

L'INTEGRAZIONE CON VANADIO DELLE RAZIONI PER IL CONIGLIO DA CARNE ⁽¹⁾

Bonomi A.², Bonomi B.M.², Quarantelli A.²

INTRODUZIONE

Le ricerche, di cui al titolo, sono parte integrante di un vasto piano di sperimentazione, programmato ed in corso di svolgimento presso il nostro Dipartimento, tendente ad approfondire le conoscenze su alcuni aspetti del problema relativo alla nutrizione oligominerale degli animali in produzione zootecnica.

Per quanto concerne gli oligoelementi considerati essenziali, a tutt'oggi la legislazione del nostro paese ne autorizza l'impiego, in qualità di integratori nella preparazione dei mangimi, limitatamente al cobalto, al ferro, allo iodio, al manganese, al molibdeno, al rame, al selenio ed allo zinco, mentre per altri l'autorizzazione non è ancora operante a motivo delle non sufficienti informazioni offerte dalla letteratura scientifica e tecnica.

Fra questi figura il vanadio, elemento che non da oggi è oggetto di attenzione da parte di numerosi ricercatori, soprattutto stranieri, a motivo delle funzioni che esso è in grado di svolgere nei processi biologici.

E' stato infatti accertato che il vanadio risulta indispensabile per il metabolismo delle catecolamine e dei lipidi e facilita le interazioni tra l'insulina ed i suoi recettori specifici presenti nei tessuti bersaglio, tra cui i muscoli ed il tessuto adiposo. Sembra essere inoltre coinvolto nel metabolismo del calcio, nello sviluppo e nella crescita di ossa e denti, nella riproduzione, nella regolazione degli zuccheri nel sangue, nella produzione dei globuli rossi (1, 2).

Con la dieta il vanadio viene assunto principalmente nella forma $H_2VO_4^-$, che penetra all'interno delle cellule attraverso il medesimo meccanismo di trasporto del fosforo. Nel tratto gastrointestinale va incontro ad una riduzione, trasformandosi in VO_2^+ e viene poi rapidamente escreto attraverso le feci. La quota ritenuta viene convertita rapidamente in forme chimiche più comuni e la sua distribuzione è indipendente dallo stato di ossidazione o dalla natura dell'elemento al momento dell'assunzione. L'organo di deposito per eccellenza sembra essere l'osso, dove il vanadio sotto forma VO_4^{3-} va a sostituire il PO_4^{3-} (3).

¹ Ricerche effettuate con il contributo finanziario del M.U.R.S.T. (quota 60%). Indirizzo per corrispondenza: Prof. Alberto Bonomi - Sezione di Scienza degli Alimenti e della Nutrizione - Via del Taglio, 8 - 43100 PARMA. Tel. 0521 032620; fax 0521 032622; e-mail: alberto.bonomi@unipr.it

² Dipartimento di Produzioni Animali, Biotecnologie Veterinarie, Qualità e Sicurezza degli Alimenti. Sezione di Scienza degli Alimenti e della Nutrizione. Facoltà di Medicina Veterinaria - Università degli Studi di Parma.

Per quanto riguarda il trasporto sono state osservate alcune relazioni fra il metabolismo del vanadio e quello del ferro, facendo supporre che la proteina transferrina possa essere coinvolta anche nel trasporto di tale elemento (4).

Il vanadio occupa un posto particolare fra i biometalli, in quanto, come il molibdeno, può partecipare ai processi biologici tanto nella sua forma cationica, quanto in quella anionica. In questa ultima forma esso si lega stabilmente con il fosforo, ma nella sua forma cationica presenta il caratteristico comportamento di un metallo di transizione, competendo cioè con altri cationi per i siti di coordinazione in composti e ligandi. Questo duplice comportamento, unitamente alla capacità di modificare la sua geometria di coordinazione e il suo stato ossidativo, rende il metabolismo del vanadio estremamente particolare (3).

L'attenzione dei ricercatori è volta principalmente allo studio delle interazioni delle diverse forme di vanadio con un notevole numero di biomolecole ed altri ligandi di interesse biologico e/o farmacologico, come contributo ad una migliore conoscenza delle possibili funzioni ed effetti che lo stesso potrebbe avere negli organismi superiori (5).

Circa il fabbisogno in vanadio degli animali in produzione zootecnica, la letteratura consultata non è e non può essere esauriente; infatti esistono non poche incertezze sia sulla quantità di vanadio necessaria per evitare turbe carenziali sia sulla quantità "ottimale", capace cioè di assicurare il perfetto stato di salute e di produttività.

D'altra parte bisogna ricordare che il fabbisogno in vanadio è legato alla presenza nella razione di altri elementi minerali, che possono condizionare l'assorbimento dell'elemento in questione.

Secondo alcuni ricercatori (6, 7) il dosaggio minimo di vanadio, al di sotto del quale potrebbero instaurarsi stati carenziali, potrebbe variare fra i 10 e i 30 p.p.b.

E' stato possibile accertare che in carenza di vanadio i broilers palesano un rallentamento della velocità di crescita, piumaggio difettoso e ridotto sviluppo delle ossa (8), mentre nelle capre la carenza dell'oligoelemento influenza negativamente l'efficienza riproduttiva e la produzione quanti-qualitativa del latte (9, 10).

Circa gli effetti del vanadio sulle performances degli animali e sui parametri zoeconomici la letteratura è estremamente parca di notizie.

E' stato osservato che l'integrazione della razione con vanadio alla dose di 4 p.p.m. è in grado di migliorare nei broilers l'accrescimento ponderale e l'utilizzazione dell'alimento (11).

Gli effetti tossici del vanadio sono stati studiati nei polli.

Nelle ovaiole l'aggiunta alla razione di 30 p.p.m. di vanadio ha fatto registrare un calo della ovodeposizione e un peggioramento della qualità delle uova (12+14).

Utilizzando l'ossido di vanadio (titolo in V 55%) abbiamo già effettuato una serie di sperimentazioni, che hanno interessato i vitelli in fase di svezzamento (15), le manzette e le manze (16), i vitelli da macello a carne bianca (17), i vitelloni (18), le scrofe (19) e i suini in fase di svezzamento (20).

Le nostre ricerche hanno consentito di rilevare che l'integrazione delle razioni con vanadio è in grado di condizionare favorevolmente l'efficienza produttiva degli animali.

Nel piano generale di ricerca, oltre le suddette sperimentazioni, è stato previsto lo studio del problema relativo all'integrazione con vanadio delle razioni per le pic-

cole specie, nei confronti delle quali le notizie riportate in letteratura sono piuttosto scarse.

Sperimentando sul tacchino da carne (21), sulle faraone da carne (22) e sulle anatre da carne (23), ci è stato dato di accertare che il vanadio, aggiunto ai mangimi alle dosi di 4 e di 8 p.p.m., influenza positivamente l'estrinsecazione delle attitudini produttive.

Sulla base delle favorevoli risultanze ottenute ci è sembrato interessante ampliare la ricerca andando a toccare l'allevamento del coniglio da carne.

MATERIALE E METODI

La prova è stata condotta su 200 conigli di razza Nuova Zelanda dell'età di circa 30 giorni, tutti maschi appena svezzati e distinti in quattro gruppi di 50 soggetti ciascuno, contrassegnati con i numeri dall'uno al quattro.

L'allevamento, praticato in gabbie collettive (10 soggetti per ogni gabbia), in condizioni di ambiente uniformi per i vari gruppi, ha avuto la durata di 60 giorni.

I soggetti del gruppo 1, considerato di "controllo", hanno ricevuto, durante il primo periodo (dal 30° al 60° giorno) ed il secondo (dal 61° al 90° giorno) due mangimi completi, la cui composizione è riportata nella tabella n. 1.

Tab. 1 – Formulazione dei mangimi composti integrati.

Periodi		1°	2°
Farina di mais	Kg	35.00	45.00
Farina di orzo	"	10.00	10.00
Farina di soia (estr. 50% prot.)	"	10.00	8.00
Farina di girasole (estr. 45% prot.)	"	5.00	5.00
Farina di pesce	"	2.00	2.00
Polvere di latte magro	"	3.00	3.00
Farina di medica integrale	"	9.00	6.00
Farina di medica dis.	"	4.00	4.00
Cruschello di frumento	"	14.00	9.00
Melasso di canna	"	4.00	4.00
Lievito di birra	"	1.00	1.00
Carbonato di calcio	"	1.00	1.00
Fosfato bicalcico	"	1.00	1.00
Cloruro di sodio	"	0.50	0.50
Complesso vit. e oligomin (¹)	"	0.50	0.50

(1) - Composizione del complesso vitaminico e oligominerale (per 1 kg) – Vit A: U.I. 4.000.000; Vit. D3: U.I. 400.000; Vit. E: mg 5.000; Vit. B1: mg 400; Vit. B2: mg 800; Vit. B6: mg 500; Vit. B12: mg 4; Vit. PP: mg 4.500; Ac. Pantotenico: mg 3.000; Ac. Folico: mg 300; Colina cloruro: mg 100.000; DL-metionina: mg 50.000; Co: mg 150; Fe: mg 5.000; I: mg 200; Mn: mg 15.000; Cu: mg 200; Zn: mg 10.000; supporto vegetale q.b. a g 1000.

Per l'alimentazione dei gruppi 2, 3 e 4, considerati di "esperimento", sono stati impiegati gli stessi mangimi integrati però con vanadio nelle rispettive dosi di 2, di 4 e di 8 p.p.m.

E' stato utilizzato ossido di vanadio (V:55%) di produzione Merck, messo gentilmente a nostra disposizione dalla Ditta Manteka di Bibbiano (RE).

Tab. 2 – Analisi chimica dei mangimi composti integrati.

Periodi		1°	2°
Acqua	%	12.00	12.20
Ceneri gregge	“	6.80	7.00
Proteina greggia	“	19.00	17.00
Sostanze grasse gregge	“	3.50	3.00
Cellulosa greggia	“	9.50	9.00
Estrattivi inazotati	“	49.20	51.80

Nella tabella n. 2 sono racchiusi i risultati dell'analisi chimica effettuata sui mangimi di 1° e di 2° periodo. La determinazione del contenuto in principi immediati è stata condotta secondo la tecnica consigliata dalla C.V.A. dell'A.S.P.A. (24).

Nel corso ed al termine della prova istituita sono stati effettuati i seguenti rilievi:

- a)- il controllo giornaliero dello stato di salute degli animali;
- b)- la verifica dell'incremento ponderale individuale e del consumo di alimenti;
- c) - la determinazione di alcuni parametri ematici.

Sui campioni di sangue, prelevati da 10 soggetti scelti nell'ambito di ciascun gruppo, sono stati determinati i contenuti di proteine totali, di albumina, di globuline, di glucosio, di fosfatasi alcalina, di bilirubina totale, di colesterolo totale, di col. HDL, di col. LDL, di trigliceridi, di lipidi totali e di lipoproteine α e β , di fosfolipidi, di NEFA, con kit della Boehringer Italia;

- d) – l'indagine sul contenuto in grasso delle feci.

Contemporaneamente ai prelievi di sangue, di cui al punto c) sono state raccolte le feci per la determinazione del grasso totale, dei grassi neutri, dei saponi e degli acidi grassi, adottando la metodica di Van de Kramer e coll., descritta da Varley (25);

e) - il controllo della resa di macellazione e la valutazione delle carcasse alla spolpatura;

f)- l'analisi chimico-bromatologica della carne secondo la metodica A.O.A.C. (26);

g) - la determinazione della digeribilità pepsinica "in vitro" della carne, secondo la ben nota tecnica di Sjollema - Wedemeyer;

h) - la valutazione della tenerezza della carne, secondo il procedimento proposto da Schömberg e Lochmann, elaborato da Krüger (27) e basato sull'impiego della tripsina, adottando gli accorgimenti resi noti da uno di noi in altra memoria (28), alla quale si rimanda;

I dati ottenuti a seguito delle indagini effettuate sono stati sottoposti ad analisi della varianza secondo il metodo dei minimi quadrati, adottando il seguente modello:

$$Y_{ij} = \mu + a_{ij} + e_{ij}$$

dove

Y_{ij} = singola osservazione;

μ = media generale;

a_{ij} = effetto della dose ($i = 1, \dots, 4$);

e_{ij} = effetto casuale residuo.

RISULTATI E DISCUSSIONE

A) - Lo stato di salute.

Per tutta la durata della prova i conigli alimentati con mangimi contenenti vanadio alle dosi di 2, di 4 e di 8 p.p.m. hanno manifestato uno stato di salute decisamente buono. Analogamente ai controlli il sensorio e le grandi funzioni organiche hanno fatto registrare uno svolgimento regolare senza il riscontro di variazioni comunque riferibili ai particolari regimi alimentari adottati.

Il tasso di mortalità è risultato basso, avendo raggiunto quote comprese fra il 2 e il 3%.

B) - L'incremento ponderale ed il consumo di alimenti.

I conigli sono stati pesati individualmente al 30°, al 60° e al 90° giorno di età.

Nella tabella n. 3 (v. anche grafico 1) figurano i risultati ottenuti a seguito dell'elaborazione condotta sui dati primitivi, mentre nella tabella n. 4 sono compendiate i valori medi relativi agli incrementi ponderali giornalieri.

L'esame delle tabelle permette di rilevare che:

1) - al 30° giorno di età le differenze fra i pesi medi non sono significative ($P > 0,05$);

2) - al 60° giorno di età i conigli razionati con mangimi contenenti vanadio alle dosi di 4 p.p.m. (gruppo 3) e di 8 p.p.m. (gruppo 4) hanno fatto registrare un accrescimento ponderale superiore nei confronti dei controlli (gruppo 1) in virtù di differenze significative ($P < 0,05$) pari, nell'ordine, al 8,00% e al 17,00%. Pure significativa ($P < 0,05$) la differenza fra il gruppo 3 e il gruppo 4.

Non ha trovato conferma ($P > 0,05$) la differenza fra i controlli e i soggetti trattati con vanadio alla dose di 2 p.p.m. di mangime (gruppo 2);

3) - al 90° giorno di età, cioè al termine della prova, il vanadio, contenuto nel mangime alle dosi di 4 p.p.m. (gruppo 3) e di 8 p.p.m. (gruppo 4), si è dimostrato capace di condizionare favorevolmente la velocità di crescita con una intensità maggiore rispetto al periodo precedente massime con riferimento al dosaggio più elevato. Le differenze fra i controlli (gruppo 1) e i soggetti dei gruppi 3 e 4 sono risultate significative ($P < 0,05$) e pari, nell'ordine, al 12,00% e al 20,00%.

Alla dose di 2 p.p.m. (gruppo 2) il vanadio ha prodotto risultanze non diverse ($P > 0,05$) rispetto a quelle registrate per i controlli.

Tab. 3 – Accrescimento ponderale (valori medi \pm D.S.).

Gruppi		1	2	3	4
Soggetti	n.	50	50	50	50
Durata della prova	d	60	60	60	60
Pesi medi iniziali (al 30° d)	g	800,20 \pm 52,10	780,39 \pm 48,50	790,16 \pm 50,61	797,39 \pm 53,48
Pesi medi al 60° d	"	1.850,34a \pm 81,16	1.875,42a \pm 83,40	1.995,30b \pm 85,18	2.178,46c \pm 80,20
Pesi medi al 90° d	"	2.900,26a \pm 96,13	2.957,11a \pm 95,00	3.240,86b \pm 98,60	3.400,12c \pm 97,00

- a, b, c diversi per $P < 0,05$.

Tab. 4 – Incrementi ponderali giornalieri (valori medi \pm D.S.).

Gruppi		1	2	3	4
30° - 60° d	g	36.00a \pm 1.80	36.50a \pm 1.75	40.20b \pm 1.78	44.00c \pm 1.82
61° - 90° d	"	35.00a \pm 2.20	36.00a \pm 2.00	41.52b \pm 2.31	45.10c \pm 2.15
30° - 90° d	"	35.50a \pm 2.18	36.20a \pm 2.26	41.00b \pm 2.30	44.70c \pm 2.21

- a, b, c diversi per $P < 0,05$.

Nella tabella n. 5 (v. anche grafico 2) sono riportati i risultati relativi agli indici di conversione dell'alimento, in base ai quali è possibile osservare che i conigli trattati con vanadio alle dosi di 4 p.p.m. (gruppo 3) e di 8 p.p.m. di mangime (gruppo 4) hanno prodotto il chilogrammo di peso vivo, usufruendo di una quantità di alimento inferiore nei confronti di quella consumata dai controlli (gruppo 1) sulla base di differenze, calcolate per l'intero ciclo produttivo, significative ($P < 0,05$) e pari, rispettivamente, al 10,00% e al 16,00%. Significativa ($P < 0,05$) anche la differenza fra il gruppo 3 e il gruppo 4.

Risultanze pressoché analoghe a quelle dei controlli ($P > 0,05$) sono state registrate per i soggetti che hanno assunto il mangime addizionato di vanadio alla dose di 2 p.p.m. (gruppo 2).

C) - I parametri ematici.

I risultati ottenuti a seguito delle indagini condotte sui campioni di sangue prelevati al 30°, al 60° e al 90° giorno di età, figurano, nei loro valori medi, nelle tabelle nn. 6 e 7. L'esame delle tabelle pone in evidenza che:

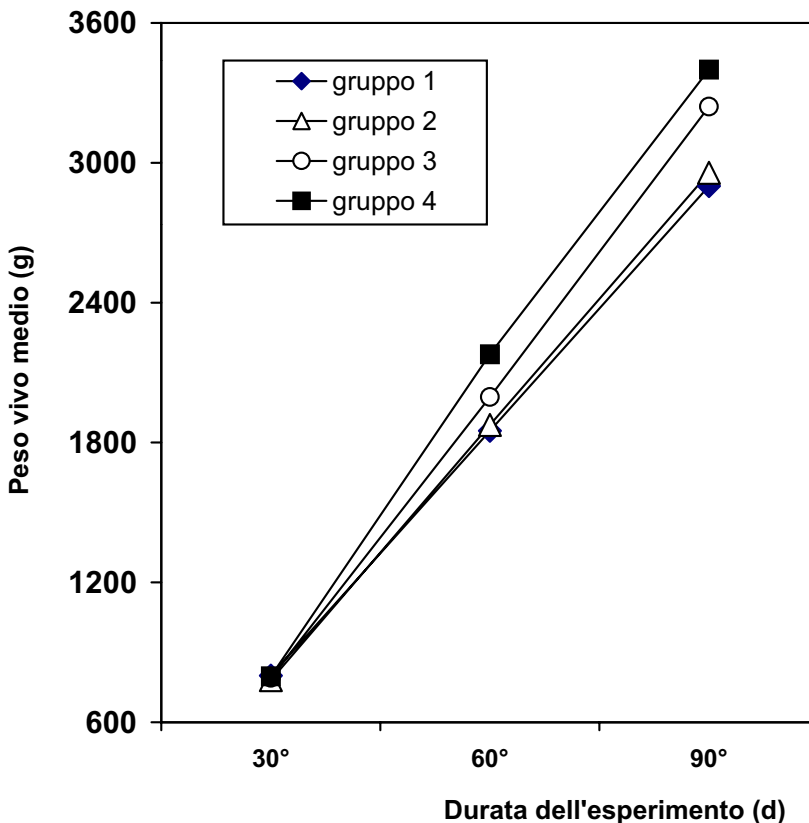


Grafico n. 1 - Accrescimento ponderale

Tab. 5 – Indice di conversione - Kg di mangime/Kg p.v. (valori medi \pm D.S.).

Gruppi		1	2	3	4
30° - 60° d	Kg	3.60c \pm 0.10	3.54c \pm 0.12	3.35b \pm 0.12	3.15a \pm 0.11
61° - 90° d	"	3.85c \pm 0.15	3.80c \pm 0.13	3.50b \pm 0.16	3.20a \pm 0.17
30° - 90° d	"	3.75c \pm 0.09	3.68c \pm 0.10	3.40b \pm 0.10	3.17a \pm 0.11

- a, b, c diversi per $P < 0,05$.

Tab. 6 – Parametri ematici (valori medi \pm D.S.).

Gruppi		1	2	3	4
Proteine totali	g/100 ml	6.15 \pm 0.34	6.21 \pm 0.37	6.28 \pm 0.41	6.31 \pm 0.41
Albumina	"	2.40 \pm 0.26	2.53 \pm 0.28	2.58 \pm 0.30	2.61 \pm 0.32
Globuline	"	3.75 \pm 0.34	3.68 \pm 0.36	3.70 \pm 0.35	3.70 \pm 0.38
Glucosio	mg/100 ml	140.10a \pm 7.42	143.11a \pm 7.66	160.00b \pm 7.70	172.56c \pm 7.45
Colesterolo tot.	"	150.80 \pm 20.00	146.39 \pm 18.64	141.30 \pm 19.30	138.10 \pm 19.62
Colesterolo HDL	"	50.16 \pm 12.13	48.36 \pm 13.20	45.11 \pm 13.60	42.37 \pm 13.00
Colesterolo LDL	"	85.12 \pm 15.20	80.29 \pm 14.38	77.12 \pm 14.74	75.20 \pm 14.80
Trigliceridi	"	130.16 \pm 19.10	126.11 \pm 19.00	121.74 \pm 18.64	117.62 \pm 18.86
Bilirubina tot.	"	1.80 \pm 0.16	1.76 \pm 0.15	1.71 \pm 0.17	1.68 \pm 0.18
Fosfolipidi	"	105.11 \pm 15.30	102.69 \pm 14.86	100.00 \pm 14.91	94.30 \pm 15.10

- a, b, c diversi per $P < 0,05$.

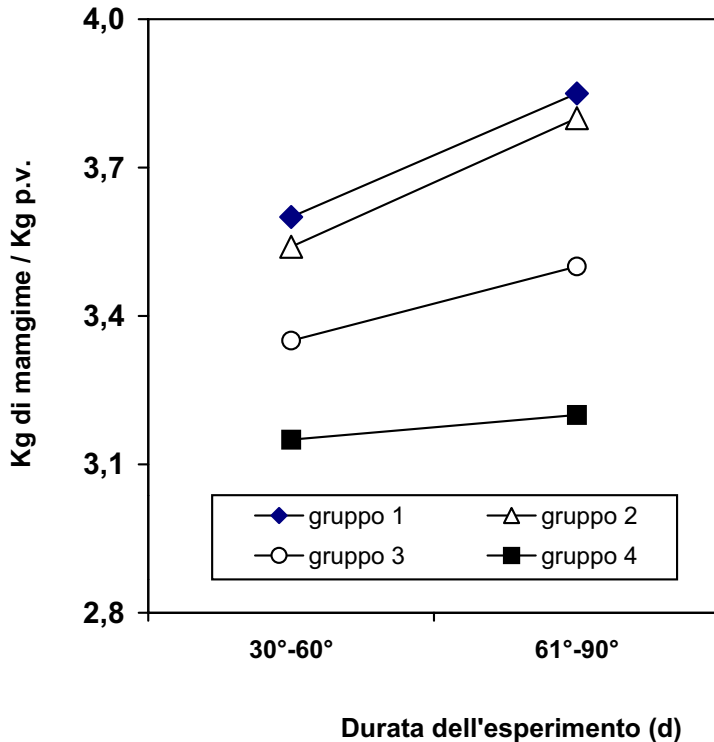


Grafico n. 2 - Indice di conversione

- i contenuti di proteine totali, di albumina e di globuline non hanno subito modificazioni ($P > 0,05$) riconducibili all'impiego del vanadio ai vari dosaggi considerati;

- il tenore di glucosio ha toccato quote più elevate nei conigli che hanno assunto il vanadio alle dosi di 4 p.p.m. (gruppo 3) e di 8 p.p.m. di mangime (gruppo 4) in virtù di differenze significative ($P < 0,05$), rispetto ai controlli (gruppo 1), pari, nell'ordine, al 14,00% e al 23,00%. Pure significativa ($P < 0,05$) la differenza fra il gruppo 3 e il gruppo 4.

Non ha trovato conferma ($P > 0,05$) la differenza fra i controlli e i soggetti che hanno utilizzato mangimi contenenti vanadio alla dose di 2 p.p.m. (gruppo 2);

- i tassi di bilirubina totale, di colesterolo totale, di col. HDL, di col. LDL, di trigliceridi, di fosfolipidi, di fosfatasi alcalina, di NEFA e di lipidi totali sono stati caratterizzati da valori più bassi nei conigli trattati con vanadio ai vari dosaggi considerati sulla base però di differenze, nei confronti dei controlli, che non hanno raggiunto la significatività statistica ($P > 0,05$);

- le lipoproteine α e β , determinate nel sangue dei conigli trattati con il vanadio alle dosi di 4 p.p.m. (gruppo 3) e di 8 p.p.m. di mangime (gruppo 4) hanno denunciato, rispettivamente, valori più alti e più bassi rispetto al lipidogramma dei controlli (gruppo 1), in virtù di differenze significative ($P < 0,05$) pari, nell'ordine, al 39,00% e al 75,00% per le α , al 24,50% e al 49,00% per le β .

Tab. 7 – Parametri ematici (valori medi \pm D.S.).

Gruppi		1	2	3	4
Fosfatasi alcalina	mU/ml	100.30 \pm 15.10	96.48 \pm 14.86	93.18 \pm 14.91	90.11 \pm 15.00
NEFA	mg/l	82.44 \pm 10.00	81.00 \pm 9.84	78.50 \pm 10.15	75.10 \pm 9.76
Lipidi totali	mg/100 ml	450.13 \pm 13.16	445.61 \pm 14.00	441.13 \pm 13.60	440.60 \pm 13.85
Lipoproteine α	%	38.61a \pm 10.00	40.10a \pm 9.71	53.61b \pm 9.86	68.54c \pm 9.94
Lipoproteine β	%	61.39c \pm 10.00	59.90c \pm 9.71	46.39b \pm 9.86	31.46a \pm 9.94
Rapporto β/α		1.60 \pm 0.32	1.50 \pm 0.35	0.86 \pm 0.28	0.47 \pm 0.27

- a, b, c diversi per $P < 0,05$.

Tab. 8 – Contenuto in grasso delle feci (valori medi \pm D.S.).

Gruppi		1	2	3	4
Grasso totale	%	4.00c \pm 0.15	3.91c \pm 0.17	3.62b \pm 0.18	3.30a \pm 0.17
Grassi neutri	"	2.20c \pm 0.10	2.12c \pm 0.12	1.30b \pm 0.14	0.45a \pm 0.15
Saponi	"	1.30a \pm 0.13	1.24a \pm 0.14	1.50b \pm 0.16	1.75c \pm 0.16
Acidi grassi	"	0.50a \pm 0.06	0.55a \pm 0.08	0.82b \pm 0.09	1.10c \pm 0.09

- a, b, c diversi per $P < 0,05$.

Per entrambi i parametri significative ($P < 0,05$) anche le differenze fra il gruppo 3 e il gruppo 4. Non significative ($P > 0,05$) le differenze fra i controlli e i soggetti trattati con vanadio alla dose di 2 p.p.m. di mangime (gruppo 2).

D) - Il contenuto in grasso delle feci.

Le risultanze ottenute, riportate nella tabella n. 8, consentono di accertare che le feci dei conigli alimentati con mangimi contenenti il vanadio alle dosi di 4 p.p.m. (gruppo 3) e di 8 p.p.m. (gruppo 4) sono caratterizzate da valori più bassi di grasso totale e di grassi neutri e più elevati di saponi e di acidi grassi nei confronti di quelle dei controlli (gruppo 1) sulla base di differenze significative ($P < 0,05$) pari, rispettivamente, al 10,00% e al 17,00% per il grasso totale, al 41,00% e al 80,00% per i grassi neutri, al 16,00% e al 34,00% per i saponi, al 60,00% e al 100,00% per gli acidi grassi.

Per tutti i parametri pure significative le differenze fra il gruppo 3 e il gruppo 4.

Risultanze che collimano con quelle dei controlli ($P > 0,05$) sono state osservate per i soggetti alimentati con mangimi, in cui ha trovato posto il vanadio alla dose di 2 p.p.m. (gruppo 2).

E) - Le rese di macellazione.

A seguito delle indagini effettuate sono state ricavate le risultanze compendiate nella tabella n.9. L'esame della tabella permette di osservare che:

- la resa in carcassa a caldo (priva di testa, collo, pelle, stinchi, zampe, coda e di tutti i visceri) ha fatto registrare valori compresi fra il 48,00% e il 57,00%.

Le rese più elevate sono andate ad interessare i conigli trattati con vanadio alle dosi di 4 p.p.m. (gruppo 3) e di 8 p.p.m. di mangime (gruppo 4) in virtù di differenze significative ($P < 0,05$), rispetto ai controlli (gruppo 1), pari, nell'ordine, al 11,00% e al 18,00%. Significativa ($P < 0,05$) anche la differenza fra il gruppo 3 e il gruppo 4.

Non ha trovato conferma ($P > 0,05$) la differenza fra i controlli e i soggetti razionati con mangimi contenenti vanadio alla dose di 2 p.p.m. (gruppo 2);

- le rese in quarti anteriori, in quarti posteriori, in lombo e in carne dei conigli che hanno assunto mangimi addizionati di vanadio alle dosi di 4 p.p.m. (gruppo 3) e di 8 p.p.m. (gruppo 4) sono risultate più elevate nei confronti di quelle dei controlli (gruppo 1) sulla base di differenze significative ($P < 0,05$) pari, rispettivamente, al 8,00% e al 15,00% per i quarti anteriori, al 7,50% e al 17,00% per i quarti posteriori, al 17,00% e al 20,00% per il lombo, al 12,00% e al 23,00% per la carne. Per tutti i parametri hanno raggiunto la significatività statistica ($P < 0,05$) le differenze fra il gruppo 3 e il gruppo 4.

Risultanze non diverse da quelle dei controlli ($P > 0,05$) sono state registrate per i conigli che sono stati trattati con vanadio alla dose di 2 p.p.m. di mangime (gruppo 2);

- le rese in grasso di deposito, in ossa, in testa e collo, in pelle, in stinchi, in zampe e coda, in fegato, nel complesso "milza, cuore, polmoni, reni e testicoli", in stomaco e in intestino non hanno subito modificazioni ($P > 0,05$) riferibili ai particolari regimi alimentari adottati.

Tab. 9 – Rilievi di macellazione a caldo (% p.v. - valori medi \pm D.S.).

Gruppi	1	2	3	4
Rese in:				
- carcassa	48.10a \pm 1.20	48.35a \pm 1.26	53.26b \pm 1.18	56.70c \pm 1.19
- quarti anteriori	13.70a \pm 0.48	14.00a \pm 0.45	14.75b \pm 0.52	15.80c \pm 0.55
- quarti posteriori	17.69a \pm 0.61	17.95a \pm 0.70	19.00b \pm 0.66	20.75c \pm 0.74
- lombo	16.71a \pm 0.50	16.40a \pm 0.48	19.51b \pm 0.46	20.15c \pm 0.49
- carne	31.30a \pm 1.10	31.50a \pm 1.15	35.20b \pm 1.18	38.62c \pm 1.20
- grasso	2.80 \pm 0.58	2.66 \pm 0.62	2.80 \pm 0.64	2.91 \pm 0.55
- ossa	14.00 \pm 1.40	14.19 \pm 1.50	15.26 \pm 1.53	15.17 \pm 1.48
- testa e collo	9.00 \pm 0.80	9.30 \pm 0.68	9.50 \pm 0.71	9.35 \pm 0.73
- pelle	11.30 \pm 0.71	11.24 \pm 0.76	11.18 \pm 0.83	11.10 \pm 0.80
- stinchi, zampe e coda	3.75 \pm 0.42	3.70 \pm 0.48	3.61 \pm 0.47	3.50 \pm 0.41
- fegato	2.38 \pm 0.51	2.50 \pm 0.47	2.64 \pm 0.56	2.40 \pm 0.54
- milza, cuore, polmoni, reni e testicoli	2.50 \pm 0.56	2.64 \pm 0.58	2.47 \pm 0.54	2.38 \pm 0.57
- stomaco pieno	4.56 \pm 0.47	4.47 \pm 0.49	4.40 \pm 0.45	4.31 \pm 0.42
- intestino pieno	13.60 \pm 1.35	13.20 \pm 1.41	13.00 \pm 1.28	12.70 \pm 1.30

- a, b, c diversi per P<0,05.

Tab. 10 – Composizione chimico-bromatologica della carne (valori medi \pm D.S.).

Gruppi		1	2	3	4
Acqua	%	73.50 \pm 0.45	73.20 \pm 0.48	73.35 \pm 0.50	73.41 \pm 0.53
Ceneri gregge	“	1.61 \pm 0.13	1.57 \pm 0.11	1.59 \pm 0.14	1.56 \pm 0.14
Proteina greggia	“	22.26 \pm 0.30	22.30 \pm 0.33	22.34 \pm 0.38	22.40 \pm 0.37
Sostanze grasse gregge	“	2.30 \pm 0.17	2.24 \pm 0.18	2.28 \pm 0.20	2.31 \pm 0.19

Tab. 11 – Digeribilità pepsinica “in vitro” della carne (valori medi \pm D.S.).

Gruppi		1	2	3	4
Proteine totali	%	22.26 \pm 0.30	22.30 \pm 0.33	22.34 \pm 0.38	22.40 \pm 0.37
Proteine indigerite	“	2.50 \pm 0.37	2.46 \pm 0.41	1.70 \pm 0.40	1.20 \pm 0.38
Proteine digeribili	“	19.76 \pm 0.28	19.84 \pm 0.25	20.64 \pm 0.22	21.20 \pm 0.26
Coefficiente di digeribilità	“	88.75 \pm 1.30	89.00 \pm 1.38	92.40 \pm 1.41	95.00 \pm 1.45

- a, b, c diversi per $P < 0,05$.

F) – La composizione chimico-bromatologica della carne.

Sono stati determinati i contenuti in acqua, in ceneri gregge, in proteina greggia e in grasso greggio.

I risultati ottenuti, raccolti nella tabella n. 10, mettono in evidenza che la carne dei conigli denuncia una composizione chimico-bromatologica nella normalità senza il riscontro di variazioni a seguito del ricorso al vanadio ai vari dosaggi sperimentati.

G) - La digeribilità pepsinica “in vitro” della carne.

Sulla carne, essiccata e sgrassata, è stata determinata la digeribilità, secondo la metodica proposta da Sjollema-Wedemeyer.

I valori medi relativi alla proteina totale, indigerita, digeribile e al coefficiente di digeribilità sono riportati nella tabella n. 11.

Dall'esame della tabella è possibile rilevare che la carne dei conigli alimentati con mangimi addizionati di vanadio alle dosi di 4 p.p.m. (gruppo 3) e di 8 p.p.m. (gruppo 4) è più digeribile nei confronti di quella dei controlli (gruppo 1). Il coefficiente di digeribilità delle proteine è stato infatti interessato da differenze significative ($P < 0,05$) pari, rispettivamente, al 4,50% e al 7,00%. Impiegato alla dose di 2 p.p.m. (gruppo 2) il vanadio non ha costituito fonte di variazione ($P > 0,05$) per la digeribilità della carne.

H) - La tenerezza della carne.

Per la valutazione della tenerezza della carne è stato adottato il procedimento proposto da Schönberg e Lochmann, elaborato da Krüger, basato sul ricorso alla tripsina. Con il medesimo procedimento si opera su carne essiccata e sgrassata che viene sottoposta a digestione enzimatica per 96 ore. Al termine di tale periodo la sostanza indigerita è rappresentata quasi totalmente dal tessuto connettivo.

Tab. 12 – Digestione tripsinica “in vitro” della carne. Sostanza indigerita espressa in % sulla carne essiccata e sgrassata (valori medi \pm D.S.).

Gruppi	Sostanza indigerita
1	2.86c \pm 0.40
2	2.70c \pm 0.36
3	1.85b \pm 0.32
4	1.38a \pm 0.31

- a, b, c diversi per $P < 0,05$.

Nella tabella n. 12 figurano le risultanze ottenute, le quali mettono in luce che la carne dei conigli alimentati con mangimi contenenti vanadio alle dosi di 4 p.p.m. (gruppo 3) e di 8 p.p.m. (gruppo 4) è più tenera rispetto a quella dei controlli (gruppo 1). Le differenze fra i contenuti di sostanza indigerita sono significative ($P < 0,05$) e pari, nell'ordine, al 35,00% e al 50,00%.

È risultata significativa ($P < 0,05$) anche la differenza fra il gruppo 3 e il gruppo 4.

Statisticamente non diversa ($P > 0,05$) la differenza fra i controlli e i soggetti trattati con vanadio alla dose di 2 p.p.m. di mangime (gruppo 2).

CONCLUSIONI

Sulla base delle risultanze ottenute a seguito delle indagini effettuate è possibile la formulazione delle seguenti considerazioni e conclusioni:

1) - il vanadio, in qualità di integratore, alle dosi di 4 e di 8 p.p.m. di mangime ha influenzato positivamente l'efficienza produttiva dei conigli, migliorando l'accrescimento ponderale (risp. 12,00% e 20,00%) e l'utilizzazione dell'alimento (risp. 10,00% e 16,00%);

2) - agli stessi dosaggi il vanadio ha inoltre condizionato favorevolmente le rese in carcassa (risp. 11,00% e 18,00%), in quarti anteriori (risp. 8,00% e 15,00%), in quarti posteriori (risp. 7,50% e 17,00%), in lombo (risp. 17,00% e 20,00%) e in carne (risp. 12,00% e 23,00%) e alcune caratteristiche qualitative di quest'ultima con riferimento al grado di digeribilità (risp. 4,00% e 7,00% per le prot. dig. dopo digestione pepsinica "in vitro") e al grado di tenerezza (risp. - 35,00% e - 50,00% per il tessuto connettivo dopo digestione tripsinica "in vitro");

3) - alla dose di 2 p.p.m. di mangime il vanadio è risultato inefficace;

4) - a prescindere dal dosaggio il vanadio, non ha determinato variazioni nello stato sanitario dell'allevamento.

Devesi pertanto ammettere che il vanadio, nella veste di integratore alimentare, interviene efficacemente nell'estrinsecazione delle attitudini produttive del coniglio da carne.

Circa il dosaggio dell'oligoelemento ci sembra di poter consigliare una quota compresa fra le 4 e le 8 p.p.m. di mangime.

Dal punto di vista biologico i reperti sortiti dalla nostra sperimentazione possono trovare una giustificazione alla luce delle indagini condotte a livello ematico.

Il vanadio ha infatti determinato un aumento del contenuto di glucosio e riduzioni, anche se di modesta entità, dei tenori di bilirubina totale, di colesterolo totale, HDL e LDL, di trigliceridi, di fosfolipidi, di fosfatasi alcalina, di NEFA, di lipidi totali, risultanze queste che dimostrano chiaramente la possibilità del vanadio di svolgere un ruolo importante in seno ai metabolismi glucidico e lipidico.

In ordine a quest'ultimo aspetto necessita inoltre menzionare che il vanadio è capace di svolgere un'azione positiva sulla digeribilità dei grassi come lo testimonia l'aumento delle lipoproteine α nel sangue e del contenuto di saponi e di acidi grassi nelle feci.

Siamo in attesa di più ampie informazioni sul meccanismo d'azione e sulle funzioni metaboliche del vanadio che ci verranno offerte da altre indagini già in corso di svolgimento.

Parole chiave: vanadio, integrazione razione, conigli da carne.

Key words: vanadium, ration integration, rabbits.

RIASSUNTO - Gli Autori espongono i risultati ottenuti a seguito di un esperimento circa l'impiego del vanadio, nel ruolo di integratore, nell'alimentazione del coniglio da carne. Il vanadio, utilizzato alle dosi di 4 e di 8 p.p.m. di mangime durante l'intero ciclo di allevamento (dal 30° al 90° giorno di età), ha determinato miglioramenti nella velocità di crescita (risp. 12,00% e 20,00%), nell'utilizzazione dell'alimento (risp. 10,00% e 16,00%), nelle rese in carcassa (risp. 11,00% e 18,00%), in quarti anteriori (risp. 8,00% e 15,00%), in quarti posteriori (risp. 7,50% e 17,00%), in lombo (risp. 17,00% e 20,00%), in carne (risp. 12,00% e 23,00%) e in alcune caratteristiche qualitative di quest'ultima con riferimento al grado di digeribilità (risp. 4,00% e 7,00% per le prot. dig. dopo digestione pepsinica "in vitro") e al grado di tenerezza (risp. - 35,00% e - 50,00% per il tessuto connettivo dopo digestione tripsinica "in vitro").

In corrispondenza di un dosaggio più basso (2 p.p.m.) il vanadio è risultato meno efficace.

SUMMARY - Vandium in the feeding of the rabbits.

The Authors refer the results of research about the use of vanadium as an integrator of rabbits feeding. Added to rations at the doses of 4 and 8 p.p.m. (from 30 to 90 d of age) vanadium has positive effects on the weight gain (resp. 12,00% and 20,00%), the feed utilization (resp. 10,00% and 16,00%), the carcass (resp. 11,00% and 18,00%), the fore quarters (resp. 8,00% and 15,00%), the rear quarters (resp. 7,50% and 17,00%), the loin (resp. 17,00% and 20,00%), the meat yield (resp. 12,00% and 23,00%), the meat digestibility (resp. 4,00% and 7,00% of digestible protein after "in vitro" pepsinic digestion) and tenderness (resp. -35,00% and -50,00% of connective tissue after "in vitro" tripsinic digestion).

At the lower dose (2 p.p.m.) vanadium doesn't seem to have any appreciable effect.

Nota - Il piano, l'esecuzione delle indagini e le conclusioni spettano in parti uguali agli Autori. (A. Bonomi).

BIBLIOGRAFIA

1. WILLSKY G.R., GOLDFINE A.B., KOSTYNIK P.J. (1998) - Vanadium Compounds - Chemistry, Biochemistry and Therapeutic Applications. In: ACS Symposium Series 711, Tracey and Crans (Eds), American Chemistry Society, Washington, 279-296.
2. WILLSKY G.R., GOLDFINE A.B., KOSTYNIK P.J., McNEILL J.H., YANG L.Q., KHAN H.R., CRANS D.C. (2001) - Effects of Vanadium(IV) compounds in the treatment of diabetes: in vivo and in vitro with vanadyl sulfate and bis(maltolato)oxovanadium(IV). *Journal of Inorganic Biochemistry*: 85, 33-42.
3. BARAN E.J. (2000) - Oxovanadium (IV) and oxovanadium (V) complexes relevant to biological systems. *Journal of Inorganic Biochemistry*: 80, 1-10.

4. WILLSKY G.R. (1990) - Vanadate in biological systems, N.D. Chasteen (ed.), Kluwar Academic Publishers, The Netherlands, 1-24.
5. NIELSEN F.H. (1998) - The nutritional essentiality and physiological metabolism of vanadium in higher animals. In: ACS Symposium Series 711, Tracey and Crans (Eds.). American Chemical Society, 297-307.
6. HOPKINS L.L. Jr. e MOHR H.E. (1974) - Vanadium as an essential nutrient. Fed. Proc.: 33, 1773-1775.
7. NIELSEN F.H. e OLLERICH D.A. (1973) - Studies on a vanadium deficiency in chicks. Fed. Proc.: 32, 929 (Abstr.).
8. UEBERSCHAER K.H., VOGT H., MATTHES S. (1985) - Effect of various vanadium levels in broiler and laying hen rations on the performance of birds and on residues in tissues and eggs. Archiv fuer Geflugelkunde: 49, 23-30.
9. ANKE M., GROPPPEL B., KRONEMANN H., FUHRER E. (1983) - Influence of vanadium deficiency on growth, reproduction and life expectancy of female goats. Spurenelement Symposium: 4, 135-141.
10. ANKE M., GROPPPEL B., KRONEMANN H., FUHRER E. (1985) - Vanadium deficiency in ruminants. Trace elements in man and animals. Proceedings of the fifth International Symposium: 275-278, discussion p. 279.
11. BOSTICCO A. e BONOMI A. (1958) - Rilievi ed osservazioni circa l'influenza esercitata dal vanadio sull'accrescimento del pollo da carne. L'Ateneo Parmense, 29, 5, 5-14.
12. BERG L.R., BEARSE G.E., MERRILL L.H. (1963) - Vanadium toxicity in laying hens. Poultry Science: 42, 1407-1411.
13. BERG L.R. (1963) - Evidence of vanadium toxicity resulting from the use of certain commercial phosphorus supplements in the chick rations. Poultry Science: 42, 766-769.
14. BERG L.R. (1966) - Effect of diet composition on vanadium toxicity for chick. Poultry Science: 45, 1346-1352.
15. BONOMI A., BONOMI B.M., SUPERCHI P., SUSSI C. (2002) - L'integrazione con vanadio delle razioni per i vitelli in fase di svezzamento. In corso di stampa.
16. BONOMI A., BONOMI B.M., SABBIONI A., SUSSI C. (2002) - L'integrazione con vanadio delle razioni per le manzette e le manze. In corso di stampa.
17. BONOMI A., VONGHIA G., CAPUTI IAMBRENGHI A. (2002) - Il vanadio nell'alimentazione del vitello da macello a carne bianca. In corso di stampa.
18. BONOMI A., BONOMI B.M., QUARANTELLI A., VONGHIA G., CAPUTI IAMBRENGHI A. (2002) - L'integrazione con vanadio delle razioni per i vitelloni. In corso di stampa.
19. BONOMI A. (2002) - L'integrazione delle razioni per le scrofe con vanadio. Effetti sull'efficienza produttiva e riproduttiva. In corso di stampa.
20. BONOMI A. (2002) - L'integrazione con vanadio delle razioni per i suini in fase di svezzamento. In corso di stampa.

21. BONOMI A., BONOMI B.M., QUARANTELLI A. (2002) - L'integrazione con vanadio delle razioni per il tacchino da carne. In corso di stampa.
22. BONOMI A., BONOMI B.M., QUARANTELLI A. (2002) - L'integrazione con vanadio delle razioni per le faraone da carne. In corso di stampa.
23. BONOMI A., BONOMI B.M., QUARANTELLI A. (2002) - L'integrazione con vanadio delle razioni per le anatre da carne. In corso di stampa.
24. A.S.P.A. - Commissione Valutazione Alimenti (1980) - Valutazione degli alimenti di interesse -zootcnico. 1. Analisi chimica. Zoot. Nutr. Anim., 6, 1-19.
25. Varley H. (1969) - La diagnosi di laboratorio nella pratica clinica. Ed. Il Pensiero Scientifico, Roma.
26. A.O.A.C. - Official Methods of Analysis, Washingt D.C., Association of Official Analytical Chemists, 14th ed., 1984.
27. KRUGER H. (1965) – “Ein Beitrag zur Obiektiven Bestimmung der Fleischqualität von Jungmastrindern”. Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin.
28. BONOMI A. (1975) – Caratteristiche chimico-biologiche della carne di selvaggina in allevamento industriale - Avicoltura, 44, 3, 67.