

臺灣省水產學會專集第五號
F.S.T MONOGRAPH SERIES NO.5

Research and Development of
Aquatic Animal Feed in Taiwan (VOL.2)

台灣水產飼料之研究與發展(下冊)

莊健隆・蕭錫延 編
Chuang / Shiau

台灣省水產學會 印行
Fisheries Society of Taiwan

台灣水產飼料之研究與發展(下冊)

Research and Development of Aquatic
Animal Feed in Taiwan (Vol. II)

莊健隆・蕭錫延 編輯

Edited by Jan-Lung Chuang
and Shi-Yen Shiau

台灣省水產學會 印行

Published by Fisheries Society of Taiwan

行政院農業委員會 贊助本專集
美國飼料穀物協會

Financially Supported by Council of Agriculture
and U.S. Feed Grains Council

1986, June

編 者

莊 健 隆

行 政 院 農 委 會 技 正
國立臺灣海洋學院養殖系兼任副教授

臺北市南海路37號
Tel: (02)3317541

蕭 錫 延

國立臺灣海洋學院水產食品科學系教授

基隆市北寧路2號
Tel: (032)622192

This monograph contains scientific contributions from members of the Fisheries Society of Taiwan and their collaborators. Correspondence should be addressed to the Fisheries Society of Taiwan, c/o National Taiwan College of Marine Science and Technology, Keelung 20224, Taiwan, ROC.

版 權 所 有 · 翻 印 必 究

臺 灣 水 產 學 會 專 集 第 五 號

臺灣水產飼料之研究與發展 (下冊)

出 版 者：臺灣省水產學會編輯委員會

發 行 人：鄭森雄

編 輯：莊健隆、蕭錫延

本刊連絡處：基隆市 20224 北寧路 2 號海洋學院內 臺灣省水產學會
電話：(032)622192

印 刷 者：大進印刷有限公司 臺北市 10906 西藏路 251 巷 8 號 Tel: 3031449 · 3039249

封 面 設 計：神彩公司 謝震基

(本會刊之部份出版費由美國飼料穀物協會補助)

目 錄

下 冊

	頁
IV. 水產動物營養需求及飼料安全	1
成魚及稚魚的消化系統.....	羅秀婉..... 3
魚類的蛋白質及胺基酸需求與利用.....	莊健隆.....11
魚類對脂肪之需求與利用.....	莊健隆.....31
脂質、固醇類及卵磷脂在水產飼料上的重要性.....	鄭健雄.....47
氧化油對魚類的毒性.....	吳清熊.....55
魚類碳水化合物及維生素之需求.....	蕭錫延.....59
魚類對礦物質之需求.....	莊健隆.....71
類拌劑的製造.....	傅世雄.....91
類胡蘿蔔素在水產飼料上之應用.....	顏國欽.....99
水產飼料的黏着劑.....	陳瑤湖... 117
綜論餌料生物之營養價.....	蘇惠美、廖一久... 123
稚魚幼生之微粒子人工餌料的開發.....	莊健隆... 153
營養性疾病.....	莊健隆... 165
黃麴毒素暨類似之霉菌毒素對養殖魚類之影響.....	孫 寧... 181
水產藥物最近的研究情形.....	劉朝鑫... 187
V. 其他有關水產飼料營養文獻之譯介	193
✓ 魚類能量代謝.....	張晏逢、莊健隆... 195
✓ 海水魚實用飼料.....	莊健隆、張晏逢... 203
鯽魚之營養需求.....	陳再發... 213
高溫環境下魚粉之安定性.....	孫朝棟... 229
防止湖沼富營養化之飼料開發（養鯉用低磷含量飼料）.....	四反田勝久原著、林崇興譯... 233
日本水產飼料之發展現況.....	莊健隆... 247
VI. 附錄.....	253
討論部分.....	255

Contents

IV. Nutrition Requirements of Aquatic Animals and Feed Safety (Review).....	1
The Alimentary Tract and Digestion in the Adult and Larval Fish	
..... Show-Wan Lou.....	3
Protein and Amino Acids Requirement of Finfish.....	Jan-Lung Chuang.....11
Lipid Requirement of Finfish.....	Jan-Lung Chuang.....31
Importance of Lipid, Steroids and Lecithin in Aquatic Animal Diets	
.....Jan-Shyong Jenn.....	47
The Adverse Effect of Rancid Oils on Fishes.....	Ching-Hsiung Wu.....55
Carbohydrate and Vitamin Requirement in Fish.....	Shi-Yen Shiau.....59
Mineral Requirement of Finfish.....	Jan-Lung Chuang.....71
Manufacturing of Premixes.....	Shih-Shung Fu.....91
Use of Carotenoids in Fish Feeds.....	Gow-Chin Yen.....99
Binders for Aquatic Animal Feed.....	Yew-Hu Chien... 117
Review on the Nutritive Value of Live Food Organisms	
..... Huei-Meei Su and I-Chiu Liao...	123
Microparticulated Diets for the Larvae of Aquatic Animals.....	Jan-Lung Chuang... 153
Nutritional Diseases in Finfish.....	Jan-Lung Chuang... 165
The Effects of Aflatoxins and Related Mycotoxins on Cultured Fish	
.....Peters Lin Sun...	181
The Recent Studies of Drugs Used in Bacterial Diseases of Fish	
..... Chaw-King Liu...	187
V. Research in Aquatic Animal Feed from other Countries (Translated Paper)	
and the Fishfeed Status of other Countries.....	193
Energy Metabolism of Finfish.....	Y. F. Chang and Jan-Lung Chuang... 195
Diets for Marine Fishes.....	Jan-Lung Chuang and Y. F. Chang... 203
The Nutritional Requirement of Yellowtail.....	Tsai-Fa Chen... 213
Quality Stability of Fish Meal at Higher Temperature.....	Chao-Tung Sun... 229
Feed Developed to Prevent Over-Nutrifying the Pond	
..... Katsuhisa Shitanda and Chung-Hsin Lin...	233
The Present Status of Fishfeed Production in Japan.....	Jan-Lung Chuang... 247
VI. Appendix.....	253

IV. 水產動物營養需求 及飼料安全

Nutrition Requirements of Aquatic
Animals and Feed Safety (Review)

成魚及稚魚的消化系統

羅 秀 婉*

The Alimentary Tract and Digestion in the Adult and Larval Fish

SHOW-WAN LOU*

Digestion is a combination of mechanical and chemical processes. Fish occupy different ecological niches and trophic levels and most efficiently face the complex aquatic life. In teleost, the alimentary tract, though of simpler form than that of higher vertebrate, successfully accomplishes a variety of functions. Fish show many variations on the basic vertebrate plan which generally correlate with the food eaten. In this paper, the digestive system of adult teleost is discussed on the anatomy and the mechanism of digestion and absorption, in comparison with the higher terrestrial animal. As to the larval fish, the development of the digestive system is described. Also, the mechanism of the digestion and absorption is discussed.

一、消 化 作 用

動物攝取食物，必須經消化作用分解為小分子，才能為身體吸收利用。消化作用是一種化學和物理的過程。攝入體內的食物除必須經由消化液的作用變為小分子外，為加快此種消化作用，一般都有特化的物理消化構造，例如很多動物具有齒以切碎或磨碎食物，但亦同時靠消化管壁肌肉層的運動來完成消化作用。

二、成魚的消化系統

魚類的消化作用始於口，經口腔、鰓腔、食道、胃、腸而終於肛門，這一連串的消化管、附屬的攝食器官及分泌消化液的器官統稱為消化系統。消化腺以肝臟、胰臟為主，此外胃壁、腸壁及幽門垂亦有消化腺。魚的食性大體上可分為草食性、肉食性及雜食性，魚類通常為肉食性或雜食性，單純的草食性者很少，較為人熟悉者為草魚及臭都魚。魚類的種類繁多，為適應各種食性，在攝食器官（口型及口腔內之齒等）及消化管長度等有相當大的差異存在⁽¹⁾。

魚的口多呈水平或斜開於前端，有上下兩顎。魚類大致上有兩種口型，一種為大口裂型，如鮭、鱈等掠食性者，另一種是管型，口較小，此種型增加了口的吸吮力，楊枝魚（Pipefish）為此類的代表。有些口唇較肥厚發達，如泥鰍等，通常唇邊有較多的黏液細胞和味蕾分佈，有助於對食物的選擇及運送。鯰、泥鰍口邊更有密佈味蕾的鬚，有助魚的索餌。

硬骨魚類齒的形態富於變化，通常齒名就依照齒所在骨的名稱來命名。多數的魚類除兩顎有齒外，其口腔內的鋤骨（顎骨）、頭骨及舌上往往有齒，此部位的齒多用於捕食，一般都較小，但口腔深部或近鰓腔之齒（如後述），一般較大。硬骨魚類的齒原則上與高等脊椎動物一樣由表皮、真皮分化

* 國立臺灣海洋學院養殖系

Department of Aquaculture, National Taiwan College of Marine Science and Technology.

而來，可分為珐瑯質、象牙質及齒髓三層。多數魚類脫落可再生，但齒的更換沒有一定方式。

口腔內除齒外，黏膜上皮有多層扁平上皮細胞，上亦多分佈黏液細胞與味蕾。口腔底中央有舌，硬骨魚類的舌由舌咽骨來支撐，由於肌肉不發達，不能像高等脊椎動物一樣運用自如。舌的表面雖有味蕾散佈，但數目並不多，因此其作為主要味覺器的功能頗令人懷疑。又舌上有突起齒的魚並不在少數，如鮭類即是。香魚舌前方有帆狀的黏膜隆起叫做舌唇，有助於其攝食附着石塊上的藻類。

魚類除吳郭魚之口腔及食道有相當低活性的澱粉酶 (Amylase) 外^(2,3)，一般口腔雖有黏液分泌，但不分泌消化酵素，因此，魚類口腔之消化以磨或咬等機械式的作用為主。

口腔的後方為鰓腔，魚的鰓由鰓弓支持，其內緣為鰓耙 (Gill Raker)，外緣為鰓瓣。硬骨魚的鰓耙形態富於變化，有呈棒狀、竹板狀、齒狀 (鰓齒) 或小棘狀等，與食性有密切關係，鰓耙的形態與數目往往為魚類分類的主要形質之一。鯢、烏魚等攝食微細食物者，鰓耙長而呈密生狀，捕食大型動物性餌的白帶魚，其鰓耙較短呈齒狀，更甚者如肉食性的鮫鰩沒有鰓耙，但並不是所有具鰓耙的魚均捕食浮游生物。多數魚的鰓耙處亦多味蕾分佈，這意味著鰓耙除為濾食用外，亦擔負味覺工作。魚類鰓腔部亦多分佈齒，但齒型通常要較口腔處者大，主要用於磨碎食物。鯉科魚類的下咽頭骨相當發達，擔任咀嚼工作。

大多數魚類的食道很短，位於咽頭之後端，其後與胃或腸 (無胃魚) 相接。食道內表層有味蕾及黏液細胞，主要的功能在於圓滑地運送食物。由於淡水魚必須使由食道吞入的水量減少，以維持滲透壓的平衡，一般淡水魚食道肌肉層比海水魚厚得多⁽⁴⁾。食道肌肉層多屬橫紋筋，為內側縱走，外側環走的筋肉層走向。

胃為食物貯藏及消化的器官，並具有殺菌作用。Ishida (1933)⁽⁴⁾將魚類依胃的機能分為三類：一、為有胃的構造，且能分泌 Pepsin-HCl 者，此為大部分的有胃魚。二、為雖有胃的構造，但有些欠缺胃腺 (如烏魚，*Mugil cephalus*) 或 Pepsin-HCl 分泌量少或活性弱者 (如石鰕，*Platichthys flesus*)，屬機能性的無胃魚。三、為沒有胃的構造，為真正的無胃魚，鯉科魚類，如鯉、金魚及秋刀魚均為真正的無胃魚，其食道直接連於腸。起初人們認為魚之無胃為原始型，但後來發現很多雜食性及植物性食性之魚類均無胃，而且無胃魚間似無類緣關係，同科魚種中有些有胃有些沒有，因此很多學者支持無胃為後來消失的看法⁽⁵⁾，不過截至目前為止，無胃魚之說法並無一致的論調。

胃隨魚種而異，分為 1~3 室，通常為賁門部、盲囊部及幽門部。有些魚的胃為由賁門部而幽門部之直線型胃；也有些由賁門部直至幽門部，盲囊部則呈側支狀的分佈。

胃的筋層屬平滑筋，為厚厚的內環走層及外較薄的縱走層所構成。亦即由食道而賁門、筋層由橫紋筋轉為平滑筋，筋層走向也逆轉為外側縱走內側環走。烏魚的胃筋層相當厚而發達，其內腔有多數黏膜褶，能分泌角質化物質，形成厚厚的保護膜、與鳥類嗉囊 (Gizzard) 的功能類似。

胃有杯狀細胞 (Goblet Cell) 能分泌黏液，以及胃腺 (Gastric Gland)，主位於盲囊部及賁門部能分泌鹽酸及多種消化酵素，如脂肪酶 (Lipase)、澱粉酶及蛋白酶 (Protease) 等，此點與高等動物有異，在陸生高等動物胃腺及鹽酸則分別由壁細胞 (Parietal Cell) 及主細胞 (Chief Cell) 所分泌。

除鯉、鰱及泥鰱等外，多數魚類如鮭、鱒及嘉臘魚等，在腸與胃交界處有分歧小管狀的幽門垂 (Pyloric Caecum)。幽門垂的形狀及數目依魚種而異，例如鮪類幽門垂短而數目多，可達數百根。幽門垂為食物貯藏、消化及吸收的器官，有多種消化酵素的存在，但有人認為其功能以吸收為主，且從組織學上看來，亦較近似於腸。

腸為幽門垂及胃之後端開始至肛門的部分，可細分為十二指腸、腸前部、腸後部及直腸 (Rectum)，但其間界線往往不明，所以一般將前三部分合稱為腸。十二指腸為膽管、胰管及幽門垂的開口部分。腸前部及腸後部可依腸黏膜褶的形狀加以識別，但依魚種而異⁽⁶⁾，例如金魚腸前部黏膜褶較深，腸後部較淺，而虹鱒則相反，腸前部黏膜褶較淺，腸後部較深。

魚類腸的長度隨魚種而異，與食性有關⁽⁷⁻⁹⁾，嗜植物性餌者其腸子通常較嗜動物性餌者長，但亦有例外，例如以藻為主食的香魚⁽¹⁰⁾，其腸子短，而捕食魚類為主的劍旗魚腸子長而彎曲。同一魚種也會隨成長階段而異，一般仔、稚魚時多呈直線型，長度較短，隨著成長而彎曲，長度增長。腸彎曲的程度亦隨種類而不同⁽¹¹⁾，如鰻魚、秋刀魚等腸短而直；正鰩、鰻、嘉臘魚等的腸較長而呈彎曲；而鯉、鯽、烏魚、吳郭魚及粗皮鯛的腸很長，在腹腔內呈複雜的彎曲。

硬骨魚類腸後部末端有直腸瓣 (Ileorectal valve) 與直腸為界，有些魚種有括約肌的存在。肛門為消化管末端之開口。

肝臟為獨立的消化腺體，司膽汁的分泌，為營養物質的貯藏所，亦擔負解毒作用。高等動物的肝臟為以細靜脈為中心之小葉狀構造，而硬骨魚類肝臟由於小葉間結合組織少，此種肝小葉之構造不甚明瞭⁽¹²⁻¹³⁾。肝臟鄰接於胃，形狀隨魚種而異，多數魚種為左右兩葉；但如虹鱔、香魚及鱒等肝的左右兩葉分叉不甚明，一般視為單葉。鯉的肝為不定形，圍繞腸的周圍，可概分為左及右側主葉、腹葉及尾葉四葉。肝細胞的大小，隨魚種而異，亦隨所貯存之脂肪、肝醣的量而變動，肝細胞小者如大肚魚，大者如草魚、鯽等。肝臟的色調有為黃色、褐色、黑褐、乳白或灰色等。同一魚種脂肪貯存量多時色較淡，少時較濃，健康狀態良好的魚的肝臟有透明感。一般硬骨魚類的肝比重為 3% 以下，大多為 1~2% 左右。

很多硬骨魚類的膽囊與肝臟分離，但也有埋入肝臟中者。肝臟有膽管通至膽囊，再經輸膽管至十二指腸，膽汁中不含消化酵素，但有助食物之消化及吸收。高等動物膽汁色素主要為黃褐色的膽紅素 (Bilirubin)，包括魚類在內的很多動物則除此之外，有膽綠素 (Biliverdin)，兩色素的比例則依種類而異，在魚類反而可能以後者為主體⁽¹¹⁾，因此，高等脊椎動物之膽汁呈黃色，血清亦多呈黃色，而魚如鰻的血清則呈藍綠色。

胰臟一般分佈較為散漫，多沿著門脈侵入肝臟部位、膽囊、幽門垂或腸管的周圍，甚至腸繫膜或脾臟等部位。胰臟為消化酵素之重要分泌器官，但由於此器官之分佈多侵入其他器官，故往往混亂了其他器官消化酵素分佈的定量。

三、成魚的消化作用

魚類經視覺、嗅覺及味覺等的刺激而產生攝餌行為，將食物吞嚥入食道。如前所述，從口腔以至食道部分，一般由於沒有消化腺體的分泌，在進入胃之前，食物除接受機械式的攪拌磨碎作用外，尚未經任何化學性的水解作用。從食道以至肛門的這一長串的消化道內，食物的移送及攪拌碾磨主要靠消化管壁環走及縱走肌等的收縮作用。簡言之，魚類消化道的蠕動 (Peristalsis) 可使食物往前移送，而分節運動 (Segmentation) 則促進食物的揉混，以利消化的進行。

胃液的分泌經兩路線，一為經由神經的介入，另一為食物之直接刺激胃壁，胃受膨脹的刺激，經由神經或激素樣物 (胃泌素 Gastrin) 而分泌 HCl 及 Pepsinogen。胃之呈酸性除可使胃蛋白酶原 (Pepsinogen) 轉為胃蛋白酶 (Pepsin) 外，同時使胃蛋白酶在此種酸性狀況下，充分發揮其消化作用。在胃中以酸性蛋白酶 Pepsin 的消化作用最盛，其 pH 作用範圍，似較陸生動物為廣且稍偏中性，即 pH 2~4 左右⁽¹⁴⁾。

胃中除了以 Pepsin 為主的蛋白酶外，碳水化合物水解酶 (Glycosidase) 及脂肪酶 (Lipase) 亦具活性。有關魚類胃中 Glycosidase 活性的研究相當多，例如鱈⁽¹⁵⁾、香魚⁽¹⁶⁾及虹鱔⁽¹⁷⁾之 Amylase 活性，香魚及嘉臘魚之 Maltase 活性的報告。魚體中 Glycosidase 除胃中有活性外，腸及幽門垂中亦具活性，而且胃中活性並不高，而以幽門垂的活性最高。由很多的報告雖可確知胃中 Glycosidase 的存在，但有人認為此可能由腸 (十二指腸) 逆流回胃所致⁽¹⁸⁾，而且對於其在胃中是否具有活性 (Amylase 的最適 pH 為弱鹼性)，持相當懷疑的態度。但是，胃有 Glycosidase 活性對胃不分泌 Pepsin-HCl 或分泌弱的魚，可能就具有某種程度上的意義。

在人體，食物進入胃中就能引起胃分泌含有脂肪酶的消化液，但其真正的脂肪水解作用則必須到腸中經膽汁乳化後才得以發揮。至於在魚類，脂肪酶的活性是否亦如此，目前並不確知，有報告說虹鱖⁽¹⁸⁾及香魚⁽¹⁶⁾及赤鯛的胃中有脂肪酶的存在⁽¹⁸⁾，但也有些種魚據報告，其胃中並無脂肪酶，而鮭類的胃中雖有，但活性相當低⁽¹⁹⁾。鰻、虹鱖及鱸等的胃中另有幾丁質酶（Chitinase）的存在⁽¹⁹⁻²¹⁾。胃中之 Chitinase 依魚種而異，有兩種來源，一為由魚自體胃粘膜所分泌、一為腸內細菌所分泌。據吉田⁽²²⁾的報告，胃中幾丁質酶活性以捕食動物性浮游生物者最強。

緊接胃之後的幽門垂，具有相當活性的各種消化酵素。虹鱖⁽²³⁾、鱈⁽¹⁵⁾、鯖⁽²⁴⁾及長鱗鮭⁽²⁵⁾中有 Protease 活性存在，屬中性或鹼性域作用的 Trypsin-like（似胰蛋白酶）酵素。至於幽門垂中的 Glycosidase，在鱈⁽¹⁵⁾及鮭⁽²⁶⁾中有 Amylase 活性、香魚及嘉鱖魚中有 Maltase 活性存在⁽²⁷⁾。

部分消化的食糜隨著食物移動而至小腸，在陸生動物此酸性的食糜刺激腸粘膜分泌腸內泌素（Secretin），再經由血液循環刺激胰臟分泌粘稠而偏鹼性的消化液，中和酸性食糜，硬骨魚的胰臟據推測可能亦分泌鹼性的消化液。目前雖已證實河鱖中亦有 Secretin-like 因子及鰻腸抽出物有激膽囊素—胰泌素（Cholecystokinin—Pancreozymin）類活性，但其 Peptide 的胺基酸組成不明⁽²⁸⁾。

胰液中胰蛋白酶原（Trypsinogen）經腸分泌的腸激酶（Enterokinase）活化成胰蛋白酶（Trypsin）。腸內除 Trypsin 可在鹼性 pH 下水解蛋白質、胜肽類外，另有胰凝乳蛋白酶原（Chymotrypsinogen），經 Trypsin 活化為 Chymotrypsin。在鰻⁽²⁸⁾、鱈⁽¹⁵⁾、香魚⁽¹⁶⁾、吳郭魚⁽¹⁾、鯉魚^(29,30)及虹鱖的腸中有 Trypsin-like 活性存在。

除了上述 Pepsin、Trypsin 及 Chymotrypsin 等內切酶（Endopeptidase）類外，胰液中還有 Exopeptidase、Carboxypeptidase 及 Aminopeptidase 等。食糜中之蛋白質經上述種種蛋白酶的作用，水解成 Oligopeptide、Dipeptide 及各種胺基酸。

魚類攝取的碳水化合物主要是到達腸之後才消化。據報告，在鯉^(30,31)、鱈⁽¹⁵⁾、吳郭魚⁽²⁾、虹鱖⁽¹⁷⁾及香魚⁽¹⁶⁾腸中有 Amylase 活性，以及在香魚與嘉鱖魚中有 Maltase 活性。據永山⁽³⁴⁾等調查 8 種養殖魚之各種碳水化合物水解酶的結果，腸中 Amylase 活性明顯地反映食性，以草食性者最強、雜食性者次之、肉食性者最弱。草魚消化道內的多種碳水化合物水解酶普遍高於肉食性的鱸魚，但其腸並不分泌纖維素酶（Cellulase），而須靠腸內細菌分泌 Cellulase 消化。

魚胃中雖有 Lipase 活性，但活性弱，且真正的脂肪之消化可能要到幽門垂（具幽門垂者）或腸才開始。至於其對基質的特異性、活化機構以及其他酵素學的性质研究仍然很少而且屬於片段，消化器官中脂肪酶之分佈仍不明確。儘管如此，其主要分泌器官仍可確定為胰臟，且魚類和其他陸生動物同樣，脂肪的水解須經膽汁之乳化才能經脂肪酶的作用水解成 Diglyceride 及 Monoglyceride。

四、成魚的吸收機制

魚腸前部上皮細胞的游離表面有微絨毛（Microvillus），形成條紋狀邊緣（Striated Border）⁽³³⁻³⁵⁾，靠近上皮細胞的細胞質處有終末網（Terminal Web）。魚類異於高等動物，腸部雖有淋巴管的分佈，但尚無絨毛（Villus）的構造，消化的物質於密生的微絨毛間隙進入細胞內。

一般人總以為各種食物，經消化酵素的作用分解為低分子狀態後才能吸收。但據近十幾年來在高等陸生動物吸收機制的研究⁽³⁶⁾，消化在腸管腔內大部分只水解到 Oligosaccharide、Disaccharide（雙醣）或 Oligopeptide 等，而非所有全分解為單糖或胺基酸。這些中間消化物的最終消化作用是在其以主動運輸方式通過細胞膜時，受嵌在小腸壁膜上的酵素水解成小分子的單糖、胺基酸而進入細胞內。

至於高等動物脂質的吸收^(37,38)，通常攝入體內的脂肪，部分經 Lipase 水解成脂肪酸及 Monoglyceride，這些再經膽鹽等的作用，將其餘脂肪乳化為小的球體，這些小脂肪球體到達腸上皮微絨毛細胞膜上經 Transmembrane Transport 進入細胞內，在平滑內質網（Smooth Endoplasmic Reticulum）處合成 Triglyceride，更進一步在粗糙內質網（Rough Endoplasmic Reticulum）處

與蛋白質結合形成乳糜微粒（血塵，Chylomicron），再在高爾基體處附上多醣類而形成小泡，然後移至與胞膜癒合，放出 Chylomicron 於細胞間腔，向中心乳糜管移動。

至於魚類吸收機構的研究，以單糖或胺基酸形式經主動運輸吸收的報告相當多。且種種報告⁽³⁷⁾顯示，魚種間的吸收作用差異頗大，而且對不同的單糖類的吸收率亦有差。魚類對有些雙醣的吸收效率並不比單糖來得差。因此，魚類腸中碳水化合物的吸收機制是否亦類似哺乳類，實值得探討。有關魚類腸中蛋白質消化產物的吸收機制，有報告證實無胃魚如成鯉⁽³⁸⁾其腸子仍有蛋白質的胞飲作用（Pinocytosis）。但亦有報告顯示鯉魚與胺基酸或蛋白質加水分解物之成長效果非常差⁽³⁹⁾，此與成鯉之能直接攝取蛋白質的機制或許有某種程度的關連存在也未可知。但另一方面，鯉魚與胺基酸時，血漿中游離胺基酸呈急速上昇，顯示鯉之吸收胺基酸為不爭的事實。因此，在魚體中以蛋白質、肽形式吸收的比重到底有多大，以及魚體之蛋白質、碳水化合物吸收機制是否類似高等動物，實值得深入探討。

至於魚類脂肪的吸收，多在腸前中部。在腸上皮細胞可發現很多油滴，與高等動物同樣，亦是經由 Transmembrane Transport 進入細胞內。據鹿山等之研究⁽⁴⁰⁾，魚血漿脂質之搬運形式，並非如高等動物，其脂質經消化吸收後最初以游離脂肪酸及 Albumin 複合體（脂蛋白，Lipoprotein）形式出現，然後以 Triglyceride 及蛋白質複合體形式出現增多，其後再由後者轉換成前者。此外，魚類乳糜管、淋巴管發達程度不一⁽⁴¹⁾，如大王鮭（King salmon）有乳糜管，但沒有淋巴管，海鯨有淋巴管。除此之外，一般魚類異於高等動物，腸雖有淋巴管的分佈，但多分佈於腸壁且無乳糜管的構造；而這些魚類的淋巴管在脂肪輸送作用中的功能仍未明。不過，綜合以上所述，魚體內脂肪的輸送方式似異於陸生哺乳類。

五、腸 內 細 菌

食物經消化吸收作用至腸的部分，多剩不易消化的殘渣，魚亦不例外，有多種細菌存在。淡水魚，以吳郭魚及香魚為例，以嫌氣性的 *Bacteriodes* 為優勢種，而在海水魚的腸內此屬幾乎檢驗不出。至於降海溯河的鮭魚，在淡水中棲息時以 *Aeromonas* 及 *Enterobacteriaceae*，降海以後以 *Vibrio* 屬為優勢種。亦即腸內細菌相隨著宿主棲息環境甚或食性而變⁽⁴²⁻⁴⁷⁾。

如前所述，有些魚腸內具細菌性的水解酵素如幾丁質酶、纖維素酶，協助魚的消化作用。如烏魚等具未分化胃（Undeveloped Stomach）的魚類，其消化道的水解作用更須借助於腸內細菌。

有些種的腸內細菌有合成維生素的能力，而與寄主魚行共生，腸內細菌可合成維生素B₁、生物素（Biotin）及 B₁₂⁽⁴⁸⁾等。肉食性魚種，如鮭鱒類，由於腸管短，Biotin 的合成能力弱，因此Phillips⁽⁴⁹⁾等建議應在飼料中添加，而一般魚類如鯉等，其腸後部的腸內細菌可合成 B₁₂。

六、仔稚魚消化系統的發育過程

魚類的初期生活史可概分為卵期、仔魚前期、仔魚後期及稚魚期。無論其形態、生態或生理，仔稚魚均與成魚相差甚遠。為究明仔稚魚的消化生理，必須先對其消化系統的演發過程有所瞭解。

剛孵化的仔魚其消化系統的分化程度隨魚種而異⁽⁵²⁾，基本上有兩型，第一型為孵化時其基本構造大致已確定，第二型為其消化器官大半仍在未分化的狀態。前者如彈塗魚、香魚、金魚及河豚等附着性卵的魚種^(50,51)，後者如黑鯛、片口鯧、青魷、鱸科魚及鰱等浮游性卵的魚種⁽⁵²⁾。仔魚不論其為第一或第二型，至仔魚前期之後半，消化系統諸器官發育急速進展，在要進入仔魚後期前的過渡期時，其消化系統的基本構造確立，亦即所有的魚種，兩顎及肛門開始打開，消化道的口、咽頭腔、食道、腸及直腸已行分化，同時肝臟、膽囊、胰臟及腸形胃亦形成，但幽門未見分化。

進入仔魚後期，為兩顎齒、咽頭齒、味蕾及肝胰臟之分化時期。其消化道的基本構造在質方面沒

有多大變化，但構成各器官的細胞數目的增加，細胞自身的成長為重點。而一直至背鰭、臀鰭及尾鰭鰭條分化開始的仔魚後期的末期，當鰭長全而行將移至稚魚期之過渡期，開始有顯著地變化，以浮游生活期約 30 日左右的沿岸魚為例，其胃由胃腺的分化至胃之機能化約與鰭條分化至完成同步，約需一個禮拜。而胃機能化之同時，其腸最前端往往為幽門垂分化的開始，至此，進入稚魚的過渡期。消化系統急速地分化完成，且本質上達成魚的程度。

進入稚魚期，在口腔、咽頭腔的黏膜處，味蕾及黏液細胞增加，兩顎齒、咽頭齒也逐漸具機能。此種現象在要移轉至底生性生活的嘉臘魚、黑鯛尤其顯著，其兩顎齒的發育、攝餌生態的轉變與仔稚魚開始互相殘食時期往往一致。有胃魚的胃腺也隨著進入稚魚期而開始分泌消化液，且有些魚種胃的背後部更長出盲囊，使胃之賁門部、盲囊部及幽門部之三分化確立。

如上所述，仔稚魚發育過程，其消化系統的分化可明顯地看出兩個飛躍時期，其一為仔魚前期進入仔魚後期時，為由內部營養（卵黃油球）轉為外部營養（攝取小型浮游動物）時，另一為仔魚後期轉為稚魚期，主要為轉換成大型動物性浮游生物。

七、仔稚魚的消化吸收機制

仔魚開始攝餌時，其味蕾、兩顎齒、咽頭齒尚未發育、鰓耙亦多呈未分化狀態，且由於胃腺尚未分化，消化吸收均經由腸。腸前方未來化為胃的部分，此時僅為食物之通路或暫時蓄積的場所。仔魚的腸及直腸上多沒有纖毛的存在，食物在腸內受蠕動及分節運動等機械性的消化，脂肪等較易游離的物質在此被吸收，其餘送到直腸，蛋白質在此行胞飲作用。胃腺未分化前的仔魚或無胃魚，其前中腸上皮細胞絨毛的基部有終末網，其細胞內除有一般搬運形式的脂質粒 (Lipid Particle) 外，在電子顯微鏡下可發現電子密度較低的脂質滴 (Lipid Droplet)，此一般為仔魚期脂質的蓄積形態。至於靠近直腸之上皮細胞，其微絨毛基部細胞核內上方有電子密度均一的大小空胞，以指示蛋白質 (Marker Protein) 做消化吸收試驗的結果，顯示該處確為胞飲作用攝入蛋白質，蓄積在細胞內行消化作用之結果。

因此，仔魚後期攝入之蛋白質並沒有全分解成胺基酸，而是以高分子狀態胞飲進入直腸上皮，但由仔魚後期轉入稚魚期，其直腸上皮之好酸性（即嗜 Eosin 染色）顆粒逐漸變為不明顯，亦即隨著胃之機能化而分泌胃蛋白酶，使蛋白質的消化由胞飲（胞內消化）改為胞外消化，此為蛋白消化吸收機制之一大轉變。剛生下的哺乳類的小腸可經由腸胞飲作用攝入初乳中的抗體及與抗體結合的蛋白質，魚類之蛋白質細胞內消化為因應營養上更基本的要求而生，而且更令人感興趣的是此種胞內消化都祇在個體發生之初期才有。

在攝餌開始後，後期仔魚在前中腸上皮（非直腸上皮）處有脂肪粒之蓄積，此不同於成魚，成魚脂肪之累積多在肝臟或脂肪組織中，後期仔魚通常不蓄積於肝，而都在心臟及多處血管系內部，亦即顯示仔魚後期之肝機能尚不涉及脂肪之代謝，腸上皮部除擔任吸收脂肪之作用，也可能參與脂肪之蓄積與代謝。腸上脂肪之蓄積為後期仔魚普遍可見的現象。由於仔魚後期之腸上皮並沒有發現胞飲作用，因此一般認為後期仔魚脂肪之吸收為脂肪在腸腔內分解為脂肪酸及 glyceride 後才吸收。至稚魚期脂肪在腸上皮之蓄積逐漸終止而轉移至腸壁、胰臟周圍及肝中，使脂肪之蓄積及代謝方式改變。

魚體中最重要的碳水化合物，與陸生動物無兩樣，亦為 glucose 及其貯藏型 glycogen。在仔魚前期各消化器官內幾乎檢視不出 glycogen，但一開始攝餌，如金魚、黑鯛等在消化道內 Amylase 活性急速上昇，肝臟中也開始有肝醣的蓄積。不過，仔魚肝中部分的肝醣也有可能由糖新生作用 (Gluconeogenesis) 所產生。

由以上仔稚魚發育模式及消化吸收機制可知，香魚、嘉臘魚、鰱魚及黑鯛等，卵黃用盡攝餌開始時，其胃腺尚未發育尚未機能化，而須投餵活餌輪蟲等動物性浮游生物，但如櫻花鱒、白鮭及吳郭魚，其孵化時卵黃或較多，在開始攝餌時其胃腺已行分化，此類仔稚魚在一開始就可以配合飼料來馴餌。

- 。由此窺知，仔稚魚消化系統的發育深切地關連到魚苗生產的企業化，前者須培育餌料生物方足應付
- 。不過，近年來微膠囊已有部分取代餌料生物之趨勢。

參 考 文 獻

1. KAPOOR, B. G., H. SMIT and I. A. VERGHINA (1975). The alimentary canal and digestion in teleost. *Advances in Marine Biology*, **13**, 109-239.
2. FISH, G. R. (1960). The comparative activity of some enzymes in the alimentary canal of Tilapia and Perch. *Hydrobiologia*, **15**, 161-178.
3. NAGASE, G. (1964). Contribution to the physiology of digestion in Tilapia Mossambica digestive enzymes and the effects of diets on their activity. *Zeit. Vergl. Physiol.*, **49**, 270-284.
4. SMITH, L. S. (1982). VI. Digestion. Introduction to Fish Physiology, Seattle Washington. 157-179.
5. 尾崎久雄 (1972). III、消化の生理(上)。魚類生理講座，緑書房 493 pp.
6. YAMAMOTO, T. (1966). An electron microscope study of the columnar epithelial cell in the intestine of fresh water teleosts: goldfish (*Carassius auratus*) and rainbow trout (*Salmo irideus*). *Z. Zellforsch.*, **72**, 66-87.
7. 末廣恭雄 (1935). 魚類の消化系の發達と食性の變化について。動物學雜誌，**47**, 346-352.
8. SUEHIRO, Y. (1945). A study on the digestive system and feeding habits of fish. *Jap. J. Zool.* **10**, 1-303.
9. 田村修、濱崎忠 (1955). 九州産重要魚類の食性の研究—I。長崎大水产研報，**3**, 90-98.
10. 松井魁 (1938). 鮎 (*Plecoglossus altivelis* T. & S.) の消化學の發達と食性の關係。水研誌，**33**, 457-469.
11. 野村正 (1967). 魚類の胆汁色素。日水誌 **33**, 860-865.
12. ELIAS, H. and H. BENGELSDORF (1952). The structure of the liver of vertebrates, *Acta Anat.*, **14**, 297-337.
13. 日比谷亦 (ed.) (1982). 魚類組織圖說—正常組織と病理組織。講談社，151 pp.
14. 池田靜徳 (1977). 6. 消化酵素。魚類生理，恒星社(川本信之 ed.) 140-159.
15. 島田清 (1935). スケトダラの消化酵素について。日水誌，**4**, 9-14.
16. 武居薫 (1953). 鮎 (*Plecoglossus altivelis* T. & S.) の成長に伴う消化酵素の變化について。農水講研報，**3**, 289-294.
17. 北御門學、立野新光 (1960). ニジマス消化酵素の研究—I. Carbohydrates。日水誌，**26**, 679-684.
18. 北御門學、立野新光 (1960). ニジマス消化酵素の研究—III. Esterases. **26**, 691-694.
19. JEUNIAUX, C. (1961). An addition to the list of hodrolases in the digestive tract on vertebrates. *Nature*, **192**, 135-136.
20. 奥谷康一、木俣正夫 (1964). スズキの消化管におけるキチン分解作用に関する研究—I。日水誌，**30**, 262-266.
21. 奥谷康一、木俣正夫 (1964). 水产動物のキチン分解酵素に関する研究—III. 二、三の水产動物の消化系におけるキチナーゼの分布。日水誌，**30**, 574-576.
22. 吉田陽一、瀬良洋 (1970). 數種の魚類のキチン分解活性と食餌の磨碎。消化作用について。日水誌，**36**, 751-754.
23. 北御門學、立野新光 (1960). ニジマス消化酵素の研究—II. Protease。日水誌，**26**, 685-690.
24. 柏田研一 (1952). カツオの内臓酵素に関する研究—I. 幽門垂ブワテアーゼの時季的消長について。月水誌，151-154.
25. 藤井美 (1961). 魚類 Protease に関する研究(第10報)。ビンナガ鮨幽門垂プロテイナゼの構成について。水講研報，**10**, 381-388.
26. 牛山寛、藤盛健、柴田猛、吉村克二 (1965). サケ幽門垂炭水化合物分解酵素の研究。北大水産彙報，**16**, 183-188.
27. KAWAI, S. and IKEDA, S. (1971). Studies on digestive enzymes of fishes—I. Carbohydrases in digestive organs of several fishes. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, **37**, 333-337.
28. 高橋豊雄、廣澤裕 (1936). ウナギの消化酵素について—Protease の性狀ならびにその加熱變性蛋白質に對する消化力。日水誌，**5**, 109-112.
29. 森下達雄、野田宏行、北御門學、高橋喬、立野新光 (1964). 養殖魚の消化酵素について。三重縣立大學水産學部紀要，**6**, 239-246.
30. KAWAI, S. and IKEDA, S. (1971). Studies on digestive enzymes of fishes—II. Effect of dietary changes on activity of digestive enzymes in carp intestine. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, **38**, 265-270.
31. 山村彌六郎 (1934). 鯉の消化管におけるアミラーゼについて—アミロペクチンに對する作用。日水誌，**3**, 182-184.

32. 永山文男、齊藤佑尚 (1968). 魚類のアミラーゼ、 α -すよび β -グルコシダーゼ、 β -カラクティダーゼ分布。日水誌, **34**, 944-949.
33. CURRY, E. (1939). The histology of the digestive tube of the carp. *J. Morph.*, **65**, 53-78.
34. GAUTHIER, G. F. and S. C. LANDIS (1972). The relationship of ultrastructural and cytochemical features to absorptive activity in the goldfish. *Anat. Rec.*, **172**, 675-701.
35. YAMAMOTO, T. (1966). An electron microscope study of the columnar epithelial cell in the intestine of fresh water teleosts: goldfish (*Carassius auratus*) and rainbow trout (*Salmo irideus*). *Z. Zellforsch.*, **72**, 66-87.
36. PIKE, R. L. and M. L. BROWN (ed.) (1984). Digestion and Absorption. In "Nutrition An Integrated Approach." 3rd, ed. John Wiley and Sons Co. New York 201-283.
37. 能勢健嗣 (1980). 2・3 栄養素の消化吸収と消化率。In 魚類の栄養と飼料 恆星社, 37-60.
38. NOAILLAC-DEPEYRE, J. and N. GAS (1973). Absorption of protein macromolecules by the enterocytes of the carp (*Cyprinus carpio* L.). *Z. Zellforsch.*, **146**, 525-541.
39. AOE, H., K. IKEDA and T. SAITO (1974). Nutrition of protein in young carp-II. Nutritive value of protein hydrolyzates. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, **40**, 375-343.
40. KAYAMA, M. and N. IJIMA (1976). Studies on lipid transport mechanism in the fish. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, **42**, 987-996.
41. FÄNGE, R. and D. GROVE (1979). Digestion, In "Fish Physiology" HOAR, Randall and Brett (ed.), **8**, 161-260, Academic Press.
42. 瀬良洋、木俣正夫 (1972). 海産魚類消化管の細菌相 - I. マダイ・チダイの細菌相におよぼす餌料成分の影響。日水誌, **38**, 50-55.
43. SERA, H. and Y. ISHIDA (1972). Bacterial flora in the digestive tracts of marine fish-III. Classification of isolated bacteria. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, **38**, 853-858.
44. HAMID, A., T. SAKATA and D. KAMIMOTO (1978). Microflora in the alimentary tract of grey mullet-II. A comparison of the mullet intestinal microflora in fresh and sea water. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, **44**, 53-57.
45. SAKATA, T., H. SUGITA and T. MITSUOKA (1980). Isolation and distribution of obligate anaerobic bacteria from the intestine of freshwater fish. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, **46**, 1249-1255.
46. 杉田治男、石田祐三郎、出口吉昭、門田元 (1982). 海水馴化によるテ イラピア消化管内細菌相の変動。日水誌, **48**, 987-991.
47. SUGITA, H., K. OSHIMA TAMURA and Y. DEGUCHI (1983). Bacterial flora in the gastrointestinal of freshwater fishes in the river. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, **49**, 1387-1395.
48. 柏田研一、手島新一 (1966). 魚類の腸内細菌によるビタミンB₁₂の消長-I. コイの腸内細菌によるニコチン酸パントテン酸およびビタミンB₁₂の消長。日水誌, **32**, 961-966.
49. 尾崎久雄 (1972). IV. 消化生理 (下)。魚類生理學講座。緑書房、東京。493 pp.
50. 福所邦彦 (1972). メナダの消化系特に胃幽門部の器官形成。魚類學雑誌, **19**, 283-294.
51. 榎田晉、落合明 (1973). 仔稚魚期におけるブリの消化管の構造と機能の発達について。日水誌, **39**, 923-930.
52. 安永義陽 (1972). ヒラメ稚仔消化器官の発達について。東海水研報, **69**, 75-89.
53. IWAI T. (1967). The comparative study of the digestive tract of teleost larvae-I. Fine structure of the gut epithelium in larvae of Ayu. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, **33**, 489-496.
54. IWAI, T. and M. TANAKA (1968). The comparative study of the digestive tract of teleost larvae-III. Epithelial cells in the posterior gut of halfbeak larvae. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, **34**, 44-48.
55. IWAI, T. (1969). Fine structure of gut epithelial cells of larval and juvenile carp during absorption of fat and protein. *Arch. Histol., Jap.*, **30**, 183-199.
56. YAMAMOTO, T. (1966). An electron microscope study of the columnar epithelial cells on the intestine of fresh water teleosts: goldfish (*Carassius auratus*) and rainbow trout (*Salmo irideus*). *Z. Zellforsch.*, **72**, 66-87.
57. 沖山宗雄 (1971). 日本海におけるキウリエソの初期生活史。日水研報告, **23**, 21-53.
58. 田中克 (1972). 仔魚の消化の構造と機能に関する研究 -IV. 攝餌ともなう腸前部すよび中部上皮層の變化と脂肪の吸収。魚類學雑誌, **19**, 15-25.
59. 岩井保 (1972). 仔魚の攝餌について。うみ, **10**, 29-40.
60. 小澤貴和 (1973). 北西太平洋におけるヨコエソ科魚類ヤベウキエソ *Vinciguerrria nimbaria* (JORDAN and WILLIAMS) の初期生活史について。鹿大水産學部紀要, **22**, 127-141.
61. 田中克 (1975). I-1. 消化器官。In " 稚魚の攝餌と發育 ", 水産學シリーズ, No. 8, 恆星社, 東京, 7-23.
62. STROBAND, H. W. J. and A. G. KROON (1981). The development of the stomach in *Clarias lazera* and the intestinal absorption of protein macromolecules. *Cell. Tissue Res.*, **215**, 397-415.
63. 鹿山光、飯島憲章 (1983). グリセロ脂質の代謝。In " 魚類の代謝物質 ", 日水會編, 恆星社, 東京, 35-51.
64. 渡邊良朗 (1985). 8. 仔魚の消化吸収機構。In " 養魚飼料-基礎と應用 ", 日水會編 (米康夫ed.) 恆星社, 東京, 89-98.

魚類的蛋白質及胺基酸需求與利用

莊 健 隆*

Protein and Amino Acids Requirement of Finfish

JAN-LUNG CHUANG*

The studies on protein and amino acid requirements of Pacific salmon began more than a quarter of a century ago. This knowledge of the nutrition and metabolism of the proteins in fish laid the basis for much of the research that has followed. All fish species examined thus far in feeding studies require the same dietary essential amino acids, namely arginine, histidine, isoleucine, leucine, lysine, methionine, phenylalanine, threonine, tryptophan, and valine. Deficiency signs of some essential amino acids are also reviewed. Most fish require 35-55% protein in their diets. Factors influencing protein quality are also reviewed in this paper.

一、前 言

蛋白質在飼料中是決定效率及價格之最重要因素。魚類對於蛋白質及胺基酸之需求也屢見於文獻⁽¹⁻⁶⁾。本文旨在簡單綜述近年來此方面之一些研究結果，盼能對讀者提供些有用資料。

二、蛋白質需求量

魚和其他動物一樣，並沒有絕對的蛋白質需求量，它必須攝取同時含有必需胺基酸及非必需胺基酸的平衡食物，才能正常成長。此外有許多因素會影響到蛋白質之需求量，如魚的大小、水溫、飼養密度、魚塢中自然食物之供應量、飼料中非蛋白的食物能源，以及飼料中蛋白質之品質等因素皆能影響到魚之蛋白需求量。雖然如此，研究人員在開發一新魚種的人工飼料時，都會先測其蛋白需求量。一般所採用之蛋白源以全蛋粉、酪蛋白以及魚粉為主。魚類對蛋白質之需求量首見於鮭（Chinook salmon, *Oncorhynchus schawtscha*）之研究⁽⁷⁾。此魚對蛋白質在飼料中需求量隨水溫不同而異——在攝氏 8.4 度時需求量为 40%，攝氏 14.4 度時為 55%。依 Dupree 與 Sneed⁽⁸⁾ 之研究結果，美洲鯰（*Ictalurus punctatus*）在攝氏 20 度時需求量为 35%，攝氏 25 度時需求量为 40%。然而同一魚種按 Garling 和 Wilson⁽⁹⁾ 之報告美洲鯰對蛋白需求量为 22~40%。這些差異主要來自飼養技巧及飼料成份之差異。表一列出數種重要養殖魚類對蛋白質的需求量，及其研究條件及文獻出處。鱒的蛋白需求在 40~46% 之間⁽¹⁰⁾，其他魚種如鯉（*Cyprinus carpio*）⁽¹¹⁾、草魚（*Ctenopharyngodon idella*）⁽¹²⁾、虱目魚（*Chanos chanos*）⁽¹³⁾、日本鰻（*Anguilla japonica*）⁽¹⁴⁾、鰈（Plaice, *Pleuronectes platessa*）、金頭鯛（Gilthead bream, *Chrysophrys aurata*）⁽¹⁶⁾、紅鯛（*Chrysophrys majore*）⁽¹⁷⁾、鮎（*Fugu rubripes*）⁽¹⁸⁾、小嘴鱧（*Micropterus salmoides*）⁽¹⁵⁾、大嘴鱧（*M. dolomieu*）⁽¹⁵⁾ 及紋鱧（Striped bass, *Morone saxatilis*）⁽¹⁹⁾ 等，以上魚種之蛋白質需求量皆在 35~55% 之間。一般而言，魚的最適蛋白質攝取量是受制於飼料中蛋白質與能量比以及蛋白質品質。如果魚飼料中含有

* 行政院農委會漁業處

Fisheries Dept., Council of Agriculture.

表一 幾種重要養殖魚種對蛋白質的需求量

魚 種	學 名	初 重	蛋 白 (% dry diet)	求	試 驗 期 間 (星期)	飼 養 溫 度 (°C)	測 定 指 標
虹 鱖	<i>Salmo gairdneri</i>	6.9	0.40		10	16-27	FC
		1.3	0.45		10	10	G. FC
		61.0	0.42		22	8-12	G. BP
		0.7	0.40		32	15	G. FC
		6.5-7.0	0.40-45*		10	9-12.5	G. PER. FC
鮭 類	<i>Oncorhynchus kisutch</i>	14.5	0.40		10	6.5-10.5	G
		1.5	0.55		10	15	G
	<i>O. tshawytscha</i>	1.5	0.40		10	8	G
	<i>O. nerka</i>	1.15	0.45		10	10	G. FC
小 嘴 鱧 大 嘴 鱧 紋 鱧	<i>Micropterus salmoides</i> <i>M. dolomieu</i> <i>Morone saxatilis</i>	0.6-5.6	0.40 (Casein and FPC)		2-8	23	G. FC
		2.0-6.2	0.45 (Casein and FPC)		4-9	20.5	G. FC
		2.25	0.55**		6	24.5±2	G. FC
		1.41	0.47		10	20.5	G. FC
紅 虎 日 本 鰻	<i>Pleuronectes platessa</i> <i>Fugu rubripes</i> <i>Anguilla japonica</i>	14.5	0.50		12	15	G
		2.0	0.50 (Casein)		3	25-26	G. FC
		3.1	0.44.5 (Casein+Arg and cys.)		8	25	G. BP
紅 魚	Red drum <i>Sciaenops ocellatus</i>	—	0.35		—	22-26	G. FC. PER
		—	0.44		—	26-33	

1. G=成長 FC=飼料轉換率, BP=體蛋白, PER=蛋白效率比
* 當鹽度由 10‰ 升高至 20‰, 其蛋白需求也由 40% 昇到 45%。

** 測定時最高蛋白使用量。

Reference

- (a) Satia (1974)⁽¹⁰⁾ (e) Zeitoun *et al.* (1973)⁽⁴¹⁾ (i) Halver *et al.* (1964)⁽³⁸⁾ (m) Millikin (1982)⁽⁴⁵⁾
 (b) Halver *et al.* (1964)⁽³⁸⁾ (f) Zeitoun *et al.* (1974)⁽⁴²⁾ (j) Anderson *et al.* (1981)⁽⁴⁵⁾ (n) Cowey *et al.* (1979)⁽⁴³⁾
 (c) Austreng and Refstie (1979)⁽³⁹⁾ (g) DeLong *et al.* (1958)⁽⁷⁾ (k) Anderson *et al.* (1981)⁽⁴⁵⁾ (o) Kanazawa *et al.* (1980b)⁽⁴⁸⁾
 (d) Cho *et al.* (1976)⁽⁴⁰⁾ (h) DeLong *et al.* (1958)⁽⁷⁾ (l) Millikin (1982)⁽⁴⁵⁾ (p) Nose and Arai (1972)⁽⁴⁴⁾
 (p') Daniels and Robinson (1986)⁽⁴⁹⁾