

利用黃豆蛋白爲養鰻配合飼料可行性之研究

賴永順·王文政·劉輝男

Studies on the Utilization of Soya Protein for Eel Formula Feed

Yun-Shun LAI, Wen-Cheng WANG and Huei-Nan LIU.

In this experiment, we use the isolated soya protein, defatted soya meal powder, and fish soluble mixed with defatted soya meal powder as the main protein source instead of white fish meal.

According to 7-time experiments, we find the isolated soya protein will be a good protein source for eel culture. The defatted soya powder is also a good material for the lower cost, but it needs special treatment such as descaling or adsorped fish soluble.

The food conversion rate of experiment diets (3.22-3.35) is very near that of standard (2.57). The mortality of standard diet is higher than that of other diets.

The protein effect of experimental diet commonly much lower than that of standard diet, we think the main reasons are the drying temp. (100°C), drying time (6 hrs.), and too large particle (40 mesh). The cost of isolated soya protein is less 10-20% than that of the standard (NT \$ 30/kg).

The cost of defatted soya powder is N. T. \$ 20/kg and that of the fish soluble mixed with defatted soya powder is NT \$ 24/kg.

So, we think we need further research to improve the faults of isolated soya protein or defatted soya powder, and it will be succeed for this purpose.

前 言

養鰻業約於1894年在日本開始，其再經20年左右，才達到集約養殖的規模（亦即企業化），迄今已有80年的歷史。

在臺灣，日據時代雖已開始研究（約1914），不過到二次世界大戰結束，仍然還未到達集約養殖的程度。直到1965年，中國漁業公司根據松井博士的建議在桃園設立養殖場，雖然飼養成績不算很好，但可稱爲較具規模養鰻的開始，其後經省水產試驗所的試驗研究，確認它的經濟價值（1958），才逐漸的發展起來。至今二十年間，在本省已發展到2000公頃的養殖面積，年產鰻魚 2萬公噸，價值約二億美元的規模。產品主要外銷日本，可稱爲發展非常迅速。

鰻魚養殖自1965年開始至1968年，主要均係利用生鮮雜魚飼養，直至1968年筆者⁽¹⁾完成人工配合飼料試驗後，才逐漸普遍應用於養鰻事業上。

如衆所知，人工養鰻配合飼料，約需使用60~70%的白魚粉作爲主要蛋白質的來源，因之每年必須自日本進口三萬噸白魚粉，以應實際的需要。

然而自世界沿岸各國紛紛宣佈 200海浬經濟海域政策以後，日本的白魚粉突見減少，自去年一年只能自日本進口一萬五千噸的白魚粉。由於白魚粉缺乏，一些未經登記的工廠偷偷利用紅魚粉或其他蛋白質原料來代替。筆者深恐養鰻飼料品質降低，可能影響到鰻魚的成長，同時白魚粉缺乏，亦直接

影響到養鰻業的發展，故提出此計劃，以期尋找能取代白魚粉的其他蛋白源。

經一年來的試驗，顯示精離黃豆的飼育效果尚佳，只需若干一步的改進，則有成功的可能性。茲就這一年來的研究成果，提出報告如后。至於紅魚粉飼育鰻魚試驗的結果，另文報告。

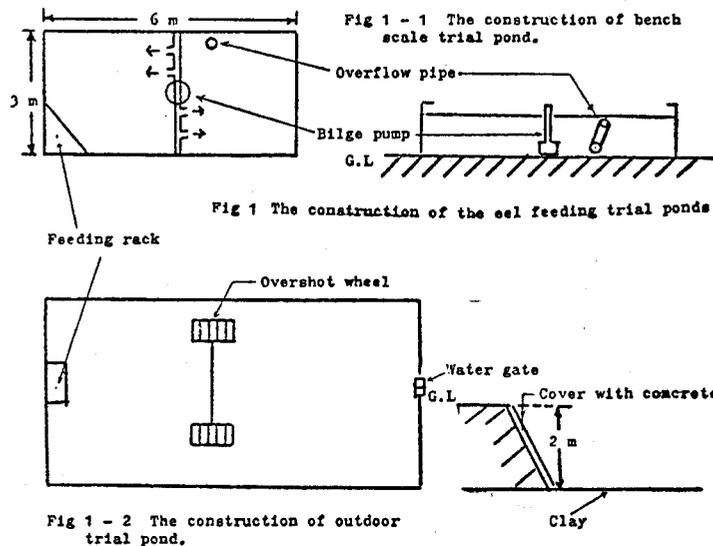
材料與方法

材料：本試驗使用四種飼料作為養鰻試驗飼料，分別為標準飼料（比較用），脫脂黃豆粉*¹，精離黃豆蛋白*²，及魚溶漿混合脫脂黃豆粉。調製配方如表 1 所示。飼料的各個微量成分，自各廠商購得，純度為飼料級。

此四種飼料的一般成分經分析如表 2 所示。

方法：1. 基礎試驗：使用四個試驗池，每口面積約為16.5平方公尺，深度約 1.3米，係磚造水泥池。每池內設有飼料架，入水及排水口，及一深水馬達用來過濾及噴水用。池底加鋪15公分之海砂。其擺設如圖 1—1 所示。飼料架調整在水面交接處，每天投餌量為鰻魚總重的 3%，每月進行中間測定各一次，每三個月清池全部測定。

2. 野外試驗：此試驗利用 600平方公尺的大型魚池進行試驗，結構如圖 1—2 所示，池中以曝氣機代替深水馬達打氣，此方法與基礎試驗略有不同。飼育方法和基礎試驗一樣，野外試驗部份由鹿港分所執行。



試驗結果

基礎試驗自 4 月至 11 月實施，鰻魚分別在 6 月、9 月、11 月清池測定。結果如表 3、表 4、表 5 所示。鰻魚之體長、體重，亦分別測定如圖 2 及圖 7 所示（限基本試驗部份）。

野外試驗亦自 4 月至 12 月實施，試驗結果如表 6、表 7、表 8 所示。

根據此等結果可知：

基礎試驗的餌料係數依標準飼料、精離黃豆蛋白、脫脂黃豆粉、魚溶漿混合脫脂黃豆粉分別為 3.4—4.07, 3.64—7.81, 3.85—7.73, 3.73—8.35。死亡率分別為 5.10—14.53, 2.19—6.09,

*1：脫脂黃豆粉為沙拉油工廠的副產品，在調裝飼料前先粉碎至 40 目 (40 mesh) 粒度。

*2：精離黃豆的抽取過程為浸鹼液（氫氧化鈉 1%）—過濾—以鹽酸中和（pH 4.5）—沉澱—水洗（pH 7）—壓乾—乾燥—粉碎—成品。製成率約 30—40%。

Table 1. The composition of the artificial diet for eel.

Kind of diet Composition (%)	Standard (Control)	Isolated soya- bean protein	Defatted soya meal	Fish soluble mixed with Defatted soya meal powder
Whit fish meal	70			
Yeast powder	2	10	10	5
α -Starch	22	20	5	22
Defatted linen seed meal	5	5	10	16
Salt	0.5			
Vitamin mix	0.5	0.5	0.5	0.5
Flavoring	0.12	0.06	0.06	0.06
Isolated soyabean protein		55.0		
Defatted peanut meal		10.0	25.0	8.5
Na-Glutamate		0.05	0.05	0.05
Glycine		0.05	0.05	0.05
Defatted soyabean meal			50.0	3.5
Bromelein			0.05	
Fish soluble				25.0
Fish soluble powder				20.0

Table 2. The common component and cost of artificial diet.

Kind of diet	Standard (Control)	Isolated soya- bean protein	Defatted soya meal powder	Fish soluble mixed with Defatted soya meal powder
Common component (%)				
Moisture	6.19	8.18	9.6	5.41
Crude ash	15.57	5.3	7.99	5.48
Fat	9.03	5.68	6.31	9.93
Protein	46.93	53.81	51.56	42.32
Cost (N.T.\$)	30	27	20	24

Table 3. The results of harvest of eel (fundamental trial) Apr-Jun.

Results	Kind of diet	Standard (Control)	Isoalted soya-bean protein	Defatted soya meal powder	Fish soluble mixed with Defatted soya meal powder
Initial quantity (g/tails)		2,135/249	2,220/249	2,210/250	2,020/250
Finishing quantity (g/tails)		4,435/220	4,245/219	3,403/188	3,240/192
Weight increased (g)		2300	2025	1193	1220
Diet used (g)		9,950	9,700	9,000	9,000
Mean body weight (g)		23.14	21.21	19.72	19.30
Food conversion rate		3.40	3.64	3.85	3.73
Mortality* (%)		10.84	12.05	24.80	23.20
Protein efficiency ratio		0.63	0.51	0.5	0.64

*The death of eel almost result from accident of bilge-pump, not by the disease.

So this figure only for reference.

Table 4. The results of harvest of eel (fundamental trial) July-Sep.

Kind of diet	Standard (Control)	Isolated soya- bean protein	Defatted soya meal powder	Fish soluble mixed with defatted soya meal powder
Results				
Initial quantity (g/tails)	3,610/157	3,860/183	2,510/130	2,642/134
Finishing quantity (g/tails)	6,259.6/149	6,972.3/179	5,242.9/120	3,489.4/112
Weight increased (g)	2649.6	3112.3	2732.9	847.4
Diet used (g)	10,800	12,100	12,100	7,000
Mean body weight (g)	39.87	38.10	40.33	26.04
Food conversion rate	4.07	3.88	4.42	8.27
Mortality (%)	5.10	2.19	7.69	16.42
Protein efficiency ratio	0.52	0.48	0.44	0.29

Table 5. The results of harvest of eel (fundamental trial) Oct.-Nov.

Kind of diet	Standart (Control)	Isolated soya-bean protein	Defatted soya meal powder	Fish soluble mixed with defatted soya meal powder
Initial quantity (g/tails)	3,005/179	3,805/115	5,680/176	4,060/141
Finishing quantity (g/tails)	2,971.4/153	4,381.5/108	7,025.9/176	4,994.2/130
Weight increased (g)	-33.6	576.5	1344.9	934.2
Diet used (g)	---	4,500	10,400	7,800
Mean body weight (g)	16.6	38.10	39.92	35.42
Food conversion rate (corrected value)	---	7.81	7.73	8.35
Mortality (%)	14.53	6.09	0	7.8
Protein efficiency ratio	---	0.24	0.25	0.29

Note: At this trial, the standard pond occurred overgrowth of mosquito larva, it cause the eel are off their feed long times, even though we change the bottom sand and water.

Table 6. The results of harvest of eel (outdoor ponds) Apr.-Jun.

Kind of diet	Standard (Control)	Isolated soya-bean protein	Defatted soya meal powder	Fish soluble mixd with defatted soya meal powder
Results				
Initial quantity (kg/tails)	26.7/2778	26.7/2778	26.7/2778	26.7/2778
Finishing quantity (kg/tails)	61.5/2112	53.29/2263	54.3/2464	43.3/2215
Weight increased (kg)	25.03	17.12	17.83	9.07
Diet used (kg)	26.7	27.2	26.7	12.7
Mean body weight (g)	29.11	23.59	22	19.55
Food conversion rate	2.63	3.85	3.7	3.60
Mortality (%)	23.98	18.54	11.40	20.27
Protein efficiency ratio	0.81	0.48	0.52	0.65

Table 7. The results of harvest of eel (outdoor ponds) 17. July - 29. Aug.

Results	Kind of diet			
	Standard (Control)	Isolated soya-bean protein	Defatted soya meal powder	Fish soluble mixd with defatted soya meal powder
Initial quantity (kg/tails)	61.5/2112	53.3/2263	54.3/2464	43.3/2215
Finishing quantity (kg/tails)	83.0/2105	66.4/2017	55.2/1963	44.6/1917
Weight increased (kg)	21.5	13.1	0.9	1.3
Diet used (kg)	54	54	47	27
Mean body weight (g)	39.43	32.92	28.13	23.25
Food conversion rate	2.51	2.70	3.49	3.56
Mortality (%)	0.3	10.9	20.3	13.5
Protein efficiency ratio	0.85	0.68	0.55	0.67

Table 8. The results of harvest of eel (outdoor ponds)

Kind of diet	Standard (Control)	Isolated soyabean protein	Defatted soya powder	Fish soluble mixed with defatted soya powder
Initial quantity (kg/tail)	68.5/1723	56.6/1723	48.5/1723	39.4/1723
Final quantity (kg/tail)	159.8/1663	99.6/1680	81.5/1429	87.6/1550
Weight increased (kg)	91.3	43.0	33.0	48.2
Diet used (kg)	246.1	144.7	155.3	168.0
Mean body weight (g)	96.1	58.8	57.0	59.7
Food conversion rate	2.58	3.22	3.41	3.03
Mortality (%)	3.48	2.50	17.1	10.0
Protein efficiency ratio	0.83	0.57	0.56	0.79

Table 9. The food conversion rate of eel fed with white fish meal, isolated soyabean protein, defatted soya meal, fish soluble mixed with defatted soya meal (Fundamental trial).

Food conversion rate % Duration	White fish meal (control)	Isolated soya bean protein	Defatted soya meal	Fish soluble mixed q with defatted soya meal.
Apr-Jun	3.4(0.63)	3.64(0.51)	3.85(0.5)	3.73(0.64)
July-Sep	4.07(0.52)	3.88(0.48)	4.42(0.44)	8.27(0.29)
Oct-Nov	—	7.81(0.24)	7.73(0.25)	8.35(0.29)
Mean value	3.74(0.57)	5.11(0.36)	5.33(0.36)	6.78(0.35)

() shows the protein efficiency ratio.

Table 10. The survival rate and mortality of eel fed with white fish meal, isolated soyabean protein, defatted soya meal, and fish soluble mixed with defatted soya meal.(Fundamental trial)

Food	White fish meal (control)	Isolated soyabean protein	Defatted soya meal	Fish soluble mixed with defatted soya meal
Survival rate (Mortality)%				
Duration				
Apr-Jun	89.16(10.84)	87.95(12.05)	75.20(24.80)	76.80(23.20)
July-Sep	94.90(5.10)	97.81(2.19)	92.31(7.69)	83.58(16.42)
Oct-Nov	85.47(14.53)	93.91(6.09)	100 (0)	92.2(7.8)
Mean value	89.84(10.16)	93.22(6.78)	83.75(16.25)	84.20(15. 8)

Table 11. The food conversion rate of eel fed with white fish meal, isolated soyabean protein, defatted soya meal, fish soluble mixed with defatted soya meal (Outdoor trial)

Food conversion rate % Duration	white fish meal (control)	salated soyabean protein	Defatted soya meal	Fish soluble mixed with defatted soya meal
Apr.21-Jul.14	2.63(0.81)	3.85(0.48)	3.70(0.52)	3.60(0.65)
Jul.18-Aug.28	2.51(0.85)	2.70(0.68)	3.49(0.55)	3.56(0.67)
Sep.1-Nov.15	2.58(0.83)	3.22(0.57)	3.41(0.56)	3.03(0.79)
Nov.19-Dec.28	2.55(0.83)	3.10(0.60)	3.39(0.57)	3.20(0.75)
Mean value	2.57(0.83)	3.22(0.58)	3.50(0.55)	3.35(0.72)

() shows the protein efficiency ratio.

Table 12. The survival rate and mortality of eel fed with white fish meal, isolated soyabean protein, defatted soya meal and fish soluble mixed with befatted soya meal. (Outdoor trial)

Food Survival rate (Mortality) % Duration	White fish meal (control)	Isolated soyabean protein	Defatted soya meal	Fish soluble mixed with defatted soya meal
Apr. 21-Jul. 14	76.02(23.98)	81.46(18.54)	88.60(11.40)	79.73(20.27)
Jul. 18-Aug. 28	99.70(0.30)	89.10(10.90)	79.70(20.30)	86.50(13.50)
Sep. 1-Nov. 15	96.52(3.48)	97.50(2.50)	82.94(17.60)	89.96(10.04)
Nov. 19-Dec. 28	93.51(6.49)	89.76(10.24)	83.76(16.24)	87.81(12.19)
Mean Value	68.41(31.59)	63.52(36.48)	49.06(50.94)	54.48(45.52)
	92.44(8.56)	94.38(6.62)	87.27(12.73)	88.62(11.38)

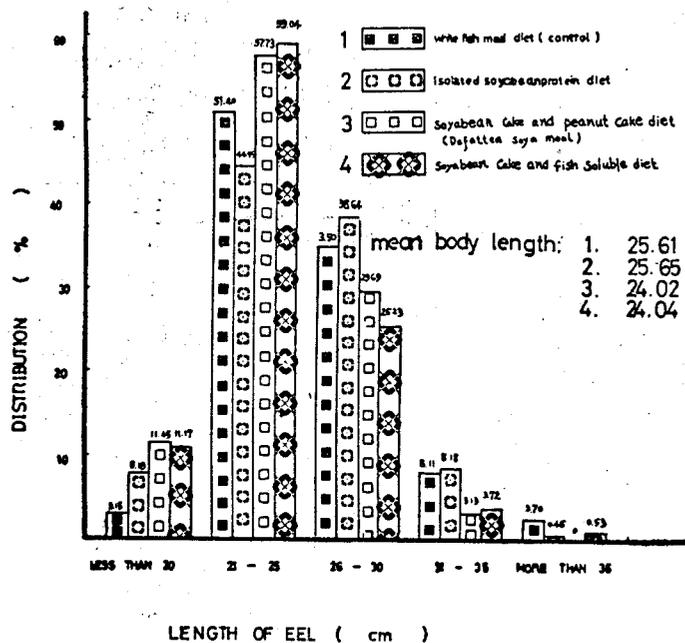


Fig 2 The distribution of body length of eel

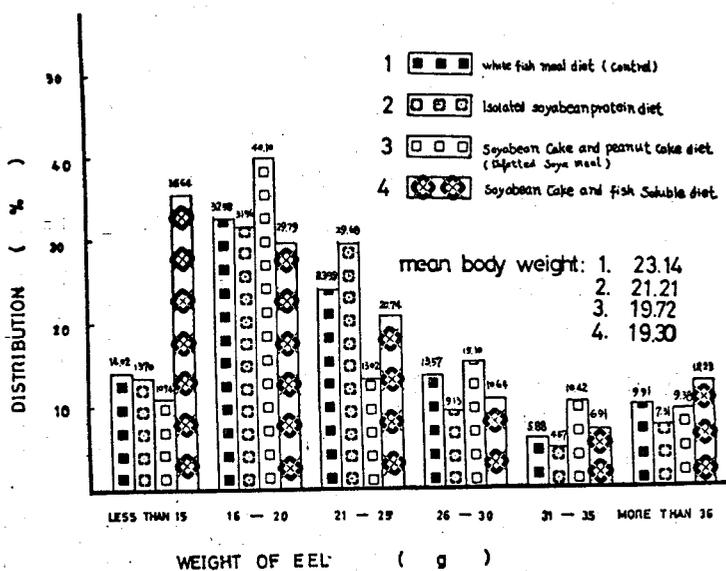


Fig 3 The distribution of body weight of eel

0—7.69, 7.80—23.20. 蛋白效果分別為0.52—0.53, 0.24—0.51, 0.25—0.50, 0.29—0.64.
 野外試驗的餌料係數分別為2.51—2.53, 2.70—3.85, 3.39—3.70, 3.03—3.60. 死亡率分別為
 0.30—23.98, 2.50—18.54, 11.40—20.3, 10.0—20.27. 蛋白效果分別為0.81—0.85, 0.48—
 0.68, 0.52—0.57, 0.65—0.79.

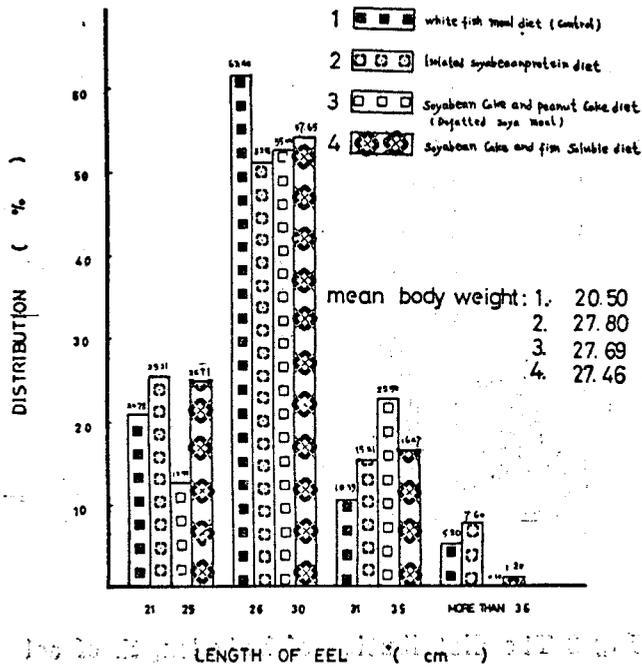


Fig 4 The distribution of body length of eel

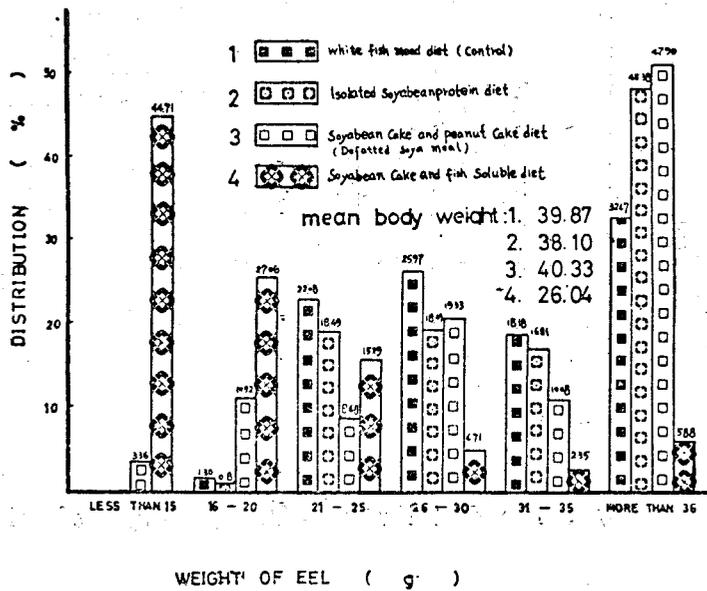


Fig 5 The distribution of body weight of eel

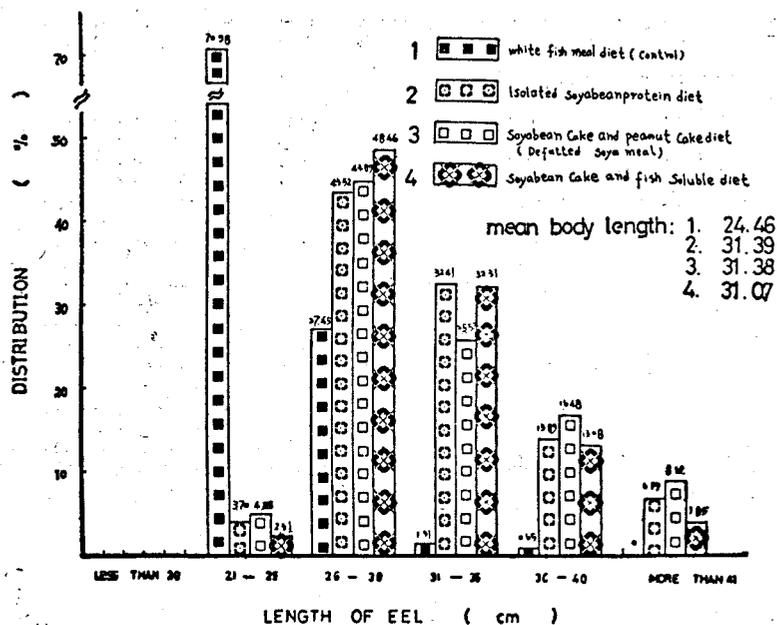


Fig 6 The distribution of body length of eel

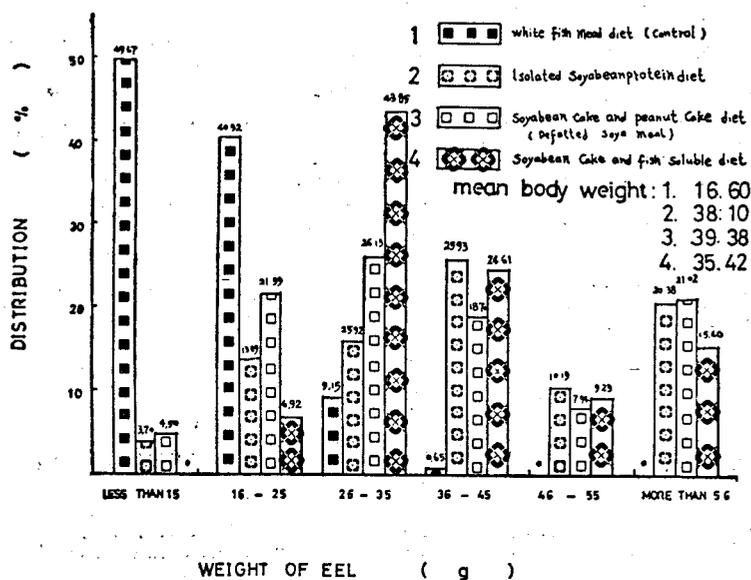


Fig 7 The distribution of body weight of eel

討 論

根據此 7 次的試驗結果，可以知道精離黃豆蛋白的效果相當佳，脫脂黃豆粉因價格便宜如經適當的脫皮處理同時添加些動物性蛋白質，亦不失為一良好的蛋白源。

試驗飼料的餌料係數分別為 (3.22—3.55)，和標準飼料 2.57 相差不大，不過全部之投餌量，不分季節均為 3%，以致餌料係數偏高。如在冬季投餌量降低，則實際的值應較理想，此點在筆者及山崎氏的研究報告 (1—5)，明顯的表示在冬季約高於平常 30—100%，因之冬季似應將投餌量降回 2% 左右。(表 9, 11)

死亡率標準飼料較高，此結果顯示黃豆粉飼料之成本就鰻苗的成本觀之，可以降低甚多。鰻苗的成本通常都很高，每尾約 7—8 元。（表 10，12）

蛋白效果各試驗飼料均較標準飼料為低，此原因我們認為與飼料的粒度有關。根據我們的試驗 40 目的精離黃豆蛋白消化率約為 92%，而 60 目的消化率則高達 98%，此外乾燥溫度過高，亦可能有所影響，目前精離黃豆蛋白乾燥溫度為 100°C，時間約 6 小時，因此頗有變性過大之嫌。

飼料成本（表 2）標準飼料約每公斤 30 元，精離黃豆蛋白約低 10%，脫脂黃豆粉為每公斤約 20 元，魚溶漿混合黃豆粉每公斤約 24 元。精離黃豆蛋白係由本分所試驗工廠自行製造，如以實際生產工廠製造成本將較低。精離黃豆蛋白抽取過程，其殘渣約 30%（乾物量），蛋白含量約 33.31%，此殘渣經試養吳郭魚效果尚不差，如予折價計算，則精離黃豆蛋白飼料成本較標準飼料將低約 20% 左右。

各區飼料區之平均體重分佈（圖 3、5、7）以超過平均體重（包括平均體重）的比率論之分別為 41.38，48.95，45.46，37.57。顯示精離黃豆蛋白及脫脂黃豆的成長率較標準飼料均勻。

由上試驗得知，如進一步的試驗研究，改進黃豆蛋白或脫脂黃豆粉的缺點，此等蛋白源應用於養鰻飼料的可行性相當樂觀。

摘 要

本試驗主要在研究以精離黃豆蛋白，脫脂黃豆粉，及魚溶漿混合脫脂黃豆粉作為取代白魚粉作為人工養鰻配合飼料之主要蛋白來源之可行性。經 7 次的試驗結果顯示，精離黃豆蛋白有相當好的成績，脫脂黃豆粉因價格便宜，亦不失為一良好的蛋白源。

各個餌料係數約為 3.22—3.35，與白魚粉之標準飼料 2.57 相差不大，但標準飼料之死亡率却普遍的高於其他飼料。

精離黃豆蛋白的飼料比標準（飼料每公斤新台幣 30 元）低約百分之十至二十。脫脂黃豆粉成本每公斤約 20 元，魚溶漿混合脫脂黃豆粉之成本每公斤約 24 元。

深信如能進一步研究精離黃豆蛋白和脫脂黃豆粉的缺點並予以改進，則此等蛋白源作為養鰻人工配合飼料之可行性相當樂觀。

由蛋白質效果論之試驗區飼料較標準區低得很多，究其原因該係粒度較粗及乾燥時加熱溫度、時間不適，加深蛋白質變性所致。

參 考 文 獻

1. 賴永順·蘇英堯：養鰻人工配合飼料試驗，台灣省水產試驗所試驗報告，14 期，151—154，1968。
2. 賴永順·蘇英堯：養鰻人工配合飼料試驗，台灣省水產試驗所試驗報告，14 期，147—150，1968。
3. 賴永順·蘇英堯：養鰻人工配合飼料試驗，中國水產，182 期，2—4。
4. 賴永順·蘇英堯：養鰻人工配合飼料試驗，中國水產，188 期，18—21。
5. 山崎浩：養魚餌料，水產增值臨時號 6，1966。
6. 余廷基·周榮權：黃豆蛋白源為主體之鰻魚人工配合飼料試驗（尚未發表）。