | 725 |
| Fenilalanina | 794 | 802 | 633 | 732 | 1034 |
| Triptofano | 254 | 222 | 196 | 210 | 250 |

La frazione lipidica si divide in “strutturale” (fosfolipidi e colesterolo soprattutto) e “di riserva o neutra” (trigliceridi). La prima costituisce le membrane delle fibre e degli organuli cellulari, la seconda rappresenta le fonti energetiche del muscolo. Per questo motivo, il tasso di fosfolipidi è piuttosto costante e varia tra 0,5 e 1,0 g/100 g di muscolo, mentre i trigliceridi variano, in funzione del muscolo e dell’età dell’animale, tra 0,5 e 2,8 g/100 g di muscolo. Il contenuto in trigliceridi tende ad aumentare a partire da 5-6 settimane di età. Perciò, l’adiposità della carcassa, strettamente correlata all’età di macellazione, influisce sia sulla quantità di lipidi muscolari che sulla loro composizione in acidi grassi, in quanto i trigliceridi sono di norma caratterizzati da una minore insaturazione rispetto ai fosfolipidi.

Di norma, i fosfolipidi del coniglio, per via dell'alto contenuto di acido linoleico (C18:2, n-6) e linolenico (C18:2 n-3) nella dieta (farine di estrazione, semi di oleaginose, erba medica etc), sono ricchi di PUFA. Ciò comporta una maggiore tendenza delle carni all'ossidazione e alla minore stabilità tecnologica del prodotto finale. Tale suscettibilità, tuttavia, viene controbilanciata da una minore presenza di ferro, metallo ad azione pro-ossidante.

Come si può notare in Tab. n. 2.3, i muscoli ad attività prevalentemente glicolitica (*Psoas major* e *Longissimus lumborum*) presentano un tasso minore in lipidi totali, trigliceridi e colesterolo rispetto a quelli con attività prevalentemente ossidativa (*Soleus* e *Semimembranosus proprius*). Il muscolo di tipo intermedio (*Gastrocnemius*) mostra caratteri lipidici intermedi.

Tab. n.2.3 – Contenuto di lipidi totali, trigliceridi e fosfolipidi in diversi tipi di muscoli del coniglio (Alasnier *et al.*, 1996)

| | <i>Psoas major</i> | <i>Longissimus lumborum</i> | <i>Gastrocnemius lateralis</i> | <i>Soleus</i> | <i>Semimembranosus proprius</i> |
|--------------------------|--------------------|-----------------------------|--------------------------------|---------------|---------------------------------|
| Lipidi totali (g/% g) | 1,24 | 1,24 | 1,74 | 4,76 | 4,42 |
| Trigliceridi (g/% g) | 0,53 | 0,55 | 0,89 | 3,85 | 3,50 |
| Fosfolipidi (g/% g) | 0,69 | 0,71 | 0,85 | 0,91 | 0,92 |
| Trigliceridi/Fosfolipidi | 0,77 | 0,77 | 1,05 | 4,23 | 3,80 |
| Colesterolo (mg/% g) | 50 | 45 | 67 | 78 | 80 |
| Fosfolipidi/Colesterolo | 14,9 | 16,0 | 12,8 | 11,8 | 11,5 |

Come si può evincere dalle Tabb. Nn. 2.4-2.5, la composizione in acidi grassi della carne cunicola si caratterizza per un elevato tenore in PUFA (34,6 %), mentre il contenuto in saturi (SFA) e monoinsaturi (MUFA) si aggira rispettivamente intorno al 36,9 e al 28,5 %. Gli acidi grassi più rappresentati sono l'oleico (C18:1), il palmitico (C16:0) e il linoleico (C18:2 n-6). Nella carne di coniglio è interessante osservare la discreta presenza (3-4%) di acido arachidonico (C20:4 n-6), assente negli alimenti vegetali, ma che viene sintetizzato per via enzimatica per desaturazione e allungamento della catena del linoleico.

Più che l'aspetto quantitativo, può essere utile valutare quello qualitativo degli acidi grassi del muscolo di coniglio. L'acido linoleico (C18:2 n-6) e l'acido α linolenico (C18:3 n-3) svolgono

nell'uomo un ruolo fondamentale in quanto essi sono i precursori degli altri PUFA grazie ad elongasi e desaturasi che portano alla biosintesi di due categorie di composti: le famiglie degli n-6 ed n-3 rispettivamente. Poiché in talune categorie di persone (bambini, anziani, donne in gravidanza) il fabbisogno di acidi grassi essenziali aumenta, sia questi precursori che i loro derivati (l'acido eicosapentaenoico C20:5 n-3, detto EPA, e l'acido docosaesaenoico C22:6 n-3, detto DHA) vengono definiti "essenziali".

Tab. n.2. 4 – Composizione in acidi grassi dei trigliceridi nei muscoli di coniglio (Alasnier *et al.*, 1996)

| Acido grasso | <i>Psoas major</i> | <i>Longissimus lumborum</i> | <i>Gastrocnemius lateralis</i> | <i>Soleus</i> | <i>Semimembranosus proprius</i> |
|---------------------|---------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|----------------------|--|
| 14:0 | 3,1 | 3,6 | 3,2 | 3,4 | 3,2 |
| 15:0 | 0,6 | 0,6 | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| 16:0 | 28,2 | 28,4 | 27,7 | 25,5 | 26,9 |
| 17:0 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,5 | 0,6 |
| 18:0 | 7,0 | 6,0 | 7,3 | 5,1 | 7,2 |
| 20:0 | 0,2 | 0,1 | 0,2 | 0,1 | 0,2 |
| Totale SFA | 39,7 | 39,3 | 39,5 | 35,1 | 38,6 |
| 14:1 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 1,1 | 0,7 |
| 15:1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 |
| 16:1 | 5,1 | 5,9 | 6,5 | 11,2 | 8,3 |
| 17:1 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,5 | 0,5 |
| 18:1 | 28,4 | 28,0 | 29,0 | 28,7 | 28,7 |
| 20:1 | 0,2 | 0,3 | 0,2 | 0,2 | 0,2 |
| Totale MUFA | 34,5 | 35,1 | 36,7 | 41,8 | 38,5 |
| 18:2 n-6 | 21,2 | 20,7 | 19,7 | 18,8 | 18,8 |
| 20:2 n-6 | 0,2 | 0,2 | 0,3 | 0,2 | 0,2 |
| 20:3 n-6 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 |
| 20:4 n-6 | 0,6 | 1,0 | 0,6 | 0,6 | 0,5 |
| Totale n-6 | 22,1 | 22,0 | 20,7 | 19,7 | 19,6 |
| 18:3 n-3 | 3,6 | 3,6 | 3,1 | 3,4 | 3,3 |
| n-6/n-3 | 6,1 | 6,1 | 6,7 | 5,8 | 5,9 |
| Totale PUFA | 25,8 | 25,6 | 23,8 | 23,1 | 22,9 |

Contrariamente ai fosfolipidi che mantengono relativamente costante il tasso in PUFA, e pari grosso modo al 45-55%, i trigliceridi variano questo tasso in funzione della specie. Nella carne di coniglio i PUFA rappresentano il 28,4%, nel pollo il 19,8%, per arrivare ai livelli minimi nelle carni di suino e bovino (6,5% nel suino e 1,8% nel vitellone).

Dal punto di vista dietetico è necessario mantenere un certo equilibrio nell'apporto dei diversi PUFA in modo da consentirne un impiego ottimale da parte dell'organismo umano. Questo equilibrio si valuta tramite il rapporto PUFA n-6/n-3, che deve essere compreso fra 4 e 10 (nel coniglio è compreso tra 5 e 9). Il consumo di 100 g di carne cunicola garantisce un apporto del 4-5% dei fabbisogni giornalieri di acido α linolenico e circa il 30% di DHA.

Inoltre, appare interessante il rapporto PUFA/SFA (1,08), prossimo al valore 1, raccomandato per l'uomo. Infine, il basso contenuto di colesterolo (Tab. n. 2.3) appare in linea con le attuali indicazioni dietetiche.

Minerali e vitamine – La carne di coniglio possiede, rispetto a quella di altre specie, una maggiore concentrazione di fosforo, magnesio e potassio, ed una minore in calcio, sodio e ferro (Tab, n. 2.6). Il modesto contenuto in sodio rende la carne di coniglio molto adatta per i soggetti affetti da ipertensione (dieta iposodica).

Rispetto a quella di altre specie, la carne cunicola possiede concentrazioni decisamente superiori di vitamina B₁₂, minori di biotina e riboflavina, più o meno simili per le restanti vitamine (Tab. n. 2.7).

Tab. n. 2.5 – Composizione in acidi grassi dei fosfolipidi nei muscoli di coniglio (Alasnier *et al.*, 1996)

| Acido grasso | <i>Psoas major</i> | <i>Longissimus lumborum</i> | <i>Gastrocnemius lateralis</i> | <i>Soleus</i> | <i>Semimembranosus proprius</i> |
|---------------------|---------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|----------------------|--|
| 14:0 | 0,2 | 0,2 | 0,1 | 0,2 | 0,2 |
| 15:0 | 0,4 | 0,4 | 0,3 | 0,2 | 0,2 |
| 16:0 | 23,3 | 22,7 | 22,0 | 16,4 | 13,0 |
| 17:0 | 0,8 | 0,8 | 1,2 | 0,8 | 0,9 |
| 18:0 | 11,1 | 11,2 | 13,5 | 20,4 | 21,7 |
| 20:0 | 0,3 | 0,2 | 0,2 | 0,6 | 0,5 |
| 22:0 | 0,3 | 0,2 | 0,3 | 0,5 | 0,6 |
| 24:0 | 0,2 | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,2 |
| Totale SFA | 36,6 | 35,8 | 37,9 | 39,5 | 35,3 |
| 16:1 | 0,6 | 0,9 | 0,5 | 0,7 | 0,5 |
| 17:1 | 0,3 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 |
| 18:1 | 18,3 | 20,4 | 15,1 | 19,4 | 24,2 |
| 20:1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 |
| 24:1 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,3 |
| Totale MUFA | 19,5 | 21,7 | 16,2 | 20,6 | 25,3 |
| 18:2 n-6 | 25,2 | 22,9 | 24,2 | 14,8 | 14,1 |
| 18:3 n-6 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,3 | 0,3 |
| 20:2 n-6 | 0,4 | 0,3 | 0,5 | 0,4 | 0,4 |
| 20:3 n-6 | 1,0 | 1,0 | 1,2 | 1,0 | 0,9 |
| 20:4 n-6 | 9,5 | 10,3 | 11,5 | 14,2 | 13,0 |
| 22:4 n-6 | 2,4 | 2,6 | 2,6 | 2,9 | 2,6 |
| 22:5 n-6 | 1,1 | 1,1 | 1,3 | 1,6 | 1,5 |
| Totale n-6 | 40,1 | 38,8 | 41,7 | 35,2 | 32,8 |
| 18:3 n-3 | 0,9 | 0,6 | 0,7 | 0,7 | 0,8 |
| 20:5 n-3 | 0,4 | 0,5 | 0,4 | 0,3 | 0,2 |
| 22:5 n-3 | 1,9 | 1,9 | 2,3 | 2,9 | 2,9 |
| 22:6 n-3 | 0,5 | 0,6 | 0,8 | 0,7 | 0,6 |
| Totale n-3 | 3,7 | 3,6 | 4,2 | 4,6 | 4,5 |
| n-6/n-3 | 10,8 | 10,8 | 9,9 | 7,6 | 7,3 |
| Totale PUFA | 43,8 | 42,4 | 45,9 | 39,8 | 37,3 |

Tab. n. 2.6 – Contenuto di alcuni elementi minerali in diversi tipi di carne, per 100 g di parte edibile (Destefanis & Brugiapaglia, 1996)

| Tipo di carne | K (mg) | Na (mg) | Ca (mg) | P (mg) | Fe (mg) |
|---------------|--------|---------|---------|--------|---------|
| Coniglio | | | | | |
| Coscia | 406 | 47 | 9 | 229 | 1,34 |
| Lombo | 414 | 37 | 3 | 220 | 1,13 |
| Pollo | | | | | |
| Petto | 330 | 72 | 19 | 200 | 1,60 |
| Coscia | 300 | 89 | 18 | 192 | 2,00 |
| Vitello | 360 | 89 | 14 | 214 | 2,30 |
| Vitellone | 360 | 89 | 11 | 175 | 2,30 |

Tab. n.2.7 – Contenuto in alcune vitamine della carne di coniglio, per 100 g di parte edibile (Combes, 2004)

| Vitamina | Concentrazione |
|--|----------------|
| A (retinolo, µg) | tracce |
| E (tocoferolo, mg) | 0,186 |
| B ₁ (tiamina, mg) | 0,082 |
| B ₂ (riboflavina, mg) | 0,125 |
| B ₃ (niacina o PP, mg) | 9,6 |
| B ₅ (acido pantotenico, mg) | 0,6 |
| B ₆ (piridossina, mg) | 0,34 |
| B ₈ (biotina o H, µg) | 0,7 |
| B ₉ (acido folico, µg) | 5,0 |
| B ₁₂ (cobalamina, µg) | 6,85 |

3 – OBIETTIVI DELLA RICERCA

3.1 – Introduzione

A causa delle profonde trasformazioni intervenute nell'allevamento del coniglio negli ultimi venti anni, l'età di svezzamento è risultata progressivamente e significativamente anticipata. Infatti, il passaggio di questo tipo di allevamento da un sistema familiare e rurale ad uno tipicamente industriale ha comportato l'intensificazione delle tecniche di allevamento chiaramente mirate verso una risposta produttiva tipicamente quantitativa. L'età di svezzamento, inoltre, è stata anticipata anche per recuperare più velocemente la condizione corporea delle coniglie fattrici accorciando il loro periodo di allattamento. Infatti la durata della lattazione naturale nella coniglia viene indicata in 6 settimane, sebbene sia facile osservare femmine che allattano anche dopo i 2 mesi dal parto. Tuttavia, l'eccessivo sfruttamento della specie cunicola si è tradotto, inevitabilmente, in una vasta serie di patologie condizionate di difficile risoluzione se non attraverso l'attenuazione dell'intensità dei cicli di produzione (Marongiu *et al.*, 2004).

L'incrementato interesse da parte dei consumatori per la "qualità etica" della carne (Dal Bosco *et al.*, 2002) ha portato all'implementazione, anche nella produzione cunicola, di sistemi di allevamento meno intensivi ma, in compenso, molto più attenti al benessere animale (allevamento biologico). Questo tipo di allevamento, se da un lato implica un ritardo nell'età di svezzamento, dall'altro tende a ridurre le cause di stress nei giovani conigli. Inoltre, l'alimentazione dei conigli, non solo deve rispettare le loro esigenze nutrizionali nei vari stadi fisiologici, ma deve essere finalizzata al mantenimento del benessere degli animali e a una produzione di qualità. Considerato che la fisiologia digestiva del coniglio è caratterizzata dal fenomeno della ciecotrofia e che questa si realizza grazie all'attività microbica ciecale, completa a 5 settimane di vita, lo svezzamento, nell'ambito dell'allevamento biologico del coniglio, non può essere fatto prima di 35 giorni.

Negli ultimi anni sono state numerose le ricerche che hanno riguardato l'effetto di vari fattori che influenzano la qualità della carcassa e la composizione della carne di coniglio: il tipo genetico, il

nesso, il peso e/o l'età di macellazione, i trattamenti alimentari e ambientali (Dalle Zotte, 2002). Tuttavia, dall'analisi della recente bibliografia, si è evidenziata una certa lacuna nell'ambito della ricerca finalizzata a verificare l'effetto dell'età alla quale viene operato lo svezzamento sugli aspetti quanti-qualitativi della carcassa e della carne di coniglio.

3.2 – Prova 1: Stagionalità e prestazioni riproduttive allo svezzamento

All'interno delle latitudini concernenti l'Europa, Hammond & Marshall (1925) e Boyd (1986) hanno riportato che i conigli allo stato selvatico mostrano un ciclo stagionale di riproduzione ben definito. Infatti, la maggioranza delle gravidanze s'instaura tra febbraio e agosto, con il picco a maggio.

Ne consegue che la fertilità del coniglio è correlata positivamente con il fotoperiodo crescente. Walter *et al.* (1968) hanno dimostrato che l'esposizione di coniglie fattrici domestiche ad un fotoperiodo costante di 16 ore di luce e 8 di buio (16L:8D) per tutto l'anno attenua in misura considerevole la variazione stagionale di norma associata con i periodi di luce decrescente. Ma anche così, a volte, i problemi di riproduzione si manifestano alla fine dell'estate (Lebas *et al.*, 1997).

Perciò, questa ricerca è stata concepita per verificare l'influenza delle variazioni stagionali sulle prestazioni riproduttive di coniglie ibridi. È stata concepita un'investigazione prolungata di 6 anni per puntualizzare meglio qualsiasi effetto a lungo termine. Inoltre, un grande numero di osservazioni si rende necessario per provare che le rilevanti differenze osservate siano statisticamente significative (IRRG, 2005).

In particolare, questa ricerca si occupa di due parametri: il tasso di concepimento delle coniglie fattrici e la produttività numerica allo svezzamento.

3.3 – Prova 2: Svezamento posticipato e produzione di carne cunicola

Scopo di questa seconda prova è stato quello di investigare se e come la produzione di carne cunicola viene influenzata da una tecnica di svezamento ritardato. Per fare ciò abbiamo messo a confronto due gruppi di conigli svezzati a 28 e 63 giorni di età rispettivamente. Lo studio è stato effettuato in un'azienda della Sardegna dove i conigli vengono normalmente svezzati all'età di circa 60 giorni. Sicuramente, questa scelta manageriale può essere considerata molto discutibile dal punto di vista della redditività aziendale, ma dal punto di vista scientifico rappresenta una opportunità unica per esaminare *in vivo* la produttività, la composizione e le caratteristiche commerciali delle carcasse, le caratteristiche chimico-nutrizionali della carne dei conigli sottoposti a questo tipo di svezamento ritardato.

4 - MATERIALE E METODI

4.1 – Prova 1: Stagionalità e prestazioni riproduttive allo svezzamento

Una ricerca, della durata di 6 anni, venne effettuata in un'azienda, che alleva conigli ibridi (Foto n. 4.1), localizzata nel comune di Laerru (Nord Sardegna), alla latitudine di 40° 49' N, e longitudine di 8° 50' E, e posta a 177 metri sopra il livello del mare (Foto n. 4.2).



Foto n. 4.1 – L'azienda cunicola Ogana (Laerru) vista dall'esterno (Foto Marongiu)



Foto n. 4.2 – Interno del capannone (Foto Marongiu)

I conigli venivano alimentati con un mangime pellettato completo, che non ha mai subito variazioni stagionali durante il periodo preso in considerazione.

Il periodo d'illuminazione venne controllato e fissato a 16 ore al giorno per tutto l'anno.

In azienda veniva applicata la monta naturale associata ad un tasso di riproduzione semi-intensivo che è rimasto fisso durante i 6 anni d'investigazione: le coniglie venivano fatte riaccoppiare 10-11 giorni dopo il parto e lo svezzamento veniva effettuato a 32-35 giorni di età.

La diagnosi di gravidanza (per palpazione addominale) veniva effettuata 15 giorni dopo ogni accoppiamento (Foto n. 4.3).



Foto n. 4.3 – Diagnosi di gravidanza per palpazione addominale (Foto Marongiu)

I caratteri investigati furono:

- Tasso di concepimento delle fattrici (numero di coniglie diagnosticate gravide/numero di coniglie accoppiate x 100);
- Produttività numerica allo svezzamento (numero di coniglietti svezzati per fattrice accoppiata), come indicato da IRRG (2005).

Complessivamente, vennero controllati:

- 33.588 accoppiamenti con la successive diagnosi di gravidanza;
- 245.743 coniglietti allo svezzamento.

Le osservazioni durarono ininterrottamente per 6 anni.

Per tutte le analisi statistiche venne utilizzata la procedura GLM (General Linear Model) della SAS (2000).

4.2 – Prova 2: Svezzamento posticipato e produzione di carne cunicola

4.2.1 - Animali e disegno sperimentale

La prova venne effettuata utilizzando n. 192 conigli ottenuti dall'incrocio di 1.a generazione Neozelandese bianca x Californiana, e provenienti da 24 nidi. Alla nascita le nidi vennero rese omogenee utilizzando otto coniglietti per ciascuna, tutti pesati individualmente. Le fattrici vennero alimentate *ad libitum* con un mangime pellettato del commercio, ed allattavano i loro coniglietti una volta al giorno (al mattino). Il peso vivo delle nidi venne effettuato individualmente e registrato settimanalmente.

A 28 giorni di età venne svezzata la metà delle nidi, e i relativi 96 soggetti (W28) vennero separati dalle loro madri successivamente alla registrazione settimanale del peso vivo. Dopo lo svezzamento i conigli, che avevano libero accesso all'acqua di bevanda, vennero alimentati *ad libitum* con un mangime pellettato del commercio al 16,5% di proteine e 2520 kcal/kg di EM. Essi vennero alloggiati due per gabbia (di rete zincata), tenute in un locale con ventilazione artificiale e con un ciclo di 16 h di luce e 8 h di buio.

Settimanalmente e individualmente vennero registrati i seguenti parametri:

- Peso vivo;
- Ingestione giornaliera di materia secca (misurata per differenza tra peso degli alimenti somministrati e scarti alimentari settimanali);
- Incremento di peso giornaliero.

Uno svezzamento più tardivo venne effettuato a 63 giorni di età sui restanti 96 conigli della prova (W63). Dopo lo svezzamento, essi vennero allevati con le stesse modalità e sottoposti agli stessi controlli settimanali effettuati sui conigli svezzati in precedenza a 28 giorni.

Tutti i conigli vennero macellati a 83 giorni di età.

Gli animali vennero tenuti e maneggiati in accordo con le linee guida stabilite dall'Unione Europea (CEE n. 609/86) e recepite dal Ministero Italiano della Salute (Legge n. 116/92), relative al trattamento degli animali e alla macellazione commerciale.

4.2.2 - Misurazioni della carcassa

Immediatamente prima della macellazione venne registrato il peso vivo (LW) di tutti i soggetti sperimentali. I conigli vennero sottoposti a stordimento elettrico e macellati per deiegulazione. Una volta rimosso il sangue, il peso vivo netto (NLW) venne calcolato individualmente per differenza sottraendo il peso del sangue dal peso vivo premacellazione.

Le carcasse vennero preparate con l'asportazione della pelliccia, degli zampetti, degli organi genitali, della vescica urinaria e del tratto gastrointestinale (Blasco *et al.*, 1993). Le carcasse vennero pesate a caldo (HCW), venne calcolata la resa di macellazione in percentuale (DP), e il pH venne misurato 30 minuti dopo la macellazione ($\text{pH}_{30\text{min}}$). Dopo refrigerazione a 2 °C per 24 h vennero registrati i pesi delle carcasse refrigerate (CCW) e misurato il pH ultimo (pH_u). Dopo l'asportazione della testa, polmoni, timo, trachea, cuore, fegato e reni, le carcasse vennero classificate, per esame visuale, usando una scala di 5 punti, per la conformazione, lo stato di ingrassamento ed il colore, secondo la metodica ASPA (1991), modificata. Vennero effettuate anche le principali misurazioni lineari sulle carcasse refrigerate appese ad un doppio gancio in modo da tenere gli arti posteriori alla distanza di 18 cm: lunghezza della carcassa, larghezza della groppa, larghezza del torace, lunghezza della mezzena, profondità del torace e lunghezza della coscia, e calcolati i coefficienti di correlazione con la resa delle carcasse. Si procedette quindi alla dissezione e allo spolpo delle carcasse per misurare il contenuto di grasso ed il rapporto muscolo/osso (M/B), come riportato da Parigi-Bini *et al.* (1992a).

4.2.3 – Analisi della carne

Dopo il sezionamento (Blasco *et al.*, 1993) e la determinazione del rapporto muscolo/osso, da 18 carcasse del gruppo W28 e 18 del gruppo W63 sono stati isolati gli arti posteriori sinistri la cui componente muscolare è stata macinata e sottoposta ad analisi chimica secondo le indicazioni dell'AOAC (2000) per la determinazione dei contenuti di umidità e ceneri. Il grasso è stato determinato secondo le indicazioni di Folch *et al.* (1957), quindi, per differenza, è stato calcolato il contenuto di proteine. Infine, il contenuto di idrossiprolina (ASPA, 1996) ha permesso di risalire a quello di collagene delle carni (Sorensen, 1981).

I campioni di carne sono stati quindi congelati a -18°C in attesa delle determinazioni della composizione minerale, dopo mineralizzazione in Microwave Digestion Labstation ETHOS D (Milestone Inc., USA) mediante spettrofotometria ad assorbimento atomico (SpectrAA20, Varian Inc., USA) e della composizione acidica del grasso intramuscolare dopo estrazione (Folch *et al.*, 1957) e successiva mutilazione (Christies, 1989), impiegando un gascromatografo ThermoQuesto serie 8000top (colonna Omega-Wax 320cmX0.25µm Supelco, USA).

Infine, dalla composizione acidica del grasso, sono stati calcolati il rapporto n6/n3 nonché gli indici di aterogenicità (IA) e trombogenicità (IT), come suggerito da Ulbricht & Southgate (1991):

$$AT = L+M+P/n6 +n3 +O+M'$$

$$IT = M+P+S/0,50+0,5M'+0,5n6+3n3+n3/n6$$

dove:

L = C12:0 (acido laurico)

M = C14:0 (acido miristico)

P = C16:0 (acido palmitico)

O = C18:1 (acido oleico)

S = C18:0 (acido stearico)

M' = altri monoinsaturi

n3 = polinsaturi della serie 3

n6 = polinsaturi della serie 6

4.2.4 – Analisi statistica

I confronti statistici tra le medie, relativamente ai parametri zootecnici e alle rilevazioni sulle carcasse, furono effettuati utilizzando il test di Student-Newman Keuls.

Tutti i risultati, relativi alle analisi della carne, sono stati elaborati mediante ANOVA (SAS, 2000) utilizzando il modello:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ij}$$

dove Y è la singola osservazione, μ la media generale, α l'effetto dell'età allo svezzamento ($i = 28$ o 63 d), ε è l'errore.



Foto n. 4.4 – Nidiata di coniglietti (Foto Marongiu)

5 – RISULTATI

5.1 – Prova 1: Stagionalità e prestazioni riproduttive allo svezzamento

Sulla base dell'analisi statistica effettuata su 6 anni di rilievi, possiamo affermare che il tasso di concepimento delle fattrici appare significativamente influenzato ($P < 0.001$) dalle variazioni stagionali, come riportato in Tab. n. 5.1A.

Inoltre, venne osservata una differenza mensile statisticamente significativa ($P < 0.001$), come indicato in Tab. n. 5.1B.

Tab. n. 5.1A – Numero di accoppiamenti, medie quadratiche del tasso di concepimento e produttività numerica allo svezzamento, in accordo alle diverse stagioni

| Stagione | Accoppiamenti (n.) | Tasso di concepimento (%) | Soggetti svezzati (n.) |
|-----------|--------------------|---------------------------|------------------------|
| P | - | *** | *** |
| Primavera | 7916 | 70,8 ^b | 7,45 ^a |
| Estate | 8688 | 63,1 ^a | 7,08 ^b |
| Autunno | 6711 | 71,5 ^b | 7,27 ^c |
| Inverno | 8273 | 69,1 ^b | 7,49 ^a |
| ES | - | 3,1 | 0,32 |

Le medie con differenti lettere in colonna differiscono significativamente per almeno $P < 0,05$; *** = $P < 0,001$

Tab. n. 5.1B - Numero di accoppiamenti, medie quadratiche del tasso di concepimento e produttività numerica allo svezzamento, in accordo ai differenti mesi dell'anno

| Mese | Accoppiamenti (n.) | Tasso di concepimento (%) | Soggetti svezzati (n.) |
|-----------|--------------------|---------------------------|------------------------|
| P | - | *** | *** |
| Gennaio | 2678 | 74,0 ^{cg} | 7,42 ^{df} |
| Febbraio | 2046 | 63,0 ^b | 7,55 ^e |
| Marzo | 2435 | 70,7 ^{df} | 7,37 ^d |
| Aprile | 2340 | 72,2 ^{cefg} | 7,50 ^{ef} |
| Maggio | 3141 | 69,6 ^d | 7,49 ^{ef} |
| Giugno | 3088 | 65,6 ^b | 7,26 ^c |
| Luglio | 2940 | 59,3 ^a | 7,00 ^b |
| Agosto | 2660 | 64,5 ^b | 6,99 ^b |
| Settembre | 2515 | 69,7 ^{de} | 7,14 ^a |
| Ottobre | 3048 | 71,8 ^{dg} | 7,23 ^c |
| Novembre | 3148 | 72,9 ^{cfg} | 7,45 ^{df} |
| Dicembre | 3549 | 70,3 ^{de} | 7,49 ^{ef} |
| ES | - | 3,2 | 0,33 |

Le medie con differenti lettere in colonna differiscono significativamente per almeno $P < 0,05$; *** = $P < 0,001$

5.2 – Prova 2: Svezzamento posticipato e produzione di carne cunicola

5.2.1 - Prestazioni produttive *in vivo*

Le caratteristiche produttive dalla nascita fino alla macellazione dei conigli utilizzati per l'esperimento sono riportate nella Tab. n. 5.2.

Tab. n. 5.2 – Principali caratteri produttivi dei conigli. Media \pm deviazione standard e significatività statistica

| | | W28 | W63 | Significatività |
|---|-----|-------------------|-------------------|------------------------|
| Conigli | n. | 96 | 96 | |
| <u>Peso vivo</u> | g | | | |
| 0 d | | 58 \pm 11 | 57 \pm 9 | Ns |
| 28 d | | 493 \pm 25 | 521 \pm 42 | Ns |
| 63 d | | 1600 \pm 28 | 1477 \pm 125 | Ns |
| 83 d | | 2167 \pm 21 | 1837 \pm 121 | ** |
| <u>Incremento ponderale giornaliero</u> | g/d | | | |
| 0-28 d | | 15,6 \pm 0,6 | 16,6 \pm 0,9 | ns |
| 29-63 d | | 31,6 \pm 0,8 | 27,3 \pm 2,5 | Ns |
| 64-83 d | | 28,4 \pm 1,3 | 18,0 \pm 6,4 | ** |
| <u>Ingestione di cibo giornaliera</u> | g/d | | | |
| 29-63 d | | 78,1 \pm 13,5 | -- | |
| 64-83 d | | 113,0 \pm 36,5 | 88,9 \pm 42,8 | * |
| <u>Indice di conversione alimentare</u> | | | | |
| 29-63 d | | 2,472 \pm 0,057 | -- | |
| 64-83 d | | 3,979 \pm 0,044 | 4,439 \pm 0,149 | * |
| <u>Mortalità</u> | % | | | |
| 29-63 d | | 7,7 | 12,5 | ** |
| 64-83 d | | 2,7 | 3,4 | ns |

ns = non significativa; * = P<0,05; ** = P<0,01

Viene riportata di seguito una sequenza fotografica che documenta l'accrescimento dei soggetti (da Foto n. 5.2.1 a Foto n. 5.2.9).



Foto n. 5.2.1 – Coniglietto alla nascita (Foto Marongiu)



Foto n. 5.2.2 – Coniglietto a 7 gg (Foto Marongiu)



Foto n. 5.2.3 – coniglietti a 14 gg (Foto Marongiu)



Foto n. 5.2.4 – Coniglietti a 21 gg (Foto Marongiu)



Foto n. 5.2.5 – coniglietti a 28 gg (Foto Marongiu)



Foto n. 5.2.6 – Coniglietti a 35 gg (Foto Marongiu)



Foto n. 5.2.7 – Coniglietti a 42 gg (Foto Marongiu)



Foto n. 5.2.8 – Coniglietti a 56 gg (Foto Marongiu)



Foto n. 5.2.9 – Coniglietto a 63 gg (Foto Marongiu)

5.2.2 – Caratteristiche delle carcasse

Le principali caratteristiche commerciali delle carcasse alla macellazione sono riportate nella Tab. n. 5.2.2A, mentre nella Tab. n. 5.2.2B sono riportate le misurazioni lineari delle carcasse di coniglio. La Tab. n. 5.2.2C mostra, infine, i coefficienti di correlazione media tra le misure lineari e le rese delle carcasse.

Tab. n. 5.2.2A – Caratteri commerciali delle carcasse. Media \pm deviazione standard e significatività statistica

| | | W28 | W63 | Significatività |
|------------------------------------|---|------------------|------------------|------------------------|
| Peso vivo (LW) | g | 2167 \pm 157 | 1837 \pm 100 | ** |
| Peso vivo netto (NLW) | g | 2102 \pm 110 | 1787 \pm 91 | * |
| Peso della carcassa a caldo (HCW) | g | 1294 \pm 98 | 950 \pm 82 | ** |
| Peso della carcassa a freddo (CCW) | g | 1179 \pm 96 | 829 \pm 73 | * |
| pH _{30min} | | 6,45 \pm 0,22 | 6,50 \pm 0,24 | ns |
| pH _u | | 6,08 \pm 0,16 | 6,24 \pm 0,17 | ** |
| Resa della carcassa (DP) | % | 59,71 \pm 8,05 | 51,71 \pm 6,12 | * |
| <u>Incidenza sul NLW</u> | % | | | |
| Carcassa | | 61,56 \pm 8,08 | 53,16 \pm 6,44 | * |
| Testa | | 5,19 \pm 0,14 | 6,94 \pm 0,18 | ** |
| Pelliccia | | 13,13 \pm 2,02 | 14,87 \pm 2,08 | ** |
| Zampetti con pelle | | 6,85 \pm 0,32 | 7,93 \pm 0,52 | ** |
| Polmoni, timo, trachea, cuore | | 2,95 \pm 0,02 | 3,96 \pm 0,03 | * |
| Tratto gastrointestinale vuoto | | 5,42 \pm 0,15 | 6,88 \pm 0,17 | ** |
| Grasso gastrointestinale | | 0,90 \pm 0,01 | 0,75 \pm 0,01 | ** |
| Sangue | | 2,90 \pm 0,02 | 3,31 \pm 0,03 | * |
| Genitali + perdite | | 1,10 \pm 0,01 | 2,20 \pm 0,02 | ** |

ns = non significativa; * = P<0,05; ** = P<0,01

Tab. n. 5.2.2B – Misurazioni lineari delle carcasse (cm). Media \pm deviazione standard e significatività statistica

| | W28 | W63 | Significatività |
|--------------------------|----------------|----------------|------------------------|
| Lunghezza della carcassa | 32.8 \pm 1.0 | 32.3 \pm 1.0 | ns |
| Larghezza della groppa | 12.4 \pm 0.7 | 11.3 \pm 0.8 | ** |
| Larghezza del torace | 9.0 \pm 0.4 | 8.2 \pm 0.3 | ** |
| Lunghezza della mezzena | 26.9 \pm 1.0 | 26.8 \pm 1.0 | ns |
| Profondità del torace | 6.5 \pm 0.6 | 6.1 \pm 0.4 | * |
| Lunghezza della coscia | 16.5 \pm 0.8 | 16.2 \pm 0.7 | ns |

ns = non significativa; * = P<0,05; ** = P<0,01

Tab. n. 5.2.2C – Coefficienti medi di correlazione (r) tra le misure lineari e le rese delle carcasse

| Misurazioni lineari | Percentuale di resa | | Significatività |
|--------------------------|---------------------|-------|-----------------|
| | W28 | W63 | |
| Lunghezza della carcassa | 0,659 | 0,070 | ** |
| Larghezza della groppa | 0,063 | 0,242 | * |
| Larghezza del torace | 0,347 | 0,512 | * |
| Lunghezza della mezzena | 0,633 | 0,224 | * |
| Profondità del torace | 0,844 | 0,176 | ** |
| Lunghezza della coscia | 0,392 | 0,316 | ns |

ns = non significativa; * = P<0,05; ** = P<0,01



Foto 5.2.2.1 – Lavorazione delle carcasse(Foto Marongiu)



Foto n. 5.2.2.2 – Lavorazione delle carcasse (Foto Marongiu)



Foto n. 5.2.2.3 – Carcasse di coniglio (Foto Marongiu)

5.2.3 – Valutazione della qualità della carne

La Tab. n. 5.2.3A sintetizza la composizione chimica media e il rapporto carne/osso delle carcasse, mentre la Tab. n. 5.2.3B riporta la composizione chimica della carne. La Tab. n. 5.2.3C mostra la composizione minerale della carne, mentre la Tab. n. 5.2.3D riporta la composizione in acidi grassi della carne e gli indici aterogenici e trombo genici per età di svezzamento.

Tab. n. 5.2.3A – Composizione media e rapporto muscolo/osso (M/O) delle carcasse

| | n | Grasso % | Muscolo % | Osso % | M/O |
|-----|----|------------------|-----------|-------------------|-------------------|
| W63 | 96 | 2,4 ^B | 84,2 | 13,4 ^A | 6,2 ^B |
| W28 | 96 | 4,3 ^A | 84,4 | 11,3 ^B | 7,54 ^A |

A,B: P<0,01

Tab. n. 5.2.3B – Composizione chimica della carne

| | n | Umidità % | Ceneri % | Proteine % | Grasso % | Collagene Mg/100 g |
|-----|----|--------------|-------------|--------------|--------------------------|--------------------|
| W63 | 18 | 71.79 ± 1.65 | 1.47 ± 0.11 | 24.11 ± 2.91 | 2.63 ^b ± 0.69 | 47.66 ± 5.06 |
| W28 | 18 | 72.32 ± 2.15 | 1.44 ± 0.18 | 23.22 ± 3.42 | 3.02 ^a ± 0.73 | 49.10 ± 6.52 |

a,b: P<0,05

Tab. n. 5.2.3C – Composizione minerale della carne (mg/100 g ± deviazione standard) dei conigli (n=18+18)

| | Ca | P | Na | K | Mg | Fe | Se | Cu | Mn | Zn |
|-----|--------|---------|--------|---------|--------|-------------------|--------|-------------------|-------------------|--------|
| W63 | 10,91 | 212,78 | 60,22 | 440,81 | 31,35 | 0,93 ^B | 24,54 | 0,14 ^b | 0,02 ^b | 1,58 |
| | ± 1,90 | ± 25,28 | ± 5,86 | ± 29,03 | ± 2,73 | ± 0,07 | ± 3,74 | ± 0,04 | ± 0,004 | ± 0,23 |
| W28 | 10,33 | 210,42 | 62,42 | 432,90 | 30,78 | 1,25 ^A | 24,27 | 0,17 ^a | 0,03 ^a | 1,59 |
| | ± 1,38 | ± 30,87 | ± 6,24 | ± 27,02 | ± 2,91 | ± 0,10 | ± 3,12 | ± 0,03 | ± 0,006 | ± 0,25 |

A,B: P<0,01; a,b: P<0,05

Tab. n. 5.2.3D – Composizione in acidi grassi (media \pm deviazione standard) della carne (n = 18+18)

| | W63 | W28) | W63 | W28 |
|--------------------------|---|---|--|--|
| | mg/100 g di carne | | % degli FA totali | |
| C14:0 | 47,01 ^B \pm 4,44 | 54,72 ^A \pm 4,03 | 2,58 \pm 0,29 | 2,77 \pm 0,32 |
| C16:0 | 584,9 ^B \pm 40,2 | 658,6 ^A \pm 59,44 | 32,15 \pm 4,81 | 33,34 \pm 4,17 |
| C18:0 | 137,9 ^b \pm 11,33 | 151,6 ^a \pm 17,37 | 7,57 \pm 2,55 | 7,68 \pm 1,58 |
| C20:0 | 7,14 ^a \pm 1,63 | 6,43 ^b \pm 1,52 | 0,39 \pm 0,09 | 0,33 \pm 0,08 |
| C22:0 | 5,78 \pm 0,94 | 5,15 \pm 1,34 | 0,32 \pm 0,12 | 0,26 \pm 0,10 |
| SFA | 782,8^B \pm 71,33 | 876,6^A \pm 70,14 | 43,01^a \pm 3,06 | 40,30^b \pm 2,51 |
| C18:1 | 359,7 ^B \pm 32,55 | 502,8 ^A \pm 41,70 | 19,74 ^B \pm 1,36 | 25,44 ^A \pm 2,91 |
| C20:1 | 7,87 \pm 0,89 | 7,99 \pm 0,78 | 0,43 \pm 0,02 | 0,40 \pm 0,05 |
| C22:1 | 3,08 ^B \pm 0,65 | 4,37 ^A \pm 0,63 | 0,17 ^B \pm 0,02 | 0,22 ^A \pm 0,03 |
| MUFA | 370,6^B \pm 32,59 | 515,1^A \pm 42,45 | 20,34^B \pm 1,36 | 23,69^A \pm 1,11 |
| C18:2 | 603,7 ^B \pm 47,46 | 708,9 ^A \pm 48,93 | 33,17 \pm 4,95 | 35,91 \pm 4,09 |
| C18:3 | 63,16 ^B \pm 5,24 | 73,36 ^A \pm 3,57 | 3,47 ^b \pm 0,21 | 3,72 ^a \pm 0,40 |
| PUFA | 666,8^B \pm 58,21 | 782,3^A \pm 52,38 | 36,64 \pm 2,03 | 36,01 \pm 3,24 |
| N6/n3 | 9,56 \pm 1,22 | 9,66 \pm 1,93 | - | - |
| IA | 0,75 ^A \pm 0,03 | 0,68 ^B \pm 0,02 | - | - |
| IT | 1,14 ^A \pm 0,04 | 1,04 ^B \pm 0,06 | - | - |
| FA totali (g/% g) | 1,82^B \pm 0,15 | 2,17^A \pm 0,14 | - | - |

A,B: P<0,01; a,b: P<0,05 (tra le colonne)

6 – DISCUSSIONE

6.1 – Prova 1: Stagionalità e prestazioni riproduttive allo svezzamento

In accordo con le presenti osservazioni, Bassuny (1999) ha riportato che il tasso di concepimento diminuì significativamente durante il periodo estivo se comparato con le altre stagioni. Invece, Zerrouky *et al.* (2005) hanno trovato che la stagione non ebbe una significativa rilevanza sul medesimo parametro.

L'influenza della stagione sull'efficienza riproduttiva osservata in questo studio potrebbe essere attribuita alle variazioni nella temperatura ambientale anziché al fotoperiodo. Ricordiamo, infatti, che i conigli venivano esposti ad un ciclo di luce-buio costante per tutto l'anno (16L:8D). L'estate, che in Sardegna si caratterizza per le elevate temperature ambientali, potrebbe avere influenzato lo status metabolico e ormonale delle fattrici portando, in definitiva, ad una grande riduzione della funzione riproduttiva (Trammel *et al.*, 1989).

Il decremento di fertilità osservato in questa ricerca potrebbe essere la conseguenza di tutta una serie complessa di eventi in risposta al calore ambientale. Questi fenomeni, cioè, potrebbero essere dovuti ad un forte calo della frequenza ovulatoria (Farrel *et al.*, 1968), del tasso di ovulazione (Hahn & Gabler, 1971), del numero di siti d'impianto per fattrice e del numero di embrioni vitali per fattrice (El-Fouly *et al.*, 1977). Il più basso tasso di gravidanza potrebbe essere anche il risultato sia di una mancata fertilizzazione che di una mortalità embrionale precoce (Marai *et al.*, 2002).

Inoltre, la minore efficienza riproduttiva potrebbe essere interpretata come il risultato di un effetto stagionale indiretto, come inteso da Lebas *et al.* (1997), i quali hanno segnalato una responsabilità della riduzione del peso corporeo causata da una più bassa ingestione di cibo, più che dalla temperatura in sé. La ridotta efficienza riproduttiva attribuita alle fattrici durante i mesi estivi potrebbe anche essere correlata al maschio (Marai *et al.*, 2002). L'effetto della temperatura ambientale sulla spermatogenesi agisce sul volume dell'eiaculato, motilità, concentrazione spermatica e numero totale di spermatozoi per eiaculato, anomalie e mortalità spermatiche.

Inoltre,, e questo sembra essere il peggiore effetto, le temperature superiori ai 30°C riducono la libido dei maschi (Lebas *et al.*, 1997).

Per quanto concerne il numero di coniglietti svezzati per nidiata, la media generale riscontrata nel presente studio (7.32) può essere messa in relazione con i risultati ottenuti in ben gestite aziende francesi che utilizzavano linee selezionate di conigli (Guerder, 2001). Anche questa caratteristica è risultata essere significativamente influenzata dalla stagione e dal mese ($P < 0,001$), come si osserva nelle Tab. n. 5.1A e 5.1B. Dalla Tab. n. 5.1A si può desumere che il più basso numero di soggetti svezzati per nidiata corrispondeva alla stagione estiva, in accordo alle osservazioni di Bassuny (1999).

Il valore di questo parametro potrebbe essere correlato agli effetti negativi delle alte temperature sull'ingestione di latte (più basso per i coniglietti nati in estate rispetto a quelli nati in inverno) e sull'efficienza del latte (kg di latte/kg di carne), anch'esso trovato essere sensibile alla stagione (Habeeb *et al.*, 1990). Quando i giovani conigli iniziano a consumare gli alimenti solidi tendono a diminuire l'ingestione alimentare; ne deriva di conseguenza uno scarso incremento ponderale giornaliero (Marongiu *et al.*, 2005) che può essere inserito fra le possibili cause di una minore nidiata svezzata in estate. Inoltre, l'esposizione di femmine adulte allo stress da calore influisce negativamente su tutte le cure materne nei confronti della nidiata (Marai *et al.*, 2002).

6.2 – Prova 2: Svezzamento posticipato e produzione di carne cunicola

6.2.1 - Prestazioni produttive *in vivo*

Dalla Tab. n. 8 si deduce che sia il peso vivo medio a 83 giorni (2167 vs 1837 g) che l'incremento di peso giornaliero da 64 a 83 giorni (28,4 vs 18,0 g) hanno mostrato differenze altamente significative fra i due gruppi sperimentali ($P < 0,01$), a vantaggio del gruppo W28. Inoltre, i conigli di questo gruppo hanno avuto l'ingestione alimentare giornaliera maggiore (113,0 vs 88,9; $P < 0,05$) ed un più favorevole indice di conversione del cibo (3,979 vs 4,439; $P < 0,05$). Infine, una

significativa riduzione della mortalità è stata riscontrata, sempre a favore del gruppo W28, durante il periodo tra 29 e 63 giorni di età.

Le più vantaggiose prestazioni produttive manifestate dai soggetti svezzati a 28 giorni potrebbero derivare da un migliore stato generale dei conigli. Infatti, uno svezzamento più precoce ha senza dubbio il vantaggio di limitare la trasmissione di alcuni agenti patogeni dalla madre ai leprotti (Fortun-Lamothe *et al.*, 2003). Inoltre, una più precoce ingestione di alimento solido potrebbe accelerare la maturazione degli enzimi digestivi con riduzione del rischio di disordini di tipo gastroenterico (Scapinello *et al.*, 1999) e promuovere conseguentemente una migliore fermentazione fibrolitica a livello ciecale (Nizza *et al.*, 2002).

6.2.2 – Caratteristiche delle carcasse

In Tab. n. 9 i dati ottenuti dalle carcasse dei conigli W28 appaiono in accordo con altre ricerche effettuate su conigli macellati alla stessa età (Parigi-Bini *et al.*, 1992a; Bernardini Battaglini *et al.*, 1994). La percentuale di resa delle carcasse, che viene considerata una variabile economica molto importante per il coniglio commerciale, fu significativamente più elevata nel gruppo W28 rispetto al W63 (59,71 vs 51,71%; $P < 0,05$). Inoltre, ad eccezione del $\text{pH}_{30\text{min}}$, tutti i parametri considerati mostrarono differenze statisticamente significative tra i due gruppi sperimentali.

I dati concernenti la conformazione della carcassa, impiegando una scala di valutazione di $5 \pm$ punteggi, ha messo in evidenza un migliore risultato nel gruppo W28 rispetto al W63. Il gruppo W28 venne valutato abbastanza bene anche da un punto di vista commerciale, considerando che l'82,3% delle carcasse venne valutato $2 \pm$ punteggi.

Per quanto concerne le misure lineari delle carcasse (Tab. n. 10), si può notare che larghezza della groppa, larghezza del torace e profondità del torace nelle carcasse W28 furono significativamente più elevate rispetto al gruppo sperimentale W63 (12,4 vs 11,3 cm, $P < 0,01$; 9,0 vs 8,2 cm, $P < 0,01$; 6,5 vs 6,1 cm, $P < 0,05$). I valori delle misurazioni lineari ottenute in questo studio appaiono in disaccordo con precedenti ricerche (Battaglini *et al.*, 1993; Lukefahar & Ozimba, 1991). Tuttavia, gli studi menzionati riportano alcune misurazioni lineari effettuate *in vivo* e a

differenti età. Pertanto, le principali misurazioni lineari delle carcasse potrebbero rappresentare uno strumento addizionale in aiuto alla valutazione della produzione di carne cunicola.

Le correlazioni tra misurazioni lineari e percentuali di resa (Tab. n. 11), ad eccezione della larghezza della groppa e di quella del torace, risultano più strette nelle carcasse W28 rispetto alle carcasse W63. In particolare, il coefficiente di correlazione più stretto ($r = 0,844$) venne riscontrato fra la profondità del torace e la percentuale di resa nelle carcasse W28.

6.2.3 – Valutazione della qualità della carne

Per quanto concerne il rapporto muscolo/ossa (Tab. n. 12), i dati ottenuti dal gruppo W28 si mostrano in accordo con altri studi che hanno considerato caratteri simili delle carcasse (Pla *et al.*, 1998; Parigi-Bini *et al.*, 1992a). Nelle carcasse W28 la percentuale di grasso è risultata significativamente più elevata, mentre la percentuale di osso fu significativamente più bassa (4,3 vs 2,4 %, $P < 0,01$; 11,3 vs 13,4 %, $P < 0,01$). Conseguentemente, anche il rapporto muscolo/ossa è stato significativamente più elevato nel gruppo W28 (7,54 vs 6,28, $P < 0,01$).

In linea con quanto descritto, la composizione chimica della carne (Tab. n. 13) ha mostrato significative differenze per il tessuto adiposo intramuscolare, più alto nei conigli W28. A questo riguardo, può essere opportuno specificare che non fu possibile misurare l'ingestione di alimento solido da parte dei leprotti allattati (che avevano a disposizione lo stesso mangime delle madri). D'altro canto, l'ingestione alimentare del gruppo W28 fu significativamente più elevata durante il periodo 64-83 giorni (113 vs 89 g/d; $P < 0,05$). I nostri dati sono apparsi comunque in accordo con quelli riportati da altri Autori (Parigi-Bini *et al.*, 1992b; Nizza & Moniello, 2000). Sebbene il contenuto in collagene fosse più elevato nei conigli W28, le differenze tra i gruppi non raggiunsero livelli di significatività statistica.

Per quanto riguarda la composizione macro- e microminerali (Tab. n. 14), in accordo con i valori riportati da Parigi-Bini *et al.* (1992b), le differenze più importanti hanno riguardato alcuni microminerali, e in particolare i contenuti in ferro (1,23 vs 0,93 mg/100 g, $P < 0,01$), rame (0,17 vs

0,14 mg/100 g, $P < 0,05$) e manganese (0,03 vs 0,02 mg/100 g, $P < 0,05$), tutti significativamente più elevati nei conigli W28.

Per quanto riguarda la composizione in acidi grassi (FA, vedi Tab, n, 15), la carne dei conigli del gruppo W63 ha mostrato un contenuto di acidi grassi saturi (SFA), inteso come percentuale sul totale degli FA analizzati, significativamente più elevato (43,0 vs 40,3 %, $P < 0,05$) e un contenuto significativamente più basso per quanto concerne gli acidi grassi monoinsaturi o MUFA (20,3 vs 23,7 %, $P < 0,01$). La causa di ciò può essere presumibilmente attribuita al periodo di ingestione lattea più lungo proprio di questi soggetti. Infatti, il latte di coniglia, in termini di composizione acidica, risulta costituito per quasi l'80% da acidi grassi saturi (Castellini *et al.*, 2004).

Non sono state riscontrate differenze nel contenuto totale di acidi grassi polinsaturi (PUFA), sebbene siano risultati più elevati i contenuti di acido linoleico (C19:2) e linolenico (C18:3), quest'ultimo anche in maniera statisticamente significativa ($P < 0,05$) nel gruppo W28. Ciò potrebbe essere in parte spiegato dalla più precoce e cospicua ingestione di alimenti vegetali effettuata dai conigli W28. Infatti, bisogna considerare che l'origine di questi acidi grassi non è endogena ma è una risultante della dieta. In particolare, i cereali forniscono l'acido linoleico e l'erba medica l'acido linolenico. I dati del nostro profilo in acidi grassi appaiono in accordo con quelli recentemente proposti da Ramirez *et al.* (2005).

Infine, il gruppo W28 ha mostrato anche indici di aterogenicità e trombogenicità più favorevoli rispetto al gruppo W63. Pertanto, la carne dei conigli W63 sembra meno corrispondente, in termini dietetico-nutrizionali, alle moderne richieste dei consumatori, principalmente incentrate sulle ben note correlazioni tra la composizione del grasso muscolare e le patologie cardiovascolari umane.

7 – CONCLUSIONI

In conclusione, un'investigazione su 6 anni di allevamento, lavorando con una considerevole mole di dati, ha permesso di mettere in evidenza la sussistenza di un effetto significativo del cambio di stagione, correlato in particolare alla temperatura ambientale, sull'efficienza riproduttiva delle coniglie e sul numero di coniglietti svezzati per nidiata.

Tuttavia, la produttività numerica allo svezzamento, oltre a prendere in considerazione la vitalità dei coniglietti tra nascita e svezzamento, è correlata anche all'efficienza riproduttiva delle fattrici (Lebas *et al.*, 1997). Quindi, appare necessario ricercare una correlazione statistica tra valori di fertilità e produttività, in accordo ai differenti mesi dell'anno e alle stagioni, per supportare maggiormente l'analisi e i dati già ottenuti.

Questo studio ha confermato che l'età dello svezzamento rappresenta una variabile di considerevole importanza in riferimento sia agli aspetti quantitativi della produzione carnea nell'allevamento cunicolo, che alle caratteristiche commerciali delle carcasse, nonché di quelle dietetico-nutrizionali della carne.

Uno svezzamento estremamente ritardato, quale quello da noi studiato, al di là del fatto che non è sicuramente conveniente in termini di economia aziendale, ha influito sulla produzione di carne cunicola peggiorando sia le performance produttive *in vivo* che i caratteri commerciali delle carcasse.

Le performance produttive *in vivo*, in termini di peso vivo, accrescimento di peso giornaliero e indice di conversione alimentare, sono risultate più vantaggiose nei soggetti svezzati a 28 giorni rispetto a quelli svezzati a 63 giorni.

Anche le caratteristiche commerciali delle carcasse, in termini di peso netto, peso della carcassa a caldo e a freddo, nonché di resa alla macellazione, unitamente al rapporto muscolo/osso, sono risultate più vantaggiose nei soggetti svezzati più precocemente.

Lo svezzamento molto tardivo, inoltre, sembra correlato ad un tipo di prodotto carneo con caratteri dietetico-nutrizionali meno corrispondenti alla relazione "qualità della carne-salute

umana” (profilo degli acidi grassi, indici aterogenico e trombogenico), se comparato alla tecnica di svezzamento classica a 28 giorni.

Bisogna considerare che nel concetto che il consumatore possiede della qualità della carne, nei paesi più sviluppati, vanno incluse non solo le proprietà nutrizionali, un adeguato contenuto di composti bioattivi (o nutraceutici), di proteine, di lipidi e i loro sub-costituenti essenziali, il rapporto fra acidi grassi saturi e salute, ma anche la percezione sulle condizioni di allevamento in rapporto al benessere animale (Dalle Zotte *et al.*, 2002). Infatti, l’opinione comune si fonda sul presupposto che un sistema di allevamento tanto meno è intensivo, tanto più debba essere rispettoso del benessere animale; e questo concetto etico sta prendendo sempre più piede tra i consumatori.

Pertanto, le caratteristiche sensoriali della carne sono cruciali per la scelta “tradizionale” del consumatore. Da questo punto di vista, dovranno essere tenuti in debito conto l’aspetto (colore e consistenza della carne cruda), la texture (tenerezza e succosità) e l’aroma (gusto, olfatto e profumo).

Non essendo stato effettuato in questa occasione, restano da approfondire gli aspetti relativi ai pregi nutrizionali e non solo merceologici delle carni prodotte. Per queste ragioni, è nostra intenzione completare questa investigazione effettuando un test al riguardo comparando i prodotti carnei dei gruppi W28 e W63.



8 - BIBLIOGRAFIA CITATA

- 1) Alasnier C., Rémington H., Gandemer G., 1996 – Lipid characteristics associated with oxidative and glycolytic fibres in rabbit muscles – *Meat Science*, 4, 213-224
- 2) A.O.A.C., 2000 – Official methods of analysis – Assoc. Offic. Anal. Chem., Washington DC, USA
- 3) A.S.P.A, 1991 – Metodologie relative alla macellazione degli animali di interesse zootecnico e alla valutazione e dissezione della carcassa – ISMEA, Roma
- 4) A.S.P.A., 1996 – Metodiche per la determinazione delle caratteristiche della carne – Commissione "Valutazione della produzione quanti-qualitativa della carne", Perugia, Italy
- 5) Bassuny S.A., 1999 - Performance of doe rabbits and their weanlings as affected by heat stress and their alleviation by nutritional means, under Egyptian conditions - *Egyptian J. Rabbit Sci.*, 9, 61-72
- 6) Battaglini M., Castellini C., Lattaioli P., 1993 – Aspetti quanti-qualitativi della produzione di carne di coniglio: influenza del tipo genetico paterno, dell'età di macellazione e dell'allevamento – *Proc. A.S.P.A.*, Bologna, 10, 563-570
- 7) Bernardini Battaglini M., Castellini C., Lattaioli P., 1994 - Rabbit carcass and meat quality: effect of strain, rabbitry and age - *Ital. J. Food Sci.*, 2, 157-165
- 8) Bernardini Battaglini M., Castellini C., ? – Dispense di Coniglicoltura – Università di Perugia, Facoltà Di Agraria
- 9) Blasco A., Ouhayoun J., Masoero G., 1993 – Harmonisation of criteria and terminology in rabbit meat research – *World Rabbit Sci.*, 1, 3-10
- 10) Boyd I.L., 1986 - Effect of daylength on the breeding season in male rabbit - *Mammalian Review*, 16, 125-130
- 11) Carmovale E., Miuccio F., 1989 – Tabelle di composizione degli alimenti – Istituto Nazionale della Nutrizione, Roma, Italy
- 12) Castellini C., Dal Bosco A., Cardinali R., Mugnai C., Sciascia E., 2004 – Effect of dietary n-3 fatty acid on the composition of doe's milk and tissues of suckling rabbits – *Proc. World Rabbit Congress, Puebla (Mexico)*, 7, 771-777

- 13) Christies W.W., 1989 – Gas chromatography and lipids: a practical guide – The Oil Press Ltd., Ayr, Scotland, United Kingdom
- 14) Combes S., 2004 – Valeur nutritionnelle de la viande de lapin – INRA Productions Animales, 17, 373-383
- 15) Dal Bosco A., Castellini C., Mugnai C., 2002 – Rearing rabbits on a wire net floor or traw litter: behaviour, growth and meat qualitative traits – Livestock Production Science, 75, 149-156
- 16) Dalle Zotte A., 2002 – Perception of rabbit meat quality and major factors influencing the rabbit carcass and meat quality – Livestock Production Science, 75, 1-32
- 17) Destefanis G., Brugiapaglia A., 1996 – Aspetti dietetico-nutrizionali della carne di coniglio – Riv. di Coniglicoltura, 33 (10), 38-45
- 18) El-Fouly H.A., Boady A.M.A., Radwan A.A., Kamar G.A.R., 1977 - Seasonal variation of some reproductive traits of Bouscat and Giza White rabbits - Egyptian J. Animal Prod., 17(1), 9-19
- 19) Farrel G., Powers D., Otani T., 1968 - Inhibition of ovulation in the rabbit, seasonal variation and effects of indoles – Endocrinology, 83, 599-603
- 20) Fegier A., Smit M.N., Fortun-Lamothe L., Gidenne T., 2005 – Interaction entre la composition et l'aliment et l'âge au sevrage sur les performances du lapin de chair – Journées de la Recherche Cunicole, 11, 137-140
- 21) Folch J., Lees M., Sloane-Stanley H., 1957 – A simple method for isolation and purification of total lipids from animal tissues – J. Biol. Chem., 226, 497-509
- 22) Fortun-Lamothe L., Gidenne T., 2003 – Besoins du lapereau et stratégies d'alimentation autour du sevrage – INRA Prod. Anim., 16, 39-47
- 23) Gidenne T., Combes S., Licois D., Carabano R., Badiola I., Garcia J., 2008 – Ecosystème caecal et nutrition du lapin : interactions avec la santé digestive – INRA Prod. Anim., 21(3), 239-250
- 24) Gondret F., Bonneau M., 1998 – Mise en place des caractéristiques du muscle chez le lapin et incidence sur la qualité de la viande – INRA Productions Animales, 11, 335-347
- 25) Guerder F., 2001 - Renalap: de moins bons résultats économiques– Cuniculture, 28, 171-175

- 26) Habeeb A.A.M., Aboul-Naga A.I., Khadr A.F., 1990 - Deterioration effect of summer hot climate on bunnies of acclimatized rabbits during suckling period - Proc. Of 1st International Conference on Indigenous Versus Acclimatized Rabbits, El-Arish, Egypt, 253-263
- 27) Hammond J., Marshall F.H.A., 1925 - Reproduction in the Rabbit - Oliver & Boyd, Edinburgh, UK
- 28) Hahn J., Gabler G., 1971 - Fertility in rabbit does with reference to individual arid seasonal variations – Zuchtungskunde, 4, 456-471
- 29) IRRG, 2005 - Recommendations and guidelines for applied reproduction trials with rabbit does - World Rabbit Sci., 13, 147-164
- 30) Lebas F., Coudert P., De Rochambeau H., Thébault R.G., 1997 - The Rabbit. Husbandry, Health and Production - FAO Animal Production and Health Series No. 21
- 31) Lukefahar S.D., Ozimba C.E., 1991 - Prediction of carcass merit from live body measurements in rabbits of four breed-types - Livestock Production Science, 29, 323-334
- 32) Marai I.F.M., Habeeb A.A.M., Gad A.E., 2002 - Rabbits' productive, reproductive and physiological performance traits as affected by heat stress: a review -. Liv. Prod. Sci., 78, 71-90
- 33) Marongiu M.L., Pinna W., Moniello G., Nieddu G., 2004 – Effect of weaning age on rabbit meat production – Proc. Simp. Int. Zoot. “Meat and Science Research”, Rome (Italy), 39, 407-415
- 34) Marongiu M.L., Pinna W., Attard G., Floris B., 2005 - Rabbit meat production as affected by heat stress: preliminary results - World Rabbit Sci., 14, 27-28
- 35) Nizza A., Moniello G., 2000 – Meat quality and caecal content characteristics of rabbit according to dietary content and botanical origin of starch – World Rabbit Science, 8, 3-9
- 36) Nizza A., Stanco G., Di Meo C., Marongiu M.L., Taranto S., Cutrignelli M.I., Juliano L., 2002 – Effect of pre-weaning solid feed and milk intake on caecal content characteristics and performance of rabbits around weaning – It. J. Anim. Sci., 1, 95-101
- 37) Ouhayoun J., Delmas D., 1988 – Meat quality of rabbit. I. Differences between muscle in postmortem pH – Proc. World Rabbit Congress, Budapest (Hungary), 4, 412-418

- 38) Parigi-Bini R., Xiccato G., Cinetto M., Dalle Zotte A., 1992a – Effetto dell'età, del peso alla macellazione e del sesso sulla qualità delle carcasse e della carne cunicola. 1. Rilievi alla macellazione e qualità della carcassa – *Zootecnica e Nutrizione Animale*, 18, 157-172
- 39) Parigi-Bini R., Xiccato G., Cinetto M., Dalle Zotte A., 1992b – Effetto dell'età, del peso alla macellazione e del sesso sulla qualità delle carcasse e della carne cunicola. 2. Composizione chimica e qualità della carne – *Zootecnica e Nutrizione Animale*, 18, 173-180
- 40) Pla M., Guerrero L., Guardia D., Oliver M.A., Blasco A., 1998 - Carcass characteristics and meat quality of rabbit lines selected for different objectives: 1. Between lines comparison - *Livestock Production Science*, 54, 115-123
- 41) Ramirez J. A., Diaz I., Pla M., Gil M., Blasco A., Olivier M.A., 2005 – Fatty acid composition of leg meat and perirenal fat of rabbits selected by growth rate – *Food Chemistry*, 90, 251-256
- 42) Scapinello G., Gidenne T., Fortun-Lamothe L., 1999 – Digestive capacity of the rabbit during the post-weaning period, according to the milk/solid feed intake pattern before weaning – *Reprod., Nutr. Dev.*, 39, 423-432
- 43) SAS, 2000 - Statistics ver. 8.1. SAS Institute Inc. Cary, NC. , USA
- 44) Sorensen S.E., 1981 – Relationship between collagen properties and meat tenderness in young bulls of different genotype, weight and feeding intensity – PhD thesis, The Royal Veterinary and Agricultural University of Copenhagen, Denmark
- 45) SAS/STAT, 2000 – User's guide – Cary, NC, USA
- 46) Trammel T.L., Stallcup O.T., Harris G.C., Daniels L.B., Raken J.M., 1989 - Effect of high temperature on certain blood hormones and metabolites and on reproduction in rabbit does - *J. Appl. Rabbit Res.*, 12, 101-102
- 47) Ulbricht R.L.V., Southgate D.A.T., 1991 – Coronary heart disease: Seven dietary factors – *The Lancet*, 338, 985-992
- 48) Walter M.R., Martinet L., Moret B., Thibault C., 1968 - Régulation photopériodique de l'activité sexuelle chez le lapin mâle et femelle - *Arch. Anat. Hist. Imbr. Norm. Exp.*, 51, 26-28

- 49) Zerrouky N., Bolet G., Berchiche M., Lebas F., 2005 - Evaluation of breeding performance of a local Algerian rabbit population raised in the Tizi-Ouzou area (Kabília) - World Rabbit Sci., 13 (1), 29-37

9 - ABSTRACT

Weaning in rabbits: effects of season and age on the meat production and quality

Two studies were performed on weaning rabbits:

- A six-years investigation was carried out on rabbits reared under constant photoperiod (16L:8D). Pregnancy rate and numerical productivity at weaning appeared to be significantly affected by season. During July and August were observed the lowest number of matings, pregnancy rate and number of weaned subjects.

- In order to clarify the influence of weaning age on productive traits of rabbits and of commercial characteristics of carcasses at slaughter, a survey was carried out on 192 crossbred rabbits, 96 weaned at 28 (W28) and 96 at 63 (W63) days of age. Live weight at 83 d and daily weight gain from 64 to 83 d of the 2 groups showed significant differences. W28 rabbits also performed a greater daily solid feed intake and a better feed conversion index. Average dressing out percentage of carcasses was significantly higher in W28 vs W63 as well as loin width, chest width and chest depth measurements. At dissection, meat to bone ratio of W28 carcasses resulted greater than W63. The results also showed the best quality dietary and nutritional properties of meat rabbits W28. In particular, the iron content was higher ($P < 0.001$), and indices of atherogenicity and trombogenicity were more favorable. Weaning age is confirmed to be a considerable variable with reference to the quantitative and qualitative traits of the rabbit meat production.

10 – RINGRAZIAMENTI

- Questa ricerca é stata parzialmente finanziata dall’Università di Sassari (FAR 2006)
- Si ringrazia il Prof. Walter Pinna per l’assistenza ed i preziosi consigli prestati
- Si ringrazia vivamente l’allevatore Dr. V. Ogana per la disponibilità dimostrata e l’aiuto prestato per l’esecuzione della ricerca

