

拾柒 農電共生

一 營農型農電共生光環境變化對作物生產的影響

蕭巧玲

太陽光對農作物生產來說是相當重要的環境因子，除了提供作物最直接的光合作用、代謝作用及細胞伸長過程所需動能，也是植體形態發生的重要影響因子。一旦作物受到遮蔽，其生長與發育過程將隨著光強度弱化程度而迅速減少及損失。營農型農電共生設施下的農作物受鋪設太陽能板排列的樣態及遮蔽率影響，光照環境迥異於自然露地，為探討營農型農電共生設施下作物生產的影響，110年於模擬地面立柱式營農型農電共生設施下篩選作物品項，並以減產幅度小於慣行露天環境下的30%為評估指標。研究結果發現菜豆‘農友162’雖可符合減產30%以下標準，惟品質受遮蔽影響仍有所損失，包括甜度、抗壞血酸等品質性狀顯著減少，也影響食用口感及採收後的儲藏壽命。若未來因應農業綠能政策需以大面積設立地面型農電共生專區時，當作物品質低於市場標準時，如何輔導產業及行銷，將是推動政策前須考量的要項之一。

二 模擬立柱式光電設施蔬菜栽培模式建立

李碩朋

為探討在農業經營前提下，於農地上設置光電設施對蔬菜生長之影響，於鳳山熱帶園藝試驗分所進行模擬立柱式光電設施之相關試驗。光電設施之面板大小為3m×1.65 m，採南北走向及10度傾斜角，立柱高度5 m，遮蔽率約30%，同時以露地栽培為對照區。參試之蔬菜採兩類，辣椒選擇5個朝天型商業品種，分別為EX-8765、EX-2178、2003、2005、朱雀等5種；莧菜選定6-1白軟杏、6-2白莧菜、6-5白莧、6-6青葉軟枝等4種綠莧及6-3紅杏菜、6-4紅杏菜等2種紅莧。

辣椒在模擬立柱式設施下，維生素C含量以露地栽培較高，範圍在440.3-913.3 mg·L^{-1}，模擬立柱式設施則在125.2-883.7 mg·L^{-1}間。硝酸鹽含量之數值低，均未高於124 mg·L^{-1} (表17-1)。5種商業品種朝天椒，在模擬30%遮蔽率立柱式光電設施栽培下，果實產量均優於露地栽培，綜合3次之採收量評估，以朱雀、2005及EX-8765在光電設施下的栽培表現產量最佳 (表17-2)。

莧菜方面，硝酸鹽含量以30%遮蔽率之立柱式光電設施下栽培者高於露地，數值在1,964.5-6,248.7 mg·L^{-1}間，露地栽培則介於638.2-5,555.3 mg·L^{-1}間。維生素C的含量，兩者間並無顯著差異，介於214.0-382.4 mg·L^{-1}之間。由於莧菜為C4型需較高光強度之蔬菜，總產量在一般露地栽培是高於30%遮蔽率之立柱式光電設施，但整體而言，莧菜在30%遮蔽率之立柱式光電設施下栽培，產量亦可達到露地栽培的9成以上，適合栽培的莧菜品系為6-1白軟杏、6-3紅杏菜 (表17-3、表17-4)。

表17-1. 5種辣椒在30%遮蔽率之立柱式光電設施與露地栽培之硝酸鹽與維生素C含量比較

品種	處理	硝酸鹽 (mg·L^{-1})		維生素C (mg·L^{-1})	
		批次1[z]	批次2	批次1	批次2
朱雀	光電	86 ± 34	37 ± 6	377 ± 151	604 ± 136
	露天	83 ± 35	64 ± 10	745 ± 93	688 ± 229
	光電/露天	1.0	0.6	0.5	0.9
2005	光電	124 ± 30	72 ± 9	125 ± 42	414 ± 127
	露天	59 ± 11	74 ± 7	642 ± 193	609 ± 296
	光電/露天	2.1	1.0	0.2	0.7
EX8765	光電	43 ± 29	105 ± 42	629 ± 149	612 ± 175
	露天	49 ± 5	60 ± 24	875 ± 39	902 ± 433
	光電/露天	0.9	1.8	0.7	0.7
2003	光電	91 ± 55	121 ± 69	199 ± 206	356 ± 84
	露天	77 ± 26	74 ± 6	572 ± 356	440 ± 91
	光電/露天	1.2	1.6	0.3	0.8
EX2178	光電	33 ± 14	-	778 ± 68	884 ± 121
	露天	97 ± 39	-	913 ± 201	768 ± 161
	光電/露天	0.3	-	0.8	1.1
$LSD_{0.05}$		39.3	33.4	217.8	238.9
顯著性差異		NS	**	**	*

[z] 批次1為5月18日調查；批次2為6月11日調查。

表17-2. 5種朝天辣椒於光電設施與露地栽培3次收量累計比較 (g/6.5m^2)

	朱雀	2005	EX8765	2003	EX2178
光電	18,657	14,670	18,613	14,133	12,784
露天	6,829	5,660	7,590	13,242	11,423
光電/露天	2.7	2.6	2.5	1.1	1.1

表17-3. 6種莧菜在30%遮蔽率之立柱式光電設施與露地栽培之硝酸鹽與維生素C含量比較

品種	處理	硝酸鹽 (mg·L^{-1})			維生素C (mg·L^{-1})		
		批次1	批次2	批次3	批次1	批次2	批次3
6-1 白軟杏	光電	5,111 ± 494	130 ± 37	1,965 ± 545	215 ± 53	193 ± 16	295 ± 45
	露天	4,907 ± 1,138	141 ± 19	638 ± 316	217 ± 27	206 ± 21	283 ± 2
	光電/露天	1.0	0.9	3.1	1.0	0.9	1.0
6-2 白莧菜	光電	5,645 ± 250	71 ± 17	2,618 ± 44	158 ± 7	241 ± 12	225 ± 16
	露天	4,371 ± 550	124 ± 28	1,030 ± 190	164 ± 16	256 ± 8	276 ± 28
	光電/露天	1.3	0.6	2.5	1.0	0.9	0.8
6-3 紅杏菜	光電	6,249 ± 978	157 ± 4	2,462 ± 265	246 ± 15	229 ± 11	274 ± 47
	露天	4,427 ± 201	177 ± 26	799 ± 395	214 ± 28	284 ± 43	382 ± 26
	光電/露天	1.4	0.9	3.1	1.1	0.8	0.7
6-4 紅杏菜	光電	6,040 ± 808	126 ± 28	2,907 ± 1,040	237 ± 20	213 ± 6	317 ± 52
	露天	5,555 ± 808	85 ± 13	1,436 ± 68	269 ± 35	220 ± 32	336 ± 19
	光電/露天	1.1	1.5	2.0	0.9	1.0	0.9
6-5 白莧	光電	4,489 ± 648	93 ± 3	3,007 ± 239	279 ± 27	194 ± 4	291 ± 53
	露天	4,667 ± 80	114 ± 26	801 ± 67	289 ± 43	249 ± 33	265± 24
	光電/露天	1.0	0.8	3.7	1.0	0.8	1.1
6-6 青葉 軟枝	光電	4,738 ± 633	104 ± 29	2,440 ± 331	289 ± 25	196 ± 20	244 ± 66
	露天	4,507 ± 938	79 ± 16	889 ± 116	264 ± 50	271 ± 91	331 ± 53
	光電/露天	1.0	1.3	2.7	1.1	0.7	0.7
$LSD_{0.05}$		875.7	27.6	545.1	38.9	40.9	46.6
顯著性差異		NS	**	**	**	*	**

註：1. 批次1為5月4日調查；批次2為7月29日調查；批次3為10月4日調查。
2. 批次2因逢豪雨，幾乎未施肥，因此硝酸鹽含量極低。
3. 以青梗白菜為CK：硝酸鹽含量為6,420.0 mg·L^{-1}，維生素C含量為151.3 mg·L^{-1}。

表17-4. 6種莧菜於光電設施與露地栽培4次收量累計比較 (g/2.7m^2)

	6-1白軟杏	6-2白莧菜	6-3紅杏菜	6-4紅杏菜	6-5白莧	6-6青葉軟枝
光電	27,421	23,192	25,529	23,401	21,505	24,358
露天	29,088	23,083	26,178	24,805	21,828	27,212
光電/露天	0.9	1.0	1.0	0.9	1.0	0.9

三 光電設施對土壤生產力與生態之影響

蔡耀賢

從非營農光電場域植被覆蓋率調查結果顯示，長期淹水之光電綠能案場可做為植被的有馬蹄筋、類地毯草、心葉水薄荷、鴨跖草及蕹菜等5種，而高鹽分之光電綠能案場可作為植被的有鴨跖草及蕹菜等2種，其覆蓋率均可達60%，調查光電案場有機質顯示，東石高鹽分光電案場經導入植生復育後，其表土有機質含量約在1.5%，林邊與佳冬長期淹水案場的有機質含量維持在1%。在土壤節肢動物調查方面顯示，光電設施下與光電設施外的節肢動物相，均以蟎類占比最高，不同時期調查，蟎類數量均占80%以上，以此推測蟎類對高鹽土壤適應性較強，數量亦有逐年增加的趨勢。在土壤線蟲調查方面，嘉義東石鄉高鹽分光電案場於4月及10月採樣結果顯示，光電板下土壤深度0-20、20-40 cm，與光電外土壤深度0-20、20-40 cm的線蟲總體數量，分別為3.7、0、1、0.7及0.3、0、0.3、0 nematodes/100g soil，另一處農地土壤深度0-20、20-40 cm的土壤樣本，線蟲總體數量分別為3.0與2.7 nematodes/100g soil，4月該4個處理的MI value分別為2.7、0、1.3與1.3，10月6個處理的MI value分別為1.3、0、1.3、0、2.8與1.6，彼此之間無顯著差異 ($p > 0.05$)。在土壤微生物方面，調查嘉義東石鄉高鹽分光電案DNA品質顯示：多數光電板外0-20 cm DNA量較20-40 cm土層多，0-20 cm DNA量部分，光電板下>光電板外；20-40 cm DNA量光電板下與光電板外差別不明顯，使用細菌 16S rDNA sequence為基礎，分析一般農地、光電板下及光電板外之場域間的細菌種類樹狀圖發現 (圖17-1)，一般農地上的細菌種類較接近光電板下者，與光電板外者關係較遠 (除了#4之外)。

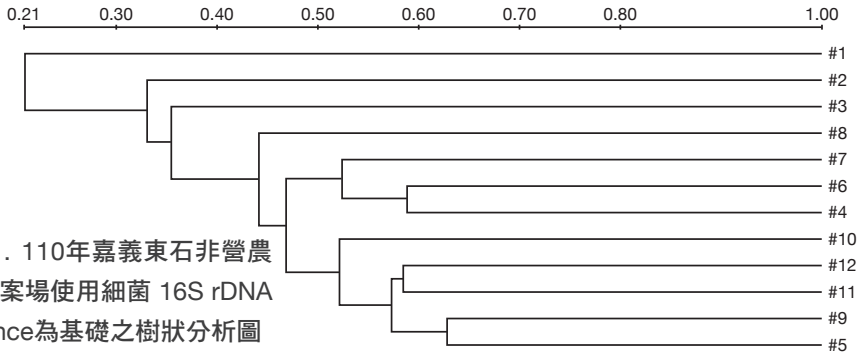


圖17-1. 110年嘉義東石非營農型光電案場使用細菌 16S rDNA sequence為基礎之樹狀分析圖

備註

#1光電板外土壤深度20-40 cm (10月採樣)
#2光電板外土壤深度20-40 cm (4月採樣)
#3光電板外土壤深度0-20 cm (10月採樣)
#4光電板外土壤深度0-20 cm (4月採樣)
#5光電板下土壤深度20-40 cm (10月採樣)
#6光電板下土壤深度20-40 cm (4月採樣)
#7光電板下土壤深度0-20 cm (10月採樣)
#8光電板下土壤深度0-20 cm (4月採樣)
#9一般農地土壤深度20-40 cm (10月採樣)
#10一般農地土壤深度20-40 cm (4月採樣)
#11一般農地土壤深度0-20 cm (10月採樣)
#12一般農地土壤深度0-20 cm (4月採樣)