

缺水逆境對番荔枝盆苗生長發育之影響

文、圖/ 李子易

前言

乾旱為限制作物生長的主要環境因子之一，近年受氣候變遷影響，乾旱事件頻傳且持續時間越來越長。番荔枝 (*Annona squamosa*) 在臺東縣之栽培面積達2,378.8公頃，占全國93%，為縣內重要果樹，近年亦遭遇乾旱問題，如112年2-3月間的大旱，臺東地區降雨量僅為111年之27.2%，降雨日數減少60.6%，導致缺水情事發生。本文介紹缺水對植物生長之影響，並進行番荔枝在缺水環境下之生長發育調查，做為日後精進及農友栽培之參考。

缺水對植物生長之影響

植物仰賴水分進行諸多生理活動及維持膨壓，缺水逆境(water stress)會對植物造成系統性損傷，影響植株的生理作用及代謝，包括抑制二氧化碳同化、滲透壓失衡及膨壓喪失、磷脂質降解導致質膜功能障礙或相變、蛋白質變性、抑制代謝物合成，並消耗能量產生二級代

謝物^(1,5,6,7)，以及活性氧(reactive oxygen species, ROS)如⁽¹⁾ O_2 、 O_2^- 和 H_2O_2 等過度產生，誘導程序性細胞死亡(programmed cell death, PCD)過程發生，胞器中以粒線體與葉綠體最容易受到損傷導致死亡^(3,7)，引起光合系統的失能，嚴重限制植物正常生長。

在高溫或乾旱等環境下，因缺水導致植物生長發育受阻，包括側根死亡、根毛減少及根際圈縮減、側芽減少、新葉數量及枝條長度減少^(2,8)，嚴重時葉片黃化枯萎⁽⁵⁾；並造成生殖生長障礙，如花芽減少、花粉萌發受阻、或花粉管發育不全、柱頭乾枯無法受精、果實發育停滯，或產生離層導致落花及落果⁽²⁾。部分物種會出現形態上的改變，以因應逆境，如維管束通氣組織形成、絨毛或蠟質增生，葉面積減少或葉片角度改變^(3,4)。

缺水對番荔枝盆苗生長發育之影響

本試驗將田間番荔枝移植於美植袋中，休養根系後置於溫室內，於開花授

表1. 缺水對番荔枝植株開花和結果之影響

處理	單一短截之新梢數	單一新梢葉片數	新梢長度(mm)	單一短截枝花朵總數	著果率(%)
對照組 (≤ -60 kPa irri.)	1.9 ± 0.6 ^{ns.}	11.4 ± 0.3 *	218.31 ± 23.53 ^{ns.}	23.3 ± 8.3 *	65.9 ± 8.0 ^{ns.}
缺水處理	2.9 ± 0.4	6.8 ± 0.5	213.19 ± 48.07	15.7 ± 4.2	60.5 ± 9.2

*Means followed by the same column are significant different at 5% level by the student's T-test.

Error bar represent the standard error of mean (n=15).

粉期停止灌溉，在缺水環境下7天，未出現明顯影響，新梢數及新梢長度皆與正常灌溉組沒有差異(數據未顯示)。但在缺水第21天時(水勢值 $-60\text{kPa} \sim -100\text{kPa}$)，單一枝條累積葉片數量與對照組相比，顯著減少4-5片，且單一短截枝累積花朵數 15.7 ± 4.2 朵，顯著低於對照組 23.3 ± 8.3 朵(表1及圖1)。此時已可略見葉緣呈波浪狀，並從葉柄出現些微黃化徵狀，部分葉片向進軸端內折並下垂，少數葉片掉落，顯示出缺水初期徵狀。在嚴重乾旱環境下，番荔枝葉片會出現脫落現象，植株連續缺水35天時(土壤水勢 -150kPa)，明顯落葉50%，葉片下垂；至49天有約80%葉片黃化，落葉約60%，部分葉片萎凋乾枯，但留於枝幹上沒有掉落。至65天時水勢突破 -200kPa ，此時

缺水植株全株葉片乾枯，但不全掉落(圖1)。外觀型態呈現葉子枯萎，邊緣黃化，且芽和葉子的生育完全受到限制，顯示植株已受到嚴重乾旱逆境^(2,5,8)。土壤水勢下降的速率受到溫度及空氣相對濕度等影響，夏季田間連續20天以上之炎熱乾燥，可能即會導致植株開始出現缺水徵狀。

結語

田間微氣候複雜，尤其田間乾旱發生時往往伴隨高溫影響，在氣孔關閉的情狀下產生交感加劇植株損傷。相比田間，溫室內相對穩定的環境可能使缺水徵狀較慢顯現。而在溫室內之結果顯示，番荔枝開始受到缺水影響的時間點，應介於16-21天之間(土壤水勢 -60kPa 至 -100kPa)，此時新梢及花朵生育會



圖1.開花期缺水對番荔枝植株外觀之變化。3年生番荔枝自果園移植盆栽內休養18個月後，於溫室內進行試驗。植株短截結果枝後，於可見花苞時開始進行試驗，對照組(CK)飽和灌溉後，固定於土下20公分處達 -60kPa 時進行灌溉；缺水組則於飽和灌溉後，持續停止灌溉。

受到影響；缺水持續1個月時(土壤水勢-100kPa至-150kPa)，番荔枝植株已受到嚴重影響，落葉及黃化萎凋超過一半。若植株持續缺水，第43天時已有約80%葉片明顯掉落，剩餘葉片黃化或乾枯。未來可針對番荔枝果實發育期以及各項生理指標，進一步確認耐旱篩選及灌溉優化工作之進行。

參考文獻

- 1.Carraro, E. and A. Di Iorio. 2022. Eligible strategies of drought response to improve drought resistance in woody crops: a mini-review. Plant Biotech. Reports. 16:265-282.
- 2.George, A.P. and R.J. Nissen. 2002. Effects of drought on fruit set, yield and quality of custard apple (*Annona* spp. hybrid) 'African Pride' plants. J. Hort. Sci. & Biotech. 77(4):418-427.
- 3.Haghpanah, M., S. Hashemipetroudi, A. Arzani and F. Araniti. 2024. Drought tolerance in plants: Physiological and molecular responses. Plants. 13(2962):1-30.
- 4.Ilyas, M., M. Nisar, N. Khan, A. Hazrat, A.H. Khan, K. Hayat, S. Fahad, A. Khan and A. Ullah. 2020. Drought tolerance strategies in plants: A mechanistic approach. J. Plant Grow. Regul. 40:926-944.
- 5.Khaleghi, A., R. Naderi, C. Brunetti, B.E. Maserti, S.A. Salami and M. Babalar. 2019. Morphological, physiochemical and antioxidant responses of *Maclura pomifera* to drought stress. Sci. Rep. 9:19250.
- 6.Lawlor, D.W. 2012. Genetic engineering to improve plant performance under drought: Physiological evaluation of achievements, limitations, and possibilities. J. Experi. Botany. 64(1):1-26.
- 7.Wang, Y., X. Zhang, G. Huang, F. Feng, X. Liu, R. Guo, F. Gu, X. Zhong and X. Mei. 2020. Dynamic changes in membrane lipid composition of leaves of winter wheat seedlings in response to PEG-induced water stress. BMC Plant Biol. 20:84.
- 8.Farooq, M., A. Wahid, N. Kobayashi, D. Fujita and S.M.A. Basra. 2009. Review article : Plant drought stress: effects, mechanisms and management. Agron. Sustain. Dev. 29:185-212.