

IMPIEGO DI DIVERSE FONTI PROTEICHE VEGETALI NELLA DIETA DI BRANZINO (*Dicentrarchus labrax*, L.) ALL'INGRASSO

R. BALLESTRAZZI & D. LANARI

Dipartimento di Scienze della Produzione Animale. Via S.Mauro 2, 33010, Pagnacco (UD) Italia

Riassunto

Duecentoventisei branzini (217 g), distribuiti casualmente in 12 vasche, furono alimentati per 126 giorni (0,97% p.v.) con 4 diete contraddistinte da inclusioni crescenti di proteina di origine vegetale: C = 0; 1 = 13%; 2=31,5%; 3 = 44,5 % prot. tot.; con 3 repliche per trattamento. Le digeribilità apparenti della proteina grezza (89,8 vs 93,8%) e della sostanza organica (88,0 vs 92,7%) risultarono significativamente minori per la dieta con il maggiore apporto di proteine vegetali ($p < 0.05$). Peso vivo finale, accrescimento medio giornaliero e TAS diminuirono significativamente all'aumentare delle proteine vegetali nella dieta ($p < 0.05$). La dieta 3, che fece registrare il peggior indice di conversione alimentare (2,13) e di conseguenza anche il maggior costo miscela/kg accr. (€ 1621/kg), determinò anche la maggior ritenzione di grassi nel branzino (73,8 vs 64,6 %), prevalentemente a livello mesenterico (7,45 vs 7,09%). Al diminuire del contenuto di P nella dieta, al crescere degli apporti di farine vegetali, aumentò la ritenzione dell'elemento da parte dei pesci, fino ad un massimo del 35,16% per la dieta 3.

Introduzione

Tutte le principali specie ittiche allevate possiedono un fabbisogno in proteina, espresso in % della dieta, relativamente alto (> 30 % tq; Committee on Animal Nutrition- N.R.C.,1993), non perchè sia maggiore il fabbisogno di questo nutriente, rispetto agli animali omeotermi, ma perchè nei pesci è relativamente minore il fabbisogno energetico, quindi soprattutto di grassi (Lovell, 1989). Da ciò tuttavia deriva l'esigenza pratica di impiegare, a livello mangimistico, farine con elevati contenuti percentuali di proteina (N x 6,25) quali materie prime nelle diete per pesci. Se, fino ai primi anni '70, i principali ingredienti utilizzati erano le farine di pesce e quelle di carne, negli ultimi 20 anni è cresciuto enormemente l'interesse verso fonti proteiche "non convenzionali". L'impellente necessità di comprimere l'uso delle farine di pesce nell'alimentazione degli animali domestici è tra l'altro una delle linee di politica agroalimentare che la FAO da tempo persegue (Wellcome, 1994). I limitati margini di guadagno, per tutte le principali specie ittiche allevate, rendono peraltro necessaria una compressione continua dei costi di alimentazione, che da soli rappresentano fino al 70% del costo totale di produzione (Rumsey, 1993), soprattutto impiegando nuove materie prime nelle diete per pesci. Diviene quindi essenziale definire, da un punto di vista tecnico, per le diete delle varie specie ittiche allevate, gli intervalli "operativi" ed il livello ottimale di inclusione dei molteplici ingredienti presenti nel mercato delle materie prime.

Tra le numerose fonti di origine vegetale, particolare interesse hanno suscitato, per i loro alti tenori in proteina, i vari derivati della soia ed il glutine di mais. Tuttavia, se per quest'ultimo ingrediente una certa sperimentazione ha interessato anche il branzino (Alliot *et al.*, 1979; Tibaldi e Lanari 1991; Ballestrazzi *et al.*, 1994) la maggior parte della consistente letteratura esistente sulla soia, riguarda prevalentemente i salmonidi (Tacon *et al.*, 1983; Dabrowski *et al.*, 1989; Van den Ingh *et al.*, 1991; Pongmaneerat e Watanabe, 1992; Pongmaneerat e Watanabe, 1993; Watanabe e Pongmaneerat, 1993; Oliva- Teles *et al.*, 1994; Olli *et al.*, 1994; Kaushik *et al.*, 1995) ed i pesci d'acqua dolce calda (Viola *et al.* 1983; Abel *et al.*, 1984; Wilson e Poe, 1985; Shiau *et al.*, 1990; Webster *et al.*, 1992; Pongmaneerat *et al.*, 1993). Inoltre il limite di molta sperimentazione, anche recente, consiste nello studio di un singolo ingrediente alla volta in sostituzione della farina di pesce, mentre l'industria mangimistica, che basa le proprie formulazioni sulla tecnica del minimo dei costi, richiederebbe l'impiego di più ingredienti, sostitutivi delle farine

animali, contemporaneamente presenti nella dieta. Finora, nelle diete per pesci, impieghi pratici di diverse farine proteiche nella stessa formulazione sono rintracciabili nei lavori di ricercatori della scuola di Tokyo (Pongmaneerat e Watanabe, 1992; Pongmaneerat *et al.*, 1993; Watanabe *et al.*, 1993), che tuttavia si sono limitati alla preparazione in laboratorio, anzichè su "scala mangimistica" di quanto precedentemente formulato.

Scopo della presente ricerca è stato quello di impiegare la tecnica del minimo costo per la formulazione di diete pratiche per branzino all'ingrasso ed il successivo studio della digeribilità e le prestazioni produttive ottenibili con tali diete, contraddistinte da sostituzioni crescenti delle farine di origine animale con più fonti proteiche vegetali.

Materiali e metodi

A) Prova di accrescimento

La prova, durata 126 giorni, venne condotta presso l'impianto sperimentale del DiSPA di Udine, sito nella valle da pesca Villabrona (Carlino, UD).

Furono preparate 4 diete estrose con un estrosore Wenger monovite, caratterizzate da un apporto crescente (C = 0; 1 = 13%; 2 = 31,5%; 3 = 44,5% del totale proteico) di proteina di origine vegetale, data da glutine di mais, farina di estrazione di soia decorticata (48) e in minor misura da farinaccio di frumento (Tab. 1).

Duecentoventisei branzini (217 g p. v. medio) vennero distribuiti casualmente in 12 vasche (da 160 l), troncoconiche, in vetroresina, con flusso continuo d'acqua ($7,5 \pm 1,0$ l/min.). I pesci venivano alimentati a mano, due volte al giorno, ad un livello alimentare medio dello 0,97% p.v.

Di ogni dieta si sono prelevati 3 campioni: all'inizio, dopo 40 e 80 giorni di prova, per sottoporli ad analisi tipo, secondo metodica A.O.A.C. (1995), dell'energia, mediante calorimetria adiabatica (calorimetro. IKA C 400) e del contenuto in fosforo, mediante metodo fotometrico (met. A.O.A.C. 1995; Ref. 4.8.14).

Giornalmente sono stati rilevati i principali parametri chimico-fisici delle acque. La temperatura media risultò pari a $20,0 \pm 0,95$ °C; l'ossigeno disciolto nelle vasche non fu mai inferiore a 5 mg/l; la salinità risultò modesta ($13,3 \pm 3,6$ ‰ NaCl), a causa della particolare dislocazione della valle.

Materie prime (%) :	C	1	2	3
Farina di pesce (Chile 66-67)	37,23	16,05	22,67	5,79
Farina di sangue spray	13,83	13,01	8,06	8,20
Farina di carne 68	6,10	16,05	-	-
Glutine di mais 60	-	7,45	14,11	27,99
Farinaccio di frumento	-	-	3,26	6,85
Farina di soia dec.48	-	5,48	14,11	9,65
Lievito di birra 52	5,76	7,49	10,08	14,48
Amido di mais crudo	17,27	14,73	9,49	7,72
Olio di pesce	18,38	18,69	17,24	18,37
Mix vitaminico-minerale	1,04	1,05	0,98	0,95
Costo miscela (£/kg) ¹	821	786	769	761

¹ Calcolato, in fase di formulazione, con i prezzi medi correnti delle materie prime durante l'estate 1995.

Tab.1- Formulazioni delle diete e loro costo al miscelatore.

Con cadenza bisettimanale, vennero rilevati: il peso totale vasca, il numero dei soggetti vivi, gli eventuali morti, i consumi alimentari.

Dieci pesci furono sacrificati a inizio prova e 7 pesci per vasca a fine esperimento. Su tali soggetti si determinò: il peso morto a dissezione (g); la lunghezza standard (mm); il peso del "pacchetto viscerale" (Peso fegato + Peso grasso mesenterico + Peso tubo digerente netto, g) ed infine il peso morto netto (Peso "carcassa" + Peso "pacchetto viscerale", g). I dati così ottenuti furono impiegati per calcolare gli indici di macellazione. Successivamente le carcasse vennero congelate, autoclavate (T = 110-120°C con

pressione = 1,1-1,2 atm), macinate e liofilizzate per la determinazione degli stessi componenti chimici, con le stesse metodiche, precedentemente descritte per le diete. Con i dati di campo ottenuti ed utilizzando le composizioni corporee si calcolarono i coefficienti di ritenzione dei nutrienti, espressi in % delle quantità somministrate. Dalla moltiplicazione del "costo miscela" per l'ICA delle varie diete si è ricavato il "costo miscela (£)/kg accr.", che, sebbene non coincida con il "Costo Chilocarne", ne rappresenta bene il trend essendo al netto dei costi fissi (spese di manodopera, immagazzinamento mangime, trasporto, etc.), uguali per le 4 diete, quindi matematicamente eliminabili.

Tutte le variabili precedentemente descritte vennero sottoposte ad elaborazione statistica mediante analisi di varianza ad 1 via. Il confronto tra i gruppi di dati si è basato sul metodo L.S.D. = differenza minima significativa (Snedecor e Cochran, 1982).

B) Prova di digeribilità

Si utilizzarono 8 vasche dello stesso tipo di quelle impiegate per la prova di accrescimento, che però presentavano lo scarico raccordato a una colonna di sedimentazione di 16 cm di diametro. Otto gruppi di branzini (6 pesci/ vasca; peso totale = 415 -435 g) furono alimentati con le 4 diete sperimentali (all'1% peso vivo) con 2 ripetizioni per dieta. Come marcatore si utilizzò l'Yb₂O₃ (= 100 ppm), determinato tramite assorbimento atomico (Perkin -Elmer mod. 2380). Dopo 5 giorni di adattamento alle diete si procedette alla raccolta delle feci per 15 giorni consecutivi. Similmente alla prova di accrescimento, i dati di digeribilità sono stati sottoposti ad analisi di varianza a 1 via, ed il confronto tra le medie è stato condotto con il metodo L.S.D. (Snedecor e Cochran, 1982).

Risultati

Il tenore in proteina grezza delle diete 1 e 3 è risultato più basso rispetto alle diete C e 2 (41,5 vs 47% ss). Il contenuto di estrattivi inazotati, invece, è cresciuto, secondo attesa, in modo lineare all'aumentare della proteina vegetale, fino a rappresentare il 27% ss nella dieta 3. Per quanto riguarda l'estratto etereo, le diete C e 1 sono risultate più grasse delle diete 2 e 3 (Tab. 3). La sostituzione della farina di pesce con le farine vegetali (soprattutto glutine di mais), ha ridotto la concentrazione di P nelle diete 1 e 2 a circa 1% ss e allo 0,82% ss nella dieta 3.

Composizione chimica:		C	1	2	3	Var.Err.	g.l.
Umidità	%	10,5	8,2	6,8	11,0		
Proteina grezza	% ss	46,9	41,2	47,2	41,9		
Estratto etereo	% ss	24,5	26,8	21,1	19,4		
Ceneri	% ss	9,0	7,7	7,7	5,6		
Fibra grezza	% ss	2,7	5,6	3,7	6,1		
Estrattivi inazotati	% ss	16,9	18,7	20,3	27,0		
Fosforo totale	% ss	1,25	1,00	1,06	0,82		
Energia totale.	MJ/kg ss	24,7	24,8	22,5	22,9		
Digeribilità:		C	1	2	3	Var.Err.	g.l.
Energia		94,3	92,3	91,5	87,9		
Sostanza secca		86,8	85,8	87,8	81,7	4,5941	4
Sostanza organica		92,9 _a	92,2 _a	93,0 _a	88,0 _b	1,4261	4
Proteina grezza		93,6 _a	92,8 _a	95,0 _a	89,8 _b	1,4620	4
Estratto etereo		98,5	97,8	98,6	97,0	0,3283	4
Fosforo		66,6	72,0	81,4	69,9	11,1373	4

a,b,c P < 0,05

Tab.2- Composizione chimica e digeribilità apparente delle diete contenenti percentuali crescenti di proteine vegetali.

La digeribilità apparente dell'energia è risultata minore del 90% solamente per la dieta 3, caratterizzata dal maggior apporto di proteine vegetali. Stesso andamento si osservò per la sostanza secca; risultata inferiore all'85% solamente per tale dieta. Ancor più evidente è risultata la minor utilizzazione digestiva della sostanza organica per i pesci alimentati con la dieta 3: (88,0 vs 92,7%; p < 0.05; Tab. 2). Ciò a

causa della minore digeribilità della proteina grezza (89,8 vs 93,8%; $p < 0,05$), essendo invece la digeribilità dell'estratto etereo risultata uguale tra le varie tesi sperimentali (97% ; Tab. 2). La digeribilità del fosforo è tendenzialmente aumentata, benché in modo non significativo, al diminuire del suo tenore nella dieta, per diminuire poi con la dieta 3 , caratterizzata dal maggiore contenuto di proteine vegetali.

La dieta 3 ha influito negativamente sul peso medio finale dei branzini rispetto la dieta C (345,7 vs 382,6 g). Valori intermedi (361,3 e 363,3 g) si sono rilevati con le diete 1 e 2 (Tab. 3; $p < 0,05$). Tale andamento è sostanzialmente confermato dai vari indici di accrescimento derivati. Infatti il T.A.S. (tasso di accrescimento specifico) è risultato maggiore per il controllo (0,45), intermedio per le tesi 1 e 2 (0,40-0,41), minore per la tesi 3 (0,37; $p < 0,05$) ed analogo trend si è riscontrato per l'accrescimento medio giornaliero, risultato comunque maggiore di 1g/giorno per tutti i trattamenti alimentari (Tab. 3). L'accrescimento giornaliero in grassi dei branzini non ha risentito dell'effetto dieta (311,7 mg/d; Tab. 3), diversamente da quello proteico, risultato minore con la dieta 3 (202,4 vs 230,1; $p < 0,05$, Tab. 3). Infine anche l'indice di conversione alimentare (2,13) conferma una minore efficienza della dieta a maggior apporto di proteina vegetale (3), l'unica per la quale tale indice è risultato > 2 (Tab. 3; $p < 0,05$). Il P.E.R., invece, nonostante la variabilità osservata per la proteina nelle diete, non è risultato differente tra i vari gruppi (media = 1,28).

		C	1	2	3	Var.Err.	g.l.
Livello nutritivo.	% p.v	0,98	0,97	0,96	0,97	0,0002	8
Peso iniziale	g	218,2	218,0	216,9	217,3	3,69	8
Peso finale	g	382,6 a	361,3 bc	363,3 b	345,7 c	76,16	8
Accresc. medio giorn.	g	1,27 a	1,14 bc	1,16 ab	1,02 c	0,0043	8
Accresc. proteico giorn.	mg	239,3 a	222,8 ab	228,3 a	202,4 b	1690,29	80
Accr. giorn. in grassi	mg	333,6	325,1	293,4	294,9	6253,57	80
T.A.S. ¹		0,45 a	0,40 bc	0,41 b	0,37 c	0,0004	8
Indice conv.alim.	g dieta/ g accr.	1,83 a	1,98 ab	1,90 a	2,13 b	0,0103	8
P.E.R. ²		1,31	1,34	1,20	1,25	0,0046	8
Costo kg miscela/ kg accrescimento	IT £	1502	1556	1461	1621		

¹ T.A.S.- (Tasso di accrescimento specifico) = $(\ln \text{p.v. fin.} - \ln \text{p.v. in.}) \times 100/t$

P.E.R.- (Protein efficiency ratio) = $\text{Accrescimento (g)} / \text{Proteina somministrata (g)}$

a,b,c $P < 0,05$

Tab. 3 -Prestazioni produttive dei branzini alimentati con diete contenenti percentuali crescenti di proteine vegetali.

Il minor costo finale di alimentazione si è ottenuto con le diete 2 e C (1461 e 1502 £/kg accr.), mentre il più elevato, per effetto del peggiore ICA, è risultato quello della dieta 3 (1621 £/kg accr.) (Tab. 3).

Il fattore di condizione ($K = 1,99$), l'indice epatosomatico (2,67% del peso morto netto = p.m.n.), il grasso mesenterico (7,18% p.m.n.), l'incidenza del tubo digerente (1,30% p.m.n.) e l'indice viscerosomatico (11,15% p.m.n.) non sono risultati diversi nei branzini alimentati con fonti proteiche di origine vegetale, anche se i pesci alimentati con la dieta 3 hanno mostrato una tendenza ad un maggiore accumulo % di grasso mesenterico (7,45 vs 7%).

A fine prova i pesci hanno presentato una composizione corporea diversa rispetto a quella iniziale e caratterizzata da un maggiore tenore in energia, sostanza secca e grassi ed un minor contenuto in proteina grezza e fosforo (Tab. 4). I diversi trattamenti alimentari non hanno influito sulla composizione corporea dei branzini se si esclude il tenore proteico, risultato tendenzialmente minore (< 45 % ss) per i pesci alimentati con livello proteico minore (diete 1 e 3).

Parametri di macellazione	INIZIALE	FINALE				Var.Err.	g.l.
		0	1	2	3		
K ¹	-	2,01	1,99	1,96	1,99	0,0271	80
IES ² (% pmn) ³	2,18	2,78	2,64	2,62	2,65	0,1768	80
Peso tubo dig (% pmn)	-	1,22	1,31	1,36	1,30	0,0358	80
G.M ⁴ (% pmn)	-	6,97	7,19	7,10	7,45	3,2563	80
IVS ⁵ (% pmn)	10,10	10,96	11,15	11,08	11,40	3,4881	80
Composizione corporea:	INIZIALE	FINALE				Var.Err.	g.l.
		0	1	2	3		
Sostanza secca (%)	37,41	40,38	41,24	40,31	40,96	3,4140	80
Proteina grezza (% ss)	49,49	45,70 _{ab}	44,41 _b	46,04 _a	44,82 _{ab}	5,3231	80
Grasso grezzo (% ss)	35,44	44,91	45,20	43,69	44,99	10,7489	80
Fosforo (% ss)	1,83	1,36	1,47	1,52	1,52	0,0577	72
Energia (kJ/g ss)	24,42	26,01	25,85	25,92	25,69	0,5160	80

¹ K = Fattore di condizione = Peso (g) x 100/ Lunghezza (cm)

² IES = Indice epatosomatico = Peso fegato (g) x 100/ Peso morto netto pesce (g)

³ (% pmn) = % del peso morto netto

⁴ G.M = Grasso mesenterico = Peso grasso mesenterico (g) x 100/ Peso morto netto pesce (g)

⁵ IVS = Indice viscerosomatico = Peso visceri (g) x 100/ Peso morto netto pesce (g)

a,b,c P < 0,05

Tab. 4 - Parametri di macellazione, composizione corporea iniziale e finale dei branzini (% ss) alimentati con diete contenenti percentuali crescenti di proteine vegetali

Le ritenzioni dell'energia (29,5 % EL), della sostanza secca (27,5 %) e della proteina (25 %) non sono state influenzate dalle tesi alimentari (Tab. 5), mentre il grasso trattenuto dai branzini è risultato maggiore con le diete 2 e 3 rispetto la 1 (68,0 e 73,8 vs 58,9 %; Tab. 5). La dieta C, avente il maggiore tenore in P (= 1,25 % ss) e risultata quella con minore ritenzione dell'elemento (19,42 %), mentre al diminuire del P nella dieta, per gli apporti crescenti di farine vegetali, è aumentata la sua ritenzione da parte dei pesci, fino a 35,16 % per il trattamento 3 (Tab. 5).

Coefficiente di ritenzione	C	1	2	3	Var.Err.	g.l.
Energia (Ena/EL sommin.)x 100	30,1	30,7	28,6	28,5	48,8363	80
Sostanza secca (ss tratt./ss sommin.)x 100	28,5	26,7	28,1	26,7	28,6009	80
Proteina grezza (PG tratt./PG sommin.)x 100	25,0	26,3	23,6	24,9	20,2171	80
Grasso grezzo (EE tratt./EE sommin.)x 100	66,9 _{ab}	58,9 _b	68,0 _a	73,8 _a	282,9531	80
Fosforo (P tratt./P sommin.)x 100	19,4 _c	29,6 _{ab}	26,7 _{bc}	35,2 _a	154,4100	72

a,b,c P < 0,05

Tab.5- Coefficienti di ritenzione dei principali nutrienti delle diete contenenti percentuali crescenti di proteine vegetali.

Discussione

La digeribilità della sostanza secca delle diete è risultata elevata (81,7- 87,8%), maggiore di quella osservata da Oliva-Teles *et al.* (1994) (77- 78%), in giovanili di trota iridea alimentati con alti tenori di farina di pesce e/o diversi derivati della soia "integrale". Alliot *et al.* (1979), alimentando il branzino con un livello proteico del 51% (ss), ottennero coefficienti di digeribilità della proteina grezza (91,1- 92,1%)

del tutto sovrapponibili a quelli osservati nella presente prova (89,8- 95%), mentre decisamente inferiori (80,3- 85,5%) furono i valori rilevati da Spyridakis *et al.* (1986). Tuttavia, sempre Spyridakis *et al.* (1989), in un successivo esperimento, di tipo metodologico, ottennero valori di utilizzazione digestiva della proteina (83- 94%) e dei grassi (94- 97 %) del tutto simili a quelli riscontrati in questa ricerca. Recentemente anche Ballestrazzi e Lanari (1996) rilevarono valori di digeribilità della proteina grezza simili (87,5- 93,3%), sebbene la digeribilità della sostanza organica (70,9- 81,8%) e del grasso (93- 97%) fossero inferiori, a causa probabilmente della particolare fonte lipidica impiegata, costituita da sali di Ca di acidi grassi.

Gli indici di conversione ed il P.E.R., nella presente prova, sono risultati migliori di quelli ottenuti da Metailler *et al.*, (1980, 1981), sebbene questi Autori avessero impiegato diete con maggiori tenori proteici, apportati unicamente da farine animali e pesci di minor taglia e sovrapponibili a quelli ottenuti da Ballestrazzi *et al.* (1994), alimentando branzini con concentrati dove il glutine di mais sostituiva il 50% della farina di pesce. Anche Hidalgo e Alliot (1988) rilevarono valori di P.E.R. simili alimentando (a 20°C) i branzini con diete a base di farina di pesce. Per confrontare i presenti dati con quelli giapponesi (Pongmaneerat e Watanabe, 1992; Pongmaneerat *et al.*, 1993; Watanabe *et al.*, 1993) e necessario tener presente che le specie studiate, di acqua dolce, hanno fabbisogni proteici minori di quelli del *D. labrax* e che gli esperimenti vennero condotti su soggetti di piccola taglia (pesi finali < 50g). Tali autori rilevarono che i mangimi contenenti o farina di estrazione di soia decorticata e glutine di mais oppure farina di estrazione di soia decorticata, glutine di mais e farina di carne consentivano, in trote, accrescimenti ed efficienze alimentari migliori di quelli osservati con la dieta a base di sola farina di pesce, fino a livelli di sostituzione della farina di pesce rispettivamente del 63% (2 ingredienti) e dell'82% (3 ingredienti). Nel caso della carpa l'impiego di supplementi aminoacidici, studiati *ad hoc* (lisina + metionina + treonina , o un "pool" di aminoacidi, addizionato in quantità tali da eguagliare gli apporti della farina di pesce nella dieta controllo) ha consentito di sostituire il 100% della farina di pesce senza apprezzabili effetti sulle prestazioni produttive di giovanili (Pongmaneerat *et al.*,1993).

Nella presente prova non si sono evidenziati effetti sulla composizione corporea dei branzini imputabili alle fonti proteiche impiegate, tuttavia il grasso mesenterico accumulato dai pesci è risultato in generale alto, se confrontato con i dati ottenuti da Metailler *et al.* (1981) e Ballestrazzi e Lanari (1996). Ciò è verosimilmente da attribuire al maggior tenore in grasso delle presenti diete (20 ÷ 27% vs 12 ÷ 21% ss) e al probabile effetto di alcuni ingredienti presenti nelle diete, quali il glutine, che causa maggiori depositi adiposi periviscerali (Ballestrazzi *et al.*, 1994), qualora incluso in eccesso nelle diete. Nel branzino tuttavia si sono ottenuti depositi di grasso periviscerale maggiori (fino all'8,16%; Metailler *et al.* 1980 -esperimento I°) semplicemente modificando, della stessa dieta, il livello nutritivo.

I valori di ritenzione proteica dei branzini (23,6- 26,3%) non hanno risentito del trattamento alimentare, risultando sovrapponibili a quelli riportati da Ballestrazzi *et al.* (1994: 23,5- 26,3%); Ballestrazzi e Lanari (1996: 25,7- 27%) e da Hidalgo e Alliot (1988) pur con diete variabili tra il 40 ed il 60% di proteina grezza. Maggiore è risultato invece il dato medio di ritenzione proteica riportato da Hidalgo e Alliot (1988)(31,5%), somministrando una dieta al 40% di PG a giovanili di branzino, allevati a 20°C. In questa prova, la ritenzione energetica (28,5- 30,7%) e soprattutto quella lipidica (58,9- 73,8) sono risultate elevate, verosimilmente per l'elevata digeribilità della frazione lipidica, nonchè per il buon tenore in estrattivi inazotati delle diete (17- 27% ss), comunque convertibili in grassi via glicolisi (acetil-CoA) e successiva sintesi di acidi grassi via malonil-CoA (Henderson e Sargent, 1985). Hidalgo e Alliot (1988) ottennero una più elevata ritenzione energetica (34,5%) con una dieta al 40% di PG in branzini di circa 30 g, mentre la ritenzione lipidica (50,1- 57,9%; Ballestrazzi *et al.* , 1994) e dell' energia (Ballestrazzi *et al.*, 1994 : 24,1- 26,8%; Ballestrazzi e Lanari, 1996: 24,2- 27,8%) sono risultate inferiori a quelle riscontrate nella presente esperienza.

E' interessante infine sottolineare come, con la dieta 3, caratterizzata dal maggior contenuto in glutine di mais, si sia avuto un significativo aumento nella percentuale di fosforo trattenuto dai branzini, dato che confermerebbe l'effetto positivo di questo ingrediente nel ridurre la quota di fosforo escreto dai pesci, precedentemente osservato da Ballestrazzi *et al.* (1994).

Se l' impiego di farine proteiche vegetali si spiega con la necessità di utilizzare ingredienti di minor impatto ecologico, meno costosi e meno dotati di fosforo, l'inclusione di tali ingredienti nelle diete per

branzini trova dei limiti nella composizione aminoacidica, meno equilibrata rispetto a quella delle fonti proteiche animali e talora nella scarsa appetibilità della dieta preparata (Alliot *et al.*, 1979). I risultati della presente esperienza confermano la possibilità di impiegare glutine di mais ad un tasso di inclusione del 20% nella miscela, come precedentemente indicato da Alliot *et al.* (1979) e Ballestrazzi *et al.* (1994). Anche la quota di inclusione di farina di estrazione di soia (48) impiegata nel presente studio (fino al 14%) è risultata in linea con il livello medio di impiego dell'ingrediente (15%), consigliato da Tacon *et al.* (1993) per i pesci carnivori.

Ringraziamenti

Lavoro realizzato nell'ambito del 3° Piano Nazionale Triennale dell'Acquacoltura (MIRAF). Gli Autori ringraziano il Dr. Bauce (Hendrix, Mozzecane Vr) per la preparazione delle diete.

Bibliografia

- ABEL H., BECKER K., MESKE C. & FRIEDRICH W. (1984). Possibilities of using heat-treated full-fat soybeans in carp feeding. *Aquaculture* 42: 97- 108.
- ALLIOT E., PASTOUREAUD A., PELAEZ HUDLET J. & METAILLER R. (1979). Utilisation des farines vegetales et des levures cultivees sur alcanes pour l'alimentation du bar (*Dicentrarchus labrax*). In: *Finfish Nutrition and Fishfeed Technology* (J.E. Halver & K. Tiews, eds), Heenemann, Berlin, Vol. II, pp 229-238.
- A.O.A.C. (1995). *Official Methods of Analysis of AOAC*, 16th ed., (P. Cunniff, ed.), AOAC International. Arlington, VA, 22021.
- BALLESTRAZZI R., LANARI D., D'AGARO E. & MION A. (1994). The effect of dietary protein level and source on growth, body composition, total ammonia and reactive phosphate excretion of growing sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *Aquaculture* 127: 197-206.
- BALLESTRAZZI R. & LANARI D. (1996). Growth, body composition and nutrient retention efficiency of growing sea bass (*D. labrax*, L.) fed fish oil or fatty acid Ca salts. *Aquaculture* 139: 101- 108.
- COMMITTEE ON ANIMAL NUTRITION, BOARD ON AGRICULTURE, NATIONAL RESEARCH COUNCIL, (1993). *Nutrient Requirements of Fish*, No 86. National Academy Press, Washington, D.C., 114 pp.
- DABROWSKI K., POZYCZYNSKI P., KOCK G. & BERGER B. (1989). Effect of partially or totally replacing fish meal protein by soybean meal protein on growth, food utilization and proteolytic enzyme activities in rainbow trout (*Salmo gairdneri*). New in vivo test for exocrine pancreatic secretion. *Aquaculture* 77: 29-49.
- HENDERSON R.J. & SARGENT J.R. (1985). Fatty acid metabolism in fish. In: *Nutrition and Feeding in Fish* (C.B. Cowey, A.M. Mackie & J.G. Bell, eds), Academic Press, London, pp 349-364.
- HIDALGO F. & ALLIOT E. (1988). Influence of water temperature on protein requirement and protein utilization in juvenile sea bass, *Dicentrarchus labrax*. *Aquaculture* 72: 115-129.
- KAUSHIK S.J., CRAVEDI J.P., LALLES J.P., SUMPTER J., FAUCONNEAU B. & LAROCHE M. (1995). Partial or total replacement of fish meal by soybean protein on growth, protein utilization, potential estrogenic or antigenic effects, cholesterolemia and flesh quality in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Aquaculture* 133: 257- 274.
- LOVELL T.R. (1989). *Nutrition and Feeding of Fish*. Van Nostrand Reinhold, New York, p 260.
- METAILLER R., DEHAPIOT C., HUÉLVAN C. & VENDEVILLE J.E. (1980). Influence of the feeding level on growth, feed conversion, protein efficiency and chemical composition of juvenile European sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *J. World Maricult. Soc.* 11: 436-444.
- METAILLER R., ALDRIN J.F., MESSAGER J.L., MAVEL G. & STEPHAN G. (1981). Feeding of European sea bass (*Dicentrarchus labrax*): role of protein level and energy source. *J. World Maricult. Soc.* 12: 117-118.
- OLNA-TELES A., GOUVEIA A.J., GOMES E. & REMA P. (1994). The effect of different processing treatments on soybean meal utilization by rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Aquaculture* 124: 343-349.
- OLLI J.J., KROGDAHL A., VAN DEN INGH T.S.G.A.M. & BRATTAS L.E. (1994). Nutritive value of four soybean products in diets for Atlantic Salmon (*S. salar*, L.). *Acta Agric. Scand., Sect. A, Anim. Sci.* 44: 50-60.
- PONGMANEERAT J. & WATANABE T. (1992). Utilization of soybean meal as a protein source in diets for rainbow trout. *Nippon Suisan Gakkaishi* 58: 1983-1990.
- PONGMANEERAT J. & WATANABE T. (1993). Effect of extrusion processing on the utilization of soybean meal diets for rainbow trout. *Nippon Suisan Gakkaishi* 59: 1407-1414.

- PONGMANEERAT J., WATANABE T., TAKEUCHI T. & SATOH S. (1993). Use of different protein meals as partial or total substitution for fish meal in carp diets. *Nippon Suisan Gakkaishi* 59, 1249 - 1257.
- RUMSEY G.L. (1993). Fish meal and alternate sources of protein in fish feeds update 1993. *Salmonid* XVII: 10-14.
- SHIAU S.Y., FUN LIN S., LAN YU S., LY LIN A. & CHING KWOK C. (1990). Defatted and full-fat soybean meal as partial replacements for fishmeal in tilapia (*Oreochromis niloticus* X *o. aureus*) diets at low protein level. *Aquaculture* 86: 401-407 .
- SNEDECOR G.W. & COCHRAN W.G. (1982). *Statistical Methods*, The Iowa State Univ. Press. Ames, IA, 507 pp.
- SPYRIDAKIS P., METAILLER R. & GABAUDAN J. (1986). Proteine et amidon dans l'alimentation du juvenile de bar ou loup (*D. labrax*). *Int. Counc. Explor. Sea*, C.M./ F:30 (unpubl.), 11 pp.
- SPYRIDAKIS P., METAILLER R., GABAUDAN J. & RIAZA A. (1989). Studies on nutrient digestibility in European sea bass (*Dicentrarchus labrax*). 1. Methodological aspects concerning faeces collection. *Aquaculture* 77: 61-70.
- TACON A.G.J., HAASTER J.V., FEATHERSTONE P.B., KERR K. & JACKSON A. J. (1983). Studies on the utilization of full-fat soybean and solvent extracted soybean meal in a complete diet for rainbow trout. *Bull. Japan. Soc. Scient. Fisheries* 49: 1437-1443.
- TIBALDI E. & LANARI D. (1991). Optimal dietary lysine levels for growth and protein utilization of fingerling sea bass (*D. labrax* L.) fed semipurified diets. *Aquaculture* 95: 297-304.
- VAN DEN INGH T.S.G.A.M., KROGDAHL A., OLLI J.J., HENDRIKS H.G.C.J.M. & KONINKX J.G.J.F. (1991). Effects of soybean-containing diets on the proximal and distal intestine in Atlantic salmon (*Salmo salar*): a morphological study. *Aquaculture* 94: 297-305.
- VIOLA S., MOKADY S. & ARIELI Y. (1983). Effects of soybean processing methods on the growth of carp (*Cyprinus carpio*). *Aquaculture* 32: 27-38.
- WELCOMME R. (1994). *Aquaculture and Water Resources*. Aquaculture and Water Resource Management, University of Stirling, June, 21-25th.
- WATANABE T & PONGMANEERAT J. (1993). Potential of soybean meal as a protein source in extruded pellets for rainbow trout. *Nippon Suisan Gakkaishi* 59: 1415-1423.
- WATANABE T., PONGMANEERAT J., SATOH S. & TAKEUCHI T. (1993). Replacement of fish meal by alternative protein sources in rainbow trout diets. *Nippon Suisan Gakkaishi* 59: 1573-1579.
- WEBSTER C.D., TIDWELL J.H., GOODGAME L.S., YANCY D.H. & MACKEY L.M. (1992). Use of soybean meal and distillers grains with solubles as partial or total replacement of fish meal in diets for channel catfish, *Ictalurus punctatus*. *Aquaculture* 106: 301- 309.
- WILSON R.P. & POE W.E. (1985). Effects of soybean meal with varying trypsin inhibitor activities on growth of fingerling channel catfish. *Aquaculture* 46: 19-25.