

魚菜共生—— 都市怡情小農場

楊清富

魚菜共生兼具水產養殖與水耕栽培兩者的優點，
養殖水幾乎不需排舊換新，也不需特別處理，
更不需要額外替作物添加化學肥料，是一種對環境友善且具永續性的農法。

魚菜共生系統的特點

地球的資源有限，但伴隨著人口急速增加及工商業快速發展，可耕農地與水資源日益減少，更由於人類活動，許多農地可能已受汙染而不適合再生產糧食。同時，氣候變遷與不穩定更增加作物及養殖的生產難度與成本。這種原因使得全球糧食的產量受到限制，因此尋求在有限的空間與資源中創造出最大產量的農漁業生產方式應運而生，如水耕栽培、植物工廠、高密度循環水養殖等。

這類集約式的生產方式卻衍生出高耗能與汙染的問題。近年來由水耕栽培與循環水養殖結合的魚菜共生，具有低汙染物排放、低化學肥料使用的特性，能充分利用水資源並體現友善環境的概念。

循環水養殖在較高的設備成本考量下，都採取高密度養殖增加單位水量的生產量。為了維護大量養殖用水的水質，在循環水養殖系統中，通常會設置水質處理過濾設備維持水的潔淨。但即使有完善的水處理設備，仍需定期排水與換水。不但浪費水資源，排出的水體裡含有大量的含氮廢物，會對環境造成汙染。

在一般水耕系統中，植物生長發育所需的養分完全由養液提供，而養液成分是由多種化學物質依比例調配而成；再則，使用化學物質容易引起消費者的誤解，而對所生產蔬菜的安全性有所疑慮。反觀建構完善的魚菜共生系統，幾乎不需要排放廢水，僅需補充因自然蒸發、作物蒸散等因素所造成的水分耗損，不僅可大幅節省用水，也不會排放大量含氮水體至環境中造成汙染。

一個完善的魚菜共生系統在建置完成並穩定運作後，能觀察到作物及魚隻逐漸茁壯長大，收穫的成就感更是難以言喻。因此，魚菜共生除了生產糧食、友善環境的功能外，

由水耕栽培與循環水養殖結合的魚菜共生，具有低汙染物排放、
低化學肥料使用的特性，能充分利用水資源並體現友善環境的概念。

魚菜共生系統能提供不需要大量體力負荷的活動體驗，達到休閒、保健、養生的療癒效果。

也能豐富精神內涵。這也契合了絕大多數魚菜共生系統施作者的理念，既是為了生產安全與安心的食物，來改善飲食的品質，同時為環境永續性貢獻一份心力。此外，因為魚菜共生是一種模仿自然生態循環的小型系統，所以也常作為社區、學校生態教學的教材。

都市農業

近年來屢屢爆發食安問題，因此都市農業越來越流行，一股食物自己種、自己把關的概念正不斷蔓延。都市農場有別於一般農村的生產耕作，最主要的區別在於，都市農場座落在都市中，而都市農場生產的農產品主要在社區直接銷售，不需透過盤商交易，能真正達到降低食物里程，也因此能提供新鮮價廉的農產品。典型的都市農場通常是利用閒置土地、家庭後院，甚至是大樓樓頂作為生產場所，而交易場所也會在生產地點附近。

魚菜共生系統不但能省水、省能源，而且能實現廢物利用，減少對外部的汙染，因此是個可永續的生態系統。若這系統應用於都市、社區或家庭的食物生產，不僅可提供休閒及生態景觀，享受新鮮蔬菜、漁獲，還能促進社區內住戶的友善關係。更因為在當地生產當地消費而大大減少食物運輸、儲藏、加工等的碳足跡，對於減少排碳、減緩氣候變遷也有重要貢獻。

魚菜共生不僅可用來連繫人與人之間的情感，交流分享農事心得，還能促進技術提升，比如，更有效的設施降溫方法、病蟲害的防治技術、雨水收集及儲用技術，

農產品加工及包裝技術。魚菜共生的這種結合多項技術的農法，也提供許多可以自己動手做的機會，如簡易水電施工、作物栽培管理、設施搭建、造景規劃施工、生態觀察、健康烹飪、休閒娛樂等。透過科技的思維，還能激發更多的創意與機會。

除此之外，因應未來銀髮照護產業的需求，醫療機構、社區都會紛紛設立長期照護體系。而魚菜共生系統能提供不需要大量體力負荷的活動體驗，如藉由養魚、種菜促進肢體協調、減緩失智老化、調節情緒，達到休閒、保健、養生的療癒效果。

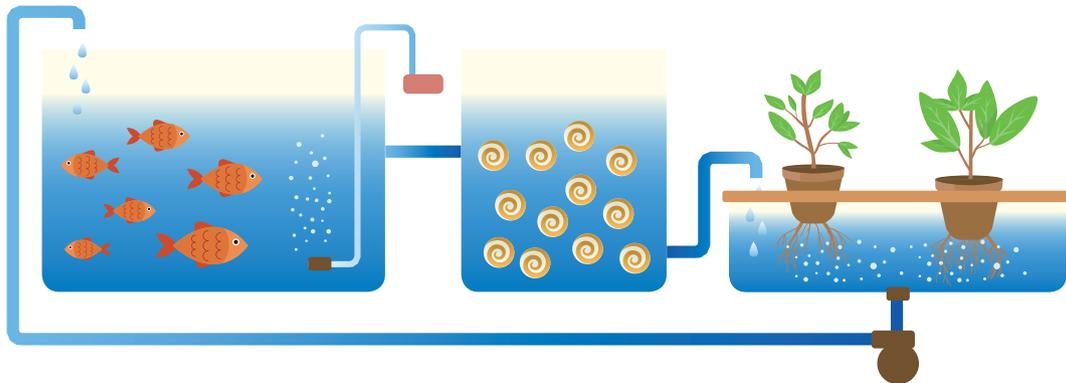
雖然魚菜共生系統病害、蟲害的問題較傳統的養殖或種植方式少，但仍無法免除。魚菜共生的植物經常發生的生理病害是營養不良，因為魚的營養需求與植物並不完全相同，而供應植物的營養都源自魚取食餌料後的代謝物及殘餌的轉化。在魚菜共生較為封閉的系統中，不若一般土耕栽培，植物能由土壤中獲取所需的營養元素，因此缺乏某些微量營養元素時，生長就會受到影響。

在魚菜共生系統中，植物如遭感染病蟲害，防治的方法通常較一般栽培少，這是由於化學藥劑的防治不會列入考慮，因為化學藥劑對魚的毒害非常嚴重。也因此魚菜共生系統所生產的蔬菜，比一般栽培更為安全無毒。

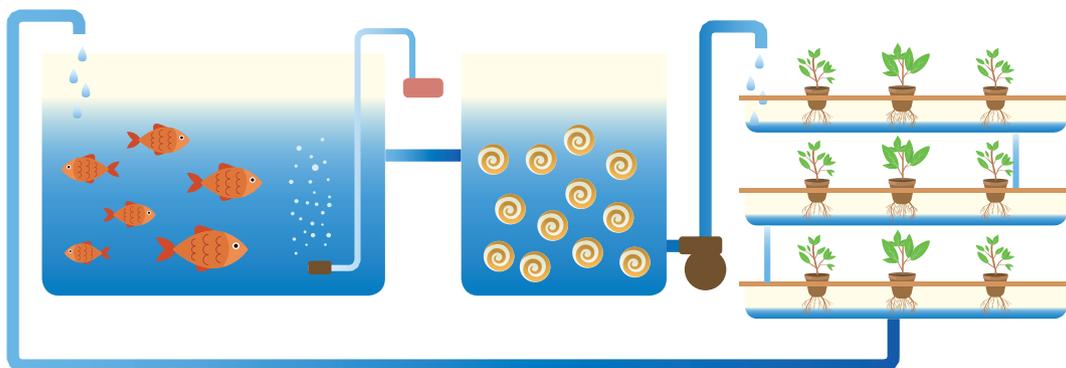
魚菜共生系統的类型

近代的魚菜共生系統發展出許多型式，主要的型式包括：深水栽培、薄膜栽培、潮汐栽培。雖然不同的型式間有不同的樣態，

深水栽培系統



薄膜栽培系統



但核心技術是相同的，主要都是靠著自然的循環維繫系統間生態的平衡。以下針對各種型式簡略說明。

深水栽培系統 包括養殖桶、生化過濾槽、栽培植床，以及水、空氣幫浦。養殖桶提供魚類生長的場所，生化過濾槽內填充生化球、毛刷等材料供硝化菌棲息繁衍，把水中的氨轉換成植物可利用的肥分。栽培植床以一般水耕栽培的方式使作物定植於浮板上，作物吸收水中的營養鹽而生長。

植物猶如水質處理器，能把養殖水淨化後回流至養殖桶，因此魚能在良好的水質環境下生長，水在系統中循環流動蓄養著魚也滋養著植物。

薄膜栽培系統 薄膜型系統與深水型系統類似，主要差異在於利用管耕方式栽培，管內流著少量的水，植物的根系則從水中吸取養分。薄膜型系統通常可把定植管設計成立體的型態，增加種植面積以提高產量。

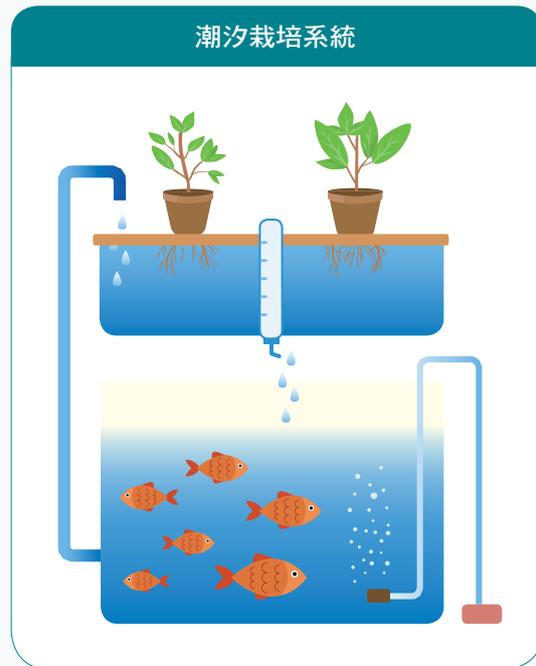
潮汐栽培系統 潮汐型的特性是栽培槽內填充介質，一方面可供作物根系發展，另一方面扮演菌床的功能供硝化菌棲息繁衍及進行硝化反應。透過虹吸裝置，可使栽培槽內的水位自動呈潮汐式的升降，因此栽培槽內的水能完全在系統內循環，不會有滯留的情形。

在高水位的狀態，槽內介質大部分會淹浸在水中，能提供水給作物根系，也能提供硝化反應所需的氨給硝化菌。在低水位狀態，空氣會進入介質的空隙間，能提供空氣給作物根系。潮汐式水位控制可確保植物的根圈有足夠的營養鹽和空氣，也能使介質保持溼潤，並讓硝化菌繁衍。潮汐型系統因植物的根系有比較好的支撐，因此適合高莖或果菜作物的種植。

魚菜共生系統的 ABC

魚菜共生整合魚、植物及微生物在共同系統裡，因此有一些條件必須滿足才能維持整個系統的穩定。主要的條件包括：水中的溶氧量、酸鹼度（pH 值）、水溫及水體含氮量。魚類透過鰓從水中獲得氧氣，因此水中溶氧過低可能導致魚類在短時間內死亡。另外魚菜共生系統中的主要微生物是好氧性細菌，水中溶氧太低會降低其活性。提高溶氧有許多方式，最簡單就是利用空氣幫浦把空氣打入氣泡石在水中形成微小的氣泡，增加水中溶氧量。根據聯合國糧食及農業組織的研究，最佳的溶氧量約在 5 ~ 8 mg / L。

水的 pH 值對魚菜共生系統有顯著的影響，尤其對作物及硝化菌影響更大。pH 值影響作物吸收養分的能力，pH 在 6 ~ 7 時所有的養分都能快速吸收，但高於或低於這個範圍，作物就難以利用水中的養分，導致微量元素如鐵、磷及鎂的缺乏。硝化菌



在 pH 值低於 6.0 的環境中會降低活力，影響其把氨轉換成硝酸鹽的效率，導致水中的氨含量增加而對魚造成毒害。因此魚菜共生系統中的水體最好呈中性、略微偏酸，pH 值在 6 ~ 7 是最佳值。

水溫對系統的影響是全面性的，水溫控制在攝氏 18 ~ 30 度對魚、硝化菌及作物都是可接受的範圍。水溫過高會降低水中的溶氧，水溫過低可能造成魚的死亡，也會使硝化菌停止代謝。不同的魚種及作物有不同適合生長的溫度範圍，因此選擇適合當地氣候的魚種與作物非常重要。

養殖水中氨主要是從魚體直接排出，氨對魚具有毒性，會傷害魚的神經系統及影響鰓的功能，導致魚窒息或痙攣。高濃度的氨也會嚴重降低硝化菌的活性，亞硝酸離子對魚的毒性與氨相似，因此在魚菜共生系統中水體氨及亞硝酸離子濃度須控制在 1 mg / L 以下，才不會對魚的健康產生



模組型魚菜共生系統麻雀雖小五臟俱全，是生態教育最好的教具。

影響。硝酸對魚的毒性較低，硝酸態氮是植物最容易利用的養分，濃度太低會造成肥力不足，太高可能影植物生長，因此較佳的硝酸濃度是 5 ~ 150 mg / L。

都市魚菜共生小農場

魚菜共生受到廣泛的推廣，發展出非常多樣獨特的型態，從專門從事生產的大型農場到精緻的桌上小物，不斷地推陳出新。其中符合都市生活業餘性質的魚菜共生小農場，正悄悄地落點在各個角落，宛如遺落在都市水泥叢林中的綠洲，默默地豐富人們的心靈。



魚菜共生也適合香草植物的栽培，不需化肥且無農藥，既天然又安全。

魚菜共生系統除了傳統的蔬菜栽培外，香草植物也是一個不錯的選擇，如甜菊、馬鞭草、甜薄荷、仙草、迷迭香和香茅。

符合都市生活業餘性質的魚菜共生小農場，正悄悄地落點在各個角落，宛如遺落在都市水泥叢林中的綠洲，默默地豐富人們的心靈。

靠著養魚的水種出來的香草植物不用擔心化學藥劑的問題，隨手一摘就能沖泡出一壺清香的花草茶。此外，香草還能用來製造手工肥皂、萃取精油。滿園子的綠意和著淡淡的花草香，最能調劑生活上的壓力。

模組型魚菜共生系統麻雀雖小五臟俱全，是生態教育最好的教具。自己養魚、種菜、採收，實際體驗魚菜共生的自然循環，不需要透過長篇大論就能了解魚菜共生系統的奧妙。從小內化的環境永續概念，會像種子一樣萌芽茁壯，為地球環境的永續貢獻一份心力。

雖然大部分植物都需要充足的光線才能正常生長，近來魚菜共生系統作為居家的擺飾也時有所見。擺在室內的魚菜共生系統藉由人工補光，作物依然可以有良好的生長狀況甚至開花結果，憑添雋永的觀賞性。而生長在室內的綠色植物不但能夠改善空氣品質，看看綠色植物也能紓解眼睛壓力令人心曠神怡，觀賞優遊水中的魚群也頗具療癒作用，透過餵食魚群還能增添無限的樂趣。

魚菜共生的魅力在於靠著自然的循環就能生產衛生、安全的食材，同時能節省水資源並做到無汙染排放，對環境非常友善。因此吸引許多家庭在庭院利用簡單材料搭起能夠防雨、防蟲的設施，再闢個水池養些魚，就能利用養殖的水滋養所種的蔬果。在這個自成一格的園子中，只需要提供一些飼料給養殖的魚，就能持續提供最新鮮的食材。同時，愛吃什麼就種什麼，就像是一個取之不盡，用之不竭的食物銀行。

在小小的網室中，下方養魚，上方種蒲瓜。養魚的水提供植物生長的肥分，植物及種植的介質則回饋乾淨的水質，儼然是魚幫菜，菜幫魚最佳的寫照。但在



雖然大部分植物都需要充足的光線才能正常生長，近來魚菜共生系統作為居家的擺設也時有所見。



在這個拱型結構中，底層蓄養著魚，養殖的水流動在管路中滋養著兩旁的植栽。外側覆蓋著防蟲網保護著內部的蔬菜不受蟲害，兩旁的綠色蔬菜既能食用，更提供最佳的視野享受。拱型的內部空間自然與科技完全融合且毫無違和感，不論是三五好友還是一個人，在這優雅的環境中總能讓人流連忘返。



庭園型魚菜共生像取之不盡的食物銀行



在小小的網室中，下方養魚，上方種蒲瓜。

網室內授粉昆蟲不易進入，須靠人工授粉才能著果。這裡的蒲瓜花從授粉到採收只需 12 ~ 14 天，結實纍纍的蒲瓜不但鮮甜可口，生產的方式更能媲美有機種植。而且養殖桶內的魚經過 8 ~ 10 個月的養殖，早已肥碩可供食用。更可貴的是，自己把關養出來的魚完全不用擔心安全性。

魚菜共生系統幾乎沒有型的限制，一塊空地加上簡單的 DIY 就能創造出一個生趣盎然的小農場。農場裡可以源源不絕地供應當季的蔬菜，還有肥美現撈的魚能豐富餐桌上的菜色。自己種自己養的食材吃起來更安心滿足。

都市農業可以凝聚社區的向心力，提供社區民眾新的農事體驗，讓大家重新思考都市生活的方式。更重要的是，都市農業有助心靈調劑，提高了生活品質，也能藉由身體的勞動及安全的飲食改善人們的健康。在可預見的未來，都市農業會逐漸普及。而魚菜共生在這一波熱潮中，以其豐富多元提供了人們一項更環保的選擇，能讓我們從利用自然的循環中省思，如何為地球環境的永續貢獻一份心力。



農場裡還有肥美現撈的魚能豐富餐桌上的菜色。



魚菜共生系統幾乎沒有型的限制，一塊空地加上簡單的 DIY 就能創造出一個生趣盎然的小農場。

楊清富
行政院農業委員會臺南區農業改良場