

## L'INTEGRAZIONE CON VANADIO DELLE RAZIONI PER LE GALLINE OVAIOLE <sup>(1)</sup>

Bonomi A.<sup>2</sup>, Bonomi B.M.<sup>2</sup>, Quarantelli A.<sup>2</sup>

### 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).

---

<sup>1</sup> 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

<sup>2</sup> 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), gli agnelli leggeri (19), le scrofe (20) e i suini in fase di svezzamento (21).

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 sui tacchini da carne (22), sulle faraone da carne (23), sulle anatre da carne (24), sui conigli da carne (25) abbiamo potuto accertare che il vanadio, aggiunto ai mangimi alle dosi di 4 e di 8 p.p.m., influenza positivamente l'estrinsecazione delle attitudini produttive.

Considerati i favorevoli risultati ottenuti ci è sembrato opportuno spaziare oltre andando ad interessare l'allevamento delle galline ovaiole.

## MATERIALE E METODI

Per la prova si è fatto ricorso a 1.000 galline Hubbard Golden Comet, di cinque mesi di età e del peso medio oscillante attorno ai 2.000 grammi in allevamento per la produzione di uova da consumo.

Tab. 1 – Formulazione del mangime composto integrato.

Componenti	Kg
Farina di mais	50.00
Farina di orzo	5.00
Farina di soia (estr. 50% prot.)	10.00
Farina di girasole (estr. 45% prot.)	5.00
Farina di pesce	2.00
Polvere di latte magro	3.00
Farina di medica dis.	3.00
Crusca di frumento	8.00
Glutine di mais giallo	2.00
Lievito di birra	1.00
Grasso <sup>(1)</sup>	2.00
Carbonato di calcio	7.00
Fosfato bicalcico	1.00
Cloruro di sodio	0.40
Complesso vit. e oligomin. <sup>(2)</sup>	0.60

<sup>(1)</sup> – Il grasso è rappresentato da una associazione, in parti uguali, di olio di palma e di olio di cocco.

<sup>(2)</sup> – Composizione del complesso vitaminico e oligominerale (per 1 kg): Vit. A: U.I. 2.600.000; Vit. D3: U.I. 500.000; Vit. E: mg 10.000; Vit. K: mg 1.000; Vit. B1: mg 600; Vit. B2: mg 1.200; Vit. B6: mg 1.200; Vit. B12: mg 6; Vit. PP: mg 9.000; Vit. H: mg 12; Vit. C: mg 40.000; Ac. d- pantotenico: mg 2.600; Ac. folico: mg 300; Colina cloruro: mg 100.000; DL-metionina: mg 60.000; B.H.T.: mg 3.000; Beta-apo-8'-carotenale: mg 8.000; Co: mg 40; Fe: mg 20.000; Cu: mg 1.400; Zn: mg 11.000; Mn: mg 16.000; I: mg 300; Se: mg 20; supporto vegetale q.b. a g 1.000.

Gli animali, divisi in quattro gruppi (contrassegnati con i numeri dall'1 al 4) di 200 soggetti cadauno e sistemati in batteria nel numero di tre per ogni scomparto, sono stati allevati per un periodo di 12 mesi.

I soggetti del gruppo 1, considerato di "controllo", sono stati alimentati, durante l'intero ciclo, con un mangime composto integrato, la cui composizione è riportata nella tabella n. 1.

Per l'alimentazione dei gruppi 2, 3, 4, considerati di "esperimento", è stato impiegato lo stesso mangime integrato 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).

Nella tabella n. 2 sono riportati i risultati dell'analisi chimica condotta sul mangime. Per la determinazione del contenuto in principi immediati si è fatto ricorso alla tecnica consigliata dalla C.V.A. dell'A.S.P.A. (26).

Tab. 2 – Analisi chimica del mangime composto integrato.

Umidità	%	12.00
Ceneri gregge	"	11.00
Proteina greggia	"	18.00
Sostanze grasse gregge	"	4.00
Cellulosa greggia	"	4.50
Estrattivi inazotati	"	50.50

Nel corso della prova sono stati verificati, giornalmente, lo stato di salute degli animali, la percentuale di ovodeposizione, il peso delle uova e i consumi alimentari mentre mensilmente l'incremento ponderale individuale, la composizione chimica centesimale del tuorlo delle uova nonché il grado di pigmentazione dello stesso e alcuni parametri ematici.

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:

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

dove

$Y_{ij}$  = singola osservazione ;

$\mu$  = media generale ;

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

$e_{ij}$  = effetto casuale residuo.

## RISULTATI E DISCUSSIONE

### A) – Lo stato di salute.

Lo stato sanitario dell'allevamento è risultato soddisfacente durante l'intero periodo sperimentale.

Il sensorio e le grandi funzioni organiche hanno avuto uno svolgimento regolare senza denunciare variazioni nel confronto fra i soggetti di controllo e quelli trattati con vanadio ai vari dosaggi considerati.

Il tasso di mortalità è stato caratterizzato da valori piuttosto bassi, avendo essi oscillato attorno al 4%.

#### B) – La ovodeposizione

I dati relativi alla percentuale di uova prodotte giornalmente hanno permesso di ottenere i valori medi mensili raccolti nella tabella n. 3 (v. anche grafico 1).

Dall'esame della tabella appare evidente che:

1) - al termine del 1°, del 2° e del 3° mese di esperimento le galline che hanno ricevuto mangime addizionato di vanadio alle dosi di 2 p.p.m. (gruppo 2), di 4 p.p.m. (gruppo 3) e di 8 p.p.m. (gruppo 4) hanno fatto registrare un tasso di ovodeposizione statisticamente non diverso ( $P>0,05$ ) rispetto a quello dei controlli (gruppo 1);

2) – al termine del 4°, del 5° e del 6° mese di esperimento mentre l'azione del vanadio, alla sua dose di impiego di 2 p.p.m. (gruppo 2), non ha subito sostanziali modificazioni rispetto al periodo precedente (le differenze fra il gruppo 1 e il gruppo 2 non sono risultate significative –  $P>0,05$  –) è invece migliorata l'efficacia dell'oli-goelemento utilizzato alle dosi di 4 p.p.m. (gruppo 3) e di 8 p.p.m. (gruppo 4). Dal confronto fra i gruppi 3 e 4 e il gruppo 1 sono emerse differenze significative ( $P<0,05$ ) pari, rispettivamente, al 7,50% e al 8,30% per il 4° mese, al 7,70% e al 8,50% per il 5°, al 8,30% e al 9,00% per il 6°.

Tab. 3 – Percentuali di ovodeposizione (valori medi  $\pm$  D.S.).

Periodi (mesi)	Gruppi	1	2	3	4
	1	49.50 $\pm$ 1.51	50.00 $\pm$ 1.44	50.20 $\pm$ 1.48	50.41 $\pm$ 1.52
	2	70.00 $\pm$ 1.70	70.60 $\pm$ 1.62	70.81 $\pm$ 1.64	70.94 $\pm$ 1.68
	3	75.16 $\pm$ 1.79	75.48 $\pm$ 1.82	75.62 $\pm$ 1.88	75.88 $\pm$ 1.93
	4	79.00a $\pm$ 1.62	79.63a $\pm$ 1.82	85.00b $\pm$ 1.63	85.50b $\pm$ 1.69
	5	81.10a $\pm$ 1.74	82.15a $\pm$ 1.83	87.31b $\pm$ 1.78	87.88b $\pm$ 1.82
	6	83.30a $\pm$ 1.78	83.86a $\pm$ 1.85	90.18b $\pm$ 1.70	90.74b $\pm$ 1.82
	7	80.10a $\pm$ 1.64	81.30a $\pm$ 1.72	85.26b $\pm$ 1.80	87.50c $\pm$ 1.74
	8	75.62a $\pm$ 1.68	77.00a $\pm$ 1.70	82.10b $\pm$ 1.76	85.60c $\pm$ 1.78
	9	73.00a $\pm$ 1.75	74.50a $\pm$ 1.83	79.00b $\pm$ 1.90	83.00c $\pm$ 1.91
	10	70.19a $\pm$ 1.42	70.80a $\pm$ 1.38	76.48b $\pm$ 1.44	80.00c $\pm$ 1.45
	11	68.62a $\pm$ 1.53	69.00a $\pm$ 1.62	73.34b $\pm$ 1.68	77.20c $\pm$ 1.71
	12	66.50a $\pm$ 1.39	67.30a $\pm$ 1.46	71.50b $\pm$ 1.40	74.85c $\pm$ 1.45

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

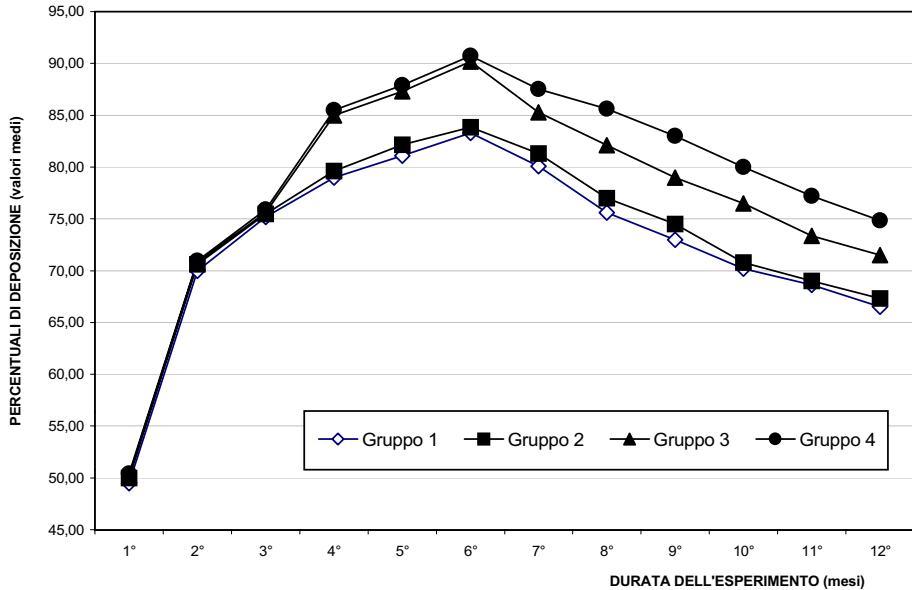


Grafico n. 1 - La ovodeposizione

Le differenze fra il gruppo 3 e il gruppo 4 non hanno trovato conferma ( $P > 0,05$ );

3) – al termine del 7° del 8° e del 9° mese di esperimento si è verificata una caduta dell'ovodeposizione che ha interessato tutti i soggetti con maggiore o minore intensità a seconda dei gruppi di appartenenza. Il fenomeno si è reso soprattutto palese in seno al gruppo 1 (controllo), il quale, da un valore del 83,30%, raggiunto al 6° mese, è passato a quote del 80,10%, del 75,62% e del 73,00% nell'ordine per il 7°, l'8° e il 9° mese. Ciò ha comportato, nei confronti dei soggetti trattati con vanadio alle dosi di 2 p.p.m. (gruppo 2), di 4 p.p.m. (gruppo 3) e di 8 p.p.m. di mangime (gruppo 4), differenze in meno pari, rispettivamente, al 1,50%, al 6,50% e al 9,00% per il 7° mese, al 1,80%, al 8,50% e al 13,00% per l'8°, al 2,00%, al 8,70% e al 14,00% per il 9°.

Fatta eccezione per le differenze emerse dal confronto fra il gruppo 1 e il gruppo 2 ( $P > 0,05$ ) tutte le altre sono risultate significative ( $P < 0,05$ );

4) – al termine del 10°, dell'11° e del 12° mese di esperimento, cioè negli ultimi tre mesi del ciclo produttivo, il vanadio, impiegato alle dosi di 4 p.p.m. (gruppo 3) e di 8 p.p.m. di mangime (gruppo 4), ha fatto registrare un potenziamento della sua attività ( $P < 0,05$ ), permettendo ai soggetti di avvantaggiarsi, nei confronti dei controlli (gruppo 1), in ragione, nell'ordine, del 9,00% e del 14,50% per il 10° mese, del 7,00% e del 13,00% per l'11°, del 7,50% e del 12,50% per il 12°.

Pure significative ( $P < 0,05$ ) le differenze fra il gruppo 3 e il gruppo 4.

Alla dose di 2 p.p.m. (gruppo 2) il vanadio non ha costituito fonte di variazione ( $P > 0,05$ ) per la ovodeposizione.

C) – Il peso delle uova.

Le uova sono state pesate giornalmente. Nella tabella n. 4 sono riuniti i valori medi mensili (v. anche grafico 2).

Tab. 4 – Peso delle uova (g - valori medi  $\pm$  D.S.).

Periodi	Gruppi (mesi)	1	2	3	4
	1	55.80 $\pm$ 0.50	55.96 $\pm$ 0.44	55.98 $\pm$ 0.48	56.10 $\pm$ 0.46
	2	56.48 $\pm$ 0.55	56.70 $\pm$ 0.62	56.74 $\pm$ 0.63	56.80 $\pm$ 0.58
	3	57.60 $\pm$ 0.59	57.85 $\pm$ 0.64	57.90 $\pm$ 0.68	57.96 $\pm$ 0.70
	4	58.86a $\pm$ 0.74	58.94a $\pm$ 0.78	60.71b $\pm$ 0.81	62.50c $\pm$ 0.83
	5	59.50a $\pm$ 0.86	59.78a $\pm$ 0.83	62.00b $\pm$ 0.89	63.80c $\pm$ 0.90
	6	61.10a $\pm$ 0.94	61.36a $\pm$ 1.00	63.37b $\pm$ 1.10	65.00c $\pm$ 1.15
	7	63.00a $\pm$ 1.08	63.50a $\pm$ 1.12	65.30b $\pm$ 1.15	67.12c $\pm$ 1.18
	8	64.20a $\pm$ 1.19	64.70a $\pm$ 1.25	66.81b $\pm$ 1.20	69.00c $\pm$ 1.17
	9	65.50a $\pm$ 1.28	65.86a $\pm$ 1.30	68.00b $\pm$ 1.31	70.54c $\pm$ 1.27
	10	66.70a $\pm$ 1.37	67.10a $\pm$ 1.40	69.85b $\pm$ 1.38	72.00c $\pm$ 1.36
	11	68.00a $\pm$ 1.50	68.60a $\pm$ 1.46	71.50b $\pm$ 1.45	73.30c $\pm$ 1.42
	12	68.50a $\pm$ 1.44	69.00a $\pm$ 1.41	73.41b $\pm$ 1.48	75.50c $\pm$ 1.51

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

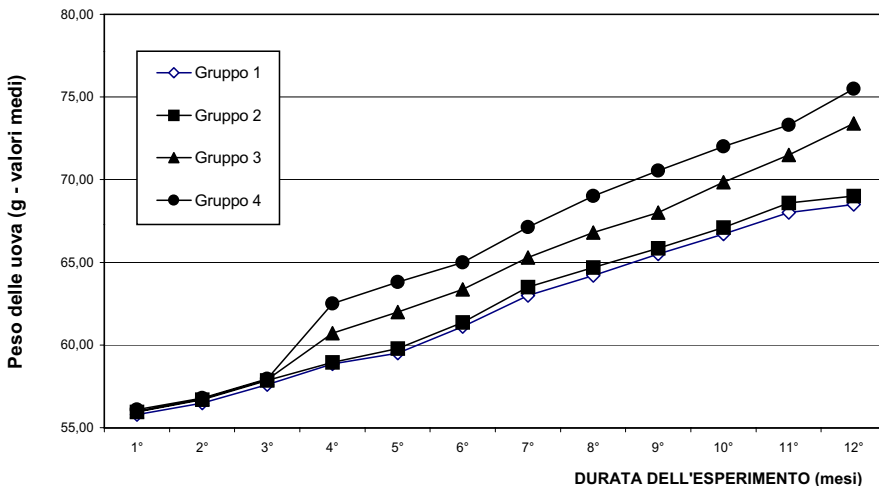


Grafico n. 2 - Il peso delle uova.

Dall'esame della tabella si evince che:

1) - al termine del 1°, del 2° e del 3° mese di esperimento le differenze fra i pesi medi delle uova prodotte in seno ai quattro gruppi non sono significative ( $P > 0,05$ );

2) - al termine del 4°, del 5° e del 6° mese di esperimento le galline razionate con mangime contenente vanadio alle dosi di 4 p.p.m. (gruppo 3) e di 8 p.p.m. (gruppo 4) hanno prodotto uova più pesanti a paragone con i controlli (gruppo 1) sulla base di differenze significative ( $P < 0,05$ ) pari, rispettivamente al 3,00% e al 6,00% per il 4° mese, al 4,00% e al 7,00% per il 5°, al 4,00% e al 6,50% per il 6°. Significative ( $P < 0,05$ ) anche le differenze fra il gruppo 3 e il gruppo 4.

Risultanze pressoché analoghe a quelle dei controlli ( $P > 0,05$ ) sono state rilevate per i soggetti trattati con vanadio alla dose di 2 p.p.m. di mangime (gruppo 2);

3) - al termine del 7°, dell'8° e del 9° mese di esperimento il peso delle uova deposte dalle galline alimentate con il mangime addizionato di vanadio alle dosi di 4 p.p.m. (gruppo 3) e di 8 p.p.m. (gruppo 4) si è sempre manifestato superiore rispetto a quello palesato dalle uova dei controlli (gruppo 1) in virtù di differenze significative ( $P < 0,05$ ) pari, nell'ordine, al 3,50% e al 6,50% per il 7° mese, al 4,00% e al 7,50% per l'8°, al 4,00% e al 8,00% per il 9°.

Hanno raggiunto la significatività statistica ( $P < 0,05$ ) anche le differenze fra il gruppo 3 e il gruppo 4.

**Tab. 5** – Consumi di alimento per la produzione di una dozzina di uova  
(Kg di mangime – valori medi  $\pm$  D.S.).

Periodi (mesi)	Gruppi	1	2	3	4
1		2.35 $\pm$ 0.30	2.31 $\pm$ 0.36	2.20 $\pm$ 0.31	2.10 $\pm$ 0.29
2		2.40 $\pm$ 0.36	2.36 $\pm$ 0.38	2.27 $\pm$ 0.40	2.15 $\pm$ 0.42
3		2.67 $\pm$ 0.40	2.60 $\pm$ 0.39	2.40 $\pm$ 0.43	2.31 $\pm$ 0.45
4		2.68c $\pm$ 0.16	2.56c $\pm$ 0.15	2.40b $\pm$ 0.17	2.20a $\pm$ 0.13
5		2.70c $\pm$ 0.17	2.65c $\pm$ 0.14	2.43b $\pm$ 0.18	2.22a $\pm$ 0.18
6		2.72c $\pm$ 0.21	2.68c $\pm$ 0.19	2.45b $\pm$ 0.19	2.25a $\pm$ 0.20
7		2.90c $\pm$ 0.17	2.81c $\pm$ 0.16	2.60b $\pm$ 0.15	2.40a $\pm$ 0.17
8		2.95c $\pm$ 0.16	2.90c $\pm$ 0.14	2.65b $\pm$ 0.15	2.45a $\pm$ 0.16
9		2.98c $\pm$ 0.18	2.93c $\pm$ 0.20	2.71b $\pm$ 0.19	2.47a $\pm$ 0.19
10		3.15c $\pm$ 0.17	3.00c $\pm$ 0.21	2.75b $\pm$ 0.22	2.50a $\pm$ 0.20
11		3.30c $\pm$ 0.23	3.22c $\pm$ 0.22	2.86b $\pm$ 0.25	2.60a $\pm$ 0.21
12		3.50c $\pm$ 0.26	3.40c $\pm$ 0.28	3.10b $\pm$ 0.23	2.76a $\pm$ 0.25

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

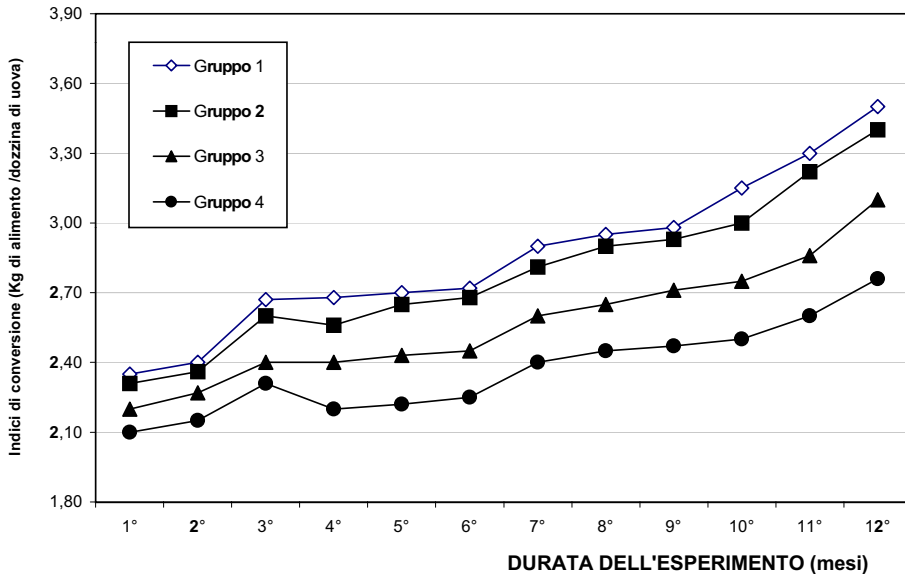


Grafico n. 3 - Il consumo di alimento

Risultanze pressoché analoghe a quelle dei controlli sono state registrate per i soggetti razionati con mangime contenente vanadio alla dose di 2 p.p.m. (gruppo 2);

4) – al termine del 10°, dell'11° e del 12° mese di esperimento, ultimi tre mesi di produzione, il vanadio impiegato alle dosi di 4 p.p.m. (gruppo 3) e di 8 p.p.m. di mangime (gruppo 4) ha continuato a condizionare favorevolmente la pezzatura delle uova, facendo registrare differenze significative ( $P < 0,05$ ), nel paragone fra i soggetti di esperimento e quelli di controllo (gruppo 1), pari, rispettivamente, al 5,00% e al 8,00% per il 10° mese, al 5,00% e al 8,00% per l'11°, al 7,00% e al 10,00% per il 12°.

Significative ( $P < 0,05$ ) anche le differenze fra il gruppo 3 e il gruppo 4.

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

#### D) – Il consumo di alimenti.

I valori medi mensili relativi alle quantità di alimento resisi necessarie per la produzione di una dozzina di uova sono riportati nella tabella n. 5 (v. anche grafico 3). Dall'esame della tabella appare evidente che gli indici di conversione sono stati condizionati positivamente dal vanadio contenuto nel mangime alle dosi di 4 p.p.m. (gruppo 3) e di 8 p.p.m. (gruppo 4) in virtù di differenze significative ( $P < 0,05$ ), nel paragone con il gruppo 1, pari, nell'ordine e per l'intero ciclo, al 10,00% e al 17,00%. Significativa anche la differenza 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).

E) – L'incremento ponderale.

L'indagine è stata effettuata allo scadere di ogni mese.

I risultati ottenuti, compendianti nella tabella n. 6 (v. anche grafico 4), consentono di osservare che:

1) - al termine del 1°, del 2° e del 3° mese di esperimento le differenze fra i soggetti dei quattro gruppi non hanno raggiunto la significatività statistica ( $P>0,05$ );

2) - al termine del 4°, del 5° e del 6° mese di esperimento il vanadio, contenuto nel mangime alle dosi di 4 p.p.m. (gruppo 3) e di 8 p.p.m. (gruppo 4), ha condizionato positivamente l'accrescimento ponderale ( $P<0,05$ ), permettendo alle galline di avvantaggiarsi, rispetto ai controlli (gruppo 1), in ragione del 8,50% e del 15,00 per il 4° mese, del 9,00% e del 15,50% per il 5°, del 8,00% e del 13,00% per il 6°. Le differenze fra il gruppo 3 e il gruppo 4 hanno trovato conferma ( $P<0,05$ ).

Risultanze non dissimili da quelle dei controlli sono state registrate per i soggetti trattati con vanadio alla dose di 2 p.p.m. di mangime (gruppo 2);

3) - al termine del 7°, dell'8° e del 9° mese di esperimento il vanadio, addizionato al mangime alle dosi di 4 p.p.m. (gruppo 3) e di 8 p.p.m. (gruppo 4), ha continuato a manifestare la sua favorevole azione sulla crescita delle galline con una maggiore intensità rispetto al periodo precedente. Nei confronti dei controlli (gruppo 1) i soggetti trattati si sono rivelati più pesanti in virtù di differenze significative ( $P<0,05$ ) pari, rispettivamente, al 7,00% e al 13,00% per il 7° mese, al 7,00% e al 12,00% per l'8°, al 7,00% e al 13,00% per il 9°. Significative ( $P<0,05$ ) anche le differenze fra il gruppo 3 e il gruppo 4. Alla dose di 2 p.p.m. di mangime (gruppo 2) il vanadio non ha esercitato alcuna azione positiva ( $P>0,05$ ) sull'accrescimento ponderale;

4) - al termine del 10°, dell'11° e del 12° mese di esperimento il vanadio ha ulteriormente migliorato la sua efficacia sull'accrescimento ponderale allorché ha trovato posto nel mangime alle dosi di 4 p.p.m. (gruppo 3) e di 8 p.p.m. (gruppo 4), facendo registrare, nei confronti dei controlli (gruppo 1), differenze significative

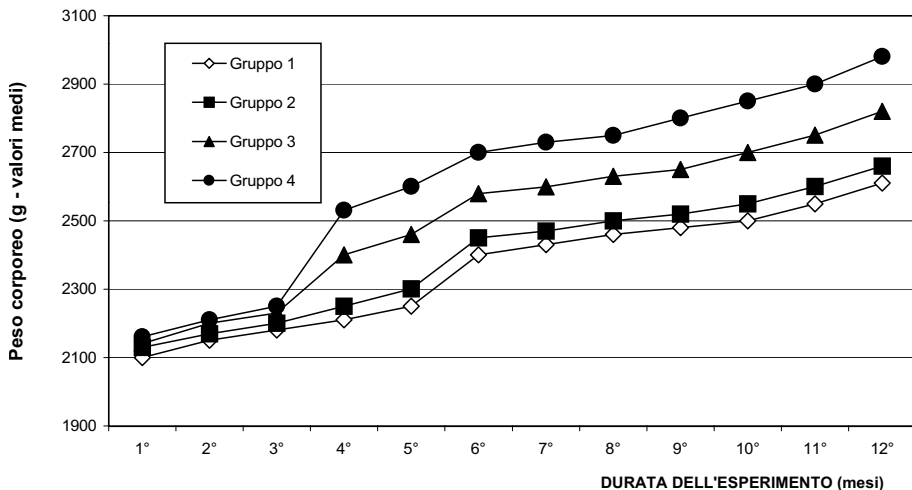


Grafico n. 4 - Incremento ponderale

Tab. 6 – Incremento ponderale (g – valori medi  $\pm$  D.S.)

Periodi Gruppi (mesi)	1	2	3	4
1	2.100,30 $\pm$ 90,6	2.130,11 $\pm$ 86,40	2.140,61 $\pm$ 91,18	2.160,36 $\pm$ 92,00
2	2.150,60 $\pm$ 96,5	2.170,13 $\pm$ 91,13	2.200,16 $\pm$ 98,11	2.210,40 $\pm$ 97,10
3	2.180,39 $\pm$ 100,10	2.200,16 $\pm$ 101,62	2.230,18 $\pm$ 105,13	2.250,11 $\pm$ 104,17
4	2.210,60a $\pm$ 103,30	2.250,30a $\pm$ 100,10	2.400,38b $\pm$ 105,11	2.530,61c $\pm$ 106,38
5	2.250,37a $\pm$ 95,21	2.300,60a $\pm$ 98,60	2.460,71b $\pm$ 103,30	2.600,10c $\pm$ 105,10
6	2.400,20a $\pm$ 98,62	2.450,38a $\pm$ 101,11	2.580,10b $\pm$ 100,00	2.700,11c $\pm$ 100,00
7	2.430,16a $\pm$ 95,20	2.470,21a $\pm$ 92,30	2.600,00b $\pm$ 96,15	2.730,16c $\pm$ 98,11
8	2.460,18a $\pm$ 98,11	2.500,10a $\pm$ 100,00	2.630,16b $\pm$ 103,00	2.750,16c $\pm$ 101,30
9	2.480,11a $\pm$ 102,60	2.520,18a $\pm$ 101,30	2.650,26b $\pm$ 105,10	2.800,31c $\pm$ 107,11
10	2.500,30a $\pm$ 104,16	2.550,16a $\pm$ 106,18	2.700,20b $\pm$ 109,30	2.850,19c $\pm$ 110,60
11	2.550,26a $\pm$ 108,32	2.600,31a $\pm$ 111,16	2.750,40b $\pm$ 115,20	2.900,36c $\pm$ 117,31
12	2.610,20a $\pm$ 110,36	2.660,34a $\pm$ 115,60	2.820,16b $\pm$ 109,10	2.980,25c $\pm$ 113,37

- a, b, c diversi per P&lt;0,05.

( $P < 0,05$ ) pari, nell'ordine, al 8,00% e al 14,00% per il 10° mese, al 8,00% e al 15,00% per l'11°, al 9,00% e al 15,00% per il 12,00%. Il livello di significatività ( $P < 0,05$ ) è stato raggiunto anche nella comparazione fra il gruppo 3 e il gruppo 4.

Non significative ( $P > 0,05$ ) le differenze fra i controlli e i soggetti razionati con il mangime contenente il vanadio alla dose di 2 p.p.m. (gruppo 2).

#### F) – Il colore del tuorlo delle uova.

Per la valutazione del grado di pigmentazione dei tuorli è stata utilizzata la metodica riportata in A.O.A.C. (27). Con tale metodica l'intensità del colore dell'estratto acetone di una certa quantità di tuorlo viene stimata allo spettrofotometro in base ad una curva standard di assorbimento di soluzione acetone a diverse concentrazioni di  $\beta$ -carotene.

L'indagine è stata condotta mensilmente sulle uova prodotte nel corso di una settimana da 10 soggetti scelti nell'ambito di ciascun gruppo.

Nella tabella n. 7 sono raccolte le risultanze ottenute, le quali permettono di rilevare che:

1) - al termine del 1°, del 2° e del 3° mese di esperimento non si sono verificate modificazioni ( $P > 0,05$ ) nel grado di pigmentazione dei tuorli comunque riferibili ai particolari regimi alimentari adottati;

2) - al termine del 4°, del 5°, del 6° e del 7° mese di esperimento il vanadio, addizionato al mangime alle dosi di 4 p.p.m. (gruppo 3) e di 8 p.p.m. (gruppo 4) ha influenzato positivamente il grado di pigmentazione dei tuorli.

Dalla comparazione fra i controlli (gruppo 1) e i soggetti trattati sono emerse differenze significative ( $P < 0,05$ ) pari, rispettivamente, al 5,00% e al 6,00% per il 4° mese, al 5,00% e al 7,00% per il 5°, al 8,00% e al 9,00% per il 6°, al 8,00% e al 10,00% per il 7°.

Non significative ( $P > 0,05$ ) le differenze fra il gruppo 3 e il gruppo 4.

Alla dose di 2 p.p.m. (gruppo 2) il vanadio non ha costituito fonte di variazione per la pigmentazione dei tuorli ( $P > 0,05$ );

3) - al termine dell'8°, del 9°, del 10°, dell'11° e del 12° mese di esperimento il vanadio contenuto nel mangime alle dosi di 4 p.p.m. (gruppo 3) e di 8 p.p.m. (gruppo 4) ha continuato a svolgere la sua azione positiva sulla pigmentazione dei tuorli con una intensità più marcata rispetto al periodo precedente soprattutto con riferimento al dosaggio più elevato. Dal confronto fra i controlli (gruppo 1) e i soggetti interessati dal trattamento sono scaturite differenze significative ( $P < 0,05$ ) pari, nell'ordine, al 8,00% e al 13,00% per l'8° mese, al 9,00% e al 15,00% per il 9°, al 9,50% e al 15,50% per il 10°, al 10,00% e al 16,00% per l'11°, al 11,00% e al 17,00% per il 12°.

Significative ( $P < 0,05$ ) anche le differenze fra il gruppo 3 e il gruppo 4.

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

#### G) – La composizione chimica-centesimale del tuorlo delle uova.

Analizzando mensilmente le uova prodotte da 10 galline, scelte nell'ambito di ciascun gruppo, sono stati ricavati i valori compendati nella tabella n. 8, i quali met-

Tab. 7-  $\gamma$ -equivalenti di  $\beta$ -carotene per cc di tuorlo (valori medi  $\pm$  D.S.)

Periodi (mesi)	Gruppi	1	2	3	4
1		30.60 $\pm$ 0.62	30.75 $\pm$ 0.56	30.86 $\pm$ 0.58	30.91 $\pm$ 0.63
2		30.84 $\pm$ 0.70	31.91 $\pm$ 0.66	31.10 $\pm$ 0.64	31.15 $\pm$ 0.69
3		31.50 $\pm$ 0.64	31.78 $\pm$ 0.68	31.83 $\pm$ 0.72	31.96 $\pm$ 0.75
4		31.63a $\pm$ 1.00	31.80a $\pm$ 0.95	33.00b $\pm$ 0.97	33.25b $\pm$ 1.05
5		31.85a $\pm$ 1.12	32.00a $\pm$ 1.15	33.40b $\pm$ 1.10	33.62b $\pm$ 1.10
6		32.12a $\pm$ 1.20	32.27a $\pm$ 1.18	34.50b $\pm$ 1.16	34.71b $\pm$ 1.16
7		32.60a $\pm$ 1.15	32.85a $\pm$ 1.17	34.90b $\pm$ 1.13	35.22b $\pm$ 1.14
8		32.90a $\pm$ 1.20	33.20a $\pm$ 1.12	35.38b $\pm$ 1.20	37.00c $\pm$ 1.15
9		33.20a $\pm$ 1.30	33.56a $\pm$ 1.26	35.70b $\pm$ 1.28	37.68c $\pm$ 1.25
10		33.62a $\pm$ 1.24	33.80a $\pm$ 1.28	35.92b $\pm$ 1.31	38.00c $\pm$ 1.30
11		33.90a $\pm$ 1.37	34.50a $\pm$ 1.39	36.70b $\pm$ 1.42	39.10c $\pm$ 1.40
12		34.30a $\pm$ 1.28	34.70a $\pm$ 1.25	37.00b $\pm$ 1.20	39.50c $\pm$ 1.24

- a, b, c diversi per P&lt;0,05.

Tab. 8 – Composizione chimica centesimale del tuorlo delle uova (valori medi  $\pm$  D.S.)

Gruppi	1	2	3	4
Umidità	50.30 $\pm$ 0.38	50.10 $\pm$ 0.41	50.45 $\pm$ 0.45	50.62 $\pm$ 0.40
Ceneri gregge	1.27 $\pm$ 0.09	1.24 $\pm$ 0.11	1.26 $\pm$ 0.12	1.30 $\pm$ 0.08
Proteina greggia	17.00 $\pm$ 0.30	17.13 $\pm$ 0.36	17.11 $\pm$ 0.38	17.20 $\pm$ 0.40
Sostanze grasse gregge	31.18 $\pm$ 0.70	31.33 $\pm$ 0.78	30.95 $\pm$ 0.81	30.69 $\pm$ 0.80
Estrattivi inazotati	0.25 $\pm$ 0.09	0.20 $\pm$ 0.08	0.23 $\pm$ 0.08	0.19 $\pm$ 0.10

tono in luce che i contenuti di acqua, di ceneri, di proteine e di lipidi del tuorlo sono rimasti entro i limiti della normalità senza il riscontro di variazioni ( $P>0,05$ ) nel confronto fra i controlli (gruppo 1) e i soggetti di esperimento (gruppi 2, 3, 4).

#### H) – I parametri ematici.

Le indagini, condotte sui campioni di sangue prelevati con una periodicità mensile da 10 galline scelte nell'ambito di ciascun gruppo, hanno fornito le risultanze riportate nelle tabelle nn. 9 e 10. Dall'esame delle tabelle è possibile osservare che:

- i contenuti di proteine totali, di albumina e di globuline non hanno fatto registrare modificazioni ( $P>0,05$ ) a seguito del ricorso al vanadio ai vari dosaggi considerati;

- il tasso di glucosio è risultato più elevato nel sangue delle galline razionate con mangime contenente vanadio alle dosi di 4 p.p.m. (gruppo 3) e di 8 p.p.m. (gruppo 4), sulla base di differenze significative ( $P<0,05$ ), nei confronti dei controlli (gruppo 1), pari, nell'ordine, al 26,00% e al 42,00%. Pure significativa ( $P<0,05$ ) la differenza fra il gruppo 3 e il gruppo 4. Non ha raggiunto la significatività statistica ( $P>0,05$ ) la differenza fra i controlli e i soggetti trattati con vanadio alla dose di 2 p.p.m. di mangime (gruppo 2);

- i tenori di bilirubina totale, di colesterolo totale, di col. HDL, di col. LDL, di trigliceridi, di fosfatasi alcalina, di fosfolipidi, di lipidi totali sono stati caratterizzati da valori più bassi nelle galline alimentate con mangimi contenenti vanadio alle dosi di 2 p.p.m. (gruppo 2), di 4 p.p.m. (gruppo 3) e di 8 p.p.b. (gruppo 4) in virtù però di differenze, rispetto ai controlli (gruppo 1), che non sono risultate significative ( $P>0,05$ );

- le lipoproteine  $\alpha$  e  $\beta$ , determinate nel sangue delle galline che hanno ricevuto vanadio alle dosi di 4 p.p.m. (gruppo 3) e di 8 p.p.m. di mangime (gruppo 4), sono state caratterizzate, rispettivamente, da variazioni in più ed in meno nei confronti del lipidogramma dei controlli (gruppo 1), sulla base di differenze significative ( $P<0,05$ ) pari, rispettivamente, al 35,00% e al 65,00% per le  $\alpha$ , al 20,00% e al 37,00% per le  $\beta$ .

Hanno trovato conferma ( $P<0,05$ ) anche le differenze fra il gruppo 3 e il gruppo 4.

Tab. 9 – Parametri ematici (valori medi  $\pm$  D.S.).

Gruppi		1	2	3	4
Proteine totali	g/100 ml	6.70 $\pm$ 0.25	6.65 $\pm$ 0.22	6.62 $\pm$ 0.23	6.68 $\pm$ 0.20
Albumina	"	2.28 $\pm$ 0.16	2.24 $\pm$ 0.18	2.20 $\pm$ 0.20	2.26 $\pm$ 0.15
Globuline	"	4.42 $\pm$ 0.14	4.41 $\pm$ 0.15	4.42 $\pm$ 0.17	4.42 $\pm$ 0.18
Glucosio	mg/100 ml	81.30a $\pm$ 6.80	81.60a $\pm$ 7.00	102.20b $\pm$ 6.84	115.33c $\pm$ 6.92
Colesterolo tot.	"	120.16 $\pm$ 8.10	117.15 $\pm$ 8.30	115.30 $\pm$ 8.61	113.10 $\pm$ 8.64
Colesterolo HDL	"	58.34 $\pm$ 6.20	56.50 $\pm$ 6.00	54.10 $\pm$ 6.11	53.11 $\pm$ 6.30
Colesterolo LDL	"	60.26 $\pm$ 6.60	59.10 $\pm$ 6.38	57.11 $\pm$ 6.42	56.36 $\pm$ 6.51
Trigliceridi	"	114.10 $\pm$ 7.81	112.60 $\pm$ 7.56	110.38 $\pm$ 7.61	108.61 $\pm$ 7.70
Bilirubina tot.	"	1.70 $\pm$ 0.13	1.64 $\pm$ 0.12	1.62 $\pm$ 0.14	1.60 $\pm$ 0.14
Fosfolipidi	"	60.41 $\pm$ 9.10	56.30 $\pm$ 9.20	54.10 $\pm$ 9.30	52.20 $\pm$ 9.10
Fosfatasi alcalina	mU/ml	85.30 $\pm$ 6.35	82.26 $\pm$ 6.40	81.15 $\pm$ 6.51	80.10 $\pm$ 6.23

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

Tab. 10 – Parametri ematici (valori medi  $\pm$  D.S.).

Gruppi		1	2	3	4
Lipidi totali	mg/100 ml	410.60 $\pm$ 9.12	408.23 $\pm$ 9.36	405.16 $\pm$ 9.51	403.11 $\pm$ 9.28
Lipoproteine $\alpha$	%	36.41a $\pm$ 8.63	37.20a $\pm$ 8.42	49.18b $\pm$ 8.50	60.15c $\pm$ 8.66
Lipoproteine $\beta$	%	63.59c $\pm$ 8.63	62.80c $\pm$ 8.42	50.82b $\pm$ 8.50	39.85a $\pm$ 8.66
Rapporto $\beta/\alpha$		1.75c $\pm$ 0.27	1.70c $\pm$ 0.31	1.10b $\pm$ 0.33	0.68a $\pm$ 0.36

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

Non significative ( $P>0,05$ ) le differenze fra i controlli e i soggetti alimentati con mangime addizionato di vanadio alla dose di 2 p.p.m. (gruppo 2).

## CONCLUSIONI

Le risultanze ottenute a seguito delle nostre indagini rendono possibile la formulazione delle seguenti considerazioni e conclusioni:

1) – l'integrazione del mangime per galline produttrici di uova da consumo con vanadio alle dosi di 4 e di 8 p.p.m. ha influenzato favorevolmente la ovodeposizione soprattutto in corrispondenza del dosaggio più elevato. La differenza fra i soggetti trattati e i controlli, calcolata per l'intero periodo sperimentale (12 mesi), ha toccato quote pari, in valore assoluto e rispettivamente, al 7,85% e al 12,50%;

2) – sempre agli stessi dosaggi il vanadio ha determinato miglioramenti nella resa del mangime in uova (risp. 10,00% e 17,00%), nella pezzatura di queste ultime (risp. 4,50% e 7,50%), nell'accrescimento ponderale delle galline (risp. 8,00% e 14,00%) nonché nella pigmentazione del tuorlo delle uova (risp. 7,00% e 12,00%).

Anche con riferimento a questi parametri l'oligoelemento si è rivelato maggiormente efficace allorché ha trovato posto nel mangime alla dose di 8 p.p.m.;

3) – alla dose di 2 p.p.m. di mangime il vanadio non ha costituito fonte di variazione per l'estrinsecazione delle attitudini produttive delle galline;

4) – a prescindere dal dosaggio il vanadio non ha determinato modificazioni nella composizione chimica-centesimale del tuorlo delle uova e non ha condizionato, positivamente o negativamente, lo stato di salute delle galline.

Sembra pertanto possibile affermare che il vanadio, addizionato al mangime alle dosi di 4 e di 8 p.p.m., è possibilitato a svolgere il ruolo di integratore nell'alimentazione delle galline ovaiole.

Dal punto di vista biologico una spiegazione delle risultanze ottenute è fattibile alla luce dei reperti sortiti dalle indagini condotte a livello ematico.

E' stato infatti accertato che il vanadio determina aumenti dei contenuti di glucosio e di lipoproteine  $\alpha$ , rivestendo così un ruolo importante in seno ai metabolismi glucidico e lipidico.

Naturalmente siamo in attesa di acquisire più ampie informazioni sul meccanismo d'azione e sulle funzioni metaboliche del vanadio da altre indagini già programmate ed in corso di svolgimento.

**Parole chiave:** vanadio, integrazione razione, galline ovaiole.

**Key words:** vanadium, ration integration, laying hens.

**RIASSUNTO** - Gli Autori espongono i risultati ottenuti a seguito di un esperimento circa l'impiego del vanadio, utilizzato nel ruolo di integratore, nell'alimentazione delle galline produttrici di uova da consumo. Il vanadio, alle dosi di 4 e di 8 p.p.m. di mangime, ha condizionato positivamente la ovodeposizione (risp. 7,85% e 12,50%), la resa del mangime in uova (risp. 10,00% e 17,00%) e la pezzatura di queste ultime (risp. 4,50% e 7,50%) nonché il grado di pigmentazione del tuorlo (risp. 7,00% e 12,00%) e l'accrescimento ponderale dei soggetti (risp. 8,00% e 14,00%).

L'utilizzazione del vanadio ad un dosaggio più basso (2 p.p.m.) non sembra offrire apprezzabili vantaggi.

**SUMMARY** - Vanadium in laying hens feeding.

The Authors refer the results obtained by a research about the use of vanadium as feed integrator in laying hens feeding. Vanadium at the doses of 4 and 8 p.p.m. has positively influenced laying (resp. 7,85% and 12,50%), feed consumption for twelve eggs produced (resp. 10,00% and 17,00%), eggs weight (resp. 4,50% and 7,50%), yolk pigmentation (resp. 7,00% and 12,00%) and weight gain of the hens (resp. 8,00% and 14,00%).

Vanadium at the dose of 2 p.p.m. did not have positive effects.

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

**BIBLIOGRAFIA**

1. WILLISKY 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. WILLISKY 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. WILLISKY G.R. (1990) - Vanadate in biological systems, N.D. Chasteen (ed.), Kluwer 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., BONOMI B.M., MAZZOTTI A., VONGHIA G., CAPUTI IAMBRENGHI A. (2002) - L'integrazione con vanadio delle razioni per l'agnello leggero. In corso di stampa.

20. BONOMI A. (2002) - L'integrazione delle razioni per le scrofe con vanadio. Effetti sull'efficienza produttiva e riproduttiva. In corso di stampa.

21. BONOMI A. (2002) - L'integrazione con vanadio delle razioni per i suini in fase di svezzamento. In corso di stampa.

22. BONOMI A., BONOMI B.M., QUARANTELLI A. (2002) - L'integrazione con vanadio delle razioni per il tacchino da carne. In corso di stampa.

23. BONOMI A., BONOMI B.M., QUARANTELLI A. (2002) - L'integrazione con vanadio delle razioni per le faraone da carne. In corso di stampa.

24. BONOMI A., BONOMI B.M., QUARANTELLI A. (2002) - L'integrazione con vanadio delle razioni per le anatre da carne. In corso di stampa.

25. BONOMI A. (2002) - L'integrazione con vanadio delle razioni per il coniglio da carne. In corso di stampa.

26. A.S.P.A. - Commissione Valutazione Alimenti (1980) - Valutazione degli alimenti di interesse -zootcnico. 1. Analisi chimica. Zoot. Nutr. Anim., 6, 1-19.

27. A.O.A.C. - Official Methods of Analysis, Washington D.C., Association of Official Analytical Chemists, 14th ed., 1984.