

海鱸苗飼料中添加胺基酸的攝餌促進效果 及大豆蛋白對成長的影響

劉栢興・陳紫嫻*

行政院農業委員會水產試驗所 東港生技研究中心

摘 要

本研究係比較大豆蛋白含量不同的海鱸飼料中，添加複合胺基酸（蛋胺酸、脯胺酸和三甲基甘胺酸）作為攝餌促進劑之效果。

以單一胺基酸作為攝餌促進劑，添加入完全以大豆粉為蛋白源的飼料中飼育海鱸苗時，其最高攝餌率各為：添加蛋胺酸 1.5% 時的 1.84%，添加脯胺酸 1.15% 時的 4.57% 和添加三甲基甘胺酸 0.14% 時的 1.35%。

在以不同含量的大豆粉取代魚粉的飼料中，添加複合胺基酸（蛋胺酸：脯胺酸：三甲基甘胺酸 = 2：1：0.1）作為攝餌促進劑，飼育海鱸苗三週。結果顯示，活存率達 100% 者為投飼大豆蛋白含量 20%、60% 和 80% 組的海鱸苗。攝餌率最高者為投飼大豆蛋白含量 0% 組的海鱸苗，最差者為大豆蛋白含量 100%組，其攝餌率各為 6.2% 和 1.8%。增重率與飼料轉換率 (FCR) 表現最好的則是 20% 組，其總增重率達 263%，FCR 為 0.88。

由上述結果顯示，在大豆蛋白含量不同的飼料中，添加複合胺基酸作為攝餌促進劑飼育海鱸苗，已確知大豆蛋白含量 20% 的飼料，很明顯的可得到最佳的結果。另，若由攝餌率、增重率和飼料轉換率的變化來評估時，大豆蛋白取代魚粉蛋白的比例最高可達 80%。

關鍵詞：攝餌促進劑、胺基酸、海鱸

前 言

由於魚類飼料中的主要成分—魚粉的價格飆漲及供應不定，以植物蛋白如大豆粉取代魚粉，成為降低飼料成本的方法之一。飼料中添加大豆蛋白會使鯉魚魚苗成長減緩 (Dabrowski and Kozak, 1979)，若以大豆粉完全取代鯉魚飼料中魚粉時，必須添加蛋胺酸和離胺酸，才能使其增重和魚粉組一樣 (Viola *et al.*, 1981)。飼料中以大豆粉為主蛋白源時，只要添加胺基酸、脂質和磷酸鈣，即可使吳郭魚的成長和飼餵以魚粉為主的飼料一樣 (Viola *et al.*, 1988)。飼料中大豆粉的含量增至 42% 時，對白蝦 (*Litopenaeus vannamei*) 的

攝餌率不會有影響，但高達 56% 和 70% 時，則會有降低的現象；另，白蝦對含 70% 大豆粉的飼料的利用率也極差 (Lim and Dominy, 1990)。黑斑紅鱸 (*Sciaenops ocellatus*) 對只含大豆蛋白或大豆蛋白加蛋胺酸的飼料的利用率極低 (Reigh and Ellis, 1992)。條紋鱸 (*Morone saxatilis* x *M. chrysops*) 的飼料中，75% 的魚粉可被大豆粉取代 (Gallagher, 1994)。當飼料中大豆粉的含量由 0% 增至 60% 時，大嘴鱸 (*Micropterus salmoides*) 的攝餌率則會由 4.8% 降至 1.3% (Kubitza *et al.*, 1997)。

海鱸 (*Rachycentron canadum*) 為重要的箱網養殖魚類，投餵含魚粉的人工飼料時，成長快速，飼料轉換率 (FCR) 為 1.1 ~ 1.8。海鱸飼料中以大豆粉取代魚粉的比例，經試驗的結果得知，取代率由 0 ~ 40%時，其成長率都無顯著差異，但取代至 50% 以上時，卻有成長變差的情形 (Chou *et al.*,

*通訊作者 / 屏東縣東港鎮豐漁里 67 號, TEL: (08) 832-5511; FAX: (08) 832-0234; E-mail: tichen@mail.tfin.gov.tw

Table 1 Composition of test diets

	Test 1	Test 2 (Soy-protein)					
		100%	80%	60%	40%	20%	0%
Ingredient (%):							
Soybean meal	70	80.5	64.4	48.3	32.2	16.1	0
Fish meal	0	0	11.6	23.2	34.8	46.4	58.0
Soybean oil	1	0	0.60	1.15	1.75	2.35	2.90
Fish oil	8	6.95	5.70	4.55	3.30	2.05	0.85
Starch	0	0	3.75	7.45	11.20	14.95	18.70
Vitamin mixture	4	2	2	2	2	2	2
Mineral mixture	2	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45
Feeding stimulants	*	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1
Cellulose	*	0	1.4	2.8	4.2	5.6	7.0
Binder	12	6	6	6	6	6	6
Total	100	100	100	100	100	100	100
Crude protein	32.2~35.2	40.1	40.2	40.2	40.2	40.2	40.2
Crude lipid	11.5	9.9	9.8	9.9	9.9	9.9	9.8

*Feed stimulants + cellulose = 3%

2004)。用 4 g 的海鱸魚苗，以濕性粒狀試料測試 22 種胺基酸的結果，已確知三甲基甘胺酸 (betain hydrochloride)、脯胺酸 (L-proline) 和蛋胺酸 (L-methionine) 有很高的攝餌促進劑效果 (劉與陳, 2003)。本研究之目的即在探討攝餌促進劑的添加，是否能再提高大豆粉取代魚粉的比率，並分析飼育過程中，海鱸苗之活存率、攝餌率、增重率及飼料轉換率，以了解以不同大豆蛋白含量的飼料中添加複合胺基酸以作為攝餌促進劑之飼育效果。

材料與方法

供試用水槽為 FRP 水槽 (200 x 120 x 80 cm)，水量 1,100 L，有 2 顆打氣石行強打氣，流量為 4 ~ 6 L/min，每槽置入 20 尾海鱸苗，海水鹽度在 27 ~ 30 ppt 之間，水溫在 28 ~ 30°C 之間。每日下午投飼一次，投飼至無索餌行為為止。

一、單一胺基酸的添加效果試驗

以不同濃度的蛋胺酸 (0%, 0.375%, 0.75%, 1.5%, 3%)、脯胺酸 (0%, 0.001%, 0.011%, 0.115%,

1.15%) 和三甲基甘胺酸 (0%, 0.00014%, 0.0014%, 0.014%, 0.14%)，分別加入完全以大豆粉為蛋白源的飼料中 (Table 1–Test 1)，然後由海鱸苗的攝餌率測定其最適添加量。供試魚苗的平均體重分別為 8.5 g (蛋胺酸)、13.1 g (脯胺酸) 與 10.4 g (三甲基甘胺酸)。試驗進行 2 週。

二、複合胺基酸的添加效果試驗

在不同大豆蛋白含量 (0%、20%、40%、60%、80%、100%) 的飼料中 (Table 1–Test 2)，根據單一胺基酸試驗效果最佳者，添加最適量的複合胺基酸 (2% 蛋胺酸、1% 脯胺酸和 0.1% 三甲基甘胺酸)，然後由海鱸苗的活存率、攝餌率、增重率和飼料轉換率等來評估複合胺基酸的添加效果。供試魚苗平均體重 15.3 g，試驗期間 3 週。每週量測體重一次，秤重當天不投飼。

三、計算方法

攝餌率 (%) = 投飼量 ÷ 魚苗總重

增重率 (%) = (秤重當週體重 - 上週體重) ÷ 上週體重

FCR (%) = 體重增加量 ÷ 攝餌量

結果與討論

一、單一胺基酸的添加效果試驗

在蛋白源只有大豆粉的飼料中，添加不同濃度的蛋胺酸、脯胺酸和三甲基甘胺酸，飼育海鱺苗二週後，攝餌率最佳者分別為：添加蛋胺酸 1.5% 組的 1.84% (Fig. 1)，脯胺酸 1.15% 組的 4.57% (Fig. 2) 以及三甲基甘胺酸 0.14% 組的 1.35% (Fig. 3)。

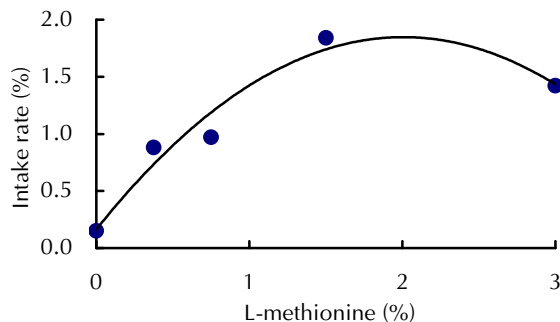


Fig. 1 Intake rate of juvenile cobia fed with soy-protein based diets supplemented with various levels of L-methionine.

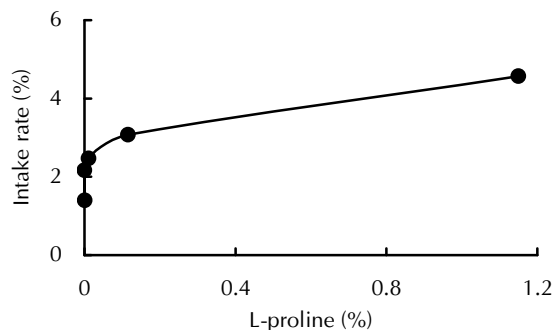


Fig. 2 Intake rate of juvenile cobia fed with soy-protein based diets supplemented with various levels of L-proline.

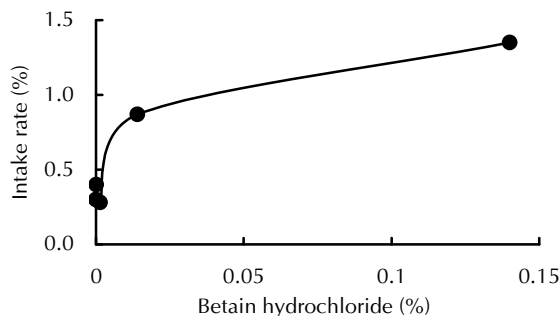


Fig. 3 Intake rate of juvenile cobia fed with soy-protein based diets supplemented with various levels of betain hydrochloride.

二、複合胺基酸的添加效果試驗

在大豆蛋白含量不同的飼料中，根據單一胺基酸試驗效果最佳者，添加複合胺基酸（蛋胺酸：脯胺酸：三甲基甘胺酸 = 2：1：0.1）作為攝餌促進劑時，飼育至第三週，供試的六組海鱺苗中，20%、60% 和 80% 組之活存率均為 100%；40% 組為 95%；0% 組（即 100% 魚粉蛋白組）為 85%；而以 100% 組（即 0% 魚粉蛋白組）最差，活存率降至 80% (Fig. 4)。

飼育期間的攝餌率，以大豆蛋白含量 0% 組的變化最大，攝餌率由第一週的 7.6% 降至第三週的 4.7%；20% 組為 6.8 ~ 5.6%；40% 組稍低，在 6.4 ~ 5.2% 之間；60% 組的攝餌率比較穩定，在 5.2 ~ 4.9% 之間；80% 組則由 4.1% 升至 5.4%，再降至 4.8%；最差者仍是大豆蛋白含量 100% 組，第一週僅為 0.9%，第二週提高至 2.2%，第三週也只升至 2.4%。三週的飼育期間，第一週的攝餌率以大豆蛋白含量 0% 組的 7.6% 最佳，100% 組最差，僅達 0.9%，呈現隨著大豆蛋白含量的增加而減少的現象。第二週除了大豆蛋白含量 100% 組依然最低，攝餌率僅達 2.2% 外，其餘各組均在 5.4 ~ 6.2% 之間，差異不大。第三週的攝餌率，大豆蛋白含量 100% 組還是最差，只有 2.4%，其餘各組則差異不大，在 4.7 ~ 5.9% 之間。大豆蛋白含量 100% 組除外，其餘各組隨著飼料中大豆蛋白含量的增加，第一週的攝餌率呈現直線大幅減少的現象，但第二週以後開始減緩，有逐漸降至接近水平的情形 (Fig. 5)。

增重率變化上，第一週最高的是大豆蛋白含量 20% 組，其增重率為 73.3%；0% 組和 40% 組也不差，各為 68.1% 和 61.9%。大豆蛋白含量 100% 組則有負增重的現象，究其原因應該是飼料口味不佳，尚未適應導致攝食量不足所致。第二週增重率最高的是大豆蛋白含量 40% 組，達 51.6%。第三週則仍以 20% 組最佳，其增重率為 42.3%。大豆蛋白含量 100% 組除外，其餘各組隨著飼料中大豆蛋白含量的增加，第一週的增重率有呈直線大幅減少的情形；第二週和第三週就則逐漸趨緩，降至接近水平 (Fig. 6)。

在 FCR 方面，試驗期間均以大豆蛋白含量 20% 組最佳，100% 組最差。第一週時，六個試驗組中，除大豆蛋白含量 100% 組因為負增重，

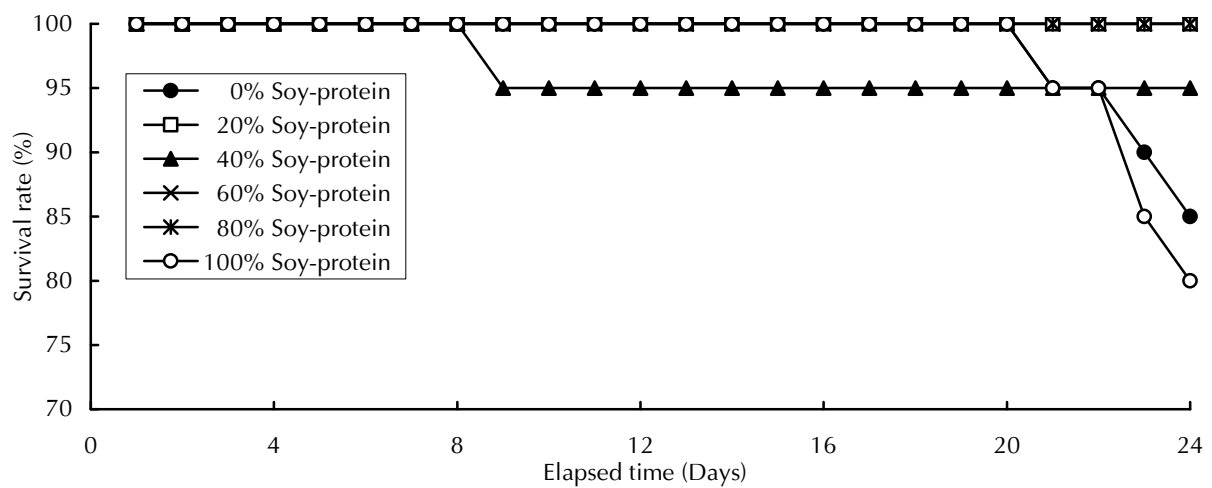


Fig. 4 Survival rate of juvenile cobia fed with amino acids fortified test 2 diet.

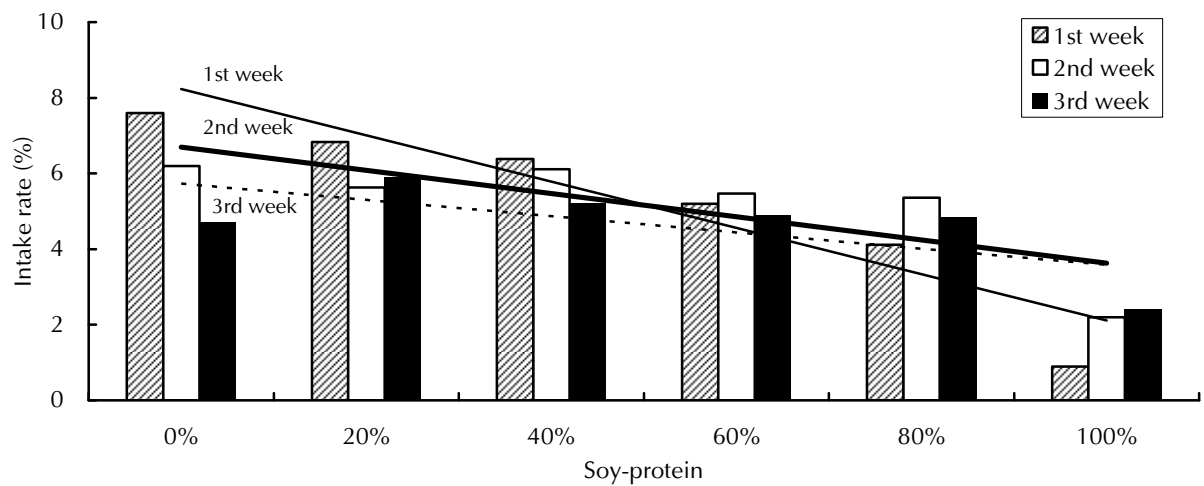


Fig. 5 Feed intake rate of juvenile cobia fed with amino acids fortified test 2 diet.

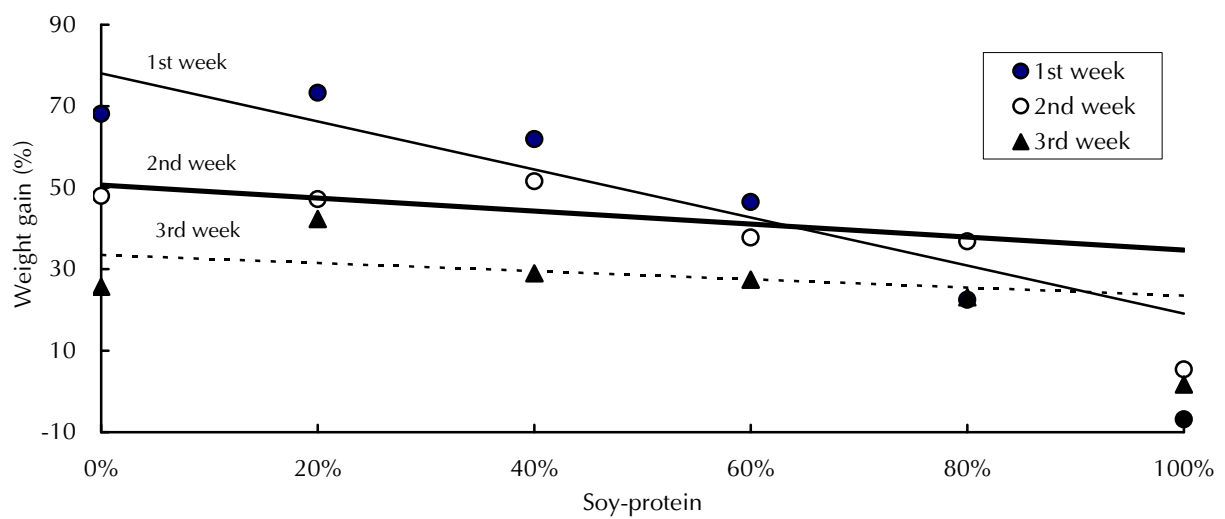
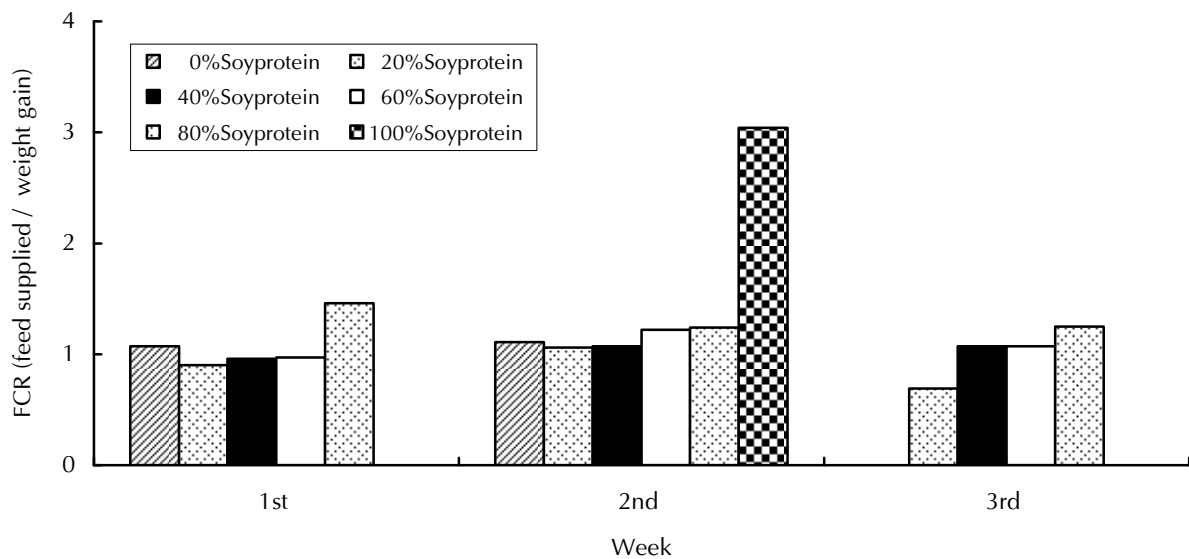


Fig. 6 Weight gain of juvenile cobia fed with amino acids fortified test 2 diet.

Table 2 Effects of soy-protein levels on survival rate, feed intake rate, weight gain and feed conversion ratio (FCR) for juvenile cobia after 3 weeks feeding

	Replacement levels					
	100%	80%	60%	40%	20%	0%
Survival rate (%)	80	100	100	95	100	85
Intake rate (%)	1.8	4.8	5.2	6.0	6.1	6.2
Weight gain (%)	-0.2	106	157	217	263	215
FCR	—	1.32	1.09	1.03	0.88	—

**Fig. 7** Weekly feed conversion ratio (FCR) of juvenile cobia fed with amino acids fortified test 2 diet.

無法計算其 FCR 外，以大豆蛋白含量 80% 組的 1.46 最差，其餘各組都在 0.90 ~ 1.07 之間。第二週最差者為 100% 組，僅達 3.04，其餘各組則相差不多，約在 1.06 ~ 1.24 之間。第三週時，大豆蛋白含量 0% 組與 100% 組均因死亡率過高，無法計算 FCR；其餘四組中，則以 20% 組最佳為 0.69，其他則差異不大，均在 1.07 ~ 1.25 之間 (Fig. 7)。

綜合上述結果，測定大豆粉對於魚粉的取代效率。在三週的飼育期間，魚苗活存率達 100% 者，包括 20%、60% 和 80% 三組，最差者為 100% 組，活存率僅有 80% (Table 2)。平均攝餌率最高者 0% 組，最差者為 100% 組，各為 6.2% 和 1.8% (Table 2)。增重率最高者為投飼大豆蛋白含量 20% 的海鱺苗，總增重率達 263%；其次為 40% 組的 217%；其餘依次為 0% 組的 215%、60% 組的 157% 以及 80% 組的 106%。最差的則是投飼大

豆蛋白含量 100% 的海鱺苗，其增重率為 -0.2%，呈負成長現象 (Table 2)。FCR 的數值愈低表飼料效率愈佳，在活存率達 100% 的三組中，平均 FCR 最佳者為 20% 組，達 0.88；60% 與 80% 組則分別為 1.09 與 1.32。其 FCR 有隨著飼料中大豆蛋白含量的增加而變差的現象 (Table 2)。

由以上結果顯示，在大豆蛋白含量不同的飼料中，添加複合胺基酸作為攝餌促進劑飼育海鱺苗，已確知大豆蛋白含量 20% 的飼料，很明顯的可得到最佳的結果；Chou *et al.* (2004) 以較大體型海鱺試驗亦有相同的結果。不過若由攝餌率、增重率和飼料轉換率的變化來評估時，大豆蛋白取代魚粉蛋白的比率，最高可達 80%。另，除了添加複合胺基酸作為攝餌促進劑之外，如能再添加核苷酸類 (Liou and Chen 2004) 應可使攝餌率、增重率和 FCR 獲得更佳的改善。

謝 辭

本研究係在行政院農業委員會水產試驗所 94 年度科技計畫 (計畫編號:94 農科-14.2.2-水-A2(1)) 項下完成, 水產試驗所東港生技研究中心同仁何碧月、周瑞良、鄭世榮、陳盈達在試驗中之協助, 謹此一併致謝。

參考文獻

- 劉栢興, 陳紫娛 (2003) 胺基酸對海鱸的攝餌促進效果. 海鱸養殖科技研發與產業發展研討會會議資料輯. p.102-106.
- Chou, R.-L., B.-Y. Her, M.-S. Su, G. Hwang, Y.-H. Wu and H.-Y. Chen (2004) Substituting fish meal with soybean meal in diets of juvenile cobia *Rachycentron canadum*. *Aquaculture*, 229: 325-333.
- Dabrowski, K. and B. Kozak (1979) The use of fish meal and soybean meal as a protein source in the diet of grass carp fry. *Aquaculture*, 18: 107-114.
- Gallagher, M. L. (1994) The use of soybean meal as a replacement for fish meal in diets for hybrid striped bass (*Morone saxatilis* x *M. chrysops*). *Aquaculture*, 126:119-127.
- Kubitza, F., L. L. Lovshin and R. T. Lovell (1997) Identification of feed enhancers for juvenile largemouth bass *Micropterus salmoides*. *Aquaculture*, 148:191-200.
- Lim, C. and W. Dominy (1990) Evaluation of soybean meal as replacement for marine animal protein in diets for shrimp (*Penaeus vannamei*). *Aquaculture*, 87: 53-63.
- Liou B.-S. and T.-I. Chen (2004) Feeding stimulatory effects of nucleotides and related compounds on juvenile cobia (*Rachycentron canadum*). *J. Taiwan Fish. Res.*, 12(2): 44-55.
- Reigh, R. C. and S. C. Ellis (1992) Effect of dietary soybean and fish-protein rations on growth and body composition of red drum (*Sciaenops ocellatus*) fed isonitrogenous diets. *Aquaculture*, 104: 279-292.
- Viola, S., S. Mokady, U. Rappaport, and Y. Arieli, (1981) Partial and complete replacement of fishmeal by soybean meal in feeds for intensive culture of carp. *Aquaculture*, 26: 223-236.
- Viola, S. and Y. Arieli (1988) Animal-protein-free feeds for hybrid tilapia in intensive culture. *Aquaculture*, 75: 115-125.

Effects of Amino Acids Added and Soy-protein Replacement on the Growth of Juvenile Cobia (*Rachycentron canadum*)

Bor-Shing Liou and Tzyy-Ing Chen*

Tungkang Biotechnology Research Center, Fisheries Research Institute

ABSTRACT

This study compared the effect of amino acids (L-methionine, L-proline, betain hydrochloride) fortified test diets containing graded levels of soy-protein for juvenile cobia.

In the test of adding one amino acid to pure soy-protein diet as a feeding stimulant, the results showed that the best feed intake rates were 1.84% for L-methionine replaced at level of 1.5%, 4.57% for L-proline replaced at level of 1.15% and 1.35% for betain hydrochloride replaced at level of 0.14%.

Fortified amino acids (L-methionine, L-proline, betain hydrochloride · 2 : 1 : 0.1) as feeding stimulants were added to soy-protein replacement diets to find the best substitute level for juvenile cobia. The results showed the survival rate still maintain at 100% when the fish fed with diets of soy-protein replaced at levels of 20%, 60% and 80% for 3 weeks period. The highest feed intake rate was 6.2% when fish fed with diet of soy-protein replaced level at 0% and the lowest feed intake rate was 1.8% when fish fed with diet of soy-protein replaced level at 100%. However, the best weight gain and feed conversion ratio (FCR) occurred at soy-protein replaced level at 20%. They were 263% and 0.88, respectively.

The results suggested that using amino acids as feeding stimulants added to soy-protein based diet at level of 20% could get the best feed intake, survival, weight gain and FCR results.

Key words: feeding stimulants, amino acids, cobia, *Rachycentron canadum*

*Correspondence: Tungkang Biotechnology Research Center, Fisheries Research Institute, Tungkang, Pingtung 928, Taiwan. TEL: (08) 832-4121 ext. 272; FAX: (08) 832-0234; E-mail: tichen@mail.tfrin.gov.tw