

# 從田間觀察到智慧決策 青花菜生育預測模型建立與落地應用

文圖／林煜恒、陳韋玲、沈峻榮

青花菜 (*Brassica oleracea L. var italica*) 為十字花科蕓苔屬世界性大宗蔬菜作物，112 年全國種植面積約 1,546 公頃，主要為冬季裡作 11 月至隔年 3 月契作栽培為主，若以 112 年全年批發市場均價 28.5 元 / 公斤計算，產值可達 8 億 5 千萬元。青花菜可作鮮食及加工用途，冷藏調節可供應 1 個月，分切後急速冷凍貯藏可供應半年以上，可調節國內夏季蔬菜需求。又國內市場需求旺盛，鮮食每年進口量達 17,000 公噸，冷凍加工品亦達 7,200 公噸，為一具市場潛力並可開發作為進口替代之蔬菜。目前國內因產期集中、生產受環境影響大、花球成熟度不一致需至少 2 次以上採收作業，使採收作業時機械及人工投入成本高與原料供應不穩定等問題。為提升青花菜產業經營效益，本場整合生育監測資料，建構青花菜產期產量預測模式管理平台，期助於青花菜生產風險評估、管理決策及產銷規劃，以降低管理成本，提升產業經營效益。

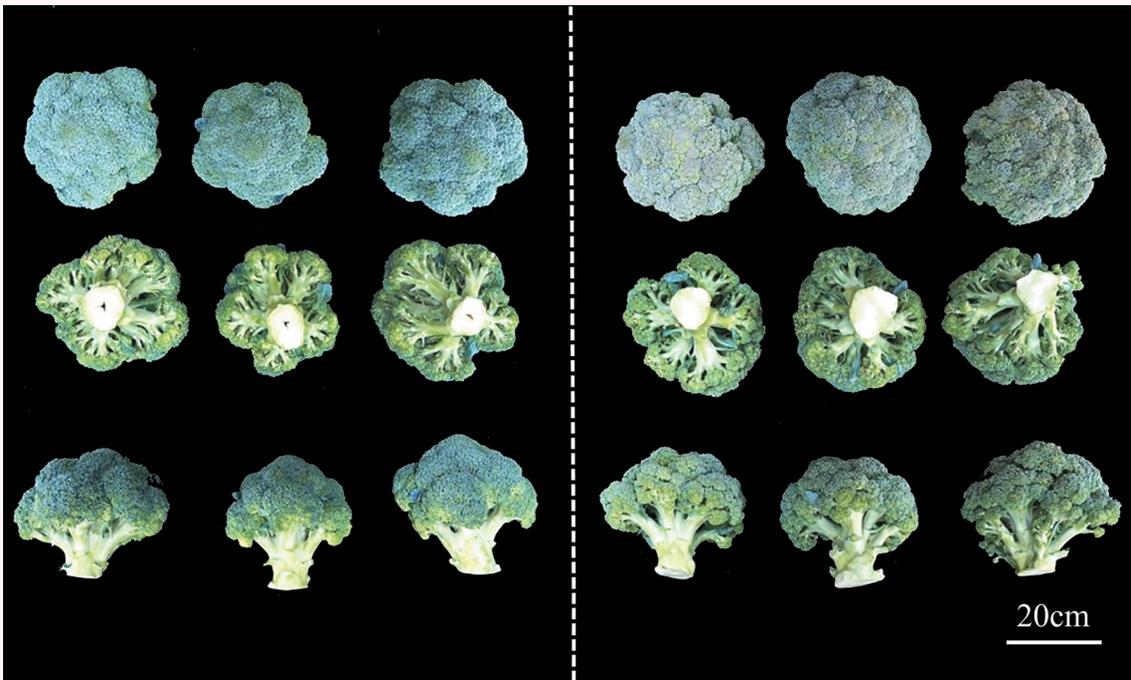
## 一、青花菜栽培生育關鍵參數數據蒐集

110-112 年間於彰化縣大村鄉本場田區進行，使用國內主要商業生產的‘42 號’及‘綠寶’品種為試驗材料。‘42

號’ 蕾粒細緻，色澤翠綠色，具耐高溫特性，可作為鮮食及加工用；‘綠寶’ 蕾粒細、花型緊密，具耐寒特性，適合作為加工用，與‘42 號’ 都屬中生種青花菜。試驗區分成 A 至 F 六區，每區共 4 畦作為不同小區，2 個品種各種植兩小區。試驗數據主要蒐集田區環境數據及作物生育項目。為完整蒐集環境資訊，以種植時間差異作為各區處理，並在田區 A 至 F 中，種植時間依序間隔 14 天，以在有限的種植區域內收集完整的環境資訊。

青花菜試驗田區環境資料蒐集項目

項目	單位	來源
氣溫	°C	氣象站
降雨量	mm/hr	氣象站
風速	m/s	氣象站
相對濕度	%	氣象站
輻射量	MJ/m <sup>2</sup>	氣象站
土壤含水量	%	土壤感測器
土壤溫度	°C	土壤感測器
土壤 pH 值	—	土壤感測器
土壤 EC 值	dS/cm	土壤感測器



■ 青花菜品種‘42號’(左)及‘綠寶’(右)花球外觀

## 青花菜試驗作物生育調查項目

項目	單位	項目	單位
株高	cm	葉鮮重	g
株幅	cm <sup>2</sup>	莖鮮重	g
葉片數	片	小區總產量	kg
總葉面積	cm <sup>2</sup>	定植日	記錄日期
葉面積指數 (LAI)	—	開花 (可見花蕾) 日	記錄日期
花球長	cm	收穫日	記錄日期
花球寬	cm	不良率	%
地上部鮮重	g		

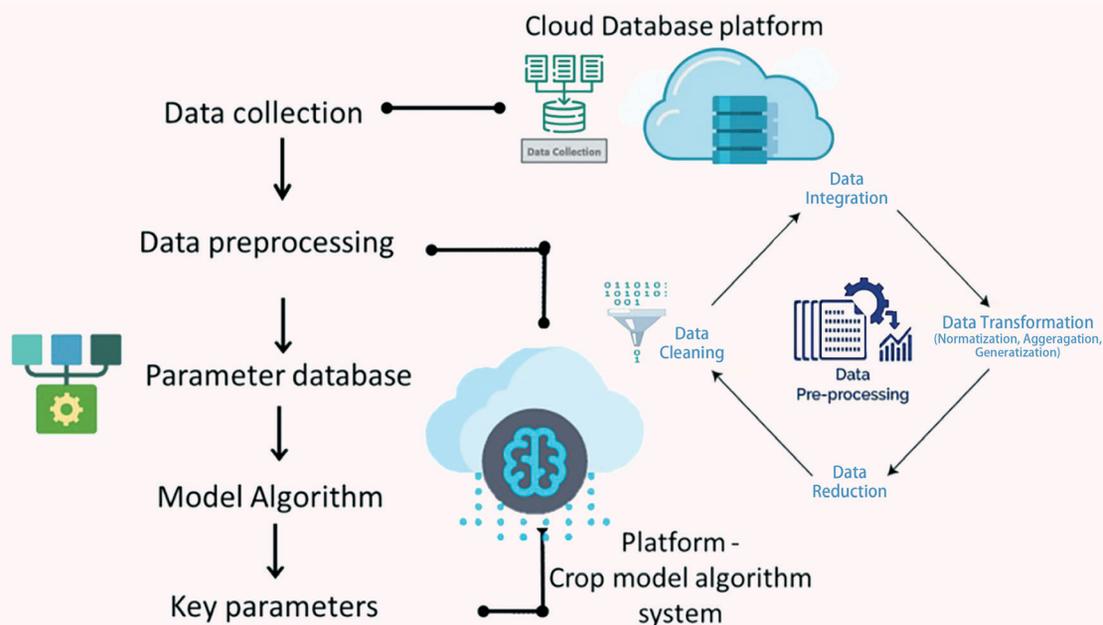
## 二、青花菜生育預測模型分析流程

採用悠由數據公司開發平台 (<https://datayoo.com.tw/>)，結合作物生理、管理知識及資料演算法，歸納出影響作物生長的關鍵生長參數，並成為系統推估作物產期和產量的依據，進而建立完整的演算機制。透過平台直接連結田區環境資訊，並蒐集調查資料，然數據型態種類多樣，資料複雜，且易受天氣變化或田間實際操作影響，造成資料傳遞的不穩定性。為確保分析資料能有效應用，

資料演算法系統會先進行資料彙整、正確性檢核、去除重複與錯誤、資料整併、過濾異常值和數值轉換等程序，先確保資料品質，方能進入分析階段，再經由模型演算，剔除不必要的參數雜質，僅留下與青花菜作物生長最相關的數據，包含開花、採收時機及產量等，建立青花菜產期產量之預測模式。

## 三、青花菜生長關鍵參數組合分析

‘42 號’及‘綠寶’生育日數約 63 天，各田區全生育期落於 60 至 68 天。‘42 號’



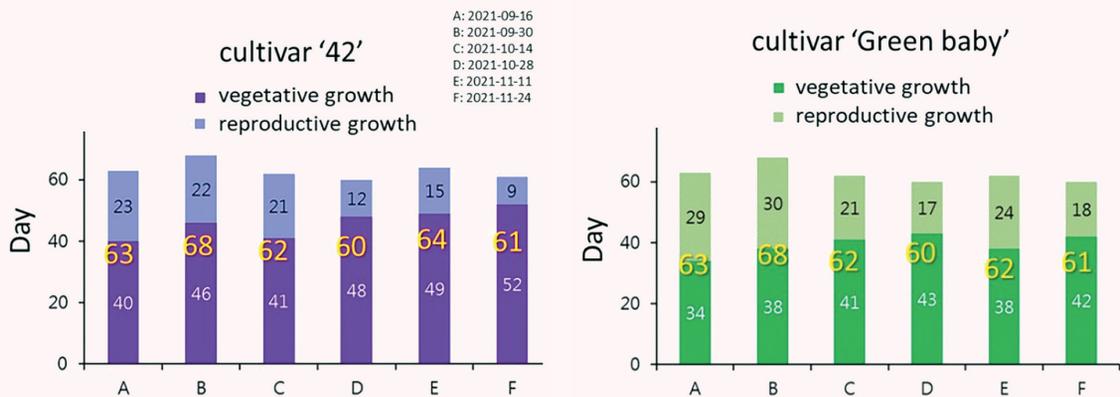
■ 青花菜作物預測模型分析流程示意圖

在 D、E、F 田區平均生殖生長期僅 12 天，與 A、B、C 田區平均生殖生長期 22 天相差較大，‘綠寶’則以 A 及 B 田區平均生殖生長期較長。結合田區環境資料及生育數據調查分析，‘42 號’主要受濕度相關因子影響，其中生殖生長期亦受溫度影響；‘綠寶’主要受溫度影響，但生殖生長期亦部分受濕度影響。分析‘42 號’的生長關鍵參數，偏好良好的光照和冷濕環境，以濕度對其影響較明顯，不同生長階段受到濕度影響不盡相同，栽培期間之濕度差異主要來自日累積雨量。另外，溫度對產量的影響顯示，積溫型 III 表示在全

生長期與生殖生長期對產量的影響存在相反的趨勢。環境溫度是‘綠寶’關鍵參數主要影響因子，在全生育期中，積溫型 III、光照、溫度差等因素對產量的提升具正面效應，生殖生長期則有不同的影響因子，積溫型 III 呈現負面影響，顯示青花菜不耐高溫的特性，生殖生長期中，若濕度太低，也會導致產量下降。

#### 四、模型優化及落地應用

透過田間環境數據蒐集與生育調查建立青花菜生育預測模型，並以 111-113 年彰化、雲林及嘉義縣逾 284 筆農地之



■ 依品種和移植日期進行青花菜營養和生殖階段天數分析

### 青花菜試驗作物生育調查項目

編號	'42 號'		'綠寶'	
	全生長期	生殖生長期	全生長期	生殖生長期
1	夜晚濕度最大值	上午平均濕度	積溫型 III	積溫型 III (負)
2	白天濕度最小值	積溫型 III (負)	上午平均光照	白天最小濕度 (負)
3	每日濕度全距 (最大-最小)	每日平均濕度 (負)	每日溫度全距	每日光照總和
4	上午濕度最大值 (負)	白天溫度最小值 (負)	夜晚溫度最小值	白天跟夜晚的溫差 (負)
5	上午光照最大值	-	夜晚溫度最大值 (負)	上午平均溫度
6	夜晚濕度最小值	-	每日溫度最大值	每日夜晚光照平均
7	積溫型 III	-	每小時最大降雨量 (負)	每日濕度最小值
8	上午濕度平均值 (負)	-	上午平均濕度	-
9	白天跟夜晚的溫差 (負)	-	下午平均濕度 (負)	-

TGAP 紀錄進行驗證優化，累積超過 573 萬筆分析資料，面積總計約 53.36 公頃。結果顯示，該模型對青花菜開花期的預測誤差範圍為 ±2 天，採收期為 ±4 天，產量準確率達 94% 以上。相關研究成果已建立 SaaS 服務 (軟體服務) 平台，該平台主要提供採收時程分析、即時與歷史

環境資訊、田間調查等數據蒐集及紀錄功能，可協助判斷是否需要進行田間操作調整，使用者能自行定義性狀與收穫調查項目，設定完成後可自動產製表格，方便大量資料匯入與匯出使用。目前已成功導入數據管理模式於 2 大青花菜契作商進行生產管理使用。

### 青花菜優化後之生育模型

項目	‘42 號’	‘綠寶’
種植時預測開花期	± 2 天	± 1.5 天
種植時預測採收期	± 4 天	± 4 天
開花後預測採收期	± 2.5 天	± 1.5 天
產量預測準確率	95%	94%

註：準確率公式： $1 - \frac{\sum_{i=1}^n (O_i - P_i)^2}{\sum_{i=1}^n (|P_i - O_i| + |O_i - O|)^2}$ ,  $0 \leq d \leq 1$ ，其中  $O_i$  為觀測值、 $P_i$  為預測值



## 五、結語

本研究透過悠由數據公司開發的作物演算系統，成功建立青花菜產期與產量的預測模型，未來將致力於擴大青花菜預測模型的適用性與實用價值之研究，透過持續深化模型在不同地區與作物上的應用，提升智慧農業的整體效能。基於目前臺灣驗證的成果，未來將探索模型在其他

氣候條件與地理特性中的適配性。同時，可聚焦於多作物預測模型的延展，將青花菜的成功經驗擴展至其他經濟作物，開發具高通用性與市場價值的智慧農業解決方案，並透過實地應用與使用者反饋，完善模型在田間管理中的應用價值，並建立教育與推廣機制，讓更多生產者能受惠於數據驅動的農業技術。

### The AI-Based Farm Management SaaS Platform

Local and global harvesting schedule, arrange supply chain transportation ahead.

The image displays six screenshots of the 'Farm Predictor' SaaS platform interface. The top-left screenshot shows a login page with fields for 'Account' and 'Password', a 'Log in' button, and a language selector set to 'English'. The top-middle screenshot shows a satellite map of a farm with a white box and the text 'harvest scheduling analysis'. The top-right screenshot shows a dashboard with a line graph and the text 'real-time and historical environmental information'. The middle-left screenshot shows a table with columns for 'Harvest record'. The middle-right screenshot shows a table with columns for 'Plan trats record'. The bottom-middle screenshot shows a map with various colored location pins and the text 'Farm's predicted results'.

- 青花菜田間紀錄與數據管理應用服務平台

