

溫度對紅豆生長之影響



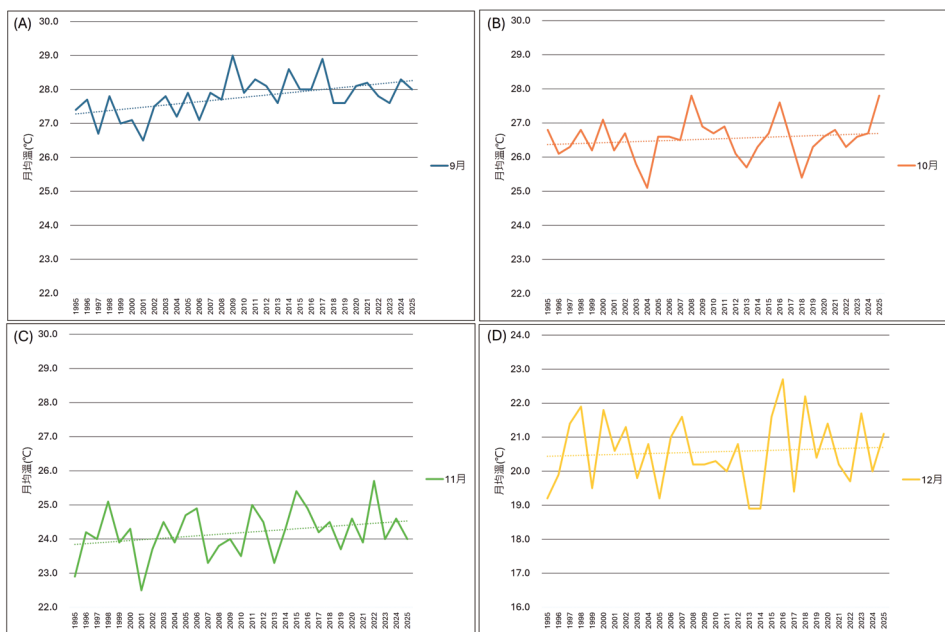
文・圖/詹雅勛

前言

紅豆 (*Vigna angularis*) 為國內重要的雜糧作物，主要栽培於高雄與屏東地區秋裡作，對國內糧食供應與農業經濟具重要地位。近年受氣候變遷影響，氣溫上升與極端氣候事件頻率增加，使紅豆生產面臨顯著挑戰，其中以溫度變動對生長發育與產量形成的影響最為明顯。紅豆對溫度頗為敏感，營養生長、開花結莢及籽粒充實等生育階段均受溫度變動而影響其生理機能與產量表現。因此，釐清溫度對紅豆生長的作用機制，並建立相應的栽培調適策略，為穩定國產紅豆產量的重要課題。

適合紅豆生長的溫度條件

紅豆適合生長於溫暖且季節分明的氣候環境，依長期氣象資料顯示，高屏地區紅豆生育期間 (9~11月) 平均氣溫約介於 24~29℃，整體環境條件適合紅豆生長。然而近年溫度變化呈現



逐漸升高趨勢，
圖1. 1995至2025年間紅豆生育期間月均溫趨勢 (A) 9月； (B) 10月； (C) 11月及 (D) 12月
表示栽培環境正朝高溫化發展 (圖1)。

且極端氣候降雨異常造成延遲播種，亦有生育後期面臨低溫的風險。就生理需求而言，紅豆於生育初期至中期最適溫度為25~30℃，可促進營養生長與花芽分化，而開花期以約24~26℃最為理想，若溫度過低或過高，皆會影響授粉與結實率。此外，紅豆屬短日照作物，日照長短與溫度交互作用會影響開花期與生育進程，短日照有利於開花，但若溫度過低則會延遲生殖生長。從生長積溫觀點分析，紅豆自播種至成熟約需累積1,000℃·d以上的有效積溫，顯示其對熱量需求具一定門檻。不同播種日期因氣溫差異，會造成積溫變動，進而影響生育日數與產量表現(表1)。

表1. 紅豆高雄8號、高雄9號及高雄10號不同播種期氣象資料及生長積溫調查(2025/2026年期)

播種日期	達開花期 天數 (day)	營養生長期 均溫 (°C)	生殖生長期 均溫 (°C)	全生育期 均溫 (°C)	全生育期 積溫 ² (°Cd)	全生育期 累積日照 (hr)
高雄8號						
9月2日	40	28.1	25.3	26.5	1479.0	726.0
9月15日	31	28.1	24.6	25.9	1350.2	674.4
9月30日	30	27.8	23.1	24.9	1195.4	645.9
10月13日	32	26.6	23.4	23.6	1112.1	646.1
10月27日	36	24.4	20.1	21.9	1025.0	678.6
高雄9號						
9月2日	41	28.1	25.2	26.5	1493.8	735.0
9月15日	32	28.1	24.3	25.7	1384.6	699.8
9月30日	32	27.8	22.9	24.9	1217.9	652.7
10月13日	33	26.6	21.2	23.3	1134.2	673.7
10月27日	38	24.2	19.9	21.7	1056.8	713.0
高雄10號						
9月2日	42	28.1	24.9	26.4	1527.1	756.7
9月15日	34	28.0	24.2	25.7	1396.1	708.2
9月30日	34	27.7	22.7	24.7	1265.1	684.6
10月13日	36	26.4	20.6	22.8	1152.1	696.7
10月27日	40	24.0	19.9	21.7	1078.5	730.7

²積溫計算方式： $\sum [(日最高溫+日最低溫)/2-基礎溫度]$ ，紅豆基礎溫度為10℃。

高溫或低溫逆境下紅豆生長的挑戰

一、高溫對生長與產量的影響

當生育期間氣溫高於30~35℃時，紅豆植株營養生長旺盛，葉片面積增加、株高及節數上升，可能出現半蔓性與倒伏現象。高溫對生殖生長也具有負面影響，主要表現在花粉活性下降、花器發育不良及授粉受精率降低，導致結莢率下降。在籽粒充實階段，高溫亦會抑制光合作用效率並縮短充實時間，使同化產物累積不足，進而降低百粒重與籽粒品質。如早播(9月上旬)生育期間溫度偏高，雖可增加單株莢數與粒數，但因籽粒充實不良，最終產量並未提升，顯示高溫對產量具有明顯抑制效果(表2)。

二、低溫對生長與產量之影響

相較之下，低溫對紅豆的影響主要表現在生育延遲與生殖生長受阻。當氣溫低於約16~20℃時，花芽分化與開花進程明顯延遲，開花數減少，進而影響結莢數與籽粒形成。此外，低溫常伴隨日照不足，會降低光合作用能力，使植株生長勢減弱。如晚播(10月下旬)生育期間溫度偏低甚至遭遇寒流，使紅豆株高、節數及單株莢數均顯著下降，並且對產量亦影響甚巨(表2)。

三、溫度與產量之綜合關係

紅豆產量與生育期間溫度條件呈現明顯關聯，不同播種日期的調查中顯示，目前仍以9月下旬播種，氣候溫度適宜，各推廣品種產量表現最佳，普遍可達2,000~2,400 kg/ha，顯示適當溫度條件有利於開花結莢與籽粒充實，為達高產的關鍵因素(表2)。

結語

綜合而言，溫度為影響紅豆生長與產量的關鍵環境因子，高溫主要透過花粉不稔、光合作用抑制與籽粒充實期縮短等機制降低產量，而低溫則會延遲生育並抑制開花結莢，兩者皆不利於產量形成。面對氣候暖化與變異加劇的趨勢，未來紅豆生產應朝向「適期播種」與「耐逆境品種選育」雙軌並進，一方面透過調整播種期，使開花期避開高溫或低溫時段；另一方面透過育種選拔具高花粉活性、穩定光合作用與良好籽粒充實能力的品種，以提升產量穩定性。此外，結合生長積溫與氣象預測技術，可提升栽培管理精準度，有助於建立更具韌性的紅豆生產體系。

表2. 紅豆高雄8號、高雄9號及高雄10號不同播種期性狀及產量調查 (2025/2026年期)

播種日期	生育日數 (day)	株高 (cm)	節數 (no.)	單株莢數 (no.)	單株粒數 (no.)	百粒重 (g)	籽粒產量 (kg/ha)
高雄8號							
9月2日	90	59.0	13.8	39.0	189.0	11.1	1,540
9月15日	84	59.2	15.0	29.2	152.8	12.2	1,690
9月30日	79	60.3	16.5	29.3	201.5	14.0	2,390
10月13日	81	51.8	12.3	24.8	168.5	14.0	2,140
10月27日	85	37.3	9.7	10.5	71.8	16.8	1,140
LSD5% ^z		10.1	2.4	10.7	54.1	2.0	686
LSD1%		13.7	3.2	14.5	73.2	3.1	1,077
高雄9號							
9月2日	91	56.2	16.5	38.3	154.5	14.1	1,550
9月15日	87	62.7	16.0	33.0	150.2	15.9	1,990
9月30日	81	60.3	13.5	26.7	146.7	18.0	2,270
10月13日	84	50.5	10.7	21.7	120.3	19.5	2,000
10月27日	89	35.3	9.3	12.5	66.2	20.9	1,040
LSD5%		11.6	2.1	10.7	55.3	5.4	929
LSD1%		15.6	2.8	14.5	74.8	8.5	1,458
高雄10號							
9月2日	94	64.3	18.5	39.5	169.7	14.1	1,930
9月15日	88	63.5	16.3	36.3	167.8	16.0	2,020
9月30日	85	58.7	13.8	21.0	118.3	18.0	2,140
10月13日	87	50.3	11.5	20.2	112.2	19.1	2,090
10月27日	91	36.0	9.5	10.5	57.0	19.5	1,160
LSD5%		11.0	1.4	10.1	63.6	5.9	938
LSD1%		14.9	2.0	13.6	86.1	9.2	1,472

^zsignificant differences were determined by LSD test ($p < 0.05$ and $p < 0.01$).