

壹 水稻

一 因應氣候變遷之水稻精準育種

(一) 抗褐飛蝨早熟香米品種之育成

李長沛、黃守宏、吳東鴻、賴明信、顏信沐

褐飛蝨為稻作主要害蟲，其族群大都由鄰近國家隨氣流遷入臺灣，具有不容易預測及防治的隱憂，推廣抗褐飛蝨水稻為蟲害管理的重要策略。稻屬野生稻種保有比栽培稻更豐富的遺傳變異性，是改進栽培稻的重要遺傳資源。本所從1年生野生稻種*O. nivara*中發現可以抵抗多種褐飛蝨族群的抗性基因，並建立分子標誌輔助選拔流程，經回交育種將該基因導入香米品種‘台農71號’，選出代號‘台農育107407號’抗褐飛蝨新品系，於110年命名為‘台農85號’ (圖1-1)。‘台農85號’具有與‘台農71號’近似的株型、早熟性、稻穀產量及稻米品質，對臺灣多個地區收集的褐飛蝨族群具有穩定抗性，且在人工施放褐飛蝨的危害情況下，仍比輪迴親本‘台農71號’高出40%-140%稻穀產量。



圖1-1. 水稻‘台農85號’植株 (右) 與‘台農71號’植株 (左)

(二) 水稻品種之花粉耐熱性調查

夏奇妮

為瞭解長期高溫對水稻花粉活力之影響，以耐熱早熟秈型陸稻‘N22’、中晚熟粳稻‘TN11’、‘TK9’及新品系‘2153’及‘2171’分別種植於田間與加熱溫室中，加熱溫室

於109年第二期作抽穗後至穀粒成熟的每日08:00啟動加熱至39℃並持續至15:00；110年第一期作除白天加溫外，夜間20:00-06:00設定加熱溫度至28℃。試驗於109年二期作與110年一期作進行，樣品取自田間或加熱溫室當日開花之穎花，以電阻抗式流式細胞儀檢測其花粉活力。結果顯示109年二期作5個品種 (系) 的田間與加熱溫室處理之花粉活力與稔實率表現一致，皆顯示差異不顯著 (表1-1)。110年一期作5個品種 (系) 中花粉活力與稔實率表現一致的有4品種 (系)，僅'2153'花粉活力加溫組與田間組表現無差異，但稔實率差異顯著 (表1-2)。綜合兩期作結果顯示，加熱處理於109年第二期作實施之效果不明顯，但於110年第一期作的花粉活力受到影響時，其稔實率的表現具有一致性，但亦有例外，如'2153'其花粉耐熱性佳，但稔實率受長期高溫影響而降低。

表1-1. 109年二期作5品種 (系) 水稻於抽穗至開花經加熱處理之花粉活力與稔實率表現

Cultivar	Treatment	Pollen viability (%)	Spikelet viability (%)
N22	Heat	69.3 ± 7.6 a[z]	91.8 ± 4.4a
	field	63.1 ± 6.3 a	92.7 ± 1.5a
	Heat/field	1.10	0.99
TK9	Heat	72.9 ± 6.9 a	86.3 ± 4.8a
	field	71.5 ± 6.5 a	91.9 ± 1.7a
	Heat/field	1.02	0.94
TN11	Heat	69.8 ± 4.3 a	86.7± 6.5a
	field	65.4 ± 11.5 a	84.2± 5.4a
	Heat/field	1.07	1.03
2153	Heat	79.5 ± 3.5 a	81.7 ± 3.9a
	field	77.7 ± 3.6 a	82.0 ± 6.2a
	Heat/field	1.02	1.00
2171	Heat	77.8 ± 5.7 a	81.3 ± 7.5a
	field	74.5 ± 6.3 a	82.9 ± 5.3a
	Heat/field	1.04	0.98

[z] Means with different letters in the same cultivar are significantly different ($P < 0.05$) by t test.

表1-2. 110一期作5品種 (系) 水稻於抽穗至開花經加熱處理之花粉活力與稔實率表現

Cultivar	Treatment	Pollen viability (%)	Spikelet fertility (%)
N22	Heat	57.8 ± 4.2 a[z]	89.2 ± 2.2 a
	field	62.9 ± 4.6 a	88.7 ± 1.6 a
	Heat/field	0.92	1.01
TK9	Heat	69.5 ± 3.9 b	43.9 ± 26.7 b
	field	75.9 ± 1.4 a	90.0 ± 1.6 a
	Heat/field	0.92	0.49
TN11	Heat	69.3 ± 5.0 b	53.6 ± 15.5 b
	field	75.8 ± 1.3 a	93.0 ± 1.3 a
	Heat/field	0.91	0.58
2153	Heat	74.4 ± 4.1 a	43.4 ± 9.4 b
	field	76.4 ± 3.6 a	91.3 ± 2.0 a
	Heat/field	0.97	0.47
2171	Heat	67.3 ± 2.6 b	55.4 ± 23.6 b
	field	72.3 ± 1.6 a	90.4 ± 7.4 a
	Heat/field	0.93	0.61

[z] Means with different letters in the same cultivar are significantly different ($P < 0.05$) by t test.

二 精進紅米防除管理技術與其效益之研究

吳東鴻

為有效減少紅米混雜，在防除策略上除使用檢定合格稻種外，亦可使用稻草分解菌，減少翻埋紅米落粒稻種，而收穫後採用湛水誘導發芽與長期湛水，並搭配分次施用萌前除草劑，亦有助清除土壤種子庫中的紅米量，以降低混雜發生率。為導引農民積極防除並評估防除效益，本研究收集107-109年美濃契作區、美濃慣行區與杉林慣行區等3種耕作樣態的保存樣品，合計4,031個種子批，累計圖資資料2,375 ha，採分層取樣，建置混雜熱區圖資，標定重點熱區，除針對高混雜熱區的農民進行輔導，並推估防除技術導入前後的經濟損益。以美濃契作區(300 ha) 種植均產品種-'高雄147號'為例，當全區所有坵塊的混雜率均從0升至0.4%，於白米率72% (幾乎不變)、完整米率由69%下降至62%的情境下，若白米收購價為83元/kg，全區將損失1,600萬元。另以美濃契作區107-108年為基期年，推估紅米混雜率將於109年翻倍至0.12%，然於109年落實紅米防除後，其全區混雜率趨近於0，無混雜坵塊數從8%回升至57%時，精算經導入防除技術後將可獲得近285萬元的收益。

三 智慧生產技術之開發與推播

賴明信、吳東鴻

(一) 水稻智慧間歇灌溉兼具智能省工與節水穩產

水稻田在整平插秧後，傳統上長期維持3-5 cm深水灌溉，整個生長期用水甚多。間歇灌溉是採乾濕交替的方式，將田水灌溉至水深約5 cm後停止灌溉，接著讓田水自然隨稻株蒸散、蒸發或滲漏而慢慢減少，待土表無積水但確保土下仍濕潤狀態，隔天再灌水至5 cm高，如此反覆操作，並注意在抽穗開花期至穀粒完熟期給予足夠水分。試驗結果顯示，適時透氣更可促進植株分蘗，產量不遜於傳統長時湛水，且無須購買設備即可執行，不僅可達到省水之效，且有利土壤透氣與根系發育，可減緩發生嚴重倒伏 (<10%)，稻穀收成量更有保障，若導入遠端遙控、即時監測及智慧調控感測器，即能達到一手掌控水位紀錄也能遙控水閘門，還可預約灌溉時間，不用半夜清晨起來開水閥，且在不影響原有產量水準下，可節省栽培用水20%-30%，大幅減少3/4灌溉管理的人力與時間，降低田間肥、水的溢流情形，更可搭配氣象站，全方位掌握田間狀況。

(二) 以無人機搭載多光譜進行褐飛蝨蟲害預警之研究

水稻為亞洲地區的重要糧食作物之一，在臺灣有超過16萬ha的土地種植水稻，而在第二期作時常遭遇褐飛蝨危害。相較其他作物，單一稻農的種植面積大，若以人工巡田

需耗費大量人力與時間，對於勞力日缺，加上農民勞動結構高齡化，如何有效且方便的進行大田作物蟲害監測是重要的議題。以‘台南11號’為試驗材料，於本所試驗田區，搭設10座長×寬×高為1.8 m×1.8 m ×1.6 m之PVC水管架，設計A、B、C、D、E試區，分別為每叢60、125、250、500、1,000隻褐飛蝨，進行不同密度處理試驗。利用無人機搭載可見光Zenmuse X5S與多光譜Micasense Rededge-M鏡頭收集光譜影像資料，分析抽取21個植生指數，並進行資料分析 (圖1-2)，探討植生指數作為判別田間稻株中褐飛蝨數量達到危害指標的可行性。結果顯示，不同褐飛蝨密度處理的21個植生指數之迴歸曲線係數，只有NDVI (Normalized Difference Vegetation Index)、MSR (Modified Simple Ratio) 及SRRED (Simple Ratio Red) 等3個指數的迴歸曲線的係數R^2＞0.79，且迴歸模型符合誤差項的常態性、獨立性、變異數同質性及迴歸模型的顯著性等假設前提，確認線性模型是可以使用 (表1-3)。利用光譜影像資料在田間褐飛蝨危害監測上，可於好發時期的好發區域之NDVI及MSR等植生指數迴歸曲線變化差異，判別出田間稻株中褐飛蝨是否達到危害的數量，以決策防治時機。

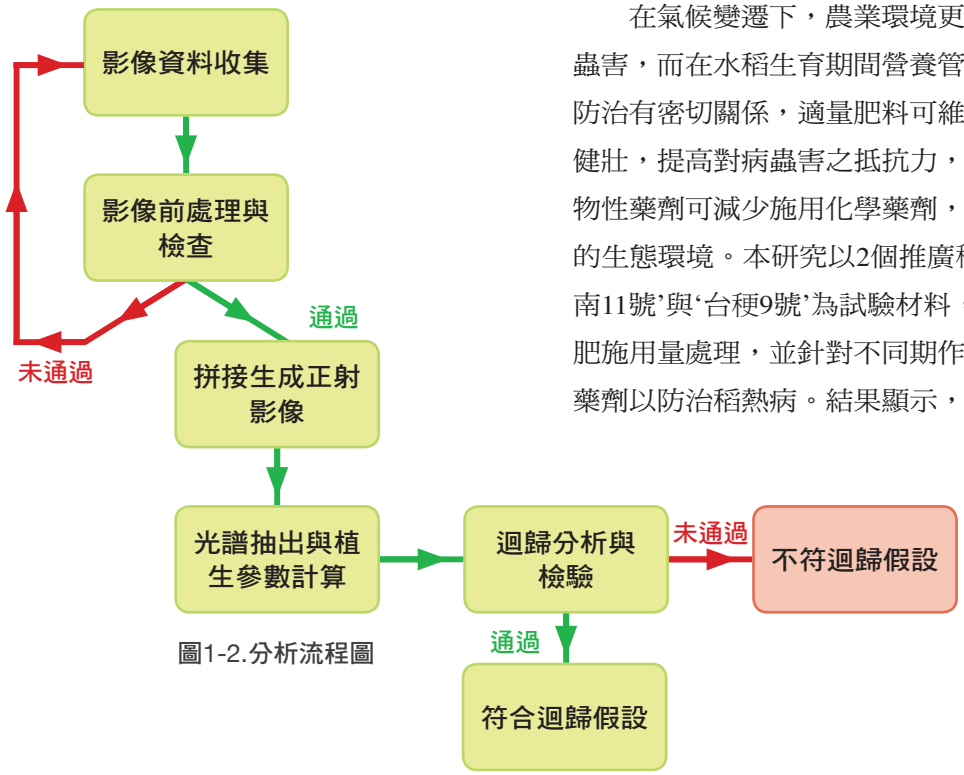


圖1-2.分析流程圖

四 水稻友善管理技術之研發

顏信沐

在氣候變遷下，農業環境更容易發生病蟲害，而在水稻生育期間營養管理與病蟲害防治有密切關係，適量肥料可維持水稻植株健壯，提高對病蟲害之抵抗力，配合施用生物性藥劑可減少施用化學藥劑，以建構良好的生態環境。本研究以2個推廣粳稻品種‘台南11號’與‘台粳9號’為試驗材料，進行4種氮肥施用量處理，並針對不同期作施以微生物藥劑以防治稻熱病。結果顯示，本次試驗噴

表1-3. 不同處理的植生指數隨時間變化之迴歸線R^2值

序號	植生指數	處理					
		A	B	C	D	E	CK
1	NDVI[z]	0.81	0.84	0.87	0.91	0.89	0.74
2	OSAVI	0.19	0.39	0.67	0.76	0.80	0.31
3	SAVI	0.08	0.24	0.54	0.62	0.75	0.17
4	SAVII	0.05	0.20	0.50	0.56	0.73	0.14
5	SAVIRE1	0.48	0.54	0.74	0.85	0.85	0.57
6	SAVIRE2	0.53	0.58	0.76	0.86	0.85	0.57
7	MCARI	0.01	0.11	0.32	0.25	0.32	0.02
8	MSR	0.84	0.82	0.92	0.95	0.94	0.77
9	GBNDVI	0.17	0.01	8*10-4	2*10-6	0.18	5*10-3
10	GRNDVI	0.14	0.47	0.55	0.61	0.49	0.30
11	NDRE	0.76	0.72	0.80	0.89	0.86	0.78
12	NDGR	0.57	0.77	0.85	0.81	0.80	0.84
13	NDBL	0.25	0.50	0.77	0.83	0.80	0.58
14	NDRERED	0.21	0.57	0.66	0.74	0.72	0.39
15	CCI	0.81	0.77	0.83	0.91	0.86	0.82
16	ARI	0.37	0.68	0.89	0.73	0.73	0.77
17	SRRED	0.84	0.81	0.93	0.95	0.95	0.77
18	SRRGE	0.79	0.72	0.85	0.92	0.91	0.81
19	SRGRN	0.54	0.74	0.90	0.84	0.82	0.86
20	SRBLU	0.31	0.44	0.76	0.81	0.80	0.57
21	SRGRNRED	0.19	0.51	0.60	0.65	0.53	0.31

[z]NDVI: Normalized Difference Vegetation Index; OSAVI: Optimized Soil Adjusted Vegetation Index (L=0.16); SAVI: Soil Adjusted Vegetation Index (L=0.5); SAVII: Soil Adjusted Vegetation Index (L=1); SAVIRE1: Soil Adjusted Vegetation Index Red Edge (L=0.355); SAVIRE2: Soil Adjusted Vegetation Index Red Edge (L=0.261); MCARI: Modified Chlorophyll Absorption Ratio Index; MSR: Modified Simple Ratio; GBNDVI: Normalized Difference Vegetation Index Green/Blue; GRNDVI: Green Normalized Difference Vegetation Index; NDRE: Normalized Difference Red Edge Index; NDGR: Normalized Difference Vegetation Index Green; NDBL: Normalized Difference Vegetation Index Blue; NDRERED: Normalized Difference Red Edge Index Red; CCI: Chlorophyll Index; ARI: Anthocyanin Reflectance Index; SRRED: Simple Ratio Red; SRRGE: Simple Ratio Red Edge; SRGRN: Simple Ratio Green; SRBLU: Simple Ratio Blue; SRGRNRED: Simple Ratio Green/Red

施生物製劑對於產量的表現，隨氮肥用量增加而隨之提升，與對照組比較，雖產量略低但差異並不顯著 (表1-4)，施用生物製劑並接種稻熱病後，與對照組相比，在高氮肥使用下，仍保持一定的產量，尤在160 kg·ha^{-1}的氮肥施用量，其產量表現與對照組之產量相近，且於‘台粳9號’及‘台南11號’皆有相似之情形 (表1-5)。2品種在施用生物藥劑與氮肥施用量為160 kg·ha^{-1}處理下，每公頃產量分別為6,912.5 kg與6,607.9 kg，考量氮肥施用效率，最佳氮肥施用量建議為160 kg·ha^{-1}。而施用微生物藥劑，可降低稻熱病發生率，顯示在適當氮肥施用與配合微生物藥劑處理，可維持稻作生產，兼顧生態環境。

表1-4. 生物製劑處理後於不同氮肥使用下之稻穀產量

品種	處理	氮肥用量 (kg·ha^{-1})	公斤/公頃 平均	指數 (%)
台粳9號	CK	80	5,305.2 ± 357.9 b	100.0
		120	5,972.0 ± 804.2 b	112.6
		160	6,912.5 ± 531.0 ab	130.3
		200	8,990.2 ± 910.6 a	169.5
	BT	80	3,998.7 ± 424.5 b	100.0
		120	4,059.3 ± 853.1 b	101.5
		160	6,607.9 ± 372.4 a	165.3
		200	7,814.8 ± 298.3 a	195.4
台南11號	CK	80	4,727.8 ± 267.3 b	100.0
		120	5,119.1 ± 439.4 b	108.3
		160	7,592.2 ± 289.1 a	160.6
		200	8,036.4 ± 171.8 a	170.0
	BT	80	5,668.0 ± 350.9 ab	100.0
		120	3,973.7 ± 1,021.0 b	70.1
		160	6,257.1 ± 381.1 a	110.4
		200	7,132.4 ± 387.8 a	125.8

1. 資料來自110年第一期作。
2. 每個品種、處理及氮肥用量視為1個試驗小區組合，每個組合進行3重複種植。
3. LSD檢定：同一品種 (系)、處理縱列稻穀產量後之英文字母係經LSD測定 ($\alpha \geqq 0.05$) 之結果。不同字母表示兩者間有顯著差異。
4. 指數：以基本氮肥施用量 (80 kg·ha^{-1}) 之產量作為基準，進行百分比等級計算。
5. CK：對照組，不進行任何處理。BT：施用生物製劑。

五 耐逆境優質稻之開發

(一) 水稻新品種‘台農86號’命名通過

吳永培、廖大經、周思儀、杜昆育

水稻新品種‘台農86號’係嘉義分所於103年第一期作以抗稻熱病高產之‘台農84號’為母本、低蛋白質含量食味佳之‘台農82號’為父本進行雜交，以修飾後混合法及譜系法分別進行F_2至F_4世代分離後裔與F_5世代後品系選拔，107-108年擇優選送品系嘉農育1061008號參加區域試驗及各項特性檢定，110年申請自行命名通過。本品種具有穩定高產、米飯外觀品質及食味俱佳、氮肥

表1-5. 生物製劑處理後並接種稻熱病於不同氮肥使用下之稻穀產量

品種	處理	氮肥用量 (kg·ha^{-1})	公斤/公頃 平均	指數 (%)
台粳9號	CK	80	5,305.2 ± 357.9 b	100.0
		120	5,972.0 ± 804.2 b	112.6
		160	6,912.5 ± 531.0 ab	130.3
		200	8,990.2 ± 910.6 a	169.5
	BT_RB	80	3,945.2 ± 621.4 b	100.0
		120	5,342.1 ± 1,027.8 b	135.4
		160	7,041.9 ± 101.7 a	178.5
		200	6,540.7 ± 274.0 a	165.8
台南11號	CK	80	4,727.8 ± 267.3 b	100.0
		120	5,119.1 ± 439.4 b	108.3
		160	7,592.2 ± 289.1 a	160.6
		200	8,036.4 ± 171.8 a	170.0
	BT_RB	80	5,479.7 ± 2.9 ab	100.0
		120	3,454.5 ± 801.7 b	63.0
		160	7,184.8 ± 512.9 a	131.1
		200	7,157.9 ± 315.1 a	130.6

1. 資料來自110年第一期作。
2. 每個品種、處理及氮肥用量視為1個試驗小區組合，每個組合進行3重複種植。
3. LSD檢定：同一品種 (系)、處理縱列稻穀產量後之英文字母係經LSD測定 ($\alpha \geq 0.05$) 之結果。不同字母表示兩者間有顯著差異。
4. 指數：以基本氮肥施用量 (80 kg·ha^{-1}) 之產量作為基準，進行百分比等級計算。
5. CK：對照組，不進行任何處理。BT_RB：施用生物製劑，並接種稻熱病。

低投入高效益及抗稻熱病及褐飛蝨等優點，同時對於‘台農84號’及‘台農82號’分別易感白葉枯病及稻熱病等缺點均有所改善。

(二) 水稻稻熱病及褐飛蝨抗性檢定

廖大經、黃守宏、吳永培

各試驗改良場所水稻高級試驗以上 (含區域試驗) 新育成品系於嘉義農業試驗分所進行稻熱病及褐飛蝨抗性反應之檢定，以作為未來水稻新品種命名及推廣栽培之參考。在稻熱病檢定方面，第一期作特性檢定稻熱病統一病圃檢定者共167個，其中水田式病圃檢定結果，抗葉稻熱病者有128個，占參檢品種 (系) 76.65%，粳稻104個，秈稻24個；抗穗稻熱病者有85個，占參檢品種 (系) 之50.90%。第一期作旱田式稻熱病病圃檢定結果，抗葉稻熱病者有112個，占參檢品種 (系) 67.07%。另167個參檢品種 (系) 中，檢定水稻高級品系 (統一病圃) 秧苗期，對褐飛蝨第一型生物小種具抗性者，為中粳育21119等59品種 (系)，占參檢品種 (系) 35.3%；抗白背飛蝨者為中粳育21148等50品種 (系)，占參檢品種 (系) 29.9%；抗斑飛蝨者為桃園育10620613等37品種 (系)，占參檢品種 (系) 22.15%。褐飛蝨第一型生物小種成株檢定中，具抗性者有桃園育10620613等69品種 (系)，占參檢品種 (系) 41.3%。

(三) 水稻穀粒充實期高溫逆境下灌溉調適方式研究

廖大經、吳永培

110年第一期作在嘉義分所試驗田區利用延遲插秧方式 (3月19日插秧) 設置水稻灌溉調適高溫篩選圃，針對‘台南11號’等44個品種於穀粒充實期在高溫逆境條件下，以日夜輪灌及慣行灌溉處理方式進行比較。結果顯示，日夜輪灌之田區日氣溫較慣行灌溉田區平均降低0.21℃，完整米率增加者有‘台南11號’等37個品種，其中增幅最大為‘台農74號’21.5%，最小為‘台農67號’0.72%，平均增幅為7.98%；而完整米率減少有‘台粳6號’等6個品種，占13.63%，其中減幅最大為‘台東35號’10.0%，最小為‘台農84號’0.5%，平均減幅為5.70%；完整米率無變化者為‘台中171號’。未熟粒減少者有‘台南11號’等38個品種，占全部參試品種之86.36%，其中減幅最大為‘花蓮21號’26.0%，最小為‘台南11號’0.73%，平均減幅為11.61%；未熟粒增加者有‘台農67號’等5個品種，占全部參試品種之11.36%，其中增幅最大為‘台農67號’18.78%，最小為‘台農78號’0.5%，平均增幅為5.96%。就大部分水稻品種而言，日夜輪灌灌溉方式對減少高溫造成米質劣化情形有顯著效果。

(四) 水稻疊氮化鈉誘變後代之選育

吳永培、廖大經

為了解疊氮化鈉誘變品系之實用性，將所有誘變品系進行稻熱病及褐飛蝨抗性檢定，結果一期作223個‘台農82號’之M_{12}世代誘變品系，其中呈現R級反應者有31個，MR級反應的有139個，而呈MS、S及HS級反應者分別有13、3、38個，顯示誘變族群經多世代田間繁殖，感病材料之比率大幅降低，而抗性材料的抗性比率有大幅明顯提升的現象；至於二期作的稻熱病抗性反應與一期作的結果相似，其R、MR、MS、S、HS級反應分別為57、115、22、10、19個，具稻熱病抗性反應之誘變品系仍然占有很高比率。至於‘台農82號’疊氮化鈉誘變品系之褐飛蝨抗性檢定，結果發現一期作223個‘台農82號’之M_{12}世代誘變品系，其中呈現R級反應者有104個，MR級反應的有98個，而呈S級反應者別有17個，顯示誘變族群抗蟲比率亦相當高，而二期作的稻褐飛蝨反應與一期作的結果相似，其R、MR及S級反應分別為156、63、4個，具褐飛蝨抗性反應之誘變品系仍占有很高比率。綜合結果顯示以疊氮化鈉進行水稻誘變，其對稻熱病及褐飛蝨抗性反應具有提升效果，可據此選拔稻熱病及褐飛蝨抗性優良之品系。