

克美素對淹水日日春生長與光合特性之影響

李 百 鈞¹⁾ 陳 錦 木²⁾

關鍵字：淨光合作用速率、氣孔導度、蒸散速率

摘要：由 γ 射線照射所獲得的日日春突變株 MSP1、MSP2 與商業品種‘Cora Pink’處理 0、500、1000、2000 和 3000 mg L⁻¹ 的克美素(chlormequat chloride)後施以土壤水分飽和逆境，調查逆境前與逆境後的生長與光合作用特性的差異。結果顯示處理 CCC 後的植株在逆境下維持較高的 SPAD 讀值並能降低死亡率。在光合作用特性的部分，處理 CCC 使逆境下植株的最大光合作用速率(maximum photosynthesis rate, Asat)、光飽和點(light saturation point, LSP)與最大螢光參數(PSII maximum efficiency, Fv/Fm)維持高水平。另外，氣孔導度(stomatal conductance, Gs)與蒸散速率(transpiration rate, Tr)在 CCC 處理顯著高於對照植株，並維持較佳的淨光合作用速率(net photosynthesis rate, Pn)。顯示 CCC 處理可增加日日春生長於高濕度土壤下的耐受性，減少栽培時的損失。

前 言

日日春(*Catharanthus roseus* (L.) G. Don)為夾竹桃科(Apocynaceae)，長春花屬(*Catharanthus*)的多年生草本植物，常用來作為觀賞花卉與花壇種植(Nejat *et al.*, 2015)。栽培於高濕度或是可能引發淹水逆境的環境中易導致日日春病害發生，或無法正常進行光合作用而出現不可逆的逆境傷害，使植株死亡(Liao *et al.*, 2013)。克美素(chlormequat chloride)為常用的矮化劑，已被廣泛應用於種苗的生產與作物的栽培之中。能夠造成作物的節間縮短，降低株高與莖的橫向生長等效果。另外，矮化劑亦能應用於增加作物抵抗乾旱、高溫、低溫與淹水等非生物性逆境的能力(Feng *et al.*, 2013; Soumya *et al.*, 2017; Upreti and Sharma, 2016)。本研究探討處理 CCC 後對淹水逆境下的植株的生長及光合作用特性所產生的影響。

1) 國立中興大學園藝學系碩士班研究生。

2) 國立中興大學園藝學系助理教授(通訊作者；c4flower@dragon.nchu.edu.tw)。

材料與方法

一、試驗材料

參試植株為 γ 射線照射後所篩選出的 2 株誘變後代 MSP1、MSP2 與商業品種‘Cora Pink’之扦插苗。扦插時均以枝條中段繁殖，使用 BVB 泥炭苔(A18014 peatmoss 6D P0351941, BVB substrates, 荷蘭)，於 200 格穴盤進行扦插，置於噴霧床發根。扦插期間不斷摘除老化葉片及掉落花朵，防止病原菌於高濕度的扦插床滋生。發根後使用泥炭苔(Klasmann-Deilmann, Germany)：珍珠石(KMAUF, 荷蘭)=3：1 (v/v)進行種植，栽培於 9 cm 塑膠盆中。栽培期間使用好康多 70 天型緩效肥(14N-4.48P-10.79K)維持植物營養需求，澆水時控制給水量防止病害發生，並視情況噴藥防治病蟲害。

二、克美素處理

扦插苗存活後栽培於 9 cm 塑膠盆中，待植株生長 4 週後，將克美素稀釋至不同濃度：0、500、1000、2000、3000 mg/L⁻¹於葉面噴灑 2 次，以 3 天為間隔噴灑。以未經克美素處理者為試驗對照組，每濃度處理 3 重複，每重複 3 株扦插苗，共處理 9 株。在處理 3 週後進行生長調查與光合作用測定。

三、土壤飽和水分逆境處理

逆境處理於克美素處理 3 週調查結束後於溫室中進行。每日早上 8 點將每盆澆 50 mL 至盆器滴水，並在試驗進行中持續調查生長狀況與存活率，若莖基部潰爛與根系腐爛皆視為死亡。植株生長表現在逆境處理後第 14 天調查記錄，分別調查植株基本性狀、葉綠素計 SPAD-502 讀值、葉綠素螢光(Fv/Fm)。光合作用測定於逆境處理 2 週後由上往下選擇第四對成熟葉片進行測定。

四、光合作用測定

參試植物在逆境前與逆境後於每日 0800 至 1700HR，以可攜式光合作用測定系統(LI-6400, Li-Cor, Lincoln, Nebr., USA)測量第三對成熟本葉之淨光合作用速率(net photosynthesis, Pn)。操作時先將機器進行校正，完成後選取葉片以葉夾夾取葉片進行測量，每處理 3 重複，每株取一片葉子進行。測量時光度設定為 0、5、10、25、50、100、400、700、900、1000、1200、1400、1600、1800、2000、2200 及 2400 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ，葉箱中使用紅藍光光源，葉溫為 $25^{\circ}\text{C}\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ ，利用乾燥劑 silica gel (Sorbead orange chameleon, Engelhard, USA)及加濕器 ceramic granulate (Stuttgarter Masse)共同調控葉箱內濕度。流速控制為 $500\ \mu\text{mol}\cdot\text{s}^{-1}$ ，以大氣中輸入 CO₂ 濃度為 $410 \pm 10\ \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ，使用葉夾面積為 6 cm²，葉箱中平均濕度控制在 60% \pm 3%。

在光度為 0、5、10、25、50、100、400、700、900、1000、1200、1400、1600、1800、2000、2200 及 2400 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 測得之淨光合作用速率與光量進行曲線迴歸 ($y=y_0+a$

$[1-e(-bx)]$)。曲線計算該葉片測得的最大淨光合作用速率(A_{max})數值乘以 95% 為光飽和光合作用速率 (Light saturated rates of photosynthesis, A_{sat})，該數值對應的光量即為光飽和點 (Light saturation point, LSP)。計算公式如下：

$$(1) A_{sat} = [y_0 + a \cdot (1 - 0)] \cdot 0.95$$

$$(2) LSP = \ln[1 - (A_{sat} - y_0)/a] / (-b)$$

$$(3) LCP = y_0/a$$

結 果

一、日日春處理克美素後對土壤飽和水處理之影響

(一) 對生長之影響

參試植物經 CCC 處理後株高與相對生長率顯著降低(表一)，具有統計上的差異 ($P < 0.05$)。SPAD 讀值代表植物葉片的相對葉率素含量，處理後的植株葉片濃綠，且隨著 CCC 濃度的上升提高，以 MSP1 有最濃綠的葉片，約在 56.4 到 68.4 之間(表二)。逆境處理後參試植物的存活率明顯下降，以未處理 CCC 的對照為最低(表二)。SPAD 讀值在逆境處理後數值顯著降低，在`Cora Pink`中觀察到最低的數值，在 40.1 到 51.2 之間(表二)。突變株 MSP1 與 MSP2 經 1000、2000 和 3000 mg/L 的 CCC 處理後，花徑大小在逆境後增加，並具有有顯著差異 ($P < 0.05$)。

(二) 對光合作用特性之影響

經過不同濃度的 CCC 處理後，顯著影響光合作用參數。參試植物的最大光合作用速率(A_{sat})與光飽和點(LSP)隨著濃度提高而顯著上升(表三)。淨光合作用速率(P_n)與氣孔導度(G_s)隨 CCC 的濃度增加而提高，參試植物在 3000 mg/L 的濃度下觀察到最高的 P_n 和 G_s (表四)； C_i 在`Cora Pink`中以未處理 CCC 最低，為 $243.7 \mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{mol}^{-1}$ ，處理 CCC 後上升。MSP1 與 MSP2 的 C_i 以未處理 CCC 為最高，處理 CCC 後介於 282.7 至 $333.0 \mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{mol}^{-1}$ 之間；在 T_r 的部分，處理 CCC 後顯著上升，而 MSP1 與 MSP2 上升的幅度較`Cora Pink`小(表五)。

經過逆境處理使 A_{sat} 與 LSP 顯著降低(表三)。 P_n 與 G_s 在逆境後的下降，以未經 CCC 處理的`Cora Pink`有最大的將低趨勢(表四、五)， C_i 則在逆境後上升(表四)；在 T_r 的部分，`Cora Pink`在逆境後下降，反之，突變株 MSP1 和 MSP2 則能夠維持在較高的狀態(表五)

表 1. 'Cora Pink'、MSP1 和 MSP2 處理克美素後於土壤飽和水處理下株高與相對生長量之影響

Table 1. The Effects of plant height and relative growth rate of 'Cora Pink', MSP1 and MSP2 cultivated at waterlogged stress for 2 weeks after chlormequat treatment.

Cultivar/Mutant	Conc.	Plant height (cm)		RGR (cm day ⁻¹)	
		Before	After	Before	After
Cora Pink	0	11.9 a ^Z	15.2 a*	0.30 a	0.23 a*
	500	10.4 b	13.1 b*	0.21 b	0.19 b
	1000	10.0 bc	12.3 c*	0.17 c	0.17 c
	2000	8.8 c	11.8 d*	0.10 d	0.15 d*
	3000	8.9 c	10.7 e*	0.11 d	0.13 e
MSP1	0	10.3 a	13.5 a*	0.19 a	0.22 c*
	500	9.5 b	13.4 a*	0.13 b	0.28 b*
	1000	9.6 b	13.6 a*	0.14 b	0.28 b*
	2000	8.5 c	12.8 b*	0.07 c	0.31 a*
	3000	8.4 c	12.4 b*	0.06 c	0.28 b*
MSP2	0	11.9 a	16.9 a*	0.21 a	0.28 a*
	500	10.3 b	14.5 b*	0.14 b	0.22 b*
	1000	9.8 c	14.0 c*	0.09 c	0.24 b*
	2000	8.8 d	14.7 b*	0.07 c	0.23 b*
	3000	8.6 d	12.9 d*	0.07 c	0.23 b*

^Z Means within each column followed by the different letter(s) are significantly different at $P < 0.05$ by LSD test

* Represents the statistic difference between before and after waterlogged stress treatment. ($P < 0.05$)

表 2. 'Cora Pink'、MSP1 和 MSP2 處理克美素後於水分逆境下生長參數之影響

Table 2. The Effects of plant growth of 'Cora Pink', MSP1 and MSP2 cultivated at waterlogged stress for 2 weeks after chlormequat treatment.

Cultivar/Mutant	Conc.	SPAD value		Flower diameter (cm)		Survival rate (%)	
		Before	After	Before	After	Before	After
Cora Pink	0	54.9 c ^Z	44.1 d*	42.8 a	38.9a*	100 a	66.7 c*
	500	60.4 a	50.4 c*	40.3 b	39.2 a	100 a	77.8 a*
	1000	61.1 a	54.7 a*	37.5 c	37.5 b	100 a	88.9 b*
	2000	57.9 bc	52.4 b*	38.9 c	38.5 a	100 a	100.0 a
	3000	58.6 b	51.2 c*	35.6 d	35.1 c	100 a	88.9 a*
MSP1	0	56.4 c	47.5 c*	44.0 a	43.3 a	100 a	77.8 c*
	500	57.4 c	51.4 b*	43.1 a	42.6 b	100 a	88.9 b*
	1000	59.3 b	52.7 b*	35.5 b	37.1 c*	100 a	100.0 a
	2000	58.3 b	52.2 b*	23.7 c	28.5 d*	100 a	100.0 a
	3000	68.4 a	56.3 a*	22.7 c	26.6 e*	100 a	88.9 b*
MSP2	0	53.5 b	40.1 c*	46.5 a	45.5 b	100 a	77.8 c*
	500	53.1 b	41.2 c*	45.6 a	46.8 a	100 a	88.9 b*
	1000	57.1 a	49.5 b*	37.5 b	39.2 c*	100 a	88.9 b*
	2000	56.7 a	48.3 b*	37.8 b	40.4 c*	100 a	100.0 a
	3000	53.4 b	51.2 a*	35.6 c	39.7 c*	100 a	100.0 a

^Z Means within each column followed by the different letter(s) are significantly different at $P < 0.05$ by LSD test

* Represents the statistic difference between before and after waterlogged stress treatment. ($P < 0.05$)

表 3. 'Cora Pink'、MSP1 和 MSP2 處理克美素後於土壤飽和水處理下對最大光合作用速率與光飽和點之影響

Table 3. The Effects of maximum photosynthesis rate (Asat) and light saturation point (LSP) of 'Cora Pink', MSP1 and MSP2 cultivated at waterlogged stress for 2 weeks after chlormequat treatment.

Variety	Conc.	Asat		LSP	
		(μmol·CO ₂ ·m ⁻² ·s ⁻¹)		(μmol·m ⁻² ·s ⁻¹)	
		Before	After	Before	After
Cora Pink	0	10.5 c ^Z	11.1 d	1386.9 b	798.7 c*
	500	17.2 a	14.8 c*	1117.4 d	691.5 d*
	1000	14.8 b	16.0 b	1228.8 c	1143.3 b*
	2000	17.7 a	15.8 b*	1237.4 c	1186.8 b*
	3000	18.0 a	18.2 a	1650.9 a	1571.2 a*
MSP1	0	21.2 c	16.2 d*	1170.9 d	1178.4 e
	500	24.8 b	21.0 a*	1576.6 c	1288.3 d*
	1000	19.3 d	18.4 d*	1568.2 c	1474.9 b*
	2000	23.6 b	19.7 b*	1670.6 b	1346.9 c*
	3000	28.7 a	19.6 b*	1885.9 a	1725.0 a*
MSP2	0	12.1 d	10.0 d*	1347.5 b	805.6 d*
	500	16.2 c	16.7 c	1450.9 a	1059.3 c*
	1000	18.7 b	20.8 b*	1431.2 a	1569.6 a*
	2000	19.2 b	20.1 b*	1486.6 a	1367.9 b*
	3000	25.9 a	24.1 a	1424.8 a	1393.6 b*

^Z Means within each column followed by the different letter(s) are significantly different at $P < 0.05$ by LSD test

* Represents the statistic difference between before and after waterlogged stress treatment. ($P < 0.05$)

表 4. 'Cora Pink'、MSP1 和 MSP2 處理克美素後於土壤飽和水處理下淨光合作用速率與細胞間隙 CO² 濃度之影響

Table 4. The Effects of net photosynthetic rate (Pn) and intercellular CO₂ concentration (Ci) of 'Cora Pink', MSP1 and MSP2 cultivated at waterlogged stress for 2 weeks after chlormequat treatment.

Variety	Conc.	Pn ($\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)		Ci ($\mu\text{mol CO}_2\cdot\text{mol}^{-1}$)	
		Before	After	Before	After
Cora Pink	0	15.4 c ^Z	11.3 c*	243.7 d	276.7 c*
	500	19.2 b	18.0 a	219.7 c	255.3 b*
	1000	18.7 b	17.2 b	281.7 b	299.3 a*
	2000	16.4 c	16.9 b	280.3 b	251.0 b*
	3000	20.5 a	18.6 a*	303.3 a	301.7 a
MSP1	0	23.2 c	18.7 d*	320.7 a	293.3 b*
	500	24.6 b	22.1 b*	299.3 b	277.7 c
	1000	23.8 bc	20.3 c*	285.7 c	294.7 b
	2000	23.5 c	21.8 b*	286.3 c	330.3 a*
	3000	28.8 a	23.3 a*	317.0 a	322.3 a
MSP2	0	16.7 d	14.1 d*	333.0 a	310.0 a*
	500	17.9 d	16.2 c	286.0 b	316.3 a*
	1000	24.2 b	21.2 b*	319.3 a	302.7 b*
	2000	21.8 c	20.8 b	282.7 b	278.7 c
	3000	26.2 a	24.4 a*	291.3 b	305.7 b*

^Z Means within each column followed by the different letter(s) are significantly different at $P < 0.05$ by LSD test

* Represents the statistic difference between before and after waterlogged stress treatment. ($P < 0.05$)

表 5. 'Cora Pink'、MSP1 和 MSP2 處理克美素後於土壤飽和水處理下氣孔導度與蒸散速率之影響

Table 5. The Effects of stomatal conductance (Gs) and evapotranspiration rate (Tr) of 'Cora Pink', MSP1 and MSP2 cultivated at waterlogged stress for 2 weeks after chlormequat treatment.

Variety	Conc.	Gs (mmol H ₂ O m ⁻² s ⁻¹)		Tr (mmol H ₂ O m ⁻² s ⁻¹)	
		Before	After	Before	After
Cora Pink	0	0.48 a ^Z	0.12 d*	7.2 a	1.9 c*
	500	0.32 c	0.17 d*	4.3 b	1.6 c*
	1000	0.36 b	0.22 b*	3.7 c	5.1 a*
	2000	0.38 b	0.20 c*	3.5 c	3.5 b
	3000	0.49 a	0.23 a*	3.4 c	5.0 a*
MSP1	0	0.63 a	0.33 d*	6.9 b	5.8 c*
	500	0.48 b	0.36 c*	6.1 c	6.0 b
	1000	0.42 c	0.39 b	5.5 d	6.5 b*
	2000	0.65 a	0.46 a*	6.9 b	5.8 c*
	3000	0.64 a	0.48 a*	7.8 a	7.2 a*
MSP2	0	0.38 d	0.29 d	4.4 c	4.3 d
	500	0.47 b	0.41 b*	3.6 d	7.0 b*
	1000	0.43 c	0.39 c	5.5 b	6.7 c*
	2000	0.42 c	0.39 c	5.5 b	6.5 c*
	3000	0.68 a	0.49 a*	7.4 a	7.3 a

^Z Means within each column followed by the different letter(s) are significantly different at $P < 0.05$ by LSD test

* Represents the statistic difference between before and after waterlogged stress treatment. ($P < 0.05$)

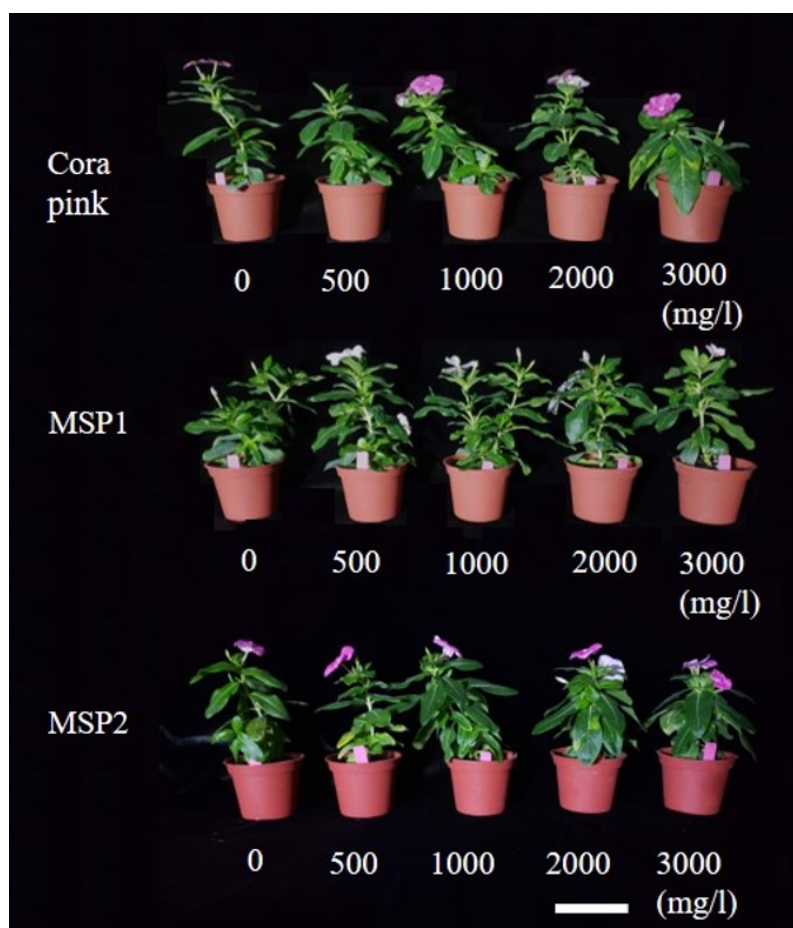


圖 1. 'Cora Pink'、MSP1 和 MSP2 處理克美素後對淹水逆境下植株生長之影響。

Fig. 1. Effects of chlormequat treatment on the plant growth of 'Cora Pink', MSP1 and MSP2 cultivated at waterlogged stress for 2 weeks. (bar = 10cm).

討 論

一、克美素於逆境下對日日春生長之影響

栽培於高濕度的土壤對日日春有不良的影響，容易導致經濟損失(Liao *et al.*, 2013)。本試驗在處理 CCC 之後，參試植物的株高隨著 CCC 濃度的增加而下降，以 MSP1 的下降幅度對大(表 1)。經淹水逆境處理後在 1000、2000 及 3000 mg/L 的濃度觀察到 MSP1 與 MSP2 的 RGR 在逆境後增加至 0.23 至 0.31 cm day^{-1} (表一)。顯示矮化劑的處理能夠使植株在淹水逆境下持續生長，與前人研究所述相似(Komatsu, *et al.*, 2013)。當 CCC 噴灑量超過

1500 mg/L 可能會出現藥害(Phytotoxicity)，包括葉黃斑、變色和壞死，亦可能引發光合作用和養分吸收異常，並使細胞分裂受到抑制(Hasanuzzaman *et al.*, 2020)。本試驗中 2000 mg/L 以上的 CCC 濃度使植株出現大量褪綠斑點(圖一)，此葉片樣態與前人研究相似。因此 500 和 1000 mg/L 為較適合的處理濃度。

Aparicio-Durán 等(2021)於研究顯示處理淹水逆境後 SPAD 讀值下降，與本試驗有相似，而 SPAD 讀值與葉綠素含量會非常相似(Mielke *et al.*, 2010)。日日春經 CCC 處理後的 SPAD 讀值隨著濃度提升而大幅提高，在逆境處理後降低，但皆高於對照(表二)。許多研究已證明矮化劑的施用能夠減輕作物在乾旱、高溫、低溫與淹水等非生物逆境下的影響(Komatsu, *et al.*, 2013 ; Mielke *et al.*, 2010 ; Upreti and Sharma, 2016)。本試驗中未經 CCC 處理的對照顯示出最低的存活率(表二)，顯示 CCC 的處理能夠降低日日春栽培於潮濕土壤時造成的逆境。

二、克美素於逆境下對日日春光合特性之影響

氣孔關閉是水分逆境下的常見反應，普遍來說，作物在淹水逆境下會使 Gs 下降(Dat *et al.*, 2004 ; García-Sánchez *et al.*, 2007)。可能與根和芽會誘導 ABA 信號傳導使氣孔關閉有關(Dat *et al.*, 2004)。Endres(2010)指出淨光合作用速率(Pn)、氣孔導度(Gs)與蒸散速率(Tr)之間的關係，表明 Gs 對光合作用的影響較 Tr 大。Gs 和 Tr 的測量可以較容易的評估植物耐淹水逆境的能力(Waring and Maricle. 2012)。在淹水逆境之下，若具有更高的 Gs 和 Tr，且能夠維持 Pn，即表示有較好的耐受性(Bradford and Hsiao. 1982 ; Endres, 2010 ; Waring and Maricle. 2012 ; Caudle and Maricle. 2012)。

本試驗中土壤飽和水處理後使日日春的 Gs 與 Tr 下降，並隨著 CCC 濃度的增加而上升(表五)，顯示 CCC 的處理能夠增加日日春的 Gs 與 Tr，並維持 Pn。Aparicio-Durán 等(2021)於研究中對不同品種的柑橘處理淹水後造成 Gs 降低，且會因不同基因型而異，與本試驗相符。然而目前並沒有文獻探討有關日日春進行矮化劑處理後對淹水逆境的反應，有待未來進行研究。

綜合以上結果，CCC 對參試植物在飽和水分逆境下有正面的影響。經 CCC 處理後，突變株 MSP1、MSP2 在逆境下較`Cora Pink`有更好的生長參數，並能夠保持較佳的光合作用速率，Gs 與 Tr 亦在處理 CCC 後上升，表明對土壤飽和水分具有較高的耐受性。雖 2000 mg/L 以上的濃度處理有最好的耐受性，但考慮到高濃度的 CCC 有對作物造成藥害的可能，因此 1000 mg/L 為較適合的處理劑量。

參 考 文 獻

- 陳錦木。2017。日日春栽培管理要點。桃園區農業專訊。101: 5-7。
- Aparicio-Durán, L., F. G. G. Jr, J. M. Arjona-López, R. Calero-Velázquez, Á. Hervalejo, and F. J. Arenas-Arenas. 2021. Water-stress Effects on three new promising HLB-tolerant citrus rootstocks. Hort. 7: 336.
- Bradford, K. J. and T. C. Hsiao. 1982. Stomatal behavior and water relations of waterlogged tomato plants. Plant Physiol. 70: 1508-1513.
- Caudle, K. L. and B. R. Maricle. 2012. Effects of flooding on photosynthesis, chlorophyll fluorescence, and oxygen stress in plants of varying flooding tolerance. Trans. Kans. Acad. Sci. 115: 5-18.
- Dat, J. F., N. Capelli, H. Folzer, P. Bourgeade, and P. M. Badot. 2004. Sensing and signalling during plant flooding. Plant Physiol. Biochem. 42: 273-282.
- Endres, L. 2010. Photosynthesis and water relations in *Brazilian sugarcane*. Open Agric. J. 4: 31-37.
- Feng, N., C. Liu, Z. Dianfeng, and X. Gong. 2020. Effect of uniconazole treatment on the drought tolerance of soybean seedlings. Pak. J. Bot. 52: 112619.
- García-Sánchez, F., J. P. Syvertsen, V. Gimeno, P. Botía, and J. G. Perez-Perez. 2007. Responses to flooding and drought stress by two citrus rootstock seedlings with different water-use efficiency. Physiol. Plant 130: 532-542.
- Hasanuzzaman, M., S. M. Mohsin, B. Bhuyan, T. F. Bhuiyan, T. I. Anee, A. A. C. Masud, and K. Nahar. 2020. Phytotoxicity, environmental and health hazards of herbicides: challenges and ways forward. Agrochem. Detect., Treat. Rem. pp. 55-99.
- Komatsu, S., Y. Nanjo, and M. Nishimurab. 2013. Proteomic analysis of the flooding tolerance mechanism in mutant soybean. J. Proteomics. 79: 231-250.
- Liao, F. Y., Y. Xie, and J. Hui. 2013. The effect of water stress on the physiology of *Vinca major* 'Variegata'. Appl. Mech. Mater. 409-410: 782-787.
- Mielke, M. S. and B. Schaffer. 2010. Photosynthetic and growth responses of *Eugenia uniflora* L. seedlings to soil flooding and light intensity. Environ. Expt. Bot. 68: 113-121.
- Nejat, N., A. Valdiani, D. Cahill, Y. H. Tan, M. Maziah, and R. Abiri. 2015. Ornamental exterior versus therapeutic interior of Madagascar periwinkle (*Catharanthus roseus*): the two faces of a versatile herb. Sci. World J. doi: 10.1155/2015/982412.
- Soumya, P. R., P. Kumar, and M. Pal. 2017. Paclobutrazol: a novel plant growth regulator and multi-stress ameliorant. Indian J. Plant Physiol. 22: 267-278.

Upreti, K. K. and M. Sharma. 2016. Role of plant growth regulators in abiotic stress tolerance. *Abiotic Stress Physiol. Hort. Crops*. Springer, New Delhi. pp. 19-46.

Waring, E. F. and B. R. Maricle. 2012. Stomatal conductance correlates with flooding tolerance in *Phragmites australis* and *Sorghum halepense*. *Trans. Kans. Acad. Sci.* 115: 161-166.

Effects of Chlormequat Chloride on Growth and Photosynthesis in Waterlogged Periwinkle

Bai-Jyun Lee¹⁾ Chin-Mu Chen²⁾

Key words : Net photosynthesis rate, Stomatal conductance, Transpiration rate

Summary

Periwinkle mutants MSP1, MSP2 obtained by gamma irradiation and 'Cora Pink' were treated with various concentration of chlormequat chloride (0, 500, 1000, 2000 and 3000 mg L⁻¹) Waterlogged stress was treated after three-week growth. This research investigated the differences in growth and photosynthesis characteristics between before and after stress. The result showed that plants treated with CCC maintained higher SPAD value, maximum photosynthesis rate (Asat) and light saturation point (LSP) under stress. In addition, stomatal conductance (Gs) and transpiration rate (Tr) in CCC treatment were significantly higher than those in control plants, and a better net photosynthesis rate (Pn) was observed. It was shown that CCC treatment can increase the tolerance of periwinkle cultivated in high-moisture soil and reduce losses during cultivation.

1) Student in M.S. program, Department of Horticulture, National Chung Hsing University.

2) Assistant professor, Department of Horticulture, National Chung Hsing University.

Corresponding author.

