

魚菜共生系統之探討

專題學生：吳志軒、邵志桓、陳鴻源、戴世傑、李睿宏、梁柏祥



一、摘要

魚菜共生系統是將水產養殖與水耕栽培這兩種原本完全不同的技術，通過適當的設計來達到兩者間的協同共生，此一共生系統能使養魚不需換水而無水質問題，種菜不施肥而能正常成長，也就是將水產養殖系統的水輸送到水耕系統，其中水中氮氣是由微生物細菌分解成磷酸鹽和亞硝酸鹽，並將它們由植物利用作為營養物，之後，水再循環回到水產養殖系統。綜合來說，只要設計和操作正確，魚菜共生系統中的水根本不必移除，也就是說沒有任何的排泄廢水會被導出到系統之外，因此魚菜共生系統具有最不傷害環境的潛能，而此點也讓其有條件成為當今世界最有效的食物生長技術。本專題即是在探討魚菜共生在實際運作時可能碰到之問題及提出一些可能的解決之道，也期望透過此專題之執行能使學生對專題研究之過程能有一些接觸及體驗，以作為日後進行更深入之研究工作時能提供一些幫助。

二、研究起源

隨著世界人口激增、對營養健康要求日高及海洋漁獲日減等因素，糧食問題一直是當前人們最困擾的問題，而魚蝦貝類由於具有高蛋白及低熱量(含脂量低於紅肉)等特性，因此是理想的食物。另一方面，對水產養殖業之發展而言，雖然其具有悠久之歷史，但隨著時代的進步，人們對於食品安全及環境品質之要求亦日益高漲，面對此一風潮，其亦須有一些新的思維及作法。綜合來說，未來水產養殖業之發展所面臨的挑戰包含兩方面，一為確保實現水產養殖之全部潛能，二為生產可為社會各階層接受及取得有營養、安全及品質佳之產品，而相對的，未來對水產養殖人員的挑戰則為發展新方法及新設備，以符合消耗更少資源(空間、時間、人力、水、電、飼料等)，生產更多食物，且對環境之影響為愈小之要求。另一方面，隨著經濟的不斷發展，人民生活水準的不斷提高，對優質蔬菜、花卉的需求也日益增大，因此，蔬菜、花卉，以及一些經濟作物的設施栽培面積迅速擴大。此一發展雖然對蔬菜、花卉等作物的優質、早熟、高產量創造了有利條件，然而，其亦有下列缺點存在：(1) 導致土壤傳播性病蟲害日益嚴重，進而影響設施栽培的進一步發展。(2) 溫室有土栽培的大幅增產有其限制性。(3) 容易受到工業發展而帶來的環境污染，特別是土壤污染的干擾，上述這些缺點則給了無土栽培的契機。所謂的無土栽培可定義為：『不用土壤，而以砂礫、泥炭、蛭石、浮石、鋸屑等化學惰性物質作為培養介質，然後供給給所有必需元素的營養液，使植物能正常生長與發育的一種科學栽培的方法』，換句話說，無土栽培是指不用天然土壤栽培植物，而將植物栽培在營養液中，這種營養液可以代替天然土壤向作物提供水分、養分、氧氣、溫度，使植物能夠正常生長，並完成其整個生命週期。在溫室等園藝設施中進行無土栽培，一方面可以在不宜耕作的土地，如荒山、沙灘，以及土壤污染嚴重的地方進行，避免和克服土壤的干擾因素，另一方面，其亦能充分發揮設施栽培和無土栽培的優越性，生產出優質的產品。

魚菜共生(Aquaponics)系統可說是相當符合上述理念的一種新型的複合耕作體系，它是將水產養殖(Aquaculture)與水耕栽培(Hydroponics)這兩種原本完全不同的技術，通過適當的設計來達到兩者間的協同共生，因此又名「養耕共生」或「複合式耕養」，此一共生系統能使養魚不需換水而無水質問題，種菜不施肥而能正常成長，也就是將水產養殖系統的水輸送到水耕系統，其中水中氮氣是由微生物細菌分解成硝酸鹽和亞硝酸鹽，並將它們由植物利用作為營養物，之後，水再循環回到水產養殖系統。綜合來說，只要設計和操作正確，魚菜共生系統中的水根本不必移除，也就是說沒有任何的排泄廢水會被導出到系統之外，因此魚菜共生系統具有最不傷害環境的潛能，而此點也讓其有條件成為當今世界最有效的食物生長技術。至於魚菜共生系統能否商業化以作為一有效之生產模式，則應以養殖水產的產出以及水耕栽培的作物產出作為主體來加以衡量。本專題即是在探討魚菜共生在實際運作時可能碰到之問題及提出一些可能的解決之道，也期望透過此專題之執行能使學生對專題研究之過程能有一些接觸及體驗，以作為日後進行更深入之研究工作時能提供一些幫助。

三、實驗部份

為實際觀察魚菜共生系統之運作，本專題有使用水族箱建置一簡單之魚菜共生系統，其中使用兩種魚類(紅尾刺魚和泰國鯽)及三種蔬菜(空心菜、小白菜、萵苣)進行測試，水質部分則使用離子層析儀進行分析。

四、結果與討論

表1. 魚菜共生系統中，空心菜及池中水質之變化(魚名稱:紅尾鯽魚,數量:2,添加之營養鹽:無,魚飼料添加量及頻率:一天一次,一次5-8克)

日期	水質分析			菜之高度	備註
	氯離子(ppm)	硝酸根(ppm)	硫酸根(ppm)		
07/21	6.4	11.4	23.6	3 cm	
	8.9	21.8	27.2	5 cm	
07/27	9.1	23.7	29.9	6 cm	
08/25	9.9	34.6	28.7	15 cm	
09/04	9.7	36.7	30.1	20 cm	
09/11	0.05	10.3	43.6	22 cm	

表2. 魚菜共生系統中，小白菜及池中水質之變化(魚名稱:泰國鯽,數量:10,魚名稱:紅尾鯽魚,數量:2,添加之營養鹽:無,魚飼料添加量及頻率:一天一次,一次10-15克)

日期	水質分析			菜之高度	備註
	氯離子(ppm)	硝酸根(ppm)	硫酸根(ppm)		
09/30	6.6	14.5	29.0	3 cm	
10/16	7.5	18.5	30.2	5 cm	
10/23	8.8	33.9	35.8	6 cm	
11/6	8.0	27.8	32.6	8.1 cm	

表3. 魚菜共生系統中，萵苣及池中水質之變化(魚名稱:泰國鯽,數量:12,添加之營養鹽:無,魚飼料添加量及頻率:一天一次,一次10-15克)

日期	水質分析			菜之高度	備註
	氯離子	硝酸	硫酸		
09/30	6.6	14.5	29.0	發芽	
10/16	7.5	18.5	30.2	2 cm	
10/23	8.8	33.9	35.8	4.5 cm	
11/6	17.6	187.2	34.7		

四、結論

在這個專題中，我們共完成了下列事項：(1) 瞭解魚菜共生的原理與基本概念，(2) 研究魚菜共生的發展歷史，(3) 設置魚菜共生系統實際了解魚菜共生系統運作原理。(4) 探討魚類排泄物利用微生物轉化為水耕營養液的成效。(5) 探討自製魚菜共生箱的內循環生態成效。經由這些學習讓我們了解到魚菜共生系統雖立意良善，在學理上也似乎可行，但如何在魚隻養殖密度及提供植物足夠養分間取得適當之平衡點似乎並不容易，而這也是告訴我們魚菜共生若作為純觀賞或作為節水之示範或許可行，但若真要討論其經濟效益，則需審慎評估。

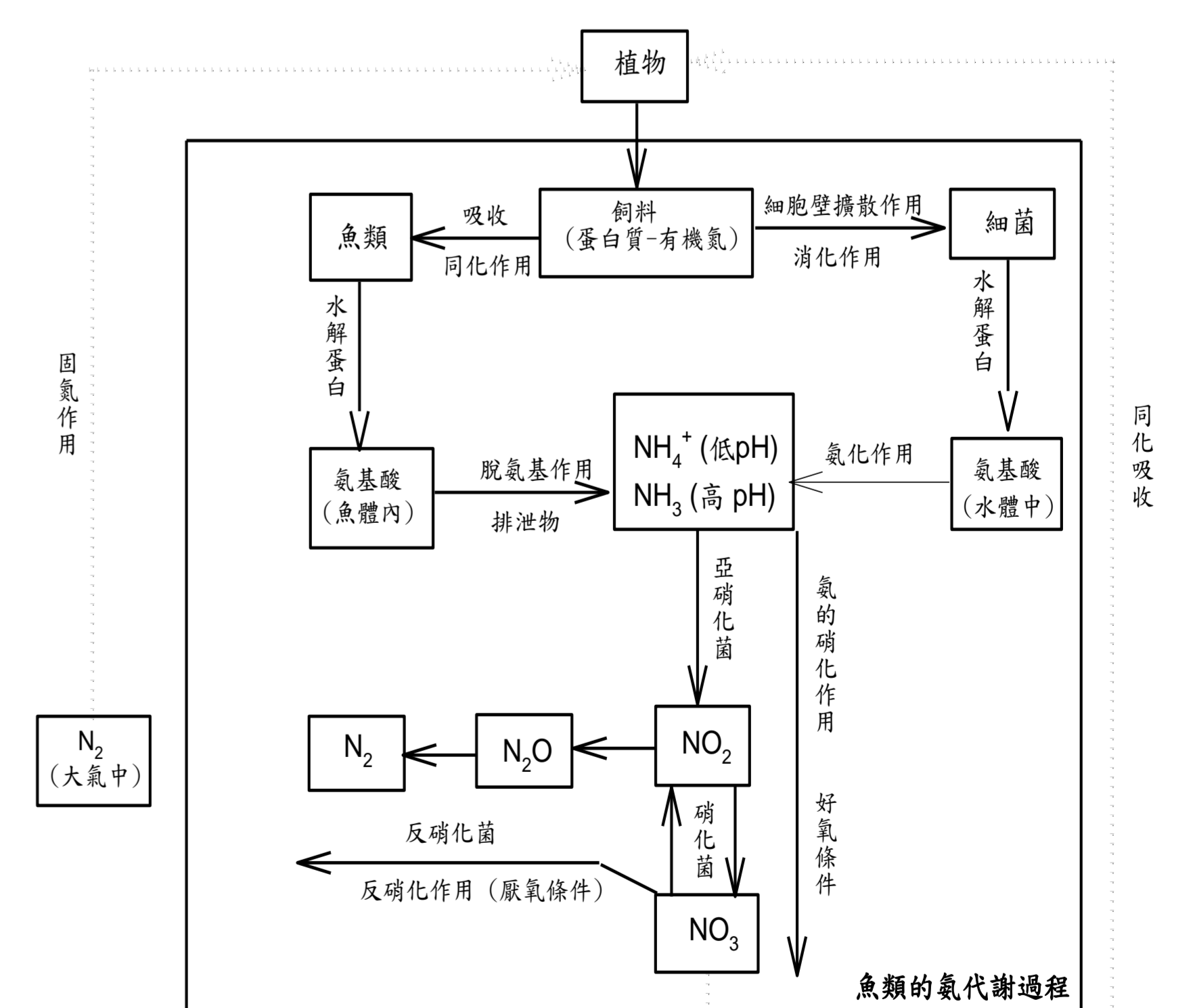


圖1 魚菜共生系統中氮的循環過程