

# 毛豆

## 外銷專區 最適灌溉指引建立

technology report  
Agricultural



農業部高雄區農業改良場 編印

中華民國114年12月

# 目錄

## CONTENTS

3 前言

4 CROPWAT模型介紹

4 高屏地區栽培環境

6 建立毛豆各生育期耗水係數(Kc)及  
需水量(ETc)估算模式

8 高屏地區毛豆不同播種期需水量估算

9 高屏外銷專區毛豆生育期需水量模式  
驗證及示範推廣

12 毛豆生育期最適灌溉指引

15 參考文獻

# 毛豆

## 外銷專區最適灌溉指引建立

文·圖/周國隆

### 前言

毛豆 (*Glycine max* (L.) Merr.) 是具有競爭力的外銷型產業，主要栽培品種為高雄9號及高雄13號，以高屏及雲嘉為主要栽培地區。2024年栽培面積9,220公頃，年產量約69,500公噸，契作面積6,890公頃，年外銷量達32,654公噸，產值7,351萬美元，主要銷往日本占72.6%，其餘則銷往美國、加拿大等25個國家，其中冷凍毛豆產品產值在日本的市占率為41.0%。毛豆外銷專區屬大田區，常因灌水太多導致如根腐病及紅冠腐病發生嚴重，植株易黃化枯死，不僅影響產量且浪費水資源。為因應氣候變遷、水情吃緊，111~112年度導入CROPWAT8.0系統估算，建立春、秋兩作毛豆各生育期需水量模式。113年度在高屏兩地區進行小尺度驗證，建立最適灌溉管理模式，114年度擴大應用於毛豆外銷專區的需水量管理，提供專業豆農灌水指引，提升水資源利用效率及節省灌水量。

## CROPWAT模型介紹

CROPWAT 模型由聯合國糧農組織 (FAO) 開發，可以協助農業氣象學家、農藝學家和灌溉工程人員對蒸發散量和灌溉需水量進行估算，其計算程序立基於聯合國糧農組織出版的灌排系列檔《作物需水量作物指南》(FAO-56)。此外，CROPWAT 模型能夠建議如何改進灌溉方法、規劃不同供水條件下的灌溉日程、評價雨養條件或非充分灌溉條件下對作物產量的影響。輸入資料包括作物(種植日期、收穫日數、各生育階段日數、最大根深度、株高，作物耗水係數、產量反應係數)、土壤(有效土壤水分含量、最大水分入滲率、起始土壤有效水分含量)、氣候(雨量、最高/最低溫度、平均濕度、平均風速、日照時數、日射量、測站資訊)等相關參數。導入CROPWAT 8.0系統可估算出作物各生育期耗水係數(Kc)、潛在蒸發散量(ET<sub>o</sub>)、作物蒸發散量(ET<sub>c</sub>)即需水量、有效雨量(Eff rain)及建議灌水量(Irr Req.)。

## 高屏地區栽培環境

屏東海豐及高雄旗山兩驗證場域近5年各月份氣候如表1及表2所示，春作(1~5月)平均日氣溫屏東17.7~27.6 °C、旗山16.9~26.4 °C，累積月日射量為屏東369~721 MJ/m<sup>2</sup>、旗山389~588 MJ/m<sup>2</sup>，累積月降雨量為屏東0~174mm、旗山0~117mm；秋作(9~12月)平均日氣溫屏東

28.3~19.7 °C、旗山 28.0~19.0 °C，累積月日射量為屏東 757~377 MJ/m<sup>2</sup>、旗山 575~350 MJ/m<sup>2</sup>，累積月降雨量為屏東 0~417mm、旗山 0~541mm。屏東場域土質為砂壤土、有機質 1.89~1.90%、有效水分含量 266mm/m。旗山場域土質為壤土、有機質 1.17~1.36%、有效水分含量 284mm/m。

表1.屏東海豐近5年各月份氣象資料

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
平均氣溫 (°C)	17.7-19.8	19.2-22.0	22.4-24.0	25.4-27.6	26.2-29.4	27.2-29.1	28.2-29.3	27.2-28.3	27.6-28.3	26.3-26.8	23.9-25.7	19.7-21.7
最高氣溫 (°C)	28.2-32.1	29.5-34.7	34.2-35.6	34.2-37.4	35.4-38.9	36.3-37.5	36.2-38.1	35.9-37.3	35.2-36.4	33.5-35.2	32.6-35.3	29.7-32.4
最低氣溫 (°C)	7.0-10.7	9.1-12.2	10.5-16.2	15.2-20.5	18.7-22.5	22.5-23.4	22.1-23.9	22.0-23.4	21.2-23.1	19.7-22.4	12.8-20.5	8.8-12.1
累積日射量 (MJ/m <sup>2</sup> )	369-599	362-639	518-721	527-750	598-852	549-861	734-819	555-766	561-757	503-606	435-616	377-551
累積雨量 (mm)	0.0-17.5	0.0-23.5	0.0-26.5	3.0-174	72-357	116-1218	141-1312	384-1311	70-517	13.5-417	0.0-147	3.5-18.0

表2.高雄旗山近5年各月份氣象資料

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
平均氣溫 (°C)	16.9-19.0	18.2-21.1	21.2-23.1	24.3-26.4	25.6-28.5	26.9-28.9	27.4-28.8	27.1-28.0	27.3-28.0	25.8-26.4	23.1-25.0	19.0-20.8
最高氣溫 (°C)	26.5-30.5	29.4-33.8	32.8-33.9	33.8-35.9	34.1-36.1	35.4-36.7	35.3-37.2	35.1-36.0	34.4-35.1	33.4-34.8	31.5-33.8	28.9-32.2
最低氣溫 (°C)	6.2-9.8	7.6-10.8	9.4-15.0	12.9-19.8	17.2-21.2	21.7-23.6	22.1-23.2	21.1-23.1	20.3-23.1	19.1-21.3	13.3-19.7	8.3-11.1
累積日射量 (MJ/m <sup>2</sup> )	404-461	389-513	536-567	502-588	418-672	449-661	423-643	444-586	489-575	448-485	397-492	350-422
累積雨量 (mm)	0.0-33.5	0.0-43.0	0.0-24.0	4.0-117	20.0-557	138-1192	123-1314	346-1369	107-541	18.0-576	0.5-98.5	7.0-23.0

## 建立毛豆各生育期耗水係數(Kc)及需水量(ETc)估算模式

將本場 2022~2023 年氣象資料及土壤水分與毛豆生長性狀導入 CROPWAT 8.0 系統估算臺灣毛豆各生育期耗水係數 (Kc) 及需水量 (ETc) 如圖 1 所示。毛豆生育期耗水係數 (Kc)，春作播種至幼苗期 0.5、幼苗期至開花期 0.62~0.82、開花期至籽粒充實期 1.01~1.06、籽粒充實期至綠莢成熟期 0.99~0.89。秋作播種至幼苗期 0.5、幼苗期至開花期 0.5~0.68、開花期至籽粒充實期 0.95~1.05、籽粒充實期至綠莢成熟期 1.02~0.93。

毛豆各生育期需水量 (ETc)，春作播種至幼苗期 16.7mm、幼苗期至開花期 45.1mm、開花期至籽粒充實期 143.3mm、籽粒充實期至綠莢成熟期 76.6mm，毛豆全生育期需水量為 281.7mm。秋作播種至幼苗期 2.5mm、幼苗期至開花期 51.2mm、開花期至籽粒充實期 107.7mm、籽粒充實期至綠莢成熟期 56.7mm，毛豆全生育期需水量為 217.8mm。



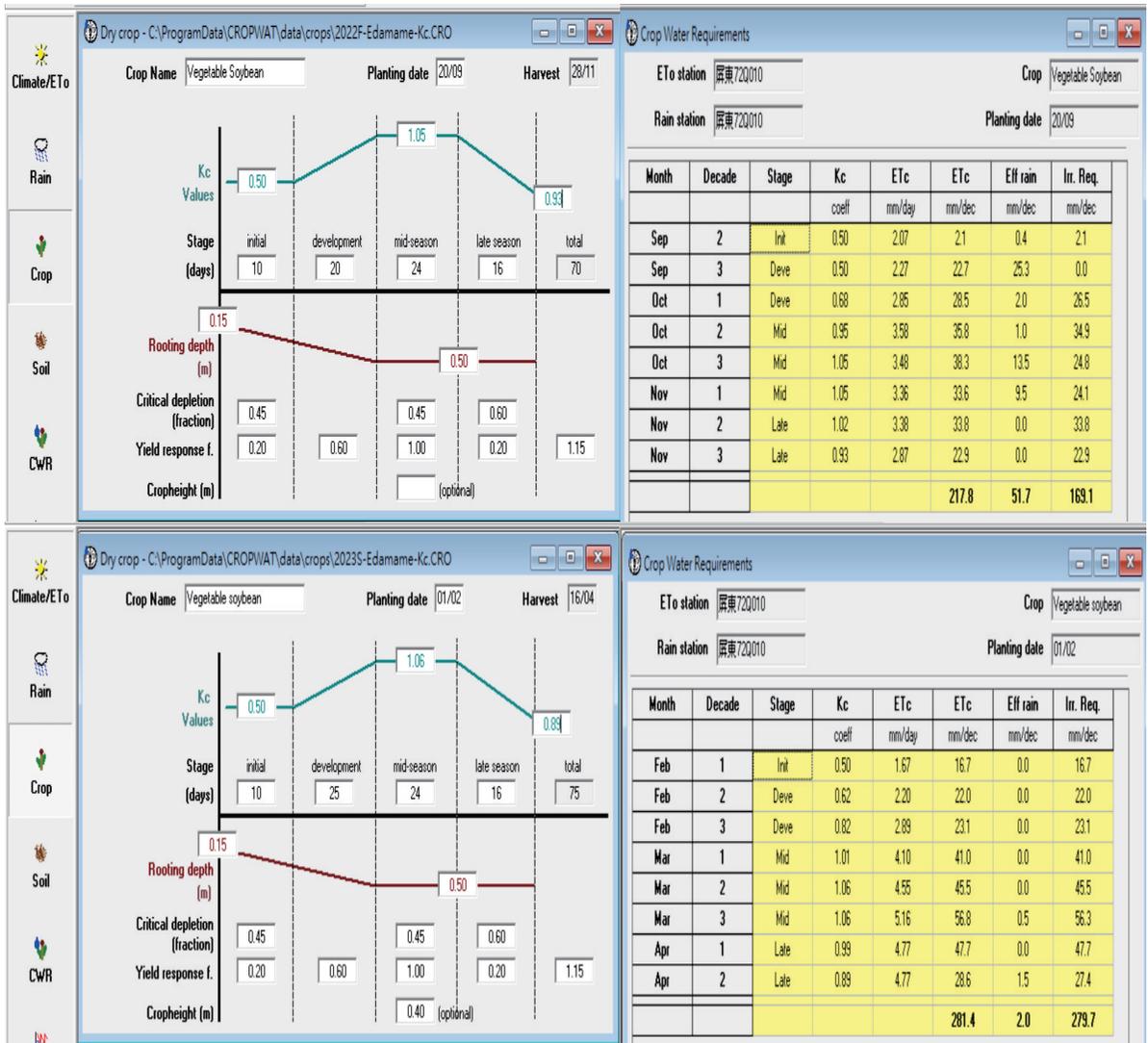


圖1. 導入CROPWAT8.0系統估算屏東春秋兩作毛豆各生育期耗水係數(Kc)及需水量(ETc)

## 高屏地區毛豆不同播種期需水量估算

高屏地區毛豆播種適期春作1月下旬至2月，秋作9月至10月上旬。導入CROPWAT 8.0系統輸入2022年及2023年氣象資料估算結果如圖2所示，春作毛豆隨著播種期越晚，其需水量越多，1月15日播種需水量222.1mm、1月25日播種需水量239.9mm、2月5日播種需水量259.5mm、2月15日播種需水量267.3mm、2月25日播種需水量293.5mm、3月5日播種需水量300.3mm；秋作毛豆則隨著播種期越晚，其需水量越少，9月5日播種需水量225.9mm、9月15日播種需水量210.9mm、9月25日播種需水量197.5mm、10月5日播種需水量185.4mm、10月15日播種需水量172.8mm、10月25日播種需水量160.5mm。

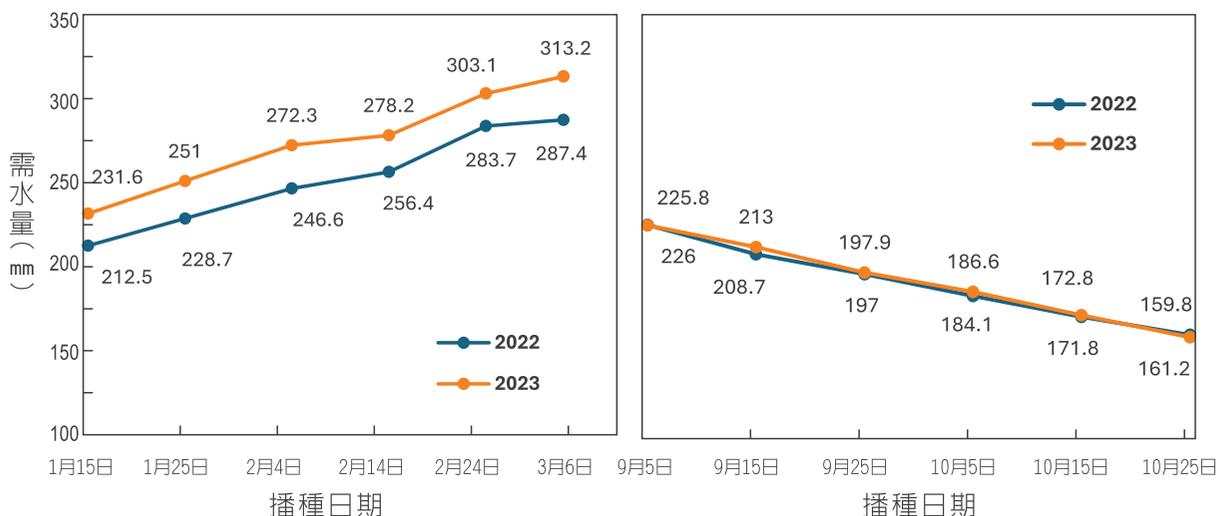


圖2.不同播種期毛豆全生育期需水量

## 高屏外銷專區毛豆生育期需水量模式驗證及示範推廣

本試驗田間數據結合氣象資料，參考蒸發散量 (ET<sub>o</sub>) 與各生育期耗水係數 (K<sub>c</sub>)，導入 CROPWAT 8.0 系統估算出毛豆各生育期需水量 (ET<sub>c</sub>)，並進而推估灌溉量。

(一) 高雄旗山場域驗證結果如表3所示，2024年春作毛豆各生育期耗水係數為播種至幼苗期0.5、幼苗期至開花期0.62~0.79、開花期至籽粒充實期0.98~1.04、籽粒充實期至綠莢成熟期0.99~0.89。秋作毛

表3.高雄旗山場域毛豆模式驗證區與慣行對照區實際灌水量比較

毛豆生育期	生育日數 (day)	耗水係數 (K <sub>c</sub> )	估測需水量 (mm)	有效雨量 (mm)	灌水量 (mm)	
					驗證區	慣行區
高雄旗山場域 (2024/02/02機播)						
播種前全區灌水 (09/05)					104.4	119.0
播種至幼苗期	10	0.50	14.3	5.7	0.0	69.2
幼苗期至開花期	25	0.62-0.79	47.6	3.0	54.1	59.3
開花期至籽粒充實期	24	0.98-1.04	131.9	10.4	63.5	77.5
					85.0	77.5
籽粒充實期至綠莢成熟期	16	0.99-0.89	81.2	3.5	69.5	67.7
毛豆春作全生育期	75	0.50-1.04	275.0	19.1	272.1	351.2
高雄旗山場域 (2024/10/17機播)						
播種前大豪雨 (10/1-16)					426.5	426.5
播種至幼苗期	10	0.50	8.0	0.4	0.0	72.2
幼苗期至開花期	20	0.54-0.77	46.6	85.9	0.0	0.0
開花期至籽粒充實期	24	0.99-1.01	85.2	47.3	90.4	94.3
籽粒充實期至綠莢成熟期	16	0.97-0.92	39.9	11.8	80.9	80.1
毛豆秋作全生育期	70	0.50-1.01	179.7	145.4	171.3	246.6

豆各生育期耗水係數為播種至幼苗期0.5、幼苗期至開花期0.54~0.77、開花期至籽粒充實期0.99~1.01、籽粒充實期至綠莢成熟期0.97~0.92。導入系統估算春作毛豆各生育期需水量為播種至幼苗期14.3mm、幼苗期至開花期47.6mm、開花期至籽粒充實期131.9mm、籽粒充實期至綠莢成熟期81.2mm，全生育期需水量為275.0mm。秋作毛豆各生育期需水量為播種至幼苗期8.0mm、幼苗期至開花期46.6mm、開花期至籽粒充實期85.2mm、籽粒充實期至綠莢成熟期39.9mm，全生育期需水量為179.7mm。

(二) 屏東海豐場域驗證結果如表4所示，2024年春作毛豆各生育期耗水係數為播種至幼苗期0.5、幼苗期至開花期0.52~0.80、開花期至籽粒充實期0.92~1.02、籽粒充實期至綠莢成熟期1.00~0.89。秋作毛豆各生育期耗水係數為播種至幼苗期0.5、幼苗期至開花期0.50~0.68、開花期至籽粒充實期0.95~1.05、籽粒充實期至綠莢成熟期1.02~0.93。導入系統估算春作毛豆各生育期需水量為播種至幼苗期7.4mm、幼苗期至開花期99.4mm、開花期至籽粒充實期110.7mm、籽粒充實期至綠莢成熟期98.2mm，全生育期需水量為315.7mm。秋作毛豆各生育期需水量為播種至幼苗期2.5mm、幼苗期至開花期51.2mm、開花期至籽粒充實期107.7mm、籽粒充實期至綠莢成熟期56.7mm，全生育期需水量為218.1mm。

表4.屏東海豐場域毛豆模式驗證區與慣行對照區實際灌水量比較

毛豆生育期	生育日數 (day)	耗水係數 (Kc)	估測需水量 (mm)	有效雨量 (mm)	灌水量(mm)	
					驗證區	慣行區
屏東海豐場域(2024/02/25機播)						
播種前全區灌水(01/18)					141.5	147.9
播種至幼苗期	10	0.50	7.4	0.0	0.0	69.8
幼苗期至開花期	25	0.52-0.80	99.4	4.9	76.7	83.5
開花期至籽粒充實期	24	0.92-1.02	110.7	0.0	125.8	135.2
籽粒充實期至綠莢成熟期	16	1.00-0.89	98.2	65.8	73.6	87.3
毛豆春作全生育期	75	0.50-1.02	315.7	70.7	276.1	375.8
屏東海豐場域(2024/10/23機播)						
播種前大豪雨(10/1-22)					348.5	348.5
播種至幼苗期	10	0.50	2.5	49.0	0.0	0.0
幼苗期至開花期	25	0.50-0.68	51.2	92.1	0.0	0.0
開花期至籽粒充實期	24	0.95-1.05	107.7	0.0	79.6	85.4
籽粒充實期至綠莢成熟期	18	1.02-0.93	56.7	16.4	0.0	0.0
毛豆秋作全生育期	72	0.50-1.05	218.1	157.5	79.6	85.4

(三)高雄旗山及屏東海豐兩場域春秋兩作的毛豆，需水量模式驗證區及慣行對照區每公頃產量均無顯著性差異，但田間根腐病及紅冠腐病罹病率均以模式驗證區較慣行對照區發生輕微(表5)。高雄旗山場域毛豆生育期模式春秋兩作灌水量驗證區為272.1及171.3mm，分別較慣行對照區351.2及246.6mm減少79.1mm(22.5%)及75.3mm(30.5%)(表3)。屏東海豐場域毛豆生育期模式驗證區春作灌水量為276.1mm，較慣行對照區375.8mm減少99.7mm(26.5%)。秋作驗證區灌水量79.6mm，與慣行對照區85.4mm相近(表4)。

表5.高屏兩地區毛豆需水量試驗之合格莢產量及農藝特性

場域處理	生育 日數 (day)	合格莢 產量 (kg/ha)	產量 指數 (%)	百莢重 (g)	單株 莢數	單株 莢重 (g)	剝實率 (%)	植株 高度 (cm)	根腐病 罹病率 (%)	紅冠腐病 罹病率 (%)
2004年春作										
高雄驗證區	75	7639	94.7	325	15.8	43.1	54.2	48.5	1.0	1.2
高雄對照區	75	8064	100.0	298	17.5	45.1	53.2	45.1	2.5	1.5
屏東驗證區	75	9122	100.0	293	21.1	51.9	53.2	43.8	0.9	1.0
屏東對照區	75	9125	100.0	291	21.5	52.2	53.4	38.9	2.8	2.1
2004年秋作										
高雄驗證區	70	7018	95.3	395	14.5	41.4	51.7	51.7	3.5	3.9
高雄對照區	70	7363	100.0	370	15.3	44.5	50.5	50.5	4.3	5.0
屏東驗證區	72	8681	108.2	413	19.8	53.6	50.3	43.5	2.9	3.0
屏東對照區	72	8025	100.0	398	17.3	47.9	49.7	40.0	2.8	3.2

春作機播日期：高雄2月2日；屏東2月25日。

秋作機播日期：高雄10月17日；屏東10月23日。

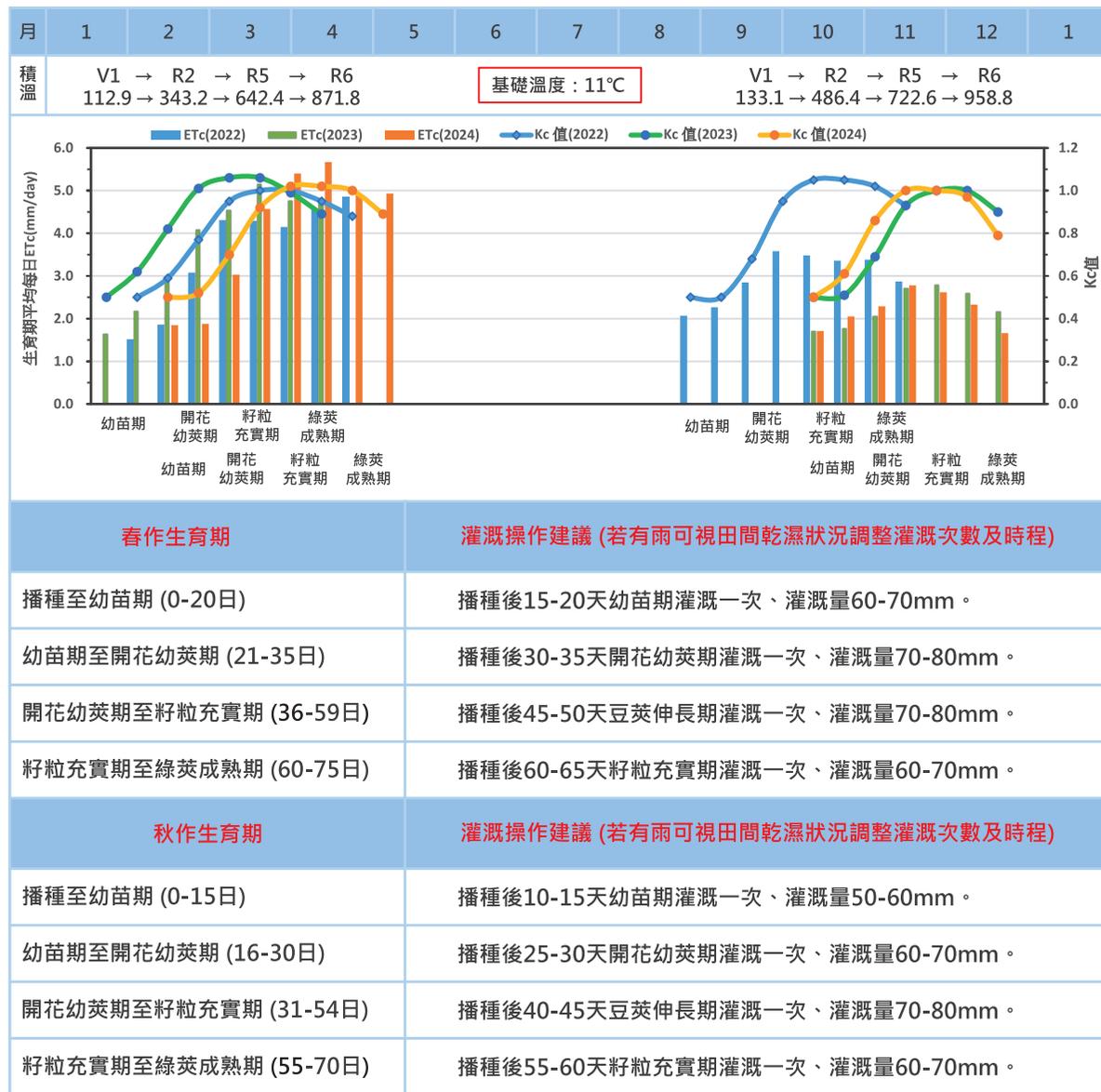
## 毛豆生育期最適灌溉指引

毛豆種植前採全面灌溉約130~150mm，即每公頃需水1,300~1,500公噸，控制土壤最適乾濕度(含水量40~50%)時進行機械播種，種植後採溝灌，切勿在播種後6日內即種子尚未萌芽就灌水，種子發芽期易生傷口，造成根腐病或紅冠腐病等土壤性病原菌侵入寄生。毛豆全生育期需水量春作為240~320mm，秋作為190~230mm，依生育期需水量大致灌溉4次如圖3所示，分別在播種後10~20日幼苗期，灌水量50~60mm、25~35日開花幼莢期，灌水量60~70mm、40~50日豆莢伸長期，灌水量70~80mm、55~65日籽粒充實期，灌水量60~70mm，灌水時

## 毛豆

地區(地理位置)：屏東市海豐 面積：1公頃 土壤質地：砂質壤土 灌溉方式：溝灌

(2022-2024試驗結果)



執行單位：高雄區農業改良場 計畫主持人：周國隆

圖3.毛豆春秋兩作各生育期最適灌溉指引

以畦溝灌水8~9分滿，讓水分藉毛細管作用擴散至畦面濕潤即可。若下雨可視田間乾濕狀況調整灌溉次數，但不可灌水太多，否則易使植株罹患根腐病或紅冠腐病（圖4）。114年擴大應用於毛豆外銷專區，農業水資源研究群於4月16日假高雄旗山毛豆需水量驗證場域召開產業應用觀摩交流會（圖5），委員對本計畫毛豆需水量試驗及田間實證，實際落地應用予以肯定，建議可加速技術推播。



圖4.毛豆田不可灌水太多，易使植株罹患根腐病(左)或紅冠腐病(右)。



圖5.114年擴大應用於毛豆外銷專區，農業水資源研究群於4月16日假高雄旗山毛豆需水量驗證場域召開產業應用觀摩交流會。

## 參考文獻

1. 周國隆。2023。大豆生育期需水量研究(海報)。112年度農業水資源精準管理科技決策支援系統之建構研討會。農業部農田水利署及農業試驗所主辦。
2. 周國隆。2024。毛豆外銷專區最適灌溉指引建立(海報)。113年度農業水資源精準管理科技決策支援系統之建構研討會。農業部農田水利署及農業試驗所主辦。
3. 林冠妤、周國隆。2025。毛豆精準灌溉-科技助攻為綠金產業注入新動能。農業世界503:31-35。
4. 周國隆。2025。6. 毛豆。作物灌溉指引手冊p.63-65。農業部農業試驗所編印。





刊名：高雄區農技報導  
出版年月：114年12月  
期數：182期  
篇名：毛豆外銷專區最適灌溉指引建立  
作者：周國隆  
發行人：羅正宗  
總編輯：林勇信  
執行編輯：吳倩芳  
出版機關：農業部高雄區農業改良場  
地址：908126屏東縣長治鄉德和村德和路2-6號  
網址：<https://www.kdais.gov.tw/ws.php?id=413>  
電話：08-7389158

印刷廠：鳴昇彩色印刷有限公司  
地址：904010屏東縣九如鄉農場街17號  
電話：08-7392116  
傳真：08-7392950  
發行量：1,500本  
定價：40元  
展售書局：  
國家書店 02-25180207  
五南文化廣場 04-24378010  
GPN：2008200192  
ISSN：1812-3023

版權聲明：本著作採「創用CC」之授權模式，僅限於非營利、禁止改作且標示著作人姓名之條件下，得利用本著作

製版採 / 熱感環保聚合版  
免化學藥水處理

油墨採 / 減碳及歐盟環保規範



GPN：2008200192  
定價：40元