

不同地區草莓炭疽病菌與灰黴病菌對殺菌劑感受性之比較

朱盛祺（副研究員兼課長）

前言

草莓炭疽病與灰黴病之防治主要依賴施用合成化學藥劑，病原菌產生抗藥性為病害防治上常見的問題^{註1、2}；特別是灰黴病菌 (*Botrytis cinerea*) 具有超高的產孢能力，伴隨基因重組與突變率提高，被認定屬於產生抗藥性高風險 (high risk) 的病原真菌，長年來一直是產業相當困擾的問題^{註3}。因此，評估 *B. cinerea* 族群中是否發展出抗殺菌劑菌株是控制灰黴病成敗與否的主要限制因素之一^{註1}。於草莓炭疽病菌方面，與灰黴病菌相同，炭疽病菌株對防治藥劑是否產生抗藥性，決定了農民收益，且亦涉及環境保護與食品安全等議題，而這些問題均源於殺菌劑之種類與效力^{註4}。本研究之目的為：1. 測試草莓炭疽病菌與灰黴病菌對殺菌劑的感受性反應；2. 分析菌株感受性與地理分布之相關性。期研究結果能提供草莓農友參考，以利使用於田間防治相關病害，並協助農政單位擬定十年農藥減半政策與抗藥性管理策略之參考。

草莓炭疽與灰黴病菌菌株分離與鑑定

從臺灣 5 個主要草莓栽培區，共採集分離出 108 株炭疽病菌。地點包括臺北市（內湖區）8 株、新竹縣（關西鎮）16 株、苗栗縣（大湖鄉、獅潭鄉、泰安鄉、公館鄉）54 株、臺中市（后里區）8 株及南投縣（國姓鄉）22 株，所有草莓炭疽病菌菌株經增幅 ITS 序列，並進一步比對 NCBI 網站上的序列，與 *Colletotrichum gloeosporioides* species complex (CGSC) 有超過 99.5% 以上的相似度；另外，從臺灣 3 個主要草莓栽培區，共採集分離出 102 株灰黴病菌。地點包括新竹縣（關西鎮）20 株、苗栗縣（大湖鄉、獅潭鄉、泰安鄉、

公館鄉）50 株及南投縣（國姓鄉）32 株，所有草莓灰黴病菌菌株經增幅 ITS 序列，並進一步比對 NCBI 網站上的序列，與 *B. cinerea* 有超過 99% 以上的相似度。

不同分離地區之草莓炭疽病菌株對殺菌劑反應之相關性分析

結果如表一所示，不同分離地區之草莓炭疽病菌株僅對百克敏均具有高度敏感性外，分離自臺北市與臺中市的草莓炭疽病菌株，對苯丙咪唑類（免賴得、腐絕、貝芬替）與其他史托比類（克收欣、亞托敏、三氟敏）殺菌劑感受性，均較來自新竹縣、苗栗縣和南投縣的菌株更為敏感。若以半數有效濃度 (EC_{50}) 值低於 $100 \mu\text{g a.i./mL}$ 表示該菌株具感受性，則顯示來自新竹縣、苗栗縣及南投縣的 CGSC 菌株中有高於 50% 菌株的 EC_{50} 值均超過 $100 \mu\text{g a.i./mL}$ ，呈現高度抗藥性的情況。

不同分離地區之草莓灰黴病菌株對殺菌劑反應之相關性分析

結果如表二所示，來自新竹縣的灰黴病菌對苯丙咪唑類（貝芬替、甲基多保淨）殺菌劑的感受性，較來自苗栗縣與南投縣的菌株高，若以 EC_{50} 值低於 $100 \mu\text{g a.i./mL}$ 表示該菌株具感受性，則顯示來自苗栗縣和南投縣的灰黴病菌有高於 50% 菌株的 EC_{50} 值超過 $100 \mu\text{g a.i./mL}$ 。另於二甲醯亞胺類藥方面，來自新竹縣的灰黴病菌對依普同感受性較來自苗栗縣和南投縣的菌株高，而苗栗縣的灰黴病菌菌株中，有高於 50% 菌株對撲滅寧的 EC_{50} 值超過 $100 \mu\text{g a.i./mL}$ 。

表一、比較不同地區草莓炭疽病菌株對藥劑之感受性差異

Fungicide	Collected place (number)	Number of isolates in each EC ₅₀ range					Sensitive (%) ^a
		<1	1-10	10-100	100-500	>500	
Kresoxim-methyl 克收欣	臺北 (8)	2	3	0	2	1	62.5
	△新竹 (16) ^b	1	2	4	4	5	43.8
	△苗栗 (54)	0	1	7	20	26	14.8
	臺中 (8)	1	2	3	1	1	75.0
	△南投 (22)	0	2	3	8	9	22.7
Azoxystrobin 亞托敏	臺北 (8)	0	1	3	4	0	50.0
	△新竹 (16)	0	3	3	2	8	37.5
	△苗栗 (54)	0	0	1	11	42	3.7
	臺中 (8)	0	0	2	5	1	25.0
	△南投 (22)	0	1	2	6	13	13.6
Trifloxystrobin 三氟敏	臺北 (8)	2	2	2	2	0	75.0
	新竹 (16)	1	3	4	3	5	50.0
	△苗栗 (54)	1	0	0	13	40	5.6
	臺中 (8)	2	3	1	2	0	75.0
	△南投 (22)	1	2	3	5	11	27.3
Pyraclostrobin 百克敏	臺北 (8)	2	3	2	1	0	87.5
	新竹 (16)	4	5	7	0	0	100.0
	苗栗 (54)	10	12	31	1	0	98.1
	臺中 (8)	3	4	0	1	0	87.5
	南投 (22)	5	7	9	1	0	95.5
Benomyl 免賴得	△臺北 (8)	0	1	2	3	2	37.5
	△新竹 (16)	0	1	1	5	9	12.5
	△苗栗 (54)	0	0	1	20	33	1.9
	△臺中 (8)	0	1	2	2	3	37.5
	△南投 (22)	0	1	1	8	12	9.1
Thiabendazole 腐絕	臺北 (8)	1	1	2	1	3	50.0
	△新竹 (16)	0	0	1	5	10	6.3
	△苗栗 (54)	0	0	1	18	35	3.7
	臺中 (8)	1	1	2	2	2	50.0
	△南投 (22)	1	1	1	6	13	13.6
Carbendazim 貝芬替	臺北 (8)	0	1	2	3	2	37.5
	△新竹 (16)	0	1	2	3	10	18.8
	△苗栗 (54)	0	0	1	10	43	1.9
	臺中 (8)	0	1	3	2	2	50.0
	△南投 (22)	0	2	2	4	14	18.2

^a 敏感度 Sensitive (%) : The percentage of EC₅₀ < 100 µg a.i./mL

^b △ : 該地區菌株呈現高度抗藥性的情況

表二、比較不同地區草莓灰黴病菌株對藥劑之感受性差異

Fungicide	Collected place (number)	Number of isolates in each EC ₅₀ range					Sensitive (%) ^a
		<1	1-10	10-100	100-500	>500	
Carbendazim 貝芬替	新竹 (20)	4	2	4	5	5	50.0
	△苗栗 (50) ^b	0	6	7	15	22	26.0
	△南投 (32)	2	1	2	13	14	15.6
Thiophanate-methyl 甲基多保淨	新竹 (20)	2	4	5	5	4	55.0
	△苗栗 (50)	3	6	9	12	20	36.0
	△南投 (32)	4	2	3	9	14	28.1
Iprodione 依普同	新竹 (20)	8	5	5	2	0	90.0
	苗栗 (50)	17	10	12	10	1	78.0
	南投 (32)	6	8	10	7	1	75.0
Procymidone 撲滅寧	新竹 (20)	5	8	3	3	1	80.0
	△苗栗 (50)	9	3	10	23	5	44.0
	南投 (32)	5	10	4	10	3	59.3

^a 敏感度 Sensitive (%)：The percentage of EC₅₀ < 100 µg a.i./mL

^b △：該地區菌株呈現高度抗藥性的情況

結語

分析地理區域與對殺菌劑感受性間的關係，來自臺北市與臺中市的 CGSC 菌株對史托比類藥劑的感受性高於新竹縣、苗栗縣及南投縣。來自新竹縣的灰黴病菌對苯丙咪唑類殺菌劑的感受性，較來自苗栗縣與南投縣的菌株高。二甲醯亞胺類藥劑方面，來自新竹縣和南投縣的灰黴病菌對該藥劑感受性較來自苗栗縣的菌株高。此結果顯示，臺灣不同地區對史托比類、苯丙咪唑類及二甲醯亞胺類藥劑的感受性會因地域而有所不同。根據 Zhang 氏^{註5}的資料顯示，炭疽菌對殺菌劑的感受性反應，會因採集區域而有差異，這種現象可能與不同地區的農戶管理情況相對應。以臺灣狀況而言，新竹縣、苗栗縣及南投縣的草莓種植面積大於臺北市與臺中市，而苗栗縣的栽培面積近 90%，又大於南投縣與新竹縣，施用殺菌劑施用頻率可能更高，導致菌株對藥劑的選汰壓力大，進而更有機

會以誘導田間產生更多的抗藥性族群。Zeng 氏^{註3}指出，殺菌劑抗藥性管理策略上，應避免單劑使用，更忌連續重複施用，並應限制栽培季 2~4 次的使用次數，宜輪替不同作用機制的複合型藥劑，避免抗藥性族群增加，以達到抗藥性管理的目標。

註 1：引用自 Hahn 等人在 2014 發表於 Journal of Chemical Biology 期刊之研究。

註 2：引用自 Li 等人在 2021 發表於 Postharvest Biology and Technology 期刊之研究。

註 3：引用自 Zeng 在 2021 發行之專書 (Pesticide Pharmacology and Applications: Fungicides, Second Edition)。

註 4：引用自 De los Santos 等人在 2002 發表於 Crop Protection 期刊之研究。

註 5：引用自 Zhang 等人在 2020 發表於 Plant Disease 期刊之研究。