

1. Bovini.

Il numero minimo di animali da controllare annualmente per qualsiasi tipo di residuo o sostanza deve essere almeno pari allo 0,4 per cento dei bovini macellati l'anno precedente, con la seguente suddivisione:

Categoria A: 0,25% ripartiti come segue:

- la metà dei campioni deve essere prelevata nell'allevamento su animali vivi; in deroga, il 25% dei campioni analizzati per la ricerca delle sostanze della categoria A 5 possono essere prelevati da materiali appropriati (alimenti per animali, acqua di abbeveraggio....);

- la metà dei campioni deve essere prelevata nel mattatoio.

Ciascuna sottocategoria della categoria A deve essere verificata ogni anno su un minimo del 5% del numero totale di campioni da raccogliere per la categoria A.

Il rimanente deve essere attribuito secondo l'esperienza e le informazioni di cui dispone lo Stato membro.

Categoria B: 0,15%.

Il 30% dei campioni deve verificare le sostanze della categoria B1.

Il 30% dei campioni deve verificare le sostanze della categoria B2.

Il 10% dei campioni deve verificare le sostanze della categoria B3.

Il rimanente deve essere attribuito secondo la situazione dello Stato membro.

2. Suini.

Il numero di animali da sottoporre a controllo annualmente per qualsiasi tipo di residui o sostanze deve essere almeno pari allo 0,05% dei suini macellati l'anno precedente, con la seguente suddivisione:

Categoria A: 0,02 %.

Per gli Stati membri che procedono al prelievo di campioni nel mattatoio, devono essere effettuate, a livello dell'azienda, analisi complementari circa l'acqua potabile, gli alimenti per gli animali, gli escrementi o qualsiasi altro parametro appropriato.

In questo caso, il numero minimo di allevamenti suini da visitare annualmente deve rappresentare almeno un allevamento per 100.000 suini macellati l'anno precedente.

Ciascuna sottocategoria della categoria A deve essere verificata ogni anno su un minimo del 5% del numero totale di campioni da raccogliere per la categoria A.

Il rimanente sarà attribuito secondo l'esperienza e le informazioni di cui dispone lo Stato membro.

Categoria B: 0,03%.

Deve essere seguita la stessa suddivisione per le sottocategorie previste per i bovini. Il rimanente sarà attribuito secondo la situazione dello Stato membro.

3. Montoni e capre.

Il numero di animali da sottoporre a controllo per qualsiasi tipo di residuo o sostanza deve essere almeno pari allo 0,05 % dei montoni e capre di età superiore a tre mesi macellati l'anno precedente, con la seguente suddivisione:

Categoria A: 0,01%.

Ogni sottocategoria della categoria A deve essere verificata annualmente su un minimo del 5% del numero totale dei campioni da raccogliere per la categoria A.

Il rimanente sarà attribuito secondo l'esperienza e le informazioni di cui dispone lo Stato membro.

Categoria B: 0,04%.

Tabella 1 - Informazioni indicative di possibili trattamenti illeciti

Sostanza	Esame clinico	Organo/ Matrice	Visita ispettiva		Esami collaterali
			Esame anatomico - patologico	Esame Istopatologico	
A1 e A3 Sostanze ad attività estrogena	Animali impuberi: F: • edema vulvare, • sviluppo mammario con allungamento dei capezzoli • secr. Lattea (a volte) M: • testicoli ridotti • aumentato volume dei capezzoli	Ovaio	Atrofia ovarica (animale impubere)		
		Utero	Aumento volume (animale Impubere)		
		Ghiandole del Bartolino		Metaplasia squamosa	
		Prostata e gh. sess. secondarie Testicolo		Metaplasia squamosa	
A2 Agenti Antitiroidei		Tiroide	Iperplasia: vitelli > 35-45 g bovini fino a 400-500 g	• Proliferazione cellul. fino a scomparsa del lumé • Evidente stasi colloidale senza pluristratif. cellulare	
		Apparato gastroenterico	Replezione dei Prestomaci ed intestino		
		Tess. cutaneo e muscolare	Ritenzione idrica		
A3 Cortisonici	• Immunodepressione • sviluppo infezioni latenti • emorragie • diarrea con melena	Surrene	Tumefatto, edematoso, con aumento della midollare e riduzione della corticale	• Corticale: zona fascicolata reticolare ridotte. • Midollare: edema diffuso	
		Apparato gastroenterico	Ulcere		
		Carcassa e parenchimi	Infiltraz. adipose e atrofia Midollo osseo (ossa lunghe)		Confronto tra il peso a caldo e a freddo: perdita di peso carcassa > 3.5%
			All'esame ispettivo riscontro di fragilità capillare con petecchie		Analisi serie bianca WBC Formula leucocitaria: linfociti < 40 %

ALCUNI PRINCIPI ATTIVI UTILIZZATI A SCOPO ANABOLIZZANTE / PER FAVORIRE L'INCREMENTO PONDERALE

<div> Sostanze anti ormonali </div> <div> Ripartitori di energia </div>	✱	Steroidi naturali (Ormoni sessuali)	- AZIONE ESTROGENA: 17 β -Estradiolo, estrone, estriolo - AZIONE ANDROGENA: Testosterone, diidrotestosterone - AZIONE GESTAGENA: 17 α -OH-Progesterone
	✱	Steroidi di sintesi	- AZIONE ESTROGENA: Estradiolo benzoato (valerianato, ciclopentilpropionato, esaidrobenzoato), etinilestradiolo - AZIONE ANDROGENA 17 β -19-Nortestosterone, trenbolone, metiltestosterone, boldenone, stanozololo - AZIONE GESTAGENA: Megestrol acetato, melengestrol acetato, medrossiprogesterone acetato altrenogest, flugestone acetato, norgestomet
	✱	Sostanze ormonali non steroidee	- AZIONE ESTROGENA: Dietistilbestrolo, Esestrolo, Dienestrol, Zeranolo - ORMONI PEPTIDICI: ormone della crescita
		Cromo	
		Tireostatici	- Tiouracile - Metiltiouracile - Propiltiouracile - Feniltiouracile - Tapazolo
		β-agonisti	- Clenbuterolo - Mabuterolo - Cimaterolo - Salbutamolo - Terbutalina - Carbuterolo - Tulobuterolo - Mapenterolo - Fenoterolo
		Corticosteroidi (di sintesi)	- Desametasone - Betametasone - Flumetasone - Triamcinolone - Prednisone - Prednisolone

Lo Zeralenone (o Zearalenone o Zearanol) è una micotossina prodotta da miceti (il Fusarium), avente marcata azione sull'utero, sulla vagina e dante ginecomastia.

Il Fusarium contamina i cereali a raccolta tardiva, specie il mais. Tali sostanze sono spesso somministrate in associazione tra loro (\leftrightarrow). Gli auxinici del tipo suddetto vengono somministrati, singoli o in associazione fra loro, come soluzione o sospensioni, per via parenterale; come sostanze solide per via orale, col mangime; se polveri o compresse, sottocute; allora in tal caso, sono detti impianti, la cui caratteristica è quella di dare una liberazione lenta e continua e quindi un effetto più regolare e prevedibile cioè con minor rischio (es. acetato di Trembolone e Zearanol).

Si è visto che le proprietà auxiniche degli ormoni, sono soprattutto convenienti nel vitello da latte: l'aumento ponderale in toto va dal 5 al 10% ma con le associazioni di auxinici gli incrementi ponderali ottenuti in vitelloni e in manzi sono anche del 15, 20 e 30%. I migliori risultati zootecnici si sono avuti in specie bovine, suine e nei tacchini anche se in linea di massima l'uso di auxinici in animali di piccola taglia, sia scarsamente di convenienza.

Nella tabella seguente viene esemplificata la somministrazione di auxinici, come sostanze singole, e indicando la specie animale, se ne evidenzia l'eventuale incremento ponderale indotto.

L'auxinico Zearanol, somministrato per impianti sottocutanei, a vitelli, manzi e vitelloni, ottiene un incremento ponderale del 10%. Somministrato ad agnelli e a polli, ottiene scarsa efficacia.

Il DES somministrato in genere per impianto sottocutaneo o con l'alimento, ottiene effetti limitati, nel vitello, nulli nel pulcino. Buoni, negli agnelli e nei vitelloni dove per impianto sottocute si hanno incrementi ponderali del 5-11%.

L'acetato di trembolone, somministrato a ruminanti, per impianti sottocutanei, ha dato buoni incrementi ponderali.

Nella tabella successiva viene esemplificata la somministrazione di auxinici in associazione. TBA e estradiolo, associati in genere somministrati sottocute o per via alimentare, danno effetti variabili: da un incremento ponderale del 7-12% per i suini, quello del 15% per gli agnelli e del 15-30% per vitelloni e manzi.

Tba e Zearanol, associati e somministrati per via sottocutanea, danno nei manzi buoni incrementi ponderali.

Sostanze singole

Ormone	Specie animale	Modalità somministrazione	Dose	Effetti zootecnici	Bibliografia
Zearanol (ZEA)	Vitelli	Impianti sottocutanei	24-36 mg	Incrementi ponderali di circa il 10%	Istisan 24
Zearanol	Manzi e vitelloni	Impianti sottocutanei	36 mg	Incrementi ponderali di circa il 10%	"
Zearanol	Agnelli interi e castrati	Impianti sottocutanei una o due volte con intervallo di un mese	12 mg	Scarso effetto su animali integri, maggiori incrementi ponderali sui castrati	"
Zearanol	Polli	Impianti sottocutanei	12 mg	Limitati incrementi ponderali	"
Diethyl-silbestrolo (DES)	Vitelli	Impianti sottocutanei	n.s.	Limitati incrementi ponderali	"
Diethyl-silbestrolo	Vitelloni	Impianti sottocutanei ripetuti due volte	13-36 mg	Incrementi ponderali dal 5% all'11%	"
Diethyl-silbestrolo	Vitelloni	Alimentazione	10 mg/kg di ingrasso	Buoni incrementi ponderali	"
Diethyl-silbestrolo	Agnelli castrati	Impianti sottocutanei ripetuti due volte	6 mg	Buoni incrementi ponderali. La doppia somministrazione non dà migliori risultati rispetto alla singola	"
Diethyl-silbestrolo	Pulcini	Alimentazione per due settimane	50 mg/kg di mangime	Nessun vantaggio	"
Acetato di Trembolone	Ruminanti	Impianti sottocutanei	n.s.	Uguali rispetto agli altri ormoni gli effetti di incrementi ponderali. Non da l'inconveniente del prollasso uterino nelle femmine	

B-AGONISTI: ILLECITO IMPIEGO E RISCHI PER IL CONSUMATORE

ORNELLA MIRIZZI - GIOVANNI PAGLIARULO

U.S.L. BA/18 - Putignano (BA)

GIUSEPPINA TANTILLO

Istituto di Ispezione degli Alimenti - Facoltà di Medicina Veterinaria - Università degli Studi di Bari

Allo scopo di incrementare le produzioni degli animali da carne una nuova categoria di anabolizzanti va soppiantando negli allevamenti zootecnici le altre sostanze ad azione ormonale ed antiormonale. I β -agonisti vengono anche indicati come "ripartitori di energia" in quanto determinano un aumento delle sintesi proteiche muscolari ed una spiccata riduzione dei depositi adiposi.

Infatti il loro impiego in campo zootecnico per incrementare le produzioni di carne bovina, suina, ovina e di pollo è in continua espansione. Sono somministrabili in piccolissime dosi e per via orale con l'alimento consentendo in breve tempo, con risparmio del consumo alimentare e riduzione dei costi di gestione, di ottenere quanto, solo attraverso piani di selezione genetica e particolari tecnologie di allevamento, si può avere. In particolare nel caso dell'allevamento del suino si va incontro alla richiesta del mercato ottenendo carne magra.

I β -agonisti sono sostanze ad elevata attività farmacologica con azione sui recettori β_1 e β_2 e con effetti broncodilatatori a carico dell'apparato respiratorio, ipotensivi e tachicardici a carico dell'apparato cardio-circolatorio, aumento dell'eccitabilità con tremori e crampi a carico del sistema neuromuscolare.

Ne è autorizzato esclusivamente il loro uso terapeutico, ma i vari vantaggi che offrono nel campo degli incrementi delle produzioni zootecniche ne hanno favorito ampiamente l'impiego illecito.

Sono molecole di sintesi con struttura chimica analoga a quella delle catecolamine naturali: adrenalina, noradrenalina ed isoprenalina e come queste ad azione adrenergico-stimo-

lante. Tra loro il clenbuterolo, il cimaterolo, il salbutamolo e la ractopamina hanno dimostrato di agire più selettivamente sui recettori β_2 e quindi di essere più idonei all'impiego illecito. Infatti mentre in organi come il cuore ed i reni prevalgono i recettori β_1 , nei muscoli lisci e scheletrici, nel tessuto adiposo, nel fegato, nei vasi, nell'utero e nel pancreas prevalgono i β_2 (2) (5) (11).

L'azione di queste sostanze è comunque in relazione oltre che al principio attivo utilizzato anche alla dose e alla specie animale trattata, nonché all'età dei soggetti e al sesso. Esempi di questa variabilità ci vengono dal constatare come nel caso dell'uso nella specie suina vi è una più limitata riduzione del tessuto adiposo perirenale rispetto a bovini ed ovini, negli animali molto giovani la risposta è minore o nulla, nelle femmine la sensibilità è maggiore (8) (11).

In ogni caso i molteplici aspetti farmacologici e tossicologici di queste sostanze richiedono ulteriori approfondimenti (2) (13).

Quando lo scopo è quello di modificare la qualità e la composizione della carcassa, i β -agonisti vengono aggiunti alla razione in misura di 0.1 - 2 ppm per alcune settimane prima della macellazione.

Gli effetti relativi al loro uso vengono di seguito evidenziati.

Diminuzione dei grassi di deposito.

La diminuzione del grasso di deposito si osserva in tutte le specie ed interessa il grasso di copertura, quello interno e quello intramuscolare. Vi è inoltre una variazione nella composizione chimica del tessuto adiposo con aumento degli acidi grassi insaturi ed in particolare dell'ac. linoleico. Ci sa-

rebbe sia un decremento numerico degli adipociti/mm² (ipoplasia) che un decremento volumetrico (ipotrofia). Sembra che all'origine del fenomeno ci sia un aumento della spesa energetica da parte degli animali sotto trattamento (del 12% nei vitelli e dell'8% negli agnelli) con riduzione della lipogenesi e aumento della lipolisi. A seconda della specie ci sarebbe una maggiore o minore risposta al trattamento con β -agonisti in tale direzione, con oscillazioni tra il 10 e il 40%.

Prendendo a riferimento il rapporto carne/grasso nella carcassa, nel maiale questo valore si incrementerebbe del 20% con una diminuzione fino al 12% dello spessore del pannicolo adiposo sottocutaneo, riduzione del tenore in palmitato (dal 26 al 23%) e aumento del tenore di stearato + oleato (dal 63 al 67%) (2) (11).

Il rapporto ac. grassi saturi/ac. grassi insaturi passa da 1/1,2 a 1/2,3. Queste modificazioni se vantaggiose dal punto di vista dietetico, sono controproducenti per la conservazione delle carni perché più soggette ai processi di ossidazione (11).

Nei polli il trattamento con β_2 -adrenergici comporta una limitata riduzione del tessuto adiposo mentre si osserva un più spiccato aumento dei grassi polinsaturi, verosimilmente per un diverso controllo endocrino sul metabolismo lipidico (2) (6).

L'aumento della lipolisi è correlato con una maggior concentrazione plasmatica del N.E.F.A. e del glicero-
lo (17).

Aumento delle masse muscolari.

L'aumento delle masse muscolari è imputabile essenzialmente ad ipertrofia cioè ad un aumento dei diametri delle miofibre che oscilla tra valori del

10 e 25%. Anche in questo caso c'è un aumento delle sintesi proteiche abbinato ad una diminuzione del catabolismo proteico. Maggiormente interessate sarebbero le fibre muscolari di tipo bianco (tipo II) a contrazione rapida piuttosto che quelle di tipo rosso: infatti sono più interessate le masse muscolari del quarto posteriore (6) (11). Siccome l'ipertrofia delle masse muscolari è dovuta anche ad una maggiore presenza di collagene le proprietà nutrizionali sono in realtà inferiori alle aspettative (2). Inoltre negli animali trattati questo aumentato contenuto proteico comporta necessariamente una maggiore ritenzione di liquidi che varia a seconda delle specie dal 4 al 12% e che accentua l'ipertrofia del muscolo stesso (6) (11).

Metabolismo.

Sul piano metabolico i parametri sierici rilevano un aumento statisticamente significativo dei N.E.F.A. e del glicerolo, a testimonianza di una stimolazione lipolitica (6) (17), e una riduzione del glucosio e dei fosfolipidi (17). Suini pesanti trattati con clenbuterolo hanno mostrato diminuzione significativa dei livelli ematici di insulina, tiroxina e dell'ematocrito ed un aumento dei livelli di lattato (3). Sul metabolismo endocrino si osservano modificazioni della funzionalità dell'asse ipotalamo-ipofisario e di conseguenza aumento della secrezione dell'S.T.H., della prolattina, dell'A.C.T.H. e del T.S.H. (2).

Effetti collaterali.

Gli effetti negativi del trattamento degli animali con i β -agonisti sono relativi all'attività simpaticomimetica di questi. Per sovradosaggi o trattamenti prolungati vengono a risentirne l'apparato respiratorio, l'apparato cardiocircolatorio, il sistema neuromuscolare e l'intero metabolismo.

Negli animali trattati si osserva generalmente un incremento del metabolismo basale e di conseguenza un aumento della termogenesi, fino a raggiungere una ipertermia di 1°C, non sempre seguito da un proporzionale consumo di cibo, in considerazione dell'effetto anoressico centrale

svolto dalle sostanze β 2-adrenergiche (6) (11).

L'effetto tossico principale riguarda il muscolo cardiaco che, a causa della caduta della pressione ematica, viene sovrastimolato con comparsa di tachicardia sino a 120 pulsazioni al minuto nel bovino e sino a 250 nell'ovino (11) per lo più limitata alle prime 72 ore del trattamento. Per dosaggi elevati e prolungati si possono osservare anche lesioni degenerative al miocardio. È stato visto infatti che l'uso a fini farmacologici, in dosi opportune, di varie ammine simpaticomimetiche ha determinato a carico del cuore di mammiferi, uccelli e rettili lesioni necrotiche infarto-simili. La patogenesi di tale cardiotoxicità non è stata ancora chiarita e sembra aggravarsi con l'età, la dieta scorretta e sotto l'influenza di alcuni ormoni come tiroxina, testosterone, estrone o per carenza di potassio o eccesso di sodio (6).

Oltre l'ipotensione sono stati osservati comparsa di tremori e crampi muscolari e diminuzione del peso di vari organi (cuore, fegato, polmoni e milza), interpretato come espressione di ipofunzionalità (2). In altre occasioni invece sui vitelli è stata descritta una modesta ipertrofia miocardica, soprattutto a carico del ventricolo sinistro, con interessamento della parete e dei muscoli papillari, insieme ad aumento in peso e volume del fegato (6). Nei suini è stata anche segnalata un'elevata incidenza di zoppie e di lesioni podali la cui eziopatogenesi è in via di chiarimento.

Modificazioni qualitative della carne.

Come già accennato con l'uso di β -agonisti si incide sulle qualità igienico-sanitarie delle carni a causa delle variazioni chimico-strutturali di grasso e muscolo. Queste modificazioni hanno rilevanti risvolti commerciali; infatti, se dal punto di vista dietetico può sembrare un processo vantaggioso, la diminuzione del glicogeno muscolare comporta un insufficiente processo di acidificazione delle carni che raggiungono solo pH 6.2 (contro quello normale di almeno 5.85). Seguono alterazioni nel regolare svi-

luppo del rigor mortis, della frollatura, della maturazione del muscolo in carne. Quest'ultima si presenterà più dura e di colore scuro, molto simile a quella proveniente da animali stressati (carni DFD). Saranno più rapidi anche i processi di alterazione microbica. A causa della diminuzione del grasso intramuscolare anche la sapidità della carne è influenzata negativamente. La riduzione del grasso di copertura comporta un raffreddamento troppo rapido della carcassa.

Le carni risultano assolutamente inadatte alla produzione dei prosciutti e degli altri prodotti salumieri (2) (6) (14) (16).

Residui.

I β -agonisti sono rapidamente metabolizzati dall'organismo ed anche le modificazioni apportate sul metabolismo proteico e lipidico scompaiono in 3-5 gg. È possibile evidenziare il trattamento degli animali sia nel corso dello stesso che nei giorni successivi (15).

Il clenbuterolo scompare dalle urine dopo 7-8 gg dalla fine del trattamento, ma permane nel siero per 20 gg (16). Tuttavia, durante il periodo di trattamento, il farmaco può accumularsi in taluni organi come fegato, reni o grasso. Durante il periodo di trattamento sembra ci siano più probabilità di riscontrare il clenbuterolo nelle urine piuttosto che nel siero (15).

Quanto premesso, evidenzia le difficoltà che ci sono nella ricerca analitica dei residui accentuate dalla necessità di mettere in rilievo concentrazioni dell'ordine dei ppm nei mangimi e di microgrammi/kg nei materiali biologici e nei tessuti. È indubbio che qualsiasi tipo di ricerca se effettuata nell'allevamento presenta grossi vantaggi in considerazione anche del fatto che i metodi di controllo utilizzabili in questa fase sono generalmente di più facile applicazione laboratoristica (15).

I processi metabolici a cui queste sostanze sono assoggettate prevedono la coniugazione a composti solforati e glicuronati. La coniugazione è una reazione facilmente reversibile ad opera per esempio di batteri

intestinali; le molecole tornerebbero così biologicamente attive in chi ingerisce prodotti che contengono questi residui. Le metodiche di laboratorio normalmente utilizzate in genere non permettono di svelare questi composti coniugati a meno che non li si vada a cercare esplicitamente (5).

La Cromatografia Liquida ad Alta Pressione (HPLC) è il metodo di analisi per la evidenziazione dei residui indicato dalla Circolare del Ministero della Sanità n. 14 del 30 Maggio 1989 con oggetto "Piano Nazionale per la ricerca dei residui di farmaci e contaminanti ambientali nelle carni". La ricerca si fa sulle urine e sul siero, non essendo ancora perfezionate le metodiche per la ricerca nel muscolo, fegato, rene e grasso. Relativamente più facile il dosaggio nei mangimi. Sono stati recentemente messi a punto un metodo biologico di rilevazione su segmenti circolari di trachea di cavia con sensibilità fino a 0.5-1 ppm partendo da mangimi (10) ed un metodo pratico di estrazione e di identificazione di Clenbuterolo e Mabuteroles tramite Cromatografia su Strato Sottile (T.L.C.) che raggiunge una sensibilità di 1 ng/g nei mangimi e 0.2 ng/ml nelle urine (4).

Effetti sulla salute umana.

Non esistono dati clinici sui possibili effetti nell'uomo derivanti dall'assunzione di carni contenenti residui di queste sostanze. Si può tentare però di ipotizzarne i rischi teorici (5) (13):

- l'aumento plasmatico dei N.E. F.A., conseguente all'aumentata lipolisi, potrebbe danneggiare l'endotelio vascolare facilitando la deposizione su di esso dei lipidi;

- l'uso prolungato nel tempo di queste sostanze, conduce all'assuefazione per un meccanismo di down-regulation recettoriale; quindi la somministrazione di β -agonisti per lungo tempo attraverso la carne potrebbe determinare in soggetti asmatici problemi terapeutici;

- ipopotassiemia per un meccanismo complesso che coinvolge la ATPasi di membrana Na-K dipendente;

- manifestazioni cliniche conse-

guenti ad un eccesso di insulina nel circolo ematico;

- a tutt'oggi non si possono escludere effetti mutageni, oncogeni e teratogenetici.

Legislazione.

Ai sensi della Legge 15 Febbraio 1963 n. 251, art. 17, comma 2° del D.P.R. n. 152 del 1988 i 152 sui mangimi, è vietato agli allevatori di detenere e somministrare agli animali quelle sostanze capaci di provocare modificazioni al naturale svolgersi delle funzioni fisiologiche. Inoltre il D.M. 15 Gennaio 1969 sancisce il divieto per gli allevatori di detenere o somministrare agli animali sostanze ad azione ormonale ed antiormonale.

Ma l'impiego dei β -agonisti in zootecnia può anche configurare reato ai sensi dell'art. 5 della L. 283/62 lettera a) "sostanze alimentari comunque trattate in modo da variane la composizione naturale"; e lettera d) "sostanze alimentari nocive". La magistratura a questo punto potrebbe anche ravvedere gli estremi per l'applicazione dell'art. 440 "Adulterazione e contraffazione di sostanze alimentari" o dell'art. 444 Cod. Penale "Commercio di sostanze alimentari nocive".

Conclusioni.

L'uso ripetuto ed indiscriminato di farmaci adrenergico-stimolanti in zootecnia al fine di incrementare le produzioni zootecniche merita un'attenta considerazione da parte dei Servizi di Sanità Pubblica Veterinaria in quanto si tratta di molecole ad attiva azione ormonale con effetti farmacologici pericolosi per la salute dell'uomo che potrebbe consumare derrate le quali pur contenendo residui non presentano quadri anatomo-patologici tali da poter essere identificate.

Bisogna inoltre sottolineare il fatto che in merito all'utilizzazione di queste sostanze non abbiamo ancora molte informazioni: infatti conosciamo solo alcuni effetti a breve e medio termine mentre restano oscuri molti aspetti relativi ai loro metaboliti, alle loro azioni, alla farmacocinetica sui

grossi animali e alla tossicità subcronica e cronica (6).

BIBLIOGRAFIA

- 1) Ballarini G. (1987) - Fisiofarmacologia e clinica degli anabolizzanti. Nuovo Progresso Vet., XLII, 13, 529.
- 2) Ballarini G. (1990) - β -agonisti nell'allevamento di carni. Atti del Corso di Perfezionamento su "Tecnologie e Biotecnologie Avanzate in Medicina Veterinaria" - Università di Parma, 170.
- 3) Baldi A. et Al. (1991) - Effetti del Clenbuterolo nel suino pesante. Selezione Veterinaria, XXXII, 1 bis, 259.
- 4) Brambilla G. et Al. (1990) - Ricerca di residui di clenbuterolo e mabuteroles in mangimi ed urine di animali di interesse zootecnico. Selezione veterinaria, XXXI, 9, 1129.
- 5) Boccuzzi G. (1990) - Effetti sull'uomo degli ormoni e degli anabolizzanti usati in zootecnia e presenti nella catena alimentare. Atti Corso di Aggiornamento per Medici Veterinari operatori di Sanità Pubblica Ufficiali di Polizia Giudiziaria - Rovigo, 137.
- 6) Cabassi E. (1990) - Nuovi aspetti di manipolazione del metabolismo: il caso dei β -agonisti su alcune modificazioni morfologiche negli animali domestici. Atti del Corso di Perfezionamento su "Tecnologie e Biotecnologie Avanzate in Medicina Veterinaria" - Università di Parma, 176.
- 7) Cantoni A.M. et Al. (1988) - Valutazioni istochimiche ed istofisiologiche sul M. longissimus dorsi di suini trattati con β -adrenergici. Atti S.I.S.Vet., 42.
- 8) Corradi A. et Al. (1989) - L'impiego di un C.D. ripartitore di energia (GAH034) nel suino da carne: indagini istologiche ed istochimiche sul tessuto muscolare ed adiposo. Atti del XVI Meeting Annuale della Società Italiana di Patologia ed Allevamento dei Suini. Selezione veterinaria, XXX, 11, 1657.
- 9) De Castelli L. (1989) - Rilevazione e dosaggio delle principali sostanze anabolizzanti negli animali da carne. Selezione veterinaria, XXX, 8, 1147.
- 10) Fabi F. (1990) - Verifica della presenza di agonisti β adrenergici nei mangimi. Proposta di metodo biologico. Selezione veterinaria, XXXI, 3, 293.
- 11) Lodetti E. (1989) - Impiego dei β -agonisti negli allevamenti zootecnici. Selezione veterinaria, XXX, 10, 1485.
- 12) Rosmini R. (1986) - Problemi nell'uso

L'impiego illecito dei tireostatici nell'allevamento bovino

1984

Giorgio Catellani

Istituto di Ispezione degli alimenti di Origine Animale - Facoltà di Medicina Veterinaria dell'Università di Napoli

OBIETTIVO - Richiamare l'attenzione del veterinario igienista adibito al controllo delle carni sull'impiego illecito dei tireostatici nei bovini, sul riconoscimento dei bovini trattati, indagini di laboratorio, comportamenti da seguire.

PAROLE CHIAVE: illecito, tireostatici, bovini, infezioni delle carni.

Premesse

Recentemente è stata segnalata da parte dei veterinari preposti al controllo delle carni l'utilizzazione di sostanze ad azione antitiroidea nell'allevamento dei bovini.

Sono ormai trascorsi quasi vent'anni da quando furono messi in evidenza, per la prima volta, nel nostro paese, simili trattamenti nell'allevamento. Poi, verso la fine degli anni sessanta, quando dilagava l'impiego illecito delle sostanze anabolizzanti (estrogeni), non si parlò più di tireostatici. In effetti gli estrogeni li avevano «soppiantati» perché più pratici e perché offrivano risultati più sicuri. Alcuni anni orsono in Belgio e in altri paesi le autorità avevano ricevuto informazioni sulla ricomparsa dei trattamenti con le sostanze antior-

monali. In seguito lo stesso fenomeno fu constatato in Francia, quando vennero incarcerati un farmacista e alcuni commercianti di animali da macello (Carlier e coll., 1982) per vendita e per utilizzazione illecita nell'allevamento di sostanze ad azione tireostatica. Nel nostro paese alcuni indizi avevano lasciato supporre già dallo scorso anno che andasse riprendendo quota su larga scala l'utilizzazione illegale dei tireostatici. Solo recentemente se ne è avuta la conferma in Campania. L'attenzione dei veterinari era stata attratta, al momento della controvisita di carni provenienti da animali allevati e macellati in alcune regioni settentrionali del Paese, dal notevole aumento di volume delle tiroidi. Nei successivi controlli di laboratorio i tireostatici potevano venir messi in evidenza nelle tiroidi e nel muscolo, mediante un semplice esame chimico.

Nella tabella sono riportati i dati di una recente indagine eseguita in Campania su carni e visceri provenienti da animali macellati in altre regioni. Positivo alla ricerca dei tireostatici il 12% dei campioni.

Cenni sulla ghiandola tiroide ed i tireostatici

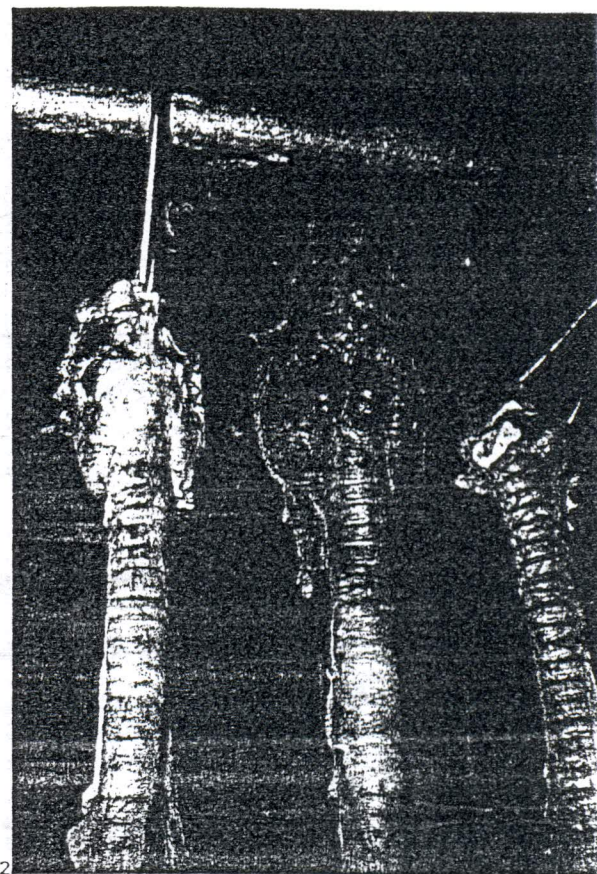
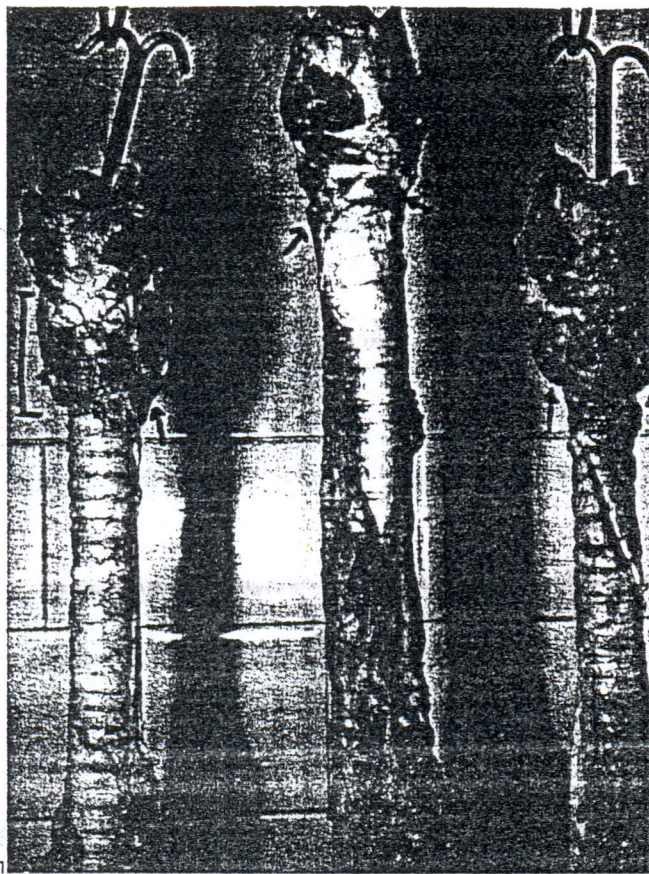
La ghiandola tiroide

Le tiroidi nei mammiferi sono formate da due lobi, ciascuno ai lati dei primi anelli tracheali, in prossimità dell'unione con la laringe. In quasi tutte le specie i lobi sono collegati da un istmo che incrocia la superficie ventrale della trachea.

Nei bovini le tiroidi hanno un colorito nocciola abbastanza chiaro che risalta chiaramente sul rosso scuro dei muscoli laringei sternotiroidei, sternoioidei e pretracheali. La forma è appiattita e irregolarmente triangolare, con lato di circa 5 centimetri. Il peso, variabile secondo la razza e l'individuo, raggiunge in media 25 grammi.

Nei suini le tiroidi hanno un colorito rosso-vivo, con riflessi violacei negli animali adulti. Hanno forma ovalare, allungata (5-6 cm), ricoprono lateralmente i primi anelli della trachea cervicale. Manca un istmo e il peso varia da 12 a 40 gr. Talora formano un corpo unico piatto.

Strutturalmente uguale in tutte le specie, la tiroide è formata da tanti piccoli follicoli, di solito sferici. I fo-



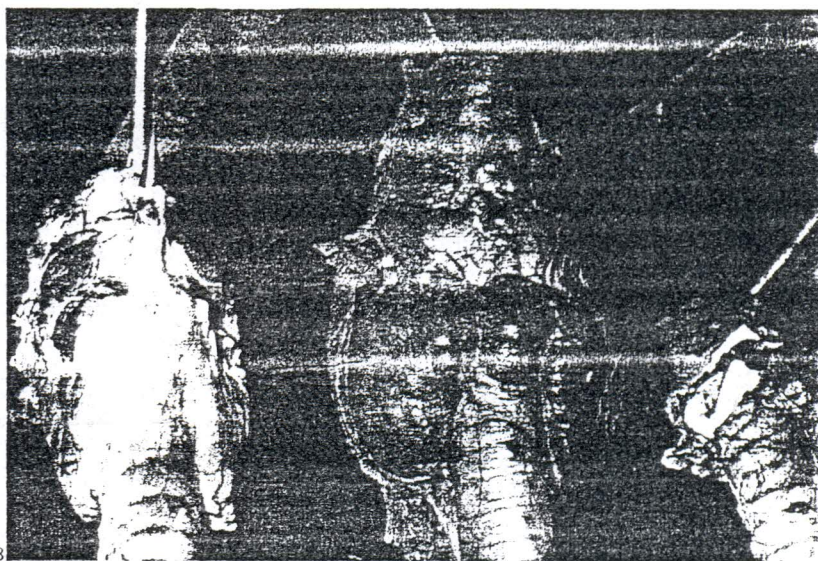
licoli sono rivestiti da un epitelio monocellulare cubico basso, delimitante una cavità in cui si trova la colloide, sostanza viscosa contenente, anche combinati con una proteina, gli ormoni tiroidei iodati. Un altro ormone, la calcitonina, è elaborato dalle cellule parafollicolari, ammassate negli spazi fra i follicoli. Mentre quest'ultimo ormone non interviene nei processi che interessano l'argomento della presente nota, gli ormoni iodati riguardano invece da vicino il problema, perché esercitano un ruolo fondamentale nell'accrescimento, nello sviluppo e nel controllo del metabolismo.

La regolazione della sintesi ormonale dipende da due meccanismi:

— un controllo ipotalamoipofisario;

— una regolazione autonoma della tiroide.

La diminuzione del tasso degli ormoni circolanti determina un aumento della secrezione (Carlier e coll., 1982) dell'ormone ipofisario TSH. Esso ha un'azione trofica sulla tiroide ed è responsabile dell'aumento di volume di questa ghiandola nel corso della somministrazione di sostanze ad azione antitiroidea.



Quando la tiroide funziona regolarmente esiste un equilibrio nell'organismo fra anabolismo e catabolismo, ossia il metabolismo basale è perfettamente controllato. È interessante il fatto che gli ormoni tiroidei fanno aumentare la sintesi della ialuronidasi. Per questo con la somministrazione di ormoni antitiroidei e quindi con una diminuzione dell'enzima, si verifica la comparsa degli edemi.

Tireostatici

Esistono, secondo Haynes e coll., quattro categorie di sostanze che interferiscono, direttamente o indirettamente, sulla sintesi degli ormoni tiroidei.

Esse sono:

a) le sostanze antitiroidee bloccano o rallentano la sintesi ormonale (tiouracile e derivati, resorci

precocemente gli animali. La differenziazione tra gozzo cistico e ipertrofia della tiroide da somministrazione di antitiroidei è facile, in quanto nel gozzo cistico, il più delle volte, accanto all'aumento considerevole della ghiandola, sono ben visibili anche esternamente numerose cavità cistiche, col contenuto talora ematico. Inoltre la superficie esterna è irregolare e ha un aspetto bernoccolato. In sezione sono apprezzabili le cavità cistiche di varia ampiezza col contenuto colloide o ematico. Nell'*ipertrofia dovuta al trattamento con i tireostatici* l'aumento di volume della ghiandola è uniforme, la superficie esterna è liscia. Anche la superficie di taglio è liscia o finemente granulosa, lucente e leggermente umida. Non sono assolutamente visibili cavità cistiche a contenuto colloide. A seconda dell'ipertrofia raggiunta il colorito della ghiandola varia dal nocciola al rosso. Quindi, in definitiva, di fronte all'ipertrofia tiroidea non vi possono essere dubbi se i caratteri della ghiandola corrispondono a quelli descritti.

Recentemente, in una circolare del Ministero dell'Agricoltura francese, è stato fornito un dato preciso sui *pesi* delle tiroide. Nel vitello il peso medio normale è di 16 gr, nel vitellone e nell'adulto è di 25 gr. *Un peso superiore o eguale a 60 gr si considera indice di manifesta ipertrofia tiroidea, con ampio margine quindi per le eventuali oscillazioni fisiologiche di peso della ghiandola.*

Altri elementi da prendere in considerazione nell'esame *post-mortem* sono:

- l'edema diffuso, più o meno accentuato, di tutto il sottocute;
- lo sfiancamento ventricolare del cuore;
- la scarsa consistenza del grasso cavitario;
- il colio di liquido color paglierino dai quarti quando sostano per un certo tempo appesi alle uncinaie;
- la decolorazione del muscolo e la cessione di acqua, fino al 50%, nell'arrostimento della carne (Rindi, 1982); il pH muscolare è nella norma, contro un'umidità del 77%.

Controllo carni foranee e vigilanza

Esistono grossi problemi nel controllo a valle del macello. È chiaro che tutto è semplificato quando con i quarti di carne sono trasportati i relativi visceri, ben individuati e nume-

rati. Nell'esame eseguito in base all'art. 40 si può riconoscere facilmente una ipertrofia tiroidea che non lascia adito a dubbi. Ciò è capitato recentemente ad alcuni veterinari addetti alla visita delle carni foranee: l'ipertrofia tiroidea era sfuggita al controllo ispettivo eseguito nei macelli di provenienza delle carni, ma non era passata inosservata nella controvisita.

Da quando sono state fatte le prime segnalazioni del ritrovamento di animali trattati con i tireostatici, sono sorti i primi problemi. Infatti dai macelli sono usciti visceri «amputati», ossia privi della laringe e dei primi anelli tracheali, il che significa senza tiroide. Conferma questa che anche certi macellatori sono al corrente della situazione irregolare.

Comunque esiste la possibilità di eseguire prelievi di campioni dal muscolo o dal cuore o dal grasso o dal diaframma da inviare al laboratorio per la ricerca dei tireostatici.

Il campionamento regolare va sempre effettuato in cinque parti sulle carni foranee.

Esiste però, per quanto riguarda i quarti di carne, un elemento che può far sorgere nel veterinario il sospetto della presenza di animali trattati con gli antitiroidei. È l'esistenza di *liquido che gocciola dai quarti*, tenuti appesi sui mezzi di trasporto o nelle celle frigorifere, a insospettire. Dopo molte ore di colio, si apprezza sul pavimento addirittura una chiazza di liquido. In casi del genere sarà sempre opportuno prelevare campioni di muscolo da inviare al laboratorio.

Indagini di laboratorio e comportamento del veterinario

Comportamento

Di fronte agli elementi descritti, non v'è dubbio che il veterinario ispettore dovrà adottare immediati provvedimenti, ossia prelevare un campione (un pezzetto di *tiroide*, oppure un pezzo di circa 100 grammi di *cuore* o di *muscolo* dello stesso peso) e inviarlo al laboratorio sotto protezione del freddo (da escludere il ghiaccio secco), tenendo nel frattempo la carcassa e tutti i visceri in sequestro cautelativo. Entro 24 ore riceverà risposta. Questa procedura è regolare. Infatti dice D'Esposito (1982) che «la visita e gli esami che il veterinario ispettore effettua normalmente prima

e dopo la macellazione degli animali, compreso il prelievo di campioni per le eventuali ricerche di laboratorio» servono «ai fini del giudizio sulla salubrità delle carni». Tutti questi controlli e le indagini di laboratorio ritenute necessarie ai fini del giudizio ispettivo, dice ancora D'Esposito, rientrano nell'ambito di un'attività tipicamente amministrativa, la quale si inquadra nell'attività che la pubblica Amministrazione è tenuta a svolgere, a mezzo dei competenti organi tecnici, nel settore della produzione e vendita delle sostanze alimentari, ai fini della tutela della salute dei consumatori.

Esami di laboratorio

Gli *esami di laboratorio* cui il veterinario ispettore può ricorrere per il controllo dell'eventuale impiego di tireostatici negli animali da macello, consistono nella ricerca chimica sui tessuti. Al fine di poter procedere al successivo prelievo di campioni col rispetto delle garanzie difensive, è necessario lasciare *in situ* parte della tiroide, non essendovi problemi per il muscolo.

Quando l'esito delle ricerche sia negativo decadono gli indizi di colpevolezza nei riguardi del proprietario dell'animale.

Nel caso invece che le prove di laboratorio diano esito positivo per i tireostatici, sorge un indizio di reato a carico del proprietario. Per questo motivo le operazioni concernenti la *ripetizione* degli esami di laboratorio, compreso il secondo prelievo di campioni, debbono essere effettuate col pieno rispetto delle garanzie di difesa.

In sostanza, gli atti relativi alla ripetizione delle analisi di laboratorio, dopo l'esito positivo del primo esame, sono considerati atti istruttori e la ripetizione delle analisi viene equiparata ad una perizia giudiziale. Terminati gli accertamenti necessari e completata la raccolta delle prove, al veterinario ispettore incombe l'obbligo di procedere al sequestro delle carni e dei visceri, di redigere il relativo verbale e di trasmettere immediatamente la denuncia al pretore, unendovi il verbale di prelevamento dei campioni e quello di sequestro delle carni, nonché l'esito delle analisi di laboratorio. Fin qui D'Esposito, a ciò occorre aggiungere che ai fini di una migliore conservazione del campione, occorre congelare rapidamente i prelie-

1973
31
17

Tabella (da De Giovanni-Cortesi, Nuovo Progresso Veter., 1983, n. 14).

Campione vitelloni	Numero	Positivi %
Muscolo	124	14 (11,29)
Tiroide	10	2 (20)
Totale	134	16 (11,9)

vi destinati all'analisi di revisione (circolare telegrafica del 22 dicembre 1968).

Tecniche di analisi

Recentemente i francesi hanno proposto un metodo di analisi per i mangimi molto sensibile, basato sulla cromatografia in fase liquida (Comsa e coll., 1982). Purtroppo si tratta di un metodo abbastanza indaginoso che non consente rapide e numerose determinazioni.

L'unico metodo, attualmente in uso nei laboratori del nostro paese, abbastanza rapido, è basato sulla cromatografia su strato sottile, raccomandato anche dalla CEE: è semplice e sufficientemente sensibile perché ha un limite inferiore di rivelazione pari a 100 µg/kg di sostanza pura nei vari tessuti animali. Nella *specie suina* converrebbe sempre raccogliere le urine o il rene, data la difficoltà di reperire le tiroidi. Nel caso delle urine l'analisi è molto più semplice in quanto si usano tali e quali, anziché preparare gli estratti. Questo esame delle urine è anche consigliabile nel caso di animali vivi controllati negli allevamenti, unito agli accertamenti sui mangimi.

Un tempo veniva anche utilizzato l'esame istologico sulla tiroide per il riconoscimento della somministrazione illecita dei tireostatici negli animali d'allevamento. Le alterazioni, però, si è riconosciuto che non possono venir ritenute strettamente specifiche (Schaal e coll., 1974).

Cenni legislativi

La materia è disciplinata dal D.M. 15 gennaio 1969. Nell'unico articolo del Decreto si specifica che è vietata per gli allevatori sia la detenzione che la somministrazione agli animali sotto qualsiasi forma e per qualunque via, delle sostanze ad azione antiormonale, quali i tireostatici e simili. Il decreto ministeriale di cui si è fatto cenno fu adottato in base all'art. 17, terzo comma, della legge 15 febbraio

1963, n. 281, sostituito dall'art. 15 della legge 8 marzo 1968, n. 399 sulla disciplina della preparazione del commercio dei mangimi.

Per quanto riguarda la destinazione delle carni degli animali trattati con tireostatici, riconosciuti tali dall'accertamento chimico sulla tiroide, o sul muscolo o su altri visceri, si procede alla distruzione dell'intera carcassa con tutti i visceri, richiamandosi all'art. 5 della legge 283/1962 (alimenti che contengono sostanze nocive). Indubbiamente sussiste anche il reato di pericolosità per l'attitudine della carne a produrre una conseguenza dannosa nel consumatore a causa degli squilibri ormonali che potrebbero essere indotti dai tireostatici. È del tutto irrilevante che il più delle volte il tireostatico sia messo in evidenza ad esempio solamente nella tiroide, e non nel resto dell'organismo, dal momento che il metodo chimico potrebbe non essere sufficientemente sensibile da evidenziarlo anche nel muscolo. Secondo Maggi (1962) il giudizio ispettivo è condizionato dallo stato di malattia dell'animale e dalla presenza di sostanza cancerogena nelle carni.

Ricordiamo ora alcune circolari ministeriali della Direzione Generale dei Servizi Veterinari, in merito alla questione dei tireostatici:

— circolare ministeriale n. 132 del 2 agosto 1967 (prelievo e invio delle tiroidi all'Istituto Zooprofilattico);

— circolare telegrafica 600.11/24471/AG del 22 dicembre 1968 del Misan (prelievo delle tiroidi e conservazione degli altri campioni, non utilizzati per la prima analisi, a temperatura di congelazione; le carcasce sottoposte ad esame debbono rimanere sotto sequestro cautelativo, con riconferma del giudice);

— circolare ministeriale n. 168 del 13 ottobre 1970 (numero e frequenza degli esami di laboratorio);

— circolare ministeriale n. 2 del 4 febbraio 1981 (intensificazione dei controlli contro l'illecito impiego in zootecnia di sostanze antiormonali).

A puro titolo informativo segnaliamo che il Ministero dell'Agricoltura francese con un decreto del 15 luglio 1982 ha stabilito che le carni e i visceri provenienti da animali da macello che abbiano ricevuto sostanze ad azione tireostatica sono riconosciuti inadatti al consumo umano. La prova di questa somministrazione è fornita sia dalla messa in evidenza delle sostanze vietate nell'alimento fornito

all'animale da macello, sia dalla messa in evidenza dei residui incriminati in qualunque tessuto e in qualunque prodotto di secrezione o di escrezione, sia dalle modificazioni istopatologiche della ghiandola tiroide. Le disposizioni francesi confermano quindi l'orientamento a considerare inadatte al consumo alimentare umano le carni degli animali, in cui si sia riconosciuto il trattamento illecito con tireostatici, anche con il solo accertamento chimico della sostanza nella tiroide o in altro tessuto o secreto o escreto.

Anche la Comunità europea, con la direttiva del Consiglio CEE n. 81-602 del 31 luglio 1981, ha disposto l'obbligo per i Paesi membri di vietare l'immissione sul mercato delle sostanze tireostatiche ai fini della somministrazione agli animali di qualsiasi specie ed ha suggerito, in allegato, un preciso metodo chimico per la ricerca dei tireostatici nei tessuti. Tale provvedimento recepito con Decreto del Ministro della Sanità del 3 novembre 1981, avente per oggetto il divieto di vendita dei medicinali per uso veterinario contenenti sostanze stilbeniche, loro derivati, sali ed esteri e sostanze tireostatiche, contempla tra l'altro nelle premesse: «Ritenuto necessario e urgente impedire — per ragioni di tutela della salute pubblica e in conformità a quanto disposto dalla richiamata direttiva CEE — che siano venduti farmaci per uso veterinario contenenti le sostanze predette...». La suddetta direttiva CEE infatti specificava che le sostanze ad azione tireostatica possono costituire un pericolo per il consumatore e possono influire negativamente sulla qualità delle carni, la cui vendita e lavorazione, in base all'art. 2, è vietata. La qualità della carne è alterata per la naturale ritenzione di acqua e di sali nella sostanza fondamentale del connettivo interstiziale.

Conclusioni

Agli allevatori poco scrupolosi non fa certamente dispiacere adoperare i farmaci antitiroidei, dal momento che, utilizzati nelle ultime settimane che precedono la macellazione, essi possono portare a dei guadagni del peso quotidiano del 30% circa. Gli animali acquistano anche maggior valore nelle contrattazioni, poiché vengono classificati favorevolmente nella griglia qualitativa. Però la frode traspare rapidamente, quando al ma-

cello le rese sono inferiori alle aspettative, a causa soprattutto della notevole ripienezza del canale alimentare.

Il trattamento con i tireostatici è decisamente diffuso e gli allevatori si avvantaggiano a danno del consumatore che acquista acqua pagandola al prezzo della carne. Ad alcuni allevatori vanno affiancati, in fatto di disonestà, anche taluni rappresentanti di prodotti farmaceutici che forniscono i farmaci antiormonali — forse provenienti dalla Francia — presentandoli agli allevatori con i nomi di fantasia più svariati.

Non è difficile per il servizio veterinario mettere ordine in questo settore. Basta sorvegliare gli allevamenti nel momento della «forzatura finale», ossia nell'ultimo periodo del ciclo di allevamento. I prelievi delle urine e dei mangimi assicurano un efficace controllo negli allevamenti del vitellone, così come i prelievi dei mangimi nell'allevamento del suino magrone.

Inoltre occorre esigere una più stretta sorveglianza ispettiva nei ma-

celli, per cogliere l'illecito e colpire l'allevatore, a cui non è difficile risalire. L'ipertrofia tiroidea è troppo evidente per sfuggire all'ispettore quando esamina il polmone e la trachea.

Da questo ennesimo scandalo chi rischia di uscire più malconcio agli occhi del pubblico e dei consumatori è proprio il veterinario, il quale però ha notevoli attenuanti fondate sulle note carenze di strutture e di personale. Chi invece non avrà comprensione sarà quell'allevatore che avrà utilizzato gli antitiroidei nell'allevamento degli animali. Egli è conscio di aver compiuto un reato. Ha incorporato nell'alimento la sostanza illecita acquistata da venditori farmaceutici altrettanto disonesti e ne ha potuto constatare tutti gli effetti. In ultima analisi chi più di tutti ha ragione di lamentarsi è il consumatore che paga eccessivamente un prodotto inzuppato di acqua e che deve per questo ringraziare l'allevatore, il venditore di farmaceutici e il macellatore. Quest'ultimo con il suo comportamento contribuisce molto a masche-

rare il reato e a complicare il sistema veterinario di controllo, preoccupandosi di sottrarre durante la macellazione le tiroidi dalle carcasse.

BIBLIOGRAFIA

- Carlier V., Bolnot F., Rozier J. et Combris H. (1982) - «R.T.V.A.», 182, 53.
 Comsa E., Roche-Fondeur S., Mazzocut Michaux J. M. et Mouton G. (1982) - «B. Acad. Vét. de France», 55, 411.
 De Giovanni F. e Cortesi M. L. (1983) - «Nuov. Progr. Veter.», 14.
 D'Esposito L. (1971) - «Vet. Ital.», XX, 286.
 D'Esposito L. (1982) - *Testo e commento Regolamento per la vigilanza sanitaria di carni*. Laterza Ed., Bari.
 Haynes R. C. et Ferid Murat (1980) - In Goodman-Gilman A.: *The pharmacological basis of therapeutic*. 6ª ed., McMillan Publ. (N.Y.).
 Maggi E. (1963) - «La Nuova Veterinaria», 209.
 Rindi S., Pellegrini N. e Renzoni G. (1982) - «Atti Soc. It. Sci. Vet.», 36, 494.
 Schaal M. et coll. (1974) - «Arch. Lebensmit. hyg.», 25, 88.
 Tiecco L. e Valfrè C. (1971) - «Att. Soc. It. Vet.»,
 Zavanella M., Lodetti E. e Loda P. (1972) - «Selez. Vet.», 591.

1977

178

TIROIDE

Nel bovino la tiroide consiste in due lobi posti ai lati della trachea, immediatamente dietro il laringe. I lobi sono piatti, rosso scuro, lunghi circa 7,5 cm e sono collegati inferiormente per mezzo di uno stretto istmo simile a una striscia larga circa 13 mm. La ghiandola tiroide pesa circa 14 g; 453 g di ghiandola pura si possono recuperare da 25 bovini.

Nelle pecore le ghiandole sono rosso scuro, simili a un muscolo, lunghe 5 cm e larghe 13 mm. Ogni lobo laterale è lungo ed ellittico e copre i primi 5 anelli della trachea, ma l'istmo è confuso.

Nei suini i lobi sono larghi, rosso scuro, lunghi circa 5 cm e a forma di triangolo irregolare; sono posti a poca distanza dal laringe e sono collegati l'uno con l'altro inferiormente. Il colore rosso scuro della tiroide è dovuto alla ricca presenza di sangue. La ghiandola tiroide produce tre ormoni: tiroxina (tetra-iodotironina) e tri-iodotironina, che contengono iodio e sono coinvolte nel metabolismo generale del corpo; e tireocalcitonina (calcitonina), che controlla i livelli di calcio nel siero.

Una iperattività della tiroide con eccessiva secrezione degli ormoni tiroidei determina la formazione del gozzo tossico (gozzo esoftalmico, tireotossicosi, malattia di Graves) con ingrossamento della tiroide, eccitabilità, irritabilità e perdita di peso.

Una ipoattività della tiroide, d'altro canto, provoca un mixedema (ipotiroidismo) che è caratterizzato da pigrizia fisica e mentale e aumento di peso del corpo. Il cretinismo è ipotiroidismo o mixedema, che inizia prima della nascita o nei primi anni di vita e in cui c'è una stentata crescita e perdita di capacità intellettuale. Questa sindrome avviene raramente nell'uomo ed è rara anche negli animali.

PARATIROIDI

La posizione delle paratiroidi rispetto alla tiroide varia, ma qualche volta si può trovare vicino alla estremità posteriore o inclusa nel parenchima dei lobi laterali della tiroide; sono poco più grandi di un chicco di frumento. Le loro piccole dimensioni e il colore simile a quello della tiroide le rendono di difficile identificazione.

La paratiroide produce un ormone polipeptidico, che controlla il livello del calcio e del fosforo inorganico nel sangue e stimola la rimozione del calcio dalle ossa. Un altro ormone, la tireocalcitonina, ha l'effetto opposto sui livelli ematici di calcio.

TIMO

Il timo è di colore bianco rosato, lobulato in modo distinto e costituisce le vere animelle. Consta di due parti: la parte toracica è ricca di grasso, ha una vaga forma a palmo di mano nei bovini e si trova nella cavità toracica; si estende all'indietro verso la 3^a costola raggiungendo la base del cuore; la parte superiore è povera di grasso e consta di due lobi collegati alla base e si estende verso il collo da entrambi i lati della trachea, divergendo e diminuendo di misura appena passa il collo e raggiunge quasi la tiroide.

Nel vitello il timo raggiunge la sua dimensione massima a 5-6 settimane, quando il peso è di 453-680 g; poi, gradualmente, si atrofizza. Al raggiungimento della maturità sessuale rimane una piccola parte della porzione cervicale. Nei bovini di tre anni è molto piccolo ma un residuo della porzione toracica può essere vista nelle vacche fino oltre gli 8-9 anni. Nel suino il timo è di notevoli dimensioni, giallo-grigiastro, e raggiunge la gola.

Nei primi periodi di vita il timo è necessario per lo sviluppo di alcune risposte immunitarie e degli anticorpi. Probabilmente contribuisce anche alla produzione di linfociti. La sua rimozione poco dopo la nascita provoca una riduzione nella produzione di linfociti, tessuti linfatici e plasmacellule; gli anticorpi non si formano, e innesti di pelle, perfino di specie diverse, non vengono rigettati. Negli animali certe affezioni autoimmuni come l'anemia emolitica e il lupus eritematoso sistemico sono correlati ad una alterata funzione timica.

SURRENALI

Nel bovino le ghiandole surrenali sono in stretto rapporto con i due reni e si trovano anteriormente ad essi. La surrenale sinistra è aderente alla sacca dorsale del rumine, sebbene non ruoti col rene sinistro quando il rumine è disteso. Dopo la preparazione delle carcasse, parti della surrenale destra possono trovarsi attaccate alla parete posteriore del fegato e qualche volta alla parte muscolare centrale del diaframma. Negli ovini entrambe hanno la forma di fagiolo, ma la surrenale sinistra non è in contatto con il rene. Nei suini sono lunghe e strette e ognuna si trova sulla parte interna del rene.

Le ghiandole surrenali sono color rosso-bruno e alla superficie di taglio presentano una netta suddivisione in corticale e midollare.

Le ghiandole surrenali producono due tipi completamente diversi di ormoni. La midollare, o parte centrale della ghiandola, produce ormoni chiamati catecolamine, particolarmente l'adrenalina (epinefrina) e la noradrenalina (norepinefrina).

Poiché la midollare è innervata da fibre pregangliari del sistema nervoso simpatico, gli ormoni qui prodotti aumentano l'azione di questo sistema, aumentando la pressione del sangue, restringendo gli sfinteri del tratto alimentare, inibendo la muscolatura della vescica urinaria, mobilizzando il glicogeno del fegato per formare glucosio, rilasciando i bronchioli e costringendo le arterie e le vene (tranne quelle del cuore e dei muscoli). Questi effetti sono associati all'eccitamento e alle emozioni come la paura e la collera.

La corteccia surrenale, a differenza della midollare, non è innervata. È ricca di vitamina C e colesterolo, che è il probabile precursore dei suoi ormoni, i corticoidi: glucocorticoidi, mineralcorticoidi e ormoni sessuali.

I glucocorticoidi (di cui l'idrocortisone o cortisolo è il maggior esponente) regolano il metabolismo di carboidrati, grassi e proteine, riducendo il metabolismo dei carboidrati, aumentando la scissione delle proteine ad aminoacidi e mobilizzando i lipidi. Un eccesso di cortisolo nel sangue aumenta la glicemia, portando, in casi estremi, alla comparsa di chetosi.

I mineralcorticoidi, rappresentati soprattutto dall'aldosterone, regolano l'equilibrio elettrolitico, stimolando il riassorbimento di sodio nei tubuli renali e aumentando l'escrezione di potassio. L'aldosterone interviene nel controllo del volume del sangue e dei liquidi organici.

Gli ormoni sessuali prodotti nelle surrenali (androgeni, estrogeni e progesterone) agiscono sullo sviluppo e sulla funzione degli organi riproduttivi e sulle caratteristiche sessuali secondarie, ma sono meno importanti degli ormoni sessuali prodotti dalle gonadi.

IPOFISI

La ghiandola pituitaria (ipofisi) è situata nella parte inferiore del cervello, collegata ad esso da un breve cordone, ed è alloggiata nella fossa pituitaria dell'osso sfenoide formata dalla base del cranio. Qualche volta è considerata la ghiandola più importante del corpo poiché esercita, mediante i suoi numerosi ormoni, una influenza su quasi tutte le

altre ghiandole endocrine. Consiste in un lobo anteriore (adenoipofisi) e in un lobo posteriore (neuroipofisi) ognuno dei quali ha attività molto diverse (Tab. 2.1).

Tabella 2.1 Ormoni della ghiandola pituitaria

Ormone	Azione
Adenoipofisi	
Ormone della crescita	Presiede alla crescita
Tireotropina	Controlla la tiroide
Corticotropina/ adrenocorticotropina (ACTH)	Controlla gli ormoni adrenocorticali
Ormoni gonadotropi (ormone follicolo- stimolante, ormone luteinizzante, ormone luteotropo)	Controlla la crescita delle gonadi e le loro funzioni
Neuroipofisi	
Ossitocina	Stimola la secrezione lattea, provoca le contrazioni uterine al parto
Ormone antidiuretico	Controlla l'eliminazione dell'acqua

TESTICOLI

Nei tori i testicoli hanno forma ovale allungata, sono lunghi circa 12,5 cm e pesano 283-340 g. L'epididimo è stretto ma è intimamente attaccato ai testicoli lungo il loro bordo posteriore. Negli ovini i testicoli sono grandi, a forma di pera e più arrotondati che nei bovini, sono lunghi 10 cm e pesano 255-283 g. Nei verri i testicoli sono molto grandi e a forma ellittica irregolare, mentre l'epididimo è ben sviluppato e forma una proiezione conica all'estremità di entrambi i testicoli. I testicoli, o gonadi maschili, hanno due funzioni: la produzione di spermatozoi e la sintesi di testosterone, il principale ormone responsabile dello sviluppo dei caratteri sessuali secondari maschili.

OVAIE

Le ovaie, oltre a produrre ovuli, secernono tre tipi di ormoni: estradiolo, progesterone e relaxina. L'estradiolo, formato nei follicoli ovarici, promuove le caratteristiche sessuali secondarie femminili ed il comportamento sessuale. Il progesterone si forma nel corpo luteo e, durante la gravidanza,