

有機茶園 生物多樣性全面提升

撰文 | 茶及飲料作物改良場北部分場 劉秋芳、吳軒光、林漢釗、蘇彥碩

有機茶園 需要一套可量化的生態指標

近年來，生物多樣性保育已成為全球永續發展的重要議題。《昆明－蒙特婁全球生物多樣性框架》提出2030年前遏止生物多樣性流失，自然相關財務揭露（Taskforce on Nature-related Financial Disclosures, TNFD）、Nature Positive及永續發展目標（SDGs）等國際倡議，也逐漸將農業生態系的生物多樣性納入永續治理的重要指標。

臺灣茶園多位於淺山及丘陵地帶，不僅生產優質茶葉，也是許多野生動植物的重要棲地。然而，目前茶園生態效益多以單一生物類群調查為主，缺乏整合地下與地上生態系的量化評估方式。

因此，本研究於2025年調查北部3處有機茶園及鄰近3處慣行茶園，整合土壤微生物、植物、節肢動物、鳥類及小型哺乳動物等五大生物類群，建立適用於臺灣茶園之生態貢獻度指標，作為

茶園永續管理、生物多樣性監測及政策推動的科學依據。

建立跨階層生態貢獻度 評估架構

依據生態系組成與營養階層概念，本研究建立涵蓋土壤微生物、地表植被、節肢動物、鳥類和哺乳動物等五大生物類群之生態貢獻度評估架構。「生態貢獻度」係指茶園對生物多樣性維持、生態系功能及野生生物棲地支持等生態效益之綜合表現。評估內容包括土壤微生物多樣性與功能性基因、植物科數、種數與覆蓋度、節肢動物多樣性及天敵族群，以及鳥類與哺乳動物之種類與利用情形。

透過由地下至地上、由基礎生物群聚至高階消費者的跨層次調查，可同時反映土壤生態、植物棲地、食物網結構及高階消費者利用情形，避免僅以單一生物類群判斷茶園生態品質，建立較完整的茶園生態效益評估架構。

土壤生態改善

土壤微生物參與有機質分解、養分循環及植物生長，是維持茶園生態系功能的重要基礎。調查結果顯示，有機茶

園土壤微生物DNA濃度達234 ng/μg，為慣行茶園7.5倍；Shannon多樣性指數為7.57，微生物種數達22,215個，較慣行茶園的14,838個增加49.7%，屬數及

表1. 有機和慣行茶園土壤微生物相

農法	DNA濃度 (ng/μg)	DNA萃取量 (μg)	夏農指數	種數 (個)	屬數 (個)	科數 (個)
有機	234	35.1	7.57	22,215	3,047	848
慣行	31	9.3	7.32	14,838	2,407	730

表2. 有機和慣行茶園土壤微生物功能性基因數量及其對應微生物族群比例

基因名稱	功能性	有機茶園		慣行茶園	
		數量 (個)	占比 (%)	數量 (個)	占比 (%)
iaaM	催化 L-色氨酸轉化為吲哚-3-乙酰胺，合成植物生長素 (IAA)	28	0.036	13	0.014
Alkaline phosphatase	催化有機磷水解轉化為無機磷，供植物與微生物直接吸收利用	26	0.007	5	0.002
Putrebactin synthase	催化產鐵載體Putrebactin 的生物合成，獲取鐵質與調節金屬離子，供生物吸收	20	0.005	15	0.006
Chitinase C	催化幾丁質的降解，具釋放碳與氮源、破壞真菌結構和抑制有害線蟲等功能	419	0.232	360	0.431
Lantibiotic subtilin	合成環狀抗生素勝肽 (subtilin)，可抑制革蘭氏陽性病原菌和維護根圈微生物相平衡	8	0.001	2	0.001
Surfactin synthase subunit 1	合成脂肪表面活性素 (Surfactin) 的多功能非核糖體肽合成酶核心次單元，可抑制病原菌和誘發植物抗性	38	0.301	28	0.045
Cytochrome P450	負責降解和代謝環境中的外源性污染物，如農藥、多環芳香烴等。	12	0.089	11	0.120
Endoglucanase E-2	催化纖維素糖苷鍵斷裂，降解為較短的寡糖與纖維二糖，轉化為生物可利用的小分子	318	0.359	290	0.624
Ligninase B	分解土壤中的木質素，釋放碳源供生態系利用	0	0.000	0	0.000
NifH	驅動生物固氮作用，促進植物生長	1036	3.228	736	2.135
Total		1905	4.259	1460	3.378

註：表中橫列有相同英文字母者表示差異未達5%顯著。

科數亦同步增加（表1）。

此外，固氮（Ni₂H）、植物生長素（IAA）合成、磷素有效化及病原菌抑制等功能性基因數量多數高於慣行茶園，其中Ni₂H基因數量由慣行茶園的736個增加至有機茶園的1,036個，增加300個（表2），顯示有機茶園具有較高的土壤微生物多樣性及功能，有助於促進養分循環與植物生長，強化茶園土壤生態系功能。

植物多樣性提升

茶園植被是食物網的重要基礎，可提供昆蟲及其他野生生物取食、棲息及繁殖場所。2025年3月至11月調查共記錄55科127種維管束植物，有機茶園各月份的科數與種數皆高於慣行茶園，其中有機茶園記錄103種，較慣行茶園81

種增加22種（表3）。植物覆蓋度於4、5、6、7、9、10及11月均顯著高於慣行茶園，其中7月達86%，較慣行茶園（57%）高29%；10月仍維持40%，而慣行茶園僅3%。

適度保留地被植物，可增加棲地異質性，提供授粉昆蟲、植食性昆蟲及天敵生物利用，同時改善土壤保水、保肥能力及減少裸地，形成良好的地上與地下生態循環，兼顧茶園生產與生物多樣性。

節肢動物多樣性增加

節肢動物連結植物與高階消費者，是反映茶園食物網結構及生態功能的重要指標。掃網調查顯示，有機茶園共記錄50科78種節肢動物，高於慣行茶園43科52種；其中捕食性昆蟲及蜘蛛種類與

表3. 有機和慣行茶園植被的科數、種數與覆蓋度

月份	科數			種數			覆蓋度（%）		
	有機	慣行	差異	有機	慣行	差異	有機	慣行	差異
3	16 ± 1 a	14 ± 5 a	2	25 ± 2 a	20 ± 10 a	5	57 ± 26 a	43 ± 42 a	14
4	21 ± 5 a	13 ± 7 a	8	33 ± 4 a	21 ± 10 a	12	58 ± 20 a	24 ± 35 b	34
5	21 ± 3 a	16 ± 6 a	6	35 ± 5 a	27 ± 12 a	8	75 ± 16 a	37 ± 39 b	38
6	25 ± 3 a	22 ± 8 a	3	42 ± 5 a	34 ± 12 a	8	79 ± 11 a	46 ± 38 b	33
7	21 ± 0 a	20 ± 5 a	1	35 ± 2 a	33 ± 9 a	2	86 ± 7 a	57 ± 39 b	29
8	25 ± 6 a	19 ± 12 a	6	37 ± 13 a	29 ± 19 a	8	58 ± 40 a	52 ± 38 a	6
9	19 ± 4 a	16 ± 6 a	3	30 ± 5 a	23 ± 10 a	7	44 ± 27 a	19 ± 27 b	25
10	21 ± 4 a	17 ± 8 a	4	31 ± 7 a	24 ± 12 a	7	40 ± 25 a	3 ± 4 b	37
11	21 ± 4 a	17 ± 9 a	6	32 ± 6 a	26 ± 14 a	6	49 ± 18 a	27 ± 33 b	22
總數/平均	49	39	10	103	81	22	61	34	26

註：表中橫列有相同英文字母者表示差異未達5%顯著。



數量均增加，天敵比例達46.4%，較慣行茶園（19.7%）高出26.7%（表4）。

黃色、藍色及綠色黏紙全年調查結果亦顯示，有機茶園平均每張黏紙捕獲99.7隻節肢動物，約為慣行茶園（54.1隻）的1.8倍（表5），顯示有機管理及較高的植物多樣性可提供更多食物與棲息資源，增加節肢動物及天敵族群，形成較複雜的食物網，並有助於強化茶園自然生物防治能力，為降低病蟲害風險及化學防治依賴提供生態基礎。

保育類野生動物利用茶園

茶園位於淺山及丘陵地區，與森林及其他自然棲地相鄰，其生態功能不僅表現在植物與節肢動物多樣性，也可由較高營養階層的野生動物利用情形加以反映。紅外線自動相機及鳥類調查顯示，有機茶園紀錄10種哺乳動物種類及15種鳥類，均高於慣行茶園的9種及12種；哺乳動物相對豐度（OI）為 57.74 ± 47.11 ，亦高於慣行茶園 24.48 ± 13.62 （表6）。調查記錄到穿山甲、

表4. 有機茶園與慣行茶園節肢動物和功能群掃網比較

項目	有機茶園	慣行茶園	差異數
節肢動物物科數（個）	50	43	7
節肢動物物種數（個）	78	52	26
節肢動物個體數（隻）	526	594	-68
寄生性昆蟲物種數（個）	7	8	-1
寄生性昆蟲個體數（隻）	72	58	14
捕食性昆蟲物種數（個）	5	3	2
捕食性昆蟲個體數（隻）	47	18	29
蜘蛛物種數（個）	11	7	4
蜘蛛個體數（隻）	125	41	84
天敵比例 %*	46.4	19.7	26.7

*天敵比例=（寄生性昆蟲+捕食性昆蟲+蜘蛛個體數）/節肢動物個體數×100

表5. 2025年北部茶區有機和慣行茶園以各色黏紙捕獲節肢動物數量

調查日期	黏紙	農法	膜翅目	半翅目	直翅目	鞘翅目	雙翅目	嚙蟲目	蛛形綱	其他節肢動物	總個體數	
3月20日	黃	有機	25.9 ± 10.5 a	1.9 ± 2.0 a	0.1 ± 0.3 a	0.2 ± 0.4 a	157.4 ± 44.9 a	0.0 ± 0.0 a	0.8 ± 1.0 a	5.3 ± 11.4 a	191.5 ± 55.6 a	
		慣行	11.7 ± 7.5 b	0.1 ± 0.3 b	0.1 ± 0.3 a	0.3 ± 0.7 a	60.7 ± 21.2 b	0.1 ± 0.3 a	0.4 ± 1.2 a	0.0 ± 0.0 a	73.3 ± 24.2 b	
4月30日		有機	28.4 ± 12.6 a	7.2 ± 4.4 a	1.8 ± 1.8 a	2.7 ± 1.2 a	53.3 ± 26.1 a	0.4 ± 0.8 a	6.8 ± 3.5 a	3.8 ± 2.3 a	104.3 ± 28.7 a	
		慣行	18.5 ± 11.0 a	3.1 ± 3.2 b	0.6 ± 0.9 a	2.4 ± 1.9 a	24.3 ± 13.8 b	0.2 ± 0.6 a	3.7 ± 2.9 b	1.4 ± 2.1 b	54.1 ± 18.9 b	
6月26日		有機	17.4 ± 6.0 a	0.3 ± 0.6 a	0.2 ± 0.4 a	0.2 ± 0.4 a	68.8 ± 16.5 a	0.0 ± 0.0 a	0.9 ± 1.2 a	0.1 ± 0.3 a	87.8 ± 17.6 a	
		慣行	9.3 ± 5.7 b	0.9 ± 1.1 a	0.5 ± 1.7 a	0.3 ± 0.5 a	43.8 ± 21.7 b	0.0 ± 0.0 a	1.3 ± 1.2 a	0.1 ± 0.3 a	56.2 ± 24.7 b	
10月1日		有機	23.8 ± 9.9 a	4.6 ± 3.4 a	1.9 ± 2.5 a	1.9 ± 2.4 a	27.9 ± 15.9 b	0.2 ± 0.4 a	1.8 ± 2.2 a	1.4 ± 1.4 a	63.6 ± 18.7 a	
		慣行	20.7 ± 16.0 a	3.7 ± 3.2 a	1.1 ± 1.3 a	0.7 ± 0.7 a	42.3 ± 17.2 a	0.0 ± 0.0 a	2.3 ± 2.4 a	1.3 ± 1.5 a	72.1 ± 18.9 a	
3月20日	藍	有機	12.2 ± 9.4 a	1.3 ± 2.2 a	0.2 ± 0.4 a	0.2 ± 0.4 a	80.8 ± 31.4 a	0.2 ± 0.4 a	0.7 ± 0.8 a	0.0 ± 0.0 a	95.5 ± 36.5 a	
		慣行	8.7 ± 5.5 a	0.5 ± 0.8 a	0.0 ± 0.0 a	0.0 ± 0.0 a	42.5 ± 16.8 b	0.0 ± 0.0 a	0.5 ± 0.8 a	0.0 ± 0.0 a	52.2 ± 20.2 b	
		4月30日	有機	10.0 ± 4.9 a	1.2 ± 1.5 a	0.8 ± 1.0 a	1.2 ± 1.2 a	17.8 ± 16.4 a	0.0 ± 0.0 a	3.8 ± 4.4 a	1.2 ± 1.0 a	36.0 ± 16.6 a
			慣行	3.5 ± 2.6 b	0.7 ± 1.6 a	0.5 ± 1.2 a	0.5 ± 0.8 a	7.0 ± 6.1 a	0.0 ± 0.0 a	0.5 ± 0.8 a	0.5 ± 0.8 a	13.2 ± 7.3 b
		6月26日	有機	8.0 ± 3.4 a	0.2 ± 0.4 a	0.0 ± 0.0 a	0.2 ± 0.4 a	40.2 ± 13.0 a	0.0 ± 0.0 a	1.2 ± 1.0 a	0.3 ± 0.8 a	50.0 ± 15.7 a
			慣行	3.5 ± 1.0 b	0.2 ± 0.4 a	0.0 ± 0.0 a	0.2 ± 0.4 a	30.8 ± 15.1 a	0.0 ± 0.0 a	0.7 ± 0.8 a	0.2 ± 0.4 a	35.5 ± 15.4 a
		10月1日	有機	4.8 ± 3.1 a	0.3 ± 0.5 a	0.2 ± 0.4 a	0.3 ± 0.8 a	20.3 ± 8.6 a	0.0 ± 0.0 a	2.7 ± 1.4 a	1.2 ± 1.2 a	29.8 ± 8.7 a
			慣行	12.7 ± 11.2 a	1.0 ± 2.0 a	0.2 ± 0.4 a	0.0 ± 0.0 a	14.7 ± 6.4 a	0.2 ± 0.4 a	1.2 ± 1.5 a	0.5 ± 0.8 a	30.3 ± 13.6 a
3月20日	綠	有機	17.3 ± 4.1 a	0.0 ± 0.0 a	0.0 ± 0.0 a	0.5 ± 0.8 a	163.5 ± 52.8 a	55.0 ± 134.7 a	0.7 ± 0.5 a	5.7 ± 12.9 a	242.7 ± 155.3 a	
		慣行	7.3 ± 5.2 b	1.0 ± 1.3 a	0.0 ± 0.0 a	0.5 ± 0.8 a	61.5 ± 21.1 b	0.0 ± 0.0 a	0.8 ± 1.0 a	0.0 ± 0.0 a	71.2 ± 24.3 b	
		4月30日	有機	25.2 ± 8.8 a	2.3 ± 3.8 a	1.2 ± 1.0 a	1.7 ± 1.2 a	33.7 ± 9.8 a	0.2 ± 0.4 a	9.2 ± 6.6 a	3.5 ± 3.1 a	76.8 ± 10.5 a
			慣行	11.0 ± 4.0 b	1.3 ± 1.2 a	0.5 ± 0.8 a	1.8 ± 0.8 a	17.7 ± 15.8 a	0.0 ± 0.0 a	9.5 ± 17.1 a	0.5 ± 0.8 b	42.3 ± 17.1 b
		6月26日	有機	16.3 ± 10.3 a	0.0 ± 0.0 b	0.2 ± 0.4 a	0.3 ± 0.5 a	103.5 ± 80.8 a	0.0 ± 0.0 a	1.3 ± 0.8 a	0.0 ± 0.0 a	121.7 ± 87.8 a
			慣行	8.7 ± 5.5 a	0.7 ± 0.5 a	0.0 ± 0.0 a	0.7 ± 0.5 a	36.2 ± 21.0 a	0.0 ± 0.0 a	0.3 ± 0.5 b	0.0 ± 0.0 a	46.5 ± 24.5 a
		10月1日	有機	11.2 ± 5.0 a	3.0 ± 4.2 a	2.2 ± 2.4 a	0.7 ± 0.5 a	15.8 ± 9.4 a	0.0 ± 0.0 a	2.2 ± 2.1 a	0.8 ± 1.3 a	35.8 ± 7.5 b
			慣行	23.8 ± 17.4 a	2.2 ± 1.0 a	1.3 ± 1.8 a	0.8 ± 1.2 a	30.7 ± 11.2 a	0.2 ± 0.4 a	3.8 ± 1.3 a	0.5 ± 0.8 a	63.3 ± 15.4 a
有機			18.5 ± 11.0 a	2.3 ± 3.4 a	0.8 ± 1.5 a	0.9 ± 1.4 a	68.2 ± 58.8 a	3.5 ± 33.7 a	2.6 ± 3.6 a	2.1 ± 5.4 a	99.7 ± 76.8 a	
慣行			12.5 ± 10.9 b	1.4 ± 2.2 b	0.4 ± 1.1 a	0.8 ± 1.2 a	36.4 ± 22.8 b	0.1 ± 0.3 a	2.0 ± 4.8 a	0.5 ± 1.1 b	54.1 ± 25.4 b	

註：表中橫列有相同英文字母者表示差異未達5%顯著。單位：隻

表6. 有機茶園與慣行茶園野生動物紅外線相機和遺跡調查結果

豐富度	指標	有機茶園	慣行茶園
種數（個）	哺乳動物	10	9
	鳥類	15	12
	保育類動物	6	6
相對豐值（OI）	哺乳動物	57.74±47.11	24.48±13.62
	鳥類	5.38±4.06	8.35±8.70
	保育類動物	9.61±5.06	7.58±8.54



穿山甲



食蟹獾



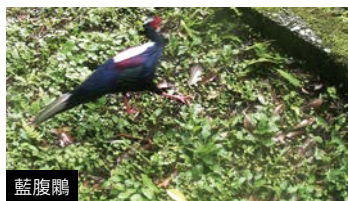
麝香貓



黃嘴角鴉



臺灣藍鵲



藍腹鵲

保育類動物。

食蟹獾、麝香貓等保育類哺乳動物，以及黃嘴角鴉、臺灣藍鵲、藍腹鵲等保育類鳥類，顯示有機茶園可提供野生動物覓食、活動及棲息空間。茶園因此不僅具有農業生產功能，也可成為森林與農地間的重要生態廊道，提供淺山生態系重要的棲地連結功能。

建立生態貢獻度綜合指標

為整合不同生物類群所反映的茶園生態效益，本研究以土壤微生物、植物、節肢動物、鳥類及哺乳動物五大生物類群為基礎，建立「茶園生態貢獻度綜合指標（Tea Garden Ecological Contribution Index, TGECI）」，將各

類群可量化的生態資訊整合於同一評估架構，從生物多樣性、棲地功能、食物網及生態系服務等面向，綜合呈現茶園生態效益。結果顯示，有機茶園在土壤微生物多樣性、植物物種數與覆蓋度、節肢動物多樣性及天敵比例等多項指標均優於慣行茶園，並有較多哺乳動物及鳥類利用，顯示有機管理具有提升茶園生物多樣性及生態功能之潛力。TGECI可作為茶園生態效益量化、農法比較及長期監測的整合工具，未來將進一步建立及優化指標標準化、權重及分級方法，作為有機及友善耕作、生物多樣性保育與茶產業永續管理之科學依據。