

飼料添加攝餌促進物質對七星鱸成長及消化酵素活性之影響

黃麗月* 周麗梅 葉信利

行政院農業委員會水產試驗所海水繁養殖研究中心台西試驗場

摘要

本研究在探討飼料添加攝餌促進物質對七星鱸稚魚成長與消化酵素活性之影響。試驗飼料以魚粉為蛋白源(粗蛋白 49%)，分別添加 1%、2%、3%、4%、5% 五種含量攝餌促進物質，攝餌促進物質由 L-丙胺酸、L-穀胺酸、L-精胺酸和核苷酸以 2:2:2:1 (w/w/w/w) 所構成。經飼育初重 20.4 g 稚魚八週，結果顯示各組在總攝餌量、增重率及飼料效率方面，添加攝餌促進物質組顯著高於未添加組 ($p < 0.05$)。不同比例之添加組間 (1~5% 之間) 的總攝餌量及增重率方面，5% 攝餌促進物質組顯著高於其他添加組 ($p < 0.05$)；在飼料效率方面仍以 5% 攝餌促進物質組最高，除 1% 組外，其餘添加組間無顯著差異。活存率介於 87.2~94.9% 之間，且各組間無顯著差異 ($p > 0.05$)。七星鱸消化道之蛋白酶、脂肪酶、澱粉酶的活性，添加攝餌促進物質組的各組酵素活性顯著高於未添加組。綜合以上結果，七星鱸稚魚飼料中以添加 5% 攝餌促進物質者成長最好。

關鍵字：飼料、攝餌促進物質、七星鱸、消化酵素

前言

魚類的索餌及攝餌行動，除了受餌料產生之物理刺激引起反應外，也會對餌料所溶出成份引起化學反應(田村, 1977)，化學活性物質大都同時具有誘引和促進兩種性質，故此物質稱為攝餌促進物質。飼料的攝餌促進物質其重要性在於可增進魚蝦的嗜口性及提昇整體飼料效率，也被當作減少殘餌的主要方法。然而，攝餌促進物質種類繁多且組成複雜，縱使相同的攝餌促進物質，對不同魚類作用效果亦有所差異。前人研究結果顯示極低濃度的胺基酸、核苷酸及甜菜鹼(Betaine)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)；游離胺基酸及核苷酸對一些魚種具有攝餌促進效果(Carr *et al.*, 1996)，但是有效的攝餌促進物質如胺基酸、核苷酸種類會隨魚種而異，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。因此，魚類可能依據本身自然生態中所熟悉之胺基酸、核苷酸及甜菜鹼組成，而有不同程度之喜好及誘引作用。滝井(1991a)曾指出丙胺酸(alanine)、甘胺酸(glycine)及脯胺酸(proline)等胺基酸混合物對鰻魚及虹鱒具有攝餌促進效果，而核苷酸相關物，特別是肉苷單磷酸(IMP)對鰱魚、真鯰、嘉鱮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魨(*Takifugu pardalis*)具有攝餌促進效果；Papatriphon and Soares(2000)指出丙胺酸、絲胺酸(Serine)、肉苷單磷酸和甜菜鹼等攝餌促進物質混合物添加入飼料中可促進條紋鱸攝餌量及成長。Liou and Chen(2004)研究核苷酸及其相關物質對海鱸仔魚的攝餌促進作用，發現肉苷單磷酸、烏苷單磷酸(GMP)、尿苷單磷酸(UMP)和腺苷二磷酸(ADP)具有很高的攝餌促進活性，且相互間亦具有協同加乘作用。有關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(滝井等, 1984; 竹田與滝井, 1987; Kumail *et al.*, 1989; Kenji, 1991; Fredette *et al.*, 2000; Liang *et al.*, 2001;

*通訊作者 / 雲林縣台西鄉 636 中央路 271 號, TEL: (05) 698-2921; FAX: (05) 698-3158; E-mail: liyuhw@yahoo.com.tw

Papatryphon and Soares, 2001; Hwang *et al.*, 2003a, b; Liou and Chen, 2007; Wang *et al.*, 2008)。至於仔稚魚人工合成飼料添加攝餌促進物質以幫助攝餌、促進消化與代謝機能也有相關報告 (Hofer, 1985; 滝井, 1991b)。魚類的消化能力與消化酶活性密切相關, 酶活性越強表示消化能力越強 (Kumulu and Jones, 1995), 魚類的消化生理活動受到許多內外因素的影響。攝餌促進物質對魚類嗅覺和味覺的刺激經反射傳到中樞神經, 再反射地促使魚類消化液的分泌來促使消化道內的一些消化酶分泌增加及酶活性提高, 以提高食物消化率 (宋, 1993; 閻和邱, 1996)。配合飼料中攝餌促進物質之添加可改變飼料之呈味及提高攝餌活性, 並透過神經系統提高其酵素活性, 進而更有效的增進魚體之消化能力 (竹田與滝井, 1987)。然而, 有關七星鱸添加攝餌促進物質對成長促進及消化酵素活性的研究報告很少, 黃等 (1995) 選取 L-脯胺酸、甘胺酸、L-丙胺酸、甜菜鹼、L-穀胺酸、牛磺酸 (taurine)、L-精胺酸、核苷酸、氯化鈉 (NaCl)、大豆油 (soybean oil)、卵磷脂 (lecitine), 其添加量分別為飼料之 0.5%、0.5%、0.5%、0.5%、0.5%、0.5%、0.5%、0.25%、1%、5%、1% 等 11 種因子, 利用田口式 L12 直交表, 以魚粉為主要蛋白源製成 12 組飼料, 經 14 天投餵飼料測定總攝餌量轉為 S/N 比值, 找出 L-丙胺酸、L-穀胺酸、L-精胺酸、核苷酸等四種物質對七星鱸具有較高的攝餌量。本實驗以這四種攝餌促進物質添加於七星鱸飼料中, 探討不同添加量對七星鱸成長及消化酵素活性之影響。

材料與方法

一、飼料添加攝餌促進物質之影響

本試驗利用 $110 \times 60 \times 60 \text{ cm}^3$ 之 FRP 試驗水槽 18 個, 每個水槽分別注入 18~20 psu 的海水, 並放養 $20.36 \pm 0.23 \text{ g}$ 之七星鱸稚魚 13 尾, 試驗為期八週。飼料配方如 Table 1, 以魚粉為主要蛋白質來源, 粗蛋白質含量控制在 49% 左右, 並分別加入攝餌促進物質為飼料重量之 0%、1%、2%、3%、4%、5% 等六組飼料, 每組三重覆, 試驗結果利用總攝餌量、增重率及飼料效率進行評估。

攝餌促進物質混合物是由 L-丙胺酸、L-穀胺酸、L-精胺酸和核苷酸以 2:2:2:1 (w/w/w/w) 所構成, L-丙胺酸、L-穀胺酸、L-精胺酸購自日本島久, 核苷酸 (nucleotid) 購自日本 Kirin 公司, 其主要組成份為 1:1 (w/w) 之 Disodium 5'-Inosinate (肉苷單磷酸, IMP) 及 Disodium 5'-Guanylate (鳥苷單磷酸, GMP) 混合物。

二、消化酵素活性分析

為瞭解攝餌促進物質對七星鱸稚魚消化酵素活性之影響, 於試驗結束後, 每組隨意取出餵飼後 3 小時 9 尾七星鱸消化道, 用冰冷之生理食鹽水洗淨, 加入 4~5 倍去離子水 (v/W), 利用均質機磨碎。於 4℃ 下經 $10,000 \times g$ 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。

酵素分析之酸性蛋白酶依據 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℃ 反應 20 分鐘, 加入 5% TCA (trichloroacetic acid) 終止反應, 於 4℃ 下離心取上澄液於 OD280 測吸光值, 酵素比活性單位以 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℃ 反應 30 分鐘, 加入 5% TCA 終止反應, 於 4℃ 下離心取上澄液於 OD280 測吸光值, 酵素比活性單位以 $1 \mu\text{M tyrosine}$ / 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 pH9.5 硼酸溶液) 為受質, 於 30℃ 反應 15 分鐘, 加入 10% TCA 終止反應, 於 4℃ 下離心取上澄液於 OD280 測吸光值, 酵素比活性單位以 $1 \mu\text{M tyrosine}$ / 每分鐘 / 上澄液中毫克蛋白質表示。

α -澱粉酶依據 Bernfeld (1955) 方法以澱粉 (溶於 pH 6.7 磷酸緩衝液) 為受質, 25℃ 反應 30 分鐘, 加入 2N NaOH 終止反應, 再加入 DNSA (3,5-dinitrosalicylic acid) 試劑, 熱水浴中煮沸 5 分鐘, 冷卻後以 OD540 測定吸光值, 酵素比活性單位以 mg maltose / 每分鐘 / 上澄液中毫克蛋白質表示。

脂肪酶依據 Monsan and Combs (1983) 以對硝基苯月桂酸 (*p*-nitrophenyl laurate) (溶於醋酸緩

Table 1 Formulation and proximate composition of experimental diet for sea bass

Ingredients (%)	Feeding attractant (%)					
	0	1	2	3	4	5
Fish meal	67	67	67	67	67	67
Wheat flour	23	23	23	23	23	23
Soybean meal	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Fish oil	4	4	4	4	4	4
Lecithin	1	1	1	1	1	1
Vitamin mix ¹	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
Mineral mix ²	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Choline chloride	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
VitaminC	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Sodium chloride	2	2	2	2	2	2
Feeding stimulants (mg/100 g diet)						
L-Alanine	0	285	570	855	1140	1425
L-Glutamic acid	0	285	570	855	1140	1425
L-Arginine	0	285	570	855	1140	1425
Nucleotide	0	145	290	435	580	725
Proximate composition and energy content						
Crude protein	49.2	48.7	48.2	47.8	47.3	46.9
Crude lipid	9.6	9.5	9.4	9.3	9.2	9.1
Nitrogen free extract	21.2	21.0	20.8	20.6	20.4	20.2
Ash	15.9	15.8	15.6	15.5	15.3	15.2
Energy(Kcal/100g)	363.1	359.5	355.9	352.5	349.1	345.8
P/E ratio	133.5	135.5	135.5	135.5	135.5	135.5

¹Vitamine mix: Per Kg contains VitA 2,000,000 IU, Vit D₃ 400,000 IU, Vit E 20,000 IU, Vit K₃ 2000mg, Thiamin mononitrate 2000 mg, Riboflavin 5000 mg, Pyridoxine Base 2000 mg, Vit B₁₂ 10 mg, Pantothenic acid 10,000 mg, Niacin 15,000 mg, Folic acid 500 mg, Ascorbic acid 20,000 mg, Inositol 30,000 gm

²Mineral mix: Per Kg contains NaH₂PO₄·2H₂O 308.05 g; Ferric citrate 14.85 g; -cellulose 682.98 g

³Crude protein, crude lipid, Nitrogen free extract, ash and energy expressed on a dry matter

衝液) 為受質, 37 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。一般成份分析包括水份、粗蛋白、粗脂肪及灰份等, 依照 A.O.A.C. (1984) 的方法進行測定。

三、試驗結果統計分析

成長的結果與酵素活性最後均以 one-way ANOVA 檢測顯著性, 續以 Duncan multiple range

test 比較各試驗組平均値之差異顯著性 ($p < 0.05$)。

結果與討論

本試驗以魚粉為蛋白質來源, 蛋白質含量控制在 49% 左右, 分別添加 0%、1%、2%、3%、4%、5% 攝餌促進物質 (如 Table1)。經八週飼育結果如 Table 2, 在總攝餌量方面, 以 5% 攝餌促進物質添加組最高, 且顯著高於其它各組 ($p < 0.05$), 其次為 4%、3%、2%、1% 添加組, 最差

Table 2 Growth and performance of sea bass fed diets containing different levels of composite feeding stimulants

Composite feeding stimulants (%)	Initial body weight (g)	Final body weight (g)	Total intake (g)	Weight gain (%)	Feed efficiency (%)	Survival rate (%)
0	20.52 ± 0.71	52.68 ± 0.21	375.51 ± 1.51 ^c	156.68 ± 0.19 ^d	111.34 ± 0.04 ^c	87.2 ± 4.4 ^a
1	20.68 ± 0.62	55.36 ± 1.14	403.32 ± 15.0 ^b	167.78 ± 3.40 ^c	111.84 ± 1.03 ^{bc}	94.9 ± 4.4 ^a
2	20.22 ± 0.56	56.52 ± 0.81	398.03 ± 4.21 ^{bc}	179.52 ± 5.33 ^{bc}	121.27 ± 1.69 ^a	89.7 ± 4.4 ^a
3	20.02 ± 0.62	55.05 ± 0.14	384.61 ± 10.1 ^b	174.98 ± 0.07 ^{bc}	118.57 ± 6.02 ^{ab}	92.3 ± 7.7 ^a
4	20.43 ± 0.42	57.17 ± 0.51	395.10 ± 2.91 ^b	179.81 ± 1.87 ^b	120.87 ± 0.61 ^a	94.9 ± 8.9 ^a
5	20.29 ± 0.43	60.53 ± 1.02	427.78 ± 2.83 ^a	198.33 ± 5.15 ^a	122.28 ± 0.29 ^a	94.9 ± 4.4 ^a

*Values in each column having the different superscripts are significantly different ($p < 0.05$)

為不添加攝餌促進物質組且顯著低於各攝餌促進物質添加組。增重率方面，隨攝餌促進物質添加量增加而增加，以 5% 添加組最好且顯著高於其它各組 ($p < 0.05$)，其次為 4%、3%、2% 攝餌促進物質添加組，最差為不添加攝餌促進物質組，顯著低於各攝餌促進物質添加組 ($p < 0.05$)。至於飼育八週的七星鱸稚魚飼料效率，5%、4%、3%、2% 四組沒有顯著差異，並較高於其他各組，最差為不添加攝餌促進物質組，飼料效率顯著低於各攝餌促進物質添加組。活存率以 1%、4% 及 5% 添加組三組較高 94.9%，其次為 3% 及 2% 兩組，最差為不添加組 87.2%，但各組間並無顯著差異 ($p > 0.05$)。

綜合以上結果可知，無論在增重率、總攝餌量、飼料效率方面均是以添加攝餌促進物質組顯著高於不添加攝餌促進物質組，且以 5% 攝餌促進物質添加組效果最好。Takii *et al.* (1984) 在幼鰻飼料中添加四種胺基酸與 5'-尿苷單磷酸混合物作為攝餌促進物質，經八週飼育結果發現添加攝餌促進物質組可提高增重率、飼料效率及總攝餌量，並且可增加魚體蛋白質及脂肪蓄積率。滝井 (1991b) 以青魷、虎河魷、真鱈等魚為對象，在飼料中添加攝餌促進物質可增加增重率、飼料效率及總攝餌量。Fredette *et al.* (2000) 以比目魚、Papatryphon and Soares (2001) 以條紋鱸及 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；Kumai *et al.* (1989) 以虎河魷為對象魚種，經 21 天飼育結果發現飼料中添加攝餌促進物質會提

高魚體攝餌率及飼料效率；Hwang *et al.* (2003a, b) 於烏魚稚魚飼料中添加攝餌促進物質可提高增重率、總攝餌量及飼料效率；Liou and Chen (2007) 以海鱸苗為研究對象，飼料中大豆蛋白含量為 20% 時，添加複合胺基酸攝餌促進物質可得較佳之增重率及飼料轉換效率。以上結果與本試驗由飼料中添加攝餌促進物質以提高七星鱸稚魚的增重率、總攝餌率及飼料效率，進而促進成長的結果相合。在不同添加量組間，以 5% 攝餌促進物質添加量組增重率、飼料效率顯著高於其餘之不同添加量組的結果，故得知七星鱸稚魚實用飼料之攝餌促進物質最適添加量為 5%。

本試驗是以外添加方式加入攝餌促進物質，故再加入 1~5% 攝餌促進物質後，會導致各組飼料組成份會有少許不同如 Table 1，隨攝餌促進物質添加量增加粗蛋白、粗脂肪、無氮抽出物、灰份、及能量含量減少。但其蛋白能量比 (P/E ratio) 維持一定值 133.5。蛋白質含量由 49.2% 減至 46.2%，脂肪由 9.6% 減至 9.1%。魚類對蛋白質的需求會因飼料品質及環境因子而異，且飼料效率與增重率會隨會隨飼料中蛋白質的含量增加而增加，本試驗隨攝餌促進物質添加量增加粗蛋白含量反而減少，但其飼料效率及增重率卻以 5% 添加組最高，顯示其效果是因攝餌促進物質活性提高其攝餌率導致有好的飼育成績。

本試驗為究明添加攝餌促進物質對七星鱸稚魚消化酵素活性之影響，試驗係採餵飼料後 3 小時七星鱸之消化道，分析其蛋白酶、澱粉酶、脂肪酶活性之差異，所得結果如 Table 3。各組中性

Table 3 Specific digestive enzyme activities (units/mg protein) in sea bass fed diets containing different levels of composite feeding stimulants

Composite feeding stimulants (%)	Neutral protease	Alkaline protease	Acid Protease	Amylase	Lipase
0	211 ± 10 ^c	103 ± 41 ^b	0.149 ± 0.023 ^b	0.071 ± 0.023 ^c	0.0172 ± 0.0028 ^c
1	281 ± 67 ^b	113 ± 43 ^b	0.180 ± 0.028 ^a	0.092 ± 0.024 ^{ab}	0.0221 ± 0.0036 ^a
2	265 ± 42 ^b	111 ± 32 ^b	0.172 ± 0.032 ^{ab}	0.107 ± 0.013 ^a	0.0216 ± 0.0012 ^a
3	283 ± 35 ^b	108 ± 17 ^b	0.164 ± 0.036 ^{ab}	0.086 ± 0.016 ^{bc}	0.0186 ± 0.0012 ^{bc}
4	269 ± 23 ^b	123 ± 22 ^b	0.186 ± 0.031 ^a	0.090 ± 0.025 ^{abc}	0.0202 ± 0.0027 ^{ab}
5	328 ± 23 ^a	158 ± 12 ^a	0.191 ± 0.016 ^a	0.089 ± 0.004 ^{abc}	0.0211 ± 0.0019 ^a

*Values in each column having the different superscripts are significantly different ($p < 0.05$)

Table 4 Specific digestive enzyme activities (units/mg protein) in sea bass fed diets containing different levels of composite feeding stimulants

Composite feeding stimulants (%)	Crude protein (%)	Crude fat (%)	Moisture (%)	Ash (%)
0	16.43 ± 0.64 ^a	7.40 ± 0.26 ^b	71.10 ± 1.80 ^a	3.93 ± 0.15 ^b
1	17.30 ± 0.56 ^a	7.57 ± 0.35 ^b	70.23 ± 1.10 ^a	4.00 ± 0.20 ^b
2	16.77 ± 0.35 ^a	7.40 ± 0.44 ^b	70.47 ± 1.80 ^a	3.96 ± 0.11 ^b
3	17.13 ± 0.38 ^a	7.73 ± 0.25 ^b	70.83 ± 1.53 ^a	4.30 ± 0.20 ^{ab}
4	16.63 ± 0.40 ^a	7.43 ± 0.42 ^b	71.10 ± 2.02 ^a	4.50 ± 0.20 ^a
5	16.53 ± 0.32 ^a	8.30 ± 0.32 ^a	69.30 ± 1.67 ^a	4.13 ± 0.25 ^b

*Values in each column having the different superscripts are significantly different ($p < 0.05$)

蛋白酶比活性，以 5% 攝餌促進物質添加組最高為 328，且顯著高於其餘各組，其次為 1~4% 添加組，最差為不添加組僅 211，且顯著小於其餘各組。鹼性蛋白酶比活性，以 5% 攝餌促進物質添加組最高為 158 顯著高於其餘各組 ($P < 0.05$)。酸性蛋白酶比活性，以 1%、4%及 5% 攝餌促進物質添加組顯著高於不添加組 ($P < 0.05$)。對澱粉酶比活性而言，以 2% 攝餌促進物質添加組的 0.107最高，顯著高於不添加組僅 0.071 ($P < 0.05$)。對脂肪酶比活性而言，以 1%、2%及 5% 攝餌促進物質添加組三組較高，且顯著高於最差之不添加組 0.0172。實驗結束時分析七星鱸稚魚體組成份如 Table 4，各組間粗蛋白以 3% 攝餌促進物質添加組最高 17.13%，最差為不

添加組 16.43%，但各組間並無顯著差異；粗脂肪以 5%攝餌促進物質添加組最高 8.3%，且顯著高於其餘各組；灰分以 4% 攝餌促進物質添加組最高 4.5%，顯著高於其餘各組；水分含量介於 69.30~71.10%，各組間無顯著差異。

七星鱸飼料中添加攝餌促進物質其攝餌量及飼料效率均較無添加組好，這或許因飼料添加攝餌促進物質會間接增加食物之美味，進而促進其食慾增加攝餌率，並促進消化酵素活性之增加。竹田及滝井 (1987) 指出攝餌促進物質導致其攝餌量提高是因經神經傳導所致，Takii *et al.* (1986a) 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) 發現虎河鮪飼舍攝餌

促進物質的飼料組會促進肝胰臟分泌胰蛋白酶；Takii *et al.* (1986b) 亦發現幼鰻飼料含攝餌促進物質 (L-丙胺酸、甘胺酸 (glycine)、L-組胺酸 (histidine)、L-脯胺酸及尿苷單磷酸) 飼料與對照組比較，攝餌促進物質組可促進分泌胰蛋白酶。宋 (1993) 在吳郭魚飼料中添加 0.1 ~ 0.2 % 甜菜鹼，吳郭魚攝餌後，其腸道內蛋白酶及澱粉酶的活性顯著上升；閻和邱 (1996) 在尼羅吳郭魚的飼料中添加甜菜鹼，引起魚腸道、肝臟及胰臟中蛋白酶及澱粉酶的活性升高；Hwang *et al.* (2003a, b) 烏魚飼料添加攝餌促進物質 (L-丙胺酸、L-精胺酸、L-離胺酸 (lysine)、甜菜鹼) 可促進消化道內蛋白酶、脂肪酶、澱粉酶活性提高；竹田與滝井 (1987) 報告指出，鰻魚飼料添加攝餌促進物質的飼料，其胃內蛋白酶活性提高 2 倍，血液中游離胺基酸和血糖值降低，說明攝餌促進物質不僅提高攝餌活性，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分之消化吸收。本試驗結果七星鱸消化道內蛋白酶、脂肪酶、澱粉酶活性有添加攝餌促進物質組高於不添加攝餌促進物質組，故攝餌促進物質所呈現美味之化學感覺能刺激促進攝餌量提高，進而誘發七星鱸體內消化酵素活性之提高，致使有很好的飼育成績及效果。

參考文獻

- 田村保 (1977) 魚類生理概論。日本水產學會編，恆生社厚生閣，東京，211-240。
- 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。
- 宋強華 (1993) 飼料增味荊蓆其功效 II: 1. 糧食與飼料工業，1: 23-24。
- 黃麗月，周麗梅，何雲達 (1995) 飼料中添加攝餌促進物質對七星鱸成長的影響。台灣省水產試驗所 84 年度試驗工作報告，614-626。
- 滝井健二 (1991a) 養殖魚の攝餌促進物質とその應用：2. 飼料生物含まれる攝餌促進物質の活性。養殖，28(6): 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。
- 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ぼす飼料への攝餌促進添加の影響。日水誌，150(6): 1039-1043。
- 閻希柱，邱嶺采 (1996) 飼料中添加甜菜鹼時尼羅羅非魚蛋白酶 澱粉酶活性的影響。中國水產科學，4(1): 88-93。
- A.O.A.C (1984) Official Methods of Analysis (16th ed.). Association of Official Analysis Chemists, Sidney Williams.
- Bernfeld, P. (1955) Methods in enzymology. Vol. I: Amylase. Academic Press, New York, U. S. A., 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. *Analy. Biochem.*, 72: 248 -254.
- Carr, W. E. S., J. C. Netherton III, R. A. Gleeson, C. D. Derby (1996) Stimulants of feeding behavior in fish: analyses of tissues of diverse marine organisms. *Biol. Bull.*, 190: 149-160.
- 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(5): 805-809.
- Fredette, M., J. Batt and J. Castell (2000) Feeding stimulant for juvenile winter flounders. *N. Am. J. Aquaculture*, 62(2): 157-160.
- Hofer R. (1985) Effects of artificial diets on the digestive processes of fish larvae. *In Nutrition and Feeding in Fish*, Academic Press, London, 213-216.
- Hwang L. Y., L. M. Joe and Y. Y. Ting (2003a) Effects of dietary attractant supplementation on the growth and digestive enzyme activities in mullet, *Mugil cephalus* (L). *Maricult. Res.*, 1(1): 21-28.
- Hwang L. Y., L. M. Joe and Y. Y. Ting (2003b) 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). *Maricult. Res.*, 1(2): 7-15
- 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 oropharyngeal (IX-X) taste system in the channel catfish, *Ictalurus punctatus*. *J. Comp. Physiol.*, 150: 345-357.
- Kenji, N. (1991) Effects of diet supplemented dimethyl-B-propiothetin on growth and thrust power of goldfish, carp and red sea bream. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 57(4): 673 -679.
- 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(6): 1035-1043.

- Kumulu M. and D. A. Jones (1995) The effect of live and artificial diets on growth, survival, and tripsin activity in larvae of *Penaeus indicus*. *J. Aquacult. Soc.*, 26: 406-415.
- Liang, M., Q. Chang and A. Aksnes (2001) Identification of feedings for shrimp. *Mar. Fish. Res.*, 22(4): 71-74.
- 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.
- Liou, B. S. and T. I. Chen (2007) Effects of amino acids added and soy-protein replacement on the growth of juvenile cobia (*Rachycentron canadum*). *J. Taiwan Fish. Res.*, 15(1): 55-61.
- Maugle, P. D., O. Deshimaru, T. Katayama and K. L. Simpson (1982) Characteristic of amylase and protease of the shrimp *Penaeus japonicus*. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 48(12): 1753-1757.
- Monsan, P. and D. Combes (1983) Enzyme engineering; Effect of water activity on enzyme action and stability. *New York Academy of Science, New York, U. S. A.*, 7: 48-60.
- Papatryphon, E. and J. H. Soares Jr. (2000) Identification of feeding stimulants for striped bass, *Morone saxatilis*. *Aquaculture*, 185: 339-352.
- 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.
- 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 (6): 1039 -1043.
- Takii, K., S. Shimeno, M. Takeda and S. Kamekawa (1986a) The effect of feeding stimulants in diet on digestive enzyme activities of eel. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 52(8): 1449-1454.
- Takii K., S. Shimeno, M. Takeda and S. Kamekawa (1986b) The effect of feeding stimulants in diet on some hepatic enzyme activities of eel. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 52(8): 1069-1043.
- 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(3): 291-296.
- Wang, Y., K. Li, H. Han, Z. X. Zheng and D. P. Bureau (2008) Potential of using a blend of rendered animal protein ingredients to replace fish meal in practical diets for Malabar grouper (*Epinephelus malabricus*). *Aquaculture*, 281: 113-117.
- 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.
- Yoshii, K., N. Kamo, K. Kurihara and Y. Kobatake (1979) Gustatory responses of eel palatine receptors to amino acids and carboxylic acids. *J. Gen. Physiol.*, 74(9): 301-317.

Effects of Dietary Feeding Stimulants Supplementation on the Growth and Digestive Enzyme Activities in Sea Bass (*Lateolabrax japonicus*)

Lie-Yueh Hwang^{*}, Lie-Mei Chou and Shinn-Lih Yeh

Taihsi Station, Mariculture Research Center, Fisheries Research Institute

ABSTRACT

The objectives of this study were to investigate the effects of feeding stimulants as supplements of dietary on the growth and digestive enzyme activities in sea bass, *Lateolabrax japonicus*. Fish meal was used as main protein source in basal diets (49% crude protein). Composite feeding stimulants include L-Alanine, L-Glutamic acid, L-Arginine, Nucleotide (with ratio 2:2:2:1, w/w/w/w). Sea bass fed the stimulants added diets for eight weeks showed significantly higher total feed intake, weight gain and feed efficiency than those that fed without stimulants ($p < 0.05$). Among them, the 5% composite feeding stimulants added group was significantly higher than other groups in the total feed intake and weight gain ($p < 0.05$). The 5% group was higher than the 0% and 1% groups in feed efficiency. The survival rates (87.2 ~ 94.9%) were not significantly affected. The specific activities of protease, lipase and amylase in stimulants added groups were higher than those that fed without stimulants. The results showed that a supplement level of 5% composite feeding stimulants added had the best growth performance and highest digestive enzyme activities.

Key words: dietary, feeding stimulant, sea bass, digestive enzyme

*Correspondence: 271 Chung-Yang Rd., Taihsi, Yunlin 636, Taiwan. TEL: (05) 6982921; FAX: (05) 6983158; E-mail: liyuhw@yahoo.com.tw