

藍綠藻(*Spirulina platensis*)做爲吳郭魚飼料蛋白源之研究

楊 洸 洋

Studies on *Spirulina platensis* as a Protein Source in Diets for *Tilapia aurea*

Guang-Yang Yang

Spirulina cultured with fermented hog manure was investigated by feeding experiment with *Tilapia aurea*. The diets containing various levels of *Spirulina* were fed to fish for 6 weeks. The results indicated that the more the content of *Spirulina*, the poorer the growth rate of fish. The digestibility of protein in *Spirulina* was as high as 82.0%, but the control was 92.1%. It was suggested that *Spirulina* cannot take the role of white fish meal as a major protein source in diets for *Tilapia*.

前 言

藍綠藻(螺旋藻)爲一種蛋白質含量高且營養價值好之微細藻類,其藻體較綠藻約大100倍,容易採收,又沒有像綠藻那樣難消化之問題存在¹⁾。據報告^{2),3)}指出,以藍綠藻之生鮮藻體做爲種苗生產用魚、蝦幼苗之餌料有良好之效果。把藍綠藻添加在畜產飼料中飼養雞、豬等家禽、家畜已有許多報告^{4,5)}顯示藍綠藻有限好的飼料效果。在日本,有將藍綠藻添加在觀賞魚飼料中,取其有增色之效果。而實際將藍綠藻用做水產飼料之主要蛋白源以飼養魚類之報告則付諸闕如。藍綠藻雖然含有很高之蛋白質,但是否能做爲水產飼料之主要蛋白源以取代日趨減產之白魚粉仍屬疑問。本試驗將以吳郭魚(*Tilapia aurea*)爲主要對象,以究明藍綠藻做爲吳郭魚飼料主要蛋白源之可行性。

材料及方法

1 供試魚：

本試驗所使用之吳郭魚(*Tilapia aurea*)係臺南分所自行繁殖之魚苗。孵化後餵以藍綠藻生鮮藻體至體重2.60g左右,再以自配之人工配合飼料做爲期二週之預備飼育,選別體型正常、健康之魚苗供試驗用。

2 飼育方法：

將平均體重約3.6g之稚魚分爲6區,每區20尾。試驗所用水槽係容積30ℓ PVC灰色塑膠水槽。飼育前先洗淨經日光消毒再以5ppm甲基藍消毒一天,而後注入經活性炭除去殘留氯之自來水,並加打氣以止水式法飼育。每天換水,飼育6週,每週投餌六天,每天投餌四次,投餌率約爲體重之3~5%。飼育期間之水溫爲25-28°C,每隔二週測定體重一次,測定之前一天絕食。

3 試驗飼料：

本試驗所使用之飼料組成如表1所示。爲了對照起見,以吳郭魚成長良好之北洋白魚粉做爲主要蛋白源,再將藍綠藻以不同比例添加在飼料中。藍綠藻(*Spirulina platensis*)係本分所以豬糞醱液做營養源在屋外培養池培育,經採收、脫水再以普通之恆溫加熱器(oven)乾燥後經研磨器研成粉末供試驗用。飼料之製做係將表1所示之各種成分秤量放入乳鉢充分混合均勻後再加水使成粘狀,以挽肉機擠壓成條狀,切成適合魚口徑大小長度,再以熱風乾燥機在55°C乾燥1小時後置於零下20°C之冷凍冰箱中保存,每天秤取一定量投飼。

4 分析方法：

(1)一般成分分析：飼料之一般成分係以常法測定，即水分是以恒量瓶，經110°C之乾燥器乾燥，求其恒量。粗脂肪係用Soxhlef法⁷⁾以乙醚經10小時抽出。粗蛋白係以 Kjeldahl法⁷⁾，粗灰分係以電氣灰化爐以600°C經6~8小時之灰化而求得⁷⁾。

(2)Cr₂O₃之定量：飼料及糞中之指標物質Cr₂O₃之定量係以古川等⁸⁾方法，即試料以硝酸一過氯酸的濕式分解後，再以蒸餾水定量，然後以分光光度計測定波長350m μ 之吸光度，而求得Cr₂O₃之量。

(3)採糞方法：即以添加0.5% Cr₂O₃之飼料投飼，自第4天開始採糞，糞的採取是依據荻野⁹⁾等的方法，以流水式行之，在夜間採糞，採取的糞用遠心分離機分離後，將糞收集放入零下20°C之冷凍冰箱中，大約收集一週左右，以乾燥器將糞乾燥後，再以乳鉢粉碎供試驗用。

Table 1 Composition of experimental diets

Ingredient	Diet no.					
	1	2	3	4	5	6
White fish meal	45%	40%	35%	30%	22.5%	0%
<i>Spirulina</i>	0%	5%	10%	15%	22.5%	45%
Dextrin	22%	22%	22%	22%	22%	22%
α -starch	20%	20%	20%	20%	20%	20%
Cellulose	4%	4%	4%	4%	4%	4%
Oil *	5%	5%	5%	5%	5%	5%
Mineral mixture**	2%	2%	2%	2%	2%	2%
Vitamin mixture***	2%	2%	2%	2%	2%	2%

* Oil contains Soybean:Feed oil=3:2

** Salt mixture USP XII no.2 plus trace elements.

***.Vitamin mixture was divided into two groups:

Vitamin premix 1.2% (see table-2) and Choline chloride 0.8%

Table 2 Composition of vitamin mixture

Ingredient	mg/100g diet	Ingredient	mg/100g diet
Vit B ₁ (HCl)	6	Inositol	200
B ₂	10	Biotin	0.6
B ₆ (HCl)	4	Folic acid	1.5
B ₁₂	0.01	PABA	5
C	500	Vit K ₃	5
Niacin	40	Vit A	4000 IU
Ca-Panto thenate	10	Vit D ₃	4000 IU

結果與討論

以不同含量之藍綠藻飼料飼養吳郭魚，經六週之飼育，其結果如表3、圖1、圖2及圖3所示。魚體之成長以No.1 不含藍綠藻區為最好，而以No.6藍綠藻含量為45%區者為最差。飼料效率也顯示同樣之傾向，即No.1區0.96為最佳，No.2~No.5 區之值均為0.90，而No.6區最差只有0.65。因此，對吳郭魚而言，以白魚粉為主要蛋白源之飼料中，藍綠藻之添加量愈多魚的成長愈差。圖2可以很明顯地看出這種傾向，亦即魚的增重率與飼料中藍綠藻之添加量成反比率之關係。

Table 3 Results of a 6-week feeding experiment in *Tilapia aurea* with diets containing different levels of *Spirulina*.

Diet no.	No. of fish	Average body weight (g)				weight gain (%)	Mortality (%)	Feed efficiency
		initial	2	4	6week			
1	20	3.52	6.39	10.66	16.64	373	0	0.96
2	20	3.57	6.32	10.20	15.55	336	0	0.90
3	20	3.56	6.10	9.41	14.00	293	0	0.90
4	20	3.55	6.02	9.32	12.96	265	0	0.90
5	20	3.57	5.73	9.08	12.88	260	0	0.90
6	20	3.58	5.05	7.30	9.63	169	0	0.65

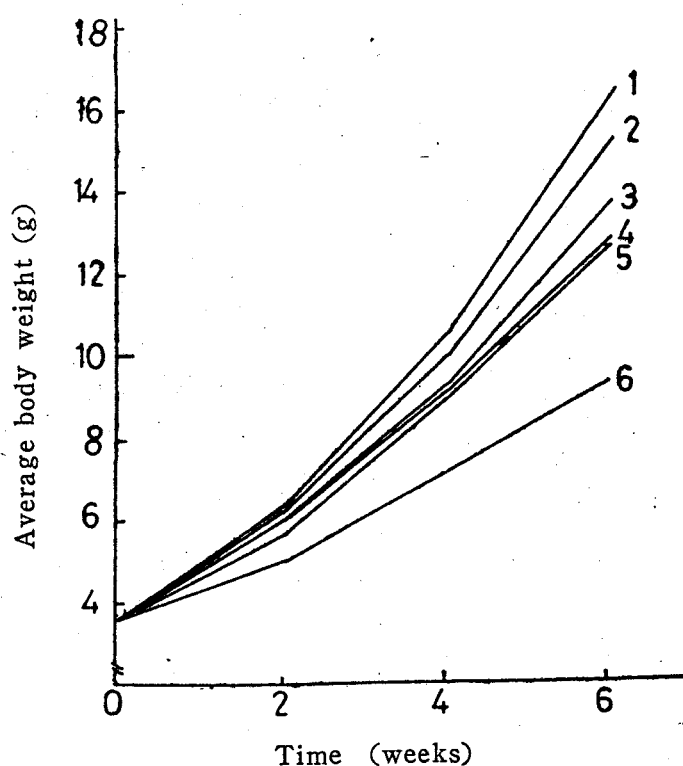


Fig. 1 Growth curves of *Tilapia aurea* fed diets containing various levels of *Spirulina*.

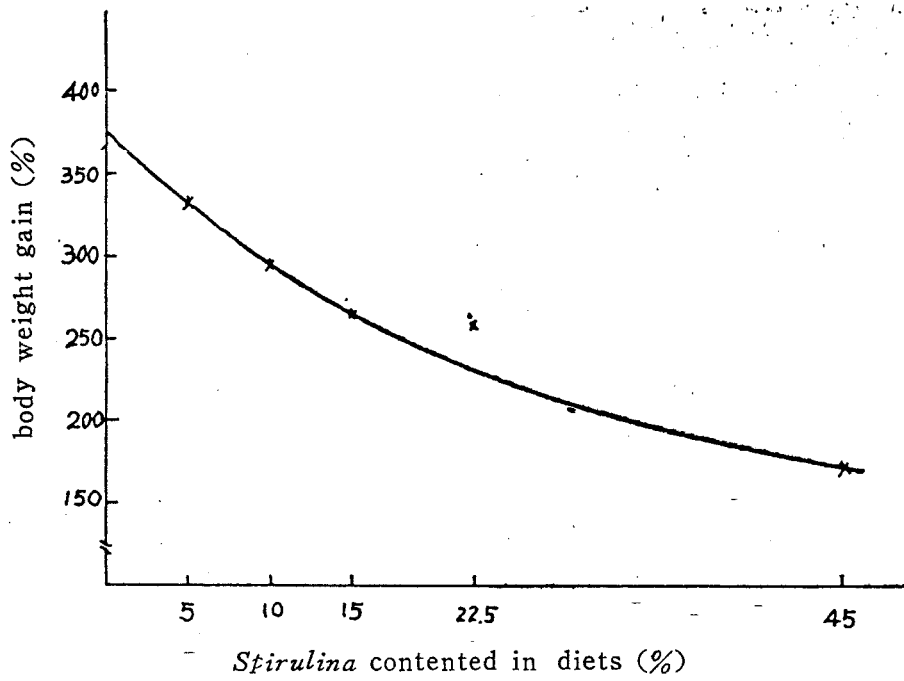


Fig. 2 Effects of dietary levels of *Spirulina* on growth of *Tilapia aurea*.

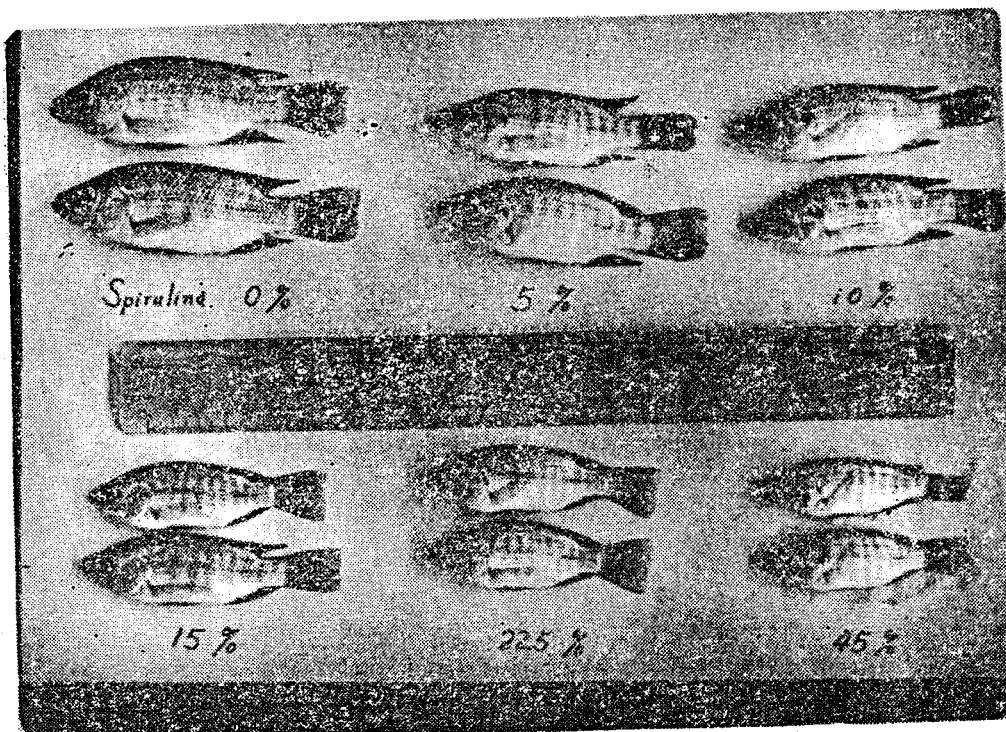


Fig. 3 Photograph showing the tilapia fed a diet containing *Spirulina* 0%, 5%, 10%, 15%, 22.5% and 45% for 6 weeks.

吳郭魚對飼料中蛋白質之消化率，經間接法之採糞分析測得，結果如表 4 所示，飼料中之蛋白源完全為白魚粉時（魚粉區），其蛋白質之消化率為 92.1%，飼料中之蛋白源為藍綠藻時（藍綠藻區）為 82.0%，較白魚粉為低。藍綠藻之蛋白質消化率雖較白魚粉為低，但此值與山口¹⁰⁾對老鼠所測得之值大約相等，可見藍綠藻較綠藻易為魚類與其他陸上動物所消化。根據湯譯¹¹⁾之文獻指出藍綠藻經吳郭魚攝食後，魚糞之顏色每天規律的由綠轉褐色，顯示胃酸之分泌及消化作用為正常。本試驗所使用含有藍綠藻之飼料其顏色由淺綠至深藍綠，經餵飼吳郭魚後魚糞之顏色則由淺褐色至深褐色，亦即藍綠藻之添加量愈多，糞之褐色愈濃，由此點可顯示藍綠藻經吳郭魚攝食後有被消化。

Table 4 Digestibility of protein in *Tilapia aurea*.

Diet no.	Protein source	Digestibility of protein
1	45% Fish meal	92.1%
6	45% <i>Spirulina</i>	82.0%

本試驗所使用飼料，其一般成分分析值如表 5 所示。由此表可知飼料中藍綠藻之添加量愈多，粗蛋白及粗灰分之含量有減低之傾向，粗脂肪含量僅 No. 6 較低，而 No. 1~5 大約在 8.3~8.4 左右。蛋白質、無機鹽類（粗灰分）及脂肪係魚體成長所不可或可缺之營養素。本試驗之結果以 No. 6 之成長最差，飼料效率亦較低，可能是由於此飼料中粗蛋白質及粗灰分較他區為低之故。另外，本試驗所使用之藍綠藻粉末係以普通之 oven 乾燥，再經粉碎而成，是否因藍綠藻之乾燥方法不同而有影響，有待進一步之實驗查證。

Table 5 General composition of experimental diets

	Diet no.					
	1	2	3	4	5	6
Moisture	8.62%	8.78%	8.75%	8.60%	8.70%	8.58%
Crude protein	30.78%	30.48%	30.25%	29.89%	28.81%	27.24%
Crude ash	8.78%	8.37%	8.01%	7.56%	7.19%	5.21%
Crude lipid	8.28%	8.30%	8.32%	8.45%	8.42%	7.36%

雖然藍綠藻含有可與白魚粉相匹敵之大量蛋白質，但是到目前為止，以水產飼料言還找不出有一種東西可以完全取代白魚粉者。由本試驗之結果顯示，欲以藍綠藻之蛋白質做為養魚飼料主要蛋白源完全取代白魚粉似乎不太可行，但做部份之添加却是可行。藍綠藻目前已被用來添加在觀賞魚飼料中，係因其含有多量之 β -Carotene，可以有增色效果，且其添加量亦僅為 10%¹⁰⁾ 左右。在研究以藍綠藻做為養魚飼料主要蛋白源，不應該光考慮藍綠藻含有多量之蛋白質，像無機鹽類之含量及脂肪之含量亦須一併考慮；同時，其生產成本是否能降低，大量培養技術能否確立以及其安全性之問題亦應統統考慮。藍綠藻是一種營養價值高之優良蛋白質，若能對其他營養及魚類生理上之問題加以研究，則其前途是指日可待的。

摘 要

(1) 以稍糞醱廢液培養之藍綠藻做為主要蛋白源，配以白魚粉及其他營養素在飼料中添加 0~45%，飼養吳郭魚 (*Tilapia aurea*) 六星期，以試驗藍綠藻乾燥粉末做為吳郭魚飼料蛋白源之可行

性。

- (2)飼料中藍綠藻之添加量愈多，吳郭魚之成長愈差，即吳郭魚之增重率與藍綠藻之添加量成反比關係。
- (3)吳郭魚對飼料中蛋白質之消化率藍綠藻區為82.0%，而對照之白魚粉區為92.1%。
- (4)藍綠藻乾燥粉末飼養吳郭魚之效果較白魚粉差，在飼料中只能做部份添加，目前還不能完全取代白魚粉。

謝 辭

本試驗得農發會（原農復會）部份經費補助，臺榮產業公司提供白魚粉，復蒙本分所丁分所長雲源先生之鼓勵與修改本文，許世人先生協助部份試驗及臺南分所內諸同仁之幫忙得以完成，謹此誌謝

參 考 文 獻

- (1)中村 浩 未來の食糧 P.161-182 新しい蛋白源—スピルリナ 同文書院出版 (1978)。
- (2)湯弘吉 高蛋白質螺旋藻飼養蝦幼虫之試驗。中國水產 No.290 2—7 (1977)。
- (3)蔡碧心 高蛋白質螺旋藻飼養魚類之試驗 中國水產 No.290 8—10 (1977)。
- (4)中山豐藏 スピルリナー新しい蛋白質源としこの可能性 New Food Industry Vol 17 No. 2 7—13
- (5)小川隆平 スピルリナの生産技術と食品への利用 食品工業 2下 48-52 (1974)。
- (6)吳金洌、詹璐 吳郭魚飼料中蛋白質之營養價比較 臺灣水產學會刊 5 (2) (1977)。
- (7)永沢 信、後藤たへ、和田せつ、曾根清秀 食品と營養の實驗 62-97 光生館出版 (1974)
- (8)古川 原、塚原宏子 養魚飼料消化試験の指標物質としての酸化クロームの濕式定量法 たついで 日本水產學會誌 32 (6) 502-505 (1966)。
- (9)荻野珍吉、柿野純、陳茂松： 魚類の蛋白質營養に関する研究—II コイの代謝性N及ご内因性N排泄量について 日本水產學會誌 39 (2) 519-523 (1973)。
- (10)山口勉夫 スピルリナの利用面における課題 New Food Industry Vol.21 No. 2
- (11)湯弘吉摘譯 兩種吳郭魚對藻類消化利用能力之研究 淡水魚類養殖資料彙集 252-253。