

## 油菜素內酯(Brassinolide)在小白菜栽培之利用

郭 濰 如<sup>1)</sup> 宋 妤<sup>2)</sup> 張 武 男<sup>3)</sup>

關鍵字：小白菜、油菜素內酯、水分逆境、地上部鮮重

**摘要：**苗齡 15 天小白菜定植前 3 天以 0.1-0.05 mg L<sup>-1</sup> 油菜素內酯處理，對小白菜定植後生育有顯著之影響，在十月施用，定植後 7 和 14 天，無藥劑處理之對照組地上部鮮重均顯著較低，而 0.1 和 0.05 mg L<sup>-1</sup> 處理濃度無差異，到定植後 21 天，2 個處理組與對照組單株鮮重差異不顯著。在十一月使用，自定植苗與至定植後 21 天，處理組與對照組之地上部鮮重差異均不顯著。十二月份油菜素內酯處理對小白菜定植後生育影響與十月份試驗結果相反，定植後 21 天，處理濃度間差異不顯著，但地上部鮮重均顯著低於對照組。土壤水分潛勢維持在 -0.04 至 -0.02 MPa 中栽培，處理組與對照組間地上部鮮重和乾重差異均不顯著，但濃度 0.1 mg L<sup>-1</sup> 處理者有稍高地上部鮮重之趨勢。水分潛勢維持在 -1.38 至 -0.86 MPa 之乾燥土壤中栽培，處理組與對照組間地上部鮮重和乾重均顯著高於對照組，處理間無顯著差異，但以濃度 0.05 mg L<sup>-1</sup> 處理者地上部鮮重有稍高之趨勢。

### 前 言

小白菜 (*Brassica campestris* L. ssp. *chinensis*)，原產於中國華南地區，因生育期短，栽培容易，為本省重要葉菜類蔬菜之一，葉片薄且面積大，根部纖細，分佈於土壤淺層，因此不耐旱，亦不耐淹水(陳和沈，1995)。

油菜素內酯(brassinolide, BR)是芸苔甾類(Brassinosteroides, BRs)中具有非常高生物活性之化合物(Yang *et al.*, 1999)，為一種甾醇類物質(Grove *et al.*, 1979)，由日本學者丸茂晉吾於 1968 年首次由蚊母樹(*Distylium racemosum* Sieb. & Zucc.)葉中提取，廣泛的存在於植物中(侯和李，2001)，為植物正常生長發育中不可或缺的物質，因此被列為植物的第六大類激素(Miklos *et al.*, 1996)。

---

1) 國立中興大學園藝學系博士班研究生(通訊作者)。

2, 3) 國立中興大學園藝學系教授、兼任教授。

油菜素內酯對植物具有促進生長、提高逆境抗性功能(丁等, 1995)。對促使甜椒(Martine *et al.*, 1998)、大豆(Clouse *et al.*, 1992)之上胚軸, 與油菜幼苗下胚軸(何等, 1995)之伸長均有顯著效果, 亦可促進芹菜(王等, 1988)和菠菜(梁等, 1998)之生長, 提高黃瓜(劉等, 1996)、西瓜(王等, 1994)、番茄(唐等, 1996)之結果率與產量。許多研究指出, 油菜素內酯在減輕或克服逆境有顯著效果, 例如小麥經 22S- 和 23S- 高油菜素內酯(homobrassinolide)處理, 可提高在高溫下之蛋白質合成 (Kulaeva *et al.*, 1991), 番茄以 24-表油菜素內酯(24-Epibrassinolide)處理, 能提高對高溫之耐性與產量 (Singh and Shono, 2005); 24-表油菜素內酯可減輕低溫逆境對茄子、胡瓜和玉米之影響(Mandava, 1988; He *et al.* 1991), 降低低溫下水稻之丙二醛(MDA)含量、減緩超氧歧化酶(SOD)活性降低、增加脯氨酸(proline)含量, 提高水稻對寒害之抗性(Wang and Zeng, 1993), 並提高水稻之高度、根長、根量和生物量(Hirai *et al.*, 1991)。在鹽分逆境下, 24-表油菜素內酯可預防小麥核酸和葉綠素之降解(Kulaeva *et al.*, 1991)和促進水稻種子發芽, 提高高度、鮮乾重和可溶性蛋白質含量(Anuradha and Rao, 2001), 也可促進赤桉(*Eucalyptus camaldulensis*)種子在鹽分逆境下之發芽(Sasse *et al.*, 1995)。植物在水分逆境下, 油菜素內酯可提高根甜菜在乾旱下之軸根重、蔗糖含量和產量(Schilling *et al.* 1991), 顯著提高在淹水逆境下小麥葉片之相對水分含量、葉綠素A含量、光合作用速率、葉面積和生物量(Sairam, 1994)。由於油菜素內酯可增強植物根系的吸水性能, 穩定膜系統的結構功能, 維持較高的能量代謝, 調節細胞內生長環境, 促進正常的生理生化代謝, 從而增強植物的抗逆性, 所以也被稱為逆境條件下的緩衝劑(韓等, 2007)。

現許多適應不同氣候之小白菜品系可供周年栽培利用, 但耐熱性強品系之生育適溫仍為 20-25°C(陳和沈, 1995), 雖可於本省之夏季前後播種栽培, 但本省夏季之高溫常在 30°C 以上, 致使品質與產量下降, 且偶有連續陰雨或豪雨之侵襲, 造成極大之損耗, 影響市場之供應。本試驗以油菜素內酯處理小白菜穴盤苗後, 在不同月份與土壤水分中栽培, 比較定植後生育之差異, 探討油菜素內酯對小白菜對抗逆境能力之影響。

## 材料與方法

### 一、不同月份栽培

試驗分別於 2007 年 10 月 10 日、11 月 21 日與 12 月 26 日播種, 以'三鳳二號'小白菜(農友種苗公司, 台灣)為供試材料, 以 128 格 PE 穴盤育苗, 1 穴 1 株。於播種後第 12 天, 以含油菜素內酯濃度 0.1 與 0.05 mg L<sup>-1</sup> 之 2 g/L Peters 20-10-20 養液, 以葉面噴施方式處理, 對照組噴施不含油菜素內酯養液, 每穴盤噴灑 500 ml。於播種後第 15 天移植, 定植於以砂質壤土為介質之 5 吋黑色軟盆, 一盆一株。

分別於定植日和定植後 7、14、21 天調查，以單株為重複，每處理 8 株，數據以 ANOVA (Analysis of Variance) 進行變方分析，平均值以最小顯著差異法 (The least significant difference method) 分析，檢測其在 5% 差異水準下之顯著性。

## 二、不同土壤水分

試驗於 2007 年 10 月 10 日開始播種進行，供試材料、育苗方法、定植苗齡與油菜素內酯處理方法同上之試驗。定植栽培容器為內底部有網孔襯墊之白色塑膠栽植槽 (60×17×15 cm)，每槽定植 5 株。

槽內土壤水分之管理為於定植前 3 天，將微乾之沙質壤土裝入至約 9 分滿，輕微震動使土壤適當密實，並開啟底部排水孔。介質裝填後移置於具遮雨功能之網室培育植床，開始土壤水分含量控制，依試驗之設計，以槽為單位，分別給予每天 200、400、600 ml 之 3 種不同灌溉水量，供水時間於每日傍晚進行，以手持噴霧器將設計之水量均勻噴施於槽內土壤表面。土壤水分狀態調查分別於定植日與定植後 7、14 日澆水前進行，採取土面下 2-3 cm 處之土壤，採樣時避免傷及根系，含水量測定為土壤濕重秤量後，再以 105°C 烘乾 72 hr 後測定土壤乾重換算之，土壤水分潛勢以 WP-4T (Bioschrom Lid. U.K.) 露點水分潛勢儀測定，每處理 5 重複，試驗期間介質水分狀態如表 1。

植株生育情形調查為定植後 14 天採收地上部，測量鮮重後，以 70°C 烘乾 72hr 後測定乾重。

表 1 灌溉水量與土壤水分狀態之關係

Table 1 Relationship between irrigation amount and soil water in pot.

Amount of irrigation ( ml/pot/day )	Days after transplanting		
	0	7	14
	water capacity (%)		
600	36.32 a*	35.42 a	35.10 a
400	28.78 b	30.50 a	29.20 b
200	17.36 c	15.18 b	16.80 c
	water potential (MPa)		
600	0.00 a	0.00 a	0.00 a
400	-0.02 a	-0.04 a	-0.04 a
200	-0.86 b	-1.38 b	-1.30 b

\*同項目內為鄧肯氏多變域顯著性測驗  $p=0.05$ ，英文字母相同表無顯著差異。

\*Means in column of item followed by the same letter are not significantly different by Duncans's multiple range test at 0.05 level.

## 結 果

### 一、栽培月份

試驗結果顯示，油菜素內酯處理對小白菜生育之影響會因栽培氣候而有差異，而在濃度 0.1 與 0.05 mg L<sup>-1</sup> 處理間，不同栽培月份施用，對小白菜之地上部生育與相對生長率差異均不顯著(圖 1 和圖 2)。

十月試驗中，定植後 7 天，油菜素內酯濃度 0.1 和 0.05 mg L<sup>-1</sup> 之處理與對照組單株鮮重分別為 6.20、5.69、5.23g，以對照組顯著較低，且相對生長速率與油菜素內酯施用濃度成正相關，以 0.1 mg L<sup>-1</sup> 處理者為最高，0.05 mg L<sup>-1</sup> 處理者次之，對照組最低，分別為 0.58、0.53 和 0.45 g g<sup>-1</sup>day<sup>-1</sup>；至定植後 14 天，對照組因相對生長速率明顯低於處理組，地上部鮮重也顯著最低，而二個濃度處理之定植株間差異極不顯著，定植後 14 天之油菜素內酯處理濃度 0.1 和 0.05 mg L<sup>-1</sup> 與對照組單株鮮重和相對生長速率分別為 21.56、21.48、15.08g 和 2.19、2.26、1.41 g g<sup>-1</sup>day<sup>-1</sup>；定植後 14 到 21 天，對照組之相對生長速率顯著提高，並高於 2 個處理組，在定植後 21 天，油菜素內酯濃度 0.1、0.05 mg L<sup>-1</sup> 處理與對照組單株鮮重分別達 50.33、49.05、47.05 g，差異不顯著。

十一月栽培時，處理組與對照組之穴盤苗與至定植後 14 天植株，地上部鮮重與相對生長速率差異均不顯著，定植後 14 到 21 天，相對生長速率與油菜素內酯施用濃度成正相關之趨勢，在定植後 21 天，油菜素內酯濃度 0.1、0.05 mg L<sup>-1</sup> 處理與對照組之單株鮮重分別為 50.05、47.00 與 46.33 g，差異也未達顯著水準。

十二月份試驗與十月份試驗之油菜素內酯處理對小白菜定植後生育影響成相反之結果，除定植時穴盤苗之地上部鮮重，以油菜素內酯濃度 0.1 mg L<sup>-1</sup> 處理顯著，外；定植後 7 至 21 天調查結果，對照組之地上部鮮重與相對生長速率均顯著高於二個油菜素內酯濃度處理之植株，至定植後 21 天，對照組之地上部鮮重達 50.58 g，不同濃度之油菜素內酯處理間無顯著差異，濃度 0.1 和 0.05 mg L<sup>-1</sup> 處理之單株地上部鮮重分別為 33.15、33.57 g。

### 二、土壤水分

小白菜穴盤苗以濃度 0.1 和 0.05 mg L<sup>-1</sup> 油菜素內酯處理後，在不同水分條件之土壤中定植，14 日後調查地上部鮮重和乾重之結果如圖 3 和圖 4。

在栽培槽每天供應 400 ml 水量之水分條件下栽培，穴盤苗以 0.1 mg L<sup>-1</sup> 油菜素內酯處理之小白菜，於定植後 14 天，地上部鮮重和乾重均有較高之趨勢，但不同濃度和對照組 3 者間差異不顯著，處理濃度 0.1、0.05 mg L<sup>-1</sup> 和對照組之地上部鮮重與乾重分別為 40.03、34.22、35.75g 與 1.6792、1.4738、1.4733 g；在每天灌溉 600 ml 之含水維持飽和土壤中栽培，油菜素內酯處理者有顯著較高之地上部鮮重，以 0.1 和 0.05 mg L<sup>-1</sup> 處理分別為 48.84 和 45.11 g，濃度處理間無顯著差異，對照組顯著較低，為 35.46 g，地上部乾重也與處理之油菜素內酯濃度成正相關，分別為 1.6958、1.5482、1.4781 g，但統計上無顯著差異；

在每日以 200 ml 較低灌溉量之栽培植株，定植後 14 日，油菜素內酯處理植株之地上部鮮重和乾重均顯著高於對照組，處理濃度 0.1、0.05 mg L<sup>-1</sup> 與對照組三者之地上部之鮮重與乾重分別為 22.37、27.87、13.27 與 13.71、13.29、0.90 g。

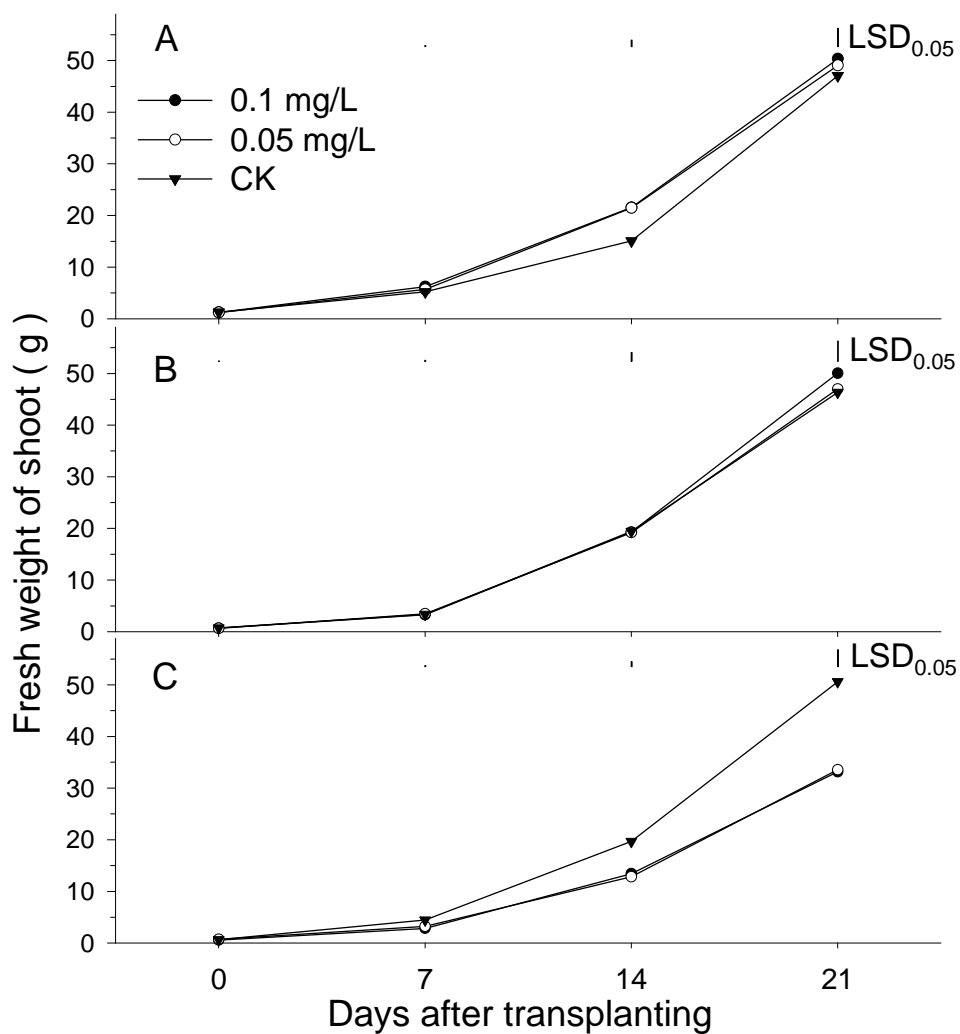


圖 1. 油菜素內脂對不同時期栽培小白菜生育之影響

A：十月栽培；B：十一月栽培；C：十二月栽培

Fig. 1. Effect of brassinolide on the growth of 'Pak-Choi' in three different months.

A: October crops; B: November crops; C: December crops

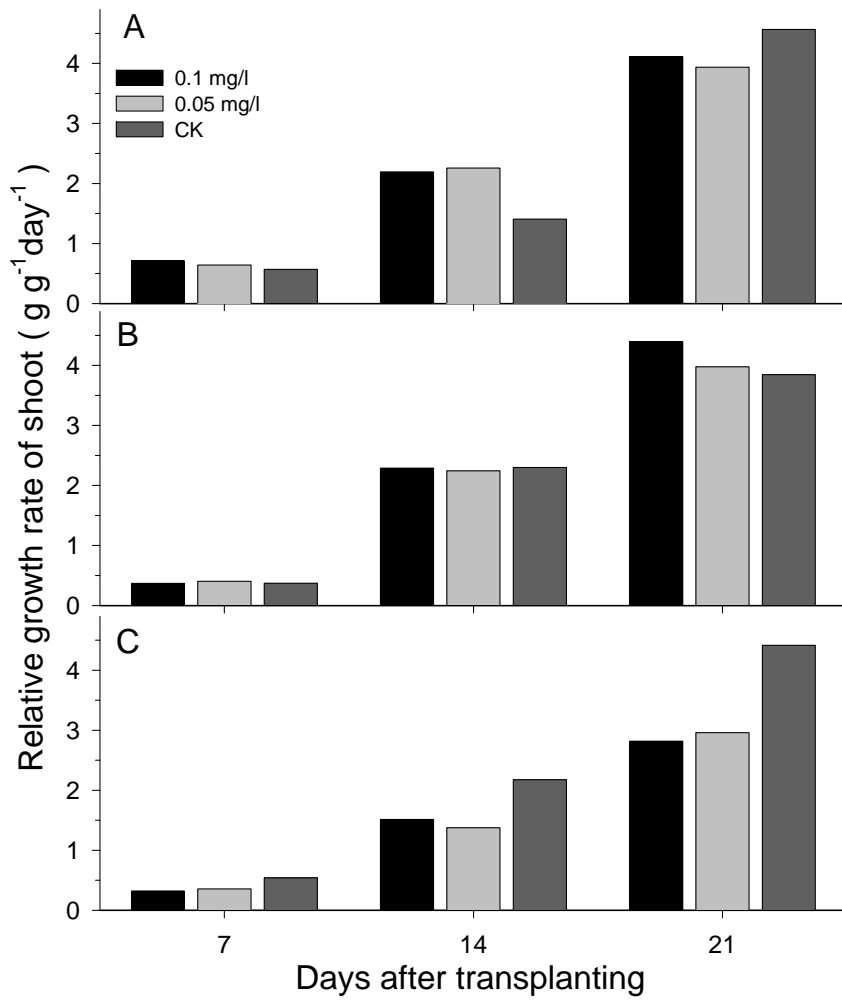


圖 2. 油菜素內脂對不同時期栽培小白菜地上相對生長速率之影響

A：十月栽培；B：十一月栽培；C：十二月栽培

Fig. 2. Effect of brassinolide on the relative growth rate of shoot of 'Pak-Choi' in three different months.

A: October crops; B: November crops; C: December crops

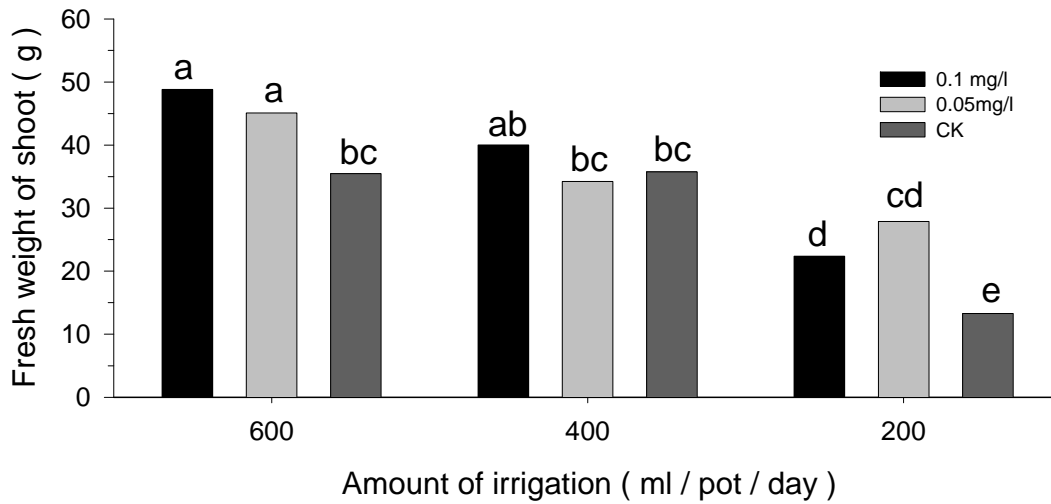


圖 3. 油菜素內酯對小白菜在不同土壤水分狀態栽培 14 天地上部鮮重之影響

Fig. 3. Effect of brassinolide on the fresh weight of shoot of 'Pak-Choi' after transplant 14 days in varied soil water status.

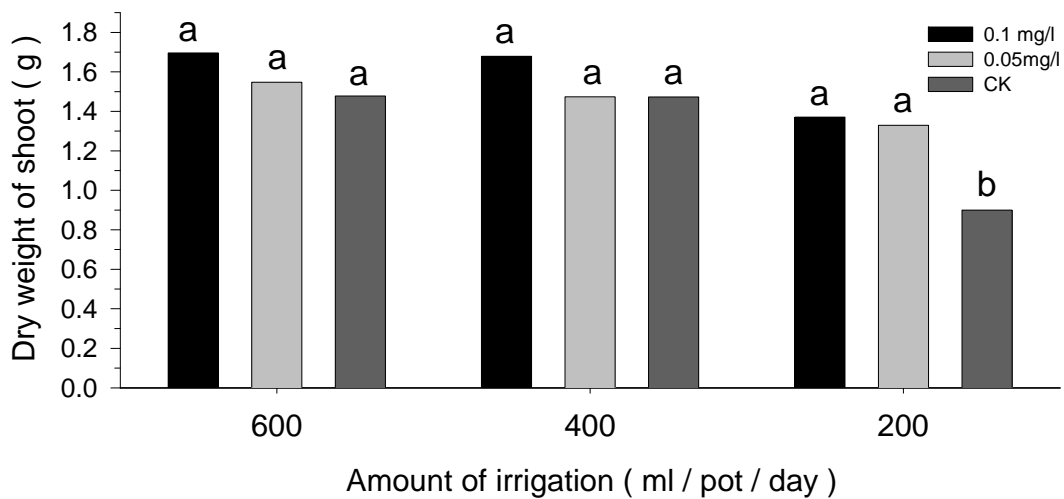


圖 4. 油菜素內酯對小白菜在不同土壤水分狀態栽培 14 天地上部乾重之影響

Fig. 4. Effect of brassinolide on the dry weight of shoot of 'Pak-choi' after transplant 14 days in varied soil water status.

## 討 論

### 一、栽培季節

從 10、11、12 月之三次試驗結果知，對照組之地上部生育以 12 月播種栽培者最高，顯示'鳳京'小白菜之生育受到氣溫影響極大，並以在較冷涼之季節栽培為佳。'鳳京'小白菜在 10 月穴盤育苗後栽培時，在定植前三天以濃度 0.1 和 0.05 mg L<sup>-1</sup> 之油菜素內酯行葉面噴佈處理，可促進定植後之生育，並顯著優於對照組，且使在 10 月栽培之生育與 12 月未處理之栽培相近；11 月之相同試驗中，結果處理組與對照組間無差異，12 月之栽培，以無藥劑處理之對照組生育顯著較佳，由此可知，小白菜定植前 3 天，以濃度 0.05 mg L<sup>-1</sup> 或 0.01 mg L<sup>-1</sup> 之油菜素內酯處理，在較高溫時期有顯著促進生育效果，地上部生育與低溫時之對照組相近；但在低溫期施用，顯著抑制小白菜之生育，而在 0.05 mg L<sup>-1</sup> 與 0.1 mg L<sup>-1</sup> 處理濃度間差異均不顯著。

### 二、土壤水分

學者侯和李(2001)指出，油菜素內酯促進植物的生長之機制在於促使細胞壁鬆弛，擴大細胞體積，並能促進光合作用，提高核酸、蛋白質的代謝，以作為細胞伸長之基質，還可促進細胞的分裂，以攝入更多之水分和養分，而 Wang 和 Zeng (1993)指出，油菜素內酯之能提高水稻對低溫之抗性，歸因於可促使膜系穩定和滲透勢調控。

土壤水分逆境下，油菜素內酯濃度 0.05-0.1 mg L<sup>-1</sup> 處理，具有促進小白菜生育之顯著效果，小白菜以 128 格穴盤育苗 15 天中，在播種後第 12 天，處理 0.05-0.1 mg L<sup>-1</sup> 之油菜素內酯，在水分潛勢為 0 MPa，維持飽和含水狀態之土壤中栽培，定植後 14 天，地上部鮮重顯著高於對照組，地上部乾重差異不顯著，在土壤維持濕潤狀態，水分潛勢為 -0.2 至 -0.4 MPa 下，處理組與對照組間地上部鮮、乾重差異均不顯著，定植於水分潛勢為 -0.86 至 -1.38 MPa 之維持乾燥土壤，處理組與對照組地上部鮮、乾重均低於土壤維持濕潤或飽和含水之植株，其中以油菜素內酯 0.05 mg L<sup>-1</sup> 處理者與土壤維持濕潤下之對照組差異不顯著，對照組顯著最低，定植後 14 天，鮮重只達 13.27 g。

試驗結果顯示，油菜素內酯對高溫期或土壤水分過高或乾旱時，小白菜之生育有顯著促進效果，由不同栽培時期和不同土壤水分條件之試驗結果得知，0.05 與 0.1 mg L<sup>-1</sup> 間差異均不顯著，在低水分潛勢下栽培，0.05 mg L<sup>-1</sup> 處理有較佳之表現，故在小白菜栽培時，推薦使用油菜素內酯濃度為 0.05 mg L<sup>-1</sup>，且低溫期應避免使用，在使用時機，試驗方式為穴盤育苗，於定植前 3 天處理，故實際栽培時，於高溫期或水分逆境來臨前施用油菜素內酯可降低逆境造成之損失，惟油菜素內酯其作用機制與安全性，有待進一步探討。



## 參 考 文 獻

- 丁景新、馬國瑞、黃素青、葉孟兆。1995。表油菜素內酯對黃瓜的生理效應。浙江農業大學學報。21: 615-621。
- 王玉琴、羅文華、趙毓橘。1988。表由菜素內酯對芹菜生長的影響。植物生理學通訊。1: 29-31。
- 王玉琴、羅文華、徐如娟、趙毓橘。1994。表油菜素內酯對西瓜生長和產量性狀的影響。植物生理學通訊。6: 423-425。
- 何宇炯、徐如涓、趙毓橘。1995。表油菜素內酯對油菜幼苗生長及其可溶性糖和蛋白質含量的影響。植物生理學通訊。31: 37-39。
- 侯雷平、李梅蘭。2001。油菜素內脂(BR)促進植物生長機裡研究進展。植物學通報。18: 560-566。
- 唐嘉義、楊美林、聞壽、李宗全。1996。BR-120 在番茄上的應用效果。長江蔬菜。2: 30-32。
- 陳甘澍、沈再發。1995。小白菜-台灣農家要覽 農作篇(二)。pp.317-322。豐年社。台北。
- 梁廣堅、李芸瑛、邵玲。1998。DA-6和BR+GA<sub>3</sub>對菠菜生長和光合速率的影響。園藝學報。25: 356-360。
- 劉永正、黃海祥、孫釗磊。1996。表油菜素內酯對黃瓜營養生長和產量的影響。植物生理學通訊。3: 2-12。
- 韓剛、孫楠、李凱榮。2007。油菜素內酯對沙棘和紫穗槐苗木水分生理的效應。西北農林大學學報(自然科學版)。35: 95-100。
- Anuradha, S. and S. S. R. Rao. 2001. Effect of brassinosteroids on salinity stress induced inhibition of seed germination and seedlings growth of rice (*Oryza sativa* L). Plant Growth Reg. 33:151-153.
- Clouse, S. D., M. Z. Daniel, and M. E. Baker. 1992. Effect of brassinolide on gene expression in elongating soybean epicotyls. Plant Physiol. 100: 1377-1383.
- Grove, M. D., G. F. Spencer, W. K. Rohwedder, N. B. Mandava, J. F. Worley Jr., J. D. Warthen, G. L. Steffens, J. L. Flippen-Anderson, and J. C. Cook Jr. 1979. Brassinolide, a plant growth-promoting steroid isolated from *Brassica napus* L. pollen. Nature 281:216-217.
- He, R.Y., G. J. Wang, and X. S. Wang. 1991. Effects of brassinolide on growth and chilling resistance of maize seedlings. In: Cultler HG, Yokota T, Adam G (eds) Brassinosteroids—chemistry, bioactivity and application. ACS Symp Ser American Chemical Society, Washington, p. 220-230.
- Hirai, K., S. Fujii, and K. Honjo. 1991. The effect of brassinolide on ripening of rice plants under low temperature condition. Jap. J. Crop Sci. 60(1):29-35.

- Kulaeva, O. N., E. A. Burkhanova, and A. B. Fedina. 1991. Effect of brassinosteroids on protein synthesis and plantcell ultrastructure under stress conditions. In: Cultler HG, Yokota T, Adam G (eds) Brassinosteroids—chemistry, bioactivity and application. ACS Symp Ser American Chemical Society, Washington. p. 141–157.
- Mandava, N. B. 1988. Plant growth-promoting brassinosteroids. *Ann. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* 39:23–52.
- Martine, F. D., Q. Y. Wang, B. T. Sofia, and R. N. Beachy. 1998. In vitro stem elongation of sweet pepper in media containing 24-epi-brassinolide. *Plant Cell Tissue Organ Cult.* 53: 79-84.
- Miklos, S., N. Kinga, K. K. Zsuzsanna, and J. Mathur. 1996. Brassinosteroid rescue the deficiency of CYP90, a cytochrome P450, controlling cell elongation and de-etiolation in *Arabidopsis*. *Cell.* 85: 171-182.
- Sairam, R. K. 1994. Effect of homobrassinolide application on plant metabolism and grain yield under irrigated and moisture stress conditions of two wheat varieties. *Plant Growth Regul.* 14: 173–181.
- Sasse, J.M., R. Smith, and I. Hudson. 1995. Effect of 24-epibrassinolide on germination of seeds of *Eucalyptus camaldulensis* in saline conditions. *Proc. Plant Growth Reg. Soc. Amer.* 22: 136–141.
- Schilling, G., C. Schiller, and S. Otto. 1991. Influence of brassinosteroids on organ relation and enzyme activities of sugar beet plants. In: Cultler HG, Yokota T, Adam G (eds) Brassinosteroids—chemistry, bioactivity and application. ACS Symp Ser American Chemical Society, Washington. p. 208–219.
- Singh, I. and M. Shono. 2005. Physiological and molecular effects of 24-epibrassinolide, a brassinosteroid on thermotolerance of tomato. *Plant Growth Reg.* 47:111–119.
- Wang, B. and G. Zeng. 1993. Effect of epibrassinolide on the resistance of rice seedlings to chilling injury. *J. Plant Physiol.* 19:53–60.
- Yang, Y. H. , H. Zhang, and R. Q. Cao. 1999. Effect of brassinolide on growth and shikonin formation in cultured *Onosma paniculatum* cells. *J. Plant Growth Reg.* 18:89–92.

## Utilization of Brassinolide on 'Pak-Choi' (*Brassica campestris* L. ssp. *chinensis*) Crops

Wei-Ru Kuo<sup>1)</sup> Yu Sung<sup>2)</sup> Woo-Nang Chang<sup>3)</sup>

Key words: 'Pak-Choi', Brassinolide, Water stress, Shoot fresh weight

### Summary

The 'Pak-Choi' seedling grows for 15 days in 128 cells tray. The seedling was treated with the 0.1-0.05 mg L<sup>-1</sup> of brassinolide before transplanting 3 days.

In October crops, the fresh shoot weight of control was significantly reduce, there was has not significant difference between 0.1-0.05 mg L<sup>-1</sup> of brassinolide treatment after transplanting 7 or 14 days. But the fresh shoot weight of 2 treatments and control was not significantly difference after transplanting 21 days. In November crops, the growth of 21days transplants of two brassinolide concentration treatments was not significantly difference compared to control. In December crops, the fresh shoot weight of control was the heaviest, but has not differently significantly between two brassinolide concentration treatments after growth 21 days..

The dry shoot weight of two brassinolide concentration treatments and control different was not significance both. When soil water potential maintain at -0.04 to -0.02 MPa, the two brassinolide concentration treatments was not significantly different on the fresh and dry shoot weight respectively, although 0.1 mg L<sup>-1</sup> of brassinolide treated transplant had high fresh weight. In the dry soil of water potential maintain at -1.38 to -0.86 MPa, the fresh weight and the dry weight of the two treatments are higher than control significantly. The fresh weight of 0.05 mg L<sup>-1</sup> was high.

---

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

Corresponding author.

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

3) Adjunct professor, Department of Horticulture, National Chung Hsing University.

