



# 設施洋桔梗節水灌溉與切花品質之研究

陳令錫、蔡宛育、陳彥樺

## 摘要

彰化縣洋桔梗種植密度約20株/m<sup>2</sup>，移植初期畦溝溝灌每天用水量總計約80~100 m<sup>3</sup>/(0.1ha day)；後續抽苔、分化與見蕾採用滴灌方式作業13次，總計滴灌用水量約56 m<sup>3</sup>/0.1ha，每次水量約4.3 m<sup>3</sup>/0.1ha；該期作結合初期溝灌7天與滴灌13次之總用水量約為750 m<sup>3</sup>/0.1ha，比慣行淹灌12次之灌溉用水量1080 m<sup>3</sup>節省31%。綜合灌溉法為洋桔梗栽培期整合溝灌、微噴灌與滴灌的灌溉方法，合計期作灌溉用水量僅為392.5 m<sup>3</sup>/0.1ha，比慣行溝灌12次之灌溉用水量1080 m<sup>3</sup>/0.1ha節省63.4%。養液滴灌栽培的植株生育較農民慣行栽培佳，平均株高增加2~4cm，且個體間生育較整齊。切花株高較慣行栽培者增加約4cm，鮮重增加約12g，莖粗增加0.3mm，花冠較高及花徑較大。因此，養液滴灌栽培之洋桔梗切花品質略優於農民慣行栽培之切花且不影響切花日數，具有節省水資源之效益。

關鍵字：洋桔梗、滴灌、肥灌、節水、切花品質。

## 前言

肇因於氣候變遷導致降雨模式極端化、自然水量儲存能力降低等現象，農業用水與民生工業用水的競爭將更形激烈<sup>(1,10)</sup>，然而農業生產糧食之用水量是不可或缺的。傳統施肥方法包括人工撒施、點施與條施，具有費工、不均勻與表土施肥容易流失的缺點。灌溉方法分為淹灌、溝灌、噴灌、微噴灌、滴灌與地下滴灌，農業灌溉及過量施肥會導致營養素污染地下水與地表水<sup>(9,11)</sup>。普遍採用的淹灌與溝灌，水的使用效率低，1/3到1/2的灌溉水流失，帶走可觀的養分，整合施肥與灌溉技術的肥灌系統採用噴灌與滴灌之水資源利用率較高，約從70%到95%<sup>(1,3)</sup>，水和養分的流失可以獲得較佳控制，具有減低肥料對環境污染之效果。

肥灌可以藉由微灌頻繁的供給作物養分，根據作物之需要管理灌溉水量，準確且均勻的施用養分到有效根聚集的潮濕區域，調整肥料比例與濃度促成作物產量與品質最大的提升，以及根部下方最小的滲流損失<sup>(4,5,6,12)</sup>。1994年以色列需要灌溉的園藝作物有90%通過灌溉進行施肥，其溫室種植全部採用微灌，以滴灌為主，其溫室滴灌的最高水分利用率可達95%<sup>(2,3,4,12)</sup>。在省工的前提下，定時器的定時灌溉可執行低階自動灌溉操作，只是定時灌溉之土壤含水率變動較大<sup>(9)</sup>。

歐美各國及中國大陸對水資源與肥料的有效運用極為重視<sup>(4)</sup>，在肥灌技術上的研究發展投入許多人力物力，也有不錯的商品上市行銷。臺中區農業改良場意識到台灣缺水季節水資源首先供應民生用水與工業用水，乾淨水資源日益珍貴，節水灌溉施肥系統之應用將能發揮省工、省水與省肥的功效。

洋桔梗的生長群聚環境為乾燥草原地區的濕地，原生地有水流過的痕跡，生育初期須給予充分的水，遮陰避免強光，若發芽後的生長初期水分不足，就會發生簇生化<sup>(3)</sup>。栽培後期花蕾出現時就必須限水管理，避免花朵生長含水量過高、花莖過軟而不利儲運。且花朵發育過重、花頸過長而有彎頭或垂頸的現象，對切花品質有嚴重的不良影響<sup>(7)</sup>。

採用現代化技術與設備可以提升耕作效率，利用肥灌技術除了提升施肥與灌溉管理效率<sup>(5,6)</sup>之外，對於土耕的施肥前後之土壤特性分析與產品品質，尚無相關研究。因此，本研究目的在分析設施栽培洋桔梗使用養液滴灌與慣行溝灌之節水效益與切花品質，提供農民參考採用。

## 內 容

### 試驗材料

試驗田區位於彰化縣永靖鄉福興村之塑膠布遮雨多連棟溫室，溫室長 40 m，圓弧屋頂跨距 7 m，水槽高度 3 m。洋桔梗品種為艾瑞娜綠 'Arena Green'，種苗委由丹麥進口。

自動肥灌系統：臺中場開發的自動肥灌系統為即時注入式，主機包含電器控制系統與養液混合裝置文氏管注入器等組成，5只養液混合裝置採用文氏管流速變化造成壓差之原理，將養液混合到灌溉主管路中，經過輸送過程充分混合，送抵田間作物根部附近的滴/噴頭，根部可迅速吸收水分與養分。溝灌試驗區灌溉水量使用2英吋管徑水表紀錄全期之溝灌水量。



## 試驗方法

### (一) 試驗設計

試驗區設置於彰化縣永靖鄉，於2011年9月4日定植洋桔梗，品種為艾瑞娜綠，田區分養液滴灌土耕栽培及慣行土耕栽培兩區，每區3重覆，每重覆1.2 m×20 m，採四行植，行株距10×10 cm。養液滴灌土耕栽培及慣行土耕栽培兩區種植初期溝灌7天，之後慣行栽培區依據農民經驗判斷，溝灌與噴灌處理7次；養液滴灌栽培區設計定植肥6次、抽苔肥4次、分化期2次及見蕾期1次總計滴灌13次。

二試區於定植前，每公頃施用2000kg篋麻粕(4.8-1.8-1.2)為基肥。試驗處理包括農民慣行法和養液土耕栽培。農民慣行法以台肥43號複合肥料和硝酸鈣為追肥。養液強度依據土壤肥力分析報告降低磷肥用量，並配合植株生育給水給肥，主要肥料在花苞形成前供應。

### (二) 生理及採收調查

定植一個月後每兩週調查10株株高及葉對數直至可見花芽。於切花期採收兩處理每重覆各10株，調查株高、鮮重、花朵數、花徑、莖粗、葉對數、分枝數、花梗長、花冠高以及切花日數。另比較兩栽培模式之切花瓶插品質，養液滴灌處理組及慣行栽培組切花各10枝瓶插於自來水中，調查瓶插壽命。

### (三) 數據分析

試驗調查數據以Statistical Analysis System (SAS)系統t-test分析。

## 結果與討論

洋桔梗定植初期的田間管理著重在土壤水分含量要高、風速低、日照弱，初期保持土壤高含水率的方法可採前7-10天溝灌8分滿，或上方空中噴灌每天二次每次30 min。經過此期間後的營養生長期需要足量肥料與水分，注意提高通風量及日照量以保持良好光合作用條件，此時採用自動肥灌系統可根據土壤質地決定灌溉量，砂質土保水力差容易流失，採用少量多次肥灌為宜；壤土與黏土保水性較好，可高量灌溉及拉長間隔時間，惟須注意不能過量，避免表土逕流發生。

### (一) 灌溉水量

2011年9月在彰化縣永靖鄉福興村的試驗田約0.6分地，種植密度約20株/m<sup>2</sup>，試驗結果洋桔梗移植初期1星期之畦溝溝灌每天用水量總計約80~100 m<sup>3</sup>/0.1ha；後續抽苔、分化與見蕾採用滴灌方式作業13次，該期作總計滴灌用水量約56 m<sup>3</sup>/0.1ha，每次水量約4.3 m<sup>3</sup>/0.1ha，試驗區11月中旬採收之切花品質符合外銷規格。根據上述資料獲得該期作結合初期溝灌7天、滴灌13次之總用水量約為750

$\text{m}^3/0.1\text{ha}$ ，比慣行溝灌12次之灌溉用水量 $1080 \text{ m}^3$ 節省31%；實現滴灌肥料用量少與省工自動分階段給肥的特性，因此，運用自動肥灌系統於洋桔梗栽培可有效達成省肥料、省水資源、省電與省工的效益。

因應洋桔梗栽培期之灌溉需水特性，歸納洋桔梗土耕田區之灌溉基本資料如表一，溝灌採大型儲水桶重力壓差流灌方式，每分地一天約 $80-100\text{m}^3/0.1\text{ha}$ 水量，流量約 $2-10 \text{ m}^3/\text{hr}$ 。微噴灌使用上空懸吊噴頭，噴出半徑約 $2.2 \text{ m}$ 的圓形面積，每分地64粒，噴頭流量約 $120 \text{ L}/\text{hr}$ ，每天上午與下午各噴 $30 \text{ min}$ ，每天噴霧量為 $7.7 \text{ m}^3/0.1\text{ha}$ 。滴灌使用管徑 $16 \text{ mm}$ 管厚 $0.9\text{mm}$ 聚乙烯PE材質之穩壓滴帶，滴頭流量 $2.0 \text{ L}/\text{hr}$ ，滴頭間距 $0.2 \text{ m}$ ，單位面積滴孔數量為 $10.7\text{粒}/\text{m}^2$ ，單位面積滴灌水量為 $21.4 \text{ L}/(\text{hr}\cdot\text{m}^2)$ 。

根據上述基本資料設計適合洋桔梗栽培的綜合灌溉法，為整合上述溝灌1次、微噴灌與滴灌多次之節水灌溉法，若微噴灌16次與滴灌10次的灌溉方法，合計期作灌溉用水量 $339.5 \text{ m}^3/0.1\text{ha}$ ；若滴灌次數增為13次，如表二所示，則合計期作灌溉用水量 $395.2 \text{ m}^3/0.1\text{ha}$ ，比慣行溝灌12次之灌溉用水量 $1080 \text{ m}^3$ 分別節省68.5%與63.4%。

表一、三種灌溉方式之基本數據

Table 1. Basic information of three irrigation method: flooding, micro-sprinkler and drip, for 0.1 ha in one crop season.

|   | Flooding | Micro-sprinkler | Drip  |
|---|----------|-----------------|-------|
| Flow rate ( $\text{m}^3/\text{hr}$ )    | 2-10     | 7-9             | 21    |
| Operate duration (hr)                   | 6-24     | 0.5-1           | 0.88  |
| Every irrigation amount( $\text{m}^3$ ) | 90       | 4               | 18.55 |
| Irrigation times                        | 12       | 14              | 10    |
| Total amount ( $\text{m}^3$ )           | 1080     | 56              | 185.5 |

表二、洋桔梗綜合灌溉法0.1公頃之用水量

Table 2. Integrated irrigation method for *Eustoma* in 0.1 ha in one crop season.

|   | Flooding | Micro-sprinkler | Drip  | Sum   |
|---|----------|-----------------|-------|-------|
| Irrigation times                        | 1        | 16              | 13    | 30    |
| Every irrigation amount( $\text{m}^3$ ) | 90       | 4               | 18.55 |       |
| Total amount ( $\text{m}^3$ )           | 90       | 64              | 241.2 | 395.2 |



## (二) 生理調查

洋桔梗「艾瑞娜綠」定植後一個月調查其株高及葉對數，其結果統計如表3及表4。養液滴灌栽培的植株生育較農民慣行栽培佳，平均株高增加2~4cm，且個體間生育較整齊。葉對數略為增加，但並無顯著差異。

洋桔梗「艾瑞娜綠」切花時期約定植後兩個半月，採收滴灌處理及灌行栽培之洋桔梗切花每重覆各10株，調查株高、葉對數、鮮重、葉面積、莖粗、節數等生育性狀以及開花特性。結果如表5及表6。以養液滴灌栽培的洋桔梗「艾瑞娜綠」切花株高較慣行栽培者增加約4cm，鮮重增加約12g，莖粗增加0.3mm，花冠較高及花徑較大。而節數、葉對數、分枝數以及切花日數等則無顯著差異。由調查數據顯示，養液滴灌栽培之洋桔梗切花品質略優於農民慣行栽培之切花且不影響切花日數。利用養液滴灌栽培洋桔梗可促進切花品質且達到省水省肥之功效。

表三、滴灌處理對洋桔梗艾瑞娜綠株高之影響

Table 3. The effects of drip irrigation on plant height of *Eustoma grandiflorum* 'Arena Green'.

| Treatment   | 30days | 45days | 60days | Harvest |
|-------------|--------|--------|--------|---------|
| Flooding    | 15.7   | 39.2   | 61.5   | 71.8    |
| Fertigation | 15.8   | 43.5** | 63.1** | 75.3**  |

\*\*Significant at 0.01 level by t-Test .

表四、滴灌處理對洋桔梗艾瑞娜綠葉對數之影響

Table 4. The effects of drip irrigation on leaf pair of *Eustoma grandiflorum* 'Arena Green'.

| Treatment   | 30days | 45days | 60days | Harvest |
|-------------|--------|--------|--------|---------|
| Flooding    | 7.4    | 9.3    | 13.1   | 13.2    |
| Fertigation | 7.7    | 9.6    | 13.5   | 13.6    |

表五、滴灌處理對洋桔梗艾瑞娜綠切花性狀之影響(1/2)

Table 5. The effects of drip irrigation on cut flower characteristics of *Eustoma grandiflorum* 'Arena Green' (1/2).

| Treatment   | Plant height (cm) | Leaf pair (no.) | Leaf area(cm <sup>2</sup> ) | Stem diameter (mm) | Node no. | Fresh weight (g) |
|-------------|-------------------|-----------------|-----------------------------|--------------------|----------|------------------|
| Flooding    | 71.8              | 13.2            | 36.9                        | 5.04               | 13.5     | 65.4             |
| Fertigation | 75.3**            | 13.5            | 43.5**                      | 5.34**             | 13.8     | 77.4**           |

\*\*Significant at 0.01 levels by t-Test.

表六、滴灌處理對洋桔梗艾瑞娜綠切花性狀之影響(2/2)

Table 6. The effects of drip irrigation on cut flower characteristics of *Eustoma grandiflorum* 'Arena Green' (2/2).

| Treatment   | Branch no. | Pedicle length (cm) | Crolla height(cm) | Total flower no. | Flower diameter (cm) | Days to harvest (day) |
|-------------|------------|---------------------|-------------------|------------------|----------------------|-----------------------|
| Flooding    | 3.2        | 9.8                 | 5.5               | 13.0             | 6.40                 | 68                    |
| Fertigation | 3.2        | 10.9**              | 5.8               | 13.4             | 6.45                 | 68                    |

\*\*Significant at 0.01 levels by t-Test .

表七、滴灌處理對洋桔梗艾瑞娜綠切花瓶插品質之影響

Table 7. The effects of drip irrigation on cut flower vase life quality of *Eustoma grandiflorum* 'Arena Green'.

| Treatment   | Vase life (day) | Flower opening (%) |        |        | Fresh weight changes(%) |      |       |
|-------------|-----------------|--------------------|--------|--------|-------------------------|------|-------|
|             |                 | Day1               | Day4   | Day7   | Day1                    | Day4 | Day7  |
| Flooding    | 12              | 23.1               | 33     | 56.6   | 11.26                   | 5.43 | -3.28 |
| Fertigation | 12.7*           | 28.5**             | 34.8** | 63.4** | 18.02                   | 1.99 | 1.08* |

\*, \*\*Significant at 0.05, 0.01 levels by t-Test respectively.

另瓶插品質方面，養液滴灌栽培之洋桔梗「艾瑞娜綠」切花瓶插壽命雖與慣行栽培者無顯著差異，但花朵盛開率則有顯著增加，且鮮重變化率第1天增加較大，至第7天仍有些許上升，但慣行栽培之洋桔梗切花至第7天鮮重變化率已下降。顯示養液滴灌栽培之切花瓶插品質較佳，推測可能為養液滴灌栽培之植體養份較為充足，但仍須進一步確認。



肥灌就是把液態肥料注入到灌溉水中，在日常灌溉作業中完成施肥的工作；自動肥灌就是藉由機電控制技術，讓肥灌作業定時自動操作或依據氣候陰晴自動調整肥灌次數，有效的節省人力。然而，養液的調配須嚴謹，注意水源水質，採用品質優良的單質肥料調配，減少養液桶沉澱與管路阻塞之發生，並且要定期清潔過濾器；精準掌握肥料種類與濃度，確保養分均衡。

## 結 語

洋桔梗種植密度約20株/m<sup>2</sup>，移植初期畦溝溝灌每天用水量總計約80~100 m<sup>3</sup>/0.1ha；後續抽苔、分化與見蕾採用滴灌方式作業13次，總計滴灌用水量約 56 m<sup>3</sup>/0.1ha，每次水量約4.3 m<sup>3</sup>/0.1ha；該期作結合初期溝灌7天與滴灌13次之總用水量約為750 m<sup>3</sup>/0.1ha，比慣行溝灌12次之灌溉用水量1080 m<sup>3</sup>節省31%，實現滴灌用水量少與省工自動分階段給肥的特性，因此，運用自動肥灌系統於洋桔梗栽培可有效達成省肥料、省水資源、省電與省工的效益。

綜合灌溉法為洋桔梗栽培期整合溝灌、微噴灌與滴灌的灌溉方法，合計期作灌溉用水量僅為392.5 m<sup>3</sup>/0.1ha，比慣行溝灌12次之灌溉用水量1080 m<sup>3</sup>/0.1ha節省63.4%。

養液滴灌栽培的植株生育較農民慣行栽培佳，平均株高增加2~4cm，且個體間生育較整齊。葉對數略為增加，但並無顯著差異。切花株高較慣行栽培者增加約4cm，鮮重增加約12g，莖粗增加0.3mm，花冠較高及花徑較大。而節數、葉對數、分枝數以及切花日數等則無顯著差異。因此，養液滴灌栽培之洋桔梗切花品質略優於農民慣行栽培之切花且不影響切花日數。利用養液滴灌栽培洋桔梗可促進切花品質且達到省水省肥之功效。

瓶插品質方面，養液滴灌栽培之洋桔梗「艾瑞娜綠」切花瓶插壽命雖與慣行栽培者無顯著差異，但花朵盛開率則有顯著增加，且鮮重變化率第1天增加較大，至第7天仍有些許上升，但慣行栽培之洋桔梗切花至第7天鮮重變化率已下降。顯示養液滴灌栽培之切花瓶插品質較佳，推測可能為養液滴灌栽培之植體養份較為充足，但仍須進一步確認。

## 參考文獻

1. 王道還 2015 科技新知：地球上的水是哪兒來的？。科學發展 505:77。
2. 李久生、張建君、薛克宗 2005 滴灌施肥灌溉原理與應用。第二版 中國農業科學技術出版社 北京。

3. 李慧津、呂廷森 2010洋桔梗的栽培管理-模仿原生地環境的栽培基礎(一)。台灣花卉園藝277:24-31.
4. 郭彥彪、劉藍生、張承林 2007 設施灌溉技術第一版。化學工業出版社 北京。
5. 陳令錫、田雲生、何榮祥 2010 直列並排文氏管注入器肥灌系統之養液輸出性能研究。台中區農業改良場研究彙報 107:13~23。
6. 陳令錫 2012 省工自動灌溉施肥系統介紹及應用於洋桔梗栽培洋桔梗栽培及利用專刊。台中區農業改良場特刊第110號 p:45~55。
7. 蔡宛育、陳彥樺、許謙信、易美秀、魏芳明 2012 提高洋桔梗生育及切花品質洋桔梗栽培及利用專刊。台中區農業改良場特刊第110號 p:18~25。
8. 蕭政宗 2007 乾旱科學發展。416: 64-70。
9. Dukes M.D. and J.M. Scholberg. 2005. Soil Moisture Controlled Subsurface Drip Irrigation on Sandy Soils. Applied Engineering in Agriculture. Vol. 21(1): 89-101.
10. Gladis M. Z. 2011. Water Management and Plant Performance in a Changing Climate: Introduction to Colloquium. HortScience Vol.46(2):152-154.
11. Hagin J. and A. Lowengart. 1996. Fertigation for minimizing environmental pollution by fertilizers. Fertilizer Research , Kluwer Academic Publishers. Netherlands. 43: 5-7.
12. Patricia I. 1999. Recent Techniques in Fertigation of Horticultural Crops in Israel. Recent Trends in Nutrition Management in Horticultural Crops Workshop. Dapoli, Maharashtra, India.