

植物生長阻礙劑對小白菜淹水耐受性之影響

陳詩文¹⁾ 宋好²⁾

關鍵字：小白菜、植物生長阻礙劑、存活率

摘要：為解決夏季小白菜生產上所遭遇淹水傷害問題，研究適合於小白菜生產的植物生長阻礙劑種類、濃度及施用方式，以期能提高小白菜淹水耐性，降低在淹水下的傷害及於排水後能快速恢復，達到穩定生產的目的。以 PP-333 及 CCC 處理四品種小白菜，小白菜植株生長被抑制，鮮乾重的累積減少。淹水下可減少小白菜鮮重的損失 16.9-27.5 %，排水復原五天後以 PP-333 於'鳳山'、CCC 於'阿鳳'對減少鮮重損失效果最佳。

前 言

小白菜(*Brassica campestris* L. *Chinensis* group)屬十字花科莖薹屬不結球葉菜類，植株具短縮莖而大葉片為主要食用部分。小白菜於露地栽培時，不論是產量或品質皆受氣象因子所影響(翁等, 1999)。臺灣地區夏季高溫、多雨常導致葉菜類蔬菜發育不良，且田區常有積水現象，使葉片黃化與脫落，根部變黑腐爛，植株無法恢復生長，甚至腐爛死亡，造成蔬菜生產上的損失。

植物生長阻礙劑(Plant Growth Retardants, PGRs)，指具有在不影響植株器官分化與形成的條件下，可以抑制植物節間的伸長，使葉色加深、增加花朵數，同時也能加強植物抵抗環境逆境的能力(Krug *et al.*, 2007)。大多數種類的植物生長調節劑主要是促進或抑制植物荷爾蒙活性、濃度之生理作用，以達到影響植物生長的效果。植物經生長阻礙劑處理後，其營養生長會受到影響，生殖生長及抗逆境的能力可獲得改善(Wang and Lin, 1992)。適合各類作物的生長阻礙劑種類與濃度往往有所差異，且栽培環境的不同也會造成不同的效

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教授，通訊作者。

果，過低則效果不顯現，過高則過度抑制，易出現減產之情形，對黑鳶尾施用巴克素 1000 ppm 時，其株高、葉片數及鮮乾重都明顯受到影響(Al-Khassawneh *et al.*, 2006)。錦葵株高的矮化，克美素(chlormequat, CCC)的效果明顯優於巴克素，而 ancymidol 則對其沒有影響(Hilgers *et al.*, 2005)。本研究經藉由合理的施用植物生長阻礙劑，以期能提高小白菜淹水耐性，降低在淹水下的傷害及於排水後能快速恢復，達到穩定生產的目的。

材料與方法

一、供試驗品種

本試驗採用'阿鳳'、'鳳山'、'鳳京'及'鳳珍'四品種小白菜(*Brassica campestris* L. *Chinensis* group)為材料，'鳳京'種子為時田(Tokita)種苗有限公司之品種，其餘三品種購自農友種苗股份有限公司。

二、植株栽培及淹水處理

試驗於 2008 年 9-10 月，地點為中興大學溫網室，將小白菜種子播於 72 格穴盤，發芽後幼苗達本葉二片時定植於 3.5 吋塑膠盆中，每週以 1000 倍尿素進行葉面施肥。植株生長達六片葉時，將塑膠盆放置於塑膠盒內進行淹水處理，水淹至植株葉柄基部二天，排水五天後，分別進行植株鮮乾重調查，並計算鮮乾重減少百分率，各處理逢機取三重複，每重覆三株。

三、植物生長阻礙劑處理

定植後一週植株分別以植物生長阻礙劑 PP-333 及 CCC 進行處理，所使用之植物生長阻礙劑成分、來源及處理方法簡介如下：

PP-333(Paclobutrazol; $C_{15}H_{20}ClN_3O$, SIGMA)：以濃度 40 ppm 於兩片本葉時行葉面噴施一次。

CCC(Chlormequat; $C_5H_{13}C_{12}N$, SIGMA)：以濃度 400 ppm 於兩片本葉時行葉面噴施一次。

四、試驗設計及統計

以上試驗設計採隨機完全區集設計(Randomized Complete Block Design; RCBD)，調查所得數據統計採用 SAS 套裝軟體(SAS Institute)中的 PROC ANOVA (analysis of variance procedure)進行變方分析($\alpha=0.05$)，以 Fishers' s LSD 進行各處理間平均值之比較。

結 果

四品種小白菜施用生長阻礙劑(PP-333)後進行淹水及排水後之地上部鮮重如表 1，處理 PP-333 減少小白菜之鮮重情形依品種而異，'阿鳳'、'鳳京'經處理者淹水前之鮮重與其

對照組無顯著差異，'鳳山'、'鳳珍'經處理者則顯著低於其對照組。淹水二天時，'鳳珍'經 PP-333 處理者之鮮重與未處理者無顯著差異，其餘三品種經 PP-333 處理者鮮重均顯著高於未處理者，其中'阿鳳'及'鳳京'較淹水前鮮重分別增加 5.0、10.4%，此二品種施用生長阻礙劑對減輕淹水傷害效果最佳。小白菜受淹水傷害後恢復生長情形不佳，復原五天時除'鳳山'經生長阻礙劑處理者鮮重顯著高於未處理者，較淹水後增加 4.9%，未處理者則較淹水後減少 18.0%，其餘三品種經生長阻礙劑處理者鮮重與未處理者無顯著差異，復原情形並未改善。

施用 PP-333 對四品種小白菜淹水及排水後之地上部乾重之影響如表 2，除'阿鳳'經處理者淹水前之乾重與其對照組無顯著差異，其餘三品種經處理者則顯著低於其對照組。淹水二天時，'鳳珍'經 PP-333 處理者之乾重與未處理者無顯著差異，其餘三品種經 PP-333 處理者乾重均顯著高於未處理者，經生長阻礙劑處理者較淹水前減少 0.3-10.7%，未處理者減少 15.1-38.0%。復原五天時'鳳山'、'鳳京'經 PP-333 處理者乾重顯著高於未處理者，'阿鳳'及'鳳珍'經 PP-333 處理者鮮重與未處理者無顯著差異。

四品種小白菜施用生長阻礙劑(CCC)淹水及排水後之地上部鮮重如表 3，施用 CCC 減少小白菜鮮重，除'阿鳳'經 CCC 處理者淹水前之鮮重與其對照組無顯著差異，其餘三品種經 CCC 處理者則顯著低於其對照組。淹水二天時，除'鳳京'經 CCC 處理者之鮮重顯著高於未處理者，其餘三品種經 CCC 處理者鮮重與未處理者均無顯著差異，其中'鳳京'及'鳳珍'較淹水前鮮重分別增加 1.5、1.4%，此二品種施用 CCC 對減輕淹水傷害效果最佳。小白菜受淹水傷害後恢復生長情形不佳，復原五天時除'阿鳳'、'鳳山'經 CCC 處理者鮮重顯著高於未處理者，'鳳京'、'鳳珍'經 CCC 處理者則與未處理者無顯著差異。

施用 CCC 對四品種小白菜淹水及排水後之地上部乾重影響如表 4，四品種經 CCC 處理者淹水前之乾重均顯著低於其對照組。淹水二天時，'阿鳳'及'鳳京'經 CCC 處理者之乾重顯著高於未處理者，'鳳山'及'鳳珍'經 CCC 處理者則與未處理者無顯著差異。復原五天時四品種經 CCC 處理者乾重均顯著高於未處理者。

生長阻礙劑處理四品種小白菜淹水及排水後鮮乾重較對照組增加百分率如圖 1，PP-333 處理於淹水下及排水後以'鳳山'處理效果最佳，其餘三品種復原情形均較對照組差。CCC 處理於淹水下以'鳳京'處理效果最佳，復原情形則以'阿鳳'處理效果較佳，'鳳京'復原情形最差。

表 1. 生長阻礙劑 PP-333 處理之小白菜'阿鳳'、'鳳山'、'鳳京'及'鳳珍'淹水及排水後之地上部鮮重。

Table 1. The shoot fresh weight after water logging and recovery of 'A-Feng', 'Feng-Shan', 'Feng-Jing' and 'Feng-Jen' Pakchoi treated with PP-333.

品種	處理 濃度	淹水 0 天	淹水 2 天	F2-F0/F0	復原 5 天	R5-F2/F2
		(F0)	(F2)	×100%	(R5)	×100%
		鮮重(g)		(%)	鮮重(g)	(%)
阿鳳	CK	32.33 a ^z	25.04 b	-22.5±1.0 ^y	16.86 a	-32.7±1.3
	PP-333	29.92 a	31.42 a	5.0±1.3	19.01 a	-39.5±1.4
鳳山	CK	32.25 a	22.69 b	-29.6±0.9	18.61 b	-18.0±1.1
	PP-333	26.89 b	26.11 a	-2.9±1.1	27.40 a	4.9±1.5
鳳京	CK	35.99 a	30.13 b	-16.3±1.0	25.13 a	-16.6±1.4
	PP-333	32.54 a	35.91 a	10.4±0.8	28.81 a	-19.8±1.4
鳳珍	CK	37.29 a	30.00 a	-19.5±1.2	23.04 a	-23.2±1.8
	PP-333	31.98 b	30.70 a	-4.0±0.9	20.13 a	-34.4±1.6

^z: 同欄內相同英文字母表示以 Fisher's LSD test 未達 $P \leq 0.05$ 的顯著水準

^y: standard error

表 2. 生長阻礙劑 PP-333 處理之小白菜'阿鳳'、'鳳山'、'鳳京'及'鳳珍'淹水及排水後之地上部乾重。

Table 2. The shoot dry weight after water logging and recovery of 'A-Feng', 'Feng-Shan', 'Feng-Jing' and 'Feng-Jen' Pakchoi treated with PP-333.

品種	處理 濃度	淹水 0 天	淹水 2 天	F2-F0/F0	復原 5 天	R5-F2/F2
		(F0)	(F2)	×100%	(R5)	×100%
		乾重(g)		(%)	乾重(g)	
				(%)		
阿鳳	CK	3.17 a ^z	2.40 b	-24.3±1.0 ^y	1.54 a	-35.8±1.1
	PP-333	3.19 a	2.85 a	-10.7±1.0	1.63 a	-42.8±1.2
鳳山	CK	3.21 a	1.99 b	-38.0±0.9	1.90 b	-4.5±1.2
	PP-333	2.75 b	2.79 a	-1.5±0.8	2.86 a	2.5±1.5
鳳京	CK	3.71 a	3.15 b	-15.1±1.1	2.22 b	-29.5±1.4
	PP-333	3.29 b	3.33 a	-1.2±0.6	3.06 a	-8.1±1.6
鳳珍	CK	3.66 a	3.04 a	-16.9±0.8	2.39 a	-21.4±1.8
	PP-333	3.10 b	3.09 a	-0.3±0.9	2.20 a	-28.8±1.6

^z: 同欄內相同英文字母表示以 Fisher's LSD test 未達 $P \leq 0.05$ 的顯著水準

^y: standard error

表 3. 生長阻礙劑 CCC 處理之小白菜'阿鳳'、'鳳山'、'鳳京'及'鳳珍'淹水及排水後之地上部鮮重。

Table 3. The shoot fresh weight after water logging and recovery of 'A-Feng', 'Feng-Shan', 'Feng-Jing' and 'Feng-Jen' Pakchoi treated with CCC.

品種	處理 濃度	淹水 0 天	淹水 2 天	F2-F0/F0	復原 5 天	R5-F2/F2
		(F0)	(F2)	×100%	(R5)	×100%
		鮮重(g)		(%)	鮮重(g)	(%)
阿鳳	CK	35.53 a ^z	27.03 a	-23.9±1.0 ^y	20.09 b	-25.7±1.1
	CCC	32.05 a	30.15 a	-5.9±0.9	29.81 a	-1.1±1.2
鳳山	CK	37.86 a	22.27 a	-41.2±1.1	10.31 b	-53.7±1.2
	CCC	29.07 b	23.01 a	-20.8±1.0	14.37 a	-37.5±1.0
鳳京	CK	35.08 a	26.29 b	-25.1±0.8	14.56 a	-44.6±1.5
	CCC	30.08 b	30.52 a	1.5±0.9	12.94 a	-57.6±1.2
鳳珍	CK	37.46 a	31.65 a	-15.5±1.0	15.11 a	-52.3±1.8
	CCC	31.83 b	32.29 a	1.4±0.9	16.55 a	-48.7±1.2

^z: 同欄內相同英文字母表示以 Fisher's LSD test 未達 P≤0.05 的顯著水準

^y: standard error

表 4. 生長阻礙劑 CCC 處理之小白菜'阿鳳'、'鳳山'、'鳳京'及'鳳珍'淹水及排水後之地上部乾重。

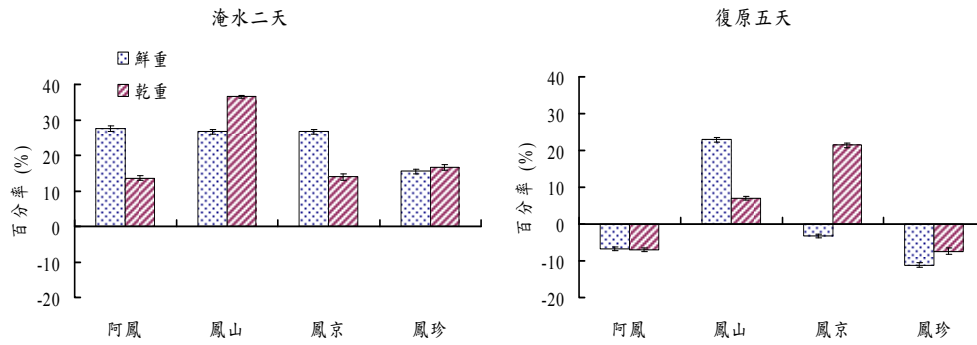
Table 4. The shoot dry weight after water logging and recovery of 'A-Feng', 'Feng-Shan', 'Feng-Jing' and 'Feng-Jen' Pakchoi treated with CCC.

品種	處理 濃度	淹水 0 天	淹水 2 天	F2-F0/F0	復原 5 天	R5-F2/F2
		(F0)	(F2)	×100%	(R5)	×100%
		乾重(g)		(%)	乾重(g)	(%)
阿鳳	CK	3.99 a ^z	2.95 b	-26.1±1.0 ^y	1.99 b	-32.5±1.2
	CCC	3.10 b	3.36 a	8.4±0.9	2.74 a	-18.5±1.5
鳳山	CK	3.69 a	2.56 a	-30.6±1.0	1.27 b	-50.4±1.6
	CCC	2.66 b	2.45 a	-7.9±0.8	1.52 a	-38.0±1.3
鳳京	CK	3.63 a	2.54 b	-30.0±0.9	1.27 b	-50.0±1.9
	CCC	2.61 b	3.13 a	19.9±0.6	1.68 a	-46.3±1.6
鳳珍	CK	3.69 a	3.18 a	-13.8±0.8	1.71 b	-46.2±1.8
	CCC	3.16 b	3.19 a	0.9±0.8	2.07 a	-35.1±1.4

^z: 同欄內相同英文字母表示以 Fisher's LSD test 未達 $P \leq 0.05$ 的顯著水準

^y: standard error

(A)PP-333



(B)CCC

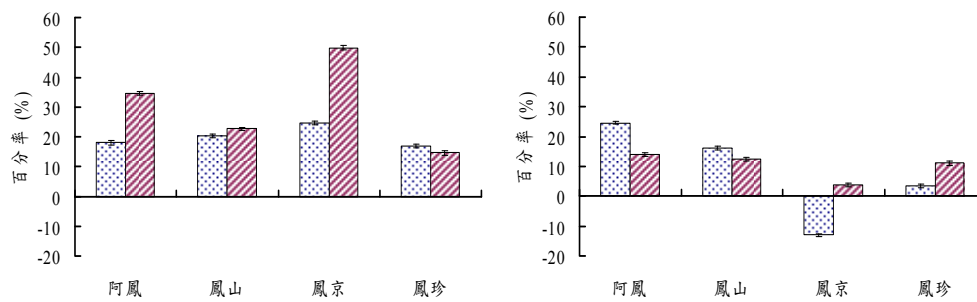


圖 1. PP-333(A)及 CCC(B)處理四品種小白菜淹水二天及復原五天後鮮乾重較對照組增加百分率。

Fig. 1. The increased percentage between treated with plant growth retardants and control of four cultivars Pakchoi after waterlogging for 2 days and recovery for 5 days.

討 論

於四品種小白菜施用矮化劑 PP-333 及 CCC 會影響其生長速度，植株有明顯矮化情形，鮮乾重均較未施用者低。淹水二天後植株鮮乾重與未施用者無顯著差異甚至超過，顯示經施用矮化劑可以減輕逆境下小白菜所受傷害，復原五天後情形則依矮化劑種類及品種而有差異，PP-333 於'鳳山'、CCC 則於'阿鳳'效果最佳。PP-333 及 CCC 所施用濃度於預備試驗中分別為 30、40、50 ppm 及 300、400、500 ppm，其結果因小白菜品種而異，本研究以最適濃度處理結果加以討論。

施用烯效唑(uniconazole)於油菜，可減少激勃素及生長激素類的合成，增加細胞分裂

素、離層酸及乙烯的合成，使植物株高降低、葉綠素含量提高、根活性及可溶性糖的累積增加(Haque *et al.*, 2007; Leul and Zhou, 1999)。於玉米施用多效唑，葉片寬度增加、莖桿增粗、根冠比增加，單株生物量提高(曹等, 2009)。以生長阻礙劑浸種處理能顯著抑制大白菜幼苗的生長，減少徒長苗的發生，提高壯苗指數，待抑制效果解除後有增產效果(王等, 2008)。

油菜淹水下施用矮化劑可提高抗氧化酵素超氧化物歧化酶(superoxide dismutase, SOD)、過氧化酶(peroxidase, POD)及過氧化氫酶(Catase, CAT)的活性，減少丙二醛(malondialdehyde, MDA)的產生，使其提高對逆境的容忍性(Qiu *et al.*, 2005)。施用生長阻礙劑烯效唑(uniconazole)可使大豆在缺水逆境下，顯著提升抗氧化酵素過氧化酶及超氧化物歧化酶的活性，有效減少丙二醛的產生，保持細胞膜的完整性，以減少缺水傷害進而提高生物量及產量(Zhang *et al.*, 2007)。所以於小白菜上對減少淹水傷害或促進排水後復原情形可能與提高抗植株氧化化能力有關，但仍須進一步實驗證實。

參 考 文 獻

- 王國華、伊慶珍、張云平、鄆森、孫玉青。2008。矮化劑浸種處理對大白菜幼苗生長的影響。河北農業科學 12(5)：21-22。
- 翁仁憲、許苑培、郭孚耀、林文助。1999。氣象因子對小白菜生長速率之影響。中華農業氣象 6：7-14。
- 曹翠玲、楊力、胡景江。2009。多效唑提高玉米幼苗抗旱性的生理機制研究。乾旱地區農業研究 27(2)：153-158。
- Al-Khassawneh, N. M., N. S. Karam, and R. A. Shibli. 2006. Growth and flowering of black iris (*Iris nigricans* Dinsm.) following treatment with plant growth regulators. *Sci. Hort.* 107: 187-193.
- Haque, S., A. H. A. Farooqi, M. M. Gupta, R. S. Sangwan, and A. Khan. 2007. Effect of ethrel, chlormequat chloride and paclobutrazol on growth and pyrethrins accumulation in *Chrysanthemum cinerariaefolium* Vis. *Plant Growth Regul.* 51: 263-269.
- Hilgers, K. R., C. Haynes, and W. R. Graves. 2005. Chemical height control of containerized seashore mallow. *HortTechnol.* 15(2): 330-332.
- Krug, B. A., B. E. Whipker, and I. McCall. 2007. Caladium growth control with flurprimidol, paclobutrazol, and uniconazole. *HortTechnol.* 17(3): 368-370.
- Leul, M. and W. J. Zhou. 1999. Alleviation of waterlogging damage in winter rape by uniconazole. Application: effects on enzyme activity, lipid peroxidation, and membrane integrity. *J. Plant Growth Regul.* 18: 9-14.

- Qiu, J., R. Wang, J. Yan, and J. Hu. 2005. Seed coating with uniconazole improves rape seedling growth in relation to physiological changes under waterlogging stress. *Plant Growth Regul.* 47: 75–81.
- Wang, L. W. and C. H. Lin. 1992. The effect of GA-biosynthesis inhibitors on plant physiology. *Weed Sci. Bull.* 13(1): 31-39.
- Zhang, M., L. Duan, X. Tian, Z. He, J. Li, B. Wang, and Z. Li. 2007. Uniconazole induced tolerance of soybean to water deficit stress in relation to changes in photosynthesis, hormones and antioxidant system. *J. Plant Physiol.* 164: 709-717.

The Influences of Plant Growth Retardants on Pakchoi Plants (*Brassica rapa* L. chinensis Group.) to Flooding Tolerance

Shih-Wen Chen¹⁾ Yu Sung²⁾

Key words: Pakchoi, Plants growth retardants, Survival rate

Summary

The aim of this research was to solve the problem of flooding in the production of Pakchoi plants in summer. The plant growth retardants (pp-333 and CCC) were tested in order to assess the effect of their use on the flooding tolerance of Pakchoi plants. The fresh and dry weight of Pakchoi plants treated with PP-333 and CCC were reduced. The loss of fresh weight was reduced to 16.9–27.5 % under waterlogging. Furthermore, the growth of plants recovered was increased after flooding 5 days, especially when Pakchoi 'Feng-Shan' treated with PP-333 and 'A-Feng' treated with CCC.

1) Graduate student, Department of Horticulture, National Chung Hsing University.

2) Professor, Department of Horticulture, National Chung Hsing University. Corresponding author.

