

魚菜共生友善環境經營模式 示範及效益評估

文圖 / 王茗慧、潘依玲、曾喬庸、藍玄錦、陳俊位

前言

茭白筍為臺灣重要之莖菜類蔬菜，產地集中於南投縣埔里鎮及魚池鄉，兩鄉鎮之種植面積約占全臺 85% 以上。茭白筍採收季節在夏季，時值高溫多濕及多颱風豪雨致蔬菜作物大多栽培不易之際，故成為臺灣重要的夏季蔬菜之一。除夏季外，一年四季皆可品嚐到，主因茭白筍栽培管理技術成熟，如電照、刈頭等產期調節技術及採收後易搬運與耐貯藏等特點，使得茭白筍幾乎全年可供應。但由於土地面積有限，農友往往採用連作方式，使得耕地土壤少有休息機會，而慣行農法操作上農民習慣性大量使用化學肥料，使土壤理化特性變差，加上長年淹水易造成元素缺乏及土壤通氣性下降，以及近年氣候變遷等因素，都間接造成茭白筍產量逐年下降之趨勢。另一方面，茭白生產過程及配合調節產期需大量灌排地下水及泉水，水資源利用效率低，且影響水資源利用之永續性；臺灣地狹人稠、高山林立，除可耕地面積受限外，水資源不易保留，加上近年來氣候劇烈變遷，使得水資源之分配失去平衡，導致傳統農業遭受巨大考驗。因此，希望整合茭白栽培之土壤改良、病蟲害防治及水資源利用節水技術，期以矽酸鈣、

碳化稻殼等改善土壤酸化問題，並利用茭白之吸收能力，淨化養殖漁業之廢棄水質。另一方面，搭配有益微生物之使用，建立魚菜共生模式，整合為一友善環境、永續農業之生產模式，維護水田自然生態，提升茭白筍及漁業養殖產能之效益並改變現有慣行栽培之瓶頸。

魚菜共生

魚菜共生為近年來新興的一種農業操作模式，其結合作物栽培及水產養殖，可有效利用水資源，並形成一氮循環系統，使養分循環再利用。魚菜共生的原理係將養殖物排放至水中的排泄物或餵養後所殘餘之殘餌，經分解作用後形成可供植物吸收之養分型態，再藉由作物將水淨化後回收作為新的養殖用水，達到水資源再利用之目的，是一種對環境友善的生產方式。魚菜共生系統藉由養殖密度的控制、投餌量多寡及作物種類等之組合，可延伸出不同之系統模式。

南投縣埔里鎮及魚池鄉是國內茭白筍栽培面積最大的區域，且因水源充沛、清澈，故有許多高經濟魚種之養殖戶，如鱒龍魚、鱒魚等。統計結果顯示，每 30 立方公尺之養殖池，每日排放之廢棄水約 3-5

公噸，養殖後之廢棄水多直接排放至溪底，十分浪費。本場建立之魚茭共生系統，係利用上述養殖後之廢棄水，進行茭白筍田灌溉，再行排放。經調查及水質監測結果顯示(表 1)，養殖池之排放水 pH 值介於 7.12-8.00、DO 值(溶氧量)為 4.74-6.93、氨態氮及硝酸態氮分別介於 0.53-1.42 ppm 及 2.21-6.8 ppm 之間，經由排入茭白筍田

區後其水質數據則為 pH6.87-7.94、DO 值 3.99-6.07、氨態氮 0.35-1.04 ppm 及硝酸態氮 0.87-1.76 ppm。養殖後之廢棄水排入茭白筍田區後，其氨態氮及硝酸態氮皆可經茭白之吸收而降低，除可提供茭白筍栽種期間之養分外，亦可達到淨化水質之效果，減少因養殖廢棄水中高含量氮造成溪流優養化之問題。

表 1. 魚茭共生試驗場域之水質監測數據

		3/23	4/15	5/21	6/17	6/18	7/15	8/19	9/23	10/27
養殖池排放水	pH	7.12	8.00	7.44	7.65	7.53	7.61	7.41	7.35	7.30
	DO 值 (ppm)	5.59	4.74	6.93	5.13	4.84	5.42	5.11	5.61	5.32
	氨態氮 (ppm)	1.10	0.83	0.80	1.31	1.42	1.22	0.53	1.05	1.34
	硝酸態氮 (ppm)	3.50	3.56	4.98	3.74	2.32	4.54	3.69	2.33	6.80
施肥										
取水點 2	pH	7.12	7.94	7.58	7.32	6.87	6.98	7.13	7.31	7.22
	DO 值 (ppm)	5.44	5.47	4.39	5.42	3.99	4.33	5.19	6.07	4.23
	氨態氮 (ppm)	0.64	0.54	0.35	0.62	4.27	0.45	0.41	0.39	1.04
	硝酸態氮 (ppm)	1.05	1.32	0.87	0.95	3.98	1.26	1.59	1.60	1.76

魚茭共生之生物防治

福壽螺為大型的淡水螺物種，繁殖能力強，為雜食動物，喜歡吃幼嫩的植物，對水稻、茭白筍等水田作物危害很大。傳統農業操作中多以 Niclosamide(耐克螺)或是苦茶粕等作為防治手段，但上述兩項資材會因氣候溫度條件及操作方式影響成效。如耐克螺施用時須有一定之水位高度，方能見效。而苦茶粕於低溫下效果不佳，兩者於防治之效果皆無選擇性，對於水田中其他生物亦具有毒害，進而破壞生態。再者福壽螺會隨著灌溉水流移動，即使原田區內之福壽螺已清除，但難保灌溉

水源不再挾帶。

利用魚隻進行生物防治是一有效的方法，於田區進水口處設置一水池，該水池出水口處以鐵網遮蔽，防止魚隻游出，方便管理。而魚種之選擇可利用鯉魚、青魚、泰國鯰、鰻等，皆具有防治效果。魚隻吃完福壽螺後排出之排泄物，則可作為茭白筍田區之養分，達到農業循環目的。

茭白筍生產剩餘物應用性

茭白葉片及葉鞘佔總生質量 50-70%，每公頃茭白桿(殼)生產剩餘物鮮重可達 7-10 公噸，且茭白葉鞘及葉片中含 K₂O 各約 3-4%、5-7%，及含有鈣、鎂、錳、

銅、鋅等微量元素，為一理想的農業循環用之堆肥材料來源。另茭白筍栽種過程中，多需進行老葉或病害葉剝除之田間操作，以促進分蘖生長、通風、避免害蟲隱蔽，以利病蟲害防治管理。然茭白葉(殼)多堆置於田間暗溝，發酵腐爛過程中產生厭氧性細菌阻礙根部呼吸，且老葉攜帶之病蟲害，尚殘存於其上，除影響田內水流外，亦成為田間病蟲傳播源之一，但農民朋友於田間操作時，若再將剝除後之老葉移出田區，對於勞力上是一大負擔，因此必須尋求一適宜處理的方法，避免將茭白葉(殼)丟置於田間，減少栽種之問題，並達到農業循環之目的。

微生物製劑及菇蕈生產剩餘物質於茭白筍友善栽培上之應用

1. 液態微生物製劑使用

本場開發之微生物製劑係利用乳清蛋白、海草粉、矽藻土、蝦蟹殼粉及糖蜜等所製成，將木黴菌(Trichoderma)及上述資材投入濾袋中後，再添加適量之水，每日攪拌，待10-14日後，即可取出使用，取出後依據作物生長時期及類別可選擇以根灌、葉噴等方式以及依據生長時期進行不

同稀釋倍數等施用，若以茭白筍為例，其可以稀釋倍數200-500倍進行葉面施用。水田作物，則可直接於田區進水口處施用，使其順著田間水流佈滿田區，以利植株吸收。茭白筍田區則可以每次每0.1公頃施用20-30公升之量進行操作。微生物製劑之施用，可加速栽培過程中剝除下來並棄置於暗溝中之老葉的分解。

2. 菇蕈生產剩餘物質再利用

利用菇蕈類作物生產後之剩餘物質，以木黴菌堆肥發酵接種劑進行接種後，可快速分解，並調製成具抑病能力之介質，供栽培上使用。另一方面其具有相當之肥效，以及其內含之木黴菌可加速有機物質之分解，運用於茭白筍栽培上可提供養分供植株吸收，亦可加速栽培過程中剝除下來並棄置於暗溝中之老葉的分解，分解後所產生之肥分可循環再利用於茭白生長之所需。於施用時，因菇蕈生產剩餘物質開發之產品較輕，若直接施灑於田區，會浮於水面，並隨水流沖走，故可以不織布之肥料袋包裝後，直接放置於田區進水口處，用量為每分地20-30包，並依據田區之形狀及水流之方向進行放置方式之調整。

表 2. 魚茭共生生產模式及傳統栽培模式之茭白筍生育性狀及產量比較

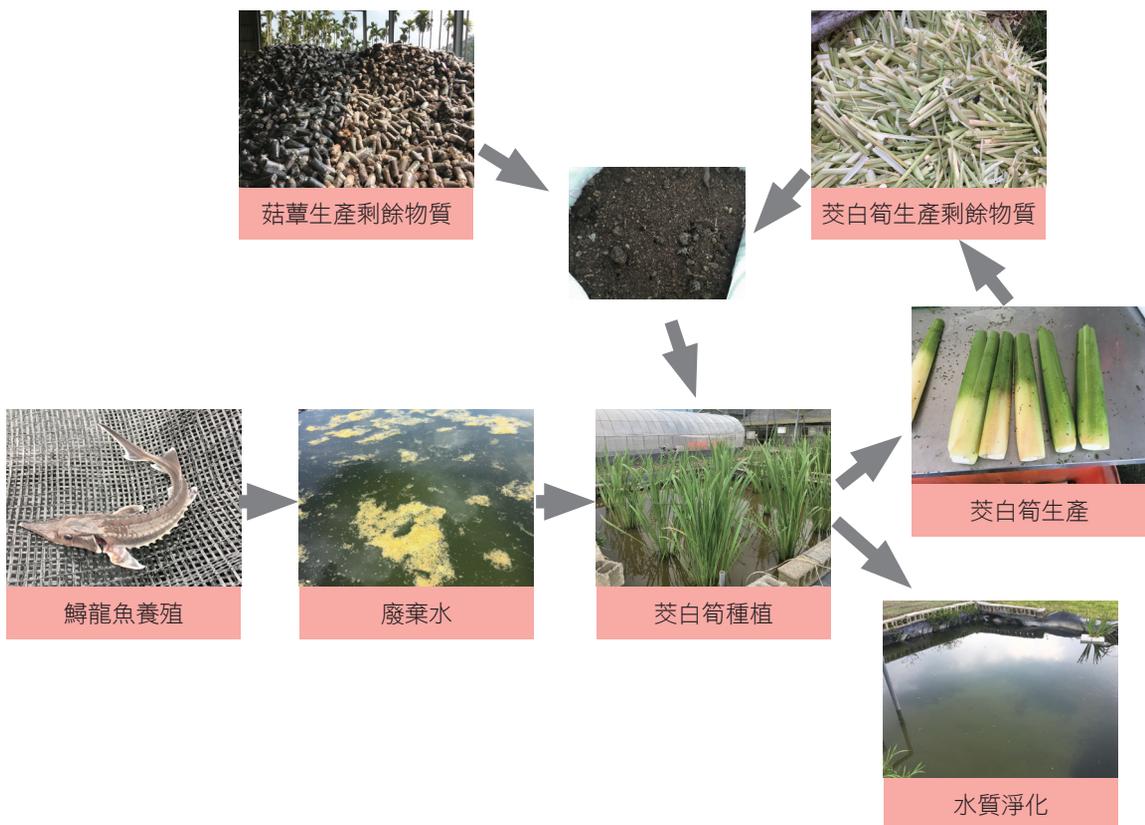
處理	株高 (cm)	分蘖數	單筍重 (g)	總產量 (kg/0.1 公頃)
傳統栽培模式	172.3 a	17.3 a	77.3 b	2369.5 b
魚茭共生示範組	190.0 a	19.8 a	90.2 a	3070.0 a

結語

經由上述之技術整合後進行茭白筍栽培，經調查結果顯示(表 2)，單位面積產量可較慣行之栽培方式提高 10-15%，並增加筍肉可溶性固形物之含量，提高品質。經農家收入及支出統計結果換算，此生產模式可減少 1/3 茭白筍栽種過程中需使用之肥料用量，意即每 0.1 公頃可減少施肥量約 80-100 公斤左右，以每公斤 10-15 元再加上肥料施用人力費用(1,500 元/日/工)之換算，每期作(一年兩期)可減少農戶 0.1 公頃之支出成本 6,800-

7,500 元左右。產量之增加則可增加茭白筍農戶每期作、每 0.1 公頃收入 35,000-70,000 元不等，總計可增加盈收 41,800-77,500 元。

本場建立之魚茭共生生產模式，係整合茭白筍田之土壤改良，並利用茭白筍之吸收能力，淨化養殖漁業之廢棄水質，另一方面，搭配有益微生物之使用，減少廢棄物的產生，整合為一友善環境、永續農業生產之栽培模式，以維護水田之自然生態並提升茭白筍及漁業養殖產能之效益。



魚茭共生循環模式示意圖



經微生物發酵處理後之農業生產剩餘物質，以肥料袋包裝後，於袋上穿刺小洞，再置於田間入水口處，養分可順著水流佈滿田區，內含之微生物可加速田間副產物分解，亦可減少施肥用量及人力，節省成本及達到省工之目的



茭白筍以循環生產模式之田區生長情形（右）及對照組（左）