

在含大量脫脂黃豆粉飼料中添加攝餌促進物質對烏魚稚魚成長及消化酵素活性之影響(II)

黃麗月 周麗梅 丁雲源

摘要

本研究主要目的是研究飼料中以脫脂黃豆粉取代部份魚粉再添加攝餌促進物質對烏魚稚魚成長及消化酵素活性之影響。試驗飼料以脫脂黃豆粉取代部份魚粉控制粗蛋白質含量為25%，並分別加入0、1.5、3.0、4.5 %四種含量之攝餌促進物質於飼料中。經七週飼育結果，飼料效率、總攝餌量及增重率以4.5%攝餌促進物質添加組最佳，經統計分析結果，有添加攝餌促進物質組飼料效率均顯著高於不添加組，攝餌量增加方面有效添加量在3%以上；增重率方面，必須添加至4.5%才顯著高於不添加組($P < 0.05$)。對消化酵素活性之影響方面，添加攝餌促進物質之烏魚消化道內蛋白酶、脂肪酶、澱粉酶活性高於不添加攝餌促進物質組；但其中只有鹼性蛋白酶及中性蛋白酶活性有顯著不同($P < 0.05$)。

關鍵詞：烏魚、消化酵素、攝餌促進物質、脫脂黃豆粉、魚粉

前言

蛋白質為飼料原料中最昂貴的成份之一，也是維持生命和促進成長上所必須之營養成份，魚粉由於胺基酸組成與一般魚類所需接近，故視為蛋白質主要來源，但由於近年來魚粉產量遞減且價格逐年增加，故以植物性蛋白取代部份魚粉漸漸被廣泛應用於水產飼料上 (Shimeno *et al.*, 1992; Watanabe and Pongmaneerat, 1993; Adelizi *et al.*, 1998; Booth *et al.*, 2001; Refstie *et al.*, 2001; Fasakin *et al.*, 2001; El-Saidy and Gaber, 2002)。脫脂黃豆粉(defatted soybean meal, SBM)之蛋白質含量豐富(CP50%左右)、產量多、品質安定，其必需胺基酸與養殖魚的要求相近且蛋白質消化吸收力強，故最

常用來當作取代魚粉的蛋白質來源。Watanabe *et al.* (1992)所研究的鰻魚稚魚及成魚新型軟質固形飼料(soft-dry pellet)中，當SBM高達30%(取代55%魚粉)時鰻魚不會生病，但當SBM含量高達50%時，成長及飼料效率較差。

攝餌促進物質為化學活性物質，大都同時具有誘引和促進攝餌兩種性質，前人研究結果顯示極低濃度的胺基酸、核苷酸及甜菜鹼即可引起味覺神經的興奮 (Yoshii *et al.*, 1979; Kanwall and Caprio, 1983)，同時亦有促進攝餌活動之效果(Johnstone, 1980)。但是有效的攝餌促進物質如胺基酸、核苷酸種類會隨魚種不同而異，且不同胺基酸、核苷酸種類及甜菜鹼互相

之組合也有不同之促進或誘引作用，滝井(1991a)曾指出alanine、glycine、proline等胺基酸混合物對鰻魚及虹鱒具有攝餌促進效果，而核苷酸關連物，特別是IMP對鰻魚、真鱈、嘉鱸等魚種具有攝餌促進效果，而甜菜鹼與多種胺基酸混合使用對豹斑河魴具有攝餌促進效果。飼料中添加攝餌促進物質以提高攝餌行為，促進消化與代謝機能，進而促使成長加速，在淡水魚、海水魚以及蝦類已有相關報告(竹田及滝井, 1987; 滝井等, 1984; Kumail *et al.*, 1989; Fredette *et al.*, 2000; Papatryphon and Soares, 2001; Liang *et al.*, 2001)。Papatryphonme and Soares (2001)研究條紋鱸實用飼料，Xue and Cui (2001)研究鯉魚實用飼料，均亦探討部份魚粉取代飼料再添加攝餌促進物質對條紋鱸及鯉魚成長之影響，結果顯示部份魚粉取代飼料再添加攝餌促進物質與不添加攝餌促進物質的高魚粉組間成長上無顯著差異。近來由於烏魚養殖的盛行，黃等(2003)發現烏魚稚魚飼料添加1.5%攝餌促進物質已可足夠達到促進烏魚成長並提高消化分解酵素活性的目的。本試驗為降低飼料魚粉含量，嚐試於烏魚稚魚飼料中以脫脂黃豆粉取代部份魚粉再添加攝餌促進物質，探討其對烏魚稚魚成長及消化酵素活性之影響。

材料與方法

本試驗利用110 × 60 × 60 cm³之FRP試驗水槽12個，每個水槽放養2克烏魚之稚魚30尾，於室內進行養殖七週，養殖條件如下：日投餌量為體重5%，分別於上午九時及下午四時投餵，採任食投餵，投餵一小時後觀察

殘餌並回收殘餌烘乾秤重。試驗海水鹽度維持在20 ppt，採止水式養殖，每日清除排泄物及殘餌，並每三天換水一次，每次換水二分之一。試驗期間水溫隨自然氣候而改變(25-29°C)。飼料配方如Table 1，以魚粉及脫脂黃豆粉為主要蛋白質來源，麵粉及麵筋為碳水化合物及黏著劑的主要來源，使粗蛋白質含量約為25%，並分別加入攝餌促進物質混合物(alanine、arginine、lysine及betaine)為飼料重量之0%、1.5%、3.0%、4.5%等四種飼料，每種飼料三重覆，試驗結果利用總攝餌量、增重率及飼料效率評估結果。

為瞭解攝餌促進物質對烏魚稚魚消化分解酵素活性之影響，於餵育試驗結束後隔一天，在早晨餵食後2.5小時時，每組隨意選取6尾烏魚，解剖取得消化道，用冰冷之生理食鹽水洗淨，加入4至5倍冰冷去離子水(v/W)利用均質機磨碎，於4°C下，經10000×g 10分鐘離心分離，取上澄液即為粗酵素抽取液供酵素測定用。其酵素分析在酸性蛋白酶依據Chiou *et al.* (1989)方法以血色素(溶於pH 2.6醋酸鈉溶液)為受質，於35°C反應20分鐘，加入5%TCA終止反應，於4°C下離心，取上澄液於OD280測吸光值，酵素比活性單位(units)以 ΔA /每分鐘/上澄液中毫克蛋白質表示。中性蛋白酶依據Maugle *et al.* (1982)方法以酪蛋白(溶於pH 7.5磷酸緩衝液)為受質，於40°C反應30分鐘，加入5%TCA終止反應，於4°C下離心，取上澄液於OD280測吸光值，酵素比活性單位以1 μ M tyrosine/每分鐘/上澄液中毫克蛋白質表示。鹼性蛋白酶依據Takii *et al.* (1992)方法以酪蛋白(溶於pH 9.5硼酸溶液)為受質，於30°C

反應15分鐘，加入10%TCA終止反應，於4°C下離心，取上澄液於OD280測吸光值，酵素比活性單位以1 μ M tyrosine /每分鐘/上澄液中毫克蛋白質表示。 α -澱粉酶依據Bernfeld (1995)方法以澱粉(溶於pH 6.7磷酸緩衝液)為受質，25°C反應30分鐘，加入2N NaOH終止反應，再加入DNSA試劑，熱水浴中煮沸5分鐘，冷卻後以OD540測定吸光值，酵素比活性單位(units)以mg maltose/每分鐘/上澄液中毫克蛋白質表示。脂肪酶依據Monsan *et al.* (1983)

以對硝基苯月桂酸 (*p*-nitrophenyl laurate)(溶於醋酸緩衝液)為受質，37°C反應30分鐘，加入丙酮終止反應，以OD410測吸光值，酵素比活性單位以1 μ M *p*-nitrophenol/每分鐘/上澄液中毫克蛋白質表示。蛋白質定量依據Bradford (1976)方法測定。

成長的結果與酵素活性均最後以one-way ANOVA測驗其顯著性，續以Duncan multiple range test 比較各試驗組變異數之差異顯著性。

Table 1. Composition of the feeding attractant used in the experimental diets

	Composition, g/100g			
	0	1.5	3.0	4.5
Alanine	0	0.253	0.506	0.759
Arginine	0	0.496	0.992	1.488
Lysine	0	0.416	0.832	1.248
Betaine	0	0.334	0.668	1.002
Basal diet	100	100	100	100
Total	100	101.5	103	104.5

1. Basal diet contains (%): Fish meal 12.5, defatted soybean meal 29, wheat flour 1.5, α -starch 25, corn gluten meal 2, rice bran 14.8, fish oil 1.5, lecithin 1.5, vitamin mix* 3, mineral mix** 5, choline chloride 0.2, soybean oil 4.

*. Vitamin mix: Per Kg contains VitA 2,000,000 IU, Vit D₃ 400,000 IU, Vit E 20,000 IU, Vit K₃ 2000mg, thiamin mononitrate 2000mg, riboflavin 5000 mg, pyridoxine base 2000mg, Vit B₁₂ 10mg, pantothenic acid 10,000 mg, niacin 15,000 mg, folic acid 500mg, ascorbic acid 20,000 mg, inositol 30,000 gm

**. Mineral mix : Per Kg contains NaH₂PO₄·2H₂O 308.05g, Ferric citrate 14.85g, α -cellulose 682.98g.

結果

本試驗經七週飼育結果如Table 2，在總攝餌量方面，以4.5%攝餌促進物質添加組最高為249.9 g，最差為不添加組最差為167.8 g，添加3%及4.5%組顯著高於添加1.5%及不添加組($P < 0.05$)，顯示攝餌促進物質顯著促進攝餌量，有效添加量為3%。飼料效率方面，以4.5%攝餌促進物質添加組最高為32.5%，不添加組最差為26.7%，添

加不同劑量攝餌促進物質對飼料效率無顯著影響，但不添加組則效率顯著下降($P < 0.05$)。在增重率方面，以添加4.5%攝餌促進物質組增重率最好為206.3%，顯著高於不添加組($P < 0.05$)。

攝餌促進物質對烏魚稚魚消化酵素活性之影響，於餵飼料後 2.5小時採取消化道，其各組間蛋白酶、澱粉酶、脂肪酶比活性之差異結果如Table 3。

中性蛋白酶比活性(單位表示為增加1 μ M tyrosine/每分鐘/每毫克腸蛋白)以不添加組186最低，顯著低於各添加組($P < 0.05$)。鹼性蛋白酶比活性(單位表示為增加1 μ M tyrosine/每分鐘/每毫克腸蛋白)以 1.5%添加組顯著高於其他各組($P < 0.05$)；不添加組也顯著低於其他各組。對澱粉酶比活性(單位表示為增加mg maltose/每分鐘/每毫克腸蛋

白)而言，以4.5%添加組最佳為3.6，顯著高於未添加組($P < 0.05$)。酸性蛋白酶比活性(單位表示為 ΔA /每分鐘/每毫克腸蛋白)，隨攝餌促進物質添加量之增加而增加，以4.5%添加組達最高為106，但各組無顯著差異($P > 0.05$)。各飼料組間脂肪酶比活性無顯著差異($P > 0.05$)。

Table 2. Growth and feed performance of mullet fed with diets containing different levels of attractant

Level of attractant (%)	Initial body weight (g)	Final body weight (g)	Feed intake (g)	Weight gain (%)	Feed efficiency (%)
0	1.91 \pm 0.03	4.21 \pm 0.07	167.75 \pm 1.85 ^b	120.23 \pm 0.89 ^b	26.74 \pm 0.72 ^b
1.5	1.95 \pm 0.03	5.01 \pm 0.32	189.65 \pm 1.78 ^b	156.65 \pm 16.07 ^{ab}	32.41 \pm 1.08 ^a
3.0	1.96 \pm 0.03	5.43 \pm 0.09	229.91 \pm 5.43 ^a	177.17 \pm 9.21 ^{ab}	29.46 \pm 1.73 ^a
4.5	1.96 \pm 0.06	6.03 \pm 0.77	249.89 \pm 11.05 ^a	206.29 \pm 29.63 ^a	32.51 \pm 5.47 ^a

Means in each column with the different superscript letter are significantly different ($P < 0.05$).

Table 3. Specific digestive enzyme activities in mullet fed diets containing different levels of attractant (%)

Level of attractant (%)	Neutral protease	Alkaline protease	Acidic protease ($\times 10^{-5}$)	Amylase	Lipase
0	186 \pm 17 ^b	74 \pm 8 ^c	96 \pm 11 ^a	3.01 \pm 0.42 ^b	1.75 \pm 0.04 ^a
1.5	253 \pm 31 ^a	111 \pm 12 ^a	94 \pm 14 ^a	3.55 \pm 0.31 ^{ab}	1.89 \pm 0.25 ^a
3.0	240 \pm 31 ^a	94 \pm 4 ^b	104 \pm 17 ^a	3.15 \pm 0.22 ^{ab}	1.80 \pm 0.13 ^a
4.5	250 \pm 30 ^a	94 \pm 4 ^b	106 \pm 11 ^a	3.63 \pm 0.57 ^a	1.83 \pm 0.31 ^a

Means in each column with the different superscript letter are significantly different ($P < 0.05$).

討論

魚粉通常是魚飼料中最主要之蛋白質來源，其所占比例也是最高，由於魚粉價格之增加及供應量漸趨減少，故減少飼料中魚粉比例，改以植物性蛋白質取代應可降低飼料成本。本實驗為求降低飼料成本，嚐試以脫脂黃豆粉來取代部份魚粉再添加不同含量攝餌促進物質，探討攝餌促進物質的添加對成長及消化酵素活性之影

響。經七週試驗結果，飼料效率、總攝餌量及增重率以4.5%攝餌促進物質添加組最佳，在攝餌量增加方面有效添加量在3%以上，在增重率方面，必須添加至4.5%才顯著高於不添加組($P < 0.05$)。本試驗以脫脂黃豆粉取代部份魚粉再添加攝餌促進物質對烏魚稚魚可提高其攝餌量、飼料效率及增重率。飼料添加攝餌促進物質以促進成長已有相關報告，如Takii *et al.* (1984)

以幼鰻為對象，滝井等(1991b)以鯖魚、虎河魴、真鱈等魚為對象，Papatriphon and Soares (2001)以條紋鱸、Fredette *et al.* (2000)以比目魚及 Xue and Cui (2001)以鯉魚為對象，發現飼料中添加攝餌促進物質均可增加增重率、飼料效率及總攝餌量。又，Kumai *et al.* (1989)以虎河魴為對象魚種，經21天飼育結果發現飼料中添加攝餌促進物質會提高虎河魴攝餌量及飼料效率。一般以植物性蛋白取代部份魚粉時，除考慮魚粉取代量外，同時也須考慮其必需胺基酸的添加，El-Saidy and Gabea (2002)研究吳郭魚飼料，發現飼料含55%SBM再添加0.5% L-lysine可完全取代對照組(20% Fish meal 和 30% SBM)中魚粉。Suprayudi *et al.* (2000) 研究 *Osphronemus gouramy* (Lac.) 飼料，L-arginine 添加於部份魚粉取代組(75%SBM 和 25% 魚粉) 與對照組(50%SBM和50%魚粉)比較，結果兩組間成長、飼料效率及總攝餌量均無顯著差異，故L-arginine添加可增加SBM品質。

竹田及滝井(1987)探討鰻魚配合飼料中攝餌促進物質之添加效果，發現飼料之好呈味不僅提高攝餌活性，而且透過神經系統提高其酵素活性進而更有效的增進營養份之消化吸收。Takii *et al.* (1986)認為可能是因荷爾蒙作用間接促進消化液分泌而導致魚體內有效的利用營養素或身體營養物積存所致。Kumai *et al.* (1989)發現虎河魴飼料含攝餌促進物質的飼料組會促進肝胰臟分泌胰蛋白酶；Takii *et al.* (1986)亦發現幼鰻飼料含攝餌促進物質(L-alanine、glycine、L-histidine、

L-proline及UMP)飼料與對照組比較，攝餌促進物質組可促進胃腺分泌胰蛋白酶。本試驗經七週飼育結果，發現添加攝餌促進物質其攝餌率及飼料效率均優於無添加組，且中性、鹼性蛋白酶有添加攝餌促進物質均顯著高於不添加組。這或許因飼料添加攝餌促進物質而間接增加食物之美味，進而促進其食欲增加攝餌率，並促進消化酵素活性之增加。

黃等(2003)探討烏魚稚魚飼料添加1.5%攝餌促進物質已可提高總攝餌量、飼料效率、消化酵素活性，以達到促進成長之目的，本試驗利用黃豆粉取代部份魚粉，添加至4.5%攝餌促進物質才對成長有顯著之效果，這或許是因飼料中脫脂黃豆粉中含量較高，其胺基酸較不平衡且其較不美味，故必須添加較多的攝餌促進物質才可達促進成長之目的。Papatriphonme and Soares (2001)研究條紋鱸實用飼料，比較高魚粉含量飼料組與魚粉取代飼料(植物性蛋白源為主)再添加攝餌促進物質，在成長上以高魚粉組再添加攝餌促進物質最佳，其次為高魚粉組及魚粉取代組再添加攝餌促進物質組，且兩組間無顯著差異，最差為不添加攝餌促進物質的魚粉取代組。對攝餌量而言，魚粉取代飼料組再添加攝餌促進物質組可提高26%攝餌量較高魚粉再添加攝餌量組提高18%高。Xue and Cui (2001)研究鯉魚實用飼料，比較高魚粉組(26%魚粉)與部份魚粉取代組(21%魚粉和6%肉骨粉)，再添加攝餌促進物質後，結果部份魚粉取代組之攝餌量比高魚粉組有顯著提高，本試驗的結果添加至3.0%以上攝餌量才顯著提高。故今後

研究魚蝦類實用飼料時，如欲利用黃豆粉來取代部份魚粉，添加攝餌促進物質除需考慮添加量外也須考慮限制胺基酸的因素，或是可以考慮利用肉骨粉取代部份魚粉再添加攝餌促進物質以減低魚粉的需求，進而減低飼料成本。

參考文獻

- 黃麗月、周麗梅、丁雲源 (2003) 飼料添加攝餌促進物質對烏魚稚於成長及消化酵素活性之影響(I)。海水繁養殖研究，1(1): 21-28。
- 竹田正彥、滝井健二 (1987) ウナギ飼料への攝餌促進物質添加效果。養殖：282: 108-112。
- 滝井健二、竹田正彥、中尾嘉弘 (1984) ウナギ鰻魚の攝餌活動および成長に及ばず飼料への攝餌促進添加の影響。日本水産学会誌，50: 1039-1043。
- 滝井健二 (1991a) 養殖魚の攝餌促進物質とその應用1.攝餌促進物質の意義と同訂方法。養殖，28(5): 120-123。
- 滝井健二 (1991b) 養殖魚の攝餌促進物質とその應用3.配合飼料種苗生産應用.養殖。28(7): 120-123。
- Adelizi, P. D., R. R. Rosati, K. Warner, Y. V. Wu, T. R. Muench, M.R. White and P. B. Brown (1998) Evaluation of fish-meal free diet for rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. Aquacult. Nutr., 4: 255-262.
- Bernfeld, P. (1955) Amylase. In: *Methods in enzymology, Vol. 1* (S. P. Colowick and N. O. Kaplan, eds.), Academic Press, New York, 149-158.
- Bradford, M. M. (1976) A rapid and sensitive method for the quantification of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. Anal. Biochem., 72: 248 -254.
- Booth, M.A., G. L. Allan, J. Frances and S. Parkinson (2001) Replacement of fish meal in diets for Australian silver perch, *Bidyanus bidyanus*. Aquaculture, 196: 67-85.
- Chiou, T. K., T. Matsui and S. Konosu (1989) Proteolytic activities of mullet and Alaska pollack roes and their changes during processing. Nippon Suisan Gakkaishi, 55: 805-809.
- Ei-Saidy, D. M. S. D. and M. M. A. Gaber (2002) Complete replacement of fish meal by soybean meal with dietary L-lysine supplementation for Nile tilapia *Oreochromis niloticus*. J. World Aquacult. Soc., 33: 297-306.
- Fredette, M., J. Batt and J. Castell (2000) Feeding stimulant for juvenile winter flounders. N. Am. J. Aquacult., 62: 157-160.
- Fasakin, E.A., A. M. Balogun and O.A. Fagbenro (2001) Evaluation of sun-dried water fern, *Azolla aricana*, and duckweed, *Spirodela polyrrhiza*, in practical diets for Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, fingerlings. J. Appl. Aquacult. 11: 83-92.
- Johnstone, A. D. F. (1980) The detection of dissolved amino acids by the Atlantic cod, *Gadus morhua*. J. Fish. Biol., 17: 219-230.
- Kanwal, J. S. and J. Caprio (1983) An electrophysiological investigation of

- the oro-pharyngeal (IX-X) taste system in the channel catfish, *Ictalurus punctatus*. *J. Comp. Physiol.*, 150A: 345-357.
- Kumai, H., I. Kimura, M. Nakamura, K. Takii and H. Ishida (1989) Studies on digestive system and assimilation of a flavored diet on ocellate puffer. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 55: 1035-1043.
- Liang, M., Q. Chang and A. Aksnes (2001) Identification of feedings for shrimp. *Mar. Fish. Res.*, 22(4): 71-74.
- Maugle P. D., O. Deshimaru, T. Katayama and K. L. Simpson (1982) Characteristic of amylase and protease of the shrimp *Penaeus japonicus*. *Bull. Jap. Sec. Sci. Fish.*, 48: 1753-1757.
- Monsan P. and D. Combes (1983) Effect of water activity on enzyme action and stability. In: *Enzyme engineering, Vol. 7* (A. I. Laskin, ed.). New York Academy of Science, New York, 48-60.
- Papatryphon, E. and J. Soares (2001) The optimizing the levels of feeding stimulants for use in high-fish meal and plant feedstuff-based diets for striped bass, *Morone saxatilis*. *Aquaculture*, 202: 279-288.
- Refstie, S., T. Storebakken, G. Baeverfjord and A. J. Roem (2001) Long-term protein and lipid growth of Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed diets with partial replacement of fish meal by soy protein products at medium or high lipid level. *Aquaculture*, 193: 91-106.
- Shimeno, S., H. Hosokawa, M. Kumon, T., Masumoto and M. Ukawa (1992) Inclusion of defatted soybean meal in diet for fingerling yellowtail. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 58: 1319-1325.
- Suprayudi, M. A., T. Ykeuchi, I. Mokoginta and A. T. Kartikasari (2000) The effect of additional arginine in the high defatted soybean meal diet on the growth of giant gouramy *Osphronemus gouramy* Lac. *Fish. Sci.*, 66: 807-811.
- Takii K., M. Takeda and Y. Nakao (1984) Effects of supplement of feeding stimulants to formulated feeds on feeding activity and growth of juvenile eel. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 50: 1039 -1043.
- Takii, K., S. Shimeno, M. Takeda and S. Kamekawa (1986) The effect of feeding stimulants in diet on digestive enzyme activities of eel. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 52: 1449-1454.
- Takii K., M. Nakamura, O. Takaoka, S. Furuta and H. Kumai (1992) Some enzyme activities of red sea bream, from larvae just after hatching to juveniles. *Suisanzoshoku*, 40: 291-296.
- Watanabe T., V. Viyakarn, H. Kimura, K. Ogawa, N. Okamoto and N. Iso (1992) Utilization of soybean meal as a protein source in a newly developed soft-dry pellet for yellowtail. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 58: 1761-1773.
- Watanabe, T. and J. Pongmaneerat (1993) Potential of soybean meal as a protein source in extruded pellets for rainbow trout. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 59: 1573-1579.
- Xue, M. and Y. Cui (2001) Effect of several

feeding stimulants on diet preference by juvenile gibel carp (*Carassius auratus gibelio*), fed diets with or without partial replacement of fish meal by meat and bone meal. *Aquaculture*, 198: 281-292.

Yosii, K., N. Kamo, K. Kurihara and Y. Kobatake (1979) Gustatory responses of ell palatine receptors to amino acids and carboxylic acids. *J. Gen. Physiol.*, 74: 301-317.

Effects of feeding attractant on the growth and digestive enzyme activities of mullet (*Mugil cephalus*) fed diets containing high level of defatted soybean meal (II)

Lie-Yueh Hwang, Lie-Mei Joe and Yun-Yuan Ting

Abstract

The objectives of this work were to study the feeding attractant supplementation's effects on mullet (*Mugil cephalus*) growth and digestive enzyme activities, in the light of feeding them fish meal replaced partially by defatted soybean meal (25% of fish meal protein). The diets given to the tested mullets contained four inclusion levels of feeding attractant, separately, 0, 1, 1.5, 3.0 and 4.5%. The mullet reared on the attractant supplement diets for 7 weeks showed enhanced weight gain, total intake and feed efficiency, especially to the 4.5% group. The feed efficiency of the 4.5% group was significantly higher than the group without attractant diets ($P < 0.05$). The one got more improvement on growth than what the other did. And the effective quantity to stimulate feed intake is 3.0%. Also, the enzyme activities of protease, lipase and amylase in the supplemental group were higher than those of the non-supplemental group. The supplemental group, meanwhile, showed significantly higher alkaline protease and neutral protease activities in digestive tract than the group without attractant supplement ($P < 0.05$).

Key words: *Mugil cephalus*, digestive enzyme, feeding attractant, defatted soybean meal, fish meal