



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

CORSO DI LAUREA IN SCIENZE E TECNOLOGIE AGRARIE

Dipartimento di Agronomia Animali Alimenti Risorse Naturali e Ambiente

DAFNAE

TESI DI LAUREA

**STRATEGIE DI GESTIONE E ALIMENTAZIONE PER
LIMITARE L'INSORGENZA DELLE MIOPATIE DEL PETTO E
MIGLIORARE LA QUALITA' DEL PRODOTTO FINALE NEI
POLLI DA CARNE**

Relatore:

Dott. Marco Birolo

Laureando:

Marco Pizzo

Matricola n.

1220392

ANNO ACCADEMICO 2021-2022

INDICE

RIASSUNTO	3
ABSTRACT.....	5
INTRODUZIONE.....	7
CAPITOLO 1:.....	11
1.1 PRODUZIONI AVICOLE E MERCATO	11
1.2 TECNICHE DI ALLEVAMENTO E ALIMENTAZIONE	12
1.3 SELEZIONE GENETICA.....	16
1.4 LE PRESTAZIONI PRODUTTIVE.....	20
CAPITOLO 2:.....	23
2.1 LE MIOPATIE DEL PETTO	23
2.2 WHITE STRIPING (W.S.).....	24
2.3 WOODEN BREAST (W.B.).....	25
2.4 SPAGHETTI MEAT (S.M.) O STRINGY- SPONGY (S.S.)	25
2.5 CARNE PALLIDA, MORBIDA, ESSUDATIVA (PSE)	26
2.6 DEEP PECTORAL DISEASE (DPD).....	27
2.7 EFFETTO DELLE MIOPATIE SULLA QUALITA' DELLA CARNE	28
CAPITOLO 3.....	31
3.1 PRATICHE DI GESTIONE E ALIMENTAZIONE PER RIDURRE L'IMPATTO DELLE MIOPATIE.....	31
3.2 CARATTERISTICHE NUTRIZIONALI DELLE DIETE	32
3.2.1 AMINOACIDI: METIONINA E ALTERAZIONE DEL RAPPORTO ARGININA:LISINA	32
3.2.2 ENERGIA	36
3.3 RESTRIZIONE ALIMENTARE.....	37
3.3.1 RAZIONAMENTO DIRETTO.....	37
3.3.2 RAZIONAMENTO INDIRETTO.....	40
3.3.3 LA SCELTA DEL GENOTIPO	41
CAPITOLO 4:.....	45
CONCLUSIONI E PROSPETTIVE FUTURE	45
CAPITOLO 5:.....	47
BIBLIOGRAFIA	47
SITOGRAFIA	50

RIASSUNTO

Il settore avicolo ha riscontrato nel corso degli ultimi decenni un enorme successo su scala globale, tanto che la produzione di carni avicole ha superato tutti gli altri protagonisti del comparto zootecnico, compresi bovini e suini. Il successo del settore, in particolare per il pollo da carne, è da ricondursi a vari motivi, tra cui l'elevata efficienza alimentare degli animali e i bassi costi di produzione, la qualità nutrizionale del prodotto finale, l'assenza di pregiudizi culturali e religiosi al consumo, la facilità di lavorazione delle carcasse e la versatilità industriale e gastronomica dei prodotti.

Per soddisfare la crescente domanda di carne di pollo, le aziende impegnate nella produzione dei genotipi commerciali hanno effettuato per decenni una selezione genetica basata su elevati tassi di accrescimento, efficienza alimentare e resa in petto. Tuttavia, tale processo di selezione, pur rappresentando un successo dal punto di vista produttivo, ha determinato diverse criticità per la salute e il benessere degli animali oltre che importanti alterazioni sulla qualità del prodotto finale.

Il superamento di tali criticità rappresenta oggi la sfida più importante per la filiera del pollo da carne.

Il seguente elaborato di tesi ha l'obiettivo di descrivere le principali miopatie del petto che si riscontrano nei polli broiler allevati nei sistemi intensivi e il loro effetto sulle caratteristiche qualitative della carne. Infine, nella presente tesi sono identificate possibili strategie da adottare per ridurre l'incidenza delle miopatie del petto nei polli da carne e identificate alcune prospettive future per la ricerca di soluzioni efficaci e sostenibili sia da punto di vista produttivo ed economico sia per quanto riguarda le necessità e il benessere degli animali allevati.

ABSTRACT

Over the last few decades, the poultry sector has experienced enormous success on a global scale, so much so that the production of poultry meat has surpassed all the other players in the sector, such as pigs and cattle. The success of the sector, in particular for broilers, is due to various reasons, including the high feeding efficiency of the animals and the low production costs, the nutritional quality of the final product, the absence of cultural and religious prejudices to consumption, the ease of processing the carcasses and the industrial and gastronomic versatility of the products.

To meet the growing demand for chicken, companies engaged in the production of commercial genotypes have for decades been carrying out genetic selection based on high growth rates, feed efficiency and breast yield. However, this selection process, while representing a success from the production point of view, has determined several critical issues for the health and well-being of the animals as well as important changes in the quality of the final product.

Overcoming these critical issues is today the most important challenge for the broiler sector.

The following thesis has the objective of describing the main breast myopathies found in broiler chickens reared in intensive systems and their effect on the quality characteristics of the meat. Finally, in this thesis, possible strategies to be adopted to reduce the incidence of breast myopathies in broilers are identified and some future perspectives are identified for the search for effective and sustainable solutions both from a production and economic point of view and as regards the needs and welfare of farmed animals.

INTRODUZIONE

Nel 2020 la produzione mondiale di carne di derivazione avicola ha raggiunto 133,3 milioni di tonnellate, con un aumento dell'1,3% sul 2019, tuttavia, si tratta di una crescita significativa, tenendo conto del contesto produttivo e commerciale creatosi con la crisi pandemica mondiale (UNAITALIA, 2021). Attualmente, la carne avicola rappresenta la seconda a livello mondiale per consumo, dopo la carne suina, che negli ultimi anni ha mostrato un tendenziale rallentamento.

L'impiego di questi animali per la produzione di cibo è dovuto ai contenuti costi di produzione, alla gestione agevole per quanto riguarda l'allevamento, laddove è possibile anche fare più cicli l'anno, a una conversione alimentare molto efficiente e alle caratteristiche tecnologiche, nutrizionali e sensoriali dei prodotti finali. La carne avicola, quindi, ha trovato impiego su larga scala di prodotti standard grazie alla versatilità gastronomica di questo alimento. Oltretutto, la carne avicola è priva di pregiudizi religiosi ed etnici che ne possano abbassare la consumazione in alcuni Paesi e proprio per tali ragioni ha avuto un successo a livello mondiale. Va aggiunto poi che le tecniche e le strutture di gestione degli animali si sono evolute e perfezionate anche nei Paesi in via di sviluppo, motivo di incentivo all'allevamento degli avicoli dove prima non erano molto diffusi.

Il consumo di prodotti derivanti da specie allevate ha comunque dovuto fronteggiare alcuni episodi negativi che ne hanno danneggiato la sua immagine, problemi sanitari quali malattie trasmissibili all'uomo, come il virus dell'Aviaria, solo per citarne un esempio.

Nei Paesi sviluppati l'eccesso nel continuo consumo di prodotti a base di carne, in particolare per le carni rosse, è stato oggetto di accusa nei riguardi di problematiche alimentari come l'insorgenza di obesità, di alcune forme tumorali e di malattie cardiovascolari (Schönfeldt e Gibson, 2008).

Passando agli effetti positivi che questo alimento offre a livello nutrizionale, (viene considerato un alimento funzionale), è infatti composto per il 70% di acqua, per il 20-23% da frazione proteica, di acidi grassi polinsaturi, in particolare acido linoleico e arachidonico, di ferro e vitamina B12 e da un basso contenuto di lipidi (1,2% nel petto; 3,8% nella coscia) che vengono depositati principalmente a livello addominale e sottocutaneo (Zaniboni e Cerolini, 2015), mentre è scarsa la presenza di grasso intramuscolare; colesterolo (60-80 mg/100 g di carne) e sodio (Hernandez e Gondret,

2006; Cavani e Petracci, 2008; USDA, 2008). Si tratta poi di un gusto delicato, apprezzato da molte popolazioni e che viene infatti definita “carne bianca” perché ha un contenuto più basso di mioglobina.

L’offerta è presentata da diverse specie di uccelli quali pollo (*Gallus gallus*), l’oca (*Anser anser*), l’anatra muta (*Cairina moschata*), la quaglia (*Conturnix conturnix*), e tacchino (*Meleagris gallopavo*) che possono essere addizionati a diversi sistemi di produzione quali biologico, industriale, all’aperto.

Proprio per la convenienza economica, gli allevatori hanno deciso di puntare anche sul settore della lavorazione e del processamento per venire incontro alle esigenze dei consumatori.

A tale scopo, l’evoluzione del settore industriale ne fa da padrone dove impiega quasi esclusivamente polli da carne (o broiler) selezionati per alte prestazioni di resa e di allevamento con accrescimenti accelerati. Oltre a quelli intensivi che sono i più presenti, sono comunque diffusi altri sistemi di allevamento:

- L’estensivo: gli animali crescono in un edificio chiuso con una densità di 12-14 animali/m² e portati a macello a 55-60 giorni.
- All’aperto: gli animali sono allevati a densità di 13 capi/m², dovrebbero trascorrere almeno la metà della loro vita all’aperto e sono macellati a circa 60-70 giorni di età.

Metodo biologico: gli animali sono allevati a densità di 10 capi/m², sono liberi di razzolare all’aperto con una superficie disponibile di 4 m² per volatile. Dovrebbero essere usati animali a lento accrescimento o in ogni caso macellati non prima di 81 giorni di età. Importante è che i polli vengano nutriti usando diete biologiche con il 60% di materie prime derivanti dall’azienda. (Regolamento UE n. 848/2018).

Ai fini dell’allevamento intensivo, il miglioramento genetico è stato fatto per ottimizzare la crescita dei polli e prestando poca attenzione alla resistenza e robustezza degli animali.

Orientare la selezione solo su caratteri produttivi ha portato ad avere dei difetti riguardanti lo sviluppo dei polli, come per esempio complicatezze nel movimento perché le zampe sono poco stabili e poco resistenti a supportare l’intero peso del corpo, scarso apporto di sangue per il restringimento dei vasi sanguigni dovuto ad una crescita quasi “anormale” dei muscoli del petto e la conseguente malformazione dello stesso. L’insorgenza di tali miopatie riguarda in prima misura i caratteri distintivi di qualità della carne, i quali risultano profondamente alterati e nell’insieme, ne peggiorano

l'aspetto commerciale di tutto il settore della trasformazione avicola. D'altra parte, in assenza di vincoli normativi non risulta sostenibile, o economicamente conveniente applicare una selezione orientata al miglioramento dei caratteri funzionali e alla mitigazione delle miopatie se questa produce anche una riduzione dei tassi di crescita.

Sulla base di queste premesse, la seguente tesi ha l'obiettivo di individuare quali strategie gestionali e alimentari possono essere applicate per limitare l'incidenza di miopatie del petto senza ridurre la sostenibilità economica dell'allevamento.

CAPITOLO 1:

1.1 PRODUZIONI AVICOLE E MERCATO

Data ormai la grande diffusione su vasta scala e i consumi riscontrati nella carne avicola, i vari Paesi mondiali dagli anni '60 in poi hanno cominciato ad allevare avicoli in tutto il mondo per soddisfare l'esigenza alimentare umana.

Attualmente, i maggiori produttori globali di carne di pollo sono nell'ordine:

- Gli Stati Uniti d'America sono il primo produttore, con 23 milioni di tonnellate di carne di pollame (+1,2% sul 2019).
- La Cina, che ha raggiunto i 22 milioni di tonnellate, con un balzo del +5,3% rispetto al 2019.
- Il Brasile, la cui produzione ha toccato i 14 milioni di tonnellate (+1,6%).

L'Unione Europea, che nel 2020 ha prodotto 13,9 milioni di tonnellate di carni avicole, valore identico a quello del 2019.

Passando alle statistiche di carattere nazionale, nel 2020 la produzione avicola italiana è stata di 1.389.900 tonnellate, l'1,8% in più rispetto all'anno precedente, una cifra che inserisce l'Italia al quarto posto per produzione di carne avicola nell'UE dopo Polonia, Germania e Francia (UNAITALIA, 2021). L'incremento nella produzione ha interessato in maggior misura la carne di pollo (1.030.600 tonnellate, +1,63%) e quella di tacchino (313.200 tonnellate, +4,17%) che insieme, rappresentano la quasi totalità (96%) della produzione avicola nazionale.

Le altre specie avicole hanno registrato invece un calo del 9,9%.

I consumi nazionali del 2020 indicano un totale di 1.293.300 tonnellate di carne in totale, per un consumo pro capite di 21,55 Kg/anno.

La regione a produrre più carne avicola è il Veneto, dove vengono allevati il 30% dei polli italiani e qui hanno sede il 12% delle 4.700 aziende italiane che allevano avicoli da carne. Insieme, Emilia-Romagna, Lombardia, Marche e Veneto producono l'80% del totale (UNAITALIA, 2021). Differenti sono anche le destinazioni d'uso a cui vengono assegnati questi prodotti:

- polli per rosticcerie per essere venduti cotti sono macellati dopo circa 35 giorni e hanno un peso inferiore ai 2 Kg;
- pollo venduto intero viene macellato intorno ai 40 giorni, quando raggiunge un peso intorno ai 2,8 Kg;

- i polli destinati ad essere porzionati e venduti per le cosce, il petto e le ali sono di taglia maggiore e sono macellati a 50-55 giorni (Paola Emilia Cicerone, Il fatto alimentare, 2016).

Accentuata anche dalla situazione pandemica di Covid-19, nel 2020 si è incrementata anche la diffusione sul mercato di prodotti ad alto valore aggiunto, cioè preparati, confezionati e già pronti all'uso (UNAITALIA, 2021).

La tendenza è che sulla base di questi consumi nazionali, la produzione generale aumenterà in questo settore, soprattutto per quanto concerne la carne di tacchino e di broiler.

1.2 TECNICHE DI ALLEVAMENTO E ALIMENTAZIONE

L'allevamento del pollo da carne, o broiler è un sistema integrato formato da vari passaggi e di luoghi fisici che sono spesso legati tra loro e nella quale si instaurano anche dei rapporti economici; infatti, vi sono associati mangimifici, allevamenti per i riproduttori, incubatoi, macelli, negozi e consumatori. L'obiettivo finale che ci si pone di raggiungere è quello di assicurare agli animali accudimento, benessere e assenza di stress in tutte le fasi dell'intero ciclo produttivo, dal momento della schiusa delle uova e all'arrivo nel locale di stabulazione fino al momento del carico per il trasporto verso il macello. Ciò su cui è più importante focalizzarsi, da un punto di vista economico, sono la conversione alimentare, il raggiungimento di un buon peso vivo a fini della trasformazione, la resa in carne e la salute generale dell'individuo, che si traduce quindi in salubrità finale del prodotto finito.

La vita del broiler inizia con la schiusa dell'uovo ed entro tre giorni il pulcino viene trasferito allo stabilimento di stabulazione dove completerà il proprio ciclo di produzione. L'arrivo dei pulcini è una fase delicata in quanto essi possono avere traumatismi nel trasporto o addirittura essere soggetti anche solamente a un colpo d'aria che ne può compromettere la salute. Gli animali arrivano in capannoni industriali attrezzati a tenere e sostenere l'intero ciclo di sviluppo degli animali; generalmente la lettiera può essere composta da pagliette o truciolo. Gli impianti presenti riguardano il sistema di aereazione, il regolamento della temperatura (le temperature variano a seconda dell'età dei polli, ma con i pulcini si tratta intorno a 30°-32° C) e dell'umidità relativa (60-70% in pulcinaia); l'impianto elettrico per quanto riguarda l'illuminazione e il sistema per lo scarico e la fuoriuscita di odori e gas pesanti che possono crearsi

all'interno dello stabile, e questo avviene tramite appositi sistemi di ventilazione. In questa fase iniziale, fondamentale è tenere i pulcini alla luce (23 ore di luce contro 1 ora di buio) per incoraggiarli a mangiare e a riempire il gozzo. Dunque, importante è lo svezzamento dei piccoli, che viene eseguito tramite l'uso di diversi tipi di mangiatoie poste all'interno del capannone e che viene favorito tramite il costante controllo di temperatura e umidità relativa, oltre all'impiego di specifici mangimi starter. A partire dai 7-13 giorni di età si può iniziare gradualmente il passaggio alimentare da mangime starter al mangime di crescita; sempre in questa fase si comincia a ridurre le ore di luce dando un minimo di 4 ore di buio in un momento unico. A circa da 21-25 giorni, invece, si cerca una morbida transizione alimentare che porta il pollo a cambiare mangime da quello di crescita a quello di finissaggio, che sarà l'ultimo ad essere utilizzato nel suo ciclo produttivo. Dai 35 fino agli ultimi giorni prima dell'abbattimento dei polli, si continuano le consuete pratiche gestionali di allevamento, ovvero somministrazione di acqua fresca e pulita, pulizia delle mangiatoie, controllo temperatura, umidità dell'aria e fotoperiodo.

È importante sapere che circa per 8-10 ore che coincidono con le ultime ore di permanenza in allevamento (tempo per il carico, trasporto e arrivo al macello), i broiler rimangono in una situazione di digiuno per evitare che la muscolatura del gozzo diventi verdastra; mentre deve essere obbligatoriamente fornita l'acqua fino al momento di cattura degli animali.

In tutte le fasi dell'intero processo, il punto chiave è l'aspetto igienico-sanitario. I polli sono costantemente monitorati in qualsiasi eventuale loro comportamento anomalo e ogni possibile disturbo di natura comportamentale può essere un campanello d'allarme per l'allevatore che si prefigge di completare il ciclo di produzione in completa sicurezza, cercando di compiere il processo in tempi che vanno dai 35-45 giorni al massimo. Finito questo ciclo di produzione, che termina con l'arrivo dei volatili allo stabilimento di trasformazione, l'allevatore esegue la pulizia e disinfezione completa del capannone per ricominciare nuovamente il ciclo con una nuova partita di animali.

La nutrizione è la principale variabile che incide sulla produttività dei broiler, sulla redditività e sul benessere degli stessi. La formulazione ed il bilanciamento di specifiche diete richiedono competenze nutrizionali specialistiche che devono essere modulate in base alle varie fasi di crescita e di sviluppo del pollo. La crescita del broiler è il risultato dell'integrazione di nutrienti che vengono somministrati nel corso della sua

vita, quindi, da un certo aspetto è fondamentale accertarsi dell'origine e della qualità delle materie fornite come alimento.

I seguenti sono gli ingredienti principali inclusi nelle diete per i polli da carne:

- Frumento.
- Mais.
- Soia.
- Soia integrale.
- Farina di girasole.
- Farina di colza.
- Olii e grassi.
- Calcio.
- Fosfato.
- Sale.
- Bicarbonato di sodio.
- Minerali e vitamine.
- Altri additivi come enzimi ed antimicotici (Ross Broiler Handbook, 2018).

I broiler necessitano di energia, utile in molte reazioni metaboliche dell'organismo, per la crescita dei tessuti, per il mantenimento ed il movimento. La principale forma di energia viene recuperata soprattutto dai carboidrati presenti nei cereali quali frumento e mais (quest'ultimo 70% di amido), nei grassi e negli olii che contengono sostanze di riserva. Nella granella di mais è anche contenuta una sostanza pigmentante chiamata zeaxantina, la quale rende una tipica colorazione giallo pallido alla pelle e alle zampe degli avicoli. Nella farina di girasole usata in avicoltura, i semi devono subire una fase di decorticazione per essere più digeribili.

La quantità aminoacidica richiesta dai soggetti per costruire nervi, tessuti muscolari, pelle e piumaggio è contenuta nelle proteine e in questo caso la farina di soia è il principale ingrediente proteico (55% di proteina contenuta). Va posta attenzione, però, sul fatto che il tenore di proteine grezze non corrisponde alla quantità di aminoacidi che costituisce il mangime in sé, ma la reale quantità di aminoacidi assorbiti dall'organismo dipende dagli aminoacidi essenziali digeribili a livello intestinale.

Il moderno broiler da carne risponde bene ad apporti aminoacidici essenziali, elemento che si nota nella migliore resa in carne. Un aspetto poco piacevole per l'allevatore è però l'elevato costo dei mangimi proteici presenti sul mercato.

La somministrazione adeguata di macro-minerali è importante per diverse attività quali il sostegno alla crescita, lo sviluppo dello scheletro, del sistema immunitario e l'indice di conversione alimentare, fattori particolarmente importanti nei polli da carne ad alte prestazioni. I macro-minerali coinvolti sono Calcio, Fosforo, Sodio, Potassio e Cloro. Tra i più importanti, il Calcio e Fosforo sono quelli che nutrono l'apparato scheletrico del pollo.

La fornitura di oligoelementi e vitamine è un'operazione aggiuntiva al nutrimento e le diverse vitamine, in genere liposolubili, derivano da alcuni processi produttivi che vengono svolti nel mangimificio, oppure che sono proprie e distintive caratteristiche delle granelle impiegate nella formazione del mangime.

La forma fisica del mangime influisce sull'apporto di cibo consumato dall'animale. Il miglior apporto di mangime si ottiene con lo sbriciolato (Figura 1.1), mini-pellet o pellet (Figura 1.2) di buona qualità. La giusta dimensione del mangime è anche adatta all'attacco enzimatico a livello del ventriglio degli uccelli che ne favorisce poi l'assorbimento dei nutrienti. Contrariamente, mangimi con forma fisica inappropriata possono aumentarne lo spreco, poiché le particelle più piccole cadono facilmente dal becco. La pellettatura dei mangimi ha come scopo l'intero utilizzo del prodotto, che aumenta l'efficienza di alimentazione, riducendo la selezione delle particelle più piccole da parte del pollo e diminuisce gli sprechi alimentari, i quali- oltre a creare un danno economico- possono depositarsi nella lettiera incrementando sporcizia e germi.



Figura 1.1. Mangime sbriciolato-vagliato.



Figura 1.2. Mangime pellettato.

L'allevatore deve mettere in atto tutte le migliori condizioni alimentari affinché ogni pollo possa esprimere al meglio le proprie prestazioni produttive e di resa. Proprio per facilitare il raggiungimento di questi obiettivi, si decide di somministrare dei razionamenti alimentari che accompagneranno tutta la vita del pollo e che sono differenti tra le varie fasi di sviluppo, perché ciascuna fase richiede delle esigenze nutrizionali diverse da un'altra. Si comincia con un mangime starter che viene

impiegato per i primi 10-14 giorni e che cerca di assicurare che i pulcini abbiano un buon avvio alla nutrizione.

Questa tipologia di mangimi evitano che ai pulcini possano insorgere problemi sanitari o incrementi di stress, elementi che in questa età possono essere fatali o comunque potrebbero ridurre la crescita. La giusta combinazione dei nutrienti accompagna la fase di svezzamento e guida i piccoli verso un buono sviluppo fisiologico, garantendo un buono stato di salute e il raggiungimento di un adeguato peso corporeo.

Terminata la prima fase alimentare, si procede con l'utilizzo del mangime grower (di crescita) e in questa transizione con il cambiamento da mangime starter a mangime grower, dove gli uccelli passano dall'ingerire un alimento sbriciolato ad uno pellettato. Durante il periodo di alimentazione con il grower, che dura circa 14-16 giorni, i tassi di crescita giornalieri aumentano in maniera rapida. Il mangime fornisce una giusta densità nutritiva grazie all'apporto soprattutto di energia e aminoacidi, importanti per questa parte dello sviluppo.

Il mangime di finissaggio viene generalmente fornito a 25 giorni di età ed è l'ultimo da utilizzare prima del digiuno dei broiler che vengono portati al peso finale. I mangimi di finissaggio rappresentano la maggior parte del consumo totale e del costo alimentare di un pollo da carne. Questi alimenti hanno una certa importanza, perché devono essere formulati per ottimizzare i margini del tipo di prodotto che si desidera raggiungere.

Se si desidera obiettivamente macellare i polli ad età superiore a 42 giorni, è buona pratica ottimizzarne la loro redditività aggiungendo dosi supplementari di mangime, che dovranno dipendere dall'età, dal peso vivo desiderato e dalla capacità produttiva del mangimificio.

1.3 SELEZIONE GENETICA

Negli anni '60 del Novecento non vi era una grande distinzione tra le razze per la produzione di uova e le razze destinate alla carne, ma molti degli individui allevati erano a duplice attitudine.

Facendo un breve riepilogo delle razze prese in considerazione all'epoca, la Plymouth Rock era caratterizzata da un grande petto e da pesi elevati (i maschi raggiungevano i 3 Kg) (Figura 1.3); il New Hampshire americano, selezionato per l'alto

tasso di accrescimento e il petto grande (Figura 1.4); il Cornish, un pollo pesante in cui il maschio pesava tra 3,5 e 4,5 Kg con un petto grande e ossa pesanti (Gratta, 2017).

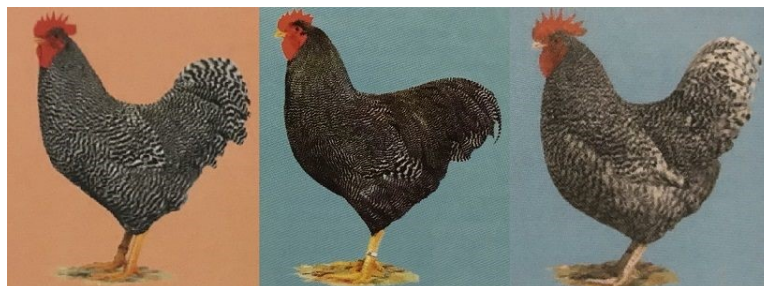


Figura 1.3. Polli razza Plymouth Rock.



Figura 1.4. Polli razza New Hampshire.

Tra i maggiori obiettivi per il miglioramento genetico, ci sono stati quelli di ottenere uccelli distinti da alto accrescimento in tempi relativamente brevi nel ciclo di sviluppo, animali resistenti con un apparato muscolo-scheletrico in grado di supportare l'aumento del peso e del movimento in contemporanea.

Per quanto riguarda l'utilizzazione del mangime e quindi la produttività degli allevamenti, un aspetto rilevante è stato quello di rendere questi animali efficienti dal punto di vista nella conversione del mangime cercando di abbassare per quanto possibile l'Indice di Conversione Alimentare (ICA). Questo è importante perché consente all'allevatore di fornire un giusto apporto di nutrimento affinché venga trasformato in prodotto finale, cercando di ridurre al minimo le perdite e di ottenere animali di una giusta taglia.

Solo per fare un paragone con il passato, negli anni '50 un pollo raggiungeva 1,6 Kg di peso vivo in 4 mesi; oggi invece il moderno pollo da carne viene portato a macellazione in poco più di 1 mese avendo raddoppiato il suo peso vivo (Havenstein et al., 2003). Il vantaggio per gli allevatori è duplice: il primo è quello di essere in grado di

produrre i broiler in tempi più ridotti ma anche, secondo e non meno importante, impiegando la metà del mangime. Infatti, per produrre un chilo di pollo un allevatore impiega 1,3 Kg di mangime contro i 2,5 Kg che gli servivano nel 1985(Riva, 2019) (Figura 1.5).

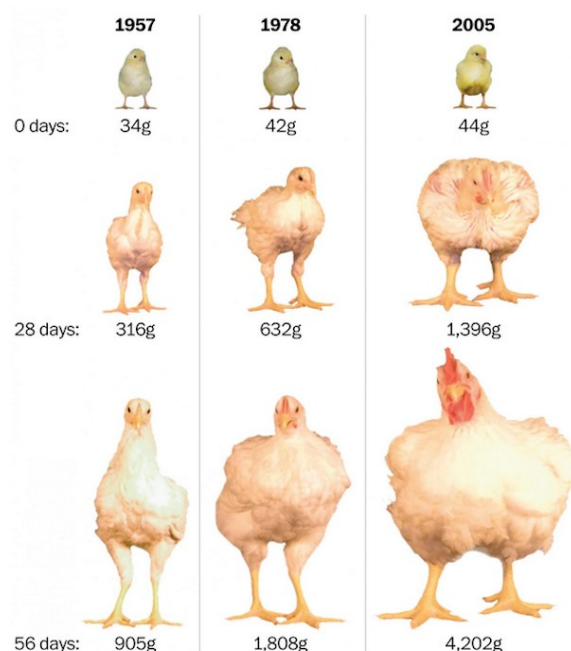


Figura 1.5. Differenza fra la crescita e l’accumulo di peso vivo del pollo da carne negli anni ‘60 e quello del broiler da carne, a parità di periodo di sviluppo. Immagine tratta da Zuidhof (2005).

La tendenza oggi è quella di avere questo valore più basso, fattore che sta a significare che l’animale ha convertito in carne tutto il mangime assegnatogli riducendo buona parte delle perdite imposte dal mantenimento.

Uno scopo da raggiungere sia dall’allevatore sia per fini commerciali è quello di massimizzare la resa in petto, che è il taglio principale per questi soggetti.

Proprio per incrementare il volume degli animali prodotti, riducendo i consumi alimentari e migliorando anche i metodi di riproduzione e di stabulazione, l’avicoltura si adopera spesso di razze derivanti da ibridi commerciali da essere impiegati in allevamenti di tipo intensivo.

Le prestazioni produttive dei polli ottenuti sono così rese efficienti grazie al fenomeno dell’eterosi, ovvero quando si massimizza il vigore ibrido dei soggetti ottenuti a partire dalle originarie linee pure di partenza che possiedono un certo grado di omozigosi (che a loro volta esaltano specifiche caratteristiche produttive).

Oggi nei moderni allevamenti intensivi - anche quelli italiani - sono state adottate poche linee commerciali composti da individui geneticamente molto simili tra di loro e che si è visto rendere a livello prestazionale, nonostante alcune differenze legate al

sesto dei volatili; difatti i maschi raggiungono pesi vivi e rese al petto superiori rispetto alle femmine anche all'interno della stessa razza.

Sia i polli ROSS (Figura 1.6), frutto del lavoro di selezione svolto dagli inglesi di Aviagen (Aviagen, 2015), sia i COBB (Figura 1.7), selezionati dal gruppo americano COBB Vantress Incorporated (Cobb-Vantress, 2015), sono meglio conosciuti come broiler e in questa tesi si manterrà questo ultimo nome per semplicità.

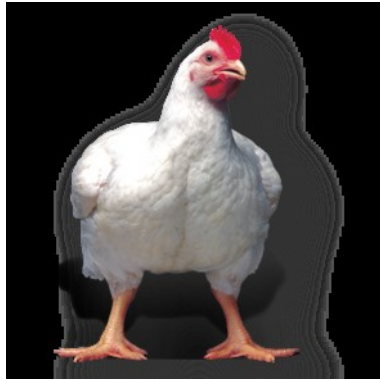


Figura 1.6. Ross chicken, esemplare selezionato da Aviagen.



Figura 1.7. Cobb 500, esemplari selezionati da COBB Vantress Incorporated.

1.4 LE PRESTAZIONI PRODUTTIVE

Il forte contributo del miglioramento genetico ha reso sempre più i broiler attivi dal punto di vista delle performance produttive; inoltre è stato in grado di velocizzare e concentrare il loro ciclo di sviluppo in un periodo relativamente breve, in modo da massimizzare il risultato economico e agevolare le successive attività di macellazione e commercializzazione.

Negli allevamenti intensivi attuali, gli allevatori hanno potuto sfruttare questa capacità di crescita ricavando la possibilità di fare più cicli di produzione nello stesso anno. Questo effetto del miglioramento genetico applicato all'avicoltura intensiva cerca di venire incontro, anche se solo in parte, al fabbisogno alimentare richiesto dal sempre più crescente aumento demografico a livello globale.

Per essere trasferito al macello e quindi avere superato la fase di produzione, il broiler deve raggiungere un peso consono al proprio sviluppo, da cui poi dipenderà la destinazione commerciale (Tabella 1.1)

Tabella 1.1. Differenze nel peso vivo e ICA dei broiler a diverse età.

	Età (giorni)	Peso (Kg)	I.C.A.	Sesso
Pollo leggero	40	1,7	1,8	M e F
Pollo medio / tradizionale	45	2,2	2,0	F
Pollo pesante	52	3,0	2,2	M e F

L'aspetto più rilevante sia per l'allevatore sia per il macello è senza dubbio la resa che questo animale offre. Possiamo dire che in linea generale gli avicoli hanno una resa del 69-70%, ma si possono raggiungere anche valori del 75-76%, a seconda delle caratteristiche attitudinali e morfologiche fra diverse linee di polli commerciali. Non c'è da stupirsi se i broiler, essendo genotipi perfezionati, sono in grado di giungere a rese di macellazione superiori a quelle di razze locali non selezionate.

Le fasi di sezionamento e preparazione della carcassa di pollo corrispondono alla spennatura, l'eviscerazione, il lavaggio e l'asciugatura. La carcassa totale (resa teorica del 100%) viene suddivisa in tre macro-zone: la parte anteriore, la parte posteriore e le ali. Nell'anteriore (con una resa del 40%) il taglio principale è ovviamente il petto che da solo riveste una resa ideale del 32% mentre la schiena registra l'8%. Il posteriore (47%) comprende le cosce e la schiena con rese rispettivamente del 34% e 13% in

confronto alla carcassa totale; il restante 12% è compensato dalle ali intere, che poi possono essere tagliate in falangi di minor ordine.

I valori sopracitati riguardano dei tassi di rese che possono essere comuni a molte razze di polli da carne commerciali; mentre ora si delineano alcuni valori che sono un po' più specifici per quanto concerne il broiler da carne.

Di seguito vengono presentate delle tabelle con dei dati corrispondenti alle diverse percentuali che si riferiscono dei tagli e il valore che incide sulla carcassa. Sono stati presi soltanto come riferimento le varie rese, ipotizzando di dover macellare i soggetti quando arrivano ad un peso vivo compreso tra 3,2-3,4 Kg per i maschi e per 2,4-2,6 Kg per le femmine (Tabella 1.2; Tabella 1.3) (Aviagen, 2014).

Tabella 1.2. Rese delle varie porzioni in femmine e maschi di ROSS 308 considerando diversi pesi di macellazione (Tratto da Aviagen, 2014; Ross 308 Broiler, Obiettivi di Performance).

Peso vivo (kg)	Petto %	Cosce %	Fusi %	Eviscerato %	Sesso
3,2	22,69	13,22	10,18	73,74	M
3,4	22,86	13,31	10,18	74,04	M
2,4	22,57	13,09	9,46	73,00	F
2,6	22,81	13,22	9,44	73,36	F

Tabella 1.3. Rese delle varie porzioni disossate in maschi e in femmine di ROSS 308 considerando i diversi pesi da macellazione (Ross 308 Broiler: Obiettivi di Performance).

Peso vivo (kg)	Petto %	Zampe %	Totale %	Sesso
3,2	22,69	16,15	38,84	M
3,4	22,86	16,16	39,02	M
2,4	22,57	15,20	37,77	F
2,6	22,81	15,27	38,08	F

Un fattore che altera il benessere dell'animale, che influenza le prestazioni produttive e che può essere determinante nella creazione di stress pre-macellazione è il momento di trasporto degli animali.

Da regolamenti UE sono ammessi due trasporti su gomma durante la vita dei polli: il primo avviene dall'incubatoio al locale di stabulazione, mentre il secondo parte proprio da questo luogo con destinazione finale il macello. È proprio in quest'ultimo passaggio che gli animali soffrono in maggior misura da stress, rischi di traumatismi dati dagli scontri tra corpi o contro le superfici, lesioni, rumori e vibrazioni. Si è notato

che il fattore più responsabile ad accentuare questa situazione è il danno dovuto a stress termico. Tutte queste condizioni scatenano nel metabolismo animale un aumento della frequenza cardiaca e respiratoria e nell'insieme questi fenomeni oltre a scombussolare alcuni parametri qualitativi della carne, possono in qualche modo incidere sulla mortalità degli animali all'arrivo.

La mortalità caratterizza tutta la vita del broiler e un tasso accettabile per l'allevamento in sé si presta sul 6-7% e che vale dal momento di arrivo dei pulcini fino al punto di carico del pollame pronto per la macellazione. È chiaro però che il valore più alto di mortalità coincide nel momento in cui gli animali sono più suscettibili e fragili; infatti, la mortalità dei pulcini quando cominciano il loro ciclo di viluppo è al 1,5-2%.

CAPITOLO 2:

2.1 LE MIOPATIE DEL PETTO

L'eccessiva spinta sull'aumento della velocità di crescita imposta dal miglioramento genetico da 30 anni a questa parte, ha portato a ibridi che però sempre più soffrono di patologie indotte dallo stress, manifestando alterazioni degenerative a livello istologico e biochimico, che deprezzano allo stesso tempo gli aspetti qualitativi dei principali tagli carnei, in modo particolare il petto che è quello più pregiato. È stato chiaramente evidenziato che le miopatie possono essere presenti in tutti i moderni genotipi di polli da carne sul mercato, compresi gli incroci a lenta crescita. L'incidenza è maggiore quando gli uccelli vengono allevati a pesi più elevati (> 3 Kg) in età avanzata (Anton et al., 2019). Questo comporta sia un deprezzamento della qualità dei prodotti freschi sia un peggioramento delle proprietà tecnologiche per quelli destinati alla trasformazione (Petracci et al., 2014).

Le miopatie sono state oggetto di diversi studi e le più osservate sono state:

- La PSE (carne pallida, morbida, essudativa) è una miopatia osservata negli animali da allevamento che provoca un'alterazione della consistenza e del colore della carne con presenza di liquido essudativo in superficie.
- La malattia pettorale profonda (DPD) è la prima miopatia scoperta nel 1968 sui tacchini; viene riconosciuta da un'insolita colorazione verde del pettorale minore.
- La striatura bianca o “White Striping” (W.S.) è un'alterazione che interviene principalmente nel petto e si presenta con striature bianche al di sopra della superficie della carne. Attualmente è la più diffusa a livello globale, (Anton et al., 2019).
- Il petto legnoso o “Wooden Breast” (W.B.): il petto risulta con una consistenza indurita su alcune aree e rigonfiamenti.
- Gli spaghetti di carne oppure “Spaghetti Meat” (S.M.) è un'alterazione definita come una perdita della struttura della carne che risulta visivamente a striscioline.

La diffusione delle miopatie a livello globale è un fatto che riguarda vari Paesi sia dell'emisfero Boreale che di quello Australe, soprattutto in quelle zone dove l'avicoltura ha preso piede in un contesto intensivo. Ancora oggi sono poco definite le

cause metaboliche delle miopatie muscolari del petto e tuttora si cercano quali siano le ragioni. Sicuramente la loro eziologia deriva da fattori genetici e ambientali, come l'alimentazione ed altre gestioni di allevamento, ma non limitandosi a questo, si studiano ancora possibili soluzioni per ridurre l'incidenza e contenerne la diffusione. Tale situazione rappresenta un difetto notevole soprattutto per il settore della trasformazione del broiler, che vede danneggiati diversi petti i quali non possono essere lavorati; ciò aumenta la quantità di scarti. Il prodotto che visivamente appare poco attraente agli occhi del consumatore finale viene declassato perché sembra scarsamente invitante e poco salubre. Un altro discorso va fatto invece per i tagli affetti in maniera moderata o comunque lievemente danneggiati ai quali viene concesso un recupero di valore rientrando in un ulteriore settore della trasformazione, come può essere la produzione di crocchette.

2.2 WHITE STRIPING (W.S.)

La WS colpisce principalmente il muscolo del grande pettorale e in minor misura i muscoli della coscia. Si caratterizza per visibili linee bianche dei depositi intramuscolari di carne cruda, parallelamente alla direzione delle fibre muscolari; la quantità e lo spessore delle strisce bianche possono variare tra soggetti diversi. A livello istologico la WS causa necrosi, fibrosi e accumulo adiposo (grasso) (Figura 2.1). La causa principale di questa alterazione è stata associata ad un aumento del tasso di crescita negli uccelli, i quali, accrescendosi in così poco tempo, non sono in grado di apportare sufficiente flusso di sangue al muscolo. Sembra che vi sia una ridotta crescita dei vasi sanguigni a causa delle dimensioni del muscolo. In genotipi selezionati, il diametro della fibra aumenta attraverso l'ipertrofia e questo cambiamento provoca una compressione dei vasi, aumentando la microischemia del muscolo (Petracci e Cavani, 2012). È provato poi che allevando broiler con diete ricche di energia e proteina aumentano anche il rischio e l'insorgenza di questa alterazione.

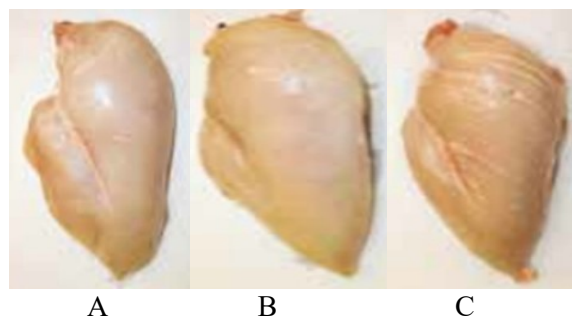


Figura 2.1. Filetti di petto con vari gradi di striatura bianca (da sinistra a destra, A: lieve; B: moderata; C: grave).

2.3 WOODEN BREAST (W.B.)

Altra miopatia su cui porre l'attenzione è il petto legnoso, individuata e descritta da pochi anni. Si tratta di un'alterazione che colpisce principalmente il petto (interamente oppure a zone localizzate), il quale si presenta duro al tatto, quasi con una consistenza rigida; queste superfici indurite sono messe in risalto da colorazioni chiare e/o sporgenti (Sihvo et al., 2014) (Figura 2.2).

L'analisi istologica fatta nel muscolo indica una degenerazione delle fibre muscolari e anche un aumento della deposizione di tessuto adiposo (grasso) e connettivo che contribuiscono alla maggiore compattezza del muscolo (Anton et al., 2019).

L'origine della WB, come per WS non è ancora oggi confermata e i dubbi rimangono; pertanto, queste problematiche restano, anche se sono state ipotizzate delle cause (Boscolo, 2014). L'incidenza della WB può variare ampiamente dal 41% (Sihvo et al., 2017) al 53% (Dalle Zotte et al., 2017).



Figura 2.2. Immagine di un taglio privo di alterazione con Wooden Breast (foto A) e immagine con la presenza della miopatia (foto B).

2.4 SPAGHETTI MEAT (S.M.) O STRINGY- SPONGY (S.S.)

Spaghetti Meat è una miopatia caratterizzata da una perdita di tessuto connettivo strutturale, in cui viene persa l'integrità dell'intero muscolo e questo degenera in friabilità e allentamento delle fibre muscolari. Nella pratica, i fasci di fibre si distaccano tra di loro con il risultato che il muscolo viene facilmente separato a mano (Figura 2.3; Figura 2.4). Il tessuto connettivo dei giovani broiler non è ancora maturo dal punto di vista dello sviluppo e quindi manca di reticolazione rispetto agli animali adulti, motivo per cui la carne degli animali giovani è ancora tenera. Anche in questa alterazione,

l'occorrenza e la gravità della SM variano tra gli individui affetti e questa stessa miopatia può interessare l'intera area oppure zone precise del petto.

A livello tessutale, il muscolo appare strutturalmente non organizzato, con un insieme di fibre muscolari di piccole e grandi dimensioni.



Figura 2.3. Immagine allo stadio di grave SM che ha colpito gran parte della massa pettorale, (Gratta, 2017).



Figura 2.4. Immagine di S.M. su una frazione del taglio principale, (Breast Muscle Myopathies, 2019).

2.5 CARNE PALLIDA, MORBIDA, ESSUDATIVA (PSE)

È una degenerazione che ha origine innanzitutto da aspetti genetici, causati dall'intervento di un gene recessivo presente in alcune razze suine e da pochi decenni scoperto anche in diverse razze avicole (Barbut e Zhang, 2005). Una seconda causa della stessa miopatia è la manifestazione di forte stress pre-macellazione, che si ripercuote nel meccanismo della glicolisi *post-mortem* e, che infine, determina pH finali inferiori al 6, generalmente che si aggirano tra 5,6 e 5,8 a circa 24 ore dopo la macellazione. Le proteine cominciano un processo che porta alla loro denaturazione e quindi allo scolorimento della carne (Duclos et al., 2007). Le alte temperature, il periodo estivo, lo stress da manipolazione e il trasporto poi, sono fattori che ne possono aumentarne l'incidenza (Boscolo, 2014).

La PSE è un difetto muscolare che attribuisce alle carni una colorazione chiara e pallida, una tessitura molle e una bassa capacità di ritenzione idrica, tant'è vero che le

carni affette da questa problematica sgocciolano molta acqua (Figura 2.4). Per attribuire qualche numero, questa anomalia ha un'incidenza attorno al 10% nei polli italiani, mentre a livello europeo si attesta al 20%.

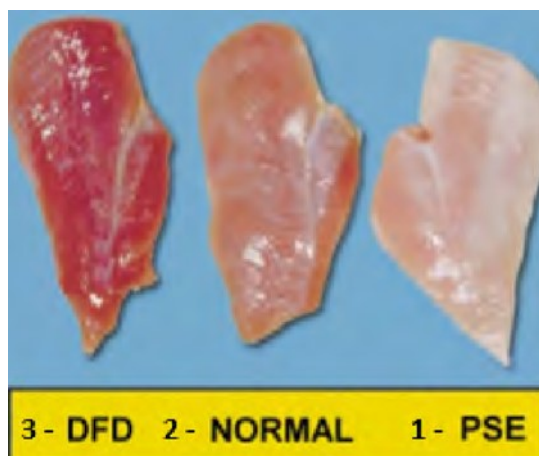


Figura 2.5. Differenza di colore tra un petto distinto con PSE (1) e un normale petto di pollo (2). Tratto da Gotardo et al. (2015).

2.6 DEEP PECTORAL DISEASE (DPD)

La malattia profonda del pettorale, chiamata anche malattia dell'Oregon, interessa due muscoli principali: il pettorale maggiore (muscolo esterno) e il pettorale minore (muscolo interno) che lavorano sinergicamente per svolgere alcuni movimenti, come il battito d'ali.

Partendo dall'anatomia di questi muscoli, si possono già vederne le differenze: il filetto interno ha una guaina esterna dura formata da tessuto connettivo fibroso e denso; il muscolo esterno (o maggiore) è solamente circondato da tessuto connettivo lasso che si muove facilmente sulla superficie muscolare quando necessita del movimento. La contrazione dei muscoli maggiori e di quelli minori determina lo spostamento delle ali durante il movimento, e proprio in questa contrazione, i muscoli si espandono aumentando di conseguenza il flusso di sangue verso i pettorali. L'espansione del pettorale interno però viene limitata dalla guaina che lo ricopre, fino al 25% in volume, perché questo muscolo è confinato in uno spazio ristretto inserito tra lo sterno e il pettorale maggiore. Pertanto, l'afflusso di sangue nel muscolo si interrompe e, con il proseguimento dell'attività muscolare, si sviluppa una carenza di ossigeno, che porta alla morte delle fibre muscolari e ad una colorazione verdognola (Figura 2.5). Si

aggiunge poi l'effetto di un basso valore di pH dovuto all'accumulo di acido lattico nel muscolo.



Figura 2.6. Immagine di muscoli maggiori esterni ed interni affetti da miopatia DPD, da notare la colorazione anomala del muscolo interno (Anton et al. 2019).

2.7 EFFETTO DELLE MIOPATIE SULLA QUALITA' DELLA CARNE

Per riuscire a definire la qualità di un prodotto, in questo caso la carne avicola, si rappresentano l'insieme di caratteristiche o attitudini per garantire l'idoneità ad una determinata destinazione o lavorazione. È ormai noto che queste alterazioni del petto hanno colpito in gran parte i macelli e il settore dell'industria di trasformazione che vede ridursi la quantità di prodotti da poter processare. Le preferenze del consumatore nella scelta di un prodotto derivante da carne avicola sono condizionate da diversi aspetti, quali il peso dei tagli principali, la conformazione del tessuto e il suo aspetto dato dal colore, la presenza/assenza di alterazioni dovute ai difetti fisici o da impurezza di natura microbica.

Studi recenti hanno dimostrato che le miopatie declassano solamente gli aspetti nutrizionali e qualitativi, mentre i caratteri di natura sanitaria non risultano alterati e quindi questi alimenti sono sicuri dal punto di vista salutistico (Bilgili, 2016). La miopatia che ha maggiore incidenza è la WS, la quale ha come caratteristica principale l'ingente tenore di grasso e collagene (Petracci et al., 2014) rispetto ad un normale petto di pollo e proprio per la degenerazione del profilo nutrizionale del prodotto, questo passa in secondo piano nelle preferenze dei consumatori. Inoltre, è stato trovato che in petti con strisce bianche si verifica un aumento della perdita di cottura (Petracci et al., 2013; Mudalal et al., 2014, 2015). In certi studi emerge che nei casi di WS in forma

severa, si ha una consistenza più tenera della carne che viene misurata grazie ad una minore forza di taglio (Petracci et al., 2013).

Nei tagli affetti da WB si rilevano pH finali superiori rispetto a quelli sani; inoltre, sempre in questa alterazione rinviene anche una ridotta capacità di ritenzione idrica, una maggior perdita di gocciolamento e anche una maggior perdita di cottura (Mudalal et al., 2014; Dalle Zotte et al., 2014). In diversi casi dove WB non è in uno stadio avanzato, si riutilizzano le parti che vengono così sminuzzate per avere dei prodotti finali più appetibili e meno duri.

Tramite le analisi eseguite sulla carne, si nota che gli effetti di SM sono riconducibili a un elevato contenuto di umidità e un inferiore tenore proteico rispetto ad una carne sana (Baldi et al., 2017). Per quanto concerne invece la PSE, sono alterati alcuni aspetti organolettici riguardanti il sapore, nonostante il prodotto venga lo stesso commercializzato. In particolare, il petto di pollo avente PSE viene deprezzato, perché è meno tenero rispetto alla carne priva di PSE (Desai et al., 2016).

Effetto contrario è nella Dark, Firm and Dry (DFD), in cui la carne si presenta secca e si misura una durata di conservazione più breve (Allen et al., 1997).

Altro problema è rappresentato dalla Deep Pectoral Myopathy, che preoccupa in maggior misura l'intero settore della trasformazione avicola, perché i tagli del petto degli uccelli affetti da questa anomalia vengono scartati per il consumo umano, mentre il resto della carcassa può ancora essere recuperata (Anton et al., 2019).

Queste manifestazioni muscolari sono molto diverse tra loro sia citologicamente, istologicamente sia fisiologicamente; ciascuna di queste può presentarsi in forma leggera, media o di grave entità in base a quanto queste sono più o meno presenti sul taglio di riferimento.

CAPITOLO 3.

3.1 PRATICHE DI GESTIONE E ALIMENTAZIONE PER RIDURRE L'IMPATTO DELLE MIOPATIE

Come scritto nei precedenti capitoli, le miopatie più osservate e più studiate sono WS, WB e SM in quanto possono comportare il declassamento o, addirittura, l'eliminazione della carne. Inoltre, la loro diffusione è abbastanza variabile e può oscillare dal 40% al 90% per la WS e dal 7% al 50% per WB; mentre per SM non si rilevano ancora dati molto precisi (Gratta, 2017).

A livello macroscopico queste tre patologie appaiono abbastanza diverse, mentre nello specifico, a livello istologico condividono alcune caratteristiche comuni tra loro. I tessuti affetti presentano fenomeni degenerativi e necrotici, con infiltrazione di linfociti e macrofagi, fibrosi, accumulo di lipidi nelle cellule e rigenerazione delle fibre. L'eziologia delle miopatie è ancora in discussione e sembra non essere correlata ad una sola causa. Le ipotesi avanzate da alcuni esperti suggeriscono che ci potrebbe essere una mancanza di irrorazione sanguigna: il rapido e grande aumento della massa muscolare del pettorale maggiore non è sostenuto da un corrispondente aumento dei vasi sanguigni con conseguente scarsa ossigenazione dei tessuti e degenerazione dell'area interessata. Un'altra conseguenza della ridotta crescita dei vasi sanguigni è lo spostamento dei prodotti di scarto metabolici. Tutti questi cambiamenti hanno determinato un'eccessiva produzione e il rilascio di specie reattive dell'ossigeno, che potrebbero essere responsabili della fase infiammatoria iniziale di queste anomalie.

Pertanto, negli anni, la letteratura ha dimostrato che l'insorgenza di miopatie è correlata a molteplici fattori:

- genotipi, la selezione per un rapido tasso di crescita o un'elevata resa del petto determina alti tassi di miopatia;
- tassi di crescita eccessivi sono associati ad un aumento delle incidenze delle miopatie;
- peso vivo e peso del petto, è stata misurata una correlazione positiva tra alto peso vivo finale e quello del petto con il tasso e grado di miopatia;
- genere, alcune anomalie si verificano più in un genere rispetto all'altro.

Sulla base di queste evidenze, una strategia per controllare l'incidenza e la gravità di queste alterazioni potrebbe essere la limitazione del tasso di crescita dei capi allevati.

Questi risultati potrebbero essere raggiunti con diversi mezzi, tra i quali, il razionamento dei mangimi sembra essere una delle soluzioni più valide, mentre altri aspetti gestionali e il controllo del fotoperiodo sono ancora in prova. D'altra parte, questo approccio potrebbe anche rappresentare un limite per l'industria avicola, a causa delle conseguenze sul peso finale e sulle prestazioni produttive, con una perdita per il produttore. È necessaria, dunque, un'approfondita ricerca per definire la migliore applicazione del razionamento alimentare per ridurre o modulare il tasso di crescita, e contemporaneamente cercare di mantenere sufficienti prestazioni produttive.

Lo scopo di questa tesi è quello di indagare l'effetto di diverse strategie gestionali e alimentari per controllare il tasso di crescita e limitare l'insorgenza delle miopatie. Dando come obiettivo una crescita controllata del pollo, si cerca di ottenere capi più in salute in grado anche di essere capaci e autonomi nei movimenti, riducendo per quanto possibile il fenomeno delle alterazioni muscolari e ottenendo un miglioramento del benessere degli animali.

In questo capitolo si vuole fornire delle linee guida riguardo alle partiche che possano diminuire o rallentare l'incidenza di miopatie soffermandosi sulla composizione chimica delle diete e sul razionamento alimentare; in seguito, sono definite alcune informazioni tecniche che influiscono sull'allevamento e possono concorrere a ridurre lo sviluppo di miopatie.

3.2 CARATTERISTICHE NUTRIZIONALI DELLE DIETE

3.2.1 AMINOACIDI: METIONINA E ALTERAZIONE DEL RAPPORTO ARGININA:LISINA

In alcune sperimentazioni eseguite negli Stati Uniti è stata testata la sostituzione parziale delle diete convenzionali basate sulla granella di mais e da farine di soia, essenzialmente composte da carboidrati e protidi e dove è aggiunta metionina di sintesi, con diete alternative formulate con farine proteiche ricche di metionina naturale.

In questo paragrafo viene presa di riferimento la metionina (Met) in quanto un aminoacido limitante, ovvero che il suo contenuto è in quantità ridotte rispetto agli altri aminoacidi essenziali (AAE); sono definiti essenziali perché vanno introdotti con l'alimentazione, in quanto non sintetizzabili dall'organismo animale. Sono aminoacidi limitanti, oltre alla Met anche la Lisina (Lys) e l'Istidina (His). Nelle proteine del mais e della soia la Met non è in genere sufficiente a garantire il fabbisogno giornaliero dei

volatili e quindi dev'essere introdotta con altre fonti proteiche (My Personal Trainer, 2019).

Lo scopo di utilizzare diete di tipo alternativo con Met di origine naturale è quello di modulare (ridurre) l'eccessiva velocità di crescita dei polli. Alimentando i volatili a razioni alternative si presume che la differenza che si ha in un tasso d'accrescimento si rifletta in modifiche citologiche ed istologiche della muscolatura del petto, limitando l'insorgenza di WS. I ricercatori hanno poi presupposto che ci sarebbero presenti delle diversità associate nell'espressione di alcuni geni per la differenziazione cellulare e anche di alcuni marcatori patologici. I ricercatori hanno osservato che gli animali alimentati, in fase starter e grower, con una dieta alternativa (priva di Met di sintesi) sono cresciuti meno rispetto agli animali alimentati con diete convenzionali, che hanno raggiunto un peso vivo finale superiore, ma hanno anche mostrato una maggiore incidenza di WS. La conclusione dello studio è che la manifestazione di WS è maggiore nei soggetti alimentati con diete convenzionali, appoggiando l'ipotesi iniziale che prevedeva di inserire alimenti basati su Met naturale per ridurre le velocità di crescita e la presenza di WS nei muscoli. Tali razioni di nuova formulazione dovranno assicurare un certo livello di efficienza, dimostrando una crescita muscolare paragonabile a quella garantita da razioni standard. La ricerca di fonti naturali di Met si è orientata soprattutto su alcuni tipi di prodotti vegetali derivanti dai semi di sesamo e di girasole, dai quali si ricava la farina (prodotta da semi decorticati), e su risorse di origine animale come farina di pesce (Jacob, 2013). Nella prova sopracitata, nello specifico, ad un gruppo di 60 broiler è stata assegnata una tradizionale dieta formata interamente da farine di mais e soia, mentre ai rimanenti 60 broiler è stata somministrata una dieta composta da 60% di mais e soia, 20% di farina di girasole e 20% di fagiolino dall'occhio, preventivamente tostato per abbassare la concentrazione di inibitori come la tripsina e in questa maniera aumentare la digeribilità degli aminoacidi).

Il quantitativo medio di Met era poco variabile nei tre tipi di mangimi:

- 0,49-0,50% in mangimi starter;
- 0,44-0,47% in mangimi di grower;
- 0,46-0,47% in mangimi di finissaggio.

Nella ricerca proposta da Sachs et al. (2019) dunque, si è andati a studiare come varia l'andamento di crescita dei broiler ed il relativo accrescimento nel periodo di riferimento su due gruppi di polli alimentati con una dieta di controllo (convenzionale) o con una dieta alternativa utilizzando fonti naturali di Met (Figura 3.1).

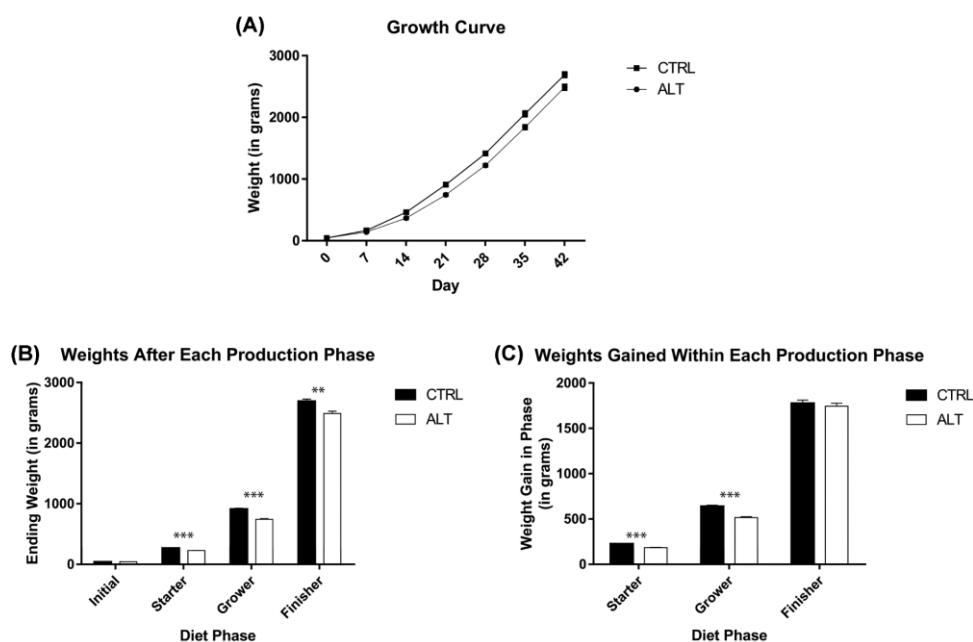


Figura 3.1. Confronto tra crescita dei polli da carne alimentati con diete convenzionali o alternative (solo Met naturale). Il grafico (A) mostra il peso (espresso in grammi) di ogni settimana, i pesi dopo ciascuna fase di produzione (B) e il peso guadagnato all'interno di ciascuna fase di produzione (C). Modificato da Sachs et al. (2019).

Per quanto concerne il profilo genetico, si era capito che in broiler convenzionali, c'era una maggior espressione di un preciso gene che regolava la conservazione degli acidi grassi, il metabolismo del glucosio, l'assorbimento dei lipidi e la formazione dei tessuti adiposi. Ciò contribuiva alla deposizione dei grassi all'interno delle fibre muscolari; tuttavia, questo fenomeno non si è osservato in polli alimentati da diete alternative. Un limite riscontrato è che i diversi piani alimentari differivano in più alimenti esclusa la Met, pertanto non è possibile ascrivere alla Met, di derivazione sintetica o naturale, l'effetto osservato sullo sviluppo di WS, che potrebbe essere stato correlato anche alla disponibilità di altri nutrienti. In altre parole, le diete alternative contenevano più proteine, fibra, cellulosa e grassi grezzi rispetto alla dieta di controllo, e di conseguenza, sarebbe utile sapere quali elementi nutritivi e in quali combinazioni abbiano un effetto positivo sulla crescita dei muscoli e sulla salute generale. Tuttavia, la dieta di controllo aveva una maggior concentrazione di nutrienti digeribili totali, il che poteva indicare che i polli non stavano assimilando alcuni nutrienti nella maniera migliore possibile, considerando anche il contenuto di fibra grezza.

In definitiva, sebbene i volatili alimentati con una dieta di controllo (o convenzionale) siano cresciuti di più, hanno altresì manifestato una severità crescente di WS, oltretutto il loro petto era contraddistinto con una maggiore espressione di PPARG, PTGS2 e CD36, che sono dei marcatori per la deposizione di grasso.

Altre ricerche hanno studiato l'aumento di L-Arginina (circa il 30% in più rispetto ai livelli raccomandati) per i polli a crescita rapida (Aviagen, 2014), e hanno osservato che è possibile ridurre l'incidenza e la gravità WS e SM, ma non hanno rilevato effetti significativi su WB. A livello metabolico, questo processo può essere associato ad un incremento della formazione di ossido nitrico, composto deputato alla dilatazione dei vasi che promuove un migliore flusso sanguigno al muscolo, limitando i danni muscolari a causa di un minor apporto di ossigeno (Khajali e Wideman, 2010). L'integrazione di Arginina ha ridotto indirettamente la concentrazione relativa degli altri aminoacidi compresa la Lys, un aminoacido che può modificare l'insorgenza di miopatie. Sulla base di ciò, Cruz et al., (2017) hanno sperimentato due diete con diversi titoli di Lys. I polli alimentati con diete a maggiore contenuto di Lys a 35 giorni e 42 giorni di età presentavano peso vivo, petto e carcassa più elevati e una maggiore incidenza di miopatie rispetto al gruppo di controllo, alimentato con livelli base di Lys.

Come suggerito da Meloche et al. (2018), modificare la concentrazione di Lys durante periodi critici di crescita potrebbe essere considerata una strategia nutrizionale utile per attenuare WS e WB. Il calo della densità di Lys all'interno della dieta potrebbe essere considerata una tecnica proficua per mitigare l'incidenza delle anomalie muscolari, purché le performance produttive e le rese di lavorazione non siano condizionate negativamente da questa correzione dietetica.

Meloche et al. (2018) riporta che la riduzione nel breve periodo della Lys digeribile a livelli dal 100% al 75% durante la prima fase (da 12 a 18 giorni) e la seconda fase (da 19 a 26 giorni) hanno ridotto WS e WB, anche se ciò andava in parte a compromettere il peso e la resa in petto dei broiler a 48 giorni di età. Ripetendo l'esperimento con soggetti macellati a 62 giorni di vita, alimentati con mangime caratterizzato da un livello di Lys pari all'85% rispetto al controllo, sempre nel momento della prima fase di allevamento (da 12 a 28 giorni) e nel periodo da 29 a 42 giorni, hanno osservato una riduzione rilevante delle miopatie e nessuna ripercussione sulla resa al macello (Meloche et al., 2018).

In generale, i risultati di questi studi suggeriscono che, aggiungendo in maniera razionale un'integrazione di Arginina per aumentare il rapporto Arg:Lys di circa il 30% rispetto le diete commerciali può in certi casi avere dei risultati favorevoli abbassando l'incidenza di alcune alterazioni, senza danneggiare i rendimenti sulla carcassa e sulle caratteristiche qualitative del prodotto.

3.2.2 ENERGIA

Come detto in precedenza, numerosi studi hanno sottolineato la relazione che sussiste tra curva di crescita e alterazioni muscolari, infatti, Petracci et al. (2015) affermano che i muscoli degli avicoli con una crescita pronunciata specialmente sul petto, sono soggetti allo sviluppo di processi degenerativi, quali le distrofie muscolari. Altri autori hanno affermato che il genotipo non è il principale fattore coinvolto nell'insorgenza delle miopatie, che derivano piuttosto da fattori ambientali e gestionali (Bailey et al., 2015). Alnahhas et al., (2014) hanno sostenuto invece che la genetica fosse la principale causa dell'impatto di WS sullo sviluppo muscolare, dunque, tali autori ribadiscono che alcuni genotipi, caratterizzati da un petto più spesso sono in grado di immagazzinare energia sotto forma di glicogeno, rendendo i filetti più suscettibili a questo problema.

Il peso corporeo in fase di macellazione sembra essere un altro elemento che gioca un ruolo rilevante nell'insorgenza di anomalie. Lorenzi et al., (2014) hanno osservato un aumento sia della presenza sia della gravità di WS nei polli più pesanti rispetto a quelli con peso inferiore, mentre secondo quanto riferito da Kindlein et al. (2015) i polli con petto più voluminoso erano piuttosto soggetti a WB. Pertanto, le ricerche concordano sul fatto che il tasso di crescita sia un fattore determinante e strettamente correlato all'insorgenza delle miopatie.

Come mezzo in grado di correggere la curva di crescita, una risposta può derivare dalla manipolazione dell'energia metabolizzabile della dieta; tanto che alcune ricerche in questo contesto hanno dimostrato una riduzione di WS quando gli animali sono alimentati con diete a basso livello di energia, sebbene questa riduzione produca un effetto negativo sulle prestazioni in vivo degli animali.

I costi di alimentazione sono una spesa fondamentale per l'azienda che produce polli da carne, considerando che il fabbisogno energetico rappresenta circa il 70% dei costi totali dei mangimi. Di conseguenza, la quantità di energia contenuta nella dieta è un punto chiave nella formulazione dei mangimi, perciò si è ricorsi a delle modifiche per raggiungere una soglia energetica che stimoli le prestazioni dei broiler riducendo al contempo l'impatto negativo che può provenire da un accrescimento anormale.

Dalle prove di Kuttappan et al. (2012) si apprende che i broiler alimentati con diete a diverso livello di energia (alto: circa 3000 Kcal/Kg vs. Basso: circa 2800 Kcal/Kg) fino a 18 giorni di età, a parità di età, differivano in termini di peso vivo a causa del

diverso tasso di crescita e i petti provenienti da polli con una dieta più energetica erano più soggetti a WS rispetto ai broiler alimentati con dieta a bassa energia. In particolare, Kuttappan et al. (2012) hanno ottenuto una riduzione di WS grave (1,46% vs. 8,70%).

Anche in questo caso, la riduzione dell'incidenza di miopatie è stata possibile solo grazie a una riduzione importante dell'accrescimento, per cui i polli alimentati con diete a bassa energia hanno raggiunto un peso vivo finale inferiore rispetto al gruppo di controllo.

3.3 RESTRIZIONE ALIMENTARE

La restrizione alimentare può essere ottenuta sia in maniera diretta, tramite una riduzione della quantità di mangime somministrato agli animali, sia indirettamente limitando il numero di ore di luce a disposizione per l'alimentazione.

3.3.1 RAZIONAMENTO DIRETTO

In riferimento ai broiler, la restrizione diretta del mangime viene adottata per controllare l'insorgenza di alcuni disordini metabolici e malattie legate all'incremento del tasso di crescita nei genotipi selezionati (De Jong et al., 2012; Sahraei, 2012; Butzen et al., 2013). D'altra parte, i programmi alimentari dovrebbero garantire ugualmente prestazioni produttive e qualitative della carcassa come un'alimentazione in forma *ad libitum*. Ragione per cui, i livelli di restrizione, la durata e i tempi sono pensati per sfruttare nel miglior modo la crescita compensativa dell'animale nel periodo di re-alimentazione, puntando al miglioramento dell'ICA e assottigliando gli effetti negativi sulle performance di crescita, sui tratti della carcassa e sulla qualità della carne.

Un recente studio ha valutato l'effetto del razionamento dei broiler precoce (dai 13 ai 23 giorni di età) oppure tardivo (dai 27 ai 37 giorni di età) sulle prestazioni, la macellazione e le caratteristiche della carcassa, i tratti qualitativi della carne e le miopatie negli individui maschi appartenenti a diverse linee genetiche (Gratta, 2017). Naturalmente il razionamento del mangime influisce sull'andamento di crescita fino a quando questo viene ad essere utilizzato, la restrizione del mangime continua e limitata nel tempo da 7 a 42 giorni (Livingston et al., 2018) o la restrizione quantitativa del mangime (Meloche et al., 2018a) restringono il peso corporeo finale dei polli mentre migliorano l'ICA.

Il razionamento ha modulato il tasso di crescita dei broiler a razionamento precoce (0-22 giorni; restrizione da 13 a 22 giorni) e tardivo (23-47 giorni; restrizione da 23 a 37 giorni di età) rispetto a broiler alimentati *ad libitum*. Nel caso del gruppo razionato precocemente, il periodo di re-alimentazione è stato abbastanza lungo da permettere agli animali di esprimere una crescita compensatoria, in modo tale che il peso vivo finale e le prestazioni produttive globali (1-48 giorni) non differissero dai polli *ad libitum*. Questi risultati sono stati coerenti con le ricerche precedenti che hanno impiegato diversi piani e tecniche di restrizione (Urdaneta-Rincon e Leeson, 2002; Zhan et al., 2007; Butzen et al., 2013). Tuttavia, questo non è il caso dei polli sottoposti a restrizione tardiva, che hanno mostrato un peso corporeo finale e prestazioni complessive inferiori rispetto ai polli soggetti a restrizione precoce e alimentati *ad libitum*.

L'ICA complessivo non è stato influenzato dal trattamento anche perché probabilmente, la durata del periodo di re-alimentazione è stata così prolungata da diluire l'effetto positivo della crescita compensatoria nei broiler a razionamento precoce e così breve da non consentirne la piena espressione nei polli a restrizione tardiva (25 giorni nei primi e 11 giorni nei polli questi ultimi uccelli). Gli esiti tecnici ai fini della macellazione e sulle proprietà della carcassa sono stati in linea con i risultati di crescita e di peso vivo e, di conseguenza, dipendenti dalla velocità, dalla durata del periodo del razionamento stesso e della re-alimentazione.

Livingston et al. (2018) hanno osservato una resa in petto inferiore nei polli sottoposti a continua restrizione rispetto a quelli alimentati *ad libitum*, mentre Gratta et al. (2017), i polli più leggeri con razionamento tardivo mostravano un aumento della proporzione del *Pectoralis major*.

Gratta et al. (2017) hanno anche registrato nei broiler più leggeri con restrizione precoce una resa in petto minore rispetto a quelli alimentati *ad libitum*, in accordo con i risultati di Zhan et al. (2007) e Butzen et al. (2013). Ci si aspettava poi, che il controllo della crescita avesse delle ripercussioni sui livelli di incidenza di miopatie come pure sulla degenerazione delle fibre muscolari.

Come previsto, Livingston et al., (2018) hanno diminuito il tasso di WS (dal 90% al 41%) e WB (dal 95% all'86%), così come il loro grado (da 2,87 a 1,64 per WS e da 2,89 a 2,14 per WB) nei polli maschi a 42 giorni di età.

Meloche et al. (2018) hanno riportato una riduzione della gravità di WS e WB in broiler di diverse età (33, 43 e 50 giorni) sottoposti a restrizione alimentare (dal 95% all'85% del *ad libitum*).

Diversamente, quando ci si serviva di una restrizione alimentare precoce (da 13 a 21 giorni di vita) per prevenire le miopatie e preservare le prestazioni produttive, la presenza di WS sul petto in fase di macellazione (46 giorni) tendeva ad aumentare (Trocino et al., 2015), mentre la MFD era presente per circa il 97% dei casi analizzati, senza particolari distinzioni tra razionamento precoce e nutrizione *ad libitum* (Radaelli et al., 2017). Pertanto, le miopatie e la degenerazione di MFD si verificano presto e aumentano con l'età dei polli, da 1,25 a 1,88 e 2,42 da 22 giorni a 36 e 48 giorni di vita, rispettivamente, ma sono state osservate anche in età più precoci: 14 giorni (Radaelli et al., 2017), 16 giorni (Griffin et al., 2018) e 18 giorni (Sihvo et al., 2017).

Radaelli et al. (2017) hanno constatato che la frequenza di MFD viene mantenuta sotto controllo fintanto che i polli sono sottoposti a razionamento, ma questi effetti svaniscono presto alla ripresa dell'alimentazione a volontà.

Infine, nel grafico mostrato in Figura 3.2, si riportano gli esiti dell'esperimento di Boscolo (2014) che mette in confronto i vari livelli di WS riscontrati nei broiler sottoposti ad un trattamento di razionamento dell'80%, eseguito dai 13 ai 21 giorni di età e broiler alimentati *ad libitum*.

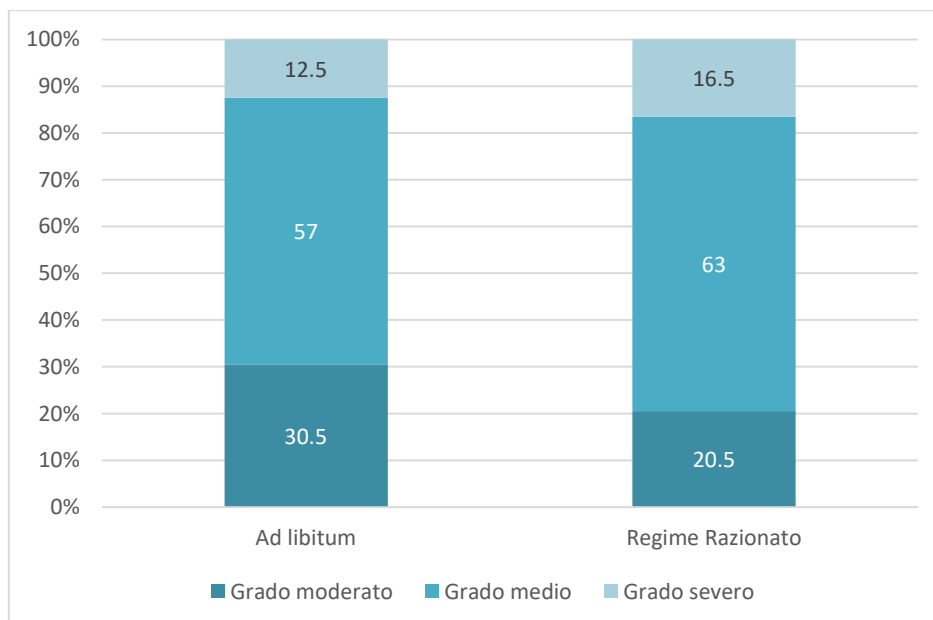


Figura 3.2. Relazione tra il sistema di alimentazione di polli alimentati *ad libitum* o razionati all'80% con il grado di miopatia corrispondente. Modificato da Boscolo (2014)

3.3.2 RAZIONAMENTO INDIRETTO

Gestire il fotoperiodo modulando i cicli e i ritmi circadiani non è una pratica semplice, ma il presupposto secondo Classen et al. (1991) è quello che, alternando periodi di oscurità più lunghi a periodi di luce più brevi si può controllare l'assunzione di cibo impedendo il regolare accesso al mangime. L'effetto di questo tipo di gestione sull'incidenza di WS o WB non è ancora stato studiato in modo approfondito.

In un recente studio, polli broiler Cobb 500 e Ross 308 sono stati sottoposti allo stesso programma di fotoperiodo dal primo giorno (24 ore di luce) al giorno 9 di età (riduzione graduale da 24 a 18 ore di luce) (Gratta, 2017). Successivamente, in una stanza è stata conservata la fascia oraria "standard", mentre nella seconda stanza il periodo di luce è stato ridotto a 16 ore (fino a 10 giorni) e poi a 14 ore (da 11 a 45 giorni), e in base al periodo di riferimento sono stati forniti quattro tipi di piani alimentari a seconda dell'età degli animali.

Il fotoperiodo ha influito sul peso vivo degli animali in prova, già dopo i 9 giorni i polli sottoposti a 18 ore di luce risultavano essere più pesanti in confronto a quelli con sole 14 ore di luce (644 g contro 617 g), e questa differenza di peso vivo si è mantenuta fino alla fine della prova. La riduzione della luce potrebbe essere considerata una buona strategia per realizzare un trattamento di restrizione alimentare. Come già accennato, dalla seconda settimana di allevamento, il gruppo di broiler sottoposto a 14 ore di luce ha evidenziato una riduzione dei consumi dell'8% rispetto al gruppo con fotoperiodo standard (18 ore di luce), anche se questa differenza è diminuita con l'età dei polli, mitigando così il divario tra i due trattamenti. Il fotoperiodo è stato importante ai fini dei risultati di macellazione e qualità della carcassa. Gli animali sottoposti a un fotoperiodo ridotto (14 ore di luce) hanno mostrato un peso minore al macello (-6%) e un peso della carcassa inferiore (-6%). I polli sottoposti a fotoperiodo ridotto avevano carne più tenera (2,20 kg/g contro 2,64 kg/g); ma non solo, il fotoperiodo ha inciso anche sulla composizione chimica.

La carne dei polli con un periodo di oscurità più lungo possedeva un alto contenuto di acqua (75,7% vs 75,3%), un minor contenuto di ceneri (1,06% vs 1,09%) ed estratto etero (1,87% vs 2,29%), mentre la proteina grezza è rimasta invariata.

Passando alle miopatie, l'incidenza è stata piuttosto accentuata se riferita a WS (intorno al 77%), mentre l'incidenza di WB è stata riscontrata sul 6,25% delle carcasse ispezionate.

Allevare i broiler con sole 14 ore di luce, ha comportato il calo dell'incidenza di WS in generale (64,6% vs 89,5%) e di grado severo in particolare (18,8% vs 37,9%); va precisato però che la presenza di questa anomalia ha avuto un modesto effetto sugli aspetti reologici e sul pH della carne.

Analizzando la WS, si è osservato che la carne affetta in maniera grave aveva un pH superiore alla carne priva di alterazioni (5,89 contro 5,99) (Gratta, 2017). Alcuni autori parlano di un aumento del pH e di un peggioramento della composizione chimica della carne colpita e Petracci et al. (2014b) riporta che la carne con WS presenta anche un aumento dei lipidi. Viceversa, la WB ha modificato molto la qualità reologica della carne delineando una significativa riduzione dell'indice di giallo, un aumento della perdita di cottura (27,6% vs 34,2%) e della forza di taglio (2,90 kg/g vs 3,70 kg/g) (Gratta, 2017). Gli animali sottoposti ad un fotoperiodo più breve avevano un tasso di crescita e un peso vivo inferiori perché ingerivano meno alimento.

Diminuire la durata della luce, dunque, si traduce in un effetto positivo sull'aspetto della conversione alimentare e sulla riduzione dell'insorgenza di WS.

3.3.3 LA SCELTA DEL GENOTIPO

Secondo Gratta (2017), il tasso di crescita è maggiore nei polli Cobb rispetto ai Ross (72,5 g/d vs 69,9 g/d), così come l'assunzione del mangime è maggiore nei broiler di genotipo Cobb 500 (+5%), che tuttavia sono caratterizzati da una conversione del mangime meno efficiente (1,62 vs 1,61). Nei risultati di post-macellazione, è stato notato che le rese delle carcasse di Cobb 500 erano più pesanti di quelle di Ross (2.366 g contro 2.276 g) e anche la resa del petto è stata maggiore nel genotipo Cobb (41% contro 38,8%).

Trocino et al., (2015) hanno registrato un'incidenza simile di WS (74,5%) e un'incidenza maggiore di WB (24,3%).

Secondo quanto riportato dall'esperimento svolto da Boscolo (2014), il peso dei pulcini Ross 308 è minore rispetto a quello di Ross 708 già al momento dell'arrivo in allevamento (50 g contro 53 g), ma alla fine del periodo di allevamento i 308 hanno superato in termini di peso i Ross 708 (3207 g vs 3130 g) (Tabella 3.7). Le prestazioni dei due tipi genetici si sono diversificate nel corso della prova e nei due periodi: nel primo periodo i polli Ross 308 hanno manifestato minori consumi alimentari (56,3 g/d vs 57,7 g/d) e migliori indici di conversione rispetto ai Ross 708 (1,31 vs 1,34) a parità

di accrescimento. Nel secondo periodo, i Ross 308 hanno espresso un maggiore ritmo di accrescimento (95,1 g/d vs 91,8 g/d) e, a parità di consumi alimentari, un migliore indice di conversione alimentare (1,76 contro 1,83; $P < 0,001$) (Tabella 3.1).

Tabella 3.1. Effetto del tipo genetico sulle prestazioni produttive. Modificata da Boscolo (2014).

	Genotipo	
	Ross 308	Ross 708
<i>Peso, g</i>		
1 giorno	50	53
22 giorni	952	949
46 giorni	3207	3130
<i>Primo periodo (fino a 22 d)</i>		
Accrescimento giornaliero, g/d	43,0	42,7
Consumo mangime, g/d	56,3	57,7
I.C.A.	1,31	1,34
<i>Secondo periodo (23-46 d)</i>		
Accrescimento giornaliero, g/d	95,1	91,8
Consumo mangime, g/d	166,4	166,7
I.C.A.	1,76	1,83
<i>Totale (1-46 d)</i>		
Accrescimento giornaliero, g/d	71,0	69,2
Consumo mangime, g/d	110	111
I.C.A.	1,56	1,61

Le nette differenze osservate nel secondo periodo hanno influenzato i risultati dell'intero periodo di sperimentazione, a favore dei Ross 308 rispetto ai Ross 708 (Tabella 3.1). Dall'analisi dei dati settimanali, nell'ultima settimana di prova, il genotipo Ross 308 è stato capace di mantenere un ritmo di accrescimento superiore a quello dei Ross 708 (91,6 g/d vs 83,0 g/d). Al momento della macellazione, le differenze di peso vivo fra Ross 308 e Ross 708 si sono riscontrate anche nel peso della carcassa, senza evidenziare rilevanti differenze nelle rese e nell'incidenza del petto. Gli effetti generati dal tipo genetico sulla qualità della carne si sono manifestati in un maggiore pH del *Pectoralis major* nel caso dei Ross 308 (5,89 vs 5,85) accompagnato da una minore luminosità (45,3 vs 46,2) e da maggiori perdite di scongelamento (10,7% vs 9,59%).

In quanto alle miopatie, la percentuale di polli esenti da WS è variata dal 26% dei Ross 308 al 25% dei Ross 708, ma la gravità della miopatia è risultata tendenzialmente diversa nei due tipi genetici, con una miopatia moderata nel 64,6% dei Ross 308 e nel

55,4% dei Ross 708 e una miopatia severa nel 9,5% dei Ross 308 e nel 19,5% dei Ross 708 (Figura 3.3).

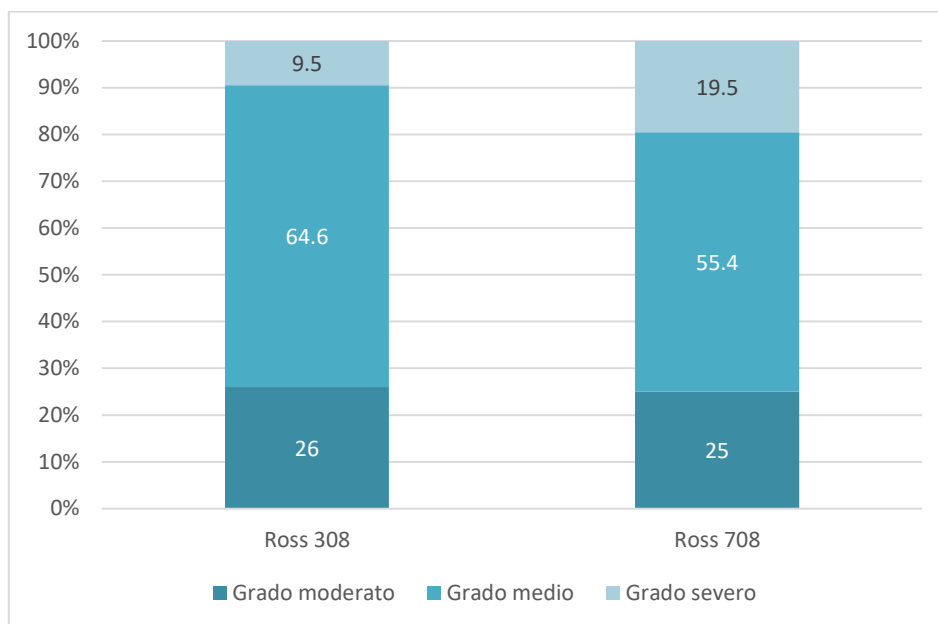


Figura 3.3. Relazione dei differenti gradi di miopatia (WS) in riferimento dei due genotipi: Ross 308 Ross 708. Modificato da Boscolo (2014).

CAPITOLO 4:

CONCLUSIONI E PROSPETTIVE FUTURE

Il problema principale che accomuna White Stripe e Wooden Breast è la mancanza di uno specifico strumento idoneo a prevedere la comparsa delle miopatie negli animali ancora da vivi. Questo sarebbe un passaggio fondamentale che permetterebbe di riconoscere la presenza delle miopatie dei polli da vivi e di valutarne con precisione l'effetto degli ingredienti impiegati nella dieta, delle condizioni ambientali e di gestione e dell'influenza delle diverse linee genetiche assunte nei programmi d'incrocio.

Ad oggi, la strada da intraprendere per abbassare l'incidenza di miopatie è quella di cercare di partire dall'alimentazione degli animali e focalizzarsi in un'ottica che si indirizza nella conoscenza dell'origine delle materie prime e soprattutto su quegli elementi da utilizzare nel processo di impostazione delle razioni.

Una risposta può derivare dall'impiego delle corrette risorse che per le loro caratteristiche possano, se somministrate nella giusta dose, decretare un accrescimento lineare ed il raggiungimento di un minor peso finale nel breve periodo, in questa maniera si riesce anche indirettamente diminuire l'incidenza o l'entità in cui appaiono molte miopatie, White Stripe e Wooden Breast per primi.

Un'altra questione è quella del controllo dei fattori ambientali che possono andare ad influire sui ritmi giornalieri e vitali degli animali.

Come proposto nel precedente capitolo, gestire le varie ore di luce e di buio può essere decisivo se l'obiettivo è quello di realizzare un minor tasso di crescita e peso vivo finale e una riduzione delle miopatie; ma non è ancora una soluzione sufficientemente investigata.

CAPITOLO 5:

BIBLIOGRAFIA

- Allen** C.D. 1997, Anton P., Avendano S., Bailey R., Bilgili S., Canela L., Corzo A., Fancher B., French N., Nicholson D., Pearson D., Rossi L., Thomson A., Thomson S., Breast Musclic Myopathies 2019, Aviagen.
- Alnahhas** N., Berri C., Boulay M., Baeza E., Jegu Y., Baumard Y., Chabault M., Le Bihan-Duval E., 2014. Selecting broiler chickens for ultimate pH of breast muscle: analysis of divergent selection experiment and phenotypic consequences on meat quality, growth, and body composition traits *Journal of Animal Science* 92:3816-3824.
- Anton** P., Avendano S., Bailey R., Bilgili S., Canela L., Corzo A., Fancher B., French N., Nicholson D., Pearson D., Rossi L., Thomson A., Thomson S., 2019. Breast Musclic Myopathies 2019, Aviagen.
- Bailey** R.A., Watson K.A., Bilgili S.F., Avendano S., 2015. The genetic basis of pectoralis major myopathies in modern broiler chicken lines. *Poultry Science* 94:2870-2879.
- Baldi** G., Soglia F., Mazzoni M., Sirri F., Canonico L., Babini E., Laghi, Cavani C., and Petracci M. (2017). Implications of white striping and spaghetti meat abnormalities on meat quality and histological features in broiler. *Animal*, 17: 1-10.
- Barbut** S. e **Zhang**, L 2005 Rheological characteristics of fresh and frozen PSE, normal and DFD chicken breast meat. *Br. Poult. Sci.* 46:687–693.
- Bilgili** S.G. 2016. Breast muscle abnormalities in broiler chickens. AAAP White Paper.
- Boscolo** C., 2008. Effetto di tipo genetico, sesso e sistema di alimentazione su prestazioni produttive e qualità della carne nel broiler, 2014. Relatore: Trocino A. Correlatore: Xiccato G., Dipartimento di Agronomia Animali Alimenti Risorse Naturali e Ambiente. Corso di laurea in Scienze e Tecnologie animali. Facoltà di Agraria e facoltà di medicina veterinaria. Università degli Studi di Padova.
- Butzen** F.M., Ribeiro A.M.L., Vieira M.M., Kessler A.M., Dadalt J.C., Della M.P., 2013. Early feed restriction in broilers. I-Performance, body fraction weights, and meat quality. *Journal of Applied Poultry Research* 22:251-259.
- Cavani** C., **Petracci** M., 2008. Qualità della carne di coniglio. In: I. Romboli, M. Marzoni Fecia di Cossato, A. Schiavone, L. Zaniboni, S. Cerolini (eds.) *Avicoltura e Coniglicoltura*. Le Point Veterinaire Italie, Milano, Italy. pp. 503-517.
- Classen** H.L. Riddell C., Robinson F.E., 1991. Effect of increasing photoperiod length on performance and health of broiler chickens. *British Poultry Science* 32:21-29.
- Cruz** R.F.A., Vieira S.L. Kinlein L., Kipper M., Cemin H.S., Rauber S.M., 2017. Occurrence of white striping and wooden breast in broilers fed grower and finisher diets with increasing Lysine levels. *Poultry Science* 96:501-510.
- Dalle Zotte** A., Cecchinato M., Quartesan A., Bradanovic J., Tasoniero G., and Puolanne E. 2014. How does “Wooden Breast” myodegeneration affect poultry meat quality? *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal* 22: 476-479

- Dalle Zotte** A., Tasoniero G., Poulanne E., Remignon H., Cecchinato M., Catelli E., Cullere M., 2017. Effect of “wooden breast” appearance on poultry meat quality, histological traits, and lesions characterization. *Czech Journal of Animal Science* 62:51-57.
- De Jong** I., Berg C., Butterworth A., Estevéz I., 2012. Scientific report updating the EFSA opinions on the welfare of broilers and broiler breeders. Supporting Publications 2012EN-295:1–116.
- Desai** M.A., Jackson V., Zhai W., Suman S.P., Nair M.N., Beach C.M., and Schilling, M.W. 2016. Proteome basis of pale, soft and exudative-like (PSE-like) broiler breast (*Pectoralis major*) meat. *Poultry Science*. 95: 2696-2706
- Duclos** M.J., Berri C., Le Bihan-Duval E., 2007. Muscle growth and meat quality. *Journal of Applied Poultry Science* 16:107-112.
- Gondret** F., **Hernández** P., 2006. Rabbit meat quality. In: L. Maertens, P. Coudert (eds.) *Recent Advances in Rabbit Sciences*. ILVO, Melle Belgium. pp. 269-290.
- Gotardo** L.R.M., Vieira P.B., Marchini C.F.P., Nascimento M.R.B.D.M., Antunes R.C., Guimaraes E., Bueno J.P., Santos D.B. 2015. Cyclic heat stress in broilers and their effects on quality of chicken breast meat. *Acta Scientiae Veterinariae*, 43, 1-5.
- Gratta** F., 2017, Strategies for controlling myopathies and characterization of meat quality in broiler chickens, 2017. Relatore: Xiccato G. Correlatore: Trocino A. Department of Agronomy Food Natural Resources Animals and Environment. Course in Animal and Food Science. Università degli Studi di Padova.
- Griffin** J.R., Moraes L., Wick M., Lilburn M.S., 2018. Onset of white striping and progression into wooden breast as defined by myopathic changes underlying *Pectoralis major* growth. Estimation of growth parameters as predictors for stage of myopathy progression. *Avian Pathology* 47:2-13.
- Havenstein** G.B., Ferket P.R., Qureshi M.A., (2003). Growth, livability, and feed conversion on 1957 versus 2001 broilers when fed representative 1957 and 2001 broiler diets. *Poultry Science* 82: 1500-1508.
- Jacob** T. 2013, Natalia Sachs J., Angela R. Hampton, Kimberley K. Foster, Monica Y. Pechanec, John D. Henderson, Annie J. King, Michael J. Mienaltowski. The effects of an alternative diet regimen with natural methionine ingredients on white striping breast myopathy in broiler chickens, 2019. Elsevier, pp: 413-421.
- Khajali** F. e **Wideman** R.F., 2010. Zampiga M., *Soglia F., *Petracci M., *Meluzzi A., *Sirri F. Effect of different arginine-to-lysine ratios in broiler chicken diets on the occurrence of breast myopathies and meat quality attributes, 2019. Elsevier, pp. 2691-2697.
- Kindlein** L., Lorscheitter L. M., Ferreira T. Z., Sesterhenn R., Rauber S., Soster P., Vieira S., 2015. Occurrence of wooden breast in broilers breast fillets in different weights. *Poultry Science* 94 (E-Suppl. 1):160.
- Kuttappan** V.A. 2012. Meloche K.J., Fancher B.I., Emmerson D.A., Bilgili S.F., Dozier W.A. Effects of reduced dietary energy and amino acid density on *Pectoralis major* myopathies in broiler chickens at 36 and 49 days of age. *Poultry Science*, 2018.

- Livingston** M.L., Landon C., Barnes H.J., Brake J., 2018. White striping and wooden breast myopathies of broiler breast muscle is affected by time-limited feeding, genetic background, and egg storage. *Poultry Science* 97:333, <https://doi.org/10.3382/ps/pey333>
- Lorenzi** M., Mudalal S., Cavani C., Petracci M., 2014. Incidence of white striping under commercial conditions in medium and heavy broiler chickens in Italy. *Journal of Applied Poultry Research* 23:1–5.
- Meloche** K.J., Zampiga M., *Soglia F., *Petracci M., *Meluzzi A., *Sirri F. 2018. Effect of different arginine-to-lysine ratios in broiler chicken diets on the occurrence of breast myopathies and meat quality attributes, 2019
- Meloche** K.J., Fancher B.I., Emmerson D.A., Bilgili S.F., Dozier W.A., 2018a. Effects of quantitative nutrient allocation on myopathies of the Pectoralis major muscles in broiler chickens at 32, 43, and 50 days of age. *Poultry Science* 97:1786-1793.
- Mudalal** S., Babini E., Cavani C., and Petracci, M. 2014. Quality and functionality of protein fractions in chicken breast filets affected by white striping. *Poultry Science*. 93: 2108-2116
- Mudalal** S., Lorenzi M., Soglia F., and Cavani C. 2015 Implications of white striping and wooden breast abnormalities on quality traits of raw and marinated chicken meat. *Animal*, 9: 728-734
- Soglia** F., Mudalal S., Babini E., Di Nunzio M., Mazzoni M., Sirri F., Cavani C., and Petracci, M. 2015. Histology, composition, and quality traits of chicken Pectoralis major muscle affected by wooden breast abnormality. *Poultry Science*, 95: 651+659.
- Petracci** M., Cavani, C. 2008. Qualità della carne di coniglio. In: I. Romboli, M. Marzoni Fecia di Cossato, A. Schiavone, L. Zaniboni, S. Cerolini (eds.) *Avicoltura e Coniglicoltura*. Le Point Veterinaire Italie, Milano, Italy. pp. 503-517.
- Petracci** M., Cavani C., 2012. Muscle growth and poultry meat quality issues. *Nutrients* 4: 1-12.
- Petracci** M., Mudalal S., Bonfiglio A., and Cavani C. 2013. Occurrence of white striping under commercial conditions and its impact on breast meat quality in broiler chickens. *Poultry Science*. 92: 1670-1675
- Petracci** M., Mudalal S., Babini E., Cavani C., 2014. Quantity and functionality of protein fractions in chicken breast fillets affected by white striping. *Poultry Science* 93:2108-2016.
- Petracci** M., Lorenzi M., Mudalal S., Cavani C., 2014. Incidence of white striping under commercial conditions in medium and heavy broiler chickens in Italy. *Journal of Applied Poultry Research* 23:1–5.
- Petracci** M., Mudalal S., Lorenzi M., Soglia F., Cavani C. 2014. Implications of white striping and wooden breast abnormalities on quality traits of raw and marinated chicken meat. *Animal*:1-7.
- Petracci** M., Trocino A., Piccirillo A., Birolo M., Radaelli G., Bertotto D., Filiou E., Xiccato G., 2015. Effect of genotype, gender and feed restriction on growth, meat quality and the occurrence of white striping and wooden breast in broiler chickens. *Poultry Science* 94:2996-3004.

- Radaelli G.**, Piccirillo A., Birolo M., Bertotto D., Gratta F., Ballarin C., Vascellari M., Xiccato G., Trocino A., 2017. Effect of age on the occurrence of muscle fiber degeneration associated with myopathies in broiler chickens submitted to feed restriction. *Poultry Science* 96:309-319.
- Sachs N.**, J., Angela R. Hampton, Kimberley K. Foster, Monica Y. Pechanec, John D. Henderson, Annie J. King, Michael J. Mienaltowski., 2019. The effects of an alternative diet regimen with natural methionine ingredients on white striping breast myopathy in broiler chickens, 2019. Elsevier, pp: 413-421.
- Sahraei M.**, 2012. Feed restriction in broiler chickens production: a review. *Global Veterinaria* 8:449–458. SAS Institute. 2009. The SAS/STAT 9.2 User's Guide. SAS Inst. Inc., Cary, NC.
- Sahraei M.**, 2012. Feed restriction in broiler chickens production. *Biotechnology in animal husbandry* 28:333-352.
- Schönfeldt H.C.**, **Gibson N.**, 2008. Changes in the nutrient quality of meat in an obesity context. *Meat Science* 80: 20-27.
- Sihvo H.K.**, Immonen K., Puolanne E., 2014. Myodegeneration with fibrosis and regeneration in the pectoralis major muscle of broilers. *Veterinary Pathology* 51:619-623.
- Sihvo H.K.**, Lindén J., Airas N., Immonen K., Valaja J., Puolanne E., 2017. Wooden breast myodegeneration of pectoralis major muscle over the growth period in broilers. *Veterinary Pathology* 54:119-128.
- Trocino A.**, Piccirillo A., Birolo M., Radaelli G., Bertotto D., Filiou E., Petracci M., Xiccato G., 2015. Effect of genotype, gender and feed restriction on growth, meat quality and the occurrence of white striping and wooden breast in broiler chickens. *Poultry Science* 94:2996-3004.
- Urdaneta-Rincon M.**, **Leeson S.**, 2002. Quantitative and qualitative feed restriction on growth characteristics of male broiler chickens. *Poultry Science* 81:679-688.
- Zaniboni L.** e **Cerolini S.**, 2008. Qualità, valore nutritivo e commercializzazione della carne avicola. In: Romboli I., Marzoni Fecia di Cossato M., Schiavone A., Zaniboni L., Cerolini S., *Avicoltura e coniglicoltura. Le Point Vétérinaire Italie*, Milano, pp. 356-367.
- Zhan X.A.**, Wang M., Ren H., Zhao R.Q., Li J.X., Tan Z.L., 2007. Effect of early feed restriction on metabolic programming and compensatory growth in broiler chickens. *Poultry Science* 86:654-60.

SITOGRAFIA

- Aviagen Italia**, 2014. <http://eu.aviagen.com/language-mini-site/show/it/search?Language=9&MiniSite=it&sort=date>
- Il corriere della sera**, 2019. Orsola Riva. Immagine tratta da: Growth, efficiency, and yield of commercial broilers from 1957, 1978, and 2005. Disponibile a: https://www.corriere.it/scuola/medie/19_dicembre_09/come-fa-pulcino-pesare-4-chili-borracce-greta-petto-pollo-a3dae038-1a67-11ea-ad77-fa161de046d9.shtml

Il fatto alimentare, 2016. Paola Emilia Cicerone, Tutti i segreti dei polli venduti al supermercato. Macellati dopo 35 o 120 giorni? A crescita lenta o veloce? Allevati in capannoni chiusi o aperti? Cambia il prezzo e anche il sapore. Disponibile a: <https://ilfattoalimentare.it/polli-da-carne-italia-broiler.html>

Profilo aminoacidico degli alimenti, My Personal Trainer, 2019. Gli aminoacidi limitanti. Disponibile a: https://www.mypersonaltrainer.it/profilo_aminoacidico.htm

Project inVictus, 2021. Grassi: cosa sono, quali sono e che funzione hanno? Disponibile a: <https://www.projectinvictus.it/grassi/>

Ross 308 Broiler: Obiettivi di Performance, 2014. Disponibile a: http://pt.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Italian_TechDocs/Ross-308-Broiler-PO-2014-IT.pdf

UNAITALIA, (2021): dati dei consumi di carne a carattere mondiale e nazionale. Disponibile a: <https://www.unaitalia.com/filiera-avicola/>