

興大園藝

第三十六卷 第一期

Indices for Chilling Tolerance of 'Irwin' Mango Leaves

.....Praewphan Jomngam, H. L. Lin, C. C. Shiesh..... 1

水耕葉菜類營養元素含量之研究

.....余津聚 李文汕.....15

三種劍葉文心蘭栽培種之雜交潛力和近交弱勢

.....邱翊恬 張 正.....31

長壽花 'Isabella' 節間雜交種之性狀表現及其回交

.....王嘉偉 朱建鏞.....39

氮源型態對春石斛蘭生長與開花之影響

.....吳柏昌 林瑞松.....53

台北地區中老年人口居家鄰近活動環境需求性基礎調查

.....郭毓仁 余依亭.....69

台灣地區 LOHAS 潛在消費者分析

.....林永哲 歐聖榮.....79

台灣公共藝術設置原則建構之初探

.....謝婉如 歐聖榮.....93

國立中興大學園藝學系編印

中華民國一〇〇年三月

Indices for Chilling Tolerance of 'Irwin' Mango Leaves (*Mangifera indica* L.)

Praewphan Jomngam ¹⁾ Huey-Ling Lin ²⁾ Ching-Chang Shiesh ³⁾

Key words: Mango, Low temperature stress, Chlorophyll fluorescence, Electrolyte leakage, Ethylene production, Respiration

Summary

The objective of the research was to determinate of low temperature stress response in 'Irwin' mango leaves by using chlorophyll fluorescence, electrolyte leakage, ethylene production and respiration. 'Irwin' mango leaves were exposed to 25, 12, 9, 5, 3, 1 and -3°C for determination the changes in chlorophyll fluorescence and to 25, 9, 1 and -3°C for determination the changes in electrolyte leakage, ethylene production and respiration. Results showed that chlorophyll fluorescence tended to decrease at prolonged exposure to low temperatures, while electrolyte leakage increased as temperature decreased and duration increased. The changes under low temperature stress in ethylene production and respiration were not clear. Out of the four methods used for the screening of chilling tolerance in the leaves of mango cultivars, using chlorophyll fluorescence was the most effective.

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

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

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

Corresponding author.

Introduction

Many plants, especially those native to warm habitats, are injured when exposed to low nonfreezing temperatures (Lynch, 1990). Chilling tolerance is the ability of a plant to tolerate low temperatures (0–15°C) without injury or damage (Somerville, 1995), while cold acclimation is an enhanced tolerance to the physical and physiochemical vagaries of freezing stress (Guy, 1990; Thomashow, 1999). Both cold acclimation and chilling tolerance involve an array of biochemical, molecular and metabolic processes (Thomashow, 1999; Larkindale *et al.*, 2005; Kotak *et al.*, 2007; Zhu *et al.*, 2007).

Exposure of plants to low temperature stress leads to the modification of metabolism. Low temperature stress changes the structure, catalytic properties and function of enzymes (Kubien *et al.*, 2003) and membrane metabolite transporters. Interestingly, regulatory mechanisms of plants become active and function to restore normal metabolite levels, and most importantly, metabolic fluxes (Schwender *et al.*, 2004).

Many methods have been employed for evaluating low temperature stress of plants. Chlorophyll fluorescence (Rose and Haase 2002), electrolyte leakage (Mancuso *et al.*, 2004), changes in ethylene production (Arshad and Frankenberger, 2002) and respiration (Nilsen and Orcutt, 1996) are among the many physiological indicators used for conifers.

Chlorophyll fluorescence can be used as a rapid, sensitive and noninvasive probe in the evaluation of plant performance and detect stress-induced perturbations in the photosynthetic apparatus (Baker, 2008). Any stress applied to green plant tissue which directly or indirectly affects photosynthetic metabolism is likely to change the yield (i.e. Fv/Fm) (Smillie and Hetherington, 1983).

Electrolyte are contained within the membranes of plant cells. These membranes are sensitive to environmental stresses. In plant membranes, these changes are often associated with increases in permeability and loss of integrity (Campos *et al.*, 2003). Unstressed, undamaged plant cells maintain electrolytes within the membrane. As the cells are subjected to stress, electrolytes leak into surrounding tissues. An estimation of cell damage and hardness can be made by comparing the conductivity of the leaked contents from injured and uninjured tissues in water (Mattsson, 1996).

Ethylene production by plants increases as a result of environmental stress or wounding, and measurement of stress ethylene can be a useful indicator of the onset of stress and/or the degree of

stress (Harber and Fuchigami, 2000). Temperature stress changes ethylene production differently in different plant species (Arshad and Frankenberger, 2002).

The respiration rate of plant under temperature stress are also differently in different plant species. Lyons and Riaison (1970) explain the effect of chilling on respiration associated with direct injury. Arrhenius plots of the respiration rate of mitochondria from chilling sensitive plants (tomato and cucumber fruit, sweet potato root) show a linear drop from 25°C down to 9-12°C. From this point to 1.5°C the slope increased. Chilling resistant plants (cauliflower buds, potato tubers, beet root), on the other hand, showed a linear decrease over the entire temperature range. It has been report that increase in respiration occurred at the onset of injury and the decrease on death (Lewis and Morris, 1956).

The objectives of this study want to determination of low temperature stress in 'Irwin' mango leaves by using chlorophyll fluorescence, electrolyte leakage, ethylene production and respiration.

Materials and Methods

Plant Materials

Mature 'Irwin' mango (*Mangifera indica* L.) leaves were collected at the Horticultural Research Station, College of Agriculture and Natural Resources, National Chung Hsing University in Taichung county, Taiwan. Leaves were collected and placed in polyethylene bags that were labeled accordingly and immediately transported back to the postharvest laboratory, National Chung Hsing University for further analysis within 1 h.

Chlorophyll Fluorescence

Detached leaves were rinsed 1 time with water to remove surface dirt on mango leaves and were leaving approximately 5 cm. length of the middle portion. The middle portion of the leaf was redundant and 1 cm. guide circle was made on parallel side in between the midvein so that successive measurements shall be collected on the same part of each leaf (Smillie and Hetherington, 1983). The middle of leaf was placed at the center of plastic petri dishes. In order to minimize water loss plastic petri dishes were lined with two layers of tissue paper and added with 3 ml pure water. Leaf samples were subjected to seven temperature treatments (25, 12, 9, 5, 3, 1 and -3°C) and incubated in a low temperature incubator in the dark with daily measurements beginning at 0 h and subsequently at 24, 48, 72 and 96 h.

Electrolyte leakage

Mango leaves were cut into discs with 1.1 cm. in diameter and rinsed with pure water to eliminate the external residues. Discs were placed in the plastic petri dishes. In order to minimize water loss plastic petri dishes were lined with two layers of tissue paper and added with 3 ml pure water. Leaf samples were subjected to seven temperature treatments (25, 12, 9, 5, 3, 1 and -3°C) and incubated in a low temperature incubator in the dark for 72 h. Every 24 h interval, three discs were removed and put in the test tubes and added with 5 ml pure water and then shaken the test tube for 3 h. The conductivity of the solution (E_1) was read with a conductivity meter. After that, the test tubes were frozen for 24 h in order to kill the tissue. After freezing, the test tubes were shaken for 3 h and the conductivity of this solution (E_2) was recorded. The percentage of electrolytes was calculated as follows: % Electrolyte = $E_1/E_2 \times 100$

Ethylene production

Detached leaves were rinsed 1 time with water to remove surface dirt on mango leaf and cut into discs with 1.1 cm. in diameter. Discs were placed in the plastic petri dishes. In order to minimize water loss plastic petri dishes were lined with two layers of tissue paper and added with 3 ml pure water. Leaf samples were subjected to six temperature treatments (25, 12, 9, 5, 3, 1 and -3°C) and incubated in a low temperature incubator in the dark with daily measurements beginning at 0 h and subsequently 24, 48, 72, and 96 h. Discs were removed and put in 25 ml Erlenmeyer flasks and enclosed with serum caps. The Erlenmeyer flasks were stored for 24 h at different temperature treatments, then 1 ml gas samples were collected by syringe for determination of ethylene production with a gas chromatograph (Shimadzu. FID.8A.).

Respiration

Respiration was measured as CO₂ production. Detached leaves were rinsed 1 time with water to remove surface dirt on mango leaf and cut in discs with 1.1 cm. in diameter. Discs were placed in the plastic petri dishes. In order to minimize water loss plastic petri dishes were lined with two layers of tissue paper and added with 3 ml pure water. Leaf samples were subjected to six temperature treatments (25, 12, 9, 5, 3, 1 and -3°C) and incubated in a low temperature incubator in the dark with daily measurements beginning at 0 h and subsequently 24, 48, 72, and 96 h. Discs were removed and put in 25 ml Erlenmeyer flasks and enclosed with serum caps. The Erlenmeyer flasks were stored for 24 h at different temperature treatments, then 1 ml gas samples were collected by syringe for determination of CO₂ production with an infrared gas analyzer (Maihak. UNOR 610).

Statistical analysis

Data were subjected to analysis of variance using the general linear model of Costat appropriate for a repeated measures experiment. Treatment means were distinguished using a Duncan's Multiple Range Test. Significant differences were established at the $P < 0.05$ level of probability.

Results and Discussion

Chlorophyll fluorescence of 'Irwin' mango leaves

Chlorophyll fluorescence has been used to quantify chill-induced photoinhibition to leaves. Chilling stress damage to leaves may be determined by measuring the decrease in the ratio of variable fluorescence to maximum fluorescence (F_v/F_m) (Oquist and Wass, 1988). In the present study, 'Irwin' mango leaves were determined the changes in chlorophyll fluorescence to low temperature (Fig. 1).

The seven temperature levels were compared for the effect on chlorophyll fluorescence. The F_v/F_m values were remained higher at 25°C during exposure time. Whereas the F_v/F_m values continue to decreased with a further drop in temperature, which the lowest values of F_v/F_m were occurred at freezing temperature (-3°C). This proves that the photosynthetic capacity was affected with the sustained exposure to low temperature (Whiley *et al.*, 1997).

The inherent sensitivity of the plant to low temperature is dependent on the time course (i.e. duration under low temperature) and extent (i.e. degree of low temperature). After 24 h of storage at low temperature, the F_v/F_m values showed a significant drop and there after showed a decreasing trend to decrease. Recovery is species dependent relative to its inherent sensitivity, cold duration and changes in chloroplast ultrastructure (Kratsch and Wise, 2000).

Electrolyte leakage of 'Irwin' mango leaves

Chilling impairments mainly consist of alteration of metabolic processes, decreased in enzymatic activities, reduction of photosynthetic capacity and changes in membrane fluidity among others (Dubey, 1997). Such changes are frequently related to an increase in membrane permeability, affecting membrane integrity and cell compartmentation under stress conditions. Increased rates of solute and electrolyte leakage occur in a variety of chilled tissues and have been used to evaluate membrane damage following chilling (Campos *et al.*, 2003).

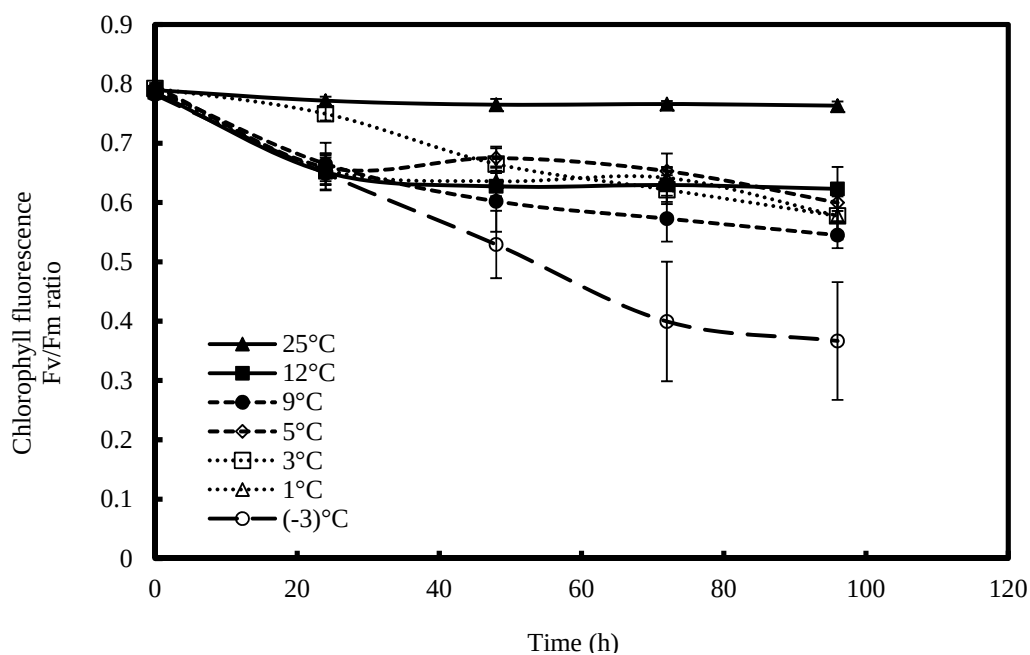


Figure 1. Effect of low temperature treatments on chlorophyll fluorescence (Fv/Fm) in 'Irwin' mango leaves.

The increase in electrolyte leakage of 'Irwin' mango leaves is depending on the level of temperature and duration (Fig. 2). The four temperature levels showed a significant different in electrolyte leakage. A strongly increase in electrolyte leakage were occurred at the freezing temperature (-3°C), whereas 1, 9 and 25°C, the electrolyte leakage had a slightly increase during periods. The increases in electrolyte leakage when the temperature was reduced or the duration increase as an indication of membrane damage. Saltveit (2002) reported for tomato a progressive increase in electrolyte leakage over a few days of chilling, while kiwifruit showed an increase up to 15% when exposed at 2°C for 40 h (Gerasopoulos *et al.*, 2006). Low-temperature breakdown, a disorder which causes considerable quality losses during prolonged cold storage in kiwifruit, appears to be related to factors affecting membrane function (Gerasopoulos *et al.*, 2006).

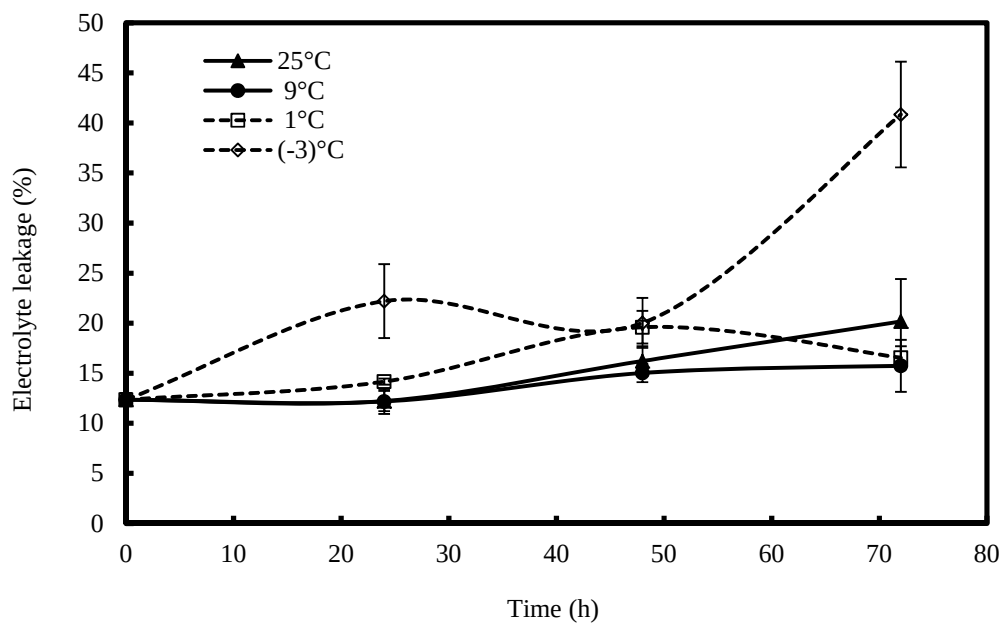


Figure 2. Effect of low temperature treatment on the electrolyte leakage in 'Irwin' mango leaves.

Ethylene production of 'Irwin' mango leaves

Ethylene is an endogenous plant hormone which plays important roles in plant growth and development such as seed germination, fruit ripening, senescence, and extension growth. Ethylene production is a common response to most stresses, including freezing, chilling, wounding, water, salt, and mineral stress (Harber and Fuchigami, 2000).

Ethylene production of 'Irwin' mango leaves was relatively high at 25°C, whereas it was markedly decreased at 9, 1 and -3°C (Fig. 3). Similar result was observed for wheat seedling (Tanino and McKerie, 1985) and oil palm seed (Corbineau *et al.*, 1990). The reduction of ethylene production at low temperature may associated with the conversation of ACC to ethylene was inhibit at low temperature (Ben-Amor *et al.*, 1999).

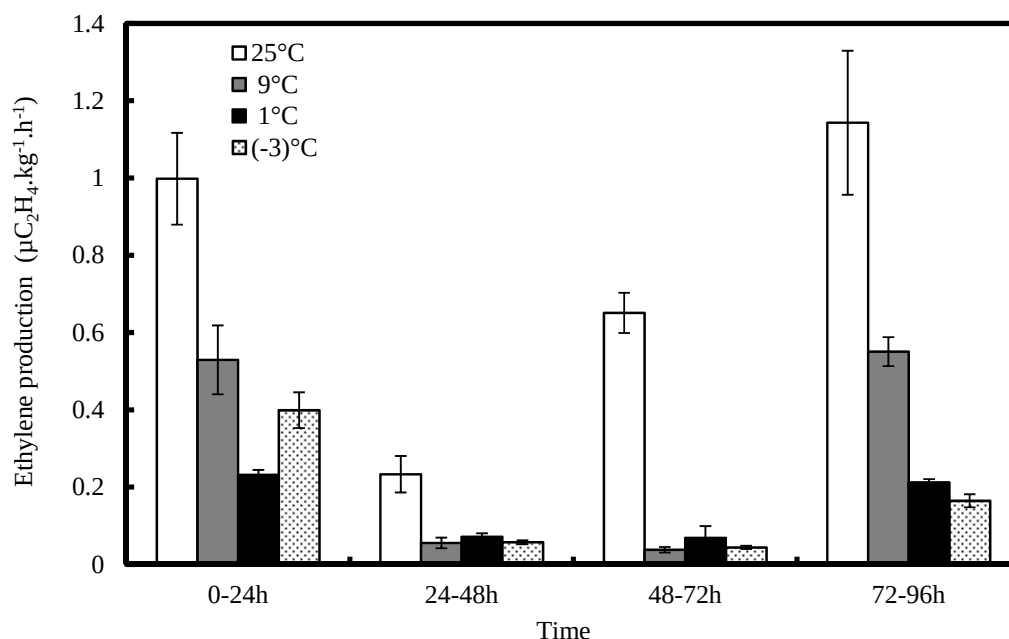


Figure 3. Ethylene production of 'Irwin' mango leaves exposed to low temperature.

Respiration of 'Irwin' mango leaves

The respiration peak of 'Irwin' mango leaves had a significant highest at 25°C, followed by a dramatic decrease at 12°C, which it is decrease more than 60% when compared with 25°C. While at freezing temperature (-3°C) showed the lowest (Fig. 4). The response of respiration to low temperature is depending on the species of plant and tissue organs. Some plants such as tomato (Kurets *et al.*, 2003), Arabidopsis (Talts *et al.*, 2004), mung bean and pea (Munro *et al.*, 2004) display a decrease in respiratory rate after exposure to low temperature, whereas some other species either show no decrease or even increase in respiration, as observed in maize leaves (Ribas-Carbo *et al.*, 2000) , and roots of *Plantago* (Covey-Crump *et al.*, 2002), rice and wheat (Kurimoto *et al.*, 2004).

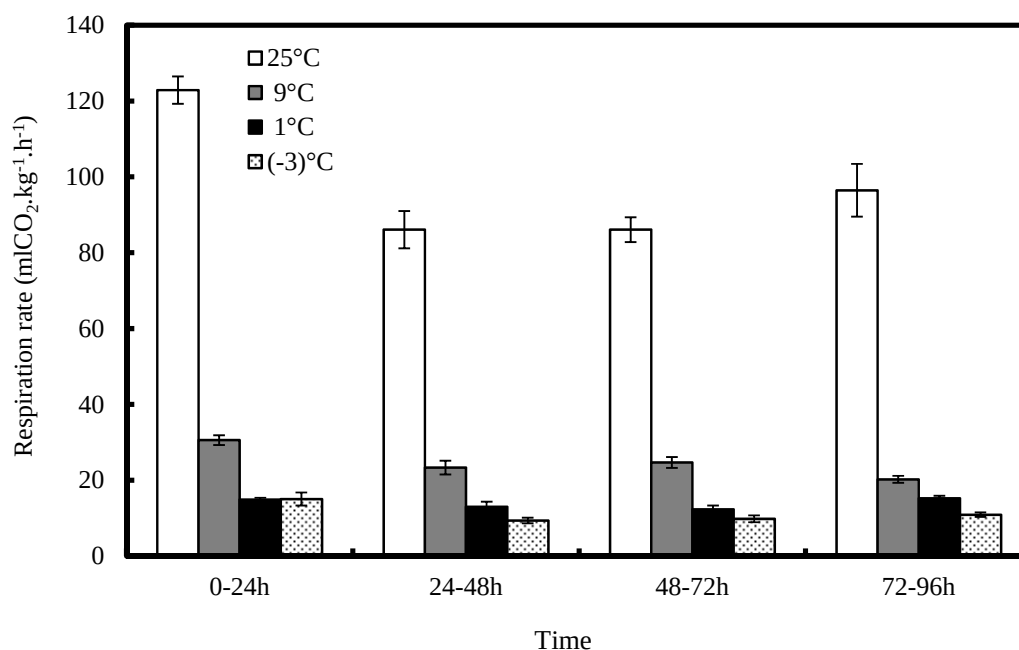


Figure 4. Respiration rate of 'Irwin' mango leaves exposed to low temperature.

Conclusion

The responses of 'Irwin' mango leaves exposed to chilling temperature stress by using four methods (i.e. chlorophyll fluorescence, electrolyte leakage, ethylene production and respiration) in order to obtain suitable indexes. Chlorophyll fluorescence trend to decrease at low temperature and prolong periods, while electrolyte leakage increase at temperature decrease and duration increase. The changes in ethylene production and respiration under stress, the result showed no clear but all of both trend to decrease at low temperature. All four methods have been used to determine chilling damage in 'Irwin' mango leaves, but entail different problems. The ethylene and respiration are unclear when the plant exposure to chilling temperature. The electrolyte leakage measurements are less time consuming, but screening of larger populations of plant would still require considerable efforts. Chlorophyll fluorescence measurements are quick and more convenient than others.

References

- Arshad, M. and W. T. J. Frankenberger. 2002. Ethylene, agricultural sources and applications. Kluwer Academic/Plenum Publishers. New York.
- Baker, N. R. 2008. Chlorophyll fluorescence: A probe of photosynthesis in vivo. *Annu. Rev. Plant Biol.* 59: 89-113.
- Ben-Amor, M., B. Flores, A. Latche, M. Bouzayen, J. C. Peach, and F. Fomjaro. 1999. Inhibition of ethylene biosynthesis by antisense ACC oxidase RNA prevent chilling injury in *Charentais cantaloupe* melons. *Plant Cell Environ.* 22: 1579-1586.
- Campos, P. S., V. Quatin, J. C. Ramalho, and M. A. Nunes. 2003. Electrolyte leakage and lipid degradation account for cold sensitivity in leaves of *Coffea* sp plants. *J. Plant Physiol.* 160: 283-292.
- Corbineau, F., F. Engelmann, and D. Come. 1990. Ethylene production as an indicator of chilling injury in oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) somatic embryos. *Plant Sci.* 71: 29-34.
- Covey-Crump, E. M., R. G. Attwood, O. K. Atkin. 2002. Regulation of root respiration in two species of *Plantago* that differ in relative growth rate: the effect of short-and long-term changes in temperature. *Plant Cell Environ.* 24: 1501-1514.
- Dubey, R. S. 1997. Photosynthesis in plants under stressful conditions. In: *Handbook of Photosynthesis*, M. Pessarakli (eds). Marcel Dekker Inc, New York. pp. 859-875.
- Gerasopoulos, D., G. Chlioumis, and E. Sfakiotakis. 2006. Non-freezing points below zero induce low-temperature breakdown of kiwifruit at harvest. *Sci Food Agri.* 86: 886-890.
- Guy, C. L. 1990. Cold acclimation and freezing stress tolerance: role of protein metabolism, *Annu. Rev. Plant Phys.* 41: 187-223.
- Harber, R. M. and L. H. Fuchigami. 2000. Ethylene-induced stress resistance. pp.81-89. In: H. L. Paul (ed). *Low temperature stress physiology in crops*. CRC Press Inc., Florida.
- Kotak, S., J. Larkindale, U. Lee, P. von Koskull-Doring, E. Vierling, and K. D. Scharf. 2007. Complexity of the heat stress response in plants, *Curr. Opin. Plant Biol.* 10: 310-316.
- Kratsch, H. A. and R. R. Wise. 2000. The ultrastructure of chilling stress. *Plant Cell Environ.* 23: 337-350.
- Kubien, D. S., S. Von-Caemmerer, R. T. Furbank, and R. F. Sage. 2003. C₄ photosynthesis at low temperature. A study using transgenic plants with reduced amounts of rubisco. *Plant Physiol.* 132: 1577-1585.

- Kurets, V. K., S. N. Drozdov, E. G. Dembo, N. I. Khilkov, and S. A. Trofimova. 2003. Effect and after effect in respiration of intact plants. *Russ. J. Plant Physiol.* 50: 308-312.
- Kurimoto, K., A. H. Millar, H. Lambers, D. A. Day, K. Noguchi. 2004. Maintenance of growth rate at low temperature in rice and wheat cultivars with a high degree of respiratory ATP production. *Plant Cell Physiol.* 45: 1015-1022.
- Larkindale, J., J. D. Hall, M. R. Knight, and E. Vierling. 2005. Heat stress phenotypes of *Arabidopsis* mutants implicate multiple signaling pathways in the acquisition of thermotolerance, *Plant Physiol.* 138: 882-888.
- Lewis, D. A. and L. L. Morris. 1956. Effect of chilling storage on respiration and deterioration of several sweet potato varieties. *Pro. Amer. Soc. Hort. Sci.* 68: 421-428.
- Lynch, D. V. 1990. Chilling injury in plants: the relevance of membrane lipids. In: *Environmental Injury to Plants*, F. Katterman (eds). Academic Press, New York. pp. 17-34.
- Lyons, J. M. and J. M. Raison. 1970. Oxidative activity of mitochondria isolated from plant tissues sensitive and resistant to chilling injury. *Plant Physiol.* 45: 386-389.
- Mancuso, S., F. P. Nicese, E. Masi, and E. Azzarello. 2004. Comparing fractal analysis, electrical impedance and electrolyte leakage for the assessment of cold tolerance in *Callistemon* and *Grevillia* spp. *Hort. Science. Biotechnol.* 79: 627-632.
- Mattsson, A. 1996. Predicting field performance using seedling quality assessment. *New Forests.* 13: 223-248.
- Munro, D. M., D. M. Hodges, J. M. Delong, C. F. Forney, and D. N. Kristie. 2004. Low temperature effect on ubiquinone content, respiration rate and lipid peroxidation levels of etiolated seedling of two differentially chilling sensitive species. *Plant Physiol.* 121: 488-497.
- Nilsen, E. T. and D. M. Orcutt. 1996. High temperature and energy balance. In: *Physiology of plant under stress*, E. T. Nilsen and D. M. Orcutt (eds). John Wiley and Sons, New York. pp.445-485.
- Oquist, G. and R. Was. 1988. A portable, microprocessor operated instrument for measuring chlorophyll fluorescence kinetics in stress physiology. *Physiol. Plantarum.* 73: 211-217.
- Ribas-Carbo, M., A. Ricardo, A. Miquel, J.J.I. Gonzalez-Meler, and M. Sanchez-Diaz. 2000. The electron portioning between the cytochrome and alternative respiratory pathway during chilling recovery in two cultivars of maize differing in chilling sensitivity. *Plant Physiol.* 122: 199-204.
- Rose, R. and D. Haase. 2002. Chlorophyll fluorescence and variations in tissue cold hardiness in response to freezing stress in Douglas-fir seedlings. *New Forests* 23: 81-96.

- Saltveit, M. E. 2002. The rate of ion leakage from chilling-sensitive tissue does not immediately increase upon exposure to chilling temperatures. *Postharvest Biol. Technol.* 26: 295-304.
- Schwender, J., J. Ohlrogge, and Y. Shachar-Hill. 2004. Understanding flux in plant metabolic networks, *Curr. Opin. Plant Biol.* 7: 309-317.
- Smillie, R. M. and S. E. Hetherington. 1983. Stress tolerance and stress-induced injury in crop plants measured by chlorophyll fluorescence *In vivo*. *Plant Physiol.* 72: 1043-1050.
- Somerville, C. 1995. Direct tests of the role of membrane lipid composition in low temperature-induce photoinhibition and chilling sensitivity in plants and cyanobacteria, *Proc. Natl Acad. Sci. (USA)* 92: 6215-6218.
- Talts, P., T. Pamik, P. Gardestrom, and O. Keerberg. 2004. Respiratory acclimation in *Arabidopsis thaliana* leaves at low temperature. *J. Plant Physiol.* 161: 573-579.
- Tanino, K. K. and B. D. McKersie. 1985. Injury within the crown of winter wheat seedlings after freezing and icing stress. *Can. J. Bot.* 63: 432.
- Thomashow, M.F. 1999. Plant cold acclimation: freezing tolerance genes and regulatory mechanisms, *Annu. Rev. Plant Phys.* 50:571-599.
- Whiley, A. W., C. Searle, B. Schaffer, and D. R. Simson. 1997. Leaf gas exchange responses of avocado (*Persea Americana* Mill.) and mango (*Mangifera indica* L.) trees to photon and CO₂ fluxes. *Tree Physiology*.
- Zhu J., C. H. Dong, and J. K. Zhu. 2007. Interplay between cold-responsive gene regulation, metabolism and RNA processing during plant cold acclimation, *Curr. Opin. Plant Biol.* 10: 290-295

'愛文'芒果耐低溫逆境篩選指標的建立

黃馨瑩¹⁾ 林慧玲²⁾ 謝慶昌³⁾

關鍵字：芒果、低溫逆境、葉綠素螢光、離子滲漏率、乙烯生成率、呼吸率

摘要：本試驗使用'愛文'芒果葉片，將其置於低溫逆境下並測定其葉綠素螢光、離子滲漏率、乙烯生成率和呼吸率，以選擇最適之耐逆境指標。將'愛文'芒果葉片置於25、12、9、5、3、1、-3℃的低溫下，調查其葉綠素螢光之改變。然而僅取25、9、1、-3℃等溫度測定電解質滲透率、乙烯生成量以及呼吸作用的改變。結果顯示，葉綠素螢光會隨著低溫處理時間增長而有下降的趨勢，而電解質滲漏率則會隨著溫度下降以及時間增長而上升。在低溫逆境下乙烯生成量與呼吸率的改變則不明顯。上述四種用檢測芒果不同品種葉片在高溫以及低溫下其耐受性的方法中，以葉綠素螢光法最有效率。

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副教授。

3) 國立中興大學園藝學系副教授，通訊作者。

水耕葉菜類營養元素含量之研究

余 津 聚¹⁾ 李 文 汕²⁾

關鍵字：水耕、葉菜、營養元素

摘要：本試驗利用水耕養液栽種芥藍、小白菜、青梗白菜、茼蒿、茼蒿及薤菜等七種葉菜類，調查營養元素含量之變化。芥藍、小白菜、茼蒿及薤菜地上部氮濃度隨著栽培日數增加而下降；磷濃度除茼蒿與茼蒿於整個栽培期間無大幅變化，於採收時維持在 0.87%及 0.79%外，其他菜種皆隨著栽培日數的增加而顯著下降。鉀是供試作物中含量最高的礦物元素，茼蒿與茼蒿最終濃度最高(9.91%及 8.22%)；鈣濃度以小白菜最高(5.8%)；鎂以薤菜、芥藍、青梗白菜及小白菜的最終濃度較高，約在 0.58 %~0.67 %。薤菜錳含量顯著高於其它作物；鋅濃度則是茼蒿顯著高於他者。而銅濃度則以薤菜高於其它作物各作物的銅離子濃度均低，除茼蒿外皆隨著栽培日數增加而有下降趨勢。

前 言

短期葉菜類生產是臺灣蔬菜產業中重要的一環，根據 98 年農業統計年報資料指出，臺灣一般短期葉菜類收穫面積為 25,772 公頃，總年產量則為 390,697 公噸。蔬菜的營養元素含量對蔬菜生育具有相當的影響性，適當的肥培管理能有效提升蔬菜的品質與產量。近年來，人們對於健康飲食、環境保護與節能減碳逐漸重視，因此如何適時、適當的肥料施用，量產出高品質又健康的蔬菜是相當重要的。當今一般農民在短期葉菜類肥料之施用，大多無特別針對不同菜種有所不同，添加的肥料量與元素比例是否適當，符合各菜種生理所需，應當是栽培業者所需考慮的。

若能了解短期葉菜類營養元素含量的狀態或許能作為肥料施用的參考，因此本試驗主要是利用非循環式水耕栽培法，栽培臺灣主要短期葉菜類作物，調查養液元素消耗及植株礦物元素含量，藉以了解不同種類的短期葉菜類植株營養狀況及營養元素需求性。

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副教授，通訊作者。

材 料 方 法

一、 試驗材料

(一) 供試作物

本試驗栽培的葉菜類作物共七種，分別為芥藍‘圓葉白花’、小白菜‘三鳳二號’、青梗白菜‘青梗’、茼蒿‘葉用尖葉’、茼蒿‘大葉’、蕹菜‘竹葉’、莧菜‘白莧’，皆購自農友種苗公司。

(二) 育苗與定植

將種子置於流動的水中浸泡數小時後，播種於浸潤之每格 2.5 cm³ 的十字育苗海綿，每格播 2~3 粒種子，置於黑暗下培養並維持海綿溼度。待胚根突破種皮，上胚軸彎鉤突出海綿後，移至弱光處馴化 4 小時，再移入中興大學精密溫室進行育苗。育苗期間每兩日澆灌 1000 倍 Peters 液體化學肥料(N:P:K=20:20:20；Melchemie Holland)，於植株約兩片本葉時進行定植。選取生育狀況良好並一致的植株，疏苗成每格海綿一株，定植於鑽有孔洞、厚度 1.5 cm 的保麗龍板上，再將已固定植株之保麗龍板放置於裝有養液之水耕塑膠桶中，使浮於養液上方，以供栽培試驗調查。

(三) 水耕設備

本試驗採用非循環式水耕設備，定植後第 0~10 天以 42×32×11 cm 之藍色塑膠盆種植，每盆養液量為 10 公升。第 10~20 天以單植方式栽培，以直徑 16 cm、高 20 cm 之單植塑膠桶種植，每桶養液量為 3 公升。皆使用針頭及橡膠軟管連接馬達打氣，維持養液的通氣性。溶氧量約為 5.2~5.8 ppm。

(四) 養液配方

本試驗以逆滲透水(Reverse osmosis water, 簡稱 RO 水)為水源配製養液，配方以全量(full strength)的 Hoagland 及 Aron 氏配方(1950)做修正，微量元素部分則配合採用 Johnson 修正調配法(1957)，並添加 Fe-EDTA (Ethylenediaminetetracetic acid)作為鐵元素的來源。養液藥品皆以試藥級藥品配製。詳細配方如附錄 1。

二、 試驗方法

(一) 試驗處理

本試驗於中興大學園藝學系精密溫室內進行，栽培時間為 2008 年 10 月 16 日起至 11 月 5 日。定植後第 0 天起，以非循環式水耕設備栽植，每盆 20 株，並提供 10 公升養液。定植後第 10 天更換一次養液，並將植株換盆至單植養液桶，每桶 1 株，提供 3 公升養液。於 5 天後(亦即定植後第 15 天)完全更換養液一次，調查至定植後 20 天。養液更換時，以 12N NaOH 或 6N H₂SO₄ 溶液將 pH 值調整在 5.8，其他時間則不進行調整。試驗採隨機完全區集設計(Randomized Complete Block Design；RCBD)方式排列，每處理 4 重複。

附錄 1、養液配方

Appendix 1. Nutrient solution

(1) 大量元素配方

(1) Macronutrient solution (Hoagland Solution)

Specific salts used		Conc. of individual elements in final solution		
Compounds	ml molar stock soln. in 1-liter soln.	Element	(μ M) μ g atoms per liter	ppm
KNO ₃	5.0	N	15000	210
Ca(NO ₃) ₂ · 4H ₂ O	5.0	K	6000	234
MgSO ₄ · 7H ₂ O	2.0	Ca	5000	200
KH ₂ PO ₄	1.0	P	1000	31
		Mg	2000	48
		S	2000	64

(Hoagland and Arnon, 1950)

(2) 微量元素配方

(2) Micronutrient Solution (modified by Johnson)

Specific salts used		Conc. of individual elements in final solution		
Compounds	mg per 1-liter stock soln.	Element	(μ M) μ g atoms per liter	ppm
KCl	3728	Cl	50	1.77
HBO ₃	1546	B	25	0.27
MnSO ₄ · H ₂ O	845	Mn	5	0.27
ZnSO ₄ · 7H ₂ O	575	Zn	2	0.13
CuSO ₄ · 5H ₂ O	125	Cu	0.5	0.03
(NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄ · 4H ₂ O	18.4	Mo	0.1	0.01
EDTA-Fe	7340			

(Johnson, 1957)

(二) 調查項目與分析方法

1. 地上部鮮重：將植株地上部自育苗海綿切離，秤其重量。單位為公克(g)。
2. 地上部乾重：將地上部鮮體經洗滌後，放入紙袋中，置於 70 °C 烘箱經 72 小時烘乾稱其重量。單位為公克(g)。
3. 植體無機營養元素含量分析：

以乾灰化法(dry ashing)進行樣品營養元素含量分析，樣品製備步驟如下：自植物體採取所需分析的地上部，以自來水洗除附著於表面上之塵土等汙物；再以 1% HCl 快速涮洗，以徹底洗淨自來水無法洗淨之汙物；最後以去離子水(deionized water, D. I. water)沖洗 3 次，以去除 1 % HCl 之殘留，洗畢將葉片上水分瀝乾後裝入紙袋中。將樣品置於通風的烘箱(forced-draft oven)內，先以 100°C 烘 1 小時殺菁以停止生化作用，再將溫度調至 70 °C 持續 72 小時，以減少自身分解作用直至樣品完全乾燥為止。以磨粉機(willy mill)將完全烘乾之樣品磨成粉末，經 20~40 mesh 篩網過篩之後，裝入硫酸紙袋中，即為乾燥樣品。將乾燥樣品置於乾燥的環境中保存。於分析前再將樣品置於 70 °C 烘箱中烘乾 12 小時以上，置於乾燥箱中待稱。稱取 0.5 g 樣品粉末置於坩堝之中，放入灰化爐(muffle furnace)內進行灰化。先以 200 °C 加熱 2 小時，再持續以 400 °C 加熱 1 小時，最後以 550 °C 加熱 2 小時，使其完全灰化。待樣品冷卻後由灰化爐內取出，加入 5 ml 2N HCl (Merck company) 將樣品灰分完全溶解，以無灰份濾紙(Whatman NO. 42)過濾，過濾時以去離子水將坩堝中殘留的樣品液完全洗下，濾液定量至 25 ml，混合均勻後裝入塑膠瓶內保存，即為待分析之樣品灰化液。

(1) 鉀(K)及鎂(Mg)含量之測定：

取 0.1 ml 樣品灰化液，加入 29.9 ml 去離子水稀釋 300 倍，振盪均勻後，以原子吸收光譜儀(Z-2000 Series Atomic Absorption Spectrophotometer)測定之，測定的濃度單位為(ppm)，需換算成百分率，即讀值 $\times 25$ (灰化液定量數 ml) $\times 300$ (稀釋倍數) $\times 10^{-4}/0.5$ (取樣量 g)，單位：%。

(2) 鈣(Ca)含量之測定：

取 0.1 ml 樣品灰化濾液，加 8.9 ml 去離子水及 1 ml 5 % 氧化鑷(La₂O₃, Lanthanum oxide)，共稀釋 100 倍，振盪均勻後，以原子吸收光譜儀測定之，同上述之換算公式，單位：%。

(3) 微量元素：鐵(Fe)、錳(Mn)、鋅(Zn)、銅(Cu)含量之測定：

直接取樣品灰化液，不需經稀釋，以原子吸收光譜儀測定之。單位：ppm。

(4) 氮(N)含量之測定—Micro-Kjeldahl 法：

將植體乾燥樣品置於 70 °C 烘乾 12 小時後，精秤 0.2 g 以無灰份濾紙(Toyo NO.1)包裹，投入分解管中，加入 1 g 催化劑(Selenium Se Mixture)(K₂SO₄ : CuSO₄ : Se = 100 : 10 : 1, w/v, Merck 8030)；再加入 4.5 ml 濃硫酸，放至分解爐中以 410 °C 加熱分解 1.5~2 小時，當分解管中液體呈現澄清淡綠色後，繼續加熱分解直至沒有白煙冒出，表示分解完全。將

分解管取出待其冷卻後，加入 15 ml 蒸餾水，振盪均勻。將樣品倒入 Micro-Kjeldahl 裝置的燒瓶中，加入 20 ml 之 12 N NaOH，通蒸氣使其氨化，並以裝有 20 ml 含指示劑(19 μ m Bromocresol green 及 25 μ m Methyl red)之 2 % 硼酸(Boric acid)溶液的塑膠杯來接收蒸餾出來的氨水，使指示劑從紫色變綠色，直至燒杯內溶液總體積達 50 ml 為止。以 1/14 N H₂SO₄ 標準酸滴定，使溶液從綠色變粉紅色。H₂SO₄ 滴定使用量即為滴定量數，以計算氮的百分比含量。 $N(\%) = 1/14 \text{ N H}_2\text{SO}_4 \text{ 滴定量數} \times F \text{ 值} / 2$ 。硼酸指示劑溶液之配置：取 20 ml 指示劑母液(0.33 g Bromocresol green 與 0.165 g Methyl red 溶於 500 ml 乙醇中)溶解於 1 公升含 2 % 硼酸溶液中，將 pH 值調至 5 後即完成配製。

(5) 磷(P)含量之測定—鉬黃法：

磷之測定採用鉬黃法(Vanadate-Molybdate Yellow Method) (Chapman and Pray, 1961)。取 1 ml 樣品灰化濾液加入 3 ml 去離子水，振盪均勻後加入 1 ml 鉬黃試劑，振盪均勻靜置 10~30 分鐘後，以分光光度計(Spectrophotometer, UV-1201, SHIMADZU)測量 470 nm 波長下的吸光值。另以不同濃度之 KH₂PO₄ 製作標準曲線。鉬黃試劑之配製：分別取 22.5 g (NH₄)₆Mo₇O₂₄ · 4H₂O 溶於 400 ml 去離子水中及 1.25 g NH₄VO₃(Ammonium vanadate, 釩鉍酸)溶於 300 ml 溫水中，將後者倒入前者中，再加入 250 ml 濃硝酸(Merck company)，最後以去離子水定量至 1000 ml 即完成配製。

4. 養液元素含量分析：

將養液以無灰份濾紙(Whatman NO.1)過濾後，同植體灰化濾液，裝入塑膠瓶內保存。測量 P、Ca、K、Mg、Fe、Mn、Zn、Cu 含量。測量方式同植體測定方式，其中 K 及 Mg 元素之測定樣品稀釋倍數為 100 倍，Ca 元素的測定樣品則為稀釋 50 倍，其他元素則以養液原液作測定分析。

三、 統計分析

調查所得數據採用 SAS 套裝軟體(SAS Institute, Cary, NC) ANOVA (analysis of variance) 進行變方分析，其處理均值以最小顯著差異測驗(Least Significant Difference Test；LSD)進行差異顯著性之比較測驗。

結 果

一、 各水耕葉菜類地上部植體營養元素濃度

供試作物採收時的營養元素濃度表現如表 1，其中氮濃度平均約占乾物 3.4~4.0 %。磷濃度以萵苣及茼蒿顯著較其他菜種為高，分別為 0.79 及 0.87 %；其他作物則在 0.4~0.65 %之間。鉀以茼蒿含量最高(9.9 %)，萵苣濃度次之，含量略低於茼蒿；再次為蘿菜；十字花科 3 種作物及莧菜濃度則在 5.2~6.6 %之間。鈣濃度以小白菜顯著高於其他作物，含有

5.8 %；青梗白菜、芥藍及莧菜次之，分別為 4.7、4.5、4.3 %。茼蒿及茼蒿鈣濃度較低，約為 2.5 %；而薤菜則是供試菜種中鈣濃度最低者(1.5 %)。鎂以芥藍、小白菜、青梗白菜，及莧菜濃度較高，在 0.6~0.7 %之間；而茼蒿、茼蒿及薤菜鎂濃度則僅約為前者之 1/2。

鐵元素在栽培 20 天時各菜種濃度約為 40~90 ppm，其中除青梗白菜及芥藍濃度顯著較低外(46 及 42 ppm)，其他菜種間並不具顯著性差異。錳則是薤菜顯著較其他作物為高(198 ppm)；其次為茼蒿及芥藍，其濃度分別為 129 及 88 ppm；其他作物則約在 50~70 ppm 範圍。鋅以茼蒿濃度最高(154 ppm)，莧菜濃度最低(38 ppm)，其他作物分布在 50~70 ppm 之間。銅濃度以薤菜最高(9 ppm)，而茼蒿及茼蒿也具有相對較高的含量。

表 1、定植後第 20 天水耕葉菜植株地上部營養元素之含量^x

Table 1. The shoot nutrient element contents in hydroponic leafy vegetables for 20 days after planting.

Crops	Macroelement contents (%)				
	N	P	K	Ca	Mg
芥藍	4.03	0.47	5.99	4.54	0.65
小白菜	3.66	0.55	6.62	5.81	0.58
青梗白菜	3.74	0.47	5.57	4.66	0.60
茼蒿	3.75	0.79	8.22	2.54	0.31
茼蒿	3.85	0.87	9.91	2.53	0.39
薤菜	3.98	0.65	7.02	1.47	0.33
莧菜	3.43	0.38	5.24	4.26	0.67
LSD _{0.05}	0.32	0.13	1.19	0.98	0.14
Crops	Microelement contents (ppm)				
	Fe	Mn	Zn	Cu	
芥藍	41.50	88.00	53.67	1.50	
小白菜	58.17	53.83	88.00	2.83	
青梗白菜	46.17	52.33	69.33	3.33	
茼蒿	82.33	72.50	68.00	6.83	
茼蒿	83.83	129.33	153.67	8.76	
薤菜	64.50	198.17	66.83	9.00	
莧菜	87.17	47.33	37.83	5.33	
LSD _{0.05}	30.08	46.24	41.33	2.40	

x: 本試驗調查日期為 2008/11/5，即定植後第 20 天。

二、各水耕葉菜類地上部元素淨含量

將第 20 日植株元素總量扣除定植當日植株元素總量所得之地上部總量的表現如圖 1、2 所示。因各作物植株乾物重量不同，其元素含量的表現與則會與濃度狀況有所差異。植株礦物元素濃度的狀態，可作為植物營養所需的表徵，為判斷營養狀況的指標之一；而植株元素淨含量則是植株於定植至採收期間實際生成含有的元素量，會受植株株形大小重量不同的影響，可作為施肥要量的參考。在氮含量方面，芥藍含量最高，平均含有 205.1 mg。其次為青梗白菜及萵苣，分別為 167.6 mg 及 147.8 mg；小白菜與薺菜單株含量為 126.5 mg 和 121.1 mg。萵蒿與萵苣雖氮濃度表現相似，但因株形及葉片生長模式、乾物質含量有所不同，故在單株總量有差異性產生，平均單株氮量相形較低。磷元素方面，萵苣因磷濃度高，加上地上部乾物重量較高，故總磷量顯著高於其他作物，每株平均為 31.2 mg。其他作物含量則相似，平均含量在 15 mg~25 mg 左右。

鉀元素以萵苣有較高的表現，平均 324.2 mg。其次為芥藍，平均含有 305.4 mg，皆次為青梗白菜、小白菜及薺菜。萵蒿鉀濃度在供試作物中最高，但因乾物質偏低，單株含量平均為 165.6 mg。萵菜仍居最低，平均每株為 52 mg。鈣元素方面，十字花科的三種作物平均含量顯著較高，分別為芥藍 232 mg、青梗白菜 209.1 mg、小白菜 201.4 mg。萵苣則平均為 100.3 mg。至於薺菜、萵蒿與萵菜的鈣量顯著低於其他作物，平均在 42~45 mg 之間。鎂元素各作物平均約在 50 mg 以下，以芥藍略高，每株約 32.9 mg。青梗白菜及小白菜次之，平均分別為 26.8 和 20 mg。萵苣平均含有 12.2 mg，而薺菜和萵蒿分別為 10 及 6.5 mg。鎂濃度雖居最高的萵菜，其總量則較低，平均僅有 43.28 mg。

鐵總量以萵苣最高，平均 6.665 mg，顯著高出其他作物。而除了萵菜顯著較低(0.563 mg)，其他作物平均約為 2.5 mg~3.7 mg。錳元素方面，各作物含量變化很大。薺菜是試驗作物中最高者，平均 8.578 mg。次之為萵苣(5.869 mg)，再者為芥藍(5.366 mg)。接次則為萵蒿、青梗白菜及小白菜。萵菜因乾物含量極低，本身錳濃度也是試驗作物中最低者，故含量僅為 0.305 mg。鋅元素方面，小白菜、青梗白菜、萵苣及萵蒿此 4 種作物平均 5.0~5.7 mg 之間。芥藍和薺菜分別為 3.272 mg 及 2.893 mg，萵菜含量則為 0.244 mg。銅則是以萵苣顯著較高(552.96 µg)，其次為薺菜(389.61 µg)，依次為萵蒿(289.52 µg)、青梗白菜(252.71 µg)、小白菜(183.10 µg)、芥藍(91.47 µg)及萵菜(34.43 µg)。

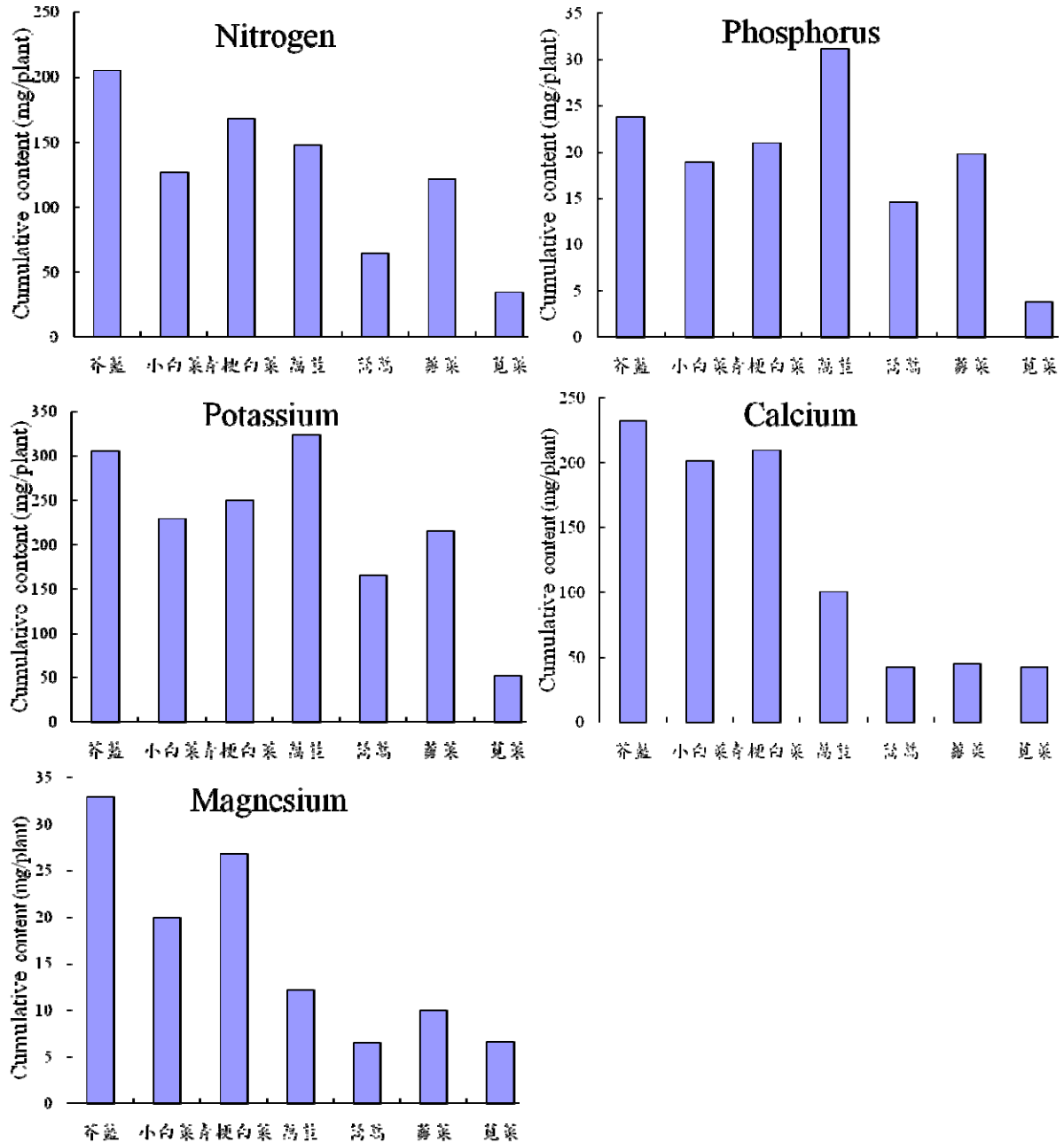


圖 1、各水耕葉菜類於定植起 20 天單株地上部大量元素淨含量^x

Fig.1. The macroelement cumulative content of hydroponic leafy vegetables on 20 days after planting.

^x: 本數據為 2008/11/5 即定植後第 20 天元素含量與 2008/10/16 即第 0 天元素含量相減而得。

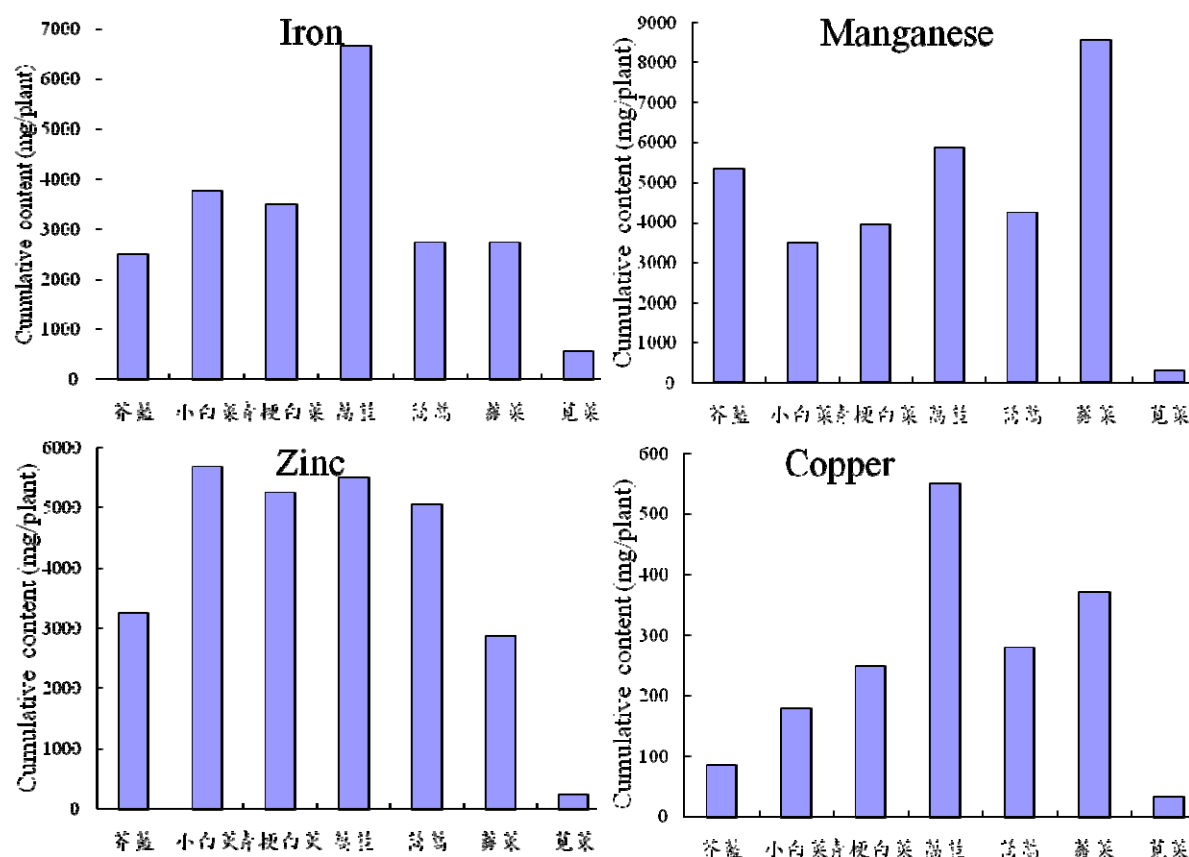


圖 2、各水耕葉菜類於定植起 20 天單株地上部微量元素淨含量^x

Fig.2. The microelement cumulative content of hydroponic leafy vegetables on 20 days after planting.

^x: 本數據為 2008/11/5 即定植後第 20 天的元素含量與 2008/10/16 即第 0 天的元素含量相減而得。

三、各葉菜類養液元素消耗情形

在養液消耗量方面，如圖 3 所示。本試驗過程中，養液中的氮多半被植株消耗殆盡，加上養液中氮素不易保存供以分析，致使分析過程剩餘量可測定值過低，難以推測各菜種消耗量實際值；而微量元素的部份，因占養液中的濃度太低，在分析過程中易有誤差產生，未能將實際消耗量準確表現，因此本試驗養液氮素以及微量元素數據並未在此呈現，故僅就磷、鉀、鈣和鎂元素作討論。

在磷消耗量部分，以芥藍最高(118 mg)，其次為萵菜(115 mg)，再次為茼蒿及小白菜，分別為 108 mg 及 105 mg；青梗白菜總量平均為 99 mg，茼蒿為 74 mg；最低消耗量為莧菜，每株總消耗 34 mg。鉀元素的部份，以茼蒿消耗總量最大，每株平均消耗 485 mg；其

次為蘿菜與小白菜，分別為 434 及 429 mg。再次為芥藍、青梗白菜及茼蒿，其總消耗量為 362、349 及 285 mg。莧菜整體仍為最低，栽培過程僅有 140 mg 的消耗量。鈣元素方面，芥藍因最後 5 天消耗量大增，故總消耗量為 7 菜種間最高(343 mg)；其次為蘿菜、小白菜及青梗白菜，分別為 259 mg、244 mg 及 219 mg；再次為茼蒿及茼蒿，其單株平均共消耗 108 mg 及 101 mg 的鈣元素；最低為莧菜，僅約為芥藍總消耗量的 1/4，為 89 mg。鎂元素的消耗量則是以小白菜最高，總消耗量為 280 mg；而青梗白菜、茼蒿的消耗量也屬較高，分別為 276 及 273 mg。其他作物總量則約為 30~65 mg 左右，總消耗量較低，分別為莧菜 31.32 mg、茼蒿 46.19 mg、蘿菜 56.98 mg，及芥藍 67.32 mg。

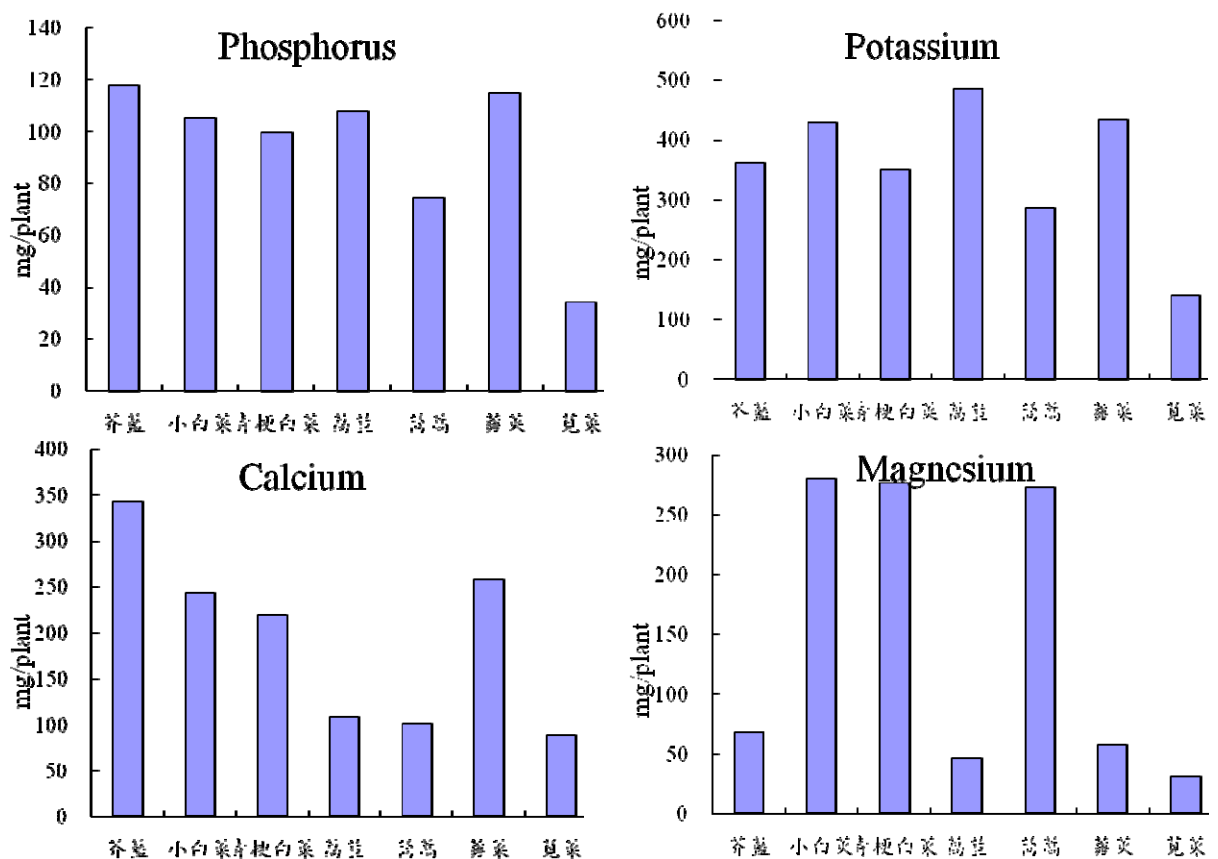


圖 3、七種水耕葉菜於定植後不同階段養液磷、鉀、鈣、鎂元素之消耗量^x

Fig.3. The phosphorous, potassium, calcium, and magnesium consumption in nutrient solution of hydroponic vegetables in different stage after planting.

^x: 本試驗調查日期定植後第 0 天為 2008/10/16；第 10 天為 2008/10/26；第 15 天為 2008/10/31；第 20 天為 2008/11/5。本數值為不同天數養液磷含量相減而得。

討 論

一、不同水耕葉菜在生育期地上部植體營養元素濃度含量之比較

氮元素是公認植物生長發育過程中最為重要的營養元素(Kato, 1986)，因氮在植物代謝與生長上扮演關鍵性的角色(張等, 1981；柯, 2002)，故氮濃度對植物許多成分的構成具有指標性意義。在本試驗調查過程可見，以硝酸態氮為主要氮供應來源的 Hoagland 配方做為養液的環境下，至定植後第 20 天，各菜種氮濃度皆在 3~4 % 之間。在接近採收期時，作物因快速生長，使得氮濃度明顯下降，除了萵苣與薺菜尚落在學者研究範圍內(張和張, 1997)，整體而言濃度皆偏低。學者研究指出，適當的添加銨態氮源，調整養液中硝銨比能促進作物的生長(沈和許, 1989)；此外，若能針對不同 pH 值及作物對氮源的偏好性調整養液氮肥供應源及其比例，並於栽培後期藉由葉面施肥或補充養液氮肥，或許能避免植株氮濃度缺乏的可能性發生，更進一步促進植株生長及商品價值。

磷是植物原生質重要之構成成分(陳, 1988)，在熱能代謝及許多物質合成、分解反應上具有重要作用，且生物體中須藉著含磷化合物如 NADP、ATP 等來傳遞能量，若磷無法獲得充分的供給便造成大部分合成反應的減低(柯, 2002)。磷濃度在測試作物大量元素中屬於偏低者，除了茼蒿及萵苣分別維持在 0.87 % 及 0.79 % 外，其他菜種磷濃度都有不同程度下降。雖濃度略為下降，但大致上並不影響植株的正常生長。

鉀是作物當中濃度較高的營養元素(Evans and Sorger, 1966)，且鉀元素在植物體內移動性相當高，並集中分布在幼嫩組織，如生長點、幼葉和形成層等鉀的含量往往較多(柯, 2002)。短期葉菜類作物為一種快速收成的作物，並以幼嫩葉片為主要的販售部位，因此葉片當中濃度也較其他非食用葉片的作物為高。本試驗過程中，各菜種鉀元素皆無缺乏的疑慮，應是養液中鉀源充足、加上為硝酸態氮源所引發的共伴效應(Blevins, 1985)，且鉀元素本身易於吸收、轉運和累積之故。在整個栽培試驗過程中，茼蒿與萵苣的鉀濃度一直顯著的高於其他作物，因此可知茼蒿與萵苣在 Hoagland 養液生長下，對於鉀的吸收、轉運及累積能力皆相當高。在前人研究中，已知萵苣為一好鉀作物(沈, 1987)，在本試驗中則可推測同為菊科作物的茼蒿也具有相似的特性。在本試驗中鉀濃度隨著栽培日數的增加，各菜種濃度含量的變化並無一致的趨勢性，推測應是鉀元素的吸收和轉運能力皆相當高，並參與植物細胞與組織多項調控機制(Dibb and Thompson, 1985)，故會與各植株生長速率、葉片增生以及多項生理因素所影響而有不同的表現，各作物各時期對鉀元素的累積量也就有所不同。

鈣元素在本試驗中，各試驗作物濃度差異分層現象較其他元素明顯。整個生育過程中，各作物葉片鈣濃度與前人研究正常生育所需的濃度範圍皆符合，可見以此養液栽培下，對於鈣元素的提供是適當的，但略有偏高的現象。在整個栽培過程中，小白菜鈣含量一直皆是試驗作物中濃度最高者，因此可以證明小白菜對於鈣的累積能力較其他作物為高，為好鈣作物(吳, 1989)。而同為莢苔屬的青梗白菜與芥藍在鈣的累積也有不錯的效果。

在前人的研究中指出， NO_3^- 有利於鎂元素的吸收。在本試驗中，各階段各菜種皆可發現，葉片鎂元素的濃度皆落在學者研究中正常生長所需濃度範圍較高處，甚至高於學者研究值，應是源於此故。學者指出，鉀和鎂元素具有負向的關係(沈，1990)，在本試驗中，葉片含有高濃度鉀的萵苣及茼蒿，其葉片乾物中鎂元素確實濃度有較低的現象。雖各作物濃度高低無絕對性，但可發現相對性的表現。高鎂濃度的芥藍、小白菜、青梗白菜及萵菜之鉀濃度則較低。而其他鉀濃度偏高的作物，則可能因與其他元素有交叉影響的發生，對於鎂的影響性並不顯著。

養液栽培過程中，鐵是個易缺乏的微量元素，其易受環境 pH 高低影響(柯，2002)，並易與環境中的離子結合，或受光照分解影響。鐵元素的移動性低，吸收與轉運的速度也相之為低。故若植株於生長初期鐵的供應與吸收發生不足，對於後期鐵的吸收以及植株生育皆會有負面的影響，因此初期鐵的吸收及所含濃度相當的重要。在最後採收階段各試驗菜種的鐵濃度約在 40~90 ppm 間，皆與學者研究正常生長的鐵濃度範圍有所落差。各菜種多已達學者指稱之缺乏臨界值，有些作物已開始有缺鐵徵狀的發生，但並未有顯著的抑制現象。但若已出現缺鐵抑制，對於此一移動性緩慢的元素，再做補充的動作應已嫌晚。且也可知，僅於養液更換時期，即每 5~10 天施加鐵肥，對這幾種葉菜作物是不足的。故若以此養液配方栽培，應定期補充鐵源，並且監測養液 pH 值的濃度，使養液中鐵元素能有效的利用，減少缺乏症發生的可能性。錳是維持葉綠體構造所必須的元素(柯，2002)。從葉綠素計值與錳之間可見很顯著的正向關係。至第 20 天最終採收期，各菜種錳濃度都略有下降，惟蕪菜濃度仍高居不下，含有 198 ppm，大於小白菜及青梗白菜等近 4 倍。蕪菜在整個栽培過程中，錳濃度都較其他試驗作物為高，因此可認為蕪菜相較於其他 6 種葉菜類對錳有較高的累積性。鋅元素因定植後 10~20 天對於短期葉菜類而言，是一個快速生長充實的階段，因此其葉片面積、鮮物重皆快速上升，但因鋅元素移動較慢，故在此階段濃度因此會有下降的現象。銅在植物微量元素中，僅次於鉬含量最低的元素(Shimada, 1995)。在本試驗中，也可見銅元素是分析元素中所占各試驗作物植株葉片比例最低的元素。一般而言，作物對於銅的需求性並不高，加上移動性低(羅，2003)，吸收與累積的量往往不及作物生長速率。小白菜及芥藍在整個試驗過程中銅的濃度皆不高，至第 20 天時應是生長速率旺盛、銅離子移動緩慢緣故，所含濃度與學者試驗值相較有略低的情形。另外，蕪菜則是整個試驗過程中，7 個菜種中整體銅離子濃度普遍最高者。

二、水耕葉菜地上部營養元素含量與養液元素消耗量之關係

對照試驗作物大量元素的表現上可見，大部分作物地上部營養元素含量與養液元素消耗量無明顯的一致性，其營養元素消耗與植株的生成利用率是不等的。整體而言，養液元素消耗量會大於植株地上部營養元素的含量，其原因主要有：1.根部元素含量：因本試驗分析部位為植株地上部的元素含量，作物其實有部分的元素累積於植株地下根部，供給根部生長與發育。因此各作物根部與地上部比例的高低會影響地上部採收部位所含有的元素

量，且有些礦物元素易附著於根部表面或於地下部有較高的含量。2.養液藻類生成：整個試驗栽培環境為開放性空間，養液若有藻類細菌的存在或滋生皆會消耗掉養液中之營養元素，而有栽培過程的耗散現象。3.養液元素沉澱：養液會受環境溫度、酸鹼度及藥品間相互作用之影響，有不同程度之沉澱情形。這些原因皆會造成養液元素分析上的誤差產生。

在磷元素部份，養液消耗量轉為植物營養含量的部份不到 30 %，其中以萵苣的轉換率較高約為 28 %，其次為青梗白菜 21 %、芥藍 20 %。2006 年 Darawshch 等學者在番茄季節溫度試驗中指出，在夏季番茄根部有較高的磷濃度，而葉片磷濃度則較低。因此可知，高溫會增加磷的吸收，但不提高磷轉運至地上部的能力。當溫度提升，可使根部頂端分生組織的增加、新側根與根毛的生成，提高磷的吸收。地上部無明顯提高應與磷被固定在根部及不活化有關。在本試驗中，平均環境溫度也是有偏高的情形。雖無調查根部磷濃度，但仍可由磷的消耗與地上部含量轉換關係看出此數種短期葉菜類具相似的趨勢。

鉀元素流動性很高(柯，2002)，一般而言高溫環境下轉運至地上莖部的能力也很高，本試驗中，各作物地上部含量的轉換率有所不同。芥藍吸收轉換機率約為 84 %，青梗白菜 72 %次之，而其他作物則在 37~66 %之間。若各作物受環境影響耗散消耗的情形略同，則可推測各作物轉運速率以及根部累積的效果有顯著的差異性。

鈣為不易運移的元素(柯，2002)，其吸收和轉運目前研究仍傾向被動運輸，主要受蒸散流的拉力影響。因此高溫蒸散作用強的環境下，莖部的鈣含量通常較高；反之則是根部累積較多。本試驗中各作物鈣的吸收轉換情形有顯著的差異性，其中，青梗白菜在養液中消耗的鈣離子有 95 %經過吸收運移至地上部，而萵苣則有 93 %的鈣轉換。小白菜及芥藍的轉運約為 83 %及 68 %；而莧菜及茼蒿則僅為 48 %和 42 %，蘿菜養液的鈣消耗雖高，但其地上部累積的程度卻為最低，僅有 17 %。

鎂元素轉運累積的效果各作物有不同表現，但整體皆屬偏低的情形。其中芥藍消耗量雖非最高，但其單株地上部累積的量則較其他六種菜類為高，約有 49 %吸收轉運到地上部。其他作物鎂元素轉送的比率則分別為：萵苣 26 %、莧菜 21 %、蘿菜 17 %、青梗白菜 10 %、小白菜 7 %、茼蒿 2 %。

鐵元素方面，萵苣地上部含量顯著較其他作物為高。其他作物含量偏低，推測其被磷固定在根部的機率很高，加上鐵極易受環境影響而受破壞，皆造成植體含量有偏低的情形。在陳氏 2010 的研究指出，白菜及萵苣連作後之土壤含有較少的鐵，推測其對鐵元素的消耗量較大。相較於本試驗作物單株累積生成量中，萵苣含量最高(6654 μg)，次之為小白菜(3750 μg)，與其試驗結果有相對照的表現。因此，若以土耕栽培小白菜後，應補充鐵肥，再進行下一期作物的栽培，減少下期作物鐵元素缺乏的可能性。其他微量元素的部份雖在本試驗中無法精確的得知養液消耗的情形，但從作物元素累積含量的狀況，可以推測各作物對元素的需求性。

參考文獻

- 吳正宗。1989。夏季小白菜水耕液配方及管理技術之研擬。國立中興大學土壤學研究所碩士論文。66pp.。
- 沈再發。1987。葉莖浮根式水耕之養分吸收。中華農學研究 36(4): 372-380。
- 沈再發。1990。植物生長與養液要素之關係。養液栽培技術講習會專刊第三輯。臺灣省農業試驗所鳳山熱帶園藝試驗分所。pp. 9-13。
- 沈再發。許焱焱。1989。作物的營養特性及影響養液組成之因素。養液栽培技術講習會專刊第二輯。臺灣省農業試驗所鳳山熱帶園藝試驗分所。pp.44-59。
- 柯勇。2002。植物生理學。藝軒圖書出版社。762pp.。
- 張仲民譯、麻生末雄、麻生昇平、松崎敏英。1981。作物之營養與肥料。徐氏基金會。188pp.。
- 張庚鵬、張愛華。1997。蔬菜作物營養障礙診斷圖鑑。臺灣省農業試驗所。109pp.。
- 陳彥宇。2010。短期葉菜類輪作之探討。國立中興大學園藝學系碩士論文。81pp.。
- 陳清義。1988。植物營養學。國立中興大學。261 pp.。
- 臺灣農業統計年報。2009。行政院農業委員會。
- 羅秋雄。2003。作物營養障礙診斷與防治手冊。行政院農業委員會桃園區農業改良場。48pp.。
- Blevins, D. G. 1985. Role of potassium in protein metabolism in plants. In: Potassium in Agriculture. Madison, WI, American Society of Agronomy. pp. 131-162.
- Chapman, H. D. and P. F. Pray 1961. Methods of analysis for soil, plant, and water, Univ. California, Davis.
- Darawsheh, K. M., G. Zerva, and D. L. Bouranis. 2006. Seasonal-dependent fruit loading: effect on nutrient homeostasis of tomato plants. J. Plant Nutr. 29: 505-519.
- Dibb, D. W. and W. R. Thompson, Jr. 1985. Interactions of potassium with other nutrients. In: Potassium in Agriculture. Madison, WI, ASA-CSSASSSA. pp. 515-533.
- Evans, H. J. and G. J. Sorger. 1966. Role of mineral elements with emphasis on the univalent cations. Ann. Rev. Plant Physiol. 17: 47-76.
- Hoagland, D. R. and D. I. Arnon. 1950. The water-culture method for growing plants without soil. California Agr. Expt. Sta. Circ. 347.
- Johnson, C. M., P. R. Stout, T. C. Eroyer, and A. B. Carlton. 1957. Comparative chlorine requirements of different plant species. Plant Soil 8: 337-353.
- Kato, T. 1986. Nitrogen metabolism and utilization in citrus. Hort. Rev. 8: 181-216.
- Shimada, N. 1995. Deficiency and excess of micronutrient elements. Science of the rice plant. Tokyo, Japan, Food and Agricultural Policy Research Center. 2: 412-419.

Studies on the Mineral Nutrient Uptake of Leafy Vegetables in Hydroponic System

Jin-Jiu Yu ¹⁾ Wen-Shann Lee ²⁾

Key words : Hydroponic, Leafy vegetable, Nutrient element

Summary

Experiments were conducted to study the nutrient uptake and consumption of main leafy vegetables in Taiwan. Chinese kale, Pak-choi, chingensai, lettuce, garland chrysanthemum, water convolvulus, and Chinese amaranth, were grown hydroponically in Hoagland solution and harvested for tissue analysis. It was found that nitrogen concentrations of Chinese kale, Pak-choi, lettuce, garland chrysanthemum, and water convolvulus had a downward trend with the increase of the planting days. The leaf phosphorus contents of garland chrysanthemum and lettuce did not change significantly through the cultural periods was observed at the ranges of 0.87 % and 0.79 % in the end of the experiment. Potassium was the most abundant mineral element in all tested vegetables, and the highest concentration was found at 9.91% and 8.22% in garland chrysanthemum and lettuce in the end of the experiment. Pak-choi had the highest calcium concentration at 5.8 %. The magnesium concentrations of Chinese amaranth, Chinese kale, chingensai and Pak-choi increased 0.58 %~0.67 % from the start of planting to the end of the experiment. Accumulation of manganese in water convolvulus was significantly higher than other vegetables all through the experimental period. The zinc concentration in garland chrysanthemum was significantly higher than others. According to the data, different leafy vegetables had different preference of taking up different mineral nutrients. The results can therefore be a good reference to the fertilization and rotation management of the above leafy vegetables.

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

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

Corresponding author.

三種劍葉文心蘭栽培種之雜交潛力和近交弱勢

邱翊恬¹⁾ 張正²⁾

關鍵字：劍葉文心蘭、近交弱勢、自交不親合

摘要：本試驗以三種劍葉文心蘭栽培種進行自交和種間雜交試驗，測試親合性和雜交特性。三種劍葉文心蘭中 *Tol. Genting Angel* 和 *Tol. Rich Orange* 可自交親合但有近交弱勢的情形，而 *Tol. Snow Fairy* 則具有自交不親合性，顯示劍葉文心蘭屬於異交型的蘭花。雖然親合性有差異，但三種劍葉文心蘭栽培種均有稔性，可做為雜交育種的親本。

前 言

被子植物通過有性繁殖，可創造物種的遺傳變異性，但授粉後也可能會有不稔、自交不親合、雜交不親合、單為結果等授粉受精失敗的情形。而不親合性(incompatibility)為植物之花粉與胚株均正常，因生理的阻礙而不能受精結子(盧，1961)。蘭科植物大多為異花受精的授粉形式，也是雜交種品種最多的一個科，而現有的雜交方式有種內雜交、種間雜交和屬間雜交三類，而屬間雜交較少見於其他的種類(Arditti, 1992)。

劍葉文心蘭曾於英國皇家園藝學會(Royal Horticulture Society; RHS)網站登錄的雜交後代多達2000多種，其中可與文心蘭亞族中的凹唇蘭屬(*Compactia*)、文心蘭屬(*Oncidium*)、茹氏蘭屬(*Rodriguezia*)等多種近緣屬進行屬間雜交，種間雜交種也有1368種，而以文心蘭亞族中種類最多的文心蘭屬為雜交親本的子代也僅登錄3000多種，顯示劍葉文心蘭於育種上被廣泛利用。了解其授粉特性，有利於育用種上的應用。

劍葉文心蘭(*Tolumnia*)原生於加勒比海(Caribbean)的島嶼上，生長棲地廣泛，遍及熱帶低地、乾燥環境、或冷涼多濕的山區，均可發現不同種類的劍葉文心蘭。劍葉文心蘭屬於1836年由Rafinesque提出，包含葉基部重合的文心蘭種類，和其他多種文心蘭。至1986

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。

年 Guido Braem 將葉基部重合的文心蘭併入新的屬中，至目前劍葉文心蘭屬約有 22 個種，包含 3 個天然雜交種，和數個亞種，如 *Tol. pulchella*、*Tol. urophyaal*、*Tol. guianensi* 和 *Tol. variegata* 等。栽培劍葉文心蘭時，於營養生長期需大量的水分，但需栽培於排水良好的介質，使根部能快速乾燥，生長於光線充足的環境，有利於開花，但不可於中午時間直射陽光(Baker and Baker, 2006)。

劍葉文心蘭屬於細枝附生型蘭花(twig epiphyte)，其幼苗葉片均呈扇形的排列，為不具假球莖的文心蘭亞族成員(Chase, 1988; Otero *et al.*, 2005)。Chase and Palmer (1997)經觀察後將劍葉文心蘭歸類為無報酬的詐騙傳粉型蘭花。劍葉文心蘭原種於植株大小、形狀、顏色和花朵香味上個體差異很大(Ackerman *et al.*, 1996; Otero *et al.*, 2005)。

本文利用 3 種劍葉文心蘭栽培種，進行自交和種間雜交試驗，測試其親合性和雜交特性，以了解其雜交潛力和著果能力，並應用於未來的雜交育種。

材 料 方 法

一、植物材料來源與栽培

於 2009 年 1 月由佳和蘭園購入劍葉文心蘭 3 個栽培品種，分別為 *Tolumnia Genting Angel*、*Tolumnia Rich Orange* 和 *Tolumnia Snow Fairy* 各 20 盆，以水苔種植於 2.5 吋黑色軟盆。植株種植於中興大學園藝學系葡萄中心水牆風扇溫室中，每週澆一次水，每 3 週施用 1 次 Peters 肥料溶液(N:P₂O₅:K₂O=20:20:20, 2000 倍)。於 2009 年 2-4 月間進行雜交試驗。

二、性狀調查

Tol. Genting Angel、*Tol. Rich Orange*、*Tol. Snow Fairy* 花卉性狀調查於主花梗花朵全數開放，但尚未有花朵萎凋時進行花性狀調查，每品種調查 10 株，調查項目包含：花莖長、花數、主花色。每品種並調查 3-5 株開花植株的株高。

三、培養基、培養容器與培養環境

無菌播種培養基：1/4 MS (Murashige and Skoog, 1962)、170 mg/l NaH₂PO₄、20 g/l 蔗糖、150 ml/l 椰子水、100 mg/l 肌醇(myo-inositol)、1 g/l 蛋白胨(peptone)、6 g/l 馬鈴薯粉(Technology laboratories™)，其 pH 值並以 1N HCl 及 1N NaOH 調整到 5.2。培養基裝入血清瓶中，以 121℃、1.2 kg cm⁻² 高溫高壓滅菌釜滅菌 20 min 後冷卻備用。

無菌播種培養基，放入血清瓶滅菌後，以 5ml 吸取器(pipetman)和滅菌的吸管吸取 5 ml 培養基，加入直徑 9 cm 無菌塑膠培養皿，播種後以石蠟膜封口。培養於溫度 25±2℃，光週期 12/12 hr 之環境，光強度為 5.6 μmolm⁻²s⁻¹。

四、三種劍葉文心蘭全互交

於盛花期分別進行三種劍葉文心蘭的自交與互交，共有 *Tol. Genting Angel* 自交、*Tol. Rich Orange* 自交、*Tol. Snow Fairy* 自交、*Tol. Genting Angel* × *Tol. Rich Orange*、*Tol. Genting Angel* × *Tol. Snow Fairy*、*Tol. Snow Fairy* × *Tol. Genting Angel*、*Tol. Snow Fairy* × *Tol. Rich Orange*、*Tol. Rich Orange* × *Tol. Genting Angel*、*Tol. Rich Orange* × *Tol. Snow Fairy* 九種雜交組合，每種雜交組合除雄後分別授粉 6-11 朵花，進行不同雜交組合時，鑷子以衛生紙沾 95%酒精擦拭，授粉完成後標牌紀錄雜交組合及授粉日期。每株挑選花序較下部的花朵進行授粉。於果實轉黃或開裂後收成，並計算著果率。於光學顯微鏡下，測量種子長寬和胚長寬，並計算有胚率。

綠果播種：果實以 2%次氯酸鈉溶液滅菌 15 min，無菌水漂洗 3 次，於無菌操作台內，以解剖刀縱切開蒴果，鑷子夾取種子，接種在液體培養基內。裂果播種：取已開裂之蒴果，收集種子後，以 1%次氯酸鈉溶液滅菌 10 min，取無菌水和濾網沖洗種子至無泡沫後，以鑷子夾取種子，接種在液體培養基內。播種 6 週後觀察種子發芽情形。

種子有胚率和長寬調方法如下：以鑷子夾取種子散布於載玻片上，滴 2 滴甘油於載玻片中央，蓋上蓋玻片，於光學顯微鏡(Priom Star, ZEISS, Germany)下進行觀察，每蒴果調查 10-150 粒種子，以在 100×可見胚的構造視為種子有胚，以測定該蒴果的種子有胚率。每雜交組合調查 3-17 粒種子，在 100×下以測微尺測量種子和胚的長度、寬度。

五、統計方法

試驗數據利用 Costat 軟體(CoHort softwarw, Minneapolis, USA)以鄧肯氏多變域分析(Duncan's multiple range test)比較 5%差異顯著性。

結 果

一、性狀調查

Tol. Genting Angel(圖 1A)株高大於 20cm，花莖長度約 40 cm，花序屬圓錐花序，每株平均可形成 17-44 朵花，為 3 種中花朵數最多的種類，花色為黃花紅心。

Tol. Rich Orange (圖 1B)平均株高約 20 cm，花莖長度約 35-40 cm，花序屬於圓錐花序，每株具有 15 朵以上的花朵，花色為橘紅色。

Tol. Snow Fairy (圖 1C)株高約 15 cm，花莖長約 35 cm，屬於圓錐花序，每株平均可開約 15 朵花，唇瓣為 3 種中最大，且花形較圓，花色為白底紅斑。

三種劍葉文心蘭栽培種具有較厚的肉質葉片，橫斷面均呈 V 字型，為具側芽的複軸莖型蘭花，株高至花莖長在 60 cm 以下，於文心蘭性狀分類上屬迷你型文心蘭。為文心蘭亞族中不具假球莖的蘭花。其中 *Tol. Snow Fairy* 株形屬三種中最小。

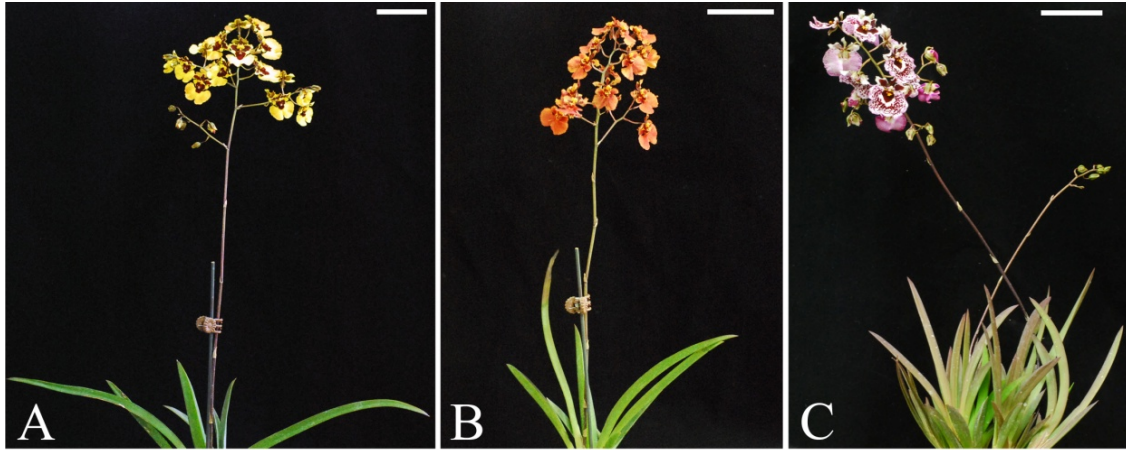


圖 1. 三種劍葉文心蘭栽培種之植株型態。(A). 劍葉文心蘭栽培種 *Tol. Genting Angel* 植株外觀; (B). 劍葉文心蘭栽培種 *Tol. Rich Orange* 植株外觀; (C). 劍葉文心蘭栽培種 *Tol. Snow Fairy* 植株外觀(A-C:比例尺= 5 cm)。

Fig. 1. Plant morphology of three *Tolumnia* cultivars. (A). Appearance of *Tol. Genting Angel*; (B). Appearance of *Tol. Rich Orange*; (C). Appearance of *Tol. Snow Fairy* (A-C:Bar = 5 cm).

二、三種劍葉文心蘭全互交

進行 *Tol. Genting Angel*、*Tol. Rich Orange* 和 *Tol. Snow Fairy* 的自交和種間雜交試驗。其中 *Tol. Genting Angel* 和 *Tol. Rich Orange* 自交著果率分別為 90.9%和 62.5%，而 *Tol. Snow Fairy* 授粉 7 朵花均未著果。種間雜交方面，3 種劍葉文心蘭間僅 *Tol. Genting Angel*×*Tol. Snow Fairy* 無法著果，其他雜交組合著果率為 50%-100%間，其中以 *Tol. Rich Orange* 和 *Tol. Snow Fairy* 間親合性最高，正反交分別有 100%和 83.3%著果率(表 1)。

Tol. Genting Angel 和 *Tol. Rich Orange* 自交種子有胚率為 39.9%和 18.3%，較大部分種間雜交形成種子 38.8%-75.4%的有胚率低，而 *Tol. Rich Orange* 自交種子的胚長寬為 165 μm 和 35 μm ，相較於其他雜交組合，胚長為 257.4 - 292.8 μm ，胚寬為 64.7 - 78.9 μm ，顯示 *Tol. Rich Orange* 自交種子的胚明顯較小，而 *Tol. Genting Angel* 和 *Tol. Rich Orange* 自交種子的發芽能力也較差(表 2)。

種間雜交方面，以 *Tol. Genting Angel* 和 *Tol. Rich Orange* 正反交、*Tol. Rich Orange*×*Tol. Snow Fairy* 三種雜交組合種子發芽能力較好，而 *Tol. Snow Fairy*×*Tol. Genting Angel* 雖然有 75.4%的有胚率，胚大小也和其他雜交組合無差異，但種子長度為 442.2 μm ，明顯較小，無菌播種結果無種子發芽。其中以 *Tol. Rich Orange* 為母本時，形成種子長度在 564 - 601.1 μm 間，相較其他雜交組合，種子長度在 608.9 - 625 μm 間小，但胚長度則無差異(表 2)。

表 1. 三種劍葉文心蘭栽培種正反交之著果率

Table 1. Fruit set rate of reciprocal crosses among three *Tolumnia* cultivars.

Parent	No. of pollinated flowers	No. of capsules	Fruit set rate(%)
G×G ^z	11	10	90.9
R×R	8	5	62.5
S×S	7	0	0
G×R	6	5	83.3
G×S	7	0	0
R×G	6	4	66.7
R×S	6	6	100
S×G	6	3	50
S×R	6	5	83.3

^z G: *Tolumnia* Genting Angel; R: *Tolumnia* Rich Orange; S: *Tolumnia* Snow Fairy

表 2. 三種劍葉文心蘭栽培種正反交著果之種子性狀及發芽

Table 2. The seed characteristics and germination ability derived from capsule of reciprocal crosses among three *Tolumnia* cultivars.

Parents	Seed				Embryo	
	Embryo present (%)	length (μm)	width (μm)	Germination ^x index	Length (μm)	Width (μm)
G × G ^v	39.9 ab ^y	625 a	78.3 ab	++	271.5 a	71.7 a
R × R	18.3 b	600 ab	65.0 b	+	165.0 b	35.0 b
S × S	- ^w	-	-	-	-	-
G × R	38.8 ab	608.9 a	72.5 b	++++	292.8 a	64.7 a
G × S	-	-	-	-	-	-
R × G	57.1 a	601.1 ab	71.9 b	+++	273.1 a	69.7 a
R × S	46.0 ab	564.0 b	76.0 ab	++++	282.7 a	75.0 a
S × G ^z	75.4	442.2	97.8	0 ^u	257.8	78.9
S × R	60.3 a	625 a	78.3 ab	++	257.4 a	74.2 a

^z Only one fruit

^y Different letters within a column indicate significant differences at $P < 0.05$ by Duncan's multiple range test

^x Sowing after 12 weeks

^w no fruit set

^v G: *Tolumnia* Genting Angel; R: *Tolumnia* Rich Orange; S: *Tolumnia* Snow Fairy

^u no seed germination

討 論

Tol. Genting Angel、*Tol. Rich Orange* 和 *Tol. Snow Fairy* 三種劍葉文心蘭間，於自交和種間雜交親合性具差異。於自交方面，*Tol. Genting Angel* 和 *Tol. Rich Orange* 自交可著果，但有胚率和種子發芽能力均較種間雜交組合低。對照於靠昆蟲傳粉的舌蘭屬(*Serapias*)蘭花種類，經人工授粉後 *Srps. vomeracea* 和 *Srps. cordigera* 雖然有 50% 的自交著果率，但胚活力和種子發芽率明顯較種內雜交的低(Bellusci *et al.*, 2009)。而在 5 種肋柄蘭屬(*Pleurothallis*)的種類間也發現，*Pths. johannensis*、*Pths. teres* 和 *Pths. Ochreata* 自交著果率和種子活力均較低，具近交弱勢或部分自交不親合現象，*Pths. adamantinensis* 和 *Pths. fabiobarrosii* 則清楚表現自交不親合性(Borba *et al.*, 2001)。

而由邱(2011)測試結果可知，三種劍葉文心蘭栽培種花粉均具有活力，可於體外培養後發芽，而由本篇結果也顯示，三種栽培種均有種子形成(表 2)，因此並不具有雄不稔或胚珠發育障礙等不稔性。顯示 *Tol. Genting Angel* 和 *Tol. Rich Orange* 應是具有近交弱勢的現象，而 *Tol. Snow Fairy* 具有自交不親合現象。有文獻報導，一種原生種劍葉文心蘭(*Tol. variegata*)即具自交不親合性(Ackerman *et al.*, 1996; Otero *et al.*, 2005)。

於種間雜交方面，可見 *Tol. Genting Angel* 和 *Tol. Snow Fairy* 間應具有不親合性，無論正反交均無法著果或形成不具發芽能力的種子，由 RHS 網站查詢可知兩栽培種皆由多代雜交而得，而在兩者的原生種種原中，*Tol. pulchella* 染色體數為 $2n=42$ ，*Tol. urophyall* 染色體數為 $2n=84$ ，*Tol. guianensis* 染色體數為 $2n=40$ (Baker and Baker, 2006)，顯示種原中染色體數即有差異，而三種劍葉文心蘭栽培種不同細胞的染色體數也不一，約為 $2n=54-68$ (邱, 2011)，可能造成雜交染色體配對上的障礙。且兩栽培種間有多種相同的親本，也可能因此有近交弱勢或不親合的情形。

而另兩組雜交結果，*Tol. Genting Angel* 和 *Tol. Rich Orange*、*Tol. Rich Orange* 和 *Tol. Snow Fairy* 間，進行正反交時，無論著果率、種子有胚率和發芽能力均較自交結果好(表 1,2)。此結果和 5 種異交的肋柄蘭屬(*Pleurothallis*)種類間，種間雜交的著果率和有活力種子率，均較自交高(Borba *et al.*, 2001)的結果相似，且盧(1961)指出異交植物多有自交不親合性，顯示劍葉文心蘭主要應為異交型的蘭花。可能為劍葉文心蘭植株大小、形狀、顏色和花朵香味個體差異很大(Ackerman *et al.*, 1996)的原因。

由以上結果可知，三種劍葉文心蘭具有不同程度的近交弱勢或自交不親合現象，為詐騙傳粉型蘭花的授粉特性(Bellusci *et al.*, 2009)，以維持種間的歧異度和雜交子代的優勢。因此進行劍葉文心蘭種間雜交育種時，應選擇親緣差異較多的親本，可得到較高的育種效率。雖然三種劍葉文心蘭間親合性不同，但花粉均可發芽，並可授粉著果、形成正常種子並具有發芽能力，無不稔性，且由許多劍葉文心蘭種間雜交品種被登錄，顯示其雜交應不困難，因此也可應用作為文心蘭亞族的育種親本，進行屬間雜交，引入迷你株型、多樣花色、花朵數多等優良特性。

參考文獻

- 邱翊恬。2011。扇形文心蘭試管內開花授粉及與劍葉文心蘭屬間雜交之研究。國立中興大學園藝學系碩士論文。台中。91p。
- 盧守耕。1961。現代作物育種學。國立台灣大學農學院。420pp。
- Ackerman, J. D., A. Sabat, and J. K. Zimmerman. 1996. Seedling establishment in an epiphytic orchid: an experimental study of seed limitation. *Oecologia* 106:192-198.
- Arditti J. 1992. Heredity and breeding. In: *Fundamentals of orchid biology*. John Wiley & sons, inc. p.571-585.
- Baker, M. L. & C. O. Baker, 2006. Orchid species culture *Oncidium/Odontoglossum* alliance. 992pp., Timber Press, Oregon.
- Bellusci, F., G. Pellegrino, and A. Musacchio. 2009. Different levels of inbreeding depression between outcrossing and selfing *Serapias* species. *Biolog. Plant.* 53:175-178.
- Borba, E. L., J. Semir, and G. J. Shepherd. 2001. Self-incompatibility, inbreeding depression and crossing potential in five Brazilian *Pleurothallis* (Orchidaceae) species. *Ann. Bot.* 88:89-99.
- Chase, M. W. 1988. Obligate twig epiphytes: a distinct subset of Neotropical orchidaceous epiphytes. *Selbyana* 10:331-332.
- Chase, M. W. and J. D. Palmer. 1997. Leapfrog radiation in floral and vegetative traits among twig epiphytes in the Orchid subtribe *Oncidiinae*. p.331-352. In: Giunish T. J., K. J. Sytsma, eds. *Molecular evolution and adaptive radiation*. Cambridge: Cambridge university press.
- Murashige, T. and F. Skoog. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiol. Plant.* 15: 473-497.
- Otero, J. T., P. Bayman, and J. D. Ackerman. 2005. Variation in mycorrhizal performance in the epiphytic orchid *Tolumnia variegata in vitro*: the potential for natural selection. *Evol. Ecol.* 19:29-43.
- Royal Horticultural Society. 2011. Plants. <http://apps.rhs.org.uk/horticulturaldatabase/orchidregister/>

Crossing Potential and Inbreeding Depression in Three *Toumnia* Cultivars

Yi-Tien Chiu ¹⁾ Chen Chang ²⁾

Key words: *Toumnia*, Inbreeding depression, Self-incompatibility

Summary

Test for compatibility and cross characteristic of reciprocal crosses among three *Toumnia* cultivars. *Tol. Genting Angel* and *Tol. Rich Orange* are self-compatibility with inbreeding depression, and *Tol. Snow Fairy* is a self-incompatibility cultivar. Inbreeding depression may promote outcrossing in *Toumnia* by acting as a post-pollination barrier of self-pollination. Although the vary degree of compatibility among three *Toumnia* cultivars, but may form the seeds and germinate in to seedling. Three *Toumnia* cultivates has the ability of fertility, and will be use for the crossbreeding parent.

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

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

Corresponding author.

長壽花‘Isabella’節間雜交種之性狀表現及其回交

王 嘉 偉¹⁾ 朱 建 鏞²⁾

關鍵字：燈籠草屬、節間雜交、回交

摘要：本試驗調查 *Kalanchoe blossfeldiana* ‘Isabella’與 *K. pinnatum*、*K. manginii* ‘Wendy’雜交所育成的節間雜交種(‘Isa × KP 94-1’，‘Isa × KP 94-3’，‘Isa × Wendy 94-1’，‘Isa × Wendy 94-2’)之植株與花朵性狀。並進行花粉活力檢定和回交試驗。節間雜交種植株特性大多介於兩親本中間，而花朵特性較偏向母本。花朵數量具有雜種優勢，明顯多於兩親本，與落地生根之雜交種皆無遺傳到由葉緣萌發小芽之特性，且無花藥。‘Isa × Wendy 94-1’、‘Isa × Wendy 94-2’有花粉但不發芽。節間雜交後代回交親本皆無法獲得種子。

前 言

台灣長壽花品種大多引進自荷蘭與丹麥。歐洲品種的發展，除了花色與瓣數的改進外，葉形、株形、花序形態、花朵形態及開花期等性狀一直無法獲得突破的進展(楊，2011)。長壽花屬於燈籠草屬植物，燈籠草屬內又可分成長壽花節與落地生根節，二者之間最大的差異在於長壽花節物種花朵為向上型而落地生根節物種的花朵為下垂型(Descoings, 2003；Izumikawa *et al.*, 2008)。本研究室曾利用長壽花節的‘Isabella’與落地生根節的‘Wendy’和落地生根(*K. pinnatum*)進行雜交，可以產生中間型子代。因此本論文擬比較‘Isabella’與‘Wendy’或落地生根雜交後代優良選株與父母本性狀上的差異，並進行回交，期能瞭解兩節內的物種其不同性狀之遺傳，並選育出具新特色且適於台灣栽培的優良品種，或作為爾後育種之親本。

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。

材 料 與 方 法

一、試驗材料

材料為長壽花節的 *K. blossfeldiana* 'Isabella' 與落地生根節的 *Kalanchoe pinnatum*(KP)、*K. manginii* 'Wendy'，以及相互雜交所育成的節間雜交品系 'Isa × KP 94-1'、'Isa × KP 94-3'、'Isa × Wendy 94-1'、'Isa × Wendy 94-2'。

二、繁殖與栽培

於 2008~2010 年 7 月摘取具 2 對葉之頂梢作為插穗，扦插於兩吋黑軟盆(盆徑 5 cm)中，介質使用泥炭土(Hochmoortorf für jeden Garten zersetzt H2-H5, karl wolpe, German)與珍珠石(好成特選珍珠岩 4-9mm, Hopes Int'l Floriculture & Horticulture Co.)，以體積比 2:1 混合。扦插一個月後，將發根插穗移植至 3 吋塑膠盆(盆徑 7.5 cm)中，使用介質與扦插介質相同。植株皆栽培於台中霧峰鄉之中興大學園藝試驗場遮雨棚網室之高床。每週澆灌一次 Jack's (20-20-20) (Scotts-Sierra Horticultural Products Co., Marysville, OH, USA)水溶性肥料之 1000 倍液。病蟲害則根據發生的情形予以防治。

三、節間雜交品系與親本性狀調查與比較

於開花期分別調查節間雜交品系與親本植株性狀並比較。調查株高、葉長、葉寬、葉緣苗與葉緣斑點之有無、分枝數、花序、花朵開花之方向、花朵數、小花徑、花萼、花瓣顏色、花藥排列、花藥顏色等性狀，試驗各 3 重複，每重複 1 植株。花瓣顏色以英國皇家園藝學會之 RHS 色卡比對顏色並標示色卡編號。

四、花粉發芽率測定

以 Brewbaker 和 Kwack(1963)的基本配方(含 100 mg/l 硼酸、200mg/l 硫酸鎂、300 mg/l 硝酸鈣、100 mg/l 硝酸鉀)，加入 5% 蔗糖(台糖細粒特沙)，pH 值調整到 6.0，作為花粉發芽培養基。將培養基滴於雙凹槽載玻片中，採集當日開花之新鮮花粉，均勻撒佈於培養基上，將載玻片置於底部鋪有濕潤紙巾的保鮮盒中。保鮮盒放置於 25℃ 黑暗之生長箱(RI80, Firstek Scientific, Taiwan)中培養，經 2 小時後取出於光學顯微鏡下觀察，並計算花粉發芽率。當花粉管長度超過花粉直徑 2 倍時視為發芽。試驗每重複 200 粒花粉，每處理 6 重複(侯，2003)。

五、雜交後代之回交

以雜交系 'Isa × KP 94-1'、'Isa × KP 94-3'、'Isa × Wendy 94-1'、'Isa × Wendy 94-2'，等分別與其父母本 *K. pinnatum*、*K. manginii* 'Wendy'、*K. blossfeldiana* 'Isabella' 進行回交授粉。於花藥開裂前除雄，並套上吸管以避免昆蟲授粉。待柱頭開始產生分泌液時，取當天開放之新鮮花粉進行授粉，並連續授粉 2 天。授粉在上午 8 點至下午 5 點間進行。授粉後經 2 至 3 個月可採收蒴果，並計算結果率。蒴果乾燥後於解剖顯微鏡下計算實心種子數，以實心種子數除以總種子數(胚珠數)即為結種率。於 5、6 月將雜交組合所獲得之種子播種於水稻育苗盤上，介質由泥炭土(Hochmoortorf für jeden Garten zersetzt H2-H5, karl wolpe,

German)與河砂(2:1:v/v)混合而成，將育苗盤置於噴霧扦插床，約 2-3 週後待實生苗生長至 1 對本葉時，調查各雜交組合之種子發芽率。

六、統計分析

試驗全部採完全逢機設計(completely randomized design, CRD)，試驗數據利用 CoStat 6.1 軟體(CoHort software, Minneapolis, USA)以 LSD 比較 5% 差異顯著性。

結 果

一、節間雜交種的植株性狀

(一) *K. blossfeldiana* 'Isabella' 與 *K. pinnatum* 雜交品系之特性。

'Isa × KP 94-1' 的株高為 26.1cm 與母本 'Isabella' 較相似，而 'Isa × KP 94-3' 株高則為 45.9cm，介於兩親本之間(表 1)。葉片特性方面，兩子代皆未遺傳到 *K. pinnatum* 的葉緣苗特性，無法從葉緣缺刻處產生小苗，葉緣缺刻處也沒有斑點(表 2；圖 1A)。葉長與葉寬皆介於兩親本之間。而分枝特性 'Isa × KP 94-1' 與母本相似，有 8.7 個分枝，而 'Isa × KP 94-3' 的分枝數較少，只有 3.7 但仍較父本分枝數多(表 1)。開花特性方面，兩子代的花序與母本較相似，為聚繖花序，在 3 級花後會形成蠟尾狀聚繖花序；在小花的開花方向則是介於兩親本中間，母本為開花向上型，父本為下垂型，兩子代具有大部分向上，但有部分小花接近水平或些微下斜(表 2)。花朵數 'Isa × KP 94-3' 較父母本多，可達到 380.3 朵，而 'Isa × KP 94-1' 的花朵數為 287 朵，較父本 *K. pinnatum* 的 62.7 朵多，但與母本 'Isabella' 的 242.3 朵無顯著性的差異(表 1)。兩子代花朵形態類似母本(圖 1B)，小花徑分別為 1.6cm、1.4cm，與母本相近，而花筒長則介於兩親本之間，為 1.4cm。花瓣顏色分別為 RHS46B、RHS60B 與母本(RHS74A)較相似(表 2)，皆為桃紅色(圖 1C)。花萼部分，兩子代皆無花萼筒的形成。兩子代皆無花藥構造。

表 1. 節間雜交品系‘Isa × KP 94-1’、‘Isa × KP 94-3’與親本之植株數量性狀比較

Table 1. Comparison of characteristics of inter-sectional hybrids lines ‘Isa × KP 94-1’, ‘Isa × KP 94-3’ and parents.

數量性狀 Parameter	Isabella	Isa × KP 94-1	Isa × KP 94-3	KP
株高(cm)	26.4c ^z	26.1c	45.9b	78.1a
葉長(cm)	4.8c	6.7b	6.9b	8.7a
葉寬(cm)	3.0c	3.6b	3.9b	6.6a
分枝數	7.7a	8.7a	3.7b	1.0c
花朵數	242.3b	287.0b	380.3a	62.7c
小花徑(cm)	1.5b	1.4b	1.6b	2.5a
花筒長(cm)	1.0c	1.4b	1.4b	4.3a

^z 小寫字母相同表示不同植株間經 LSD 分析後無顯著差異

表 2. 節間雜交品系‘Isa × KP 94-1’、‘Isa × KP 94-3’與親本之植株特性比較

Table 2. Comparison of characteristics of inter-sectional hybrids lines ‘Isa × KP 94-1’, ‘Isa × KP 94-3’ and parents.

植株特性 Characteristics	Isabella	Isa × KP 94-1	Isa × KP 94-3	KP
葉緣苗	無	無	無	有
葉緣斑點	無	無	無	有
花序	聚繖花序 3 級花後形成 蠟尾狀聚繖花序	聚繖花序 3 級花後形成 蠟尾狀聚繖花序	聚繖花序 3 級花後形成 蠟尾狀聚繖花序	聚繖花序
花朵方向	上	大部分向上, 部分 接近水平	大部分向上, 部分 接近水平	下
花萼	分離, 基部無相連	分離, 基部無相連	分離, 基部無相連	基部相連成筒狀 約 3 公分
花瓣顏色	桃紅色 (RHS 74A)	桃紅色 (RHS 64B)	桃紅色 (RHS 60B)	暗橘紅 (RHS 43B)
花藥	兩層, 上 4 下 4	無	無	單層 8 個
花藥顏色	黃色	--	--	粉紫色



圖 1. 'Isabella'與落地生根的節間雜交種 94-1、94-3 的植株型態. (A)葉片 (B)花朵側面 (C)花朵正面

Fig 1. The morphology of the inter-sectional hybrid line of 'Isabella' and *K. pinnatum*. (A)Leaf shape (B)Side view of flower (C)Over view of flower.

(二) *K. blossfeldiana* 'Isabella' 與 *K. manginii* 'Wendy' 的雜交品系之特性。

'Isa × Wendy 94-2' 的株高為 32.7cm 較父母本高，而 'Isa × Wendy 94-1' 則與父母本間無差異。葉長 'Isa × Wendy 94-1' 與父本 'Wendy' 相似，為 4.4cm，'Isa × Wendy 94-2' 則與母本 'Isabella' 相似，為 4.6cm；葉寬皆介於親本之間。兩子代之分枝數與母本相近，分別為 6.6、6.3 枝。而在全株花朵數兩子代皆較父母本多，各為 437.3、373.3 朵，且彼此間無顯著差異。兩子代的花朵型態與母本較相似(圖 2A)，但是小花徑皆較親本來的小，分別為 1.3、1.2cm，花筒長則介於兩親本之間(表 3)。花序與母本相似，皆為聚繖花序，在 3 級花後會形成蠟尾狀聚繖花序；小花的開花方向則是介於兩親本中間，具有小花大部分向上，部分小花接近水平或些微下斜。而花瓣顏色與母本 'Isabella' 較相似，為桃紅色系(圖 2B)，'Isa × Wendy 94-1' 為 RHS57A、'Isa × Wendy 94-2' 為 RHS52A。在花藥的排列兩子代皆為單層 8 個與父本 'Wendy' 相同，顏色上也偏向父本的紫色，為粉紫色(表 4；圖 2C)。

表 3. 節間雜交品系 'Isa × Wendy 94-1'、'Isa × Wendy 94-2' 與親本之植株數量性狀比較
Table 3. Comparison of parameter of inter-sectional hybrids lines 'Isa × Wendy 94-1'、'Isa × Wendy 94-2' and parents.

數量性狀 parameter	Isabella	Isa × Wendy 94-1	Isa × Wendy 94-2	Wendy
株高(cm)	25.4b ^z	26.5b	32.7a	22.3c
葉長(cm)	4.8a	4.4b	4.6a	4.3b
葉寬(cm)	3.0a	2.5b	2.4b	1.5c
分枝數	7.6a	6.6a	6.3a	2.3b
花朵數	242.3b	437.3a	373.3a	45.0c
小花徑(cm)	1.5a	1.3b	1.2b	1.5a
花筒長(cm)	1.1c	1.3b	1.3b	2.7a

^z 小寫字母相同表示不同植株間經 LSD 分析後無顯著差異

表 4. 節間雜交品系‘Isa × Wendy 94-1’、‘Isa × Wendy 94-2’與親本之植株特性比較
Table 4. Comparison of characteristics of inter-sectional hybrids lines ‘Isa × Wendy 94-1’、‘Isa × Wendy 94-2’and parents.

植株特性 characteristics	Isabella	Isa × Wendy 94-1	Isa × Wendy 94-2	Wendy
花序	聚繖花序 3 級花後形成 蠍尾狀聚繖花序	聚繖花序 3 級花後形成 蠍尾狀聚繖花序	聚繖花序 3 級花後形成 蠍尾狀聚繖花序	聚繖花序
花朵方向	上	大部分向上 部分接近水平	大部分向上 部分接近水平	下
花萼	分離, 基部無相連	分離, 基部無相連	分離, 基部無相連	分離, 基部無相連
花瓣顏色	桃紅色 (RHS 74A)	桃紅色 (RHS 57A)	桃紅色 (RHS 52A)	淺黃色 (RHS 2D)
花藥	兩層, 上 4 下 4	單層 8 個	單層 8 個	單層 8 個
花藥顏色	黃色	粉紫色	粉紫色	紫色

二、花粉發芽率

花粉發芽率以 *K. pinnatum* 最高，為 59.9%。其餘分別為 *K. manginii* ‘Wendy’30.3%、*K. blossfeldiana* ‘Isabella’13.3%，節間雜交種中‘Isa × KP 94-1’、‘Isa × KP 94-3’皆不具有花粉，而‘Isa × Wendy 94-1’、‘Isa × Wendy 94-2’雖具有花粉，但是發芽率皆為 0% (表 5)。

三、雜交後代回交

‘Isa × KP 94-1’、‘Isa × KP 94-3’與母本‘Isabella’回交，結果率分別為 36%、20%；而與父本 *K. pinnatum* 回交，結果率分別為 40%、44%，但是不論回交母本或父本皆沒有獲得種子。‘Isa × Wendy 94-1’、‘Isa × Wendy 94-2’，與母本‘Isabella’回交，結果率分別為 44%、52%；與父本‘Wendy’回交，結果率分別為 40%、24%，但是同樣皆沒有獲得種子(表 6)。

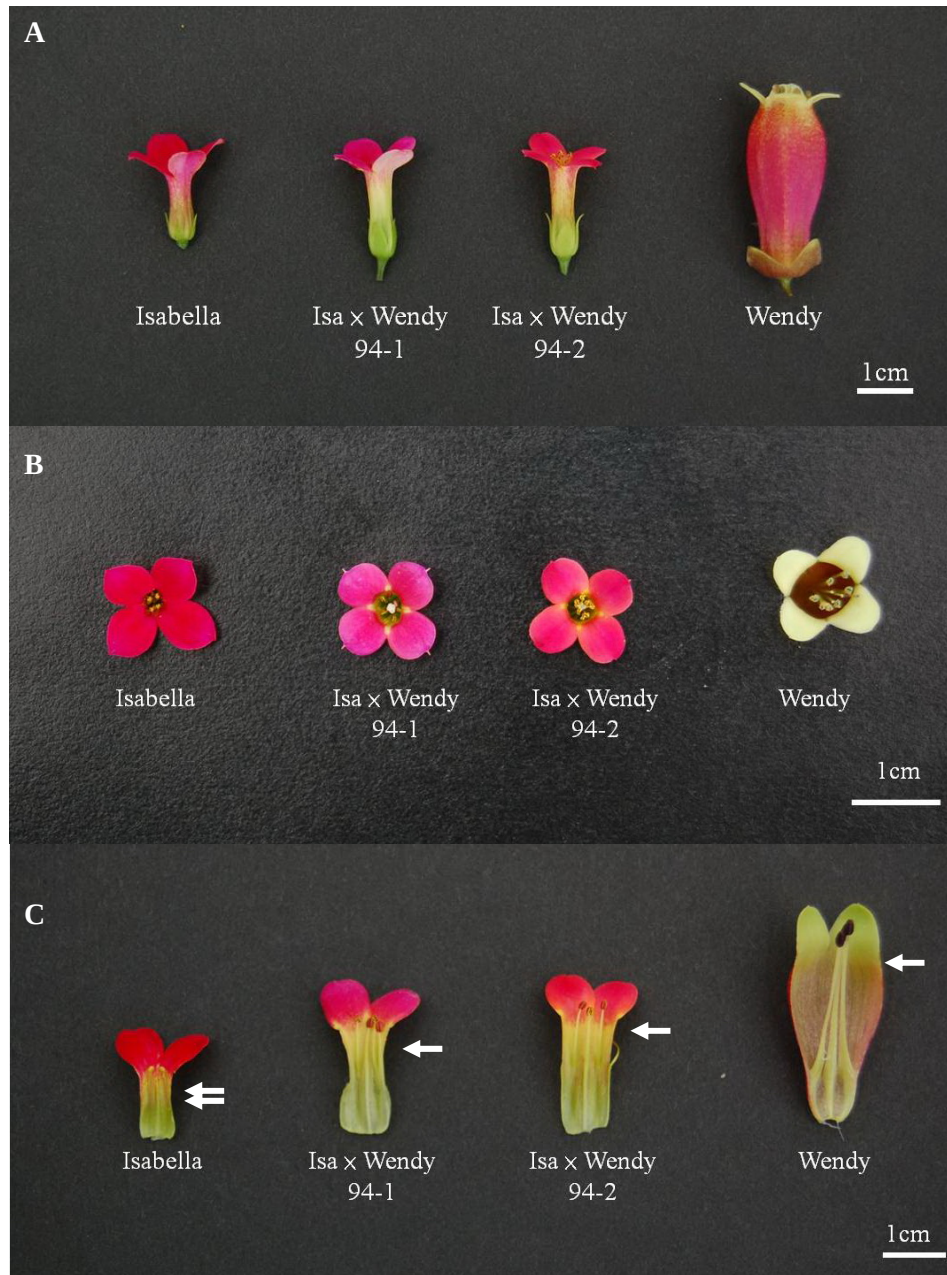


圖 2. 'Isabella'與'Wendy'的節間雜交種 94-1、94-2 的植株型態. (A)花朵側面 (B)花朵正面 (C)花藥(白色箭頭)

Fig 2. The morphology of the inter-sectional hybrid line between 'Isabella' and 'Wendy'. (A)Side view of flower (B) Over view of flower (C) Anthers (arrow).

表 5. 燈籠草屬回交親本之花粉發芽率

Table 5. The germination rate of pollen of *Kalanchoe* in back cross experiment.

種/品種/雜交品系 Species/Cultivars/Lines	花粉發芽率(%) Pollen germination(%)
<i>Kalanchoe pinnatum</i>	59.9a ^z
<i>Kalanchoe blossfeldiana</i> 'Isabella'	13.3d
<i>Kalanchoe manginii</i> 'Wendy'	30.3c
'Isa × Wendy 94-1'	0.0e
'Isa × Wendy 94-2'	0.0e

表 6. 節間雜交種回交之結果率和結種率

Table 6. Fruit set and fertility of *Kalanchoe* inter-sectional hybrids back cross.

回交組合 Back Cross	結果率 Fruit set (%)	胚珠數/蒴果 Ovules/capsule (No.)	結種率 Fertility (%)
(Isa×KP 94-1) × Isa	36(9/25)	301.0	0
(Isa×KP 94-1) × KP	40(10/25)	301.0	0
(Isa×KP 94-3) × Isa	20(5/25)	370.5	0
(Isa×KP 94-3) × KP	44(11/25)	370.5	0
(Isa×Wendy 94-1) × Isa	44(11/25)	413.5	0
(Isa×Wendy 94-1) × Wendy	40(10/25)	413.5	0
(Isa×Wendy 94-2) × Isa	52(13/25)	373.2	0
(Isa×Wendy 94-2) × Wendy	24(6/25)	373.2	0

討 論

雖然遠緣雜交的子代數量少，但可獲得性狀變異大的植株(Kroon *et al.*, 1989)。通常雜交植株的外表形介於兩親本之間或者比親本更具優勢(Nomura *et al.*, 2002)。而楊(1998)認為聖誕紅的雜交育種中，子代特性受母本的影響較大。而在黃(2007)的燈籠草屬物種雜交也顯示雜交種的性狀如株高、葉長、葉寬等亦介於兩親本之間，但較趨近於雌親的特性。向日葵與 *Helianthus mollis* 或 *H. orgyalis* 正反交的結果也有類似偏雌親的情形(Faure *et al.*, 2002)。本試驗中，所有節間雜交種都有較兩親本多的小花數(表 1,3)，顯示具雜種優勢。雜交種的植株特性如株高、葉長、葉寬等大多介於親本間(表 1,3)，而在花朵特性，則較偏向母本(表 2,4；圖 1,2)。

在‘Isabella’與 *K. pinnatum* 的雜交中，落地生根節的顯著特性葉緣苗在雜交種中並未發現，與 Izumikawa(2008)的雜交結果相同，推測其可能為隱性或為數量遺傳。許多研究顯示花藥顏色是由一對對偶基因控制。在野牛草(*Buchloe dactyloides*)中，藍色花藥由一隱性基因控制(Huff, 1991)；矮牽牛花藥顏色受一對偶基因控制，藍色對黃色為顯性(Ferguson, 1934)。在本次試驗結果中‘Isabella’與‘Wendy’以及 *K. pinnatum* 的雜交種中，花藥的顏色皆為紫紅色，此與黃(2007)的雜交結果相同，顯示紫紅色對黃色為顯性。

櫻草屬的節間雜交種具有不正常的花藥與花粉(Kato *et al.*, 2001)。毛雄蕊屬(*Trichostema*)的節間雜交種花粉大小只有正常花粉的一半，較不結實且形狀也不同於正常花粉，且沒有稔性(Dunn *et al.*, 2008)。藍莓(*Vaccinium* spp.)的節間雜交 F₁ 也有花粉活力較低的情形，分類上親緣較遠的親本雜交後，其雜交種會有不稔或是稔性較低的傾向(Qureshi *et al.*, 2002)。本試驗 Isabella 的節間雜交後代中，‘Isa×KP 94-1’、‘Isa×KP 94-3’都無花粉產生(表 2)，而‘Isa×Wendy 94-1’與‘Isa×Wendy 94-2’雖有花粉但不具活力(表 5)，可能是由於兩不同節親本的染色體配對問題與減數分裂異常所造成(Chavez *et al.*, 2010)。又即使以節間雜交種為母本回交親本，亦皆無法獲得子代。如 Izumikawa 等人(2008)進行燈籠草屬之節間雜交，其雜交種雖具有花粉活性，但無論是自交或是回交也都無法獲得子代。在 *Cytological* 屬的節間雜交種也有不稔的現象，學者發現其與親本植株細胞學上的分歧有關聯(Towner, 1977)。本試驗中所有節間雜交種回交雖可獲得果實但卻未能得到種子(表 6)。

參考文獻

- 侯宇龍。2003。鵝鑾鼻燈籠草與長壽花之種間雜交育種。國立中興大學園藝系研究所碩士論文。 89pp.。
- 黃倉海。2007。台灣原生燈籠草屬物種開花生理、種間雜交與ISSR 分子標誌分析之研究。國立中興大學園藝系研究所博士論文。190 pp.。
- 楊梨玲。1998。聖誕紅實生育種之研究。國立中興大學園藝學研究所碩士論文 100pp.。
- 楊雅淨。2011。長壽花產業發展新業-在雜交育種上之進展。桃園區農業專訊 75: 4-5。
- Brewbaker, J. L. and B. H. Kwack. 1963. The essential role of calcium ion in pollen germination and pollen tube growth. Amer. J. Bot. 50: 747-858.
- Chavez, D. J. and P. M. Lyrene. 2010. Hybridization of two diploid *Vaccinium* section *Cyanococcus* species with diploid *Vaccinium arboreum* in section *Batodendron*. Euphytica. 171(2): 263-272.
- Descoings, B. 2003. *Kalanchoe*. In: Eggli U, Hattmann HEK (eds). Illustrated Handbook of Succulent Plants: Crassulaceae. Springer Verlag. New York. pp. 143-181.
- Dunn, B. L. and J. T. Lindstrom. 2008. Intersectional hybridization among *Trichostema* species. Hortscience. 43(2): 310-313.
- Faure, N., H. Serieys, E. Cazaux, F. Kaan, and A. Berville. 2002. Partial hybridization in wide crosses between cultivated sunflower and the perennial *Helianthus* Species *H. mollis* and *H. orgyalis*. Ann. Bot. 89(1): 31-39.
- Ferguson, M. C. 1934. A cytological and a genetical study of petunia. V. The inheritance of color in pollen. Genetics 19(5): 394-411.
- Huff, D. R. 1991. Sex ratios and inheritance of anther and stigma color in diploid buffalograss. Crop Sci. 31(2): 328-332.
- Izumikawa, Y., I. Nakamura, and M. Mii. 2007. Interspecific hybridization between *Kalanchoe blossfeldiana* and several wild *Kalanchoe* species with ornamental value. Acta Hort. 743: 59-65.
- Izumikawa, Y., S. Takei, I. Nakamura, and M. Mii. 2008. Production and characterization of inter-sectional hybrids between *Kalanchoe spathulata* and *K. laxiXora* (= *Bryophyllum crenatum*). Euphytica., 163(1): 123-130. J. Here. 78(5): 319-322.
- Kato, J., R. Ishikawa, and M. Mii. 2001. Different genomic combinations in inter-section hybrids obtained from the crosses between *Primula seiboldii* (Section Cortusoides) and *P. obconica* (Section Obconicolisteri) by the embryo rescue technique. Theor. Appl. Genet. 102(8): 1129-1135.
- Kroon, G. H., J. De Jong, and L. W. D. Van Raamsdonk. 1989. Evaluation of the genus

- Kalanchoe* for breeding of new cutflowers and potplants. Acta Hort. 252: 111-116.
- Nomura, Y., T. Kazuma, K. Makara, and T. Nagai. 2002. Interspecific hybridization of autumn-flowering *Allium* species with ornamental Alliums and the characteristics of the hybrid plants. Sci. Hort. 95(3): 223-237.
- Qureshi, S. J., A. G. Awan, M. A. Khan, and S. Bano. 2002. Study of pollen fertility of the genus *Launaea* from Pakistan. Asian J. Plant Sci. 1(1): 73-74.
- Towner, H. F. 1977. The biosystematics of *Calylophus* (*Onagraceae*). Ann. Mo. Bot. Gard. 64:48-120.

Characterization and Backcross of Intersectional Hybrids from *Kalanchoe blossfeldiana* ‘Isabella’

Chia-Wei Wang ¹⁾ Chien-Young Chu ²⁾

Key words: *Kalanchoe*, Intersectional hybridization, Backcross

Summary

In this research, the plant and flower characteristics of intersectional hybrids (‘Isa × KP 94-1’ , ‘Isa × KP 94-3’ , ‘Isa × Wendy 94-1’ , ‘Isa × Wendy 94-2’), that were obtained from the crosses between *Kalanchoe blossfeldiana* ‘Isabella’ and *K. manginii* ‘Wendy’ or *K. pinnatum*, were investigated. In addition, the pollen viability and backcross were also tested. The plant characters of the intersectional hybrids were mostly intermediate between parents, but the flower characters were tend to maternal. Moreover, hybrid vigor in the number of flowers, which was more than both parents. The epiphyllous buds formation on the leaf margin was one of the conspicuous characteristics of *K. pinnatum*, but all the hybrids from *K. pinnatum* did not present this characteristic and without anther. The pollens of inter-sectional hybrids ‘Isa × Wendy 94-1’, ‘Isa × Wendy 94-2’ did not germinate. All the backcross of intersectional hybrids did not obtain any seed.

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

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

氮源型態對春石斛蘭生長與開花之影響

吳柏昌¹⁾ 林瑞松²⁾

關鍵字：春石斛蘭、氮源比例、介質、開花、假球莖

摘要：本試驗使用二個春石斛蘭品種 *Dendrobium Sakura*、*Dendrobium Lucky Angel* 'M-1' 探討氮源形態與混合介質對於植株生育之影響。在總氮濃度 210ppm 不同氮源比例處理下，*Dendrobium Sakura* 於三種混和介質中以 NO_3^- -N： NH_4^+ -N 比例為 6:1 處理下皆有 100% 的開花率，而每個節上之花序數、花芽產生率與花芽數則於各介質處理下，隨著 NH_4^+ -N 比例的增加植株也較生長於 NO_3^- -N： NH_4^+ -N 為 1:0 時佳；而 *Dendrobium Lucky Angel* 'M-1' 除水苔/椰子塊/椰子纖維混合介質外，其他兩種混和介質皆以 NO_3^- -N： NH_4^+ -N 比例為 6:1 處理下皆有較高的開花率，分別為 93.75% 與 93.33%，而每個節上之花序數、花芽產生率與花芽數則於各介質處理下，對於不同氮源有著不同的反應。

前言

石斛蘭屬於著生蘭，分佈於東南亞、印度、喜馬拉雅山、一直延伸至日本，共約有 1400 種以上(Kamemoto *et al.*, 1999)。在蘭科植物中，是僅次於荳蘭屬(*Bulbophyllum*)的第二大蘭屬，石斛蘭依生態、開花習性和栽培方式，通常被分為春石斛與秋石斛二大類。

春石斛蘭花型華麗，近年來荷蘭、日本、美國之種苗需求量與日俱增，根據近年來蘭花出口值的統計，石斛蘭 2010 年的外銷出口值與仙履蘭的出口值兩者相去不遠，然而國內業界的春石斛產業算剛起步，組培量產等技術仍不太成熟，自有育成之新品種甚少，而且栽培管理技術仍有許多問題待突破，需要產業界投入更多研究與心力才能解決。

台灣蘭花主要栽培介質為水苔(sphagnum moss)，水苔保水性佳、通氣性良好及保肥效果佳，但具 pH 值偏低等現象(Kubota *et al.*, 1993)。而石斛蘭主要栽培的介質並無固定，業者常使用的介質有水苔、蛇木線、混和石頭的介質等，栽培管理並無一定標準。由於近年

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。

來因水苔過度開採導致產量減少而使成本提高，所以本試驗所選用的介質種類，以保水性佳、具良好通氣性、取得容易、使用方便、業者常用、成本合宜及省工等為綜合考量，共設計 3 種介質處理：(1) 水苔 (sphagnum moss)：椰子塊(cocoanut chop)：椰子纖維(cocoanut fibers)=1:1:1,v/v/v (2) 4 號樹皮(bark)(粒徑約 1.3–1.7cm)：椰子塊(cocoanut chop) (粒徑約 0.6–1.2cm)：椰子纖維(cocoanut fibers)=1:1:1,v/v/v(3) 椰子塊(cocoanut chop)：椰子纖維(cocoanut fibers)=1:1,v/v，透過使用這些混和介質以降低春石斛蘭的生產成本。若能將春石斛的栽培與管理體系建立起來，將能夠提昇春石斛產業之產值及國際的競爭力。

因此本研究以台灣有進行商業生產的春石斛蘭品種 *Dendrobium Sakura*、*Dendrobium Lucky Angel* 'M-1' 兩品種為試驗材料，利用不同混和介質與氮肥型式進行研究。

材 料 與 方 法

(一) 植物材料

選購自台南長穎農業開發股份有限公司購買之不同商業品種的一二年生高芽苗，購買時每盆苗約有 2-3 枝球莖，株高約為 15-20cm，購買的品種有 *Dendrobium Sakura*、*Dendrobium Lucky Angel* 'M-1'，將此兩種品種栽培於中興大學園藝試驗場網室溫室中。

栽培方式以三種不同混合介質配方 Mix A [水草:椰塊(粒徑約 0.6–1.2cm):椰纖=1:1:1,v/v/v]、Mix B [樹皮(粒徑約 1.3–1.7cm):椰塊:椰纖=1:1:1 v/v/v]、Mix C [椰塊:椰纖=1:1,v/v]栽培於四吋紅色栽培盆中，不同介質與氮肥型態試驗的植株以養液處理。

(二) 試驗方法

氮肥型態的處理分為三組，分別是 $\text{NO}_3^- \text{-N} : \text{NH}_4^+ \text{-N} = 1:0$ 、 $4:1$ 及 $6:1$ ，肥料以 Hoagland and Arnon nutrient solution(1950)配方為標準配方，總氮量皆為 210 ppm，除氮肥型態不同外，其餘元素之濃度皆相同。三種氮肥處理 $\text{NO}_3^- \text{-N} / \text{NH}_4^+ \text{-N}$ 的量分別是 210/0、168/42 及 180/30 mg/L，養液之 pH 值調整為 6.0，每兩周利用人工施肥一次，每次單盆施用量為 200 ml。處理期間為 2010 年 7 月 31 日至 2010 年 12 月 31 日止，而於花芽發育階段改施以 HYPONeX No.3 (10N-30P₂O₅-20K₂O)。試驗期間，在營養生長期及開花後進行生育調查且隨機自各區採集樣品分析植株之碳水化合物含量，各時期區分如下：

1. 營養生長期(vegetative stage)：於栽培 3~4 個月後，該時期假球莖處於生長發育階段，植株不具開花能力。
2. 開花後(post flowering stage)：假球莖於所有花朵開放結束後進行取樣分析。

各品种植株總數為 180 株，每處理為 20 株，每次進行破壞性調查為每處理 5 重複，每重複 1 株。

(三) 分析與調查方法

1. 栽培前介質物化性調查：將購入之栽培介質紐西蘭水苔、4 號樹皮、椰子塊及椰子纖維在 RO(Reverse osmosis) 水中分別浸泡 3 次，每次 6 小時，待水苔、樹皮、椰子塊及椰子纖維完全吸水，再以益力粉浸泡 4 小時，之後再以 RO 水沖洗兩次。水苔以脫水機離心脫水一分鐘、樹皮、椰塊與椰纖則自然滴水約 30 分鐘後備用，之後依試驗設計調配三種混合介質，試驗時依一般種植時之鬆緊度將介質裝填至容器中，每處理 5 重複進行調查，包括介質容積比重、介質最大保水量、介質最大保水力、容器含水量、介質孔隙度。
2. 植株生殖生長及開花表現之調查：
 - (1). 花芽數：假球莖上的腋芽萌發成花芽，並順利達到開花階段的花芽數。
 - (2). 花朵數：假球莖長出的花芽上之花朵數總和。
 - (3). 每花芽之花朵數：假球莖上每個花芽所長出的花朵數。
 - (4). 花芽形成率：處理之春石斛植株，花芽形成的節數占所有節數之百分比。
 - (5). 總開花數：每盆植株的假球莖上之花朵數總和。
 - (6). 開花率：處理之春石斛植株，開花之盆數占所有盆數之百分比。
 - (7). 高芽率：假球莖上高芽形成之節數占所有節數之百分比。
3. 根部活性：依據 Steponkus and Lanphear (1967) 之方法，將採收回來的假球莖取根尖 2-3 cm 部份精稱到 0.1 g 置於 TTC 液(0.8 % triphenyl tetrazolium chloride、0.05 mM Na_2HPO_4 -M KH_2PO_4 buffer pH 7.4)中，於室溫下黑暗處理 17 小時。然後將根部以蒸餾水沖洗並將水分吸乾，放入試管中，加入 20 ml 95 % 酒精後置於 78 °C 恆溫水浴槽中震盪 20 分鐘，冷卻後再用 95%酒精定量至 20 ml。利用分光光度計測定在 480 nm 波長下之吸光值。
4. 葉綠素計分析：每盆植株選主球莖，將上、中、下位葉避開葉脈在固定區域做一記號，以葉綠素計(Chlorophyll SPAD-502 Meter, Minolta Co. Ltd., Japan)測量葉片之葉綠素含量。此葉綠素計利用葉片體內葉綠素對於兩段光譜(一為波峰於 650 nm，另一為紅外光 940 nm)光波能量之吸收性進行葉綠素量測，葉綠素含量以葉綠素指數 SPAD 表現。
5. 碳水化合物之測定：將植株樣本洗淨後以吸水紙拭乾，分別裝入牛皮紙袋中，先至 100°C 烘箱殺菁 1 小時，再以 70°C 連續烘乾到樣品乾重不再變化為止。烘乾之樣品利用磨粉機磨碎成粉後，經 100 mesh 篩過後，將其裝入硫酸紙袋中保存。精稱乾燥之樣品粉末 0.1g，置於 15×125 mm 之試管中，加入 10ml 去離子水，放置於水浴振盪機中以 30°C 震盪 3 小時，之後以離心機於 2500 rpm 之轉速在室溫下離心 30 分鐘，取上層澄清液測定全可溶性糖含量；而殘渣置於 80°C 之烘箱中烘乾 8 小時以上以作澱粉分析之用。
 - (1)全可溶性糖(total soluble sugar；TSS)之測定：

取 0.2ml 之上述澄清液，加入 4.8ml 去離子水稀釋並振盪均勻後，取該稀釋混

合液 2ml，加入 0.1ml 石炭酸(liquid phenol)及 6ml 濃硫酸混合並振盪均勻，靜置 30 分鐘後以光電比色計(Hitachi U-2001, Hitachi Co.,Japan)測定其在 490 nm 之吸光值。

(2)澱粉(starch)之測定：

取前述烘乾之殘渣，加入 2ml 去離子水後至於沸水中煮 15 分鐘後取出迅速冷卻，加入 2ml 之 9.2N HClO₄ 混合振盪均勻，其後 15 分鐘內不時攪拌，再加入 6ml 去離子水混合均勻，以離心機於 2500 rpm 之轉速在室溫下離心 30 分鐘，取其上層澄清液 0.1ml，加入 1.9ml 去離子水、0.1ml 石炭酸(liquid phenol)及 6ml 濃硫酸混合振盪均勻，並靜置 30 分鐘後，以光電比色計(Hitachi U-2001, Hitachi Co.,Japan)測定其在 490 nm 之吸光值。

結 果

一、不同介質種類之物理及化學特性

不同栽培介質種植前的物理及化學性質如表 1，本試驗各栽培介質的 pH 值均介於 6.41-6.67 之間為微酸性，三種介質彼此間之 pH 值皆無顯著差異，而各導電度值(EC)介於 0.055-0.085 mS/cm 之間，以椰子塊與椰子纖維調配混合介質之 EC 值較高，為 0.085 mS/cm，其次為水苔/椰子塊/椰子纖維調配混合介質的 0.07 mS/cm，樹皮/椰子塊/椰子纖維調配混合介質較低，為 0.055 mS/cm。

物理性質中，充氣孔隙度(Air-filled porosity)以椰子塊與椰子纖維調配的混合介質較高，為 62.64 %，樹皮/椰子塊/椰子纖維調配混合介質次之，為 60.18 %，以水苔/椰子塊/椰子纖維調配混合介質較低，為 56.25 %。容器含水量(Container capacity)以水苔/椰子塊/椰子纖維較高約 28.61%，椰子塊與椰子纖維調配混合介質次之，為 19.64 %，以樹皮/椰子塊/椰子纖維調配混合介質較差，為 16.39 %。總體密度以樹皮/椰子塊/椰子纖維調配的混合介質較高，為 0.129 g/ml，其次為椰子塊/椰子纖維混合介質，為 0.083 g/ml，以水苔/椰子塊/椰子纖維混合介質較差為 0.065 g/ml。不同介質中，水苔/椰子塊/椰子纖維混合介質之每盆最大保水量為 200.28 g，其次為椰子塊與椰子纖維每盆最大保水量為 137.29 g，以樹皮/椰子塊/椰子纖維混合介質之每盆最大保水量較低，為 114.77 g。單位克重之最大保水量以水苔/椰子塊/椰子纖維混合介質之 4.53%較高，其次為椰子塊/椰子纖維混合介質之 2.38%，而樹皮/椰子塊/椰子纖維調配混合介質較低，為 1.27%。

二、不同介質種類與氮肥型態對春石斛生長之影響

測量不同介質與氮肥型態對於春石斛蘭 *Den. Sakura* 假球莖上位葉、中位葉與下位葉之葉綠素含量 SPAD 值(圖 1)，結果顯示春石斛蘭 *Den. Sakura* 於 NO₃⁻-N：NH₄⁺-N 比例為 4:1

表 1. 栽培介質種植前之物理及化學性測定

Table 1. The physical and chemical characters of culture medium before planting.

Medium ^z	Maximum water holding capacity		Air-filled		Container capacity(%)	Porosity (%)	pH	EC (mS/cm)
	Per gram (g/g-dw)	Per pot(g)	porosity(%)					
Mix A ^z	4.53 a ^y	200.28 a	56.25 b		28.61 a	84.86 a	6.41 a	0.070 b
Mix B	1.27 c	114.77 c	60.18 ab		16.39 c	76.57 c	6.41 a	0.055 c
Mix C	2.38 b	137.29 b	62.64 a		19.64 b	82.29 b	6.67 a	0.085 a

^z Mix A : sphagnum moss:cocoanut chop:cocoanut fibers = 1:1:1, v/v/v.

Mix B : fine bark #4:cocoanut chop:cocoanut fibers = 1:1:1, v/v/v.

Mix C : cocoanut chop:cocoanut fibers = 1:1, v/v.

^y mean separation within columns by LSD test at $P \leq 0.05$

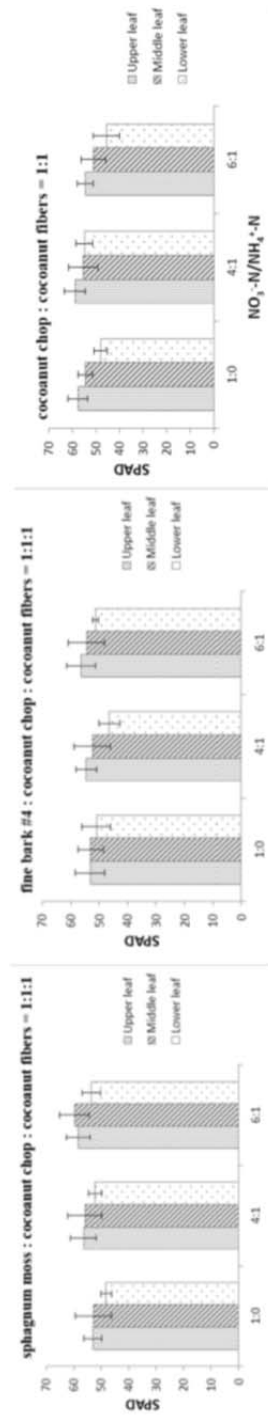


圖 1. 氮肥型態對栽培於不同介質中之春石斛蘭 *Den. Sakura* 處理 4 個月後葉片內葉綠素含量之影響

Fig.1 Effect of fertilizing nitrogen form treatments for 4 months on leaf chlorophyll content of *Den. Sakura* in various medium.

與 6:1 之處理 SPAD 值較高，但在椰子塊/椰子纖維混合介質處理則無明顯差異(圖 1)，各處理間上位葉與中位葉皆高於下位葉。

而測量春石斛蘭 *Den. Lucky Angel* 'M-1' 假球莖上位葉、中位葉與下位葉之葉綠素含量 SPAD 值(圖 2)，結果顯示春石斛蘭 *Den. Lucky Angel* 'M-1' 於各處理間之 SPAD 值無明顯差異。於椰子塊/椰子纖維混合介質處理下，以 $\text{NO}_3^- \text{-N} : \text{NH}_4^+ \text{-N}$ 比例為 4:1 之處理 SPAD 值高於其他處理者，而 $\text{NO}_3^- \text{-N} : \text{NH}_4^+ \text{-N}$ 比例為 6:1 之處理，植株上位葉、中位葉與下位葉之 SPAD 表現皆低於 1:0 處理(圖 2)。

測量春石斛蘭 *Den. Sakura* 於不同介質與氮源型態之根部活性(圖 3)，結果顯示春石斛蘭 *Den. Sakura* 於各處理間，假球莖開花後之根部活性會比假球莖成熟前為高。於水苔/椰子塊/椰子纖維混合介質處理下，於假球莖成熟前之根部活性以 $\text{NO}_3^- \text{-N} : \text{NH}_4^+ \text{-N}$ 比例為 1:0 處理之根部活性較高，而假球莖於開花後則以 $\text{NO}_3^- \text{-N} : \text{NH}_4^+ \text{-N}$ 比例為 4:1 處理之根部活性較高，6:1 處理較低(圖 3)。於樹皮/椰子塊/椰子纖維混合介質處理下，植株假球莖成熟前之根部活性以 $\text{NO}_3^- \text{-N} : \text{NH}_4^+ \text{-N}$ 比例為 4:1 與 6:1 高於 1:0 處理，而假球莖於開花後則以 $\text{NO}_3^- \text{-N} : \text{NH}_4^+ \text{-N}$ 比例為 4:1 處理之根部活性較高(圖 3)。於椰子塊/椰子纖維混合介質處理下，則各處理間於假球莖成熟前之根部活性無明顯差異，而假球莖於開花後各處理間之根部活性明顯高於假球莖成熟前，但彼此亦並無明顯差異(圖 3)。

測量春石斛蘭 *Den. Lucky Angel* 'M-1' 於不同介質與氮源型態之根部活性(圖 4)，結果顯示春石斛蘭 *Den. Lucky Angel* 'M-1' 假球莖成熟前與假球莖開花後之根部活性有變化，於水苔/椰子塊/椰子纖維混合介質處理下，於假球莖成熟前之根部活性以 $\text{NO}_3^- \text{-N} : \text{NH}_4^+ \text{-N}$ 比例為 1:0 處理之根部活性較高，而假球莖於開花後則以 $\text{NO}_3^- \text{-N} : \text{NH}_4^+ \text{-N}$ 比例為 1:0 與 4:1 處理之根部活性較 6:1 處理高(圖 4)。於樹皮/椰子塊/椰子纖維混合介質處理下，植株假球莖成熟前之根部活性以 $\text{NO}_3^- \text{-N} : \text{NH}_4^+ \text{-N}$ 比例為 4:1 與 6:1 高於 1:0 處理，而假球莖於開花後則以 $\text{NO}_3^- \text{-N} : \text{NH}_4^+ \text{-N}$ 比例為 4:1 與 6:1 處理之根部活性比假球莖成熟前高，而 $\text{NO}_3^- \text{-N} : \text{NH}_4^+ \text{-N}$ 比例為 1:0 處理，則假球莖成熟前與假球莖開花後之根部活性沒有明顯變化(圖 4)。於椰子塊/椰子纖維混合介質處理下，則各處理間於假球莖成熟前之根部活性無明顯差異，而假球莖於開花後各處理間之根部活性與假球莖成熟前彼此亦並無明顯差異(圖 4)。

三、不同介質與氮肥型態處理對春石斛蘭葉片及假球莖碳水化合物與開花之影響

分析不同生長階段之假球莖，結果顯示春石斛蘭 *Den. Sakura* 於各處理間，假球莖開花後之全可溶性糖含量會比假球莖成熟前為高(圖 5)。在不同的氮源比例處理下，假球莖開花後之澱粉含量會比假球莖成熟前為低(圖 6)，其中於樹皮/椰子塊/椰子纖維及椰子塊/椰子纖維混和介質較為明顯(圖 6)，而於水苔/椰子塊/椰子纖維混和介質處理下，以 $\text{NO}_3^- \text{-N} : \text{NH}_4^+ \text{-N}$ 比例為 1:0 與 4:1 處理，兩者於假球莖成熟前與假球莖開花後之澱粉含量無明顯變化(圖 6)。

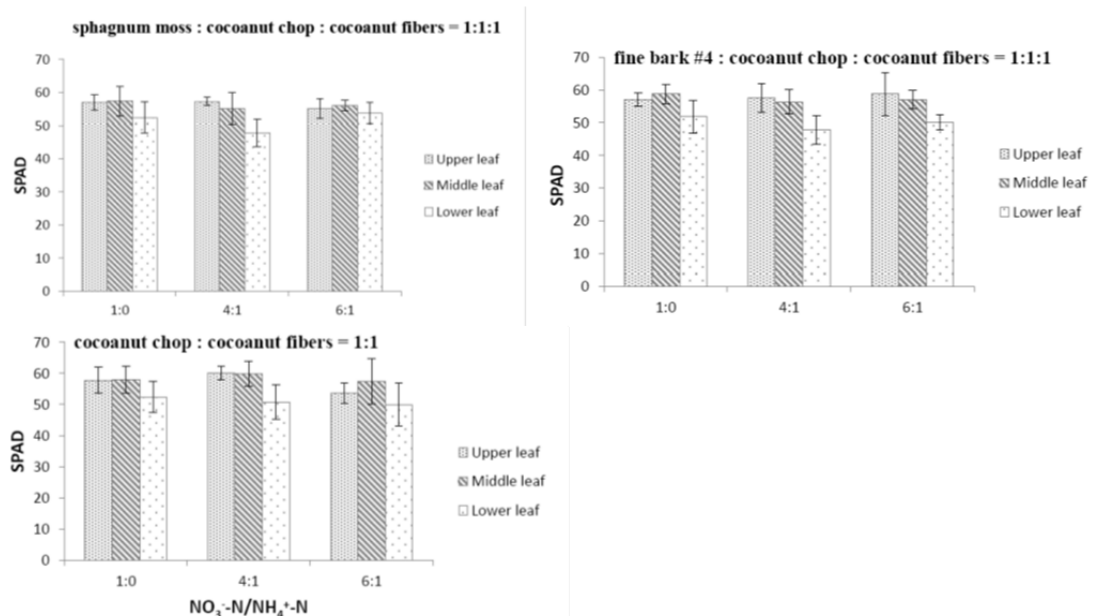


圖 2. 氮肥型態對栽培於不同介質中之春石斛蘭 *Den. Lucky Angel 'M-1'* 處理 4 個月後葉片內葉綠素含量之影響

Fig. 2. Effect of fertilizing nitrogen form treatments for 4 months on leaf chlorophyll content of *Den. Lucky Angel 'M-1'* in various medium.

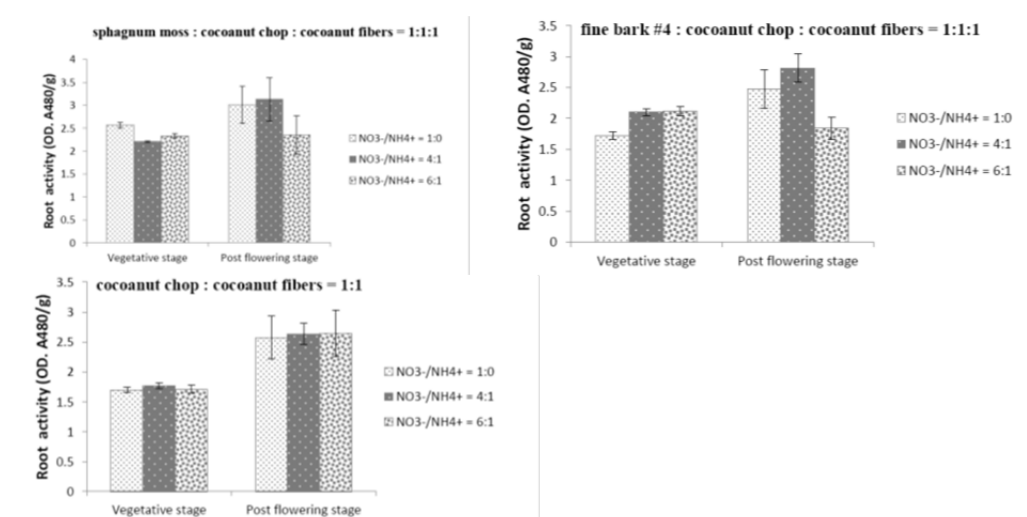


圖 3. 氮肥型態對栽培於不同介質中之春石斛蘭 *Den. Sakura* 根部活性之影響

Fig. 3. Effect of fertilizing nitrogen form treatments on root activity of *Den. Sakura* in various medium.

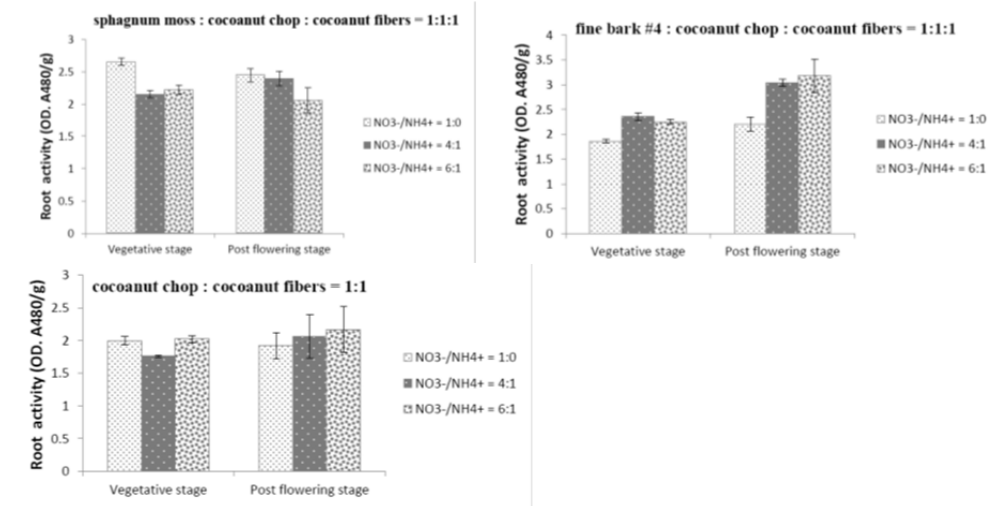


圖 4. 氮肥型態對栽培於不同介質中之春石斛蘭 *Den. Lucky Angel 'M-1'* 根部活性之影響
Fig. 4. Effect of fertilizing nitrogen form treatments on root activity of *Den. Lucky Angel 'M-1'* in various medium.

結果顯示春石斛蘭 *Den. Lucky Angel 'M-1'* 於各處理間，除了水苔/椰子塊/椰子纖維混合介質處理，其他處理假球莖開花後之全可溶性糖含量會比假球莖成熟前為低(圖 7)。假球莖開花後之澱粉含量會比假球莖成熟前為低，三種介質處理皆能明顯觀察出來，各處理間於假球莖成熟前與假球莖開花後之澱粉含量無明顯變化(圖 8)。

利用不同混和介質與氮源比例處理春石斛蘭 *Den. Sakura*，觀察其植株開花之情形，比較各組處理間植株開花的情形，比較三種混和介質，則以樹皮/椰子塊/椰子纖維混合介質與 NO₃⁻-N : NH₄⁺-N 比例為 1:0 處理，有較高的花朵數與開花率，相較於其他處理，樹皮/椰子塊/椰子纖維混合介質與 NO₃⁻-N : NH₄⁺-N 比例為 1:0 處理對於春石斛蘭 *Den. Sakura* 表現較佳(表 2)。

利用不同混和介質與氮源比例處理春石斛蘭 *Den. Lucky Angel 'M-1'*，觀察其植株開花之情形，比較三種混和介質，則以水苔/椰子塊/椰子纖維混合介質與 NO₃⁻-N : NH₄⁺-N 比例為 4:1 處理，有較高的花朵數與開花表現，相較於其他處理，樹皮/椰子塊/椰子纖維混合介質與 NO₃⁻-N : NH₄⁺-N 比例為 4:1 處理對於春石斛蘭 *Den. Lucky Angel 'M-1'* 表現較差(表 3)。

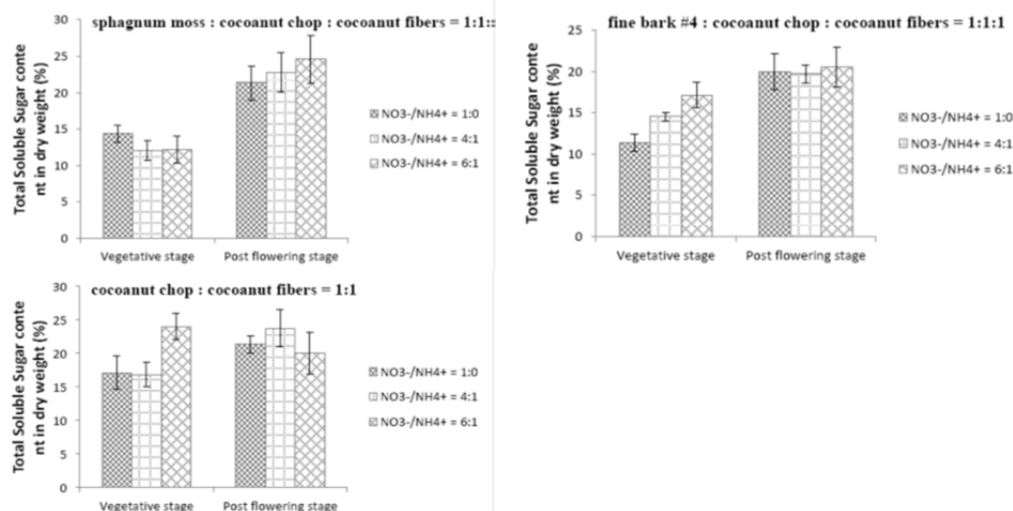


圖 5. 氮肥型態對栽培於不同介質中之春石斛蘭 *Den. Sakura* 假球莖全可溶性糖含量之影響
 Fig. 5. Effect of fertilizing nitrogen form treatments on pseudobulb total soluble sugar content of *Dendrobium Sakura* in various medium.

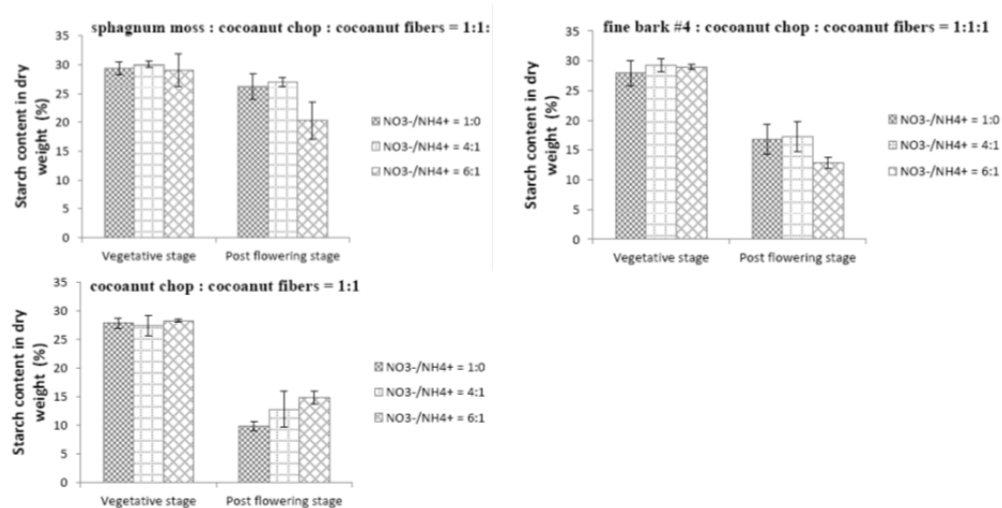


圖 6. 氮肥型態對栽培於不同介質中之春石斛蘭 *Den. Sakura* 假球莖澱粉含量之影響
 Fig. 6. Effect of fertilizing nitrogen form treatments on pseudobulb starch content of *Den. Sakura* in various medium.

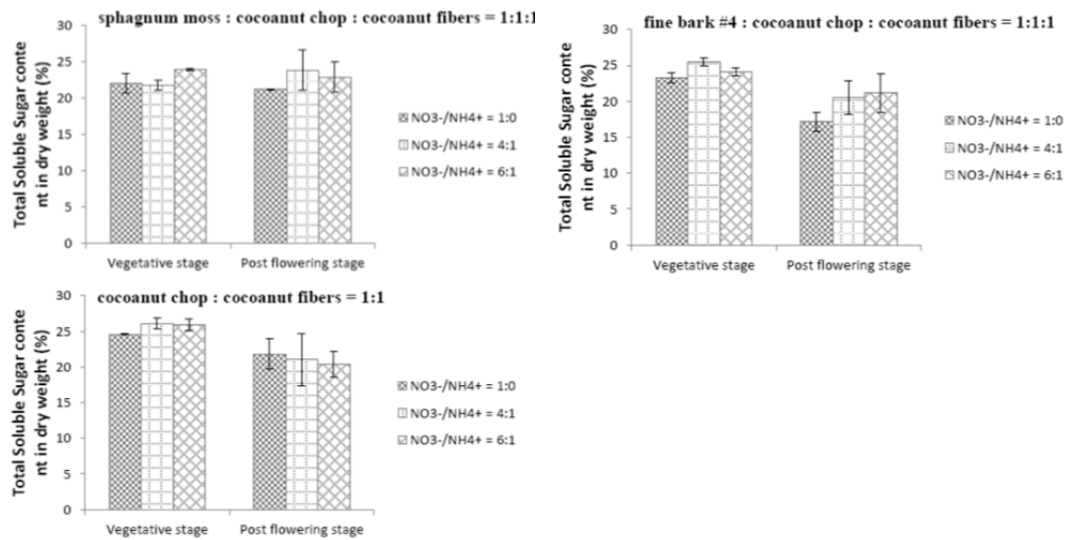


圖 7. 氮肥型態對栽培於不同介質中之春石斛蘭 *Den. Lucky Angel 'M-1'* 假球莖全可溶性糖含量之影響

Fig. 7. Effect of fertilizing nitrogen form treatments on pseudobulb total soluble sugar content of *Den. Lucky Angel 'M-1'* in various medium.

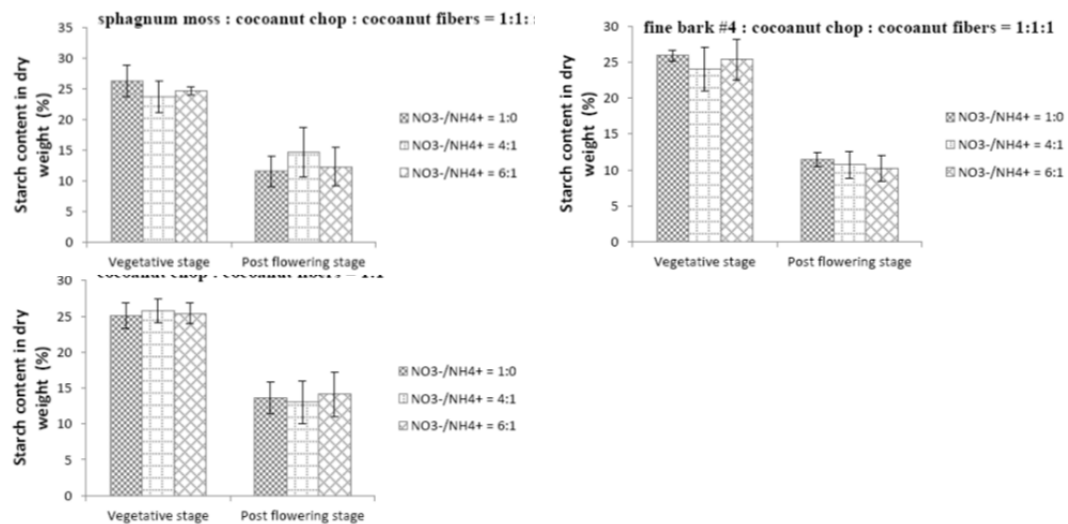


圖 8. 氮肥型態對栽培於不同介質中之春石斛蘭 *Den. Lucky Angel 'M-1'* 假球莖澱粉含量之影響

Fig.8. Effect of fertilizing nitrogen form treatments on pseudobulb starch content of *Den. Lucky Angel 'M-1'* in various medium.

表 2. 氮肥型態對植於不同介質中之春石斛蘭 *Den. Sakura* 開花之影響

Table 2. Effect of fertilizing nitrogen form treatments on flowering of *Den. Sakura* in various medium.

NO ₃ ⁻ -N/NH ₄ ⁺ -N ratio	Flowering (%)	Nodes with flowers			Flower number per flowering node (no.)	Total flowers number per pot (no.)	Aerial shoot emergence (%)
		Percent (%)	Nodes (no.)	Flowers (no.)			
Mix A ^z							
1:0	100	37.70 abc ^y	4.59 ab	11.04 ab	2.28 c	28.50 ab	0.80 a
4:1	92.31	38.73 ab	5.06 ab	13.42 ab	2.54 abc	25.42 abc	0.58 a
6:1	100	34.18 abc	4.49 ab	11.55 ab	2.58 ab	17.57 c	1.49 a
Mix B							
1:0	100	44.27 a	6.09 a	15.57 a	2.67 a	32.27 a	1.42 a
4:1	86.67	36.51 ab	4.82 ab	12.51 ab	2.57 ab	28.54 ab	2.36 a
6:1	100	33.20 bc	4.63 ab	11.76 ab	2.45 abc	22.38 bc	1.20 a
Mix C							
1:0	86.67	24.35 c	3.45 b	8.37 b	2.32 bc	15.85 c	1.01 a
4:1	91.67	27.05 bc	3.79 b	9.73 b	2.54 abc	21.55 bc	1.38 a
6:1	100	35.77 abc	4.92 ab	12.01 ab	2.39 bc	20.73 bc	0.37 a

^y: mean separation within columns by LSD test at $P \leq 0.05$.

^z: Mix A : sphagnum moss:cocoanut chop:cocoanut fibers = 1:1:1, v/v/v. ; Mix B : fine bark #4:cocoanut chop:cocoanut fibers = 1:1:1, v/v/v.

; Mix C : cocoanut chop:cocoanut fibers = 1:1, v/v.

表 3. 氮肥型態對植於不同介質中之春石斛蘭 *Den. Lucky Angel* 'M-1' 開花之影響

Table 3. Effect of fertilizing nitrogen form treatments on flowering of *Den. Lucky Angel* 'M-1' in various medium.

NO ₃ ⁻ -N/NH ₄ ⁺ -N ratio	Flowering (%)	Nodes with flowers			Flower number per flowering node (no.)	Total flowers number per pot (no.)	Aerial shoot emergence (%)
		Percent (%)	Nodes (no.)	Flowers (no.)			
Mix A ^z							
1:0	100	24.63 bc ^y	2.34 c	5.93 c	2.48 b	12.50 ab	4.44 a
4:1	73.33	33.33 ab	3.30 ab	9.45 a	2.87 a	17.18 a	9.12 a
6:1	85.71	22.65 c	2.46 bc	6.35 bc	2.52 b	10.42 b	7.92 a
Mix B							
1:0	78.57	34.05 a	3.36 a	8.31 ab	2.49 b	15.00 ab	9.82 a
4:1	78.57	23.00 c	2.26 c	5.33 c	2.35 b	10.36 b	1.04 a
6:1	93.75	27.59 abc	2.59 abc	6.12 bc	2.32 b	11.87 ab	5.83 a
Mix C							
1:0	92.86	27.07 abc	2.63 abc	6.62 bc	2.57 ab	13.00 ab	5.91 a
4:1	93.33	28.01 abc	2.77 abc	7.12 bc	2.54 b	13.07 ab	7.62 a
6:1	93.33	22.54 c	2.14 c	5.02 c	2.32 b	12.14 ab	8.91 a

^y: mean separation within columns by LSD test at $P \leq 0.05$.

^z: Mix A : sphagnum moss:cocoanut chop:cocoanut fibers = 1:1:1, v/v/v. ; Mix B : fine bark #4:cocoanut chop:cocoanut fibers = 1:1:1, v/v/v.
; Mix C : cocoanut chop:cocoanut fibers = 1:1, v/v.

討 論

一般認為適合蘭科作物之栽培介質應同時具有良好之保水力及通氣性，所以介質通氣性與保水力應一起評估，而孔隙度即為通氣性之重要指標，孔隙分佈狀況除會影響介質通氣性外，對於有效水份保有量及作物根系之發育亦會影響(張, 1987)，因此栽培介質之孔隙度和蘭花根系及地上部之生長應極為密切。本試驗中水苔/椰子塊/椰子纖維、樹皮/椰子塊/椰子纖維、椰子塊/椰子纖維調配的混合介質之孔隙度為 84.86% - 76.57% (表 1)，而在栽培試驗中此 3 種介質對石斛蘭之栽培效果良好，因此對春石斛蘭而言 84.86% - 76.57% 應為適當之比率(表 1)，介質孔隙種類可概分為介質單體內部孔隙、單體間之孔隙及由小動物或植根造成之孔隙等 3 類(張,1987)，而樹皮/椰子塊/椰子纖維之孔隙度較低，應與樹皮介質之單體內部孔隙極少有關。保水力低之介質，水份容易缺乏，植株生長常受抑制，研究顯示目前商業栽培蝴蝶蘭以養液施肥之模式而言，保水力強之介質其保肥力亦較高，因此介質保水力(water holding capacity)是影響蘭科作物生長之重要因素之一(張,2006)。

此兩種品種在水苔/椰子塊/椰子纖維混和介質處理下，其對植株假球莖成熟前之全可溶性糖含量表現相較於其他兩種介質處理則明顯較佳(圖 5；圖 7)，推測其主要原因應與其單盆最大保水量及保水特性有關，由 3 種介質之理化性質資料分析，水苔/椰子塊/椰子纖維混和介質在孔隙度、單盆最大保水量及保水特性等方面明顯比其它兩種混合介質佳。介質保水力是影響蘭科植株生長之重要因素，保水力低之介質，水份容易缺乏，肥分被淋洗，植株生長常受抑制(張, 2006)且吳等(1994)亦認為介質保水特性亦會影響蝴蝶蘭之生長表現，因此，因為樹皮/椰子塊/椰子纖維及椰子塊/椰子纖維兩種混合介質之最大保水量及保水特性差，造成介質可供給之水份較少，且本試驗之肥培模式為養液施肥，所以介質保有之養份亦相對減少。

不同氮源比例處理分析全可溶性糖之含量，在兩個品種假球莖澱粉含量於開花後皆會下降，此時假球莖內的澱粉可能因為花序的發育而消耗，而全可溶性糖於開花後會有上升的現象，這可能與假球莖成熟前之全可溶性糖含量未達到成熟時之最高值有關。在徐(1997)觀察文心蘭生育階段之植株，其內部全可溶性糖含量中可看出，於營養生長期間，假球莖是主要的積貯(sink)位置，有較多的全可溶性糖轉運至此。所以在花序發育時，花序會扮演積貯(sink)的角色，而葉片及假球莖則轉變成為供源(source)，以提供花莖伸長及花苞生長的養分來源(Wadasinghe and Hew, 1995)，因此顯示可能不同氮源比例處理會增加假球莖內的養分蓄積，所以使 *Den. Sakura*、*Den. Lucky Angel 'M-1'* 兩品種假球莖在氮源比例為 4:1 時其開花後階段有較高的全可溶性糖含量(圖 5；圖 7)，由於氮在葉綠體內約有 70%，缺氮會使葉綠素的合成受抑制，因此在適合的氮供應下，光合作用使葉片大量的養分累積，除了供應植株生長及花序發育外，所合成之多餘的養分仍會送往假球莖中貯藏，而紫苞舌蘭 *Spathoglottis plicata* 假球莖在氮源比例為 6:1 時其開花後階段亦有相同且較高的全可溶性糖含量(黃, 2010)。

綜合不同介質與氮肥形態對於假球莖開花率及開花品質之比較，於水苔/椰子塊/椰子纖維混合介質處理下，*Den. Sakura* 以 $\text{NO}_3^- \text{-N} : \text{NH}_4^+ \text{-N}$ 為 1:0 較佳(表 2)，*Den. Lucky Angel* 'M-1' 以 4:1 處理較佳(表 3)。而樹皮/椰子塊/椰子纖維調配混合介質處理下，*Dendrobium Sakura* 與 *Dendrobium Lucky Angel* 'M-1' 皆以 $\text{NO}_3^- \text{-N} : \text{NH}_4^+ \text{-N}$ 為 1:0 為佳(表 2；表 3)，在椰子塊/椰子纖維調配混合介質處理下，*Den. Sakura*、*Den. Lucky Angel* 'M-1' 兩品種以 $\text{NO}_3^- \text{-N} : \text{NH}_4^+ \text{-N}$ 為 4:1 開花表現較好(表 2；表 3)。在不同介質與氮源比例試驗中，在種間差異上皆會導致結果有所不同，Poole 和 Sheehan (1982)建議以樹皮為栽培介質時宜多施氮肥，以補充氮肥之不足，此說法是否與樹皮/椰子塊/椰子纖維及椰子塊/椰子纖維調配混合介質處理下，隨著增加 $\text{NH}_4^+ \text{-N}$ 比例的濃度，而對於植株之開花率與開花表現會較佳。

參 考 文 獻

- 伊藤真廣。2008。栽培介質對蝴蝶蘭生長及模擬貯運後生長之影響。國立中興大學園藝學研究所碩士論文。
- 吳容儀、賴彥旭。2010。栽培介質對大慧星風蘭植株生育之研究。台灣農業研究。59(4): 219-227
- 吳省寬。2010。葉面補充鎂、鐵、硼和鉬對文心蘭生長之影響。國立中興大學園藝學研究所碩士論文。
- 吳國典、陳文輝、陳榮濱、邱明森、鄭英佑。1994。蔗渣增施氮素及有機肥對蝴蝶蘭生育之影響。臺灣糖業研究所研究彙報 146: 18。
- 官順協。2007。介質種類及施肥濃度對蝴蝶蘭生長之影響。國立嘉義大學農學研究所碩士論文。
- 徐懷恩。1997。不同光照、氮態氮源肥料及花莖修剪對文心蘭開花之影響。國立中興大學園藝研究所碩士論。
- 黃子軒。2010。氮源比例、磷肥以及暗期中斷對紫苞舌蘭生長與開花之影響。國立中興大學園藝學研究所碩士論文。
- 張耿衡、戴廷恩、蔡媚婷、侯鳳舞。2006。人造纖維應用於蝴蝶蘭栽培介質之研究。台灣園藝。52: 71-80。
- Bichsel, R. G., T. W. Starman, and Y. T. Wnag. 2006. N, P, and K requirements of a hybrid nobile *Dendrobium*. HortScience 41: 980.
- Blanchard, M. G. and E. S. Runkle. 2008. Benzyladenine promotes flowering in *Doritaenopsis* and *Phalaenopsis* orchids. J. Plant Growth Regul. 27: 141-150.
- Boonsrangsom, T., P. Pongtongkam, S. Masuthon, and S. Peyachoknagul. 2008. Development of microsatellite markers for *Dendrobium* orchids. Thai J. Genetics 1: 47-56.

- Campos, K. O. and G. B. Kerbaudy. 2004. Thermoperiodic effect on flowering and endogenous hormonal status in *Dendrobium* (Orchidaceae). J. Plant Physiol. 161 : 1385-1387.
- Goh, C. J. and A. L. Yang. 1987. Effects of growth regulators and decapitation on flowering of *Dendrobium* orchid hybrids. Plant Science Letters 12: 287-292.
- Goh, C. J. 1979. Hormonal regulation of flowering in a sympodial orchid hybrid *Dendrobium lousiae*. New Phytol. 82: 375-380.
- Paull, R. E., K. W. Leonhardt, T. Higaki, and J. Imamura. 1995. Seasonal flowering of *Dendrobium* 'Jaquelyn Thomas' in Hawaii. Scientia Horticulturae 61 : 263-272.
- Poole, H. A. and T. J. Sheehan. 1982. Mineral nutrition of orchid. In: Orchid Bioilogy, Reviews and Perspectives, J. Arditti(ed.) Cornell Uni. Press. Ithaca. pp.197-212.
- Rebecca, G. B., T. W. Starman and Y. T. Wang. 2008. Nitrogen, Phosphorus, and Potassium Requirements for Optimizing Growth and Flowering of the Nobile *Dendrobium* as a Potted Orchid. HortScience 43: 328-332.
- Sakai, W. S., C. Adams, and G. Braun. 2000. Pseudobulb injected growth regulators as aids for year around production of Hawaiian *Dendrobium* orchid cutflowers. Acta Hortic. 541: 215-220.
- Sim G. E., C. S. Loh, and C. J. Goh. 2007. High frequency early in vitro flowering of *Dendrobium* Madame Thong-In (Orchidaceae). Plant Cell Rep. 26: 383-393.
- Sinoda, K., K. Suto, M. Hara, and M. Aoki. 1988. Effect of day and night temperature on flowering of *Dendrobium* nobile-type cultivars. Bul. Nalt. Res. Inst. Veg. Ornamental Plant Tea, Ser. A. 2: 279-290.
- Tap, Y. M., C. S. Loh and B. L. Ong. 2008. Regulation of flower development in *Dendrobium crumenatum* by changes in carbohydrate contents, water status and cell wall metabolism. Scientia Horticulturae. 119: 59-66.
- Tian, D. Q., C. Y. Coa, H. C. Ting, and L. C. Hsu. 2007. Probe into technique to accelerate flowering of spring *Dendrobium* by low temperature. J. Zhejiang Agr. Sci. 1:38-39.
- Wadasinghe, G. and C. S. Hew. 1995. The importance of back shoots as a source of photoassimilates for growth and flower production in *Dendrobium* cv. Jashika Pink (Orchidaceae). J. Hort. Sci. 70: 207-214.
- Yen, C. Y. T., T. W. Starman, Y. T. Wang, and G. Niu. 2008. Effects of cooling temperature and duration on flowering of the nobile dendrobium orchid. Hort. Sci. 43(6):1765-1769.

Effects of Nitrogen Form on the Growth and Flowering of Nobile Type *Dendrobium*

Po-Chang Wu ¹⁾ Ruey-Song Lin ²⁾

Key words: Nobile-type *Dendrobium*, Nitrogen form ratio, Medium, Flowering, Pseudobulb

Summary

Dendrobium Sakura and *Dendrobium* Lucky Angel 'M-1' were used in this study to research the effect of different nitrogen form ratios and different cultural mediums. *Dendrobium* Sakura and *Dendrobium* Lucky Angel 'M-1' were fertilized with nitrogen forms in $\text{NO}_3^- \text{-N} : \text{NH}_4^+ \text{-N} = 6:1$ resulted 100% rate of flowering, however, on the number of flowers each node, the rate of nodes with flowers and the total number of flower buds was in the media treatments, when the $\text{NH}_4^+ \text{-N}$ ratio was higher, the plants grew better than in the $\text{NO}_3^- \text{-N} : \text{NH}_4^+ \text{-N} = 1:0$. However, *Dendrobium* Lucky Angel 'M-1' with fine bark #4/cocoanut chop/cocoanut fibers and cocoanut chop/cocoanut fibers mixture mediums both with nitrogen forms in $\text{NO}_3^- \text{-N} : \text{NH}_4^+ \text{-N} = 6:1$ resulted in higher rate of flowering except sphagnum moss/cocoanut chop/cocoanut fibers mixture medium, the rate of flowering were 93.75% and 93.33% respectively, and on the number of flowers each node, the rate of nodes with flowers and the number of flower buds in the media treatments, different nitrogen form ratio treatments had different effects.

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

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

台北地區中老年人口居家鄰近活動環境 需求性基礎調查

郭 毓 仁¹⁾ 余 依 亭²⁾

關鍵字：老人、生活環境、公園綠地、景觀設施

摘要：根據內政部的 2009 年的統計，台灣人口老化程度已躍居亞洲第二，僅次於日本。因此提供老人安全且無障礙的環境，已是刻不容緩的議題。為了解台灣都會區的老人對居住環境的需求，本研究實地到台北建國花市來調查居住於台北地區中老年人對於生活環境的滿意度、喜歡公園的原因、公園類型喜好度、及公園景觀設施配置喜好度。結果發現受訪者對公園綠地顯著為最高需求之環境條件。到公園的目的都是因為可及性高才喜歡到公園，其次為公園環境良好吸引他(她)們前來。中老年人口心中最希望擁有的屋頂或中庭花園是最被期待的，對這個族群的人口而言由於行動漸趨不變，能方便到達公園活動是極為重要的要件。中老年人口對公園景觀設施的偏好調查結果對庭園景觀設施需求度以休息座椅、擁有陽光及遮蔭空間、及良好視野顯著優於其他項目。

前 言

長期照護指的是居家、社區、養護機構、或醫院對於病人日常起居如更衣、吃飯、洗澡、及活動的照顧，並監控病情及生心理的安全維護，讓病人可以維持生命甚至有可能有康復的機會。中華民國政府目前也以推動長期照護照顧弱勢做為重要施政方針之一。根據內政部社會司(2010)統計 98 年底，老年人口增加到 245 萬 7,648 人，占總人口 10.63%，

1) 開南大學養生與健康行銷學系副教授，通訊作者。桃園縣蘆竹鄉開南路 1 號。E-mail: kuoyj@mail.knu.edu.tw

2) 中國文化大學景觀學研究所碩士。

因此台灣已經是老齡化社會。以都會區台北市為例，台北市 65 歲以上的老人，到民國 95 年 11 月底止，已經有 30.5 萬人，佔全台北市人口的 11.6%，老化指數也已經達到 69.7%，老年人口比率及老化指數均為歷年及全國最高(內政部社會司，2010)。內政部(2005)也曾經調查台灣老人行為發現，認為自己生心理狀況「好」者佔 33.4%，不好者佔 29.5%，且近 65.0%的老人患有慢性病或重大疾病，而有固定參加社會活動者佔 24.8%，老人主要活動以「與朋友聚會聊天」佔 24.7%最多，「從事休閒娛樂活動」佔 14.2%居次，「從事養生保健活動」則佔 12.1%，可見老年人雖然因生理條件退化造成行動力的減退，不再像年輕人可以自由走動，但是從事有益身心的保健活動，仍是老人主要的生活習慣之一。由於老人的行動力減退，因此居家附近的環境及景觀設施對老人而言更顯重要，特別是無障礙環境及可以提供庭園活動的空間(Asano and Miyake, 2002; Rothert, 1994; 李敏瑄、郭毓仁，2005)。許多研究都指出景觀品質的好壞會影響到人的生心理健康(Abu-Bader et al., 2002; Fernández-Ballesteros, 2001; Relf, 1995)。平日經常接觸植物的老人更可以維持生心理的健全(Catlin, 1995; Talbot and Kaplan, 1991; Please, 1990; Ulrich and Parsons, 1992)。運用庭園活動增進健康、慢性病的復健、增加社交的機會、及紓解平時壓力等效果也被許多研究者證實(郭毓仁，2005; Gelach-Spriggs, 1998; Stoneham and Thoday, 1994; Wells, 1981)。卓佩瑩及蘇敬婷(2005)曾針對台北市榮民總醫院附近的中老年人選擇居住環境優先考量順序的調查發現，醫院在自家附近、兒女住在附近、父母住在附近、及附近有公園這四項顯著被認為是重要於其他選項。在該次問卷也發現欲找到 65 歲以上的人來受訪是一個挑戰，網路問卷對銀髮族群又太不適用，因此建議往老人聚集較多的地點詢問是未來的重要議題(Wherrett, 1999; Wherrett, 2000)。中信房屋也做過市場調查發現，老人與子女居住在同一縣市或不同縣市對於選擇居家環境的優先順序有很大的差異(林韋任，2005)。目前老人居住環境的問題在內政部並未真正分析調查過，僅在人口、老人類型、理想生活型態上加以統計，對於即將邁入老年的中老齡族群、適合一般老人實質環境的改善、及增進健康的庭園活動之推廣相當消極。強調社區診療是推廣於弱勢者刻不容緩之事，因此針對不同類型的老人及對於生活環境的需求，的確需要加以研究並改善(曾竹寧，2001)。根據國外學者 Beckwith 和 Gilster(1997)對適合失智老人的庭園型態研究發現，喜好公園的型態受到個人記憶及文化差異的影響，但總結適合的公園景觀配置需要有圍塑的空間、遮蔭空間、水景、硬鋪面等較適合老人來使用。因此本研究將以大台北地區的中老年人口(55 歲以上)進行問卷調查，來了解當他們步出家門時有哪些社區環境是他們認為重要的需求項目，同時想要了解中老年人喜好的公園類型及景觀配置元素是什麼，以作為未來規劃設計老人生活環境及景觀設計時的參考，希望對戰後嬰兒潮的來臨及老齡化社會的台灣做出基礎貢獻。

研究方法

問卷的進行是利用 2006 年 11 月 25~26 日、及 12 月 1~2 日上午 9 點至下午 5 點連續兩個週末休假日，在台北市信義路及仁愛路之間的建國南路高架橋下建國假日花市管理處所設之服務台隨機詢問過客，並判斷年齡較長者，篩選 55 歲以上者且表達清楚的人加以問卷，隨後致贈小禮物，若遇到肢體弱勢或視力退化不易手填問卷者，則口述題目由研究者填寫答案，對於問題的涵義以口述詳加解釋。本研究完全不需寫下姓名，且獲得同意才受測。本研究主要想要了解中老年人口(55 歲以上)對於居住地附近行走可及性(500 公尺)之生活機能需求及排序的想法，因此參考卓佩瑩和蘇敬婷(2005)之研究把老年人平日生活環境需求的選項包括醫院(指大型醫院非一般私人診所)、兒女處所(指結婚子女是否居住在自家附近)、父母處所(指受訪者因結婚後不與父母同住)、公園(不論其型式)、傳統市場、車站(指公車或捷運)、銀行(指一般性行庫非領款機器)、大型賣場(指頂好超市或家樂福超市之規模)、郵局(指一般性行庫非領款機器)、及圖書館(公立可隨時借閱書籍看報之圖書館)等擬成 5 級法問卷(Likert scale; 5=非常重要; 4=重要; 3=普通; 2=不重要; 及 1=非常不重要)(郭毓仁等，2003)。除此問卷外再詢問喜歡到公園散步的原因、公園類型偏好性、及公園景觀設施配置喜好度等三大項問題。在喜歡到公園的原因，問卷內容包括因為環境景觀良好、離家距離方便、已養成生活習慣、本身就嗜好自然、具生產性可以自己種植植物、感覺像來旅遊、及其他等七項，問卷因為有“其他”之選項，所以僅單選，結果以百分比表示。公園類型喜好度的調查項目包括都會大型公園(國家公園或如大安森林公園規模)、鄰里公園(一般在 1 公頃以下)、屋頂或中庭花園(在大廈中庭或公寓屋頂)、及其他等四項，問卷僅能單選，結果以百分比表示。在公園景觀設施的偏好及需求調查內容包括休息座椅、擁有陽光及遮蔭空間、具良好視野可觀察人生百態、具有無障礙空間設施、設計有可以活動身體的行走步道、具有與親友互動的私密空間、具有多功能活動廣場、有可以動手栽植的園藝操作區、以及安排舉辦有教學活動之重要性等八項，問卷以五級法進行。所有試驗結果統計資料利用 95%及 99% 效度(Student' t-test)顯著差異描述性統計分析(Statistix. 8.0, FL, US)。

結果

一、中老年人口對居家鄰近生活機能需求調查結果分析

本研究的問卷利用假日花市做為問卷的地點，在訪問中老齡人口有關公園偏好類型或園藝栽培相關的問題是非常恰當的地點，不僅可以減少問卷回收時間的浪費，且是老人聚集較多的地方。在連續兩個假日四天的問卷過程中，發現受測者多患有糖尿病、白內障、及老人失智症等老人慢性疾病，而廢除無法表達意見的老人失智者後(外籍看護會停留接受研究者詢問)，共得到 432 份有效問卷，其中男性及女性分佔 41.0%及 59.0%，而 55~64 歲以及 65 歲以上的受測者分佔 42.4%及 57.6%，75 歲以上的受測者達 4.6%。但可惜的

表 1. 問卷 55 歲以上中老年人口對居家附近生活機能需求調查結果

Table 1. The survey results of what the suitable living environment is for elders

問 卷 項 目	平均值	最小值	最大值	標準偏差
公園在自家附近的重要性	4.19 a [†]	3	5	0.73
兒女居住在自家附近的重要性	4.05 b	3	5	0.85
車站在自家附近的重要性	3.99 bc	2	5	0.90
醫院在自家附近的重要性	3.91 cd	2	5	0.83
傳統市場在自家附近的重要性	3.88 de	2	5	0.73
父母居住在自家附近的重要性	3.78 e	2	5	0.85
銀行在自家附近的重要性	3.63 f	2	5	0.76
郵局在自家附近的重要性	3.50 g	2	5	0.79
大賣場在自家附近的重要性	3.48 g	2	5	0.80
圖書館在自家附近的重要性	3.15 h	1	4	0.89
SE means	±0.04			
對於目前生活環境滿意度	3.39±0.03			
性別	* ‡			
男性	**			
女性	**			

[†]不同英文字母表示在 P<0.05 的信心水準下具有顯著差異; P(Probability-value)為機率值。

[‡]“—”表示不顯著, “*”表示 P<0.05”, “**”表示 P<0.01。

是由於人潮眾多外加建國假日花市非無障礙的環境設計會限制坐輪椅的高齡人口前來逛花市。未來可以到安養中心或老人之家來詢問坐輪椅的老人意見。本研究受測者大多患有糖尿病、白內障、老人失智症等慢性疾病，特別是高齡者，也是導致超過 75 歲高齡者的問卷數較少的原因之一，因此問卷期程便會增加，但此次研究仍有 20 人之多。從表 1 的問卷結果發現受訪者對在居家附近就可以有公園顯著為最高度的需求(4.19)，由此可知在老齡化的台灣，針對適合中老年人的公園設計是不可或缺的。其次為能和子女住的近(4.05)可以受到較方便的照顧，但依照目前的國人生活習慣，子女結婚後與父母同住的現象已不如前，因此此結果僅能供子女參考。接著依序為車站(3.99)、及醫院(3.91)。車站及醫院的需求對於老齡者較甚並不感到意外。有趣的是傳統市場(3.88)被中老年人認為顯著重要於大賣場(3.48)，表示中老年人可能已經退休所以買菜時間不受限制，可以利用早上到傳統市場來買菜且喜歡傳統與人接觸的買賣方式，顯然平日買菜能和商家對話既是中老年者的需求，在未來改善傳統市場而非拆除可作為政府的政策參考。圖書館是最不需求的項目，可能因為現在電腦網路的發達造成的便利性以及老人視力漸漸退化的關係導致此結

果。其他如郵局或銀行在自家附近相對的需求性沒有太高，推測是因為退休後生活方式經濟收入狀況有明顯改變以及便利商店內都有提款機，所以被受訪者認為顯著不重要的處所。問卷也發現不同性別之間運用 T 檢定發現對於生活機能需求有顯著差異，甚至同性別的受測者對於生活機能需求有極顯著的差異，表示受測者來自各型各色的家庭環境，因此未來的研究可以針對不同性別以及不同的住家類型的中老年人進行探討，但是不論如何受訪者普遍認為目前的整體生活機能滿意度僅介於普通及滿意之間(3.39)，但是公園不論哪個年齡層或性別的中老年人都認為是重要的項目，表示中老年生活環境機能絕對有改善及進步的必要並加以重視(表 1)。

二、中老年人口到公園的原因調查結果分析

從圖 1 的結果可以發現，不論是男性或女性到公園的原因都是因為很方便到達可及性高(平均佔 29%)，這可能和首都台北市成功推行每個社區都有鄰里公園有關。其次為公園具有花、草、樹木所以環境良好吸引他(她)們前來(平均佔 22%)。而因為生活習慣(平均佔 19%)或平日本就嗜好接近自然者(平均佔 15%)則相對較少。因為具園藝生產性而來公園的受測者也不多(平均佔 8%)，可能和公園認養、是否舉辦活動、或種植哪一類型的植物有關。因為旅遊的心態前來公園的項目比例最少(平均 7%)，由此結果可知老年人喜歡公園的環境且期待可及性較高減少交通上的風險，這個結論在圖 1 中得到對照證實。而選擇“其他”的受測者為零。

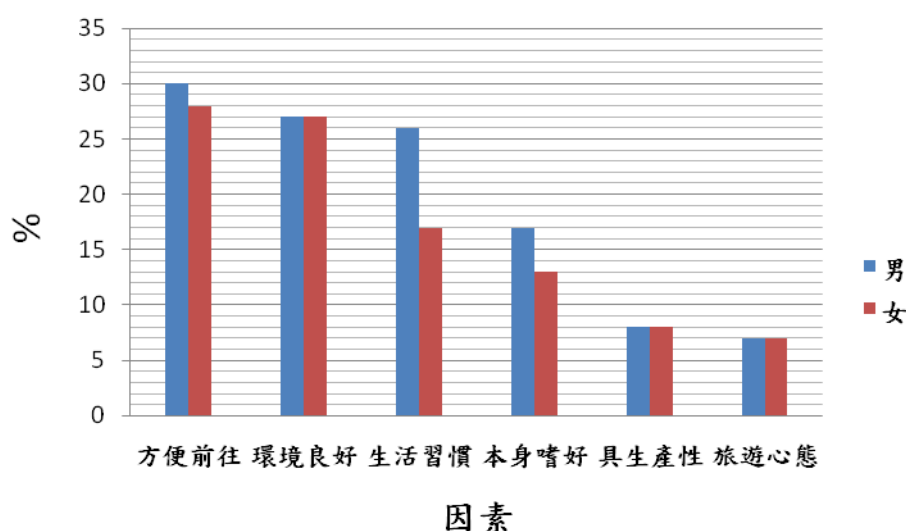


圖 1. 中老年人口喜歡到公園的原因

Fig. 1. The reasons why elders like to go to park

三、中老年人口對公園類型喜好度調查結果分析

在問卷調查中老年人口心中最希望前往的公園類型不論性別差異都發現屋頂或中庭花園是最被期待的，平均佔所有問卷項目的 41.5%(圖 2)。其次為鄰里社區公園佔約 37.5%，而都會大型公園則僅佔約 19.8%。這樣的結果如果對照中老年者到公園的原因便可發現，對這個族群的人口而言由於行動漸趨不便，能輕易到達且方便到達公園活動是極為重要的要件，免除交通之苦。而屋頂或中庭花園正符合這個條件。因此台灣政府應該對於閒置屋頂空間的再利用重新評估，審慎考慮銀髮族的需求。

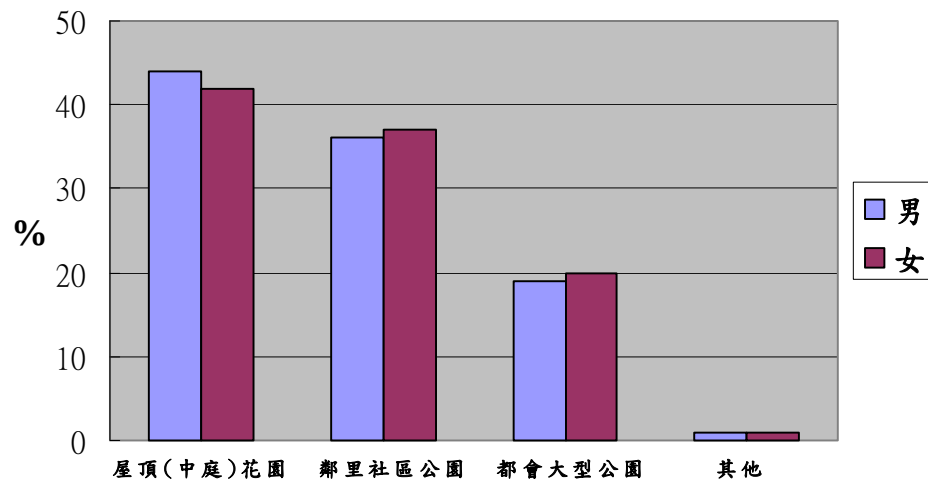


圖 2. 不同性別中老年人對於公園類型偏好看比較圖

Fig. 2. What type of park a male /female elders prefer

四、中老年人口對公園景觀設施的偏好調查結果分析

許多文獻都提及如何設計適合中老年人口的景觀庭園及景觀元素配置，特別是無障礙空間的配置以及適合弱勢者的景觀設計(李敏瑄、郭毓仁，2005)。從問卷結果發現中老年人口對庭園景觀設施需求度以休息座椅、擁有陽光及遮蔭空間、及良好視野顯著優於其他項目(表 2)。這樣的結果和 Wells(1981)所發現的結果是一致的，因為老年人體力較差，在景觀中最好每 50 公尺便設計一個休息節點，且老年人喜歡坐著靜看人生百態，而具有休息的座椅，並且可以遮陽，同時有良好可觀景或觀察他人行為正好符合設計原則，足證明台北的中老年人和國外的銀髮族的需求是一致的，足供景觀設計者參考。雖然無障礙空間並非所有選項中最被受訪者認為最重要的，但是 3.97 的平均調查值仍是重要的。庭園中具有操作區及教學活動則相對被認為不重要，顯然台灣的中老年人口並不期待或不熟悉公園可以有動態的活動達到治療性庭園的功能。未來應該可以加強宣導或安排園藝治療(horticultural therapy)課程於適合的庭園中加強園藝治療提供中老年人口生心理健康之效益(Catlin, 1995; 郭毓仁，2008)。

本研究以初步問卷及實質問卷的對照來確保實驗的正確性，而結果發現公園確實是中老年人重要需求的項目，而且利用可及性高的閒置空間來創造適合該族群的活動空間，並設計適合他(她)們使用的景觀設施供實質景觀設計者的參考是本研究最大的成效。

表 2. 中老年人口對庭園景觀設施偏好比較表

Table 2. The comparison of what kind of landscape setting elders prefer

問 卷 項 目	平均值	最小值	最大值	標準偏差
休息座椅	4.21 a [†]	3	5	0.77
擁有陽光及遮蔭空間	4.19 a	3	5	0.75
良好視野	4.12 a	3	5	0.76
無障礙空間	3.97 b	3	5	0.83
活動身體的步道	3.78 c	2	5	0.83
與親友互動空間	3.76 c	2	5	0.76
活動廣場	3.68 c	3	4	0.83
操作區與教學活動	3.54 d	3	4	0.88
SE means	±0.04			

[†]不同英文字母表示在 P<0.05 的信心水準下具有顯著差異; P(Probability-value)為機率值。

討 論

台灣由於空間狹小人口眾多不如歐美國家，因此透過本研究結果希望能讓政府管理單位正視營造適合老人居住的社區環境。如前言所述，內政部(2005)的調查老人社交行為發現，台灣老人仍有固定參加社會活動、與朋友聚會聊天、從事休閒娛樂活動、及從事養生保健活動的習慣，而本研究也發現公園是老人的需求，因此如果多建造可及性大的公園或推動綠屋頂，對於老人的健康將有很大的助益，而本研究結果和國外學者 Beckwith 和 Gilster(1997)的研究結果比較發現，休息座椅的配置且安置在有良好視野的地方對台灣的老人更顯得重要。本研究來到建國花市的老人也有可能是本身就偏好接觸自然，雖然對於本研究的問卷內容比較能夠回答，但是後續的研究應該在繼續前往老人聚集較多的地方，例如老人安養院、醫院、公園、或寺廟等處進行更廣泛問卷的收集必可增加研究客觀性。除此之外，未來還可針對老年人的子女是否與其同住來了解對於生活機能選項是否會有不同。

參考文獻

- 內政部社會司老人福利與政策。擷取日期於 2010 年 12 月 24 日。資料引自 <http://sowf.moi.gov.tw/04/01.htm>。
- 台北市政府主計處-市政統計週報(第 368 號)。擷取日期於 2006 年 07 月 12 日。資料引自 http://w2.dbas.taipei.gov.tw/news_weekly/S4_2/95368.htm。
- 李敏瑄、郭毓仁。2005。為老人設計之治療性庭園及園藝休閒活動。2005 海峽兩岸師法自然淨化人心研討會論文集。台北市，華梵大學。
- 卓佩瑩、蘇敬婷。2005。老人環境適宜性研究。中國文化大學學士論文。台北市，中國文化大學。
- 林韋任。2005。退休後你想住哪裡。聯合報 94 年 12 月 3 日專題報導。
- 郭毓仁、彭晏玲、楊重信。2003。台北都會區醫院庭園調查及景觀配置研究。造園學報，9(2): 49-66。
- 郭毓仁。2005。景觀治療與園藝療法。台北市，詹氏書局。
- 郭毓仁。2008。景觀植栽設計。台北市，詹氏書局。
- 曾竹寧。2001。失能老人社區照顧服務網絡建構之研究。東海大學博士論文。台北市，東海大學。
- Abu-Bader, H. S., A. Rogers, and A. S. Barusch. 2002. Predictors of life satisfaction in frail elderly. *J. Gerontol. Soc. Work.* 38(3): 1-17.
- Asano, F. and Y. Miyake. 2002. A universally designed garden for new horticulture education in Japan. *J. Therap. Hort.* 13: 70-73.
- Beckwith, E. M. and S. D. Gilster. 1995. The paradise garden: a model garden design for those with Alzheimer's disease. In: S. E. Wells (eds), *Horticultural Therapy and the Older Adult Population*. Washington D.C.: American Horticultural Therapy Association and Friends Organization Publication. pp. 3-16.
- Catlin, P. 1995. Developmental disabilities and horticultural therapy practice. In: S. P. Simson and M. C. Straus (eds), *Horticulture as Therapy-Principles and Practice*. Haworth Press, New York. pp. 131 -156.
- Fernández-Ballesteros, F. 2001. Environmental conditions, health and satisfaction among the elderly: some empirical results. *Piscithema* 13: 40-49.
- Gerlach-Spriggs, N., R. E. Kauffman, and S. B. Warner. 1998. *Restorative Gardens: the Healing Landscape*. New Haven, Yale University Press.
- Please, P. 1990. *Able to Garden: A Practical Guide for Disabled and Elderly Gardeners*. B.T. Batsford Ltd, London, United Kingdom.
- Relf, P. D. 1995. People-plant relationship. In: S. P. Simson and M. C. Straus (eds), *Horticulture*

- as Therapy-Principles and Practice. Haworth Press, New York. pp.21-42.
- Rothert, G. 1994. The Enabling Garden: Creating Barrier-Free Gardens. Taylor Publishing Company, Dallas, Texas.
- Stoneham, J., and P. Thoday. 1994. Landscape Design for Elderly and Disabled people. Packard Publishing Ltd, Chichester, UK.
- Talbot, J. F., and R. Kaplan. 1991. The benefits of nearby nature for elderly apartment residents. *Int. J. Aging Hum. Dev.* 33(2): 119-130.
- Ulrich, R. S., and R. Parsons. 1992. The Role of Horticulture. In: *Human Well-Being and Social Development: A National Symposium*. Timber Press, Portland.
- Wells, E. S. 1981. Horticultural Therapy and the Older Adult Population. American Horticultural Therapy Association and Friends Organization Publication. Washington D.C., US.
- Wherrett, J. R. 1999. Issues in using the internet as a medium for landscape preference research. *Landsc. Urban. Plan.* 45: 209-217.
- Wherrett, J. R. 2000. Creating landscape preference models using internet survey techniques. *Landsc. Res.* 25(1): 79-96.

The Primary Survey of Suitable Community Living Environment for the Older Adults in Taipei Area

Yu-Jen Kuo ¹⁾ I-Ting Yu ²⁾

Key words: Older adults, Living environment, Park, Landscape settings

Summary

According to the aging statistics by the government, the older population in Taiwan rank number 2 only less than Japan of the countries in Asia. Thus, offer a safe and barrier free environment become an important issue. The goal of this study was to investigate what types of community living environment is their most concern. In this study, face to face surveys were applied in Chien-Kuo flower market. Our investigation found that older adults significantly expect to live next to park as their first choice. However, from the result of survey, the anticipants felt general to good (3~4) to their living environment. Besides, we also found that easy access to parks was the most important factor than the other types of survey items. Park planting design was also the reason of attracting their coming. From the survey results of what the kind of park was their most preference showed that roof or community garden was their favorite. From the results of their preferred landscape facilities revealed that sitting space, chances of enjoys sunshine or shading area, and also good view areas were significantly different than the others. We expect this investigation could supply better living environment for the elderly in Taiwan and offer more useful information for landscape designer when design parks or gardens for these populations.

1) Associate Professor, Department of Geriatric Habitation, Kainan University. Corresponding author. E-mail: kuoyj@mail.knu.edu.tw.

2) Graduate student in Master Program, Institute of Landscape Architecture, Chinese Culture University.

台灣地區 LOHAS 潛在消費者分析

林永哲¹⁾ 歐聖榮²⁾

關鍵字：樂活、市場區隔

摘要：近年來 LOHAS 的概念在全球各地已經發展為一種新生活型態的趨勢與潮流，從許多廣告中可發現，LOHAS 的概念發展層面甚廣，包含健康食品、精神層面的發展、居住型態、建築與能源、交通與工作，甚至是休閒遊憩等。此種新型態的生活趨勢意味著，如果能找出對於 LOHAS 概念具有相當的認識與日常行為的潛在消費者，對於相關產業則能提供有效的幫助。因此，本研究主要目的為調查台灣地區 LOHAS 的潛在消費者為何。透過滾雪球方式的問卷調查，獲得 206 份有效樣本，並將其傾向分為高、中、低三個 LOHAS 層級。初步結果分析表示，台灣地區高 LOHAS 傾向者佔 35%，中 LOHAS 傾向者佔 58%，而低 LOHAS 傾向者佔 7%。而在消費者屬性部分，高 LOHAS 族群年齡主要分布在 20-30 歲以下，收入為每個月 2 萬元以下，並具有大學以上的教育程度。從結果分析對照，台灣高 LOHAS 傾向者與美國、澳洲、日本等國的消費者有所不同。在未來研究中，則可更進一步探討對於台灣消費者與國外消費者影響其 LOHAS 的認知與生活行為之因素為何。

前言

一九九八年，美國的社會學家 Pual Ray 和心理學家 Sherry R. Anderson 以全美十五萬人為對象，歷經十五年進行價值觀調查，結果發現占據最大比例的虔誠傳統派 (Traditionals, 佔美國人口約 24%) 和信奉民主主義和科學技術的現代派 (Moderns, 佔約 48%) 之外，還存在著第三種市民，這第三種市民擁有獨特的自我信仰及價值觀，他們會顧慮現今生態問題、地球遠景，特重視人際間的關係、女權問題、精神寄託和生理發展與自我的健康，他們也不喜歡資本主義衍生出的社會問題，人們過度的追求功名、社會地位，唯物

1) 國立中興大學園藝系碩士班研究生。

2) 國立中興大學園藝系教授，通訊作者。

論主義的發燒等等，其中也包含政府派系的相關問題(Ray, 2000)。這第三種市民就是所謂的生活創造者，Ray 將他們的生活態度稱之為 Lifestyle Of Health And Sustainability，每個字母的字首英文即是 LOHAS 的縮寫，意思是優先考慮地球環保和人類健康，促進全世界人類共存共榮，使社會能夠永續的生活方式(木村麻紀，2007)。

LOHAS 因各國的生活文化不同，而產生不同的解釋與趨勢。2007 年美國自然市場協會(Natural Marketing Institute)調查解釋，LOHAS 是一種整合性的形容詞，訴求對環境和社會責任覺醒的一種商品和服務的市場，這些價值觀會影響他們的購買行為。2002 年日本正式引入 LOHAS 概念，日本文字記者 Kaoru Kunita 表示，LOHAS 穿過太平洋而在日本大受歡迎，起源於許多的有機健康食品、多重選擇性的藥物治療方法和科技，這使日本 LOHAS 消費者得到滿足。澳洲在 2005 年也引進了 LOHAS 概念，澳洲調查策略組織指出，LOHAS 廣義的定義為包含健康、永續和社會正義，這些主要的因素會構成他們新的世界觀和如何選擇自我的生活方式(Nick Bez & Andrew Baker, 2007)。在 2005 年的 12 月，LOHAS 的概念也在康健雜誌中正式被引入報導，報導者黃慧如整理指出，LOHAS 不只是愛地球，也不只是愛自己和家人的健康，而是兩者都愛的生活方式，跨越地理、種族、年齡的限制，滲透全球和台灣，這就是樂活。隨著永續以及健康概念的興起，目前美國每四人中有一人是樂活族、歐洲約是三分之一。營養產業期刊調查預估，10 年內美國將有一半的消費者都是樂活族。

全球樂活潮已開始發起，不論是個人的生活方式逐漸受到影響，連知名的大企業也紛紛投入這項領域中，用實際的行動關懷更多的環境問題。2005 年 12 月康健雜誌初次引入樂活的概念，兩年之後，台灣不論是電視媒體、報章雜誌、甚至是產品推銷都會冠上”樂活”兩字。看似火熱的字眼，發展的如此迅速，在台灣民眾的認知當中對 LOHAS 發展概念的了解程度有多少?在發展的面相當中是否與國外的發展面向相同?在台灣的樂活族與國外的分佈層及是否相同?此等問題值得關注。根據上述，本研究之目的主要在瞭解台灣民眾對 LOHAS 的認知與行為。

研 究 方 法

一、調查範圍與方式

為了初步瞭解台灣民眾 LOHAS 的族群為何，本研究以滾雪球方式進行抽樣，並同時利用網路問卷與書面問卷方式進行調查。

二、問卷設計

利用 Ray(2000)調查美國 LOHAS 族群檢測量表與木村麻紀(2007)所提出之實際應用層面，再加上社經背景的調查，初步探討台灣 LOHAS 族群分布的層級和對 LOHAS 的概

念認知與實際的生活行為。

三、資料分析

利用 SPSS12.0 與 EXCELL2003 統計分析軟體進行資料的分析整理，包含次數分配分析與交叉分析。

結果與分析

本研究所收集的問卷總共回收 206 份有效問卷，包含網路問卷 170 份，書面問卷 36 份。依據回收之有效問卷，進行統計分析如下。

一、社經背景

社經背景分析包含性別、年齡、教育程度、職業身分、以及收入等五項基本次數分配分析，如表 1 所示。

受測者性別比例，男性佔 52%，女性佔 48%。主要年齡集中於 20-24 歲之間，佔 62%。教育程度主要集中於大學(專)，佔 58%。其中一人為高中(職)以下學歷，為了統計資料的分析便利處理，將之合併於高中職層級當中。因此大學(專)學歷以下者佔總調查人數 6%。職業身分主要為學生族群，佔 60%。在「其他」層級中，包含設計師、景觀工程顧問、勞工、農夫、家管、自由業者等，佔比例 14%。個人月收入調查中，由於有 60%的受測者為學生族群，所以個人月收入主要集中於 2 萬元以下，佔 60%。

二、LOHAS 得知來源

透過次數分配表分析(表 2)可以看出超過半數的受測者知道 LOHAS 這名詞。由 LOHAS 資訊來源分析結果可看出超過半數的人是由書報雜誌得知 LOHAS 訊息，佔 56%。

三、個人認知調查

透過 206 人的個人認知調查(表 3)，在 18 項的 LOHAS 問項當中可以發現，問項平均統計分數皆高於 3 分，結果表示受測者對 LOHAS 的概念的認知同意程度普遍為同意。

四、日常行為調查

日常生活行為問項中，主要調查個人行為與 LOHAS 族群行為的符合程度(表 4)。15 項問項主要分為四大類別，分別為食物營養、環境永續、身心發展以及建築能源。

1. 【食物營養】

在四項問項當中，「購物時，是否會仔細注意商品的身分及來源」、「會儘量使用對身體較緩和的醫療方式取代或減少化學藥物的使用」、「是否會選擇有機或較天然的日用品」70%以上的人有實際的執行，而「平常是否有購買有機食品的習慣」則比較少人執行，只有 26%。

表 1. LOHAS 受測者社經背景分析表

Table 1. Background analysis table

人口統計變項		數量	百分比
性別	男生	107	52%
	女生	99	48%
年齡	20 歲以下	15	7%
	20-24 歲	128	62%
	25-29 歲	31	15%
	30-34 歲	10	5%
	35-39 歲	6	3%
	40-49 歲	10	5%
	50-59 歲	4	2%
	60-69 歲	2	1%
教育程度	高中(職)	12	6%
	大學(專)	119	58%
	研究所以上	75	36%
職業生分	軍警	7	3%
	公教人員	20	10%
	公司行號職員	22	11%
	經商	5	2%
	學生	123	60%
	其他	29	14%
個人月收入	2 萬元以下	129	62%
	2-4 萬元	48	23%
	4-6 萬元	16	8%
	6-8 萬元	6	3%
	8-10 萬元	4	2%
	10 萬元以上	2	1%

表 2. LOHAS 名詞認識來源統計表

Table 2. The sources of LOHAS understanding table

統計變項		個數	百分比
LOHAS 名詞	知道	134	65%
	不知道	72	35%
LOHAS 資訊來源	書報雜誌	115	56%
	電視廣播	40	19%
	網路	27	13%
	學校	12	6%
	親朋好友	4	2%
	相關課程	6	3%
	其他	2	1%

2. 【環境永續】

三項問項當中「購物時是否會自備購物袋或不向店家索取塑膠袋」、「是否為了減少溫室效應，而降低冷氣使用率」執行人數皆超過 60%，而在「是否有垃圾分類的習慣」中，82%人皆有垃圾分類的習慣，可看出在環境永續方面的執行程度頗高。

3. 【身心發展】

身心發展面項中，只有「是否喜歡較為深入或是較能體驗環境的旅遊」執行程度較高，佔 85%。而「是否有屬於自己的信仰」、「是否喜歡參加社區活動」執行程度皆佔 50%左右，執行程度對低的則為「是否有從事瑜珈相關活動」，只佔 17%。由四項問項中，可看出大部份的人在身心發展的層面中，常以體驗型的旅遊做為平日休閒。

4. 【建築能源】

在建築能源方面，只有「廢水是否有回收再利用的習慣」這項執行程度較低，只佔 30%，「是否為了節約能源或減少空氣汙染而選擇搭乘大眾運輸工具或共同乘坐一部車至目的地」執行比例佔 59%，共乘制度還尚未普遍被接受。而在「是否有使用後隨手關燈關水的習慣」、「在未來購屋時，是否會考慮購買較符合綠建築指標的房屋」問項中，執行程度皆高達 86%以上，在日常節能方面執行程度頗高。

表 3. 個人 LOHAS 認知同意度量表

Table 3. Analysis of LOHAS cognitive scale

LOHAS 認知題項	平均數	標準差
■我認為結交好友、培養人際關係是很重要的	4.45	0.78
■我認為幫助別人，並且發現他人的特質或優點是很重要的	4.38	0.78
■我希望施政理念與政府預算能著重於兒童教育和健康福利、地區再造和創造生態永續的未來	4.37	0.80
■我不滿意於現在的政治情況，希望出現一個更不偏激的派系	4.30	0.94
■在我們國家中，我想要置身於一個創新且更美好的生活	4.26	0.80
■我會很擔心女性或兒童遭受到暴力與受虐的問題	4.21	0.84
■我非常重視心理與精神上的成長	4.18	0.88
■我熱愛自然，並且會擔心環境被破壞的議題	4.17	0.90
■我喜歡附有異國情調或是國外的人民和環境，並且喜歡體驗和學習不同於自己的生活方式	4.14	0.91
■我會去關心整個地球的問題(全球暖化、雨林的破壞、人口過盛、生態永續的缺乏、對貧窮國家人民的剝削)並且希望 看到更多有關於關心這些問題的行動，例如適時地限制經濟成長等	4.07	0.89
■我擔心大財團會假借合法之名賺取更多利潤，如減少支出、造成環境問題、剝削較貧窮國家等	4.07	0.84
■我認為在工作職場中要更重視男女平等，應該要有更多女性領導者參與職場或政治領域	3.99	0.88
■如果花一點錢就可以改善環境和阻止暖化問題，我願意付更多稅金或花較多的錢買對環境有益的東西	3.95	0.96
■我認為參加公益性的志工活動是很重要的	3.78	0.91
■我對於未來保持著樂觀的看法，並且不相信媒體所傳播的憤恨嫉俗或悲觀的論調	3.65	1.04
■我能控制個人的開銷，不會擔心超支的問題	3.55	0.98
■我不喜歡所有重視功利、財富或是花大錢擁有奢侈品的現代生活	3.54	1.07
■我認為精神或宗教在自我生活中扮演重要的角色，並且會關心宗教在政治中所扮演的角色	3.09	0.99

從問項中由 1-5 分作為同意的程度調查。1 為非常不同意，2 為不同意，3 為普通，4 為同意，5 為非常同意。

表 4. 個人日常生活行為之調查表

Table 4. Analysis of daily behavior scale

LOHAS 行為百分比	否	是
食物營養		
●平常是否有購買有機食品的習慣	74%	26%
●購物時，是否會仔細注意商品的身分及來源	23%	77%
●會儘量使用對身體較緩和的醫療方式取代或減少化學藥物的使用	15%	85%
●是否會選擇有機或較天然的日用品	28%	72%
環境永續		
●是否有垃圾分類的習慣	18%	82%
●購物時是否會自備購物袋或不向店家索取塑膠袋	39%	61%
●是否為了減少溫室效應，而降低冷氣使用率	31%	69%
身心發展		
●是否有屬於自己的信仰	51%	49%
●是否有從事瑜珈相關活動	82%	17%
●是否喜歡較為深入或是較能體驗環境的旅遊	15%	85%
●是否喜歡參加社區活動	55%	44%
建築能源		
●是否有使用後隨手關燈關水的習慣	5%	95%
●是否為了節約能源或減少空氣汙染而選擇搭乘大眾運輸工具或共同乘坐一部車至目的地	41%	59%
●廢水是否有回收再利用的習慣	70%	30%
●在未來購屋時，是否會考慮購買較符合綠建築指標的房屋	14%	86%

五、LOHAS 層級分析

為了初步調查台灣 LOHAS 的分佈層級，利用問卷中的行為分數加總將之分為三個 LOHAS 層級，問項中答是者為 1 分，答否者為 0 分。0-5 分為『低 LOHAS 層級』； 6-10 分為『中 LOHAS 層級』； 11-15 分為『高 LOHAS 層級』。經分析後可看出，大多數的人多屬於「中 LOHAS 層級」，佔比例 58%，「高 LOHAS 層級」則佔 35%，而「低 LOHAS 層級」只佔 7%。

六、社經背景與 LOHAS 層級分析

1. 年齡與 LOHAS 層級交叉分析(表 5)

分析結果顯示，無論是何 LOHAS 層級，主要的年齡層均以 20-30 歲所佔比例最高，而在高 LOHAS 層級中，41 歲以上所佔比例則居次，至於在低和中 LOHAS 層級 30 歲以下者所佔比例較高。

2. 教育程度與 LOHAS 層級分析(表 6)

由分析結果表示，不論是何 LOHAS 層級，教育程度皆以大學(專)所佔比例最高，而高 LOHAS 層級中，研究所以上之教育程度者所佔比例為次。

表 5. 年齡與 LOHAS 交叉分析表

Table 5. Cross-analysis of age and LOHAS level

年齡 * LOHA 層級 交叉表			LOHA 層級		
			低 LOHAS	中 LOHAS	高 LOHAS
年齡	20 歲下	個數	1	13	1
	N=15	特定 LOHAS 類型內的%	7.14%	10.83%	1.38%
	20-30 歲	個數	13	93	52
	N=158	特定 LOHAS 類型內的%	92.86%	77.5%	72.22%
	31-40 歲	個數	0	9	8
	N=17	特定 LOHAS 類型內的%	0%	7.5%	11.11%
	41 歲以上	個數	0	5	11
	N=16	特定 LOHAS 類型內的%	0%	4.17%	15.28%
	總和				
	N=206	個數	14	120	72

表 6. 教育程度與 LOHAS 層級之交叉表

Table 6. Cross-analysis of education and LOHAS level

教育程度 * LOHA 層級 交叉表			LOHA 層級		
			低 LOHAS	中 LOHAS	高 LOHAS
教育程度	高中(職)以下	個數	0	7	5
	N=12	特定 LOHAS 類型內的%	0%	5.83%	6.94%
	大學(專)	個數	9	70	40
	N=119	特定 LOHAS 類型內的%	64.29%	58.33%	55.56%
	研究所以上	個數	5	43	27
	N=75	特定 LOHAS 類型內的%	35.71%	35.83%	37.5%
總和		個數	14	120	72
N=206					

表 7. 職業身分與 LOHAS 層級之交叉表

Table 7. Cross-analysis of job occupation and LOHAS level

職業身分 * LOHA 層級 交叉表			LOHA 層級		
			低 LOHAS	中 LOHAS	高 LOHAS
職業身分	軍警	個數	1	2	4
	N=7	特定 LOHAS 類型內的%	7.14%	1.67%	5.56%
	公教人員	個數	0	9	11
	N=20	特定 LOHAS 類型內的%	0%	7.5%	15.28%
	公司行號職員	個數	1	14	7
	N=22	特定 LOHAS 類型內的%	7.14%	11.67%	9.72%
	經商	個數	0	1	4
	N=5	特定 LOHAS 類型內的%	0%	0.83%	5.56%
	學生	個數	10	79	34
	N=123	特定 LOHAS 類型內的%	71.42%	65.83%	47.22%
	其他	個數	2	15	12
	N=29	特定 LOHAS 類型內的%	14.28%	12.5%	16.67%
總和		個數	14	120	72
N=206					

3. 職業身分與 LOHAS 層級分析(表 7)

在職業身分的部分，不論為何 LOHAS 層級，主要以學生所佔比例最高，而其他職業類別所佔比例居次，包含家管、勞工、農夫、自由業者、設計師等。

4. 個人月收入與 LOHAS 層級分析(表 8)

在個人月收入分析部分，不論為何 LOHAS 層級，個人月收入在 2 萬元以下者所佔比例最高，而個人月收入在 2-4 萬元者所佔比例居次，而在 4-6 萬元的月收入比例當中，高 LOHAS 族群的受訪者比例是高於中和低 LOHAS 族群的。

表 8. 個人月收入與 LOHAS 層級交叉表

Table 8. Cross-analysis of monthly income and LOHAS level

個人月收 * LOHA 層級 交叉表		LOHA 層級			
		低 LOHAS	中 LOHAS	高 LOHAS	
個人月收	2 萬以下	個數	8	85	36
	N=129	特定 LOHAS 類型內的%	57.14%	70.83%	50.7%
	2-4 萬	個數	5	24	19
	N=48	特定 LOHAS 類型內的%	35.71%	20%	26.76%
	4-6 萬	個數	1	6	9
	N=16	特定 LOHAS 類型內的%	7.14%	5%	12.68%
	6-8 萬	個數	0	5	7
	N=12	特定 LOHAS 類型內的%	0%	4.17%	9.86%
	總和	個數	14	120	71
	N=205				

結 論 與 建 議

一、經本次研究得到下述結論：

1. 初步結果調查顯示，接受問卷訪談的台灣 LOHAS 潛在族群主要分布於 20-30 歲，教育程度皆以大學(專)所佔比例最高，職業為學生所佔之比例為最高，至於個人月收入方面，則是以 2 萬元以下所佔比例最高。

2. 本研究將台灣 LOHAS 潛在族群分為高、中、低三個層級，除了比佔最多的族群外，在各別層級中也發現不同分布比例的消費族群。在高 LOHAS 層級中，次要族群集中於 41 歲以上，教育程度在研究所以上比例較高，職業主要為公教人員和自由業者等，而在個人月收入方面，則是以 2-4 萬元所佔比例較高；中 LOHAS 層級是受訪者比例最高的族群，年齡主要分布在 20-30 歲，教育程度皆以大學(專)所佔比例最高，職業為學生所佔之比例為最高，至於個人月收入方面，則是以 2 萬元以下所佔比例最高；而低 LOHAS 層級中，比例次多族群偏向於其他職業類者，個人月收入在 2-4 萬元之比例比較起中、高 LOHAS 族群較高。
3. 由初步的調查分析，台灣高 LOHAS 傾向之消費者主要分布在 20-30 歲以上，月收入 2 萬元以下並且擁有較高的教育程度者，此初步調查結果與國外研究調查 LOHAS 消費者偏向高學歷、高收入、年齡也較高之結果有所不同。台灣 LOHAS 消費族群普遍年齡與收入皆較國外低，因此在未來 LOHAS 相關產業業者，可針對此年輕消費族群和其他次要族群做一市場區隔，提供該族群偏好之商品，同時提高高年齡和高收入族群對 LOHAS 概念的認識，將能促進 LOHAS 市場之推廣。

二、經本次研究提出下列後續研究參考：

1. 各國對 LOHAS 的概念解釋雷同，但在發展面向上卻有些不同，澳洲與日本的發展面向較為相近，涵蓋生活各項層面，但從書籍中發現，日本在 LOHAS 的教育培養運用(例如一日教師)和生活與工作(例如 ETIC、非營利組織等)的推廣上，已開始向下紮根。因此在未來研究中，可以深入探討台灣地區在 LOHAS 概念上與生活層面上的發展面向為何。
2. LOHAS 發展至今，已經成為健康永續生活的代名詞，但從文獻中發現，各國皆出現許多業者將自身產品冠上 LOHAS 的標誌而提升產品健康和環保的形象，造成名詞濫用和混淆健康標章之現象。在未來研究中，可嘗試探討台灣地區民眾對於 LOHAS 此名詞上的形象和食品安全上的認知程度。

參考文獻

木村麻紀。2007。全球樂活潮。台北:晨星出版社。

Ray, P. H. and Anderson, S. R. 2000. The Cultural Creatives: How 50 Million People are Changing the World, United States: Library of Congress Cataloging-in-Publication Data.

【網路資源】

林貞岑。2007。跟老外學樂活。 http://epaper.pchome.com.tw/archive/last.htm?s_date=old&s_dir=20071112&s_code=0228&s_cat=#c591752。

康健雜誌。2007。大聲喊 LOHAS，樂活族。 <http://www.commonhealth.com.tw/article/index.jsp?id=730>。

維基百科。2007。樂活族。 <http://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%A8%82%E6%B4%BB%E6%97%8F>。

LTI。2007。樂活旅行家。 <http://www.lohastraveler.com.tw>。

Conscious Wave, Inc. 2007. LOHAS Online. <http://www.lohas.com/>.

LOHAS-Next. Inc. 2007. LOHAS-Next. <http://www.lohas-next.com/>.

NMI. 2007. The LOHAS Consumer Trends Database. <http://www.nmisolutions.com/lohasd.html>.

OMG LOHAS. 2007. OMG LOHAS. http://www.omglohas.com.au/living_LOHAS.html.

Ray, P. H. 2000. Cultural Creative. <http://www.culturalcreatives.org/home.html>.

Analyzing Potential Market of Lifestyle of Health and Sustainability (LOHAS) in Taiwan

Yung-Che Lin¹⁾ Sheng-Jung Ou²⁾

Key words: LOHAS, Market segmentation

Summary

The concept of lifestyle of health and sustainability (LOHAS) has become a living trend around the world and has also evoked Taiwanese's attention recently. The term of LOHAS is frequently used in various commercial advertisements such as foods, spiritual development, household living, architecture and energy, transportation, work, and leisure. It means that knowing consumers' cognition and behavioral intention about LOHAS will be beneficial for related industries. Therefore, the purpose of this study is to investigate who are the potential LOHAS consumers and what are their cognitions on LOHAS. By using questionnaire survey and snowballing sampling, the study obtains 206 valid samples. For segmenting the potential market, respondents are categorized into three groups, high (35%), medium (58%), and low (7%), based upon their scores on behavioral intention. The results show that the major characteristics of respondents in high LOHAS group are around 20-30 years old, monthly income under 20,000NTD, and having a high education level. The results are different to the findings of other studies in USA, Australia, and Japan. Further researches on modifying the LOHAS cognition scale and implications are also suggested in this study.

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

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

台灣公共藝術設置原則建構之初探

謝 婉 如¹⁾ 歐 聖 榮²⁾

關鍵字：公共藝術、設置原則

摘要：自民國八十七年公共藝術設置管理辦法公布後，公共藝術漸漸的出現在我們公共生活空間中。然也因為公共藝術設置所需考量的因素較為多元而複雜，十幾年來，條文內容不斷在進行修正與補充。根據本研究過去在台中地區針對公共藝術進行「環境行為」及「視覺評估」的研究調查發現，公共藝術的設置及品質的確有待改善之需要。因此，本研究之目的在建構適合台灣公共藝術之設置原則，藉此作為未來相關部門與創作者溝通之工具。本研究透過深度訪談 12 位執行公共藝術創作的藝術家，來瞭解專家對於公共藝術設置之看法；訪談問項包含：1.請問您在設置公共藝術時，會考慮哪些設置原則，為什麼？2.請問您在設置公共藝術時，會考量哪些跟環境有關的面向，以使公共藝術與環境更有關係性、更加融合，為什麼？訪談完成後，本研究將訪談資料打成逐字稿後，參考紮根理論中主軸譯碼的方式將逐字稿彙整為系統化之資料。根據訪談資料分析結果，本研究擬出公共藝術設置原則的共 43 項設置原則，並透過 35 位由文建會公共藝術網站所提供的專家學者資料庫的專家篩選題目，將同質性太高的設置原則經過刪除後，最後確定為 37 項設置原則細項變項，最後藉由 2 位公共藝術領域的專家給予評估其設置原則，修正不清楚陳述或其他缺點，以作為下一階段量化研究之基礎。

前 言

台灣自八零年代後的政治民主及經濟繁榮的興起，為了展現進步的成就，滿足物質層面需求，實踐民生富庶的生活環境，打造現代先進的都市空間。然而富裕的視覺環境品質並非只有物質層面的需求即可，面對急速建設的環境品質惡化，人們開始反省都市規劃的過程，思考更高層次的人文精神注入，提高生活環境的品質。而藝術是人類心靈活動的具

1) 國立中興大學園藝系碩士班研究生

2) 國立中興大學園藝系教授，通訊作者

體呈現，在二十世紀以來，藝術早已脫離過去階級及身分的限制，而走向親民，為全民所有，因此，「公共藝術」(Public Art)的需求應運而生。

自民國八十七年「公共藝術設置辦法」公布後，現今走在台灣街頭，不免會看到公共藝術的設置，自公共藝術引入日常生活後，豐富了不少城市的失落空間，使人與人、人與自然、人與文化環境之間密切互動(姚孟吟譯，2002)，因此公共藝術成為促使公共空間永續經營的重要媒介，更值得被注意及探討。然也因為公共藝術設置所需考量的因素較為多元而複雜，十幾年來，條文內容不斷在進行修正與補充，在十多年來修正的過程中，「民眾參與」、「公共性」、「整體性」、「環境融合」等綱要原則是反覆被專家學者與政府單位提及並檢視的，而在近年修正的條文中更建議在公共藝術審議會中應設置不同領域的專家學者，藉以強化公共藝術的整體品質。根據本研究過去在台中地區針對公共藝術進行「環境行為」及「視覺評估」的研究調查，發現大多公共藝術的設置常面臨空間配置、互動性不佳，及主題性、美學感受不足的問題產生，因此，公共藝術的設置及品質的確有待改善之需要。

基於以上敘述，本研究之主要目的在建構適合台灣公共藝術之設置原則，藉此作為未來相關部門與創作者溝通之工具。

研究方法

本研究的研究方法分為兩階段進行，第一階段為訪談法，透過深度訪談 12 位公共藝術專家，完成公共藝術設置原則的建構；第二階段，發展出初步的結構式問卷，並將初步設計之結構問卷內容與專家學者進行討論，將問項逐一檢討，找出不適當的問項，進行增減與修正，增加問卷的信度與效度，最後再由 2 位公共藝術領域的專家給予評估設置原則，並確立設置原則。因此，以下將透過訪談法、調查對象與抽樣、測量工具來進行探討，其內容分述如下：

一、訪談法

本研究的主要方法為質性研究的訪談法，Patton(1990)指出訪談導引提供訪談者自由的探索、調查和詢問以闡明該特殊話題，並將訪談法分成三類：非正式的會話訪談、一般性的訪談導引法及標準化開放式訪談。本研究為一般性的訪談導引法(general interview guide approach)，此種訪談發展一組提綱挈領的論題，論題不必依照任何特定的次序，訪談引導只單純作為訪談期間的基本清單，以確信所有關聯的主題均已涵括其中。訪談者必須在真實的訪談情境中因應特定的受訪者，調整問題的字組與次序。其訪談問項主軸為以下兩點：

- (一) 當您在設置公共藝術時，您會考慮哪些設置原則？為什麼？
- (二) 當您在設置公共藝術時，您會考量哪些跟環境有關的面向，以使公共藝術與環境更有關係性、更加融合？為什麼？

本研究對象為已設置過國內公共藝術的藝術家為主，其選擇藝術家的方式為透過文建會公共藝術官方網站所設置的專家學者資料庫，挑選出 12 位藝術家，其藝術家的背景又依其專長可分為空間藝術、造型藝術、馬賽克、陶藝、科技裝置、雕塑、繪畫、建築、景觀等領域的藝術家。其受訪者的藝術專業背景如表 1 所示。

表 1. 受訪者的藝術專業背景

Table 1. Professional background of the artists.

受訪者	對象 1	對象 2	對象 3	對象 4	對象 5	對象 6
專業背景	陶藝	陶藝	雕塑、繪畫	造型藝術、馬賽克	馬賽克	科技裝置、雕塑
受訪者	對象 7	對象 8	對象 9	對象 10	對象 11	對象 12
專業背景	雕塑	建築	空間藝術	雕塑	陶藝、景觀	空間藝術

本研究透過錄音方式，將訪談資料轉成文字檔，利用開放性譯碼，將資料分解、檢視、比較、概念化，也就是本研究所需的原始資料分解成為一個獨立事件，再賦予一個可以代表他們各別所牽涉的現象名字；下一步分析則使用主軸譯碼，將分析現象的條件、脈絡、行動的策略和結果聯繫起來，使資料由重新組合，目的藉由典範模型發覺範疇及連結範疇，把現象充分發展(徐宗國，1997)。

二、調查對象與抽樣

本研究的母體資料分為公共藝術創作者，其目的是藉由公共藝術創作者對公共藝術設置的經驗，來得知公共藝術設置原則。在第一階段先以電話詢問其填寫問卷意願，第二階段再以郵寄或電子郵件來進行問卷的填答。資料收集於 100 年 4 月 1 日至 5 月 10 日為止，共回收 35 份，有效問卷 35 份問卷回收率為 100%。

三、測量工具

本研究之結構式問卷分為兩部份作答，分別為重要度與適合度，此兩部份是同時一起進行作答，以下就以量表內容做說明如下：

(一) 設置原則問項

本研究之設置原則問項共有 43 項，以 Likert 五點尺度，分別填寫重要度與適合度，1 代表非常不重要與適合，5 代表非常重要與適合，其表詳述如表 2 所示。

表 2. 公共藝術設置原則建構初步之問項

Table 2. The first study on setting up principle of public art question items.

設置原則(等距尺度)
1. 公共藝術必須揭發你我所關心的社會議題，讓大家開始思考這些問題。
2. 公共藝術所蘊含的故事主題必須要符合當地歷史、人文、風俗民情等脈絡特色，讓作品與當地有所呼應，並創造出屬於這個環境的公共藝術。
3. 公共藝術的主題內涵必須是要為大家所知、共同的記憶。
4. 公共藝術必須蘊含可以讓孩子、家長、居民等學習藝術的內涵，而能達到公民美學的成效。
5. 公共藝術之設置必須要能增加環境氣質與美感，使空間的氛圍含有藝術的氣息。
6. 公共藝術之設置必須要保留創作者的原創風格。
7. 公共藝術之設置必須結合當地特色和藝術家的創意，創作出屬於此場域的作品。
8. 公共藝術的表現型態必須是多元變化的，運用不同的表現手法讓公共藝術增添更多的驚喜。
9. 公共藝術必須透過不同材質的運用來創作，以使公共藝術的表現手法更加豐富。
10. 公共藝術設置必須延伸至空間中，讓使用者在其中較有空間氛圍的感受。
11. 公共藝術設置必須具有以使用者為導向的功能，以符合使用者的需求。
12. 公共藝術設置必須要有良好的維護，以滿足使用者的需求。
13. 公共藝術設置必須幫助使用者有正面的心理及生理療癒作用，以增進使用者的心靈及身體的健康。
14. 公共藝術的表現型態必須要能與人有肢體的互動，讓人有行為的參與，透過接觸產生溝通，以產生互動的效應。
15. 公共藝術表現的造型及色彩必須要豐富趣味，讓人感到有趣的、好玩的。
16. 公共藝術的內容及型態必須要能吸引人，讓人回味、流連忘返、駐留在公共藝術身邊。
17. 公共藝術的型態必須是大眾所能接受的。
18. 公共藝術的型態及材質必須要有安全性，不能傷及人們。
19. 公共藝術的材質必須要有永久性，不易損壞。

續表 2

Table 2. continued

20. 公共藝術設置位置必須是開放空間，具有公共性的場域。
21. 公共藝術設置地點必須是安全的，讓使用者可以安心的在其中活動。
22. 公共藝術設置位置必須要考慮民眾觀看的視覺角度，使其不會被其它的物品遮擋及干擾。
23. 公共藝術設置位置必須要為視覺焦點。
24. 公共藝術設置位置不能阻礙主要動線，造成人們的不便。
25. 公共藝術設置位置必須要使人容易接近。
26. 公共藝術設置位置必須要考量地形、地貌的變化。
27. 公共藝術設置必須注意建築物的色彩、高度，以及天空的色彩變化，以符合主題的色調。
28. 公共藝術設置必須透過植栽或其他物件來遮蔽，以減少背景的混亂。
29. 公共藝術設置必須要有適當的服務設施，例如步道、燈光等。
30. 公共藝術設置位置周遭必須要有適當的植栽搭配，使環境更加有美化效果。
31. 公共藝術的表現形式、材質、色調必須要有專一性，選擇適用於此地的特別表現方式。
32. 公共藝術的表現方式必須要考慮基地個性所需，選擇隱性或顯性的手法。
33. 公共藝術設置之表現手法必須是協調的，如元素、尺度、色調、造型、材質等，必須要與建築物及整體環境主題用途相互符合及協調。
34. 公共藝術設置必須使用當地的材料，以減少運送中所花費的能源。
35. 公共藝術設置必須運用環境中自然元素，如風、光影子等手法表現不同的造型手法。
36. 公共藝術設置必須要對環境負責，不能對環境造成負擔及破壞。
37. 公共藝術設置必須要得到當地居民的認同及喜好，必須要讓民眾深受公共藝術的感動而認同它。
38. 公共藝術設置必須要避免違反風水原理。
39. 公共藝術設置必須由民眾一起參與創作，共同完成作品。
40. 公共藝術之設置必須利用當地的工法，透過當地的民眾一同來完成。
41. 公共藝術設置必須與人有心靈層次的互動，引發心理的對話。
42. 公共藝術設置必須不破壞建築物主體的美觀及結構。
43. 公共藝術設置必須多多利用現有基地既有的特色，加以發揮及延伸。

結果分析

本研究透過初步訪談分析出公共藝術設置原則的建構，爾後，藉由專家問卷調查的方法確立公共藝術設置原則，其訪談及問卷調查其公共藝術設置原則確立的結果內容如下：

一、訪談結果分析

本研究透過訪談的問項得到的資料分析後，發現可以將公共藝術的設置原則分為對公共藝術本身的探討、對公共藝術設置環境的探討，和對公共藝術本身與設置環境兩者之間關係的探討，如圖 1 所示。因此，本研究就以得到的分析結果分成這三部分來討論。

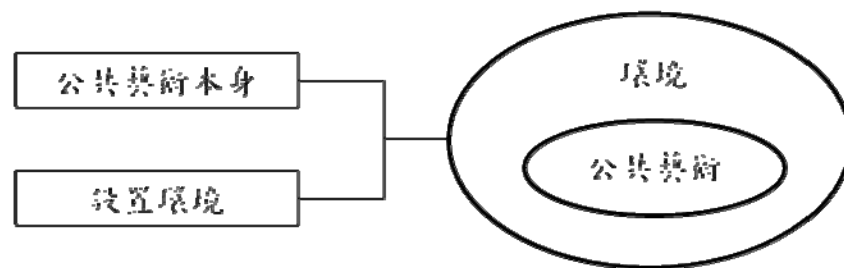


圖 1. 公共藝術設置原則分析架構圖

Fig. 1. Framework of setting up principle of public art analysis.

(一) 公共藝術本身

從訪談資料分析出的結果可將公共藝術本身的設置原則分為三個面向來談，分別是內容、形與色、質感這三個面向來談。

1. 內容：在內容部分，依據訪談的資料萃取並命名公共藝術的設置原則必須要考量的因子，有公共性、主題性、親和性、教育性和社會性。
2. 形與色：在形與色部分，依據訪談的資料萃取並命名公共藝術的設置原則必須要考量的因子，有藝術性、多元性、空間性、功能性、隱匿性、互動性、趣味性、魅力性和普遍性。
3. 質感：在質感部分，依據訪談的資料萃取並命名公共藝術的設置原則必須要考量的因子，有安全性、永久性、耐候性和生命性。

(二) 設置環境

從訪談資料分析出的結果可將設置環境的設置原則，以設置環境的設置位置、社會歷史背景、實體背景、導引性和綠美化，這幾個面向來談。其中設置位置這個面向，又可依據訪談的資料萃取並命名公共藝術的設置原則特別要考量的因子有公共性、安全性、視覺可及性、動線可及性和自然因素。

(三) 公共藝術與設置環境之間的關係

從訪談資料分析出的結果可將公共藝術本身與設置環境之間的關係其設置原則分為三個面向來談，分別是空間環境、社會歷史背景和民眾這三個面向來談。

1. 空間環境：在空間環境部分，依據訪談的資料萃取並命名公共藝術的設置原則必須要考量的因子，有專一性、互動性、協調性、生態性和責任性。
2. 社會歷史背景：在社會歷史背景部分，依據訪談的資料萃取並命名公共藝術的設置原則必須要考量的因子，有互動性、脈絡性和場域性。
3. 民眾：在民眾部分，依據訪談的資料萃取並命名公共藝術的設置原則必須要考量的因子，有認同感、經濟性和互動性。

本研究透過訪談資料分析出的結果將公共藝術的設置原則分為三部分來探討，分別是「公共藝術本身」的探討、公共藝術「設置環境」的探討，和對「公共藝術本身與設置環境之間關係」的探討，其分析出的考慮面向及影響因子如表 2 所示。

表 3. 公共藝術設置原則分析表

Table 3. The setting up principle of public art analysis.

架構	考慮面向	影響因子
公共藝術本身	內容	公共性、主題性、親和性、教育性、社會性
	形與色	藝術性、多元性、空間性、功能性、隱匿性、互動性、趣味性、魅力性、普遍性
	質感	安全性、永久性、耐候性、生命性
設置環境	設置位置	公共性、安全性、視覺可及性、動線可及性、自然因素
	社會歷史背景	
	實體背景	
	導引性	
公共藝術與設置環境之間的關係	綠美化	
	空間環境	專一性、互動性、協調性、生態性、責任性
	社會歷史背景	互動性、脈絡性、場域性
	民眾	認同感、經濟性、互動性

二、問卷調查結果分析

本研究透將初步設計之結構問卷內容與專家學者進行討論，將問項逐一檢討，找出不適當的問項，進行增減與修正，增加問卷的信度與效度，最後再由 2 位公共藝術領域的專家給予評估設置原則，並確立設置原則共 37 項，其確立的問項如表 4 所示。

表 4. 公共藝術設置原則建構確立之問項

Table 4. The correct study on setting up principle of public art question items.

設置原則(等距尺度)
1. 公共藝術應揭發你我所關心的社會議題，讓大家開始思考這些問題。
2. 公共藝術所蘊含的故事主題應符合當地歷史、人文、風俗民情等脈絡特色，讓作品與當地有所呼應，並創造出屬於這個環境的公共藝術。
3. 公共藝術的主題內涵應能喚起大家共同的記憶。
4. 公共藝術應能蘊含可以讓孩子、家長、居民等學習藝術的內涵，而能達到公民美學的成效。
5. 公共藝術之設置應能增加環境課題的關注與美感，使空間的氛圍含有人文省思的氣息。
6. 公共藝術之設置應保留創作者的原創風格。
7. 公共藝術之設置應結合場域特有性質和藝術家的對話，創作出屬於此場域的作品。
8. 公共藝術的表現型態應能尊重多元的變化，可運用不同的表現手法讓公共藝術增添更多的驚喜。
9. 公共藝術設置應延伸至空間中，讓使用者在其中較有空間氛圍的感受。
10. 公共藝術設置應具有以參與者為導向的誘導，以強化參與者介入參與動機與觸動的需求。
11. 公共藝術設置應有良好的維護管理，以延長使用期限維護藝術品美感與觸動。
12. 公共藝術設置應能幫助使用者有正面的心理及生理療癒作用，以增進使用者的心靈及身體的健康。
13. 公共藝術的表現型態應能與人有肢體的互動，讓人有行為的參與，透過接觸產生溝通，以產生互動的效應。
14. 公共藝術的內容及型態應能吸引人，讓人回味、流連忘返、駐留在公共藝術身邊。
15. 公共藝術的型態應是大眾所能接受的。
16. 公共藝術的型態及材質應有安全性，不能危及公共安全。

續表 4

Table 4. continued

設置原則(等距尺度)
17. 公共藝術的材質應是不易損壞的。
18. 公共藝術設置位置應是開放空間，具有公共性的場域。
19. 公共藝術設置地點應是安全的，讓使用者可以安心的在其中活動。
20. 公共藝術設置位置應考慮民眾觀看的視覺角度，使其不會被其它的物品遮擋及干擾。
21. 公共藝術設置位置應為視覺焦點。
22. 公共藝術設置位置應不能阻礙主要動線，造成人們的不便。
23. 公共藝術設置位置應使人容易接近。
24. 公共藝術設置位置應考量地形、地貌的變化。
25. 公共藝術設置應透過環境整理，以美化環境及減少背景的混亂。
26. 公共藝術設置位置周遭應有適當的服務設施，例如步道、燈光等。
27. 公共藝術的表現方式應考慮基地個性所需，選擇適用於此地的特別表現方式。
28. 公共藝術設置之表現手法應是協調的，如元素、尺度、色調、造型、材質等，須與建築物及整體環境主題用途相互符合及協調。
29. 公共藝術設置應使用當地的材料，以減少運送中所花費的能源。
30. 公共藝術設置應運用環境中自然元素，如風、光影等，表現不同的造型手法。
31. 公共藝術設置應對環境負責，不能對環境造成負擔及破壞。
32. 公共藝術設置應得到當地居民的認同及喜好，須讓民眾深受公共藝術的感動而認同它。
33. 公共藝術設置應避免違反風水原理。
34. 公共藝術設置應由民眾一起參與創作，共同完成作品。
35. 公共藝術之設置應利用當地的工法，透過當地的民眾一同來完成。
36. 公共藝術設置應與人有心靈層次的互動，引發心理的對話。
37. 公共藝術設置應不破壞建築物主體的美觀及結構。

結 論 與 建 議

一、結論

根據前述資料分析結果，發現在探討公共藝術的設置原則時，可以將之分為「公共藝術本身」、「設置環境」，以及「公共藝術本身與設置環境之間關」係這三部分做為探討。在這三個架構的所討論出的結果中，可以瞭解與過去國內外原則所考慮的面向及因子都有

相似之處，惟過去研究較缺少與實體環境規劃設計相關的原則；再者，比較不同背景的受訪者對於公共藝術的設置原則時也發現，其大部分背景為純藝術創作的受訪者較不會關注公共藝術與環境互相融合搭配的問題，大多還是以公共藝術本身的話題在打轉，然而，具有環境規劃背景者，較能強調公共藝術與環境互相搭配的重要性。以上這幾點問題都強調出目前台灣公共藝術的設置原則的確缺少與環境互相協調搭配這一塊面向。故本研究回應此研究的目的尋出適合台灣公共藝術設置原則，能以這三個架構來討論，並發現其中最極具缺少的環境面向。因此，本研究就以此現象，提出對公共藝術設置原則的建議和後續建議。

二、建議

由於公共藝術所面臨的環境是一個在運作生命的有機體，其中包含萬物現象是不可測量的，公共藝術要滿足千萬種人、不同地方所要的期望，然而，現今遍佈台灣的公共藝術有多少是真的符合人們所需的作品，不禁令人懷疑，故本研究提出此探討台灣公共藝術設置原則的構念，是期望能以較詳細的方法討論公共藝術設置原則上的問題。因此，公共藝術的設置原則應以較詳細的方法討論其公共藝術本身與設置環境之間的問題，並且要多多注重環境層面上的原則，使公共藝術與設置環境有更強的關連性產生。

三、未來建議

未來的研究將會以本次公共藝術設置原則確立之問項作為作為下一步量化研究的基礎，並期以公共藝術相關的三種身分為調查基礎，分別為公部門、藝術家以及民眾此三種族群為公共藝術設置原則的調查基礎，期能瞭解不同族族群對於公共藝術設置原則的看法。

參 考 文 獻

- 公共藝術網站。2009。公共藝術操作手冊。取自：<http://publicart.cca.gov.tw>
- 徐宗國譯。Strauss, A. and C. Juliet 著。1997。質性研究概論。台北：巨流出版社。
- Patton, M. Q. 1990. *Qualitative evaluation and research methods*. London: Sage Publication Inc.

Primary Study on the Setting Up Principle of Taiwan's Public Art

Wan-Ju Hsieh¹⁾ Sheng-Jung Ou²⁾

Keyword: public art, setting up principle

Summary

In Taiwan, more and more public arts have emerged owing to the code "Public art establishment and management method" implemented since 1998, and for the complexity in consideration of setting public arts, the content of the code have been modified continuously in recent decade. In a decade of modification procedure, "public participation", "the trait of public", "compatible with environment" and "integrity" etc., are both the fundamental principles that have been mentioned and reviewed repeatedly by related specialists and branch of government. Moreover, related acts modified in recent years have been recommended that the hearing of public art censoring would have a certain ratio of visual art specialists participating, thereby fortifying the quality of public arts. Therefore, the purpose of this research is to construct a public art setting up principal that is acceptable, reasonable in Taiwan and thereby act as a communication platform between officers and artists. For knowing the important and suitable degree of setting up principle of public arts in Taiwan, the research selects twelve artists to interview about their opinion of setting up principle of public art. The interview questions including two questions, the first question is "What are the setting up principle of public arts, you will consider when setting up the public art?" , the second question is "What do you consider the dimension of environment, when setting up principle of public arts?" After the interview, the research reorganizes the content of the process of interview. According to the result of the interview, the research drawing up forty-three setting up principles, and through thirty-five masters of public art to delete the similar setting up principle of public arts, then establishes firmly thirty-seven setting up principle of public arts. Finally, correct and estimate by two masters of public art, to be the foundation of the next stage research of quantification.

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

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

興大園藝

第三十六卷 第二期

台灣原生獼猴桃屬之分布

.....謝東佑..... 1

套袋材質對'珍珠'番石榴品質之影響

.....蔡宜君 林慧玲..... 9

有機養液栽培對胡瓜'夏笛'植株生育及果實品質之影響

.....許韻聲 李文汕.....21

生長調節劑不同施用方式對茄子果實生長之影響

.....藍玄錦 宋 好.....37

韭蘭屬種間雜交種之微體繁殖

.....郭欣宜 朱建鏞.....49

紫苞舌蘭之微體繁殖

.....楊宗翰 林瑞松.....61

叢枝菌根菌運用於綠化樹木之研究

.....陳韻帆 劉東啟.....75

綠色民宿住宿屬性之建構

.....陳玫君 歐聖榮.....87

國立中興大學園藝學系編印

中華民國一〇〇年六月

台灣原生獼猴桃屬之分布

謝 東 佑¹⁾

關鍵字：原生果樹、奇異果、野外調查

摘要：本研究於 2003 至 2010 年間，於台灣各地，含多處離島進行獼猴桃野外種原調查，調查結果顯示，闊葉獼猴桃分布於海拔 300-2200 m 山區，主要分布地點為拉拉山、谷關、蓮花池、惠蓀林場、明池、鞍馬山、泰安、日月潭、東源、霧社、梨山及太麻里等地；山梨獼猴桃分布於海拔 50-2200 m 區域，主要分布地點為陽明山、北橫沿線、棲蘭山、大溪、福山植物園、太平山、歸田、牡丹、和平林道、尖石、霧社、三腳南山及鳳岡林道等地；軟棗獼猴桃分布於中北部海拔 1300-2600 m 山區，主要分布地點有思源埡口、棲蘭山、司馬庫斯、拉拉山、和平林道、佳陽及太平山等地；台灣羊桃分布於海拔 500 m 以上山區，以 1200-2500 m 之間較為常見，主要分布地點有大雪山、阿里山、思源埡口、梅峰、梨山、棲蘭山、和平林道、杉林溪、太平山、司馬庫斯、尖石、觀霧、雪見、天池及能高越嶺古道等地；異色獼猴桃分布於海拔 200-2100 m 山區，主要分布地點為蓮花池、明池、福山植物園、溪頭、大漢山林道、和平林道、力行產業道路沿線、北東眼山、尖石、瑞里、大溪及阿里山等地。調查結果顯示，台灣豐富且廣泛分布的原生獼猴桃種原，深具育種開發的潛力。

前 言

台灣位於亞熱帶地區，地形地貌多樣性高，園藝植物資源豐富（嚴, 1995），然而近年來土地開發與人為採摘嚴重，導致原生園藝植物種原不斷消失，對園藝育種研究而言，是無可彌補的損失，故原生園藝植物種原的分布與數量等基礎調查，及保育工作的展開，對相關的育種工作者而言，是刻不容緩的工作（Ferguson, 1984）。有關台灣原生獼猴桃的地理分布研究，一直沒有系統性或全面性的調查研究發表，因此本研究於 2003 至 2010 年間，

1) 國立中興大學園藝學系博士班學生。

至全島各地（含部份離島）進行各種獼猴桃分布調查工作，以期建立台灣原生獼猴桃種原分布之基本資料，配合種原性狀之調查，提供未來有關種原利用、保育及育種研究方面之基礎參考資料。

材 料 與 方 法

本研究利用逢機搜索方式，於 2003 年至 2010 年間，以不定時、不定點的方式，逢機至台灣各地調查軟棗獼猴桃(*Actinidia arguta*)、異色獼猴桃(*A. callosa* var. *discolor*)、闊葉獼猴桃(*A. latifolia*)、山梨獼猴桃(*A. rufa*)及台灣羊桃(*A. setosa*)等五種原生獼猴桃種原(圖 1)分布，調查地點如表 1 所示，包括北部的陽明山國家公園、北宜公路沿線、北橫公路沿線、雪霸國家公園、福山、塔曼山、李棟山；中部的中橫公路沿線、太魯閣國家公園及玉山國家公園、北東眼山、日月潭、含歡山；南部的南橫公路、南迴公路、墾丁國家公園、鳳岡林道、里龍山、老佛山、太和山；東部的海岸山脈、南迴及南橫公路東段、太平山、棲蘭山、林田山、和平林道、萬榮林道等地。若發現野生獼猴桃植株，則紀錄其生育地點資訊，若有高度過高或地形險要，而無法採得的獼猴桃植株，則僅拍照或紀錄其生育地點，並將調查結果繪製成物種分布圖，供研究參考。

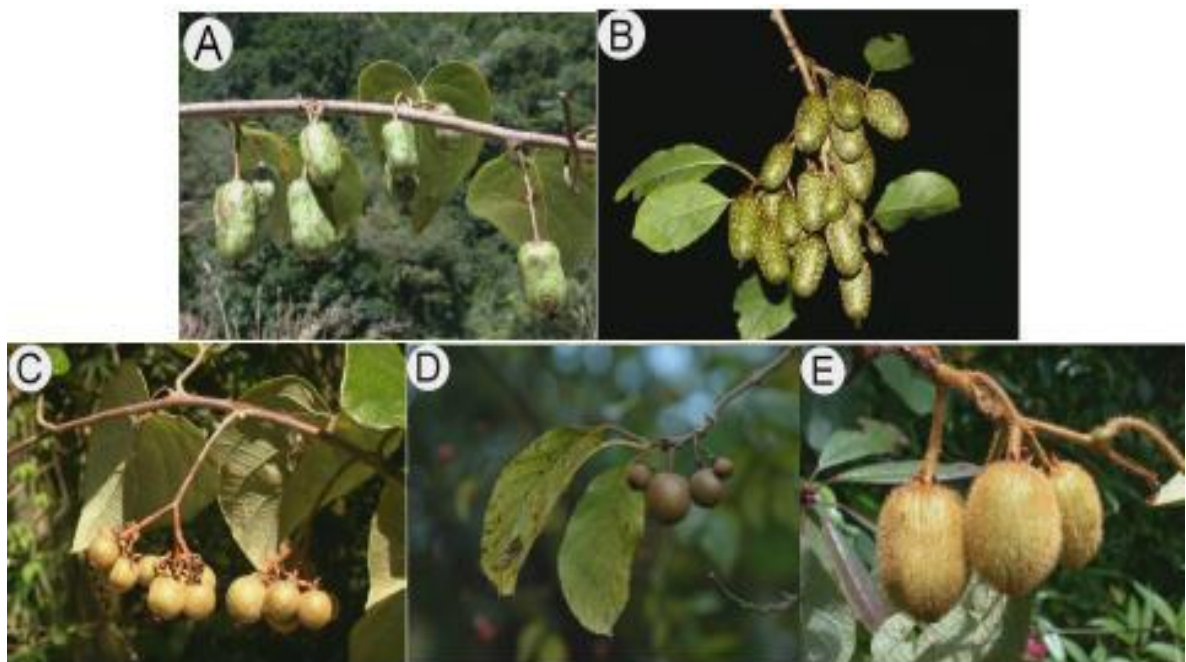


圖 1. 台灣原生獼猴桃: A. 軟棗獼猴桃, B. 異色獼猴桃, C. 闊葉獼猴桃, D. 山梨獼猴桃, E. 台灣羊桃

Fig. 1. Taiwan's indigenous *Actinidia*: A. *A. arguta*, B. *A. callosa* var. *discolor*, C. *A. latifolia*, D. *A. rufa*, E. *A. setosa*.

表 1. 台灣原生獼猴桃種原調查地點

Table 1. Investigation locations of indigous *Actinidia* in Taiwan.

縣市	調查地點
新北	陽明山國家公園、坪林、平溪、雙溪、貢寮、瑞芳、猴硐、汐止、石碇、新店、烏來、深坑、土城、北宜公路沿線、哈盆、福山
台北	陽明山國家公園、內湖、士林、南港
桃園	大溪、觀音、龍潭、復興、巴陵、拉拉山、四陵、新興、西村、北插天山、塔曼山、鴛鴦湖、龜山
新竹	竹東、北埔、峨眉、橫山、尖石、司馬庫斯、俠客羅古道、馬美、馬石、李棟山、鴛鴦湖、鎮西堡、五峰、五指山
苗栗	三義、南庄、獅潭、觀霧、雪見、公館、泰安、大湖、馬拉邦山、勝興、南湖、卓蘭、加里山、鹿場大山、向天湖、橫龍山、司馬限林道、石壁、仙山、獅頭山、三灣
台中	東勢、新社、太平、霧峰、和平、谷關、梨山、大禹嶺、合歡溪、武陵農場、思源埡口、環山、松茂、佳陽、德基、大雪山林道、大坑
南投	惠蓀林場、北東眼山、力行產業道路沿線、梅峰、竹山、溪頭、杉林溪、霧社、日月潭、蓮花池、奧萬大、東埔、八通關、玉山、合歡山、梅峰、翠峰、南山溪、眉溪、鹿谷、大鞍林道
嘉義	梅山、瑞里、石桌、達邦、豐山、中埔、奮起湖、阿里山公路沿線、太和、大埔
台南	東山、烏山頭、關子嶺、玉井、南化
高雄	旗山、六龜、鳳岡林道、南橫公路西段沿線、關山、高中林道、內門、藤枝、扇平、茂林、多納、多納林道、美濃
屏東	三地門、萬巒、好茶、瑪家、大漢林道沿線、里龍山、老佛山、壽卡、太和山、內文、牡丹、旭海、四重溪、港口、墾丁、恆春、滿州、九棚、萬里得山、南仁湖
宜蘭	三星、壯圍、羅東、大溪、大里、頭城、礁溪、福山植物園、南澳、東澳、武塔、蘇澳、太平山、棲蘭山、南山、獨立山、明池、四季、牛鬥、烏石鼻、龜山島
花蓮	太魯閣、天祥、迴頭灣、關園、和平林道、蘇花公路沿線、壽豐、西林、萬榮林道、林田山、馬錫山、富源、海岸山脈、八通關古道東段、天長斷崖、富里、海端、龍澗、荖溪
台東	都蘭山、太麻里、鹿野、紅葉、南橫公路東段、南迴公路東段

結 果

種原物種發生定模與分布調查結果分別如圖 2 所示。本研究調查到的生育地包括原始森林內、峭壁土坡上、次生灌叢中、路旁或林緣及人工造林地等各種環境下，均可發現原生獼猴桃植株。其中以次生灌叢中發現獼猴桃植株的機率最高，峭壁土坡及路旁林緣次之，人工造林地及原始森林內發現的獼猴桃植株較少。

在海拔分布方面，本研究調查的數量，以中海拔地區的獼猴桃種類及數量最多，其次則是高海拔地區，這兩個海拔範圍涵蓋台灣產所有的獼猴桃種類，約佔台灣原生獼猴桃數量的 80%。低海拔部分，獼猴桃的種類只有調查到闊葉、山梨、異色獼猴桃等數種，至於台灣羊桃在此區域內則極為罕見，僅有一次發現記錄，本區域的獼猴桃數量約佔所調查到獼猴桃的 20% 左右，且多集中於少數林相保存完整的低海拔闊葉林區內，如福山植物園、陽明山國家公園、日月潭、蓮花池、墾丁國家公園等地，該區域內的獼猴桃數量或種類均較為豐富。

由圖 2 以看出，臺灣最適合闊葉獼猴桃生長的地區為中部中海拔山區，其次為北部中低海拔山區，高海拔地區分布較少，西部低海拔地區則極少分布，東部低海拔一直延伸至南部，則有較明顯且適合闊葉獼猴桃分布之區域；山梨獼猴桃的適合分布區域，在中部中海拔山區有較多的分布記錄，且本種分布範圍為台灣產所有獼猴桃最廣闊的，北從陽明山，南至恆春半島，均適合本種生長，僅西部平原因開發之故，在本研究調查中並無採集及分布記錄；軟棗獼猴桃分布的區域並不多，主要集中在北部中海拔山區等少數地方，中部玉山國家公園範圍內也有分布；台灣羊桃由於深休眠性的需求，適合其生長的主要環境皆分布於全省中高海拔山區，低海拔地區僅紀錄 1 筆分布；異色獼猴桃的分布雖不如山梨獼猴桃之廣，但是本島有異色獼猴桃生長的地方也不少，其中本種主要分布於中北部中低海拔山區，往南則數量漸減，至恆春半島一帶則未見本種分布的記錄。

從本研究的調查可以了解各地獼猴桃分布數量與概況，其中闊葉獼猴桃分布於海拔 300-2,200 m 山區，主要分布地點為拉拉山、谷關、蓮花池、惠蓀林場、明池、鞍馬山、泰安、日月潭、東源、霧社、梨山及太麻里等地；山梨獼猴桃分布於海拔 50-2200m 區域，主要分布地點為陽明山、北橫沿線、棲蘭山、大溪、福山植物園、太平山、歸田、牡丹、和平林道、尖石、霧社、三腳南山及鳳岡林道等地；軟棗獼猴桃分布於中北部海拔 1300-2600m 山區，主要分布地點有思源埡口、棲蘭山、司馬庫斯、拉拉山、和平林道、佳陽及太平山等地；台灣羊桃分布於海拔 500m 以上山區，以 1300-2500m 之間較為常見，主要分布地點有大雪山、阿里山、思源埡口、梅峰、梨山、棲蘭山、和平林道、杉林溪、太平山、司馬庫斯、尖石、觀霧、雪見、天池及能高越嶺古道等地；異色獼猴桃分布於海拔 200-2100m 山區，主要分布地點為蓮花池、明池、福山植物園、溪頭、大漢山林道、和平林道、力行產業道路沿線、北東眼山、尖石、瑞里、大溪及阿里山等地。

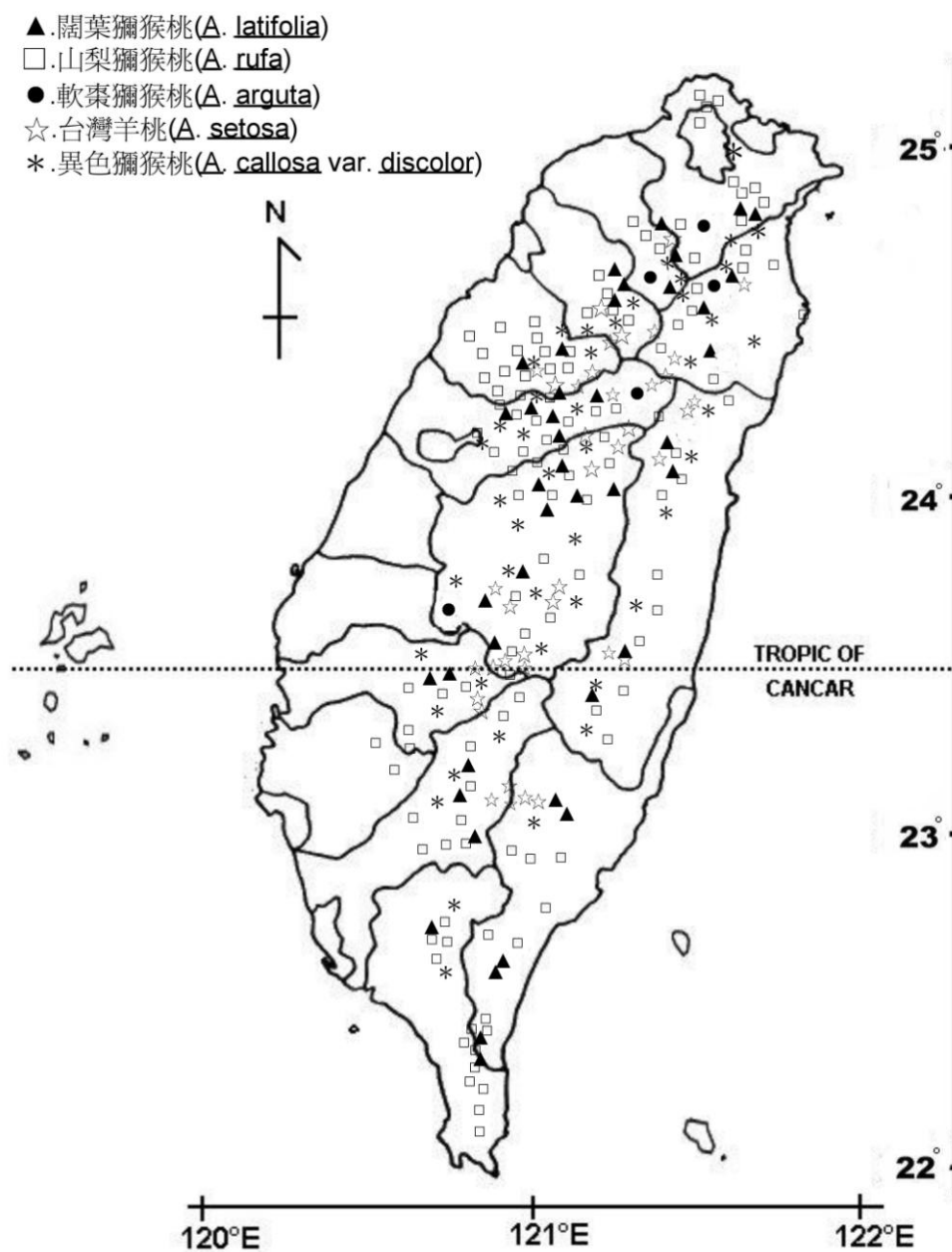


圖 2. 台灣原生獼猴桃之分布

Fig. 2. Distribution map of indigenous *Actinidia* species in Taiwan.

討 論

台灣原生獼猴桃分布紀錄一直缺乏系統性的全面調查，僅有一些零星的文獻記錄與標本採集記錄可供參考。本研究自 2003 年到 2010 年間，經 8 年時間進行野外調查，並紀錄全島各地獼猴桃生育地點，經比對前人文獻 (Henry, 1886; Kawakami, 1910; Dunn, 1911; Hayata, 1919; Kanehira, 1936; Li, 1952; Liang, 1984; Nee, 1991) 之後發現，早期獼猴桃在台灣平地採集記錄不少，例如淡水、基隆、恆春、烏石鼻、蘇澳、萬金庄等地，全島從北到南均有許多採集記錄，然而本研究到上述地點進行種原調查時，除了恆春山區與烏石鼻山區之外，其他地點可能因土地開發之緣故，而未能發現耐熱性獼猴桃植株。

目前上述地區中，恆春半島所發現種原在約 290m 的海拔處，殘存於墾丁國家公園內及南迴公路沿線至 199 線沿線公路原始林邊緣；於烏石鼻保護區內則分布於海拔 50-300m 間的原始森林中。而在本研究調查中，發現存於最低海拔之山梨獼猴桃種原僅約海拔 10m，距離海岸線約 1 km 的原始海岸林中；而以往被認為僅分布於海拔 1300m 以上的台灣羊桃，在本研究中也首次在海拔約 500m 的雙連埤旁被發現，可見目前台灣低平地的氣候仍適合獼猴桃生存，快速嚴重的土地開發，才是導致耐熱性獼猴桃種原消失的主因。

台灣產五種獼猴桃中，數量最多且分布最廣的仍為山梨獼猴桃、其次則為異色獼猴桃及闊葉獼猴桃，這三種獼猴桃在本研究中，均發現不少耐熱性種原，而台灣羊桃則多數分布於中、高海拔山區，然而果形較大，故本研究所發現之低海拔種原，具有發展耐熱性獼猴桃育種的潛力。目前數量最稀有的軟囊獼猴桃，其分布也都是在中高海拔山區，本研究除了在前人記載 (Peng and Lu, 1996) 的產地發現一些植株以外，在宜蘭縣棲蘭山、太平山區、桃園縣拉拉山、台中縣佳陽、新竹縣司馬庫斯及花蓮縣和平林道等地，均發現少數植株，從目前的分布狀況來看，本種分布區域零碎且片段化，每個生育地族群數量均十分稀少，族群之間隔離情況嚴重，且其生育地多分布在高山果園或蔬菜生產區內，如果不積極保育，未來在台灣有滅絕的可能。

致 謝

本研究調查期間，感謝本系故倪正柱教授對本研究之指導與支持。

參 考 文 獻

- 嚴新富。1995。重要園藝作物台灣野生近緣種之研究。國立台灣大學博士論文。
- Ferguson, A. R. 1984. Kiwifruit: a botanical review. Hort. Rev. 6:1-64.
- Hayata, B. 1919. Icones plantarum Formosanarum nec non et contributiones ad floram formosanam. Taihoku: Bureau of Productive Industry, Government of Formosa. 388pp.
- Henry, A. 1896. List of plants from Formosa: with some preliminary remarks on the goeography, nature of the flora, and economic botany of the island. Kelly and Walsh. 118pp.
- Kanehira, R. 1936. Formosa trees, indigenous to the island. Dept. of Forestry, Government Research Institute of Formosa, Taihoku.
- Kawakami, T. 1910. A list of plants of Formosa. Taihoku: Bureau of Productive Industry, Government of Formosa.
- Li, H. L. 1952. A taxonomic review of the genus *Actinidia*. J. Arnold Arboretum 33:1-61.
- Liang, C. F. 1984. *Actinidia*. Flora Reipublicae Popularis Sinicae 49:195-268.
- Nee, C. C. 1991. Kiwifruit in Taiwan. Acta Hort. 297:175-182.
- Peng, R. J. and F. Y. Lu. 1996. Actinidiaceae. in: T. C. Huang (Ed.), Flora of Taiwan. Flora of Taiwan Editorial Committee, Taipei. pp. 656-661.

Distribution of Indigenous *Actinidia* in Taiwan

Tung-Yu Hsieh ¹⁾

Key words: Indigenous fruit trees, Kiwifruit, Field survey

Summary

Distribution of indigenous *Actinidia* in Taiwan was conducted from 2003 to 2010. Distribution survey results was shown as follow: *A. latifolia* is mostly in 300-2,200 m mountain area and *A. rufa* mostly in 50-2200 m lowland and mountain area throughout the island; *A. arguta* mostly in 1300-2600 m mountain area of north and central part; *A. setosa* mostly in 1200-2500 m mountain area and *A. callosa* var. *discolor*, mostly in 200-2100 m mountain area throughout the island.

1) Graduate student in Ph.D. program, Department of Horticulture, National Chung Hsing University.

套袋材質對‘珍珠’番石榴品質之影響

蔡宜君¹⁾ 林慧玲²⁾

關鍵字：套袋、番石榴、硬度、可溶性固形物、果實生長曲線

摘要：番石榴亞主枝經修剪後留 5-7 對葉，待修剪節位上新枝條成熟並開花結果，果實直徑約 2 公分時進行不同材質套袋，並測量套袋後果實生長曲線及採收後果實品質。結果顯示，以 PE 袋內襯白色舒果網套袋，袋內溫度最高，生長後期果實長度及寬度快速增加；而白色紙袋級雙層褐色牛皮紙袋套袋的果實，後期增長較為緩慢。當果實到達園藝成熟度採收後，套 PE 袋內襯白色舒果網及白色紙袋的果實果重較重；雙層褐色牛皮紙袋套袋的果實果重最輕。果實硬度以白色紙袋套袋果實硬度高，雙層褐色牛皮紙袋套袋果實硬度低，其中，可溶性固形物含量在以雙層褐色牛皮紙袋套袋果實最高，顯著高於 PE 袋內襯白色舒果網及白色紙袋套袋。分析果實大量元素及微量元素，PE 袋內襯白色舒果網的果實磷含量較高，雙層褐色牛皮紙袋鋅含量較高，其餘元素濃度則無顯著差異。

前 言

番石榴(*Psidium guajava* L.)為桃金娘科多年生常綠果樹，原產於中美洲熱帶地區(Salazar *et al.*, 2006)。根據 98 年農業統計年報指出，台灣栽培以高雄縣、彰化縣、台南縣生產為主，目前台灣以‘珍珠’為主要經濟栽培種類(謝，2006)，周年皆有外銷，但有夏果實不耐低溫儲運之問題。由於台灣地處東方果實蠅疫區，因此果實生產以套袋方式防止果實蠅叮咬，並增進果實食外觀品質。而不同套袋材質對果實品質影響有所差異，據王 2008 年指出，舒果網可能促進果實大小，目前台灣栽培以 PE 袋內襯白色舒果網為番石榴常用之套袋方式，其較其他套袋材質可縮短果實生長發育時間。夏季生長 120 天可達採收成熟度，冬果需 150 天；夏季高溫多溼而土壤水分含量高，造成夏季果實呼吸率較高，果實內

1) 國立中興大學園藝學系碩士班研究生。

2) 國立中興大學園藝系副教授，通訊作者。

醣、抗壞血酸及可滴定酸均較冬果低，可能是果實不耐低溫貯運的原因(王，2006)。因此，本試驗擬探討套袋材質對番石榴果實生長速率及品質之影響，期能改進夏季果實品質，進而增加貯運能力。

材 料 與 方 法

一、試驗材料

本試驗材料為 8 年生‘珍珠’番石榴植株，試驗區位於台中地區果園，田間管理依照慣行栽培，2010 年 3 月 27 日進行修剪，修剪以亞主枝保留 5-7 對葉，全株修剪方式相同，待開花後進行套袋處理。

二、試驗方法

修剪後 81 天(盛花後 23 天)果實疏果，每分枝留 1-2 果，一結果枝上最多留兩個果實，依枝條生長勢決定。盛花後 32 天，選取枝條上留 1 果的果實進行套袋，套袋的果實枝條摘心處理，每種套袋材質處理 20 個果實，共三棵番石榴樹供試驗，每棵樹處理三種不同套袋材質。PE 套袋使用兩側有排水孔的聚氯乙烯袋，厚度 0.02mm，舒果網使用白色舒果網；白色紙袋使用長 27.5×寬 20.5cm，兩側有排水孔之白色紙袋；雙層褐色牛皮紙袋使用長 27.5×寬 20.5cm，外層為褐色內襯黑色之紙袋。待果實達園藝成熟度採收，並測定果實品質及進行成分分析。

三、調查項目

果實生育期間袋內溫度，以溫度探針紀錄果實與套袋材質間隙的溫度，測量一天溫度的變化，單位℃。果實生長曲線以游標尺測量掛樹果實長、寬，長度取果頂至果梗端，寬取赤道最寬部位，單位 mm。果實達園藝成熟度採收後，去除套袋包裝，以手持式色差儀(Hand-held colorimeter, Nippon Denshoku Model NR 3000)測定採收果實果皮顏色，每果實測定赤道部位兩點，果色以 L^* 、 a^* 、 b^* 、 C 、 $^{\circ}h$ 表示之。 L^* 代表明度， L^* 為 100 時表示白色， L^* 為 0 時表示黑色； a^* 為紅綠色， $+a$ 為紅色， $-a$ 為綠色； b^* 為藍黃色， $+b$ 為黃色， $-b$ 為藍色； C 為色彩飽和度 $(a^2+b^2)^{1/2}$ ； $^{\circ}h$ 為色相角 $\tan^{-1}(b/a)$ 。以電子天平秤裸果果重，單位為 g。果實硬度，以手持式硬度計測定單位面積(直徑 0.79cm)垂直穿刺果實赤道部位所需最大力量，每果實測定兩點硬度，單位(kg)，以牛頓(N)表示。取果實赤道部位兩邊果汁混合後，以電子式糖度計測量可溶性固形物含量，單位 $^{\circ}\text{Brix}$ 。

四、元素分析

果實及葉片之元素分析方法，葉片以自來水清洗塵土，經 1% 鹽酸快速漂洗，三次純水洗滌，將樣品放入牛皮紙袋，以通風式烘箱 100℃ 殺菁 1 小時，再以 70℃ 直至葉片烘乾，烘乾樣品以磨粉機研磨成粉末狀，存放於硫酸紙袋內；果實切取果皮及果肉，以液態氮急速冷凍切塊之樣品於夾鏈袋內，以冷凍乾燥機乾燥樣品，脫水之樣品以研鉢研磨，存

於-20℃凍箱內供分析。上述樣品粉末皆以乾灰化方法灰化樣品，葉片稱乾重 0.5g、果實稱乾重 1g，樣品置於坩鍋中，逐步升溫至 200℃加熱 2 小時，再 400℃加熱 1 小時，最後 550℃加熱 2 小時，樣品降溫後，加入 5ml 2N HCl(Merck)，經 Whatman #42 號濾紙過濾，濾液定量至 25ml，以 PE 瓶保存待測。鐵、錳、銅、鋅以濾液經原子吸收光譜儀測量，鈣、鉀、鎂經稀釋再以原子吸收光譜儀測量。鈣元素稀釋，果實取濾液 1ml 加 3ml 純水、葉片取 0.1ml 加 3.9ml 純水，各加 1ml 5%氧化釧，反應 10 分鐘後測定；鉀及鎂以純水稀釋 200 倍後測量。磷使用分光光度計測定波長 470 之吸收光度，以鉬黃法測定，1ml 濾液加 3ml 純水及 1ml 鉬黃試劑，混合後反應 10 分鐘，測定吸光度。氮分析以 Micro-Kjeldahl 測定，稱乾重 0.2g 粉末包於 1/4 張 1 號濾紙，投入分解管，加 1g 催化劑(Merck 8030)及 4.5ml 濃硫酸(聯工)，以 410℃分解爐加熱 3 小時，樣品分解至淡綠色，取出冷卻後加 15ml 純水，裝入 Micro-Kjeldahl 裝置之容器，加入 20ml 12N NaOH 後將容器接上裝置，塑膠燒杯裝入 20ml 紫紅色之指示劑(19μM Bromocresol green、25μM Methyl Red 之 2%之硼酸溶液)接收蒸餾出之氨氣，待燒杯液面上升到 50ml，以 1/14 N H₂SO₄ 滴定，計算含氮百分比。碳水化合物之分析，採用 Dubois(1956)之方法，稱 0.1g 果實及葉片之乾粉，裝入 15ml 低速離心管並加入 10ml 蒸餾水，30℃ 震盪 3 小時，每間隔一小時攪拌，以低速離心機(Universal 16A) 4000 rpm 離心 10 分鐘，過濾上清液用於測定全可溶性糖，而沉澱物加入蒸餾水，重複離心動作，過濾的殘渣以 70℃烘乾待測澱粉。果實取上述之上清液 0.1ml 加 9.9ml 蒸餾水、葉片取上清液 2ml 加 8ml 蒸餾水於長試管，加入 0.1ml 90% liquid phenol 及 6ml 濃流酸混合均勻，靜置 30 分鐘後，以分光光度計測定(spectrophotometer, Shimadzu UV-200S)測定波長 490nm 之吸收值。澱粉以烘乾殘渣，加入 2ml 去離子水，經沸水煮沸 15 分鐘，取出以自來水迅速冷卻，加入 2ml 9.2N HClO₄ 均勻混合及 6ml 去離子水，以 1000xg 離心 10 分鐘，過濾後取上清液，取上清液 0.1ml 加 1.9ml 去離子水置於長試管，加入 0.1ml 90% liquid phenol 及 6ml 濃流酸混合均勻，靜置 30 分鐘後，以分光光度計測定(spectrophotometer, Shimadzu UV-200S)測定波長 490nm 之吸收值，再換算為澱粉含量。

結 果

一、袋內溫度

珍珠番石榴果實經不同套袋材質套袋後，測量袋內一天溫度的變化顯示(圖 1)。套 PE 袋內襯白色舒果網白天袋內溫度增加幅度大，而雙層褐色牛皮紙袋的袋內溫度變動最小。

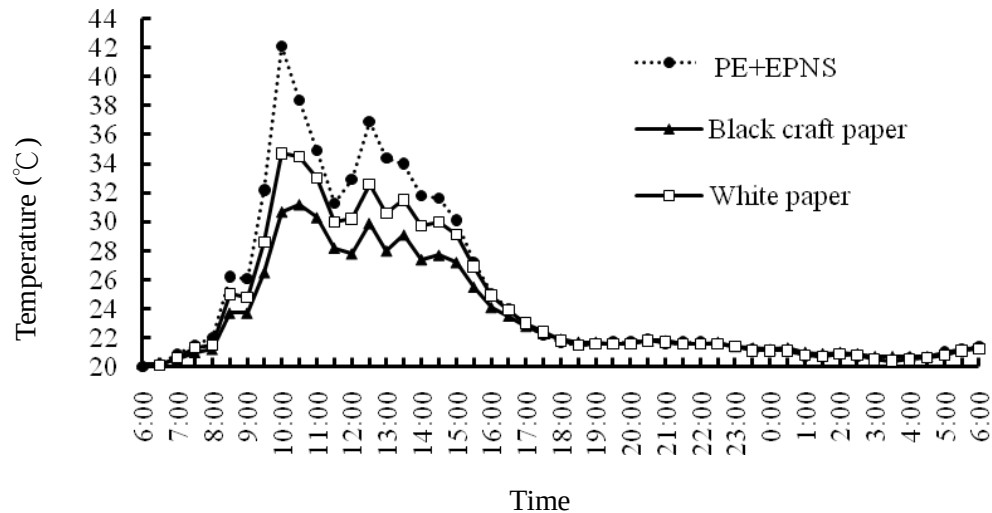


圖 1. ‘珍珠’番石榴不同套袋材質袋內溫度之變化

Fig. 1. Air temperature fluctuation of ‘Jen-Ju’ guava with different bagging materials.

二、果實生長曲線及生長天數

在盛花後 23 天，果實經不同材質套袋後，由圖 2 結果顯示，在套袋初期並無明顯的生長差異，在盛花後 77 天，以套 PE 袋內襯白色舒果網之果實長度、寬度較高，而套白色紙袋及雙層褐色牛皮紙袋兩者果實生長曲線相似，果實發育後期至採收階段，仍以 PE 袋內襯白色舒果網果實生長速率快及大小均較紙袋及雙層褐色牛皮紙袋大。不同套袋材質之間，從盛花後到採收的天數，PE 袋內襯白色舒果網套袋生長期為 107 天，而白色紙袋、雙層褐色牛皮紙袋果實生長期分別為 120 天、118 天，顯著較 PE 袋內襯白色舒果網處理生長緩慢(表 1)。

三、果實大小及外觀顏色

‘珍珠’番石榴果實生育期間以不同套袋材質處理，達園藝成熟度時進行採收，並調查果實品質。結果顯示，以 PE 袋內襯白色舒果網套袋者，在果實長度、寬度、重量皆顯著高於白色紙袋及雙層褐色牛皮紙袋，而以套褐色袋的果實重量最小(表 2)。果實顏色表現，PE 袋內襯白色舒果網處理果實外觀淡綠；套白色紙袋果實外觀較深綠，而 a^* 值也最低；雙層褐色牛皮紙袋套袋處理，果實外觀米黃，果皮較亮，因此有最高的 L 值，且 a^* 值也最高(表 3)。

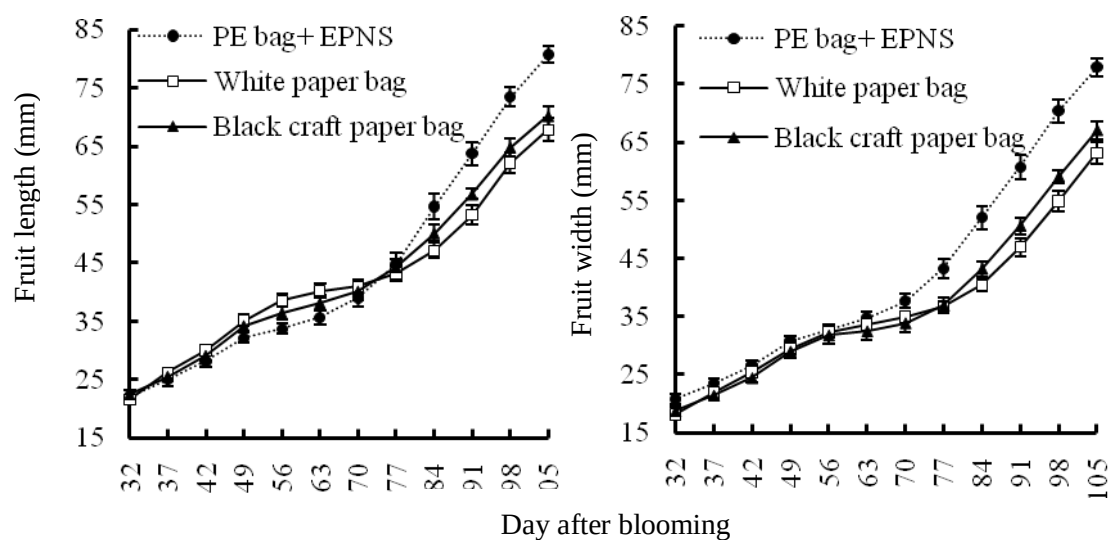


圖 2. ‘珍珠’番石榴不同套袋材質對果實長度及寬度之影響

Fig. 2. Effect of bagging material on fruit length and width of ‘Jen-Ju’ guava during growth and development. Bar represent standard error of mean. PE: polyethylene ; PENS: expandable polystyrene net sleeve. Bar represent standard error of mean.

表 1. ‘珍珠’番石榴不同套袋材質對果實採收時間之影響

Table 1. Effect of bagging material on fruit harvest day of ‘Jen-Ju’ guava.

Different bagging material	Average harvest day
PE bag+ EPNS ^z	107 b ^y
White paper bag	120 a
Craft paper bag	118 a

^z Different bagging material. PE: polyethylene ; PENS: expandable polystyrene net sleeve.

^y Mean separation within column by Duncan's multiple range test at 5% level

表 2. ‘珍珠’番石榴不同套袋材質對果實品質之影響

Table 2. Effect of bagging material on fruit quality of ‘Jen-Ju’ guava.

Different bagging material	Weight	Length	Width	Firmness	TSS
	(g)	(mm)	(mm)	(N)	(°Brix)
PE bag + EPNS ^z	333.0 a ^y	85.9 a	81.9 a	125.6 ab	9.5 b
White paper bag	306.2 a	85.2 a	77.3 ab	155.4 a	9.7 b
Black craft paper bag	244.8 b	77.7 b	74.3 b	97.3 b	11.0 a

^z Different bagging material. PE: polyethylene ; PENS: expandable polystyrene net sleeve.

^y Mean separation within column by Duncan's multiple range test at 5% level

表 3. ‘珍珠’番石榴不同套袋材質對果皮顏色之影響

Table 3. Effect of bagging material on fruit color of ‘Jen-Ju’ guava.

Different bagging material	Skin color ^z				
	L*	a*	b*	C	h
PE bag+ EPNS ^y	71.09 a ^x	-5.90 b	33.6 b	34.0 b	99.8 b
White paper bag	65.55 b	-7.07 c	35.2 a	36.0 a	101.3 a
Black craft Paper bag	72.45 a	-2.39 a	28.1 c	28.2 c	94.9 c

^z L*=lightness ; C=chroma, $(a^2+b^2)^{1/2}$; h =hue angel, $\tan^{-1}(b/a)$.

^y Different bagging material. PE: polyethylene ; PENS: expandable polystyrene net sleeve.

^x Mean separation within column by Duncan's multiple range test at 5% level.

四、果實硬度、可溶性固形物、全可溶性糖及澱粉、元素含量

‘珍珠’番石榴果實，不同袋處理對達園藝成熟度之果實硬度及可溶性固形物的影響，結果顯示，以套白色紙袋果實硬度較高，雙層褐色牛皮紙袋果實硬度最低。全可溶性固形物(TSS)則以套雙層褐色牛皮紙袋較高(11.8 °Brix)(表 2)，但分析全可溶性糖和澱粉含量，三者差異不顯著(表 6)。果實大量元素氮、鉀、鈣、鎂含量及微量元素鐵、銅含量，三種套袋之間差異不顯著，果實鈣含量以 PE 袋內襯白色舒果網處理略高，但差異不顯著。果實的磷以 PE 袋內襯白色舒果網含量較高，鋅以雙層褐色牛皮紙袋含量較高(表 4、表 5)。

表 4. ‘珍珠’番石榴不同套袋材質對果實大量元素濃度之影響

Table 4. Effect of bagging material on marco element concentration of ‘Jen-Ju’ guava.

Different bagging material	Marco element concentration (%)				
	N	P	K	Ca	Mg
PE bag+ EPNS ^z	0.55 a ^y	0.067 b	1.04 a	0.04 a	0.04 a
White paper bag	0.57 a	0.070 ab	1.05 a	0.02 a	0.04 a
Craft paper bag	0.59 a	0.080 a	1.25 a	0.03 a	0.04 a

^z Different bagging material. PE: polyethylene ; PENS: expandable polystyrene net sleeve.

^y Mean separation within column by Duncan's multiple range test at 5% level.

表 5. ‘珍珠’番石榴不同套袋材質對果實微量元素濃度之影響

Table 5. Effect of bagging material on mirco element concentration of ‘Jen-Ju’ guava.

Different bagging material	Mirco element concentration(ppm)			
	Fe	Mn	Cu	Zn
PE bag+ EPNS ^z	5.7 a ^y	4.1 a	0.1 a	7.9 b
White paper bag	6.6 a	2.2 b	0.1 a	6.7 b
Craft paper bag	7.0 a	3.4 ab	0.1 a	9.5 a

^z Different bagging material. PE: polyethylene ; PENS: expandable polystyrene net sleeve.

^y Mean separation within column by Duncan's multiple range test at 5% level.

表 6. ‘珍珠’番石榴不同套袋材質對果實全可溶性糖與澱粉含量之影響

Table6. Effect of bagging material on total soluble sugar and starch content of ‘Jen-Ju’ guava.

Different bagging material	Total soluble sugar	Starch
	(%DW)	(%DW)
PE bag+ EPNS ^z	47.6 a ^y	3.5 a
White paper bag	51.5 a	4.4 a
Craft paper bag	54.1 a	4.5 a

^z Different bagging material. PE: polyethylene ; PENS: expandable polystyrene net sleeve.

^y Mean separation within column by Duncan's multiple range test at 5% level.

討 論

植株以中度修剪，留 5-7 對葉的修剪方式，生產的果實以 PE 袋內襯白色舒果網、白色紙袋、雙層褐色牛皮紙袋套袋處理。結果顯示，袋內溫度變化，以 PE 袋內襯白色舒果網袋套袋，袋內溫度在白天快速升高之原因，可能是 PE 袋為透明材質其光線穿透程度較紙袋及雙層褐色牛皮紙袋高，使輻射熱聚集較，而有白天快速升溫之現象，Weerasinghe 及 Ruwanpathirana 在 2002 年亦指出，袋內溫度可能由於套袋材質有不同光線穿透程度而受影響，當可見光穿透透明套袋材質，袋內溫度會迅速增加。不同的套袋材質，具有不同的理化特性，如：透光、透溼性和熱傳導，對微環境和果實產生不同的影響(Yang *et al.*, 2008)。此外，香蕉果串經由套袋無論套袋材質，均比未套袋果串增重 32% (Robinson and Nel, 1982)；王 2008 年提出，‘珍珠’番石榴以網袋、聚乙烯塑膠袋、聚乙烯塑膠袋內襯白色舒果套、聚乙烯塑膠袋內襯紅色舒果網、聚乙烯塑膠袋內襯網袋、銀粉聚乙烯塑膠袋內襯白色舒果袋、聚乙烯塑膠袋內襯網袋、銀粉聚乙烯袋內襯白色舒果網、抗紫外線聚乙烯塑膠袋內襯白色舒果網等 8 種處理，果實以聚乙烯塑膠袋內襯白色舒果網果實長度及寬度最大。前人研究中，番石榴從著果到完全成熟顯示雙 s 形生長曲線(Edmundo, 1998)，初期由於細胞分裂果實快速增長(Graces, 1987)；第二階段果實減少細胞分裂和細胞擴大造成果皮硬化(Bacelo *et al.*, 1992)，也是種籽的發育階段(Srivastava and Narasimhan, 1967)，在試驗中，PE 袋內襯白色舒果網套袋在第二期停滯的時間較不明顯，果實快速進入第三階段；第三階段為中果皮細胞膨大，水和溶質累積增加(Coombe, 1976; Garces, 1987)。本試驗以白色紙袋、PE 袋內襯白色舒果網、雙層褐色牛皮紙袋套袋，果實生長初期及停滯期，套袋處理之間果實大小無明顯差異，停滯期後的快速增長，以 PE 袋內襯白色舒果網處理增加較快，因此 PE 袋內襯白色舒果網套袋處理果實長度、寬度較大，直到採收階段仍以 PE 袋內襯白色舒果網有果實有最大果實長度及寬度，且整個達園藝成熟度之生育日數皆短於白色紙袋及雙層褐色牛皮紙袋。以園藝成熟度作為採收指標，果實外觀轉淡綠，果梗端向下凹陷，果實重量方面，以 PE 袋內襯白色舒果網、白色紙袋兩者皆果重顯著較重，雙層褐色牛皮紙袋果實最輕。硬度為果實品質重要指標，果實硬度下降會影響食用品質，且縮短櫥架壽命(Ali, 2004)，因此，藉由提升果實硬度，可能利於貯藏及增加儲藏壽命。本試驗中，以白色紙袋套袋處理果實硬度最高，PE 袋內襯白色舒果網處理果實硬度次之，以雙層褐色牛皮紙袋果實硬度顯著最低。可溶性固形物也受到套袋材質影響，以雙層褐色牛皮紙袋果實可溶性固形物含量最高，蔣(2004)年提出，北蕉以牛皮紙袋套袋，因果房內含水率低，導致果實可溶性固形物相對提升，因此，可能番石榴套雙層褐色牛皮紙袋使果實含水率低，因此果實較小，可溶性固形物含量相對較高。由袋內溫度之變化，白色紙袋、雙層褐色牛皮紙袋溫度均較 PE 袋內襯白色舒果網低，此可能是使其果實生長緩慢的原因之一，夏季高溫期，減緩番石榴果實之生長速度，可使其累積光較多光合產物，而試驗中，以白色紙袋及雙層褐色牛皮紙袋果實澱粉含量略高，全可溶性糖含量也略高，雖無到達差

顯著性差異，但糖度均有較高之趨勢。果實外觀顏色，雙層褐色牛皮紙袋果實顏色米黃，前人研究中也有相似情形，苦瓜以單層黑色紙袋、硬牛皮紙袋、雙層紙袋、雙層舊報紙、黑色 PE 袋、褐色 PP 袋及綠色尼龍網袋套袋，外觀及色澤以雙層褐色紙袋及黑色 PE 袋果實外觀最為雪白(方，1989)。果實中鈣含量受到蒸散流的影響，PE 袋內襯白色舒果網雖果實較大，積儲較強，但鈣含量在不同套袋處理之間並沒有顯著性的差異，僅略上升。

由以上結果顯示，套袋材質對‘珍珠’番石榴果實品質具有影響，以 PE 袋內襯白色舒果網在細胞體積快速增大時期迅速增加果實長度及寬度，其中可能原因之一為袋內溫度受陽光照射後迅速增溫，而套白色紙袋果實雖其生長期較長採收較晚，果實在生長後期仍可達與 PE 袋內襯白色舒果網相似之果實大小及重量，但其硬度及糖度表現稍優於 PE 袋內襯白色舒果網，其似有提升夏果品質之效果，但有關貯藏能力是否有提升之作用有待進一步研究。

參 考 文 獻

- 方敏男。1989。不同套袋材質防治瓜實蠅危害苦瓜及絲瓜之研究。台中區農業改良場研究彙報 25: 3-12。
- 王茗慧。2006。‘帝王’番石榴無機養分週年變化果實後熟生理及貯藏之研究。國立中興大學園藝研究所碩士論文。99pp。
- 王歆婷。2008。套袋對‘珍珠拔’番石榴果實發育期間生理特性及果膠酵素活性之影響。國立中興大學園藝研究所碩士論文。pp. 52。
- 蔣世超、柯定芳、張春梅、陳美珍。2004。牛皮紙袋套袋與聚乙烯套袋對香蕉果房發育和後熟品質之影響比較。中國園藝 50: 245-252。
- 謝鴻業、王智立、楊淑惠、王德男、劉政道、林慧玲、謝慶昌、陳幼光。2006。番石榴新品種台農 1 號(帝王拔)之育成。農業試驗所技術服務 67: 1-4。
- Ali, Z. M., L. H. Chin, and H. Lazan. 2004. A comparative study on wall degrading enzyme, pectin modifications and softening during ripening of selected tropical fruits. Plant Sci. 167: 317-327.
- Barceló, J., G. Nicolás Rodrigo, B. Sabater García, and R. Sánchez Tamés. 1992. Fisiología Vegetal Ciencia y Técnica. Pirámide, Madrid. pp. 412-584.
- Coombe, B.. 1976. The development of fleshy fruits. Ann. Rev. Plant Physiol. 27: 507-528.
- Edmundo, M. S. and B. B. Pedro. 1998. Fruit development, harvest index and ripening change of guavas produced in central Mexico. Postharvest Biol. Tec. pp. 143-150.
- Garcés, G. E.. 1987. Estudio anatómico y de los procesos de crecimiento del fruto del guayabo (*Psidium guajava* L.). Agron. Colomb. 4: 23-30.

- Robinson, J. C. and D. J. Nel. 1982. The use of banana bunch covers during summer at Burgershall. Hort. Sci. 52(12) 810pp.
- Salazar, D. M., P. Melgarejo, R. Martinez, J. J. Martinez, F. Hernandez, and M. Burguera. 2006. Phenological stages of the guava tree (*Psidium guajava* L.). Sci. Hortic. 108: 157-161.
- Srivastava, H. C. and P. Narasim. 1967. Physiological studies during the growth and development of different varieties of guava (*Psidium guajava* L.). J. Hortic. Sci. 42: 97-104.
- Weerasinghe S.S. and K.H. Ruwanpathirana. 2002. Influence of bagging material on bunch development of banana under high density planting system. Ann. Sri. Lanka department agr. 4: 47-53.
- Yang, W. H., X. C. Zhu, J. H. Bu, G. B. Hu, H. C. Wang, and X. M. Huang. 2008. Effect of bagging on fruit development and quality in cross-winter off-season longan. Sci. Hortic. 120: 194-200.

Effects of Bagging Material on Fruit Quality of 'Jen-Ju' Guava (*Psidium Guajava* L.)

I-Chun Tsai ¹⁾ Huey-Ling Lin ²⁾

Key word: Bagging, Guava, Firmness, Growth

Summary

The objective of these experiments was to investigate the fruit development and quality of 'Jen-Ju' guava by using different bagging material. After pruning guava branches down to 5-7 leaf nodes, the fruit from the new 'Jen-Ju' shoots were bagged three way: PE+ EPNS (expanded polystyrene net sleeve), white paper, and black craft paper bag. Fruit bagged with PE+ EPNS, had higher temperature than those in the white paper and the black craft paper bags. The fruit length and width of those bagged with PE+ EPNS was showed sudden increase during the late stage right before harvest. The weight of fruit bagged with PE+EPNS and white paper bag were greater than those in black craft bags. Fruit firmness value was higher in fruit bagged in PE+EPNS and white paper bags. Total soluble solid value was the highest in fruit bagged in the black craft paper bags. Macro elements and Micro elements were not significant in fruit bagged with the three different materials.

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

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

Corresponding author.

有機養液栽培對胡瓜‘夏笛’植株生育及 果實品質之影響

許 韻 聲¹⁾ 李 文 汕²⁾

關鍵字：胡瓜、有機養液、棕櫚灰、腐植酸鉀

摘要：本試驗為探討以有機液體養液栽培胡瓜之可行性，於有機介質中拌入苦土石灰、肉骨粉、磷礦砂作為植株磷、鈣及鎂元素之來源，再以胺基酸、腐植酸鉀及棕櫚灰配成有機簡化養液，分別進行胡瓜‘夏笛’的栽培比較試驗。結果顯示，定植後第 42 天，有機養液 B 處理的株高為 225.33 cm，且葉片數為 20.33 片明顯高於其他處理，表示營養生長速度較其他處理快。有機養液 C 處理具有最高的單株產量，其值為 1160.50 g，且單株結果數、雌花數、著果率和可售果率高於其他處理。試驗指出以棕櫚灰與腐植酸鉀各半的養液配方進行栽培，可增進胡瓜的產量與品質。

前 言

由於台灣地區的氣候高溫多濕，夏季多颱風與暴雨，且冬季沒有足夠的低溫，加上病蟲害綿續不絕，防治不易。台灣在發展有機農業之餘，需建立一套生產技術適用於病蟲害防治、雜草控制、肥培管理方法及合適資材等生產技術。近年來有機介質栽培蔬菜的面積逐年增加，乃因有機介質易於管理且無連作障礙。因此，若能嘗試以有機資材替代養液栽培中所需養液及介質等，且善加運用溫室養液栽培技術，來增加有機養液栽培的可行性。本試驗於有機混合介質中添加苦土石灰、磷礦砂及肉骨粉等緩效性肥料，藉以提供作物生長所需之養分，並嘗試以胺基酸、棕櫚灰及腐植酸鉀等有機物質進行有機簡化養液之配製，主要在探討棕櫚灰與腐植酸鉀兩種不同的養液鉀源，在單一、混合各半和不同濃度間的比較。以進行胡瓜‘夏笛’栽培試驗，試驗中測定介質有效性元素含量的變化，植株方面測定其生長勢、葉片元素含量、產量及品質的影響，藉此探討如何增加有機養液栽培之可行性。

1) 國立中興大學園藝系碩士班研究生。

2) 國立中興大學園藝系副教授，通訊作者。

材 料 方 法

一、試驗材料

(一) 介質材料

將芬蘭凱吉拉(Kekkilä)公司生產pH 值為4.0 之泥炭土，霧峰鄉農會之稻殼與帛鑫國際有限公司之椰土以40：15：45(V/V)比率以滾筒式介質攪拌機，充分攪拌均勻，過程中拌入苦土石灰、肉骨粉及磷礦砂，作為栽培介質。

(二) 肥料

取大里市三大豐石礦化工有限公司出售之碳酸鈣與苦土石灰與福壽實業有限公司之磷礦砂以孔徑1.4 mm 的篩網過篩後使用，肉骨粉則以35 目的篩網過篩後使用。

(三) 供試作物

本試驗採用`夏笛`胡瓜為植物材料，`夏笛`為可單偽結果之小胡瓜品種，早期產量多，耐熱性及抗病性強，主枝及側枝雌花在高溫長日條件下著生率達100%。

二、試驗方法

有機介質混合過程中，添加苦土石灰 2 g/L、肉骨粉 0.5 g/L、磷礦砂 0.5 g/L，均勻混合5 分鐘，攪拌過程中供水12L 於混合介質，其總體積約為200L，混合結束後維持介質處於溼潤情況下放置14 天之後進行栽培試驗。養液配製方面，採用僅供給氮和鉀的簡化養液，有機養液A、有機養液B和有機養液C處理僅供給200 ppm 氮及300 ppm 鉀，而有機養液D處理則僅供給200 ppm 氮及400 ppm 鉀。養液氮源皆以含N 11%之胺基酸進行配製，僅養液鉀源不同，有機養液A處理單以含 K 8.5%之腐植酸鉀配製，有機養液B處理單以含K 15%之棕櫚灰配製，有機養液C和有機養液D處理則以含 K 8.5%之腐植酸鉀和含K 15%之棕櫚灰各取一半進行配製養液進行灌溉。胡瓜栽培期為七十天，採單幹整枝，留子蔓，架設尼龍繩供其攀爬，所有處理第一週皆以半量養液進行灌溉，栽培期間調查植株生育狀況、介質與葉片之元素含量、果實產量及品質。

結 果

一、不同有機養液對胡瓜植株生育性狀之影響

在胡瓜栽培期間，植株的株高、葉片數、鮮重和乾重的變化，如圖1所示。定植後第14天，各處理已有些微差異，以純棕櫚灰為鉀源的有機養液B處理株高最高為12.03 cm，而有機養液C處理次之，其值為10.30 cm，有機養液A和D處理最低，其值分別為9.10和8.77 cm。至定植後第28天，植株生長迅速，雖各處理間無顯著差異，但有機養液B處理的株高數值仍較其他處理高，而有機養液D處理則略低於其他處理。定植後第42天，以有機養液B處理具有最高的株高且明顯高於其他處理，其值為225.33 cm。定植後第56至70天時，

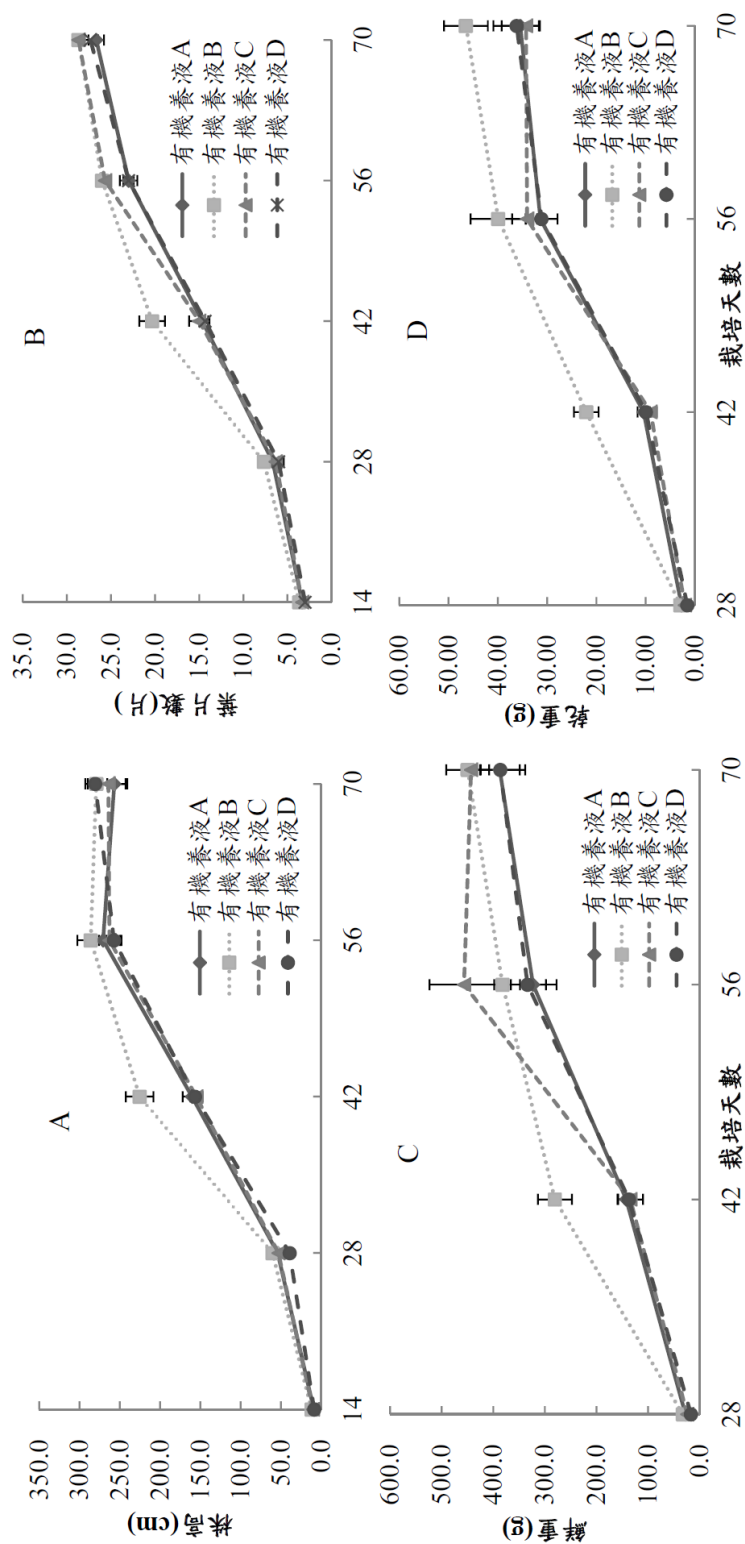


圖 1. 胡瓜‘夏笛’以不同養液栽培經14、28、42、56和70天後對植株株高和葉片數之影響

Fig. 1. Effect of different nutrition management on plant height, leaf number, fresh weight and dry weight of cucumber ‘Shia Di’ grown in soilless medium for 14, 28, 42, 56 and 70 days.

各處理間無顯著差異(圖 1)。胡瓜栽培期間，依圖 1A 所示，有機養液 B 處理在栽培初期的生長速度明顯較其他處理來得快，待至中期後開始趨緩，中後期各處理間就無差異顯著。葉片數方面，定植後第 14 天至第 28 天，各處理間無顯著差異。至定植後第 42 天，以有機養液 B 處理的葉片數最高，其值為 20.33 片。定植後第 56 天時，有機養液 B 和 C 處理的葉片數較高，分別為 26.00 和 25.67 片，而有機養液 A 和 D 處理葉片數略低，其值為 23.00 片。至定植後第 70 天，處理間並無顯著差異(圖 1B)。

鮮重方面，至定植第 42 天，植株鮮重迅速上升，以有機養液 B 處理具有最高的鮮重克數，其值為 280.60 g。定植後第 56 天時，植株鮮重依然迅速上升，以有機養液 C 處理的鮮重克數最高，其次為有機養液 B 處理，而有機養液 A 和 D 處理略低，不過處理間無顯著差異。至定植後第 70 天，植株鮮重緩慢增長，雖以有機養液 B 和 C 處理的鮮重克數最高，其值分別為 449.37 和 442.85g，而有機養液 A 和 D 處理的鮮重克數略低，其值分別為 387.16 和 386.39g，可處理間並無顯著差異(圖 1C)。乾重方面，定植後第 28 天，各處理間並無顯著差異，不過有機養液 B 處理的乾重克數略高。待至定植後第 42 天，以有機養液 B 處理具有最高的植株乾重，其值為 22.05 g。定植第 56 天時，乾重克數迅速上升，然而處理間並無顯著差異。至定植後第 70 天，雖然處理間並無顯著差異，但可看到有機養液 B 處理的乾重克數略高於其他各組(圖 1D)。

二、胡瓜‘夏笛’以不同養液栽培對葉片與介質營養元素含量變化之影響

(一) 植株葉片營養元素含量之影響

葉片內氮濃度變化方面，定植後第 42 天，有機養液 A 處理的氮含量明顯較高為 6.27 %，有機養液 B 處理含量最低為 5.57 %。定植後第 56 天時，由於開花結果期的緣故，明顯的各處理的氮含量皆有降低，但有機養液 C 處理仍保持著較高的氮含量為 5.67 %。胡瓜開花至果實成熟期間，葉片之適當氮濃度為 4.0 至 6.0 % (Mills and Ones, 1996)，至定植後第 70 天，以有機養液 A 處理具有最高的氮含量 4.85%，有機養液 C 處理的氮含量次之，而有機養液 B 和 D 處理氮含量最低，分別為 3.27 和 3.48 %，已低於胡瓜最適氮含量範圍的最底線(表 1)。

葉片內磷濃度變化方面，定植後第 28 天以有機養液 C 處理具有最高的磷含量，其值為 0.66%。定植後第 42 天，仍以有機養液 C 處理具有最高的磷含量，其值為 0.65 %，有機養液 D 處理的磷含量次之，其值為 0.59 %。定植後第 56 天時，由於開花結果期的緣故，可明顯地看出各處理的磷含量皆下滑。此外，胡瓜開花至果實成熟期間，葉片之適當磷濃度為 0.25 至 1.25 % (Mills and Ones, 1996)，定植後 56 至 70 天期間，有機養液 C 和 D 處理的磷含量仍維持在適當磷含量，其值分別為 0.36 至 0.41 % 之間和 0.27 至 0.30 %，而其餘處理的磷含量低於最適磷含量的最底線，其值依序分別為有機養液 A 處理的 0.22 至 0.25 % 之間，以及有機養液 B 處理的 0.18 至 0.20 % 之間(表 1)。

葉片內鉀濃度變化方面，定植後 28 天，有機養液 B 處理的鉀含量最高為 4.84 %。定

植後 42 天，以有機養液 D 處理的鉀含量最高為 4.68 %，有機養液 B 和 C 處理次之，其值分別為 4.27 和 4.54 %，而有機養液 A 處理最低，其值為 4.13 %。定植後 56 天，由於開花結果期的緣故，可明顯地看出各處理的鉀含量皆下滑。此外，胡瓜開花至果實成熟期間，葉片之適當鉀濃度為 3.5 至 5.5 % (Mills and Ones, 1996)，定植 56 天時，以有機養液 C 和 D 處理的鉀含量較高，其值分別為 4.02 和 4.14 %，而有機養液 A 處理最低，其值為 2.34 %，有機養液 A 和 B 處理的鉀含量皆低於最適鉀濃度範圍的最底線。至定植後 70 天，有機養液 B、C 和 D 處理皆有較高的鉀含量，分別為 3.72、4.18 和 4.05 %，而有機養液 A 處理的鉀含量最低為 2.73 %，仍低於最適鉀濃度範圍。依表 1 所示，有機養液 C 和 D 處理在整個栽培期內仍鉀含量維持在最適範圍內，而有機養液 B 僅在第 56 天低於鉀濃度最適範圍，有機養液 A 處理定植後第 56 天至第 70 天皆低於最適鉀濃度範圍。

葉片內鎂濃度變化方面，定植後 28 至 42 天期間，各處理間並無顯著差異。由於開花結果期的緣故，定植後第 56 天明顯地看出各處理的鎂含量皆下滑，此期間的葉片適當鎂濃度為 0.3 至 1.2 % (Mills and Ones, 1996)，以有機養液 C 和 D 處理的鎂含量仍在適合範圍內，其值分別為 0.30 和 0.34%，而有機養液 A 和 B 處理已低於最適範圍的底線，其值分別為 0.26 和 0.21 %。至定植後 70 天，以有機養液 C 和 D 處理的鎂含量較高，其值分別為 0.45 和 0.43 %，而有機養液 A 和 B 處理仍較低，分別為 0.31 和 0.30 %，但已回升至適當範圍內(表 1)。葉片內鈣濃度變化方面，定植後第 28 天，各處理間並無顯著差異。至定植後 42 天，以有機養液 D 處理的鈣含量最高 1.77 %，而有機養液 A 處理最低為 1.07 %。胡瓜開花至果實成熟期間，葉片之適當鈣濃度為 1.5 至 5.5 % (Mills and Ones, 1996)，定植 56 天時，僅有機養液 B 處理的鈣含量下降至 1.20 %，略低於最適範圍，有機養液 D 處理鈣含量些微下滑，其值為 1.71 %，而有機養液 A 和 C 處理的鈣含量則上升，其值分別為 1.99 和 1.95 %。定植第 70 天，僅有機養液 B 處理的鈣含量有些微上升，但仍略低於適當範圍，而有機養液 A、C 和 D 處理的鈣含量皆下滑，但仍在適當範圍內(表 1)。

(二)栽培介質中總氮與交換性元素含量之影響

介質內總氮濃度變化，栽培第 0 天時，由於介質相同，各處理間並無顯著差異。至栽培第 14 天，以有機養液 A 處理具有最高的總氮量，其值為 0.79 %，以有機養液 D 處理具有最低的總氮量，其值為 0.68 %。栽培第 28 天時，以有機養液 B 處理具有最高的總氮量，其值為 0.88 %，以有機養液 A 處理居次，其值為 0.84 %，而有機養液 C 和 D 處理的總氮量最低，其值為 0.81 %。至栽培第 42 天，以有機養液 A 處理的總氮量最高，其值為 0.92 %，有機養液 B 和 C 處理居次，其值分別為 0.84 和 0.89 %，而有機養液 D 處理的總氮量最低，其值為 0.82 %。栽培第 56 天時，以有機養液 A 處理具有最高的總氮量，其值為 1.05 %，有機養液 C 和 D 處理居次，其值分別為 0.95 和 0.87 %，而 B 處理的總氮量最低，其值為 0.82 %。至栽培第 70 天，各處理的總氮量並無顯著差異。介質內有效性磷濃度變化，栽培第 0 天時，由於各處理的介質皆相同，所以處理間並無顯著差異。栽培第 14 至第 56 天期間，有效性磷含量並無顯著差異，僅在栽培第 70 天時有顯著差異，以有機養液 D 處理

表 1. 胡瓜‘夏笛’以不同養液栽培經 28、42、56 和 70 天後對葉片氮、磷、鉀、鎂及鈣含量變化之影響

Table 1. Effect of different nutrition management on leaf macro element concentration of cucumber ‘Shia Di’ grown in soilless medium for 28, 42, 56 and 70 days.

處理	定植後天數			
	28 ^z	42	56	70
N(%)				
有機養液 A	5.89 a	6.27 a	4.66 b	4.85 a
有機養液 B	5.93 a	5.75 c	4.33 bc	3.27 c
有機養液 C	5.96 a	5.98 b	5.67 a	4.17 b
有機養液 D	6.00 a	6.05 b	4.13 c	3.48 c
LSD _{0.05}	0.49	0.21	0.37	0.66
P(%)				
有機養液 A	0.28 d	0.50 b	0.22 c	0.25 ab
有機養液 B	0.37 c	0.53 b	0.20 c	0.18 b
有機養液 C	0.66 a	0.65 a	0.41 a	0.36 a
有機養液 D	0.51 b	0.59 ab	0.27 b	0.30 ab
LSD _{0.05}	0.06	0.11	0.05	0.14
K(%)				
有機養液 A	3.47 c	4.13 b	2.34 c	2.73 b
有機養液 B	4.84 a	4.27 ab	3.13 b	3.72 a
有機養液 C	4.48 ab	4.54 ab	4.02 a	4.18 a
有機養液 D	3.95 bc	4.68 a	4.14 a	4.05 a
LSD _{0.05}	0.63	0.54	0.47	0.94
Mg(%)				
有機養液 A	0.30 a	0.41 a	0.26 ab	0.31 b
有機養液 B	0.29 a	0.35 a	0.21 b	0.30 b
有機養液 C	0.21 a	0.39 a	0.30 ab	0.45 a
有機養液 D	0.27 a	0.50 a	0.34 a	0.43 a
LSD _{0.05}	0.17	0.20	0.12	0.09
Ca(%)				
有機養液 A	1.41 a	1.07 b	1.99 a	1.68 a
有機養液 B	1.23 a	1.56 ab	1.20 b	1.49 a
有機養液 C	1.35 a	1.62 ab	1.95 a	1.68 a
有機養液 D	1.74 a	1.77 a	1.71 a	1.64 a
LSD _{0.05}	0.57	0.63	0.45	0.44

^z 定植後天數，定植日期為 2010 年 11 月 5 日

表 2 胡瓜‘夏笛’以不同養液栽培經 0、14、28、42、56 和 70 天後對介質總氮和有效性磷、鉀、鎂及鈣含量變化之影響

Table 2. Effect of different nutrition management in soilless culture of cucumber ‘Shia Di’ on total nitrogen, available phosphorus, potassium, maganese and calcium contents of medium after 0, 14, 28, 42, 56 and 70 days.

處理	定植後天數					
	0 ^z	14	28	42	56	70
Total N (%)						
有機養液 A	0.68 a	0.79 a	0.84 ab	0.92 a	1.05 a	0.95 a
有機養液 B	0.70 a	0.70 bc	0.88 a	0.84 ab	0.82 b	0.90 a
有機養液 C	0.69 a	0.78 ab	0.81 b	0.89 ab	0.95 ab	0.99 a
有機養液 D	0.69 a	0.68 c	0.81 b	0.82 b	0.87 ab	0.92 a
LSD _{0.05}	0.02	0.09	0.05	0.09	0.20	0.13
available P (%)						
有機養液 A	0.05 a	0.05 a	0.05 a	0.05 a	0.05 a	0.04 b
有機養液 B	0.05 a	0.05 a	0.05 a	0.05 a	0.05 a	0.04 b
有機養液 C	0.05 a	0.05 a	0.05 a	0.06 a	0.05 a	0.05 ab
有機養液 D	0.05 a	0.05 a	0.05 a	0.05 a	0.05 a	0.06 a
LSD _{0.05}	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
available K (%)						
有機養液 A	0.54 a	0.70 a	0.50 b	0.43 b	0.60 a	0.54 b
有機養液 B	0.59 a	0.80 a	0.96 a	1.15 a	1.08 a	0.96 ab
有機養液 C	0.57 a	0.72 a	0.96 a	1.44 a	1.08 a	0.97 a
有機養液 D	0.56 a	0.79 a	1.01 a	1.15 a	1.10 a	1.08 a
LSD _{0.05}	0.20	0.13	0.26	0.51	0.73	0.43
available Mg (%)						
有機養液 A	0.12 a	0.14 a	0.15 a	0.17 a	0.18 a	0.13 a
有機養液 B	0.12 a	0.14 a	0.14 a	0.17 a	0.20 a	0.15 a
有機養液 C	0.13 a	0.14 a	0.14 a	0.19 a	0.23 a	0.15 a
有機養液 D	0.13 a	0.13 a	0.13 a	0.19 a	0.24 a	0.16 a
LSD _{0.05}	0.02	0.02	0.02	0.04	0.07	0.03
available Ca (%)						
有機養液 A	1.36 a	1.47 a	1.36 a	1.27 c	1.42 a	1.44 a
有機養液 B	1.32 a	1.42 a	1.37 a	1.39 b	1.58 a	1.50 a
有機養液 C	1.32 a	1.33 a	1.37 a	1.48 ab	1.55 a	1.50 a
有機養液 D	1.32 a	1.32 a	1.33 a	1.51 a	1.56 a	1.59 a
LSD _{0.05}	0.12	0.15	0.20	0.11	0.21	0.23

^z 定植後天數，定植日期為 2010 年 11 月 5 日

有最高的有效性磷含量，其值為 0.6 %，有機養液 C 處理次之，其值為 0.5 %，有機養液 A 和 B 處理的有效性磷含量最低，其值為 0.4 %。

介質內有效性鉀含量變化，栽培第14天時，各處理的介質有效性鉀含量有明顯上升，其值為0.80 %，但處理間並無顯著差異。至栽培第28天，僅有機養液B處理的有效性鉀含量有些微下滑，其值為0.50 %。栽培第42天時，有機養液B處理的有效性鉀含量依舊下滑，其值為0.43 %，而有機養液B、C和D處理的有效性鉀含量保持上升，其值分別為1.15、1.44和1.15 %。至栽培第56天，有機養液B處理的有效性鉀含量開始回升，其值為0.60 %，而有機養液B、C和D處理的有效性鉀含量些微下滑，其值分別為1.08、1.08和1.10 %，但處理間並無顯著差異。栽培第70天時，各處理的有效性鉀含量皆些微下滑，以有機養液C和D處理仍保持較高的有效性鉀含量，其值分別為0.97和1.08 %，有機養液B處理次之，其值為0.96 %，而有機養液A處理的有效性鉀含量最低，其值為0.54 %。整個栽培期間，有機養液A處理的有效性鉀含量明顯略低於其他各組(表2)。

介質內有效性鎂濃度變化，栽培第14至第56天期間，各有機養液處理的有效性鎂含量明顯上升，但處理間並無顯著差異。至栽培第70天，各處理的有效性鎂含量明顯下降，其值依序為0.13、0.15、0.15和0.16 %。依表2所示，整個栽培期間各處理的有效性鎂含量並無顯著差異。介質內有效性鈣濃度變化，栽培第14至第28天期間，各處理的有效性鈣含量有些微上升，但處理間並無顯著差異。栽培第42天時，各處理的有效性鈣含量保持上升，以有機養液D處理具有最高的有效性鈣含量，其值為1.51 %。至栽培第56天，各處理的有效性鈣含量仍舊緩緩上升，但處理間並無顯著差異。栽培第70天時，僅有機養液A處理的有效性鈣含量保持上升，其值為1.44 %，而有機養液B、C和D處理的有效性鈣含量皆些微下滑，其值依序為1.50、1.50和1.59 %。依表2所示，有機養液A處理在中後期(42-70)的有效性鈣含量明顯較其他處理低。

三、胡瓜‘夏笛’以不同養液栽培對果實品質與產量之影響

胡瓜果實產量方面，單株結果數以有機養液C處理具有較多的結果數，其值為10.50個，其餘處理的結果數依序為7.75、8.63和7.38個(表3)。單株雌花數以有機養液C處理具有較多朵的雌花數，每株有30.25朵，其餘依雌花數排序為有機養液B處理具有27.13朵，有機養液A處理具有24.25朵和有機養液D處理具有22.88朵。著果率方面，各處理間並無顯著差異，但有機養液C處理的數值略高於其他處理。可售果率方面，以有機養液C處理具有最高的可售果率，其值為94.51 %，有機養液A和B處理居次，其值分別為91.91和92.67 %，有機養液D處理的可售果率最低，其值為86.86 %。單株產量上以有機養液C處理具有最高的單株產量，其值為1160.50 g (表3)。有機養液C處理無論在單株結果數、雌花數、著果率、可售果率和單株產量等皆具有較佳的表現。

胡瓜果實品質方面，果長雖然各處理間並無顯著差異，但從表3中可看出有機養液A和B處理的數值略高於有機養液C和D處理。果周徑方面，以有機養液C和D處理具有

表 3. 胡瓜‘夏笛’以不同養液栽培對果長、果周、結果數、雌花數、著果率、可售果率及單株產量之影響

Table 3. Effect of different nutrition management on fruit quality and yield per plant of cucumber ‘Shia Di’.

處理	果長 (cm)	果周	結果數 (個)	雌花數 (朵)	著果率 (%)	可售果率 (%)	單株產量 (g)
有機養液 A	21.93 a	9.49 b	7.75 b	24.25 b	32.14 a	91.91 ab	845.41 bc
有機養液 B	21.91 a	9.68 ab	8.63 b	27.13 ab	32.63 a	92.67 ab	947.93 b
有機養液 C	21.19 a	9.87 a	10.50 a	30.25 a	34.58 a	94.51 a	1160.50 a
有機養液 D	21.23 a	9.86 a	7.38 b	22.88 c	32.08 a	86.86 b	779.99 c
LSD _{0.05}	0.90	0.25	1.46	3.61	4.79	6.00	150.86

表 4. 胡瓜‘夏笛’以不同養液栽培對果實鮮重、乾重、乾鮮比、糖度、可溶性糖及澱粉含量之影響

Table 4. Effect of different nutrition management on fruit fresh weight, dry weight, ratio of dry to fresh weight, fruit water container, Soluble solids, and carbohydrate content of cucumber ‘Shia Di’.

處理	果實鮮重 (g)	果實乾重	乾鮮比 (%)	糖度 (Brix)	可溶性糖 (%)	澱粉
有機養液 A	105.62 a	4.42 b	4.20 b	3.58 b	12.01 a	7.48 b
有機養液 B	105.72 a	4.57 ab	4.34 ab	3.62 b	10.37 a	10.21 ab
有機養液 C	106.01 a	4.38 b	4.10 b	3.53 b	9.33 a	8.81 ab
有機養液 D	107.11 a	5.01 a	4.73 a	4.06 a	11.47 a	12.29 a
LSD _{0.05}	5.19	0.52	0.47	0.27	3.40	3.86

較高的周徑，其值分別 9.87 和 9.86 cm，而有機養液 A 處理的周徑最低為 9.49 cm(表 3)。果實鮮乾重方面，鮮重上各處理間並沒有顯著差異，而乾重上以有機養液 D 處理的乾重最高，其值為 5.01 g，有機養液 B 處理居次，其值為 4.57 g，而有機養液 A 和 C 處理的乾重較低為 4.42 和 4.39 g。乾鮮比例方面，以有機養液 D 處理具有最高的乾鮮比例，其值為 4.73 %，有機養液 B 處理居次，其值為 4.34 %，有機養液 A 和 C 處理的乾鮮比例最低，其值分別為 4.20 和 4.10 %。糖度以有機養液 D 處理具有較高的糖度，其值為 4.06 Brix。

碳水化合物方面，可溶性糖含量於各處理間並無顯著差異，澱粉以有機養液D處理澱粉含量最高，其值為12.29%，而有機養液A處理的澱粉含量最低，其值為7.48%(表4)。

討 論

一、不同養液栽培對於植株生育性狀之影響

Marti 等(2002)利用不同鉀濃度之養液栽培甘薯，發現提升鉀濃度後可促使甘薯根、莖及葉片發育良好，鉀離子為植物維持滲透壓之關鍵因素，充足鉀元素之提供維持植株之滲透潛勢，幫助水分進入細胞，膨壓增加，細胞可充份延展，可增加植株之鮮重，亦可幫助植株累積乾物質(李等，1999；Moinuddin, 2004)，缺鉀時植株葉片細胞水勢下降，細胞伸長受阻可能造成葉面積縮小，減少光合作用產物進而影響作物產量(孫等，2006)。試驗中，栽培初期以純棕櫚灰為鉀源的有機養液 B 處理具有較高的株高，此階段其葉片中也含有較高的鉀濃度(表 1)，促進植株有較快的生長勢，但中後期生長勢趨緩，其葉片內的鉀含量也較有機養液 C 和 D 處理低，至栽培中後期時，其他處理後來居上。葉片數方面，栽培中期以有機養液 B 和 C 處理有較高的表現，栽培初期與後期並無顯著差異。鮮乾重方面，栽培第 42 天以有機養液 B 處理具較高的鮮乾重，而栽培初期和後期各處理間並無顯著差異。

二、不同養液栽培對於葉片與介質元素含量變化之影響

氮素為植物生長之必需元素，植體乾重所含的氮量約為1~5%(Buchanan *et al.*, 2000)。胡瓜開花至果實成熟期間，葉片中之適當氮濃度為4.0至6.0%之間(Mills and Jones, 1996)。試驗中，栽培第42天時，有機養液 A 和 D 處理的氮濃度分別是 6.27 和 6.05% 已有過高之現象，推測為銨態氮較容易為植物吸收，胡瓜又為優先吸收銨態氮之作物。但在全部處理至栽培 60 天時，葉片氮含量除了有機養液 A 和 C 處理外，有機養液 B 和 D 各處理皆低於適當值，有機養液 A 和 C 處理的葉片氮含量只較最低適當值 4% 高出 0.85 和 0.17%(表 1)。結果顯示隨著栽培時間增加，葉片中氮含量卻有下降之趨勢(表 1)，推測原因為：1. 作物經快速生長後，植株對於氮素的需求量增加，而後期養液仍維持相同濃度，導致植物養分吸收不足；2. 有可能是栽培後期鉀元素的缺乏導致植株對氮肥之吸收能力降低。鉀濃度的增加可提升植株根系活力，鉀離子作為陽離子被吸收時可確實促進氮與磷之吸收(Moinuddin, 2004)。此外，根據林(2001)試驗中顯示，pH=5.6 之酸性水耕液中添加腐植酸，有利於大連豆對於氮、磷、鉀、鈣和鎂的吸收。栽培試驗過程中介質總氮含量在栽培後期(56-70)，以有機養液鉀源含有腐質酸鉀的有機養液 A、C 和 D 處理具有較高的介質總氮含量(表 2)。在試驗中，有機養液 A、C 和 D 處理的養液鉀源皆含有腐植酸鉀，而有機養液 B 處理的養液鉀源僅棕櫚灰，從表 1 所示，有機養液 B 處理的氮含量最低僅有 3.27%，故

推測養液中含有腐植酸鉀的處理，可促進植體內含有較高的氮含量表示於有機養液中添加適量的腐植酸，有助於促進植體對氮的吸收。

試驗中，雖然介質分析中有效性磷含量並無顯著差異(表 2)，但葉片磷濃度在各處理間有顯著差異(表 1)。Xu.等(2002)研究發現，增加鉀肥濃度之後，不管在任何季節，甜椒吸收磷的情況會有所提升，因為鉀離子作為伴隨陽離子時，可促進和加強植物對氮和磷的吸收與運輸(Guo *et al.*, 2004)。蔡(2007)試驗中指出，提高鉀濃度確實促進氮的吸收與利用，但不論何種養液栽培，各處理組之間葉片與莖部的磷濃度都無顯著差異。本試驗中不同鉀濃度在栽培中期確實促進氮的吸收與利用，但提高鉀濃度似乎對植株內磷含量的影響不大，反而受到養液內不同鉀源的影響較大(表 1)。胡瓜開花至果實成熟期間，葉片之適當磷濃度為 0.25 至 1.25%(Mills and Ones, 1996)，栽培後期第 56 天至第 70 天，有機養液 C 和 D 處理的磷含量仍維持在適當磷含量，而有機養液 B 處理的葉片磷含量最低，其值在 0.18 至 0.20 %已明顯低於底限(表 1)。林(2001)表示腐植酸可提高石灰質或強酸性土壤中磷與鉀之有效性，亦可促進植體內磷的吸收，提高磷含量。試驗顯示以有機養液 C 處理具有較高的磷含量，表示有機養液在棕櫚灰與腐植酸鉀各半且氮鉀比為 1.5 的時候，可含有足夠的磷維持植株的生育與較高的雌花數(表 3)。

本次試驗由於改變養液中鉀的肥料配製與濃度，所以最直接影響到的是鉀含量，胡瓜開花至果實成熟期間，葉片中鉀的適當濃度為 3.50 至 5.50%(Mills and Jones, 1996)。試驗中，依表 1 所示，有機養液 C 和 D 處理在整個栽培期內葉片內鉀含量仍維持在最適範圍內，而 B 僅在栽培第 56 天低於鉀濃度最適範圍，至於有機養液 A 處理在栽培第 56 天至第 70 天皆低於最適鉀濃度範圍。呂(2008)試驗中利用腐植酸鉀作為鉀源，於試驗後期皆有鉀含量低於適當值之情況發生。故因此推測可能原因為：1.試驗後期利用有機養液提供植株氮、鉀濃度不足；2.鉀、鈣及鎂之間的離子拮抗作用，在細胞內部一價之鉀離子與二價之鈣鎂離子相比在與運輸蛋白結合較有競爭性，但當細胞內部鈣鎂離子含量過高，鉀離子之吸收亦會受到鈣、鎂離子含量之影響。3. 腐植酸之吸附能力可能被介質中拌入之苦土石灰所釋放出的鈣、鎂離子佔據，因而使鉀離子易流失(呂，2008)。試驗中，以純腐植酸鉀為鉀源的有機養液 A 處理之有效性鉀含量明顯低於其他處理，進而影響葉片內的鉀濃度。此外，以純棕櫚灰為鉀源的有機養液 B 處理之葉片內鉀含量雖高於有機養液 A 處理，但仍低於鉀源為腐植酸鉀和棕櫚灰各半的有機養液 C 和 D 處理。根據林(2001)研究指出，於 pH=5.6 之酸性水耕液中添加腐植酸，有利於大連豆對於氮、磷、鉀、鈣和鎂的吸收，故推測鉀源為腐植酸鉀和棕櫚灰各半的有機養液 C 和 D 處理，其養液中因添加腐植酸，而促進植體對於鉀的吸收，使其在栽培過程中維持植體內的鉀含量在適合範圍內。

由於試驗中以 1.4 mm 過篩後之苦土石灰作為胡瓜‘夏笛’的鈣鎂源，故合併討論之。Mills 等(1996)指出，開花結果期的葉片適當鎂濃度為 0.3 至 1.2 %，在栽培第 56 天時，有機養液 A 和 B 處理已低於最適範圍的底線，其值分別為 0.26 和 0.21 %。但至定植後 70 天，有機養液 A 和 B 處理的鎂含量雖仍較低，可已回升至適當範圍內。而有機養液 C 和

D 處理的鎂含量在整個栽培期，除栽培初期鎂含量較低外，其餘時期皆在適當範圍內。本次試驗提升氮鉀比至 1.5 和 2.0，使得植體內鉀含量較高，因鈣鎂鉀間的拮抗作用，故發現鎂含量明顯較低，逼近適當範圍的最低值(表 1)。林(2001)試驗中顯示，pH=5.6 之酸性水耕液中添加腐植酸，有利於大連豆對於氮、磷、鉀、鈣和鎂的吸收，本試驗中養液裡添加腐植酸鉀的有機養液 A、C 和 D 處理，其葉片鎂含量較僅添加棕櫚灰的有機養液 B 處理高，尤以添加腐植酸鉀和棕櫚灰的有機養液 C 和 D 處理在栽培後其擁有較高的鎂含量，且在適當範圍內。呂(2008)的試驗顯示植株經過打頂之動作，生長速率下降，減少介質中有效性鎂的消耗，而介質中的苦土石灰仍持續釋放鎂離子，造成介質中鎂離子之累積。試驗中顯示各處理的有效性鎂含量，隨著栽培時間增加，介質中有效性鎂含量也隨著上升(表 2)。葉片內鈣濃度方面，胡瓜開花至果實成熟期間，葉片內的適當鈣濃度為 1.5 至 5.5%(Mills and Ones, 1996)，本試驗後期以有機養液 B 處理的鈣含量較低，其值在 1.20 至 1.49%之間，已低於最適範圍。Forster 與 Mengel (1969) 研究大麥缺鉀使植株對陽離子的吸收競爭減少，提升鈣、鎂、鈉等陽離子的吸收，試驗中有機養液 A 處理因鉀含量較低，故栽培後期有較高鈣含量，與學者的研究相符。此外，試驗中有機養液 C 和 D 處理雖擁有較高的鉀含量，但也擁有足夠的鈣含量供應植株生長，推測可能原因為：1. 由於試驗後期植株有進行打頂之動作，鈣離子在植體內部之運移能力較低，老葉中鈣濃度會逐漸累積增加(張，2004；游，2003；Ingestd,1973)；2. 養液中添加腐植酸可促進植株對於鈣的吸收(林，2001)。栽培試驗中以苦土石灰作為胡瓜栽培的鈣鎂源，可供植株栽培時期的生長所需量(呂，2008；詹，2006)，本試驗中除有機養液 A 和 B 處理在栽培後期有略低於適當範圍的情況，有機養液 C 和 D 處理在整個栽培期皆鈣鎂含量皆在適當範圍內，表示以苦土石灰為植株鈣鎂源是可行的。

三、不同養液栽培對於植株產量與果實品質之影響

鉀能促進果實膨大，大多是間接作用的影響，可能是透過促進植體其他一些有利於果實發育的生理過程而呈現的，如鉀能促進植物光合作用及核酸和蛋白質的合成、轉化和運輸，加速光合產物迅速向器官運輸等。因此，鉀能促進果實膨大，而葉片內鉀含量也與收穫果長、果實直徑、單果重及產量有密切關聯，所以增施鉀肥也能增加產量(孫等,2006)。本試驗中，果長於各處理間並無顯著差異，但果周以有機養液 C 和 D 處理具較高的果實周徑(表 3)，且有機養液 C 和 D 處理的葉片中鉀濃度在栽培中後期確實較其他處理高，而有機養液 C 處理具有較高的結果數和雌花數，因此也具有較高的單株產量和可售果率。此外，前人研究指出鉀肥的增加，對產量不一定有明顯的影響，但對於內容物卻有明顯的差異(Lin *et al.*, 2004)。Leggett 等(1977)認為當鉀肥施用量達到一定濃度後，繼續增加其用量對煙葉產量雖沒有顯著影響，但煙葉品質卻有所改變。Lester 等(2005)指出，果實的內容物，包括全可溶性糖與澱粉等含量，關係著果實品質。本試驗中，有機養液 D 處理為以棕櫚灰和腐植酸鉀各半且氮鉀比為 1:2 的配方，果實鮮重雖各處理間雖無顯著差異，

但有機養液 D 處理的鮮重克數略高於其他處理，而果實乾重和乾鮮比部分確實以有機養液 D 處理具有較佳的表現(表 4)。當養液中鉀濃度提高時，會得到高含量的可溶性固形物。此外，糖類含量跟鉀的含量也有高度相關性，在果糖、葡萄糖、蔗糖跟總糖類含量；維生素 C 及 β 胡蘿蔔素也都明顯的因為鉀而提高了含量(Lin *et al.*, 2004；Lester *et al.*, 2005)。試驗中，糖度以有機養液 D 處理具有較佳的表現，而可溶性糖含量在各處理間雖無顯著差異，但澱粉含量以有機養液 D 處理具有較高的澱粉量。蔡(2007)研究中指出將胡瓜養液的鉀提升至 270 與 350 mg/L 之處理，其果實內容物雖然提升，但果實鮮重與果徑並無縮小，並且產量增加，並未造成前述鹽害症狀。而本次胡瓜栽培試驗中的鉀濃度為 300 和 400 ppm，也未造成鹽害產生，且以棕櫚灰和腐植酸鉀各半且鉀濃度為 300 ppm 的有機養液 C 處理在結果數、雌花數、著果率、可售果率和單株產量上有較佳的表現。

綜合試驗結果顯示，營養生長部分以純棕櫚灰為鉀源的有機養液B處理在前中期的營養生長的速度明顯高於其他處理。果實產量與品質方面，以鉀濃度為300ppm的有機養液C處理在果長、果周、結果數、雌花數、著果率、可售果率和單株產量勝過以鉀濃度為400ppm的有機養液D處理，証明有機養液栽培提高氮鉀比為1：1.5時，於胡瓜生產上具有較佳的表現。本試驗中以棕櫚灰與腐植酸鉀各半的養液配方進行栽培，可增進胡瓜的產量與品質，至於棕櫚灰與腐植酸鉀間是否有更佳的比例值得後續研究。

參 考 文 獻

- 呂彥誠。2008。胡瓜‘夏笛’有機養液栽培之研究。國立中興大學碩士論文。124pp.。
- 李佛琳、彭桂芬、蕭鳳回。1999。我國煙草鉀素研究的現狀與展望。中國煙草科學 1: 22-25。
- 林景和。2001。腐植酸對土壤、磷礦石及鳥糞石養分有效性和作物養分吸收與錳毒害緩解之影響。國立台灣大學農業化學研究所。144pp.。
- 孫騫、楊軍、張紹陽、張鳳琪、丁士林。2006。鉀營養與果樹光合生理及果實品質關係研究進展。廣東農業科學 12: 126-129。
- 張育菁。2004。鈣對小胡瓜及絲瓜葉片和果實礦物元素濃度之影響。國立中興大學園藝學系碩士論文。137pp.。
- 陳仁炫。1991。土壤管理手冊。國立中興大學土壤調查試驗中心。pp.199-251。
- 游雯蓉。2003。瓜類植株鈣之吸收與運移。國立中興大學園藝學系碩士論文。98pp.。
- 黃敏奇。2004。小白菜‘三鳳’無土薄層介質栽培技術之開發研究。國立中興大學園藝學系碩士論文。124pp.。
- 詹惠雯。2006。有機介質簡化養液栽培對胡瓜‘夏笛’生長發育之影響。國立中興大學碩士論文。125pp.。
- 蔡正宏。2007。鈣、鉀元素對養液栽培胡瓜‘夏笛’植株生育及果實品質之影響。國立中興大學碩士論文。90pp.。

- Albert U. Imbue, Antonio F. Patti, David Burrow, Aravind Surapaneni, William Roy Jackson and Alvin D. Milner. 2005. Effects of potassium humate on aggregate stability of two soils from Victoria, Australia. *Geoderma* 125: 321–330.
- Altunlu, H., A. Gul and A. Tunc. 1999. Effect of nitrogen and potassium nutrition on plant growth, yield and fruit quality of cucumbers grown in perlite. *Acta Hort.* 486: 377-381.
- Argo, W. R. and J. A. Biernbaum. 1996. The effect of lime, irrigation-water source, and water-soluble fertilizer on root-zone pH, electrical conductivity, and macronutrient management of container root media with impatiens. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 121: 442-452.
- Buchanan, B. B., W. Gruissem, and R. L. Jones. 2000. Nitrogen and sulfur. *Biochemistry and Molecular Biology of Plant*. pp. 789.
- Forster, H. and K. Mengel. 1969. The effect of a short term interruption in the K supply during the early stage on yield formation, mineral content and soluble amino acid content. *Z. Acker-u. Pflanzenbau* 130: 203-213.
- Gahoonia, T. S., N. Claassen, and A. Jungk. 1992. Mobilization of phosphate in different soils by ryegrass supplied with ammonium or nitrate. *Plant Soil*. 140: 241-248.
- Guo, X. S., S.Y. Ye, and W. J. Wang. 2004. Effect of different K sources and rates on the yield and quality of cucumber. *Plant Nutrition and Fertilizer Science*. 10 (3) : 292-297.
- Jones, David L., John R. Healey, Victoria B. Willett, John F. Farrar, and Angela Hodge, 2005. Dissolved organic nitrogen uptake by plants – an important N uptake pathway? *Soil bio. biochem.* 37: 413-423.
- Leggett, J. L., Sims J. L., and Gpssett et al. 1977. Potassium and magnesium nutrition effects on yield and chemical composition of burley tobacco leaves and smoke. *Journal of Plant Science*. 57: 159-166.
- Lester, G. E. 2005. Whole plant applied potassium : effect on Cantaloupe fruit sugar content and related human wellness compounds. *Acta Hort.* 682: 487-492.
- Lester. G. E., J. L. Jifon, and G. Rogers. 2005. Supplemental foliar potassium applications during muskmelon fruit development can improve fruit quality, ascorbic acid, and beta-carotene contents. *J. Amer. Soc. Sci.* 130: 649-653.
- Lin, D., D. Huang, and S. Wang. 2004. Effects of potassium levels on fruit quality of muskmelon in soilless medium culture. *Sci. Hort.* 102: 53-60.
- Marti, H. R. and H. A. Mills. 2002. Nitrogen and potassium nutrition affect yield, dry weight partitioning, and nutrient-use efficiency of sweet potato. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 33(1&2): 287-301.
- Mills, H. A. and J. B. Jones. 1996. *Plant analysis handbook II : a practical sampling, preparation, analysis, and interpretation guide*. Micro-Macro Publishing, Inc. Georgia. pp. 181.

- Moinuddin, K. S., S. K. Bansal, and N. S. Pasricha. 2004. Influence of graded levels of potassium fertilizer on growth, yield, and economic parameters of potato. *J. plant nutr.* 27: 239-259.
- Taiz L. and E. Zeiger. 2002. *Plant Physiology*. The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc. pp. 302-307
- Xu, G., S. Wolf, and U. Kafkafi. 2002. Ammonium on potassium interaction in sweet pepper. *J. plant nutr.* 25: 719-734.

Studies on the Growth and Yield of Organic Cucumber ‘Sia Di’ (*Cucumis sativus* L.) in Soilless Culture.

Yun-Sheng Hsu ¹⁾ Wen-Shann Lee ²⁾

Key words: Cucumber, Organic nutrition, Oil-palm ash, Potassium humate

Summary

This research studied the feasibility of cultivating cucumbers in soilless medium with liquid organic nutrition. The organic medium, which contained additional dolomite, experiment added bone meal 0.5 g/L and phosphate 0.5 g/L as the slow-released fertilizers (containing calcium, magnesium, and phosphorus), and compared the cucumber development of nutrition to that organic substance consisted with amino acid and oil-palm ash and potassium humate. The results showed that the organic nutrition B treatment with oil-palm ash as a potassium source has better plant height 225.33 cm and leaf number 20.33 vanes than other treatments. The organic nutrition C treatment with the half of oil-palm ash and potassium humate has better single plant yield 116.50 g and has better performance on fruit circumference, the number of fruits, the number of female flowers, the fruit set rate and fruit sellable rate than other treatments.

It is postulated that the organic medium mixed with slow-released fertilizers (containing calcium, magnesium, and phosphorus) with organic liquid nutrition providing nitrogen and potassium sources was most feasible in organic hydroponic production of cucumbers.

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

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

Corresponding author.

生長調節劑不同施用方式對茄子果實生長之影響

藍玄錦¹⁾ 宋 妤²⁾

關鍵字：2,4-D、NAA、茄子、果重、無子果實

摘要：本試驗研究生長調節劑(2,4-D、NAA)不同施用方式對茄子果實生長之影響。以三種不同果型茄子品種‘麻芝茄’(長茄)、『粉紅佳人’(中長型)、『紫水’(圓茄)為材料，分別利用浸漬、噴灑、羊毛脂膏塗抹及滴等方式處理 10 mg l⁻¹ 2,4-D 及 100 mg l⁻¹ NAA，調查其對果實生長之影響。結果顯示，‘麻芝茄’果重及果實生長情形以浸漬效果最佳。‘粉紅佳人’以噴灑對果重最佳，生長情形以滴之表現最佳。‘紫水’果重及果實生長情形以羊毛脂膏塗抹方式最佳。

前 言

茄子(*Solanum melongena* L.)性喜高溫濕潤，適應性強，為世界重要之園藝作物之一，原產於東南亞、印度，主要栽培區域遍佈歐洲、中東、亞洲、美洲等地。根據聯合國農糧組織(FAO)統計資料，茄子於世界上之栽培面積超過 160 萬公頃，總生產量高達三千萬噸。

茄子於開花座果期會因養分供應不足、高溫(35℃)、低溫(15℃)或是光照不足等問題，造成茄子植株營養生長衰落，光合能力及產量下降，導致生殖生長受阻礙，影響花器發育導致花器發育不良、花柱短小，無法正常授精座果，產生落花或座果不良形成畸形果，進而影響產量及失去商品價值(戴，1995; 戴，2005; Sun *et al.*, 1990; Sezgin, 2006)。

植物荷爾蒙為植物體中控制生長發育機制之重要物質，在低濃度下即可使植物產生特殊之生理、生化或型態上的反應。五種植物荷爾蒙中，以生長素、激勃素及細胞分裂素類與果實生長關係最為密切(葉，1990)。植物生長調節劑(Plant growth regulators)為人工合成具有類似植物荷爾蒙功能之有機物質(高，1998)，其能有效促進果菜類園藝作物單為結果，抑制落花，提高座果率 (Tiziana, 2009)。目前商業生產上常用於誘發果實自體單為結果的

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。

有生長素類之 NAA、2,4-D。Chowdhury *et al.* (2007) 於山苦瓜之花器子房分別滴以 50 mg l⁻¹ 的 2,4-D 及 NAA 0.5ml，結果顯示，以 2,4-D 之處理，果實大小及座果率表現皆優於 NAA 處理組。1983 年 Nothmann 之試驗中，以 2,4-D 2.5 mg l⁻¹ 處理茄子品種‘Black Oval’(B.O) 處理 2,4-D 後，B.O 之座果率顯著高於未處理組，且可有效提高茄子單果重及總產量，並提及 Auxin 類之生長調節劑可有效促進果菜類之園藝作物行單為結果，但卻易有畸形果實之產生。

本試驗將以不同果型之茄子品種為研究材料，調查以不同施用方式處理生長調節劑對果實生長之影響，期可穩定茄子生產。

材 料 與 方 法

一、試驗材料

1. 供試作物：麻芝長茄（農友種苗股份有限公司，台灣）、粉紅佳人（生生種子股份有限公司，台灣）、紫水（タキイ公司，日本）
2. 生長調節劑：2,4-D (2,4-Dichlorophenoxyacetic acid, Sigma)、NAA (Naphthalene acids, Sigma)
3. 育苗介質：泥炭土 Bio-Mix Potting substrate 110 (Tref, The Netherlands) 為主要栽培介質，混合南海 3 號蛭石及南海 3 號珍珠石(購自振詠興業有限公司)，比例為 8：1：1。

二、試驗方法及栽培管理

1. 育苗與定植

茄子種子於 30/20℃ 催芽，待胚根長出後，播於 72 格穴盤，並於中興大學園藝學系蔬菜室之溫室內育苗，於第一片本葉展開時施用 1000 倍葉綠精(購自農友種苗股份有限公司)，而後每星期一次。待苗齡達 35 日時移至中興大學園藝學系蔬菜試驗田定植，以田樂一號(購自田酪股份有限公司)作為基肥。定植畦面為 10 m×0.9 m×0.15 cm (長×寬×高)，行株距為 1.2×0.6 m (每行 15 株)，以完全隨機區集(RCBD)種植三品種及進行處理。育苗期間依照植物保護手冊推薦方式適時施用藥劑防治病蟲害。

2. 灌溉施肥

植株定植時先以溝灌方式灌溉，於一星期後每 2-3 日澆灌一次、每 7 日溝灌一次，隨植株生育及氣候條件調整供給水量。植株生長至第一朵花開及盛花時，以台肥 43 號行追肥。

3. 整枝管理

參考 V 型整枝方式(戴，1995)，於二主幹上結果，生育期間隨時摘除側芽。

4. 生長調節劑處理方式

茄子植株定植田間 40-50 天後，進入盛花期，隨機選取植株之花朵行處理。於藥劑噴

施前一天，以人工除雄之方式除去雄蕊不進行套袋，隔日分別以 2,4-D 10 mg l^{-1} 及 NAA 100 mg l^{-1} 處理於子房，施用方法分為浸漬、噴灑、羊毛脂膏塗抹及滴等方式，於處理後 25 天採收。每處理三重覆、每重覆 10 朵花(每株處理之花朵數約 5-10 朵)，以未除雄且未進行藥劑處理之花朵做為對照組。使用方式如下：

- (1) 浸漬法：濃度配置好之藥劑(80ml)裝入 100 ml 之燒杯，將欲處理之子房浸入藥劑中約 10 秒。
- (2) 噴灑：藥劑置於噴霧器直接噴灑於已除雄之茄子子房上，每一花朵按壓一次(約 2-3 ml)。
- (3) 羊毛脂膏塗抹：秤取足量之羊毛脂膏，以隔水加熱法加熱，使其呈液態狀。2,4-D 及 NAA 之粉末先以少量乙醇溶解後，加入液態狀之羊毛脂膏，置於室溫下待其冷卻凝固，於冷卻過程中需不斷攪拌，使其能混和均勻。配置好之羊毛脂膏塗抹於以除雄處理之子房上(約 0.5 cm^3)。
- (4) 滴：將處理藥劑以滴管，直接滴於花器子房上，每一子房約 1 ml。。開花後 25 天行採收果實。每處理三重覆、每重覆 10 朵花(每株處理之花朵數約 5-10 朵)。

三、調查項目與方法

1. 果實生長發育調查

- (1) 落花率：落花數/總處理之花朵數，以百分率表示。
- (2) 花朵發育不完全率：無落花，子房卻無法突出花萼之花朵/總處理之花朵數，以百分率表示。
- (3) 無子果實率：將果實剖開，觀察是否有種子。無種子之果實數/總採收果實數，以百分率表示。
- (4) 畸形果率：依據戴(1992)之彎曲果判定方法，調查‘麻芝茄’及‘粉紅佳人’之畸形果數，‘紫水’則以膨大不均之情形為畸形果，畸形果數/總採收果實數，以百分率表示。

2. 果實性狀調查

- (1) 果重：每重覆選取三個採收果實測量重量，單位為公克(g)
- (2) 果長：採收果實之長度(採樣標準同果重)，單位公分(cm)
- (3) 果徑：選取果實上、中、下三點測量其寬度平均值(採樣標準同果重)，單位公釐(mm)。

四、統計分析

調查所得數據以 SAS 套裝軟體 9.1 版 (SAS Insbitue, Cary, NC) 中的 PROC ANOVA (analysis of variance procedure) 進行變方分析($\alpha=0.05$)，以 Fisher's LCD 或 t-test 依需要進行各處理間平均值的比較。

結 果

施用 10 mg l⁻¹ 2,4-D 及 100 mg l⁻¹ NAA 之不同方式對‘麻芝茄’果實之性狀影響結果如表 1，以 10 mg l⁻¹ 2,4-D 行浸漬子房之果重影響最佳(86.8 g)，顯著高於同藥劑之噴灑(73 g)及滴(60.7 g)等方式。羊毛脂膏塗抹 100 mg l⁻¹ NAA 後，其果重 81.7 g 最高，與滴於花器子房之 62.1g 有顯著差異。以 10 mg l⁻¹ 2,4-D 及 100 mg l⁻¹ NAA 滴於‘麻芝茄’之子房，其果長(11.05 cm、10.08 cm)及果徑(2.35 cm、2.28 cm)皆於此處理中表現最差。

表 1. 兩種生長調節劑及其施用方法對‘麻芝茄’果實性狀之影響

Table 1. The effect of two growth regulators and application methods on ‘Matsu’ fruit characteristics.

	Method	Fruit length(cm)	Fruit width(cm)	Fruit weight(g)
Control		28.56 a ^z	3.37 a	122.3 a
2,4-D 10	Soaking	15.45 b	2.97 bc	86.8 b
	Lanolin	13.50 cd	2.64 bc	70.1 bc
	Spraying	14.64 bc	2.66 bc	73.0 cd
	Dropping	11.05 e	2.35 cd	60.7 d
	Average	13.66	2.65	72.6
NAA 100	Soaking	12.58 d	2.64 bc	71.3 cd
	Lanolin	13.97 c	2.91 b	81.7 cd
	Spraying	12.58 d	2.91 b	74.6 bc
	Dropping	10.08 e	2.28 d	62.1 d
	Average	12.30	2.69	72.44
Auxin		** ^y	n.s.	n.s.
Method		**	n.s.	n.s.
Auxin×Method		***	**	**

^z Means within the same letter in a column are not significantly different by LSD test at 5% level.

^y n.s., *, **, ***: indicated nonsignificant or significant at $p \leq 0.05$, 0.01 or < 0.0001 , respectively.

Control: unemasculated flower and did not treat 2,4-D and NAA.

表 2 結果顯示，畸形果率以 10 mg l^{-1} 2,4-D 進行浸漬及噴灑之方式，與對照組無顯著之差異，以噴灑及羊毛脂膏處理 NAA 之組合最高(65.9、72.2 %)，皆顯著高於對照組之 4.8 %。無子果實之比率介於 42-64.3 %，處理間皆顯著高於對照組之 0%。發育不全之果實比率以 NAA 處理顯著最高，尤以噴灑及滴之方式最高，分別為 50、58.5%。以藥劑處理後皆可降低落花率，除 NAA 浸漬之方式與對照組無顯著差異外，其餘處理組合顯著低於對照組之 44.8%。

表 2. 兩種生長調節劑及其施用方法對‘麻芝茄’果實生長之影響

Table 2. The effect of two growth regulators and application methods on ‘Matsu’ fruit development.

Method		Abscised Flowers(%)	Undeveloped Flower(%)	Malformed Fruits(%)	Seedless Fruit (%)
Control		44.8 a ^z	0.0 c	4.8e	0.0 b
2,4-D 10	Soaking	0.0 b	0.0 c	20.0 de	46.7 a
	Lanolin	7.4 b	0.0 c	39.6 bc	61.1 a
	Spraying	12.0 b	0.0 c	21.9 de	56.5 a
	Dropping	7.9 b	7.9 c	31.0 bcd	50.9 a
	Average	6.8	2.0	28.2	53.8
NAA 100	Soaking	22.2 ab	36.5 b	46.8 b	64.3 a
	Lanolin	15.9 b	34.9 b	65.9 a	64.3 a
	Spraying	16.7 b	50.0 a	72.2 a	61.1 a
	Dropping	12.1 b	58.5 a	34.4 bcd	42.0 a
	Average	16.7	45.0	54.8	58.4
Auxin		n.s. ^y	***	***	n.s.
Method		n.s.	*	*	n.s.
Auxin × Method		n.s.	n.s.	*	n.s.

^z Means within the same letter in a column are not significantly different by LSD test at 5% level.

^y n.s., *, **, ***: indicated nonsignificant or significant at $p \leq 0.05$, 0.01 or < 0.0001 , respectively.

Control: unemasculated flower and did not treat 2,4-D and NAA.

‘粉紅佳人’果長，以 10 mg l^{-1} 2,4-D 處理者，於不同施用方式間無顯著之差異，以 NAA 處理之效果顯著較 2,4-D 佳，與對照組無顯著之差異(表 3)。果實的果徑及果重受藥劑主因子影響，皆顯著低於對照組。不同施用方式處理 NAA 藥劑之果重皆顯著高於 2,4-D 之處理，分別為 109.3-123.8 g 及 75.5-94.8 g。

表 3. 兩種生長調節劑及其施用方法對‘粉紅佳人’果實性狀之影響

Table 3. The effect of two growth regulators and application methods on ‘Pink Diana’ fruit characteristics.

	Method	Fruit length(cm)	Fruit width(cm)	Fruit weight(g)
Control		19.96 a ^z	4.27 a	197.1 a
2,4-D 10	Soaking	15.99 c	3.39 cd	91.2 cde
	Lanolin	16.37 c	3.41 bcd	94.8 cd
	Spraying	16.33 c	3.07 e	75.5 e
	Dropping	16.60 bc	3.27 de	86.9 de
	Average	16.32	3.28	87.1
NAA 100	Soaking	19.26 a	3.35 cde	109.3 bc
	Lanolin	18.54 ab	3.71 b	116.1 b
	Spraying	19.48 a	3.58 bc	123.8 b
	Dropping	19.33 a	3.44 bcd	120.0 b
	Average	19.15	3.52	117.3
Auxin		*** ^y	**	***
Method		n.s.	n.s.	n.s.
Auxin × Method		n.s.	n.s.	*

^z Means within the same letter in a column are not significantly different by LSD test at 5% level.

^y n.s., *, **, ***: indicated nonsignificant or significant at $p \leq 0.05$, 0.01 or < 0.0001 , respectively.

Control: unemasculated flower and did not treat 2,4-D and NAA.

畸形果比率，以不同施用方式處理兩種生長調節劑與對照組無顯著性差異(表 4)。無子果實生產上，以 2,4-D 滴於花器子房之 35.2%最低，但顯著高於對照組之 0%，其餘組合間則無顯著性之差異。對於發育不全果實之產生，NAA 藥劑處理具有顯著差異，以浸漬及羊毛脂膏塗抹等處理方式產生發育不全果實比率最高，皆為 23.3%。施用兩種生長調節劑皆能有效抑制落花率的產生，其中以 NAA 100 mg l⁻¹ 浸漬及滴之效果最佳，其無落花之產生。

表 4. 兩種生長調節劑及其施用方法對‘粉紅佳人’果實生長之影響

Table 4. The effect of two growth regulators and application methods on ‘Pink Diana’ fruit development.

	Method	Abscised Flowers(%)	Undeveloped Flower(%)	Malformed Fruits(%)	Seedless Fruit (%)
Control		23.3 a ^z	0.0 c	0.0 a	0.0 c
2,4-D 10	Soaking	6.7 bcd	0.0 c	10.4 a	50.4 ab
	Lanolin	3.3 cd	0.0 c	6.7 a	44.8 ab
	Spraying	10.0 bc	0.0 c	0.0 a	56.5 a
	Dropping	13.3 b	0.0 c	4.2 a	35.2 b
	Average	8.3	0.0	5.3	46.7
NAA 100	Soaking	0.0 d	23.3 a	4.8 a	52.4 ab
	Lanolin	3.3 cd	23.3 a	8.9 a	55.4 a
	Spraying	3.3 cd	10.0 b	12.5 a	42.5 ab
	Dropping	0.0 d	16.7 ab	7.9 a	48.2 ab
	Average	1.7	18.3	8.5	49.6
Auxin		* ^y	***	n.s.	n.s.
Method		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Auxin × Method		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

^z Means within the same letter in a column are not significantly different by LSD test at 5% level.

^y n.s., *, **, ***: indicated nonsignificant or significant at $p \leq 0.05$, 0.01 or < 0.0001 , respectively.

Control: unemasculated flower and did not treat 2,4-D and NAA.

表 5 之結果顯示，‘紫水’果實大小受施用方式影響。以羊毛脂膏塗抹 2,4-D 對‘紫水’果長(7.81 cm)及果重(108.2 g)之表現最好，利用 NAA 浸漬之果徑(4.53 cm)及果重(99.8 g)最差。畸形果及無子果實率，於不同處理間無顯著差異(表 6)。以不同施用方法施用 NAA 皆會產生 20%以上之發育不全果實，顯著高於 2,4-D 之處理者。經由 NAA 處理下，落花率顯著低於對照組，其中以羊毛脂膏塗抹之 3.3%效果最佳，2,4-D 10 處理之落花率以藥劑滴於子房的 16.7%最低，但與對照組無顯著性差異。

表 5. 兩種生長調節劑及其施用方法對‘紫水’果實性狀之影響

Table 5. The effect of two growth regulators and application methods on ‘Shisui’ fruit characteristics.

	Method	Fruit length(cm)	Fruit width(cm)	Fruit weight(g)
Control		9.45 a ^z	5.80 a	179.0 a
2,4-D 10	Soaking	7.52 e	4.51 de	96.8 de
	Lanolin	7.81 bcd	4.66 bcd	108.2 bc
	Spraying	7.67 de	4.66 bcd	101.0 cde
	Dropping	7.57 de	4.44 e	93.1 e
	Average	7.64	4.57	99.8
NAA 100	Soaking	7.72 cde	4.53 cde	99.8 cde
	Lanolin	7.97 b	4.76 b	111.1 b
	Spraying	7.89 bc	4.68 bc	105.1 bcd
	Dropping	7.79 bcd	4.61 bcd	100.9 cde
	Average	7.84	4.64	104.2
Auxin		** y	n.s.	n.s.
Method		*	**	**
Auxin × Method		n.s.	n.s.	n.s.

^z Means within the same letter in a column are not significantly different by LSD test at 5% level.

^y n.s., *, **, ***: indicated nonsignificant or significant at $p \leq 0.05$, 0.01 or < 0.0001 , respectively.

Control: unemasculated flower and did not treat 2,4-D and NAA.

表 6. 兩種生長調節劑及其施用方法對‘紫水’果實生長之影響

Table 6. The effect of two growth regulators and application methods on ‘Shisui’ fruit development.

Method		Abscised Flowers(%)	Undeveloped Flower(%)	Malformed Fruits(%)	Seedless Fruit (%)
Control		30.0 a ^z	0.0 b	4.8 a	0.0 b
2,4-D 10	Soaking	20.0 abc	0.0 b	0.0 a	51.0 a
	Lanolin	23.3 ab	0.0 b	4.8 a	43.5 a
	Spraying	21.7 abc	0.0 b	4.8 a	46.2 a
	Dropping	16.7 abcd	3.3 b	0.0 a	36.7 a
	Average	20.4	0.8	2.4	44.3
NAA 100	Soaking	10.0 bcd	23.3 a	9.5 a	44.4 a
	Lanolin	3.3 d	23.3 a	0.0 a	45.2 a
	Spraying	6.7 cd	23.3 a	0.0 a	47.6 a
	Dropping	10.0 bcd	20.0 a	4.8 a	53.9 a
	Average	7.5	22.5	3.6	47.8
Auxin		** y	***	n.s.	n.s.
Method		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Auxin × Method		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

^z Means within the same letter in a column are not significantly different by LSD test at 5% level.

^y n.s., *, **, ***: indicated nonsignificant or significant at $p \leq 0.05$, 0.01 or < 0.0001 , respectively.

Control: unemasculated flower and did not treat 2,4-D and NAA.

討 論

為瞭解 NAA 及 2,4-D 對茄子果實生長促進之效果，本試驗將茄子花朵於開花前除雄，避免授粉授精之影響，再處理生長調節劑。與對照組（未除雄、未處理生長調節劑者）比較，除雄後處理生長調節劑之果重皆較其為低，‘麻芝茄’果實重量減少 29-50%、‘粉紅佳人’果重減少 37-61%、‘紫水’果重減少 37-47%。果實在發育中，種子扮演一荷爾蒙合成之重要角色，其數量的多寡影響果實最後之大小及重量。單一的外加植物生長調節劑無法完全

取代果實發育中之內生荷爾蒙，使果實生長成熟。因此依作物種類可適用之植物生長調節劑使用種類、用量，須進一步之探討(林，1988)。

以不同施用方法處理，對於‘麻芝茄’之果實性狀無顯著影響，藥劑及施用方式顯著增加畸形果率，不同之施用方法上，以羊毛脂膏塗抹及滴會造成畸形果比率上升，原因為兩施用方式無法使藥劑均勻附著於子房上所導致。以 2,4-D 進行噴灑及浸漬等方式對‘麻芝茄’之畸形果率較低，而 NAA 處理皆會有果實發育不全之情形，對此品種若欲施用生長調節劑使其果實之生產表現最佳，推薦使用 2,4-D、浸漬之方式。‘粉紅佳人’以 NAA 之方式可增加可採收之果實數，‘紫水’以 NAA 及羊毛脂膏之使用方式可得較佳之果實性狀及增加可採收之果實數。根據文獻，目前以生長調節劑促果菜類單為結果之試驗及商業生產上，皆以子房浸漬或花序噴灑兩方式居多，少數為羊毛脂膏塗抹之方式，如西瓜以混和生長調節劑之羊毛脂膏塗抹於雌花子房上(林，1988)，由於西瓜之花器較大且子房裸露在外，以此處理較為便利。茄子子房是包覆於花萼內部，不易均勻塗抹，易造成畸形果比率之提高，除以‘紫水’之花器子房較大且突出花萼，較易處理外，‘麻芝茄’及‘粉紅佳人’以羊毛脂膏塗抹法處理效果皆不彰。藥劑噴灑時，因子房尚未突出，只能噴灑於花萼上方，或是對著花器子房進行噴灑，但前著之效果有限，後者則增加處理上之程序及困難度。浸漬子房之處理是將整朵花器浸漬於藥劑中，可使子房完整與藥液接觸及增加吸收面積，降低因生長調節劑處理不均而造成之畸形果率。

茄子為嫩果採收，果實成熟老化時，茄子的種子之外種皮變堅硬影響果實食用品質，及種子褐化影響果肉之色澤。本試驗中‘麻芝茄’、‘粉紅佳人’、‘紫水’之無子果實率分別較對照組增加 42-64.3%、35.3-56.5%、36.7-53.9%。由於生長調節劑可部分取代種子發育時對果肉細胞分裂及生長之促進效果，故可增加無子果實率。除雄處理後施以生長調節劑，可促進茄子無子果實生產，應可有效解決茄子生產時，其果實老化所造成之種子硬實褐化，果肉褐變之情形。

參 考 文 獻

- 林學詩。1988。植物生長調節劑在西瓜栽培上的應用無子西瓜單為結果試驗。植物生長調節劑在園藝作物之應用研討會專集 pp. 121-127。
- 高景輝。1998。植物荷爾蒙生理。華香園出版社 pp. 13-15。
- 葉振賢。1990。植物生長調節劑對枇杷果實發育之研究。國立中興大學園藝學系碩士論文。臺中、臺灣。78pp。
- 戴振洋。1992。茄子畸形果發生的原因。台中區農情月刊 pp.37。
- 戴振洋。1995。茄子 V 型整枝簡介。農業世界 147: 43-47。
- 戴順發、戴振洋、黃賢喜。2005。茄子。台灣農家要覽增修訂三版農作篇(二)。豐年社 pp.

541-544 °

- Chowdhury, R. N., M. G. Rasual, A. K. M. A. Islam, M. A. K. Mian, and J. U. Ahmed. 2007. Effect of plant growth regulators for induction of parthenocarpic fruit in kakrol(*Momordica dioica* Roxb.). Bangladesh J. Pl. Breed. Genet. 20: 00-00.
- Segzin U. 2006. The quantitative effects of temperature and light on the number of leaves preceding the first fruiting inflorescence on the stem of tomato (*Lycopersicon esculentum*, Mill.) and aubergine (*Solanum melongena* L.). Sci. Hort. 109: 142-146.
- Sun, W., D. Wang, Z. Wu, and J. Zhi. 1990. Seasonal change of fruit setting in eggplants (*Solanum melongena* L.) caused by different climatic conditions. Sci. Hort. 44: 55-59.
- Tiziana P. 2009. Seedless fruit production by hormonal regulation of fruit set. Nutrients 1: 168-177.

Effect of the Growth Regulators and Application Methods on the Growth of Fruit of Three Cultivars Eggplant (*Solanum melongena* L.)

Syuan-Jin Lan ¹⁾ Yu Sung ²⁾

Keyword: 2,4-D, NAA, Eggplant, Fruit weight, seedless fruit

Summary

In the study, three different fruit shapes of eggplant varieties 'Matsu', 'Pink Diana', 'Shisui' were treated with 10 mg l⁻¹ 2,4-D and 100 mg l⁻¹ NAA by soaking, spraying, lanolin paste and dropping. The best application methods of two growth regulators for three cultivars were increasing the fruit weight and fruit growth by soaking for 'Matsu', the fruit weight by spraying for 'Pink Diana' and fruit growth by dropping, the fruit weight and fruit growth by lanolin paste for 'Shisui'.

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

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

韭蘭屬種間雜交種之微體繁殖

郭欣宜¹⁾ 朱建鏞²⁾

關鍵字：韭蘭屬、器官培養、增殖

摘要：本試驗取白蔥蘭及三種韭蘭屬之種間雜交種的鱗莖置於室溫陰乾2週後進行組織培養。白蔥蘭鱗莖、‘(Z. citrine × Z. grandiflora) × Z. grandiflora 96-1’及‘(Z. citrine × Z. grandiflora) × Z. grandiflora 96-2’以十字對切成4個帶基盤的培植體，培養於含1/2 MS，30 g/L蔗糖，4 g/L 洋菜，pH為5.7±0.1的培養基中，可得較多的芽體形成率及平均芽體數。出瓶移植網室栽培4週後的存活率為85.7 %-100 %。‘Z. citrine × Z. grandiflora 96-1’、則以1/2 MS、0.5 mg/L NAA及5 mg/L BA、4 g/L 洋菜、30g/L 蔗糖，pH值為5.7±0.1的培養基中，芽體形成率及平均芽體數表現較佳，出瓶移植網室栽培4週後的存活率皆達90 % 以上。

前言

韭蘭屬(*Zephyranthes*)為石蒜科(*Amaryllidaceae*)多年生單子葉植物，分佈於西印度群島、熱帶美洲及美國中南部之沼澤及濕潤草地上(Guoyin *et al.*, 2006; Knox, 2009)。韭蘭屬植物(*Zephyranthes* spp.)多以分離球根或種子繁殖。Intakarn 等人(1997)和 Gilman (1999)分別指出 *Z. citrina* 不易形成子球，而 *Z. rosea* 及其雜交種利用子球或鱗片繁殖速度很慢，因此組織培養為快速繁殖重要技術。Gangopadhyay 等人(2010)利用組織培養於2個月後成功增殖 *Z. grandiflora*，1個月後將其發根小鱗莖移植溫室栽培於6個月後開花，大幅縮短韭蘭屬植物(*Zephyranthes* spp.)利用種子繁殖需2年才開花的時間。本研究室曾利用 *Z. citrina* 和 *Z. grandiflora* 進行種間雜交，獲得一些優良單株如‘*Z. citrine* × *Z. grandiflora* 96-1’、‘(Z. citrine × Z. grandiflora) × Z. grandiflora 96-1’、‘(Z. citrine × Z. grandiflora) × Z. grandiflora 96-2’等(留, 2006)，唯大多數種間雜交種都具有親本 *Z. citrina* 相似的不易分球之特性。因此本研究目的，擬先以可以大量獲得材料的白蔥蘭建立蔥韭蘭組培量化方法，再利用建立的方法大量繁殖這些種間雜交的優良單株。

1) 國立中興大學系碩士班研究生。

2) 國立中興大學園藝系教授，通訊作者。

材 料 與 方 法

一、試驗材料

(一) 試驗材料

本試驗材料為栽培於中興大學霧峰園藝試驗場的白蔥蘭(*Zephyranthes candida* (Lindl.) Herbert.)及韭蘭屬(*Zephyranthes*)之種間雜交種‘*Z. citrine* × *Z. grandiflora* 96-1’ (粉紅條紋小花)、『(*Z. citrine* × *Z. grandiflora*) × *Z. grandiflora* 96-1’ (粉紅色大花)、『(*Z. citrine* × *Z. grandiflora*) × *Z. grandiflora* 96-2’ (磚紅色，黃色花心)(圖 1)(留，2006)。鱗莖自田間挖取，取直徑約 1.0 cm-1.5 cm 之種球，去除葉片，裝於塑膠籃中放在室內陰乾，2 週後作為培植體來源。



圖 1. 韭蘭屬(*Zephyranthes*)之種間雜交種。

Fig. 1. The interspecific of *Zephyranthes* hybrids.

A. ‘*Z. citrine* × *Z. grandiflora* 96-1’

B. ‘(*Z. citrine* × *Z. grandiflora*) × *Z. grandiflora* 96-1’

C. ‘(*Z. citrine* × *Z. grandiflora*) × *Z. grandiflora* 96-2’

(二) 基本培養基之配製及培養環境

培養基以 1/2 MS(Murashige and Skoog, 1962)鹽類為基本配方。培養基由每公升 2.2 g 的 MS 商用配方(Sigma, USA)配製而成。試驗添加的植物生長調節劑有萘乙酸(α -naphthaleneacetic acid, NAA)和 6-苯胺基嘌呤(6-benzylaminopurine, BA)。另外以 30 g/L 蔗糖(台糖精緻細砂)做為碳源，洋菜粉(Difco Bacto agar)為凝膠物質，pH 值調整為 5.7 ± 0.1 。每支玻璃試管(2.5 cm×10 cm)注入 10 ml 培養基，每瓶 500 ml 蘭花瓶注入 100 ml 培養基，以 121 °C 高溫，1.1 Kg/cm² 高壓滅菌 20 分鐘。培養室溫度維持在 25 ± 2 °C，以冷白螢光燈(FL40D/38，旭光，台灣)提供 3000 lux 光照，每日照光 16 小時。

二、試驗方法

(一) 初代培養

取已陰乾 2 週的白蔥蘭鱗莖，去除外層乾枯鱗皮及兩層白色鱗片後，再切除根部至鱗莖裸露出白色基盤。削整過的鱗莖再經 1 % NaOCl 消毒 5 分鐘，再以無菌水沖洗 3 次。鱗莖以十字對切成 4 個帶基盤培植體，進行以下試驗：

1. 洋菜濃度對鱗莖培養之影響

含 1/2 MS 培養基分別以 0 g/L、2 g/L、4 g/L、6 g/L 或 8 g/L 之洋菜固化，每試管接種 1 個培植體，每重複 8 個培植體。唯 0g/L 洋菜濃度屬液體培養，故將滅菌過的培養基裝入已滅菌之塑膠培養皿中，每 1 個培養皿接種 8 個培植體當作 1 個重複。培養 4 週後，調查其芽體形成數及芽體形成率。

2. 植物生長調節劑對鱗莖培養之影響

含 1/2 MS 的固體培養基中含 NAA 與 BA 濃度之組合分別有 NAA(0 mg/L、0.5 mg/L 或 1 mg/L)與 BA(0 mg/L、5 mg/L、10 mg/L、15 mg/L 或 20 mg/L)共 15 種處理。每試管接種 1 個培植體，每重複 8 個培植體。培養 4 週後，調查其芽體形成數及芽體形成率。

3. 增殖培養

以韭蘭屬(*Zephyranthes*)之種間雜交種‘*Z. citrine* × *Z. grandiflora* 96-1’、‘(*Z. citrine* × *Z. grandiflora*) × *Z. grandiflora* 96-1’及‘(*Z. citrine* × *Z. grandiflora*) × *Z. grandiflora* 96-2’依循前述白蔥蘭試驗中效果最好的處理進行初代培養。將初代培養所培養出的小鱗莖做為材料進行增殖。將小鱗莖去葉後以一刀對切(1/2, 2 個培植體)或十字對切(1/4, 4 個培植體)做為培植體之 2 種處理進行試驗，接種於 500 ml 之蘭花瓶。蘭花瓶內裝有 100 ml 之以下配方，其一配方為 1/2 MS(2.2 g/L)、4 g/L 洋菜、30g/L 蔗糖，pH 值為 5.7±0.1；另一配方為 1/2 MS(2.2 g/L)、0.5 mg/L NAA 及 5 mg/L BA、4 g/L 洋菜、30g/L 蔗糖，pH 值為 5.7±0.1。每個蘭花瓶接種 30 個培植體，培養 4 週後調查芽體形成數、芽體形成率及新鱗莖的直徑。

4. 出瓶栽培

最後將形成的發根小鱗莖去除根部後，種植於裝有由等體積的珍珠石和泥炭土混合成之培養土的 200 格穴盤中。栽培環境為中興大學園藝系的網室。每天澆水 1 次，培養 4 週後，調查其存活率。

5. 統計分析

試驗採用完全隨機設計(completely randomized design, CRD)，每一個容器視為 1 重複，每個處理總共 3 重複，使用 CoStat 6.1 (CoHort software, Minneapolis, USA)，白蔥蘭初代培養以 ANOVA 判別顯著差異性並進行鄧肯氏多變域分析(Duncan's multiple range)，韭蘭屬種間雜交種之增殖培養則以 ANOVA 判別顯著差異性並進行最小顯著差異分析(Least significant difference, LSD)，分析各處理間之顯著差異性($p \leq 0.05$)。

結 果

一、初代培養

(一) 洋菜對鱗莖培養之影響

將4等份培植體培養於含不同洋菜濃度的培養基中，4週後芽體形成率皆在75 %以上。其中當洋菜濃度為4 g/L，芽體形成率(100 %)及平均芽體數(4.04)皆高於其他處理(表1)。而液體培養下，只產生1.80個芽體，明顯低於其他處理，且此處理產生芽體之圓球狀部分，顏色較為透明，有水浸狀的情形發生，其他處理則無此情形發生。

表1. 洋菜對白蔥蘭鱗莖初代培養芽體生長之影響^z

Table 1. Effects of agar on shoot growth of *Zephyranthes candida* in initial culture^z.

Agar (g/L)	Shoot formation (%)	No. of shoots/explant
0	79.2 b ^y	1.8 c
2	87.5 ab	3.3 b
4	100.0 a	4.0 a
6	75.0 b	3.0 b
8	79.2 b	2.9 b

^z Explants cultured on half-strength MS medium for 4 weeks.

^y Means followed by the same letter within columns are not significantly different by Duncan's Multiple Range Test at 5 % level.

(二) 植物生長調節劑對鱗莖培養之影響

將培植體接種於含BA 0 mg/L、5 mg/L、10 mg/L、15 mg/L 或 20 mg/L 及NAA 0 mg/L、0.5 mg/L 或 1 mg/L 等組合之培養基中培養4週後芽體生長情形如表2。BA及NAA濃度皆為0 mg/L之處理下，芽體形成率高達95.83%，而在同樣未添加NAA的處理中，隨著BA濃度增加，芽體形成率及平均芽體數隨之下降。平均芽體數以BA及NAA濃度皆為0 mg/L及BA為5 mg/L加NAA濃度為0.5 mg/L此兩個處理表現較佳，分別為4.29及3.84。

二、增殖培養

將‘*Z. citrine* × *Z. grandiflora* 96-1’、‘(*Z. citrine* × *Z. grandiflora*) × *Z. grandiflora* 96-1’、‘(*Z. citrine* × *Z. grandiflora*) × *Z. grandiflora* 96-2’3個雜交種初代小鱗莖去葉後，進行一刀

對切成 1/2 或十字對切成 1/4 大小為培植體分別接種於不含生長調節劑以及 BA 5 mg/L 及 NAA 0.5 mg/L 之兩種培養基中，培養 4 週後進行調查。‘*Z. citrine* × *Z. grandiflora* 96-1’ 在不含生長調節劑或含有 BA 5 mg/L 及 NAA 0.5 mg/L 之培養基中，不論是切成 1/2 或 1/4 之培植體大小對芽體形成率、平均芽體數及芽體直徑皆無顯著差異。同為切成 1/2 的培植體或切成 1/4 大小的培植體處理下，以接種於含有 BA 5 mg/L 及 NAA 0.5 mg/L 之培養基中的芽體形成率及平均芽體數表現較佳，分別為 91.67 %、1.22 及 91.67 %、1.08 (表 3)。
 ‘(*Z. citrine* × *Z. grandiflora*) × *Z. grandiflora* 96-1’ 在不含生長調節劑之培養基處理中或含有 BA 5 mg/L 及 NAA 0.5 mg/L 之培養基中，切成 1/2 的培植體或是切成 1/4 之培植體大小對其芽體形成率、平均芽體數及芽體直徑皆無顯著差異。而在同為切成 1/2 的培植體或切成 1/4 大小培植體的處理下，以培養於不含生長調節劑之培養基中的芽體形成率、平均芽體數及芽體直徑表現較佳，分別為 91.67 %、1.14 及 2.90 mm 或 88.89 %、0.89 及 2.10 mm (表 3)。
 ‘(*Z. citrine* × *Z. grandiflora*) × *Z. grandiflora* 96-2’ 不論是在不同生長調節劑組合的培養基處理或不同大小培植體之處理中，芽體形成率、平均芽體數及芽體直徑皆無顯著差異性 (表 3)。

三、出瓶栽培

形成的發根小鱗莖去除根部移植到網室栽培 4 週後，‘*Z. citrine* × *Z. grandiflora* 96-1’ 在 1/4 大小的培植體培養於不含生長調節劑之培養基中的瓶苗出瓶後存活率為 100 %，其餘皆在 90 % 以上。‘(*Z. citrine* × *Z. grandiflora*) × *Z. grandiflora* 96-1’ 之存活率約 90 %-96 %。
 ‘(*Z. citrine* × *Z. grandiflora*) × *Z. grandiflora* 96-2’ 不論是在不同生長調節劑組合或培植體大小之處理，存活率略低於另外兩個種間雜交種約 85 %-94 % (表 3)。

表 2. BA 與 NAA 對白蔥蘭鱗莖初代培養芽體生長之影響^z

Table 2. Effects of the concentrations of BA and NAA on shoot growth of *Zephyranthes candida* in initial culture^z.

BA (mg/L)	NAA (mg/L)	Shoot formation (%)	No. of shoots/explant
0	0	95.8 a ^y	4.3 a
0	0.5	83.3 abc	3.4 ab
0	1	58.3 cde	2.1 bc
5	0	50.0 de	1.6 cde
5	0.5	87.5 ab	3.8 a
5	1	75.0 abcd	3.3 ab
10	0	37.5 ef	0.9 cde
10	0.5	75.0 abcd	2.0 bcd
10	1	75.0 abcd	2.1 bc
15	0	20.8 fg	0.4 de
15	0.5	58.3 cde	0.9 cde
15	1	54.2 de	1.2 cde
20	0	12.5 g	0.1 e
20	0.5	54.2 de	1.3 cde
20	1	66.7 bcd	0.8 cde

^z Explants cultured on half-MS medium supplemented with 4 g/L Agar for 4 weeks.

^y Means followed by the same letter within columns are not significantly different by Duncan's Multiple Range Test at 5 % level.

表 3. BA 與 NAA 及培植體大小對種間雜交種韭蘭芽體生長之影響^z

Table 3. Effects of BA and NAA and bulb size on shoot growth of *Zephyranthes* interspecific hybrids in the subculture^z.

Hybrid clone	BA (mg/L)	NAA (mg/L)	Bulb explants	Shoot formation (%)	No. of shoots/explant	New bulb diameter (mm)	<i>Ex vitro</i> survival (%)
' <i>Z. citrine</i> × <i>Z. grandiflora</i> 96-1'	0	0	1/2	69.4 b ^y	0.7 b	1.7 a	96.7
	0	0	1/4	75.0 ab	0.8 b	1.8 a	100.0
	5	0.5	1/2	91.7 a	1.2 a	1.8 a	90.0
	5	0.5	1/4	91.7 a	1.1 a	1.6 a	90.0
'(<i>Z. citrine</i> × <i>Z. grandiflora</i>) × <i>Z. grandiflora</i> 96-1'	0	0	1/2	91.7 a	1.1 a	2.9 a	92.3
	0	0	1/4	88.9 a	0.9 ab	2.1 ab	96.0
	5	0.5	1/2	77.8 ab	0.8 b	2.0 b	90.0
	5	0.5	1/4	58.3 b	0.8 b	2.0 b	90.0
'(<i>Z. citrine</i> × <i>Z. grandiflora</i>) × <i>Z. grandiflora</i> 96-2'	0	0	1/2	83.3 a	0.9 a	3.0 a	93.8
	0	0	1/4	75.0 a	0.9 a	2.4 a	93.1
	5	0.5	1/2	83.3 a	0.8 a	2.3 a	90.0
	5	0.5	1/4	62.5 a	0.8 a	2.0 a	85.7

^z Explants cultured on half-MS medium supplemented with 4 g/L agar for 4 weeks.

^y Means followed by the same letter within columns are not significantly different by least significant difference (LSD) test at 5 % level.

討 論

洋菜濃度會影響培養基之滲透壓進而影響培植體吸收養分的能力。由於韭蘭屬植物在夏季開花並形成子球，多雨過後可促進開花，因此推測水份濕度可能也會影響子球形成(De Hertogh and Le Nard, 1993; Gilman, 1999)。本試驗將白蔥蘭培植體進行液體培養，結果發現芽體形成率及平均芽體數表現皆不理想。但洋菜濃度調整為 4 g/L 時芽體形成率達 100%，平均芽體數為 4.0(表 1)。顯示此洋菜濃度所呈現的滲透壓讓白蔥蘭培植體吸收養分能力最好。

植物荷爾蒙調控著植物的生長與發育，在組織培養的過程中加入植物生長調節劑，來控制植物生長發育之效果。Pierik(1987)指出培植體除了受外源植物生長調節劑的調控外，內生生長素及細胞分裂素也會影響培植體的生長與發育。白蔥蘭培植體培養於不添加生長調節劑的培養基中，芽體形成率高達 95.83%(表 2)，代表其內生生長素及細胞分裂素足以讓白蔥蘭形成芽體。雖然培養於 BA 5 mg/L 和 NAA 0.5 mg/L 之培養基中其芽體形成率及平均芽體數表現也很好(表 2)，但進行種球組織培養量化試驗流程中，成本也是考量項目之一，故進行白蔥蘭種球量化，以不添加生長調節劑、1/2 MS、洋菜濃度為 4 g/L 培養基為最佳選擇。

然而由於不同的植物材料，如不同品種的晚香玉(蘇, 2010)或是不同品種的孤挺花(陳, 2000; 洪, 2007)培養在不同的生長調節劑的組合中會有不一樣的表現情形，因此由白蔥蘭初代培養基中，挑選出芽體形成率最高的2個培養基做為韭蘭屬三種種間雜交種進行組織培養的基本培養基，並以一刀對切(1/2, 2個培植體)或十字對切(1/4, 4個培植體)進行培養，‘*Z. citrine* × *Z. grandiflora* 96-1’、‘(*Z. citrine* × *Z. grandiflora*) × *Z. grandiflora* 96-1’及‘(*Z. citrine* × *Z. grandiflora*) × *Z. grandiflora* 96-2’在切成1/2或1/4培植體之兩處理間，不論是芽體形成率、平均芽體數及芽體直徑都沒有顯著差異，如果就整個鱗莖切割後形成之總芽體數計算推論，一刀對切之總芽體數為處理所得之2倍芽數，‘*Z. citrine* × *Z. grandiflora* 96-1’即為1.4-2.4個(表3)，‘(*Z. citrine* × *Z. grandiflora*) × *Z. grandiflora* 96-1’為2.6-2.2個(表3)，‘(*Z. citrine* × *Z. grandiflora*) × *Z. grandiflora* 96-2’為1.6-1.8個(表3)。十字對切之總芽體數為處理所得之4倍芽數，‘*Z. citrine* × *Z. grandiflora* 96-1’為3.2-4.4個(表3)，‘(*Z. citrine* × *Z. grandiflora*) × *Z. grandiflora* 96-1’與‘(*Z. citrine* × *Z. grandiflora*) × *Z. grandiflora* 96-2’為3.2-3.6個(表3)，故以十字對切(1/4, 4個培植體)可獲得較多的總芽體數。林和馬(1987)指出金花石蒜鱗片進行組織培養時，培植體的大小與褐化率有關，當培植體越小且越薄時，褐化率大幅上升進而影響芽體形成率。Langens-Gerrits等人(1997, 2000)以百合鱗莖進行組織培養時指出培植體大小也會有所影響，大的培植體比小的培植體容易形成小鱗莖，但因為培植體體積越大，越不容易消毒完全，污染率因此提高。然而培植體因切割數增多相對體積變小，自身製造養份的能力與荷爾蒙供給不足，導致降低芽體形成率 (Pierik, 1987)，在本實驗中則發現芽體形成率及鱗莖直徑不受切割方式不同而有影響，因此十字對切(1/4, 4

個增殖體)為最佳切割方式。‘(*Z. citrine* × *Z. grandiflora*) × *Z. grandiflora* 96-1’及‘(*Z. citrine* × *Z. grandiflora*) × *Z. grandiflora* 96-2’以1/2 MS，30 g/L蔗糖，4 g/L 洋菜，pH為5.7±0.1培養基為最佳增殖培養基(表3)，‘*Z. citrine* × *Z. grandiflora* 96-1’、則以1/2 MS、0.5 mg/L NAA及5 mg/L BA、4 g/L 洋菜、30g/L 蔗糖，pH值為5.7±0.1最佳增殖培養基(表3)。

將增殖後的小鱗莖移至網室栽培4週後，‘*Z. citrine* × *Z. grandiflora* 96-1’存活率為90-100%，‘(*Z. citrine* × *Z. grandiflora*) × *Z. grandiflora* 96-1’存活率為90-92.3%，而‘(*Z. citrine* × *Z. grandiflora*) × *Z. grandiflora* 96-2’的存活率為85.7-93.7%(表3)。

參 考 文 獻

- 林純瑛、馬溯軒。1987。金花石蒜之鱗片組織培養繁殖。中國園藝 33(4): 255-264。
- 洪志忠。2007。孤挺花幼花序器內培養之體胚發生。國立中興大學園藝學研究所碩士論文。台中。台灣。 71 pp.
- 留欽培。2006。韭蘭屬物種之種間雜交。國立中興大學園藝學研究所碩士論文。台中。台灣。 72 pp.
- 陳采晴。2000。孤挺花經由雙鱗片之微體繁殖法。國立中興大學園藝學研究所碩士論文。台中。台灣。 87 pp.
- 蘇月環。2010。夜來香新品種選育及微體繁殖之研究。國立嘉義大學農學研究所碩士論文。嘉義。台灣。 110 pp.
- De, Hertogh, A. A. and M. Le Nard. 1993. General chapter on summer flowering bulbs. In: A. De Hertogh and M. Le Nard. The Physiology of Flower bulbs. Elsevier Science Publishers, Amsterdam. Netherlands. pp.770-771.
- Gangopadhyay, M., D. Chakraborty, S. Dewanjee, and S. Bhattacharya. 2010. Clonal propagation of *Zephyranthes grandiflora* using bulbs as explants. *Biologia plantarum*. 54 (4): 793-797.
- Gilman, E. F. 1999. *Zephyranthes* spp. University of Florida, Florida. Fact Sheet FPS-621. 1-3.
- Guoyin, K., Y. Lu, Z. Qian, Y. Luo, G. Zhou, and K. Tang. 2006. Molecular characterization and expression analysis of a gene encoding mannose-binding lectin from bulb of *Zephyranthes grandiflora*. *Biol. Bratisl. Sec. Cell. Mol. Biol.* 61(6): 671-677.
- Intakarn, P., L. Eksomtramage, and K. Kanchanapoom. 1997 Karyotyping of *Zephyranthes rosea* Lindl. *Plants Derived from Tissue Culture*. Suranaree J. Sci. Technol. 4(1): 7-13.
- Knox, G. W. 2009. Rainlily, *Zephyranthes* and *Habranthus* spp.; Low Maintenance Flowering Bulbs for Florida Gardens. University of Florida. IFAS extension.
- Langens-Gerrits, M., G. De Klerk, and A. Croes. 2000. How to produce lily bulblets *in vitro* that

perform optimally after planting. Acta Hort. 530: 289-296.

Langens-Gerrits, M., W. Miller, H. L. Kipnis, C. Kollöffel, T. Croes, and G. J. De Klerk. 1997.

Bulb growth in lily regenerated *in vitro*. Acta Hort. 430: 267-273.

Pierik, R. L. M. 1987. *In vitro* culture of higher plants. Martinus Nijhoff Publishers, The Netherlands. 344pp.

The Micopropagation of *Zephyranthes* Interspecific Hybrids

Hsin-Yi Kuo ¹⁾ Chien-Young Chu ²⁾

Key words : *Zephyranthes*, Organ culture, Multiplication

Summary

The bulbs of *Zephyranthes candida*(Lindley) Herbert and three interspecific hybrids of *Zephyranthes* spp. were dried at room temperature for 4 weeks and cut into four explants with basal plate. *Zephyranthes candida*, '(*Z. citrine* × *Z. grandiflora*) × *Z. grandiflora* 96-1', and '(*Z. citrine* × *Z. grandiflora*) × *Z. grandiflora* 96-2' were cultured on the free hormone medium with half-MS supplemented with 4 g/L agar and 30 g/L sucrose and pH was 5.7±0.1 showed higher shoot formation rate and the number of shoots. However, the explants of '*Z. citrine* × *Z. grandiflora* 96-1' showed higher shoot formation rate and the number of shoots were cultured on the medium with half-MS supplemented with 0.5 mg/L NAA, 5 mg/L BA, 4 g/L agar and 30 g/L sucrose and pH was 5.7±0.1. *Ex vitro* plantlets were transplanted to the plug tray for four weeks, and the survival rate was up to 90 %.

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

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

紫苞舌蘭之微體繁殖

楊宗翰¹⁾ 林瑞松²⁾

關鍵字：紫苞舌蘭、微體繁殖、側芽、細胞分裂素、增殖、瓶內發根

摘要：本試驗使用紫苞舌蘭品種 *Spathoglottis plicata* 及其變異種粉花苞舌蘭 *Spathoglottis plicata* ‘RS01’ 為試驗材料，利用苞舌蘭成熟植株之側芽進行微體繁殖，探討 BA 對誘導芽體形成與增殖之影響，建立有效的芽體再生路徑，接著探討 IBA 對苞舌蘭瓶苗發根及生長之效用。兩種花色的紫苞舌蘭側芽培養於添加 8.88 μM BA 的培養基中效果較佳，8 週後每個培植體分別產生 1.89 及 2.44 個芽體，芽體形成率皆為 90%。增殖倍率的部分，兩者皆以添加 8.88 μM BA 的培養基增殖倍率最高，4 次繼代平均增殖倍率為分別為 2.09 及 2.26 倍。發根試驗中，於 IBA 的培養下，兩種花色的紫苞舌蘭小苗都會發根，發根率皆為 100%，培養時 IBA 濃度建議使用 7.38 ~ 9.84 μM ，對於小苗的植株發育、根部形成與發育，以及根部活性而言都有最佳效果。

前言

苞舌蘭(*Spathoglottis* spp.)為複莖性(Sympodial)地生蘭類，原生種分布於熱帶亞洲、澳洲、泰國、菲律賓及馬來諸島等地，在台灣的蘭嶼及綠島有 *Spathoglottis plicata* BLUME 原生種。台灣氣候溫暖，尤其在夏天特別炙熱，一般蘭科植物較為嬌嫩，能在此種自然環境下生長開花的種類相當少，而苞舌蘭卻是耐熱的蘭科植物，其花色豐富，花朵數多，開花期長，喜歡生長於日照充足的環境，若環境條件適當甚至可以終年開花，因此為庭園觀賞或景觀設計之優良素材，觀賞價值極高，目前花色包含了紫花、粉花、白花、黃花及混色花等(胡等，2009；Teng *et al.*, 1997；Murthy *et al.*, 2006)。

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。

芭舌蘭的傳統繁殖方式以分球繁殖，將許多假球莖分開成數株，但其增殖速率相當低，然而以種子播種繁殖的發芽率也過低，因此更有效率的無菌播種技術便開始應用於芭舌蘭的繁殖。除此之外，利用器官組織再生的方法對於大量繁殖也是相當有效率的方法之一，器官組織培養於週年均可取材料操作，繁殖速率呈指數上升，且變異較少(Teng *et al.*, 1997; Sinha *et al.*, 2009)。目前芭舌蘭在組織培養方面之研究相當有限，大部分發表的報告著重於無菌播種技術(胡等，2009; Minea *et al.*, 2004)，或者是利用瓶內實生苗的組織及器官進行 PLB 及癒傷組織之誘導(闕，2002; Teng *et al.*, 1997)，僅有少數報告利用成熟植株的器官或組織進行微體繁殖(Sinha *et al.*, 2009)。

因此本研究以台灣原生種紫芭舌蘭 *Spathoglottis plicata* 及其兩個變異種 *Spathoglottis plicata*‘RS01’(粉花)及 *Spathoglottis plicata*‘RS02’(白花)為試驗材料，探討細胞分裂素對側芽培植體芽體產生與增殖之影響，建立有效的芽體再生路徑，並且探討 IBA 對芭舌蘭瓶苗發根及生長之效用，期能對芭舌蘭之微體繁殖技術有所貢獻。

材 料 與 方 法

一、植物材料

以種植於國立中興大學台中市霧峰區葡萄中心之網室內，成熟假球莖上帶有數個新芽的台灣原生種紫芭舌蘭(*Spathoglottis plicata*)、以及變異種粉花芭舌蘭(*Spathoglottis plicata*‘RS01’)為試驗材料。栽培方式以泥炭土(Tref, Substrates For The Professional Horticulture, Russia)及真珠石(好成特選 4-6mm, Hopes Int’l Floriculture & Horticulture Co., Taoyuan, Taiwan)以 1:1 之比例混合成栽培介質，並於最下層鋪上一層約 2 公分厚的發泡煉石以利排水，栽植於直徑 30 公分，盆高 26.4 公分之歐洲塑膠硬盆(Ming Yuan 一呎歐洲盆, 汎元塑膠廠, 台中)。栽植後第 2 天開始澆水，之後每週固定澆水一次。

二、試驗方法

(一)、紫芭舌蘭之初代培養

將紫芭舌蘭(*Spathoglottis plicata*)及粉花芭舌蘭(*Spathoglottis plicata*‘RS01’)的假球莖所生長的新芽摘下，除去根部以及葉片，使短縮莖露出側芽，短縮莖以加入 2 滴 Tween 20 之 1% 次氯酸鈉溶液消毒殺菌 10 分鐘，進入操作台後再以無菌水清洗數次，將大小約 0.2 ~ 0.3 mm 的側芽切下做為培植體。基本培養基為 1/2 MS 培養基(sigma, USA)，添加 NAA(2.69 μ M)、蔗糖 20 g/L、肌醇 100 mg/L、蛋白胨 1 g/L 以及椰子水 150 ml/L。除了上述配方外再加入不同濃度的 BA 進行試驗，分別為 4.44、6.66、8.88、11.11 μ M 之 4 種培養基，而不添加 BA 者為對照組。培養基先調整 pH 值至 5.6，再加入洋菜(Difco Bacto-agar) 8 g/L，將培養基分裝於 20 mm $\times$ 150 mm 的 pyrex 試管中，以耐熱管蓋封住試管瓶口，每隻試管裝填約 10 ml 之培養基，以 121 $^{\circ}$ C(1.1 kg/cm²)滅菌 20 分鐘。培植體植入培養基後，

於 $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ ，白光光強度 3000 lux，光週期明暗各為 12 小時之環境下培養，8 週後調查其芽體數、芽體形成率及褐化率，並進行繼代培養。

(二)、紫苞舌蘭芽體之繼代培養與增殖

側芽培植體經過 BA 所誘導出來的芽體，將芽體分離後培養於培養基中。基本培養基為 1/2 MS 培養基(sigma, USA)，添加 NAA($2.69\ \mu\text{M}$)、蔗糖 20 g/L、肌醇 100 mg/L、蛋白胨 1 g/L 以及椰子水 150 ml/L。除了上述配方外再加入不同濃度的 BA 進行試驗，分別為 4.44、6.66、8.88、11.11 μM 之 4 種培養基，而不添加 BA 者為對照組。培養基先調整 pH 值至 5.6，再加入洋菜(Difco Bacto-agar)8 g/L，分裝於蘭花瓶，以鋁箔紙封住瓶口，每瓶注入約 100 ml 之培養基，接著以 121°C ($1.1\ \text{kg}/\text{cm}^2$) 滅菌 20 分鐘。芽體移入培養基後，於 $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ ，光強度 3000 lux，光週期明暗各為 12 小時之環境下培養，每 4 週進行一次繼代，同時調查芽體數、褐化數並計算增殖倍率，共繼代 4 次。

(三)、紫苞舌蘭利用 IBA 誘導瓶苗發根與生長之影響

發根培養基成分為 1/2MS 培養基(sigma, USA)，添加蔗糖 20 g/L、肌醇 100 mg/L、蛋白胨 1 g/L、椰子水 150 ml/L、未成熟香蕉泥 50 g/L、活性碳 1 g/L，並且分別加入不同濃度之 IBA(2.46、4.92、7.38、9.84 μM)進行發根試驗，培養基中不添加 IBA 者為對照組。培養基先調整 pH 值至 5.6，再加入洋菜(Difco Bacto-agar)8 g/L，分裝於蘭花瓶，以鋁箔紙封住瓶口，每瓶注入約 100 ml 之培養基，接著以 121°C ($1.1\ \text{kg}/\text{cm}^2$) 滅菌 20 分鐘。小苗移入培養基後，於 $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ ，光強度 3000 lux，光週期明暗各為 12 小時之環境下培養。培養 8 週後調查小苗株高、葉長、葉寬、葉數、根數、根長、發根率、植體葉綠素含量及根部 TTC 活性測定，並進行出瓶與移植。

(四)、分析方法

1. 葉片葉綠素含量：將葉片取 0.1 g 並切細碎，以丙酮和甲醇之混合藥劑(丙酮：甲醇=80：20) 10 ml 在黑暗中浸泡 24 小時後完全萃取葉綠素，使用光電比色計(Hitachi, U-2001)測定於 645、652 及 663 nm 之吸光值。
2. 根部活性：依據 Steponkus and Lanphear (1967) 之方法，將瓶苗根尖部份精稱到 0.1 g 置於 TTC 液(0.8% triphenyl tetrazolium chloride、0.05 mM Na_2HPO_4 -M KH_2PO_4 buffer pH 7.4)中，於室溫下黑暗處理 17 小時。然後將根部以蒸餾水沖洗並將水分吸乾，放入試管中，加入 20 ml 95 % 酒精後置於 78°C 恆溫水浴槽中震盪 20 分鐘，冷卻後再用 95% 酒精定量至 20 ml。利用分光光度計測定在 480 nm 波長下之吸光值。
3. 統計分析：試驗設計採完全隨機設計(completely randomized design)，試驗數據利用 CoStart 6.1 軟體(CoHort software, Monterey, CA, USA)以費雪氏 LSD 法(Fisher's Least Significant Difference test)比較 5% 差異顯著性。

結 果

一、紫苞舌蘭之初代培養

BA 誘導紫苞舌蘭(*Spathoglottis plicata*)側芽培植體試驗中，對照組以及所有含有 BA 培養基均能讓側芽培植體形成芽體。側芽培養於添加 8.88 μM BA 的培養基中效果最佳，8 週後每個培植體產生 1.89 個芽體，芽體形成率為 90%。而添加 4.44、6.66、11.11 μM BA 的培養基 8 週後分別產生 1.13、1.56 及 1.80 個芽體，芽體形成率分別為 80%、90% 及 50%。對照組 8 週後每個培植體產生 1 個芽體，芽體形成率為 80%。培植體褐化的部分，培養於添加 11.11 μM BA 培養基的側芽褐化率最高，為 50%，其次為對照組及添加 4.44 μM BA 的培養基，皆為 20%。而添加 6.66、8.88 μM BA 的培養基培植體褐化率較少，只有 10%(表 1)。BA 誘導粉花苞舌蘭(*Spathoglottis plicata* 'RS01')側芽培植體試驗中，所側芽在培養 8 週後均有芽體增殖的現象，其中以添加 8.88 μM BA 的培養基效果最佳，每個培植體產生 2.44 個芽體，芽體形成率為 90%。添加 4.44、6.66、11.11 μM BA 的培養基，每個培植體分別產生 1.38、1.63 及 1.60 個芽體，芽體形成率分別為 80%、80% 及 100%。而對照組每個培植體僅產生 1 個芽體，芽體形成率為 70%。培植體褐化方面，培養於添加 11.11 μM BA 培養基的側芽培植體存活率為 100%，完全沒有培植體褐化的發生。而添加 4.44、6.66、8.88 μM BA 的培養基及對照組的褐化率分別為 20%、20%、10% 及 30%(表 2)。

表 1. BA 對紫苞舌蘭側芽分生組織誘導芽體形成及褐化之影響

Table 1. Effect of different BA concentrations on shoot formation、browning and survival of *Spathoglottis plicata* lateral shoot explants^z

BA Concentration (μM)	Browning (%)	Contamination (%)	Survival (%)	Shoot formation (%)	Shoots per explant
Control	20	0	80	80	1
4.44	20	0	80	80	1.13
6.66	10	0	90	90	1.56
8.88	10	0	90	90	1.89
11.11	50	0	50	50	1.80

^z Each treatment with 10 lateral shoot explants.

Data obtained after 8 weeks of culture.

表 2. BA 對粉花苞舌蘭側芽分生組織誘導芽體形成及褐化之影響

Table 2. Effect of different BA concentrations on shoot formation、browning and survival of *Spathoglottis plicata* 'RS01' lateral shoot explants^z

BA Concentration (μ M)	Browning (%)	Contamination (%)	Survival (%)	Shoot formation (%)	Shoots per explant
Control	30	0	70	70	1
4.44	20	0	80	80	1.38
6.66	20	0	80	80	1.63
8.88	10	0	90	90	2.44
11.11	0	0	100	100	1.60

^z Each treatment with 10 lateral shoot explants.

Data obtained after 8 weeks of culture.

二、紫苞舌蘭芽體之繼代培養與增殖

BA 誘導紫苞舌蘭(*Spathoglottis plicata*)芽體增殖試驗中，增殖倍率以添加 8.88 μ M BA 培養基的增殖倍率最高，4 次繼代平均增殖倍率為 2.09 倍。其次為添加 4.44、6.66 及 11.11 μ M BA 的培養基，增殖倍率分別為 1.64、1.70 及 1.95 倍，而對照組則沒有繼續增殖(表 3)。BA 誘導粉花苞舌蘭(*Spathoglottis plicata* 'RS01')芽體增殖試驗中，增殖倍率以添加 8.88 μ M BA 的培養基的增殖倍率最高，在第 2 次繼代時有最高倍率 3 倍，4 次繼代平均增殖倍率為 2.26 倍，而對照組則沒有繼續增殖(表 4)。

表 3. BA 對紫苞舌蘭側芽培植體繼代 4 次內之增殖倍率

Table 3. Multiplication of *Spathoglottis plicata* lateral shoot explants after subculture 4 times by different BA concentrations

BA concentration (μ M)	Subculture				Avrage
	1	2	3	4	
Control	1 ^z	1	1	1	1
4.44	1.13	1.67	2.07	1.68	1.64
6.66	1.56	2	1.54	1.70	1.70
8.88	1.89	2.94	1.50	2.04	2.09
11.11	1.80	2.56	1.40	2.03	1.95

^zData obtained after 4 weeks of subculture

表 4. BA 對粉花苞舌蘭側芽培植體繼代 4 次內之增殖倍率

Table 4. Multiplication of *Spathoglottis plicata* 'RS01' lateral shoot explants after subculture 4 times by different BA concentrations.

BA concentration (μ M)	Subculture				
	1 ^z	2	3	4	Average
Control	1	1	1	1	1
4.44	1.38	1.91	1.14	1.50	1.48
6.66	1.63	2	2.11	2.15	1.97
8.88	2.44	3	1.71	1.90	2.26
11.11	1.60	2.19	2.02	2	1.95

^zData obtained after 4 weeks of subculture

三、紫苞舌蘭利用 IBA 誘導瓶苗發根與生長之影響

(一) 瓶苗發根與生長

經由 BA 誘導的芽體，以含有不同濃度 IBA 的培養基培養 8 週後，紫苞舌蘭 (*Spathoglottis plicata*) 在 4 種 IBA 培養基下全部都有發根，發根率為 100%，而對照組的發根率則為 93.75%，而小苗在添加 7.38 μ M IBA 的培養基培養下有最多的根數(7 條)以及最長的根長(7.04 cm)。葉片方面，添加 7.38 μ M IBA 的培養基有最多的葉片數，並且與添加 2.46 及 9.84 μ M IBA 的培養基沒有顯著差異，分別為 8.63、8.13 及 8.13 片葉，葉長及葉寬的部分則是以添加 9.84 μ M IBA 的培養基有佳的表現，分別為 14.09 及 0.8 cm。株高方面仍以添加 9.84 μ M IBA 的培養基有佳的表現，株高為 13.21 cm(表 5)。粉花苞舌蘭 (*Spathoglottis plicata* 'RS01') 在所有處理中，包括對照組的所有小苗都有發根，發根率均為 100%，而小苗在添加 9.84 μ M IBA 的培養基培養下有最多的根數，並且與添加 2.46 μ M IBA 的培養基沒有顯著差異，根數分別為 9.38 及 9 條，根長方面則是以添加 7.38 μ M IBA 的培養基有最長的根長(7.02 cm)。葉片方面，葉片數在所有處理中平均為 8~8.5 片葉，彼此之間無明顯差異，葉長及葉寬的部分則是以添加 9.84 μ M IBA 的培養基有佳的表現，分別為 16.06 及 0.74 cm。株高方面仍以添加 9.84 μ M IBA 的培養基有佳的表現，株高為 15.03 cm(表 6)。

表 5. IBA 對於經由 BA 增殖之紫苞舌蘭瓶苗生長之影響

Table 5. Effect of IBA on shoot and root growth of flask plantlets induced by BA of *Spathoglottis plicata* after culture for 8 weeks

IBA treatment (μ M)	Plant height (cm)	No. of leaves	Length of leaf (cm)	Width of leaf (cm)	Rooting (%)	No. of roots	Length of root (cm)
Control	10.35 b ^z	8.44 a	11.37 b	0.58 b	100 a	4.81 b	2.78 d
2.46	10.45 b	8.13 a	11.34 b	0.60 b	100 a	9.00 a	5.99 b
4.92	8.76 c	8.19 a	9.98 c	0.50 c	100 a	4.25 b	4.44 c
7.38	10.61 b	8.00 a	11.36 b	0.59 b	100 a	4.63 b	7.02 a
9.84	15.03 a	8.50 a	16.06 a	0.74 a	100 a	9.38 a	4.36 c

^zMean separation within columns by LSD test at $P \leq 0.05$.

表 6. IBA 對於經由 BA 增殖之粉花苞舌蘭瓶苗生長之影響

Table 6. Effect of IBA on shoot and root growth of flask plantlets induced by BA of *Spathoglottis plicata* 'RS01' after culture for 8 weeks.

IBA treatment (μ M)	Plant height (cm)	No. of leaves	Length of leaf (cm)	Width of leaf (cm)	Rooting (%)	No. of roots	Length of root (cm)
Control	10.61 b ^z	7.06 b	12.02 b	0.57 c	93.75 b	2.25 d	1.31 d
2.46	10.66 b	8.13 a	11.52 b	0.62 c	100 a	5.00 c	5.49 b
4.92	7.86 c	6.00 c	8.89 c	0.48 d	100 a	2.38 d	3.08 c
7.38	10.81 b	8.63 a	11.76 b	0.74 b	100 a	7.00 a	7.04 a
9.84	13.21 a	8.13 a	14.09 a	0.80 a	100 a	5.88 b	5.38 b

^zMean separation within columns by LSD test at $P \leq 0.05$.

(二) 葉綠素含量

經由 BA 誘導的芽體，以含有不同濃度 IBA 的培養基培養 8 週後，紫苞舌蘭 (*Spathoglottis plicata*) 植株在所有處理以及對照組下的葉綠素 a、葉綠素 b 及總葉綠素含量彼此之間均無顯著差異，葉綠素 a 含量為 0.63~ 0.91 mg/g，葉綠素 b 含量為 0.29~ 0.41 mg/g，總葉綠素含量為 1~ 1.42 mg/g(圖 1)。粉花苞舌蘭(*Spathoglottis plicata* 'RS01')植株在添加 7.38 μ M IBA 的培養基培養下，其葉綠素 a 含量及總葉綠素含量最高，分別為 1.09 及 1.72 mg/g，而植株的葉綠素 b 含量在所有處理以及對照組下，彼此之間無顯著差異，含量為 0.37~0.43 mg/g(圖 2)。

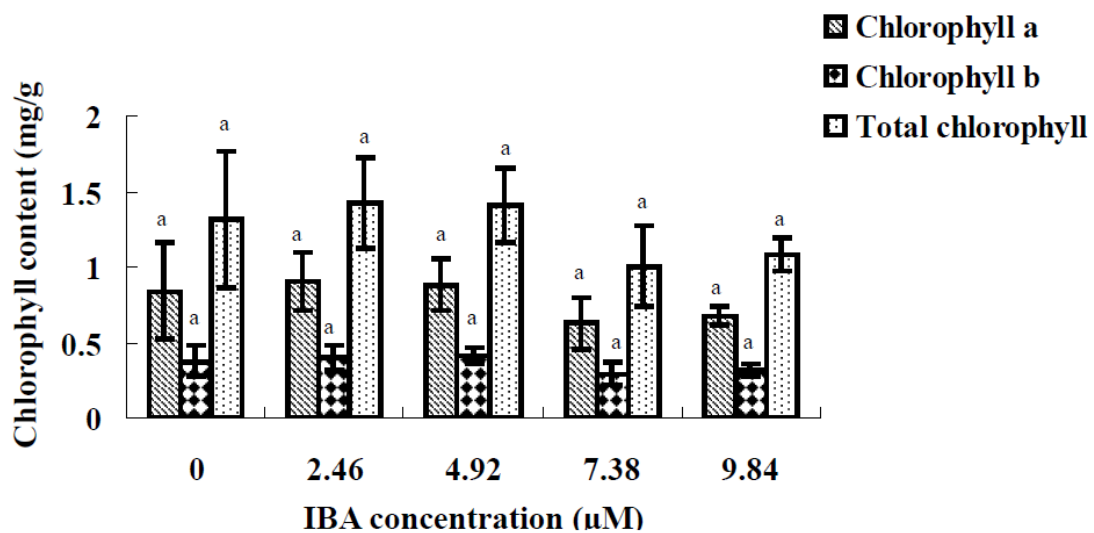


圖 1. IBA 處理對於經由 BA 增殖之紫苞舌蘭葉綠素含量之影響

Fig.1. Effect of different IBA concentrations on chlorophyll content of *Spathoglottis plicata* multiplied from BA.

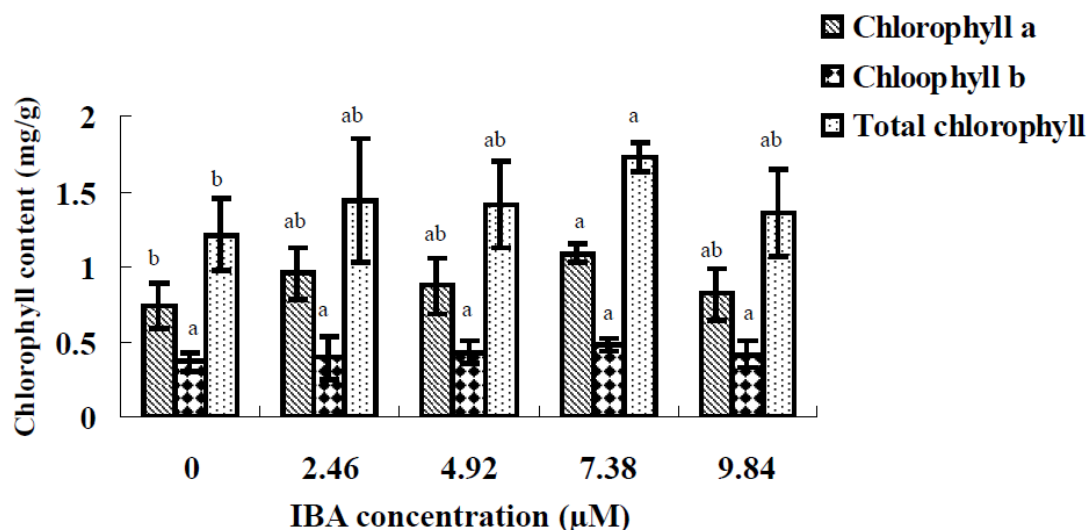


圖 2. IBA 處理對於經由 BA 增殖之粉花苞舌蘭葉綠素含量之影響

Fig.2. Effect of different IBA concentrations on chlorophyll content of *Spathoglottis plicata* 'RS01' multiplied from BA.

(三) TTC 根部活性

經由 BA 誘導的芽體，以含有不同濃度 IBA 的培養基培養 8 週後，紫苞舌蘭 (*Spathoglottis plicata*) 植株根部的 TTC 含量以添加 9.84 μM IBA 的培養基培養下有最大值 2.51 OD.A480/g (圖 3)。粉花苞舌蘭 (*Spathoglottis plicata* 'RS01') 植株根部的 TTC 含量以添加 7.38 μM IBA 的培養基培養下有最大值 2.82 OD.A480/g (圖 4)。

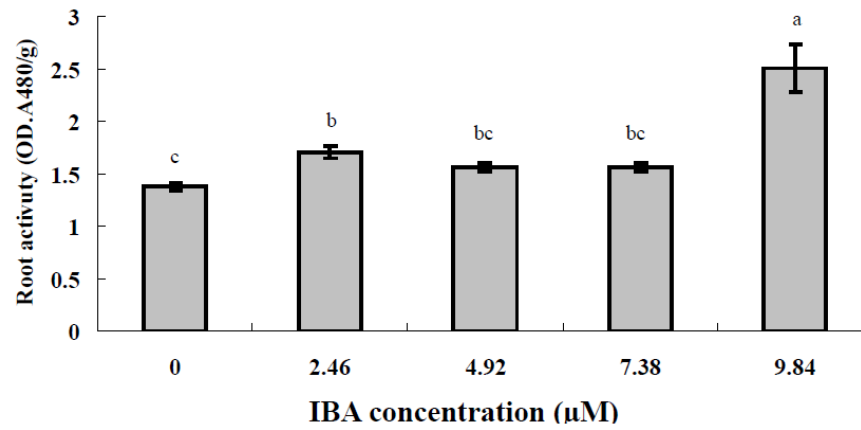


圖 3. IBA 處理對於經由 BA 增殖之紫苞舌蘭根部活性之影響

Fig.3. Effect of different IBA concentrations on root activity of *Spathoglottis plicata* multiplied from BA.

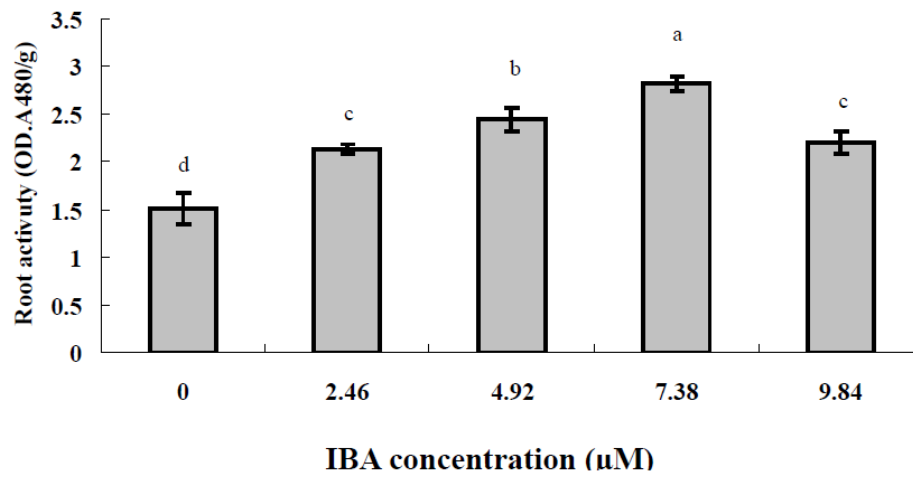


圖 4. IBA 處理對於經由 BA 增殖之粉花苞舌蘭根部活性之影響

Fig.4. Effect of different IBA concentrations on root activity of *Spathoglottis plicata* 'RS01' multiplied from BA.

討 論

Teng 等人(1997)切取紫苞舌蘭盆植小苗的莖節，培養於含有，BA、NAA 及活性碳的 1/2MS 培養基中進行光照培養，一個月內有 PLB 的產生，其中以 $0.44 \mu\text{M}$ BA 配合 $5.37 \mu\text{M}$ NAA 會誘導出最大量的 PLB，若 BA 濃度高於 $0.44 \mu\text{M}$ 則 PLB 的誘導效果會降低。本試驗中利用兩種花色之紫苞舌蘭側芽分生組織做為培植體來誘導，培養於不含活性碳的 1/2MS 培養基中行光照培養，其中以添加 BA $8.88 \mu\text{M}$ 配合 $2.69 \mu\text{M}$ NAA 對兩種花色之紫苞舌蘭側芽分生組織的誘導效果最好(表 1-2)，並且直接產生芽體，沒有觀察到 PLB 的產生。此試驗結果與 Shinha 等人(2009)的研究結果相似，研究中將莖節培植體培養於含有 2.0 mg/l BA 及 0.5 mg/l NAA 的 1/2MS 培養基中，能夠直接誘導出最多的芽體，其中也利用與 TDZ 進行莖節培養，但芽體誘導效果遠低於 BA。

Sinha 等人(2009)將紫苞舌蘭莖節誘導出來的微芽(microshoots)團塊繼代於含有 2%蔗糖、 2 g/l 蛋白朊、15%椰子水、 0.5 g/l 活性碳、 200 mg/l L-glutamine 的 1/2MS 培養基中，經過 8 週的繼代，微芽的數量明顯增加，而微芽也能繼續成長。本試驗中利用含有植物生長調節劑的培養基進行芽體的繼代，每 4 週繼代一次，在增殖倍率方面，兩種花色之紫苞舌蘭於繼代於含有 BA 的培養基中有較佳的增殖情形，其中以 BA $8.88 \mu\text{M}$ 下繼代第 2 次時皆出現最大增殖倍率(表 3-4)。相似的結果發現於 Kalimuthu 等人(2006)的香莢蘭(*Vanilla planifolia*)增殖試驗，將香莢蘭的莖頂與莖節培養於含有 BA 以及椰子水的 1/2MS 中，發現可以簡單又快速的進行增殖出芽體。

對於生產大量種苗而言，組織培養是相當良好的方法，而不定根的形成在此過程中更是一個關鍵，有效的發根測試可以提高發根率並且產生高品質的根系，所謂高品質的根系包括根數、根長、癒傷組織的形成與否以及植株種植之後的表現(林，2004)。於 IBA 的培養下，兩種花色的紫苞舌蘭小苗都會發根，發根率皆為 100%。陳等人(2004)在高氏柴胡發根試驗的報告中有相似的結果，高氏柴胡組培苗培養於含有 0.5 mg/l IBA 之 1/2 MS 培養基中，發根率可達 100%，並且於組培苗基部沒有癒傷組織化現象。此外，兩種紫苞舌蘭在對照組的部分也有 93.75~100%發根率，可見當環境得宜，紫苞舌蘭的發根能力相當優秀。本試驗中的培養基成分包含了香蕉泥與活性碳，蕭等人(2005)於報告指出，N6 基本培養基中加入蔗糖與香蕉泥能夠誘導鐵皮石斛發根，而活性碳添加於培養基中可形成黑暗環境，阻隔光線進入培養基，滿足植物發根的生理環境，有利於根部生長，因此紫苞舌蘭就算培養於無添加 IBA 的對照組培養基中依然能促進其發根，活性碳所形成的黑暗環境同時也能防止植物生長激素光氧化，並且吸附代謝物質或其它有毒物質(林等，2006；Dumas and Monteuiis, 1995)。BA 所誘導出來的紫花苞舌蘭(*Spathoglottis plicata*)芽體，其根長與根數在 IBA 濃度 $7.38 \mu\text{M}$ 之下有最佳表現，粉花苞舌蘭(*Spathoglottis plicata* 'RS01')則於 IBA 濃度 $7.38 \mu\text{M}$ 及 $9.84 \mu\text{M}$ 之間有最佳表現(表 5-6)。De Klerk 等人(1997)在蘋果瓶內發根試驗中有相似結果，蘋果的培植體培養於 $10 \mu\text{M}$ 的 IBA 能夠產生最多的根數；

Metivier 等人(2007)進行黃欖微枝條的瓶內發根試驗，同樣以 10 μ M 的 IBA 培養下有 100 % 的發根率、最多的根數以及最短的發根時間，且基部沒有癒傷組織化現象。探討植株葉綠素含量與 TTC 根部活性，紫花苞舌蘭(*Spathoglottis plicata*)小苗在任何 IBA 濃度處理下的葉綠素含量均無顯著差異(圖 1)，而在 IBA 濃度 9.84 μ M 之下，有最佳的根部活性(圖 3)，推測 IBA 濃度會影響到根部活性。粉花苞舌蘭(*Spathoglottis plicata* 'RS01')的小苗在 IBA 濃度 7.38 μ M 之下的葉綠素含量最高(圖 2)。在根部活性的部分，粉花苞舌蘭的於 IBA 濃度 7.38 μ M 之下有最佳的根部活性(圖 4)。

參 考 文 獻

- 王啟正。2005。原生植物紫蘭之繁殖與利用。花蓮區農業專訊. 52: 23-25。
- 林禎祥。2004。夜來香組培苗發根、田間植株性狀表現及核型分析之研究。碩士論文。國立嘉義大學園藝學研究所。
- 胡文若、王瑞章、孫文章、陳俊仁。2009。苞舌蘭無菌播種技術。台南區農業專訊 70: 1-2。
- 陳威臣、夏奇鈺、葉茂生、蔡新聲。2004。鹽類濃度、蔗糖、植物生長素及培養容器瓶口覆蓋物對高氏柴胡組培苗發根與馴化之影響。中華農業研究 53: 249-260。
- 黃子軒。2010。氮源比例、磷肥以及暗期中斷對紫苞舌蘭生長與開花之影響。碩士論文。國立中興大學園藝所。
- 楊于萱。2003。培養基成分、IBA 及香蕉成熟度對朵麗蝶蘭瓶苗生長的影響。碩士論文。國立中興大學園藝所。pp .20-22。
- 蕭翌柱、楊淑如、陳威臣、夏奇鈺、蔡新聲。2005。蔬果添加物對銅皮石斛實生苗瓶內培養之影響。台灣農業研究 54: 23-31。
- 闕巧梅。2002。紫苞舌蘭之組織培養。碩士論文。國立台灣大學園藝學研究所。
- De Klerk, G. J., M. Keppel, J. Ter Brugge, and H. Meekes. 1995. Timing of the phases in adventitious root formation in apple microcuttings. J. Exp. Bot. 46: 965-972.
- Debergh, P. C. and L. J. Maene. 1981. A scheme for commercial propagation of ornamental plants by tissue culture. Scientia Hort. 14: 335-345.
- Dumas, E and O. Monteuiis. 1995. In vitro rooting of micropropagated shoots from juvenile and mature Pinus Pinaster explants: influence of activated charcoal. Plant Cell Tiss. Org. Cult. 40: 231-235.
- Kalimuthu, K., R. Senthilkumar, and N. Murugalatha. 2006. Regeneration and mass multiplication of *Vanilla planifolia* Andr. – a tropical orchid. Current Sci. 91: 1401-1403.
- Lee, N., and H. Y. Wetzstein. 1999. In vitro propagation of Muscadine grape by axillary shoot proliferation. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 115: 324-329.

- Murthy, K. S. R., D. R. Ramulu, J. C. Rao, S. Emmanuel, and T. Pullaiah. 2006. In vitro flowering of *Spathoglottis plicata* Bl.(orchidaceae). *Phytomorphology* 56: 117-120.
- Naik, S. K., S. Pattnaik, and P. K. Chand. 2000. High frequency axillary shoot proliferation and plant regeneration from cotyledonary nodes of pomegranate(*Punica granatum* L.). *Scientia Horticulturae*. 85: 261-270.
- Paek, K. Y., and E. J. Hahn. 2000. Cytokinin, auxins and activated charcoal affect organogenesis and anatomical characteristics of shoot-tip cultures of *Lisianthus*(*Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn). *In Vitro Cell Dev. Biol. Plant*. 36: 128-132.
- Pang, J. L., L. L. Wang, J. Q. Hu, T. H. Xiang, and H. M. Liang. 2006. Synergistic promotion of gibberellin and cytokinin and cytokinin of direct regeneration of floral buds from *in vitro* cultures of sepal segments in *Sinningia speciosa* Hiern. *In Vitro Cell. Dev. Biol. Plant*. 42: 450-454.
- Rout, G. R., S. Samantaray and P. Das. 2000. *In vitro* rooting of *Psoralea corylifolia* Linn: Peroxidase activity as a marker. *Plant Growth Regul.* 30: 215-219.
- Salvi, N. D., L. George, and S. Eapen. 2000. Direct regeneration of shoots from immature inflorescence cultures of turmeric. *Plant Cell Tiss. Org. Cult.* 62: 235-238.
- Singh, F. 1992. Micropropagation of orchid—*Spathoglottis plicata* and *Epidendrum radicans*. In: Bajaj Y.P.S. (ed.) *Biotechnology in Agriculture and Forestry*. Vol 20. High-tech and Micropropagation IV. Springer, Berlin Heidelberg New York, pp.223-245.
- Sinha, P., M. L. Hakim, and M. F. Alam. 2009. In vitro mass clonal propagation of *Spathoglottis plicata* Bume. *Plant Tis. Cult.* 19: 151-160.
- Teng, W. L., L. Nicholson, and M. C. Teng. 1997. Micropropagation of *Spathoglottis plicata*. *Plant cell Rep.* 16: 831-835.
- Teng, W. L., L. Nicholson, and L. Y. Y. Yu. 1997. Clonal propagation of *Spathoglottis plicata* from young plants. *Acta Hortic.* 447: 193-196.

Micropropagation of *Spathoglottis plicata*

Tsung-Han Yang ¹⁾ Ruey-Song Lin ²⁾

Key words: *Spathoglottis plicata*, Micropropagation, Lateral shoot, Cytokinin, Multiplication, Flask plantlet rooting

Summary

Spathoglottis plicata, and *Spathoglottis plicata*‘RS01’ were used in this study to investigate the effect of cytokinin on lateral shoot explants. Another purpose of this study is to research the effect of IBA on flask plantlet growth and rooting.

The lateral shoot of *Spathoglottis plicata*, and *Spathoglottis plicata*‘RS01’ culture in the media with 8.88 μ M BA after 8 weeks had the better result, every lateral shoot induced 1.8 and 2.44 shoots. Shoot formation rate were both 90%. Multiplication of *Spathoglottis plicata*, and *Spathoglottis plicata*‘RS01’ also show the better result in the media with 8.88 μ M BA, the average of 4 times subculture proliferation are 2.09 and 2.26 respectively.

The experiment of flask plantlet rooting of *Spathoglottis plicata* and *Spathoglottis plicata*‘RS01’, rooting rate of all plantlets had 100% by using IBA. When culture in the medium with 7.38 ~ 9.84 μ M IBA, plantlets show the best development and root morphogenesis.

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

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

叢枝菌根菌運用於綠化樹木之研究

陳韻帆¹⁾ 劉東啟²⁾

關鍵字：叢枝菌根菌、都市樹木養護

摘要：由文獻回顧已知叢枝菌根菌對共生植物的效益，但目前應用在綠化樹木上的研究仍然很少。本研究回顧叢枝菌根菌的效益，並藉由實際調查檢視這些效益對都市樹木是否有必要性，並從分析的結果和目前商業生產及實際應用的問題上，討論叢枝菌根菌運用在養護都市樹木上會面臨的問題。實際調查結果發現，都市綠化樹木多處於通氣排水不良的環境，由於叢枝菌根菌為好氧的真菌，在缺氧環境無法發揮效益，因此，都市樹木養護首要改善通氣排水，才有進一步應用叢枝菌根菌的可能。另外，台灣在叢枝菌根菌的商業生產及實際應用上，除了必須尋求穩定大量生產的控管方式，也應該重視如何改變使用者的習慣與觀念。

前言

人們因自身的需求，而將樹木種植在都市內，但事實上都市環境中，樹木並無法有充足的生長空間、好的土壤條件以及水分供給，且人類在樹木周邊頻繁的活動，更使得樹木生長環境極度劣化：諸如土壤硬實、排水不良，容易積水等。積水的土壤環境會造成樹木根系缺氧，當根部不能獲得充分的氧氣，不僅呼吸作用受阻，同時硝化作用、固氮作用等均受障礙，不利植物生長的各種生化作用也隨之發生(Lyon et al., 朱譯, 1963)。

樹木依靠根系穩固自身，一旦根系衰弱，很可能發生倒塌的事件。而樹木本身是極巨大的生物體，一旦樹木倒伏，就可能產生重大的傷害事件。因此，如何在惡劣的現實環境中，維持樹木健康是綠化研究極重要的課題。

叢枝菌根菌與植物共生由來已久，共生的植物種類也非常廣泛，從低等的蘚苔、蕨類植物到高等的維管束植物皆有相關的報告，兩者互相依存在自然界中是十分普遍的現象。

叢枝菌根菌對於提升宿主的耐乾燥性相當有效，因它能夠促進水分及磷的吸收，使植物健全生長，並且能夠活化氣孔的開閉調節(伊藤與鈴木，1995)。在養份缺乏的環境，叢枝菌根菌也能幫助增進磷、鐵、及其他微量礦物質的吸收(伊藤與鈴木，1995)。另外，也有研究顯示，叢枝菌根菌能增強宿主對鹽害、重金屬等逆境的抵抗性(唐，1998)。

藉由這些效益，我們或許能夠利用叢枝菌根菌對都市樹木進行養護，維持樹木的健康。

文 獻 回 顧

一、菌根簡介

(一)、菌根(胡，1990)

菌根(mycorrhiza)一詞由 Frank(1885)確立，是植物與菌根菌互利共生所組成的吸收器官。藉由這種緊密生活的方式，菌根菌從植物得到光合成產物，植物則透過菌根吸收更多的土壤養分。

植物和菌根真菌的共生由來已久，從化石紀錄發現，在泥盆紀早期(約四億年前)，最早的類蘚苔植物即有與類似叢枝菌根的內生真菌共生的現象。胡弘道(1988)在《森林土壤學》中提到，「生存在激烈競爭的森林生態環境，尤其在貧脊地與不良生育地，若缺乏菌根則很難存活長久。即在自然界中，菌根之存在是必然的定理，而非例外。」

在所有菌根菌的研究當中，最常被提及的就是叢枝菌根菌(arbuscular mycorrhizal fungi, AMF)。叢枝菌根菌具有廣泛的共生性與環境適應性，比起其他專一性高的菌根菌來說雖然效率較差，但卻有較大的應用範圍，能夠彈性應付植栽種類豐富多變的綠化工作。

(二)、叢枝菌根菌的簡介與分類

菌根根據型態大致可分為外生菌根與內生菌根，一般將叢枝菌根分類到內生菌根。叢枝菌根菌的宿主範圍極廣，涵蓋了蘚苔、蕨類、種子及被子植物，約佔陸上植物的 80%。早期因為其特殊的囊狀體與叢枝狀體的器官而被稱為囊叢枝菌根(Vesicular-arbuscular mycorrhiza, VAM)，但在較近期的研究發現並非所有叢枝菌根皆存在囊狀體，因此改稱為叢枝菌根。

叢枝菌根菌屬於接合菌綱(Zygomycetes)的繡球孢子目(Glomales)，囊括了無柄孢子屬(Acaulospora)、內生孢子屬(Entrophospora)、大孢子屬(Gigaspora)、繡球孢子屬(Glomus)、硬囊孢子屬(Sclerocystis)及盾蓋孢子屬(Scutellospora)六屬。繡球孢子屬是分布最普遍的叢枝菌根菌。(吳與林，1998；胡，1988，1990；陳，1991)

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。

二、叢枝菌根菌的效益

(一)、促進吸收

叢枝菌根可幫助共生植物吸收養分，特別是在促進磷的吸收上貢獻良多(李，2002；胡，1990；伊藤與鈴木，1995；Gnekow, 1989；Cornwell, 2001)。磷對一些代謝及酵素反應等過程相當重要，並且為核酸、磷脂的重要組成成分，攸關細胞的穩定性，是植物的必要元素之一(趙等，2006)。

(二)、增強宿主能力

除了增進養份吸收，也有研究指出菌根能夠幫助宿主提高植物對水分、鹽分、重金屬等逆境的忍受力(胡，1990；伊藤與鈴木，1995；唐，1998；張，2008)以及抗病蟲害性(黃等，2003；伊藤與鈴木，1995)，且能增加土壤團力穩定性 (Wright and Upadhyaya, 1998) 改善宿主生長環境。

三、影響叢枝菌根菌的環境因子

(一)、溫度

溫度對叢枝菌根菌孢子的發芽與生長有很大的影響。一般來說，溫度較高時叢枝菌根菌較易形成菌落，且孢子的產生也會增加。雖然不同種類的叢枝菌根菌孢子發芽的最適溫度不盡相同，但較高的溫度皆有助於增進其對根部的感染，而當溫度過低時，所有的生長活動皆會停止。(胡，1990；陳，1991；伊藤與鈴木，1995)

(二)、水分通氣

較乾燥的環境下植物的菌根密度會增加，然而在接近永久萎凋點時，不但植物的生長會受到抑制，叢枝菌根菌的產孢亦然。(陳，1991)。過度潮濕的環境不僅會造成植物根部的損害，也不利於叢枝菌根菌感染植物根部，略微的土壤乾旱反而有助於叢枝菌根菌生長及感染，因水分過多易使土壤通氣不良，而叢枝菌根菌是一種好氧的真菌，低氧的狀態會抑制叢枝菌根菌的孢子萌芽，並抑制菌根的發育和形成。

另外，土壤硬度也會造成影響，孔隙過小的壓實土壤根系無法侵入，根的長度減短(陳，1991；吳與夏，2004；伊藤與鈴木，1995；Entry et al., 2001)，菌根可侵染的部位減少；且土壤過硬時通氣排水皆不良，此種缺氧環境本就不利叢枝菌根菌之生長與感染，與其共生的菌根的形成自然也減少。

(三)、pH 值

叢枝菌根菌就和其他微生物一樣，有喜好適應的 pH 環境，並非在所有 pH 值條件下都有相同的共生效果。一般認為愈為酸性、有機豐富和含腐殖質的潮濕土壤愈不利於叢枝菌根菌。但其實許多叢枝菌根菌有能力容忍低 pH 值條件，甚至有些真菌容易在低 pH 值的土壤形成叢枝菌根。(陳，1991；伊藤與鈴木，1995；Entry et al., 2001)

Siqueira 等發現 pH 與養分之交感作用會顯著影響叢枝菌根菌的孢子在洋菜上之發芽，推測 pH 可能不是直接影響，而是由於 pH 改變造成土壤可溶性物質改變而間接影響了叢枝菌根菌(胡，1990；陳，1991)。

(四)、養分

在土壤養分中，磷對叢枝菌根菌的影響最大。許多研究發現，高磷的環境不利於叢枝菌根菌感染植物，但也有例外。在高磷卻低地溫的環境下，叢枝菌根菌可正常的發揮作用，因低溫時磷很難被吸收(伊藤與鈴木，1995)。

施肥對叢枝菌根菌與植物間的共生關係並沒有好處。蕭詩菁(2008)的研究指出，不論水分多寡，隨著施肥量增加，菌根的感染率雖未達顯著，但確實有下降。Entry(2001)等的報告中也提到，在養分層級高的環境，半共生及全共生菌根植物供給磷到葉片的能力相似。即當土壤中養分愈高，植物對菌根的依賴性便愈差，對已經擁有充足養分的植物來說，與菌根共生顯然沒有什麼意義。

研 究 內 容

一、AMF 對都市樹木的養護之效益與必要性調查分析

(一)、研究方法

本研究先採以文獻調查的方式，比較叢枝菌根菌與樹木對環境的適應性，以此確認叢枝菌根菌在哪些環境下可以提供樹木幫助。進一步配合實際的土壤調查，分析這些效益對都市樹木是否有必要性。

(二)、AMF 對都市樹木的養護之效益分析

1. 溫度

30-40℃時樹木的同化作用受到抑制，但叢枝菌根菌能夠忍受這樣的高溫環境並形成菌根，發揮效用。但對於 15℃ 以下的低溫障礙則沒有助益。

2. 水分

到達永久萎凋點前，乾燥的環境下叢枝菌根密度會增加，正好能夠適應時時缺水的都市植栽環境，幫助樹木吸收水分。淹水的缺氧環境不利叢枝菌根菌生長。資料顯示，叢枝菌根大約只形成在地表 15cm 左右(伊藤與鈴木，1995)，這比植物根系的深度範圍還要來得淺，由此推估叢枝菌根菌或許比植物還要無法忍耐淹水造成的缺氧逆境。

3. pH 值

對多數的植物來說，如果土壤的 pH 值在 6.0-8.3 之間，就不需要做任何土壤改良，而最理想的 pH 值範圍在 6.5-7.5 之間。叢枝菌根菌根據種類有很廣泛的 pH 值適應範圍，從 pH 4.5-9.0 的土壤環境皆可發現其蹤跡。

根據影響叢枝菌根菌的環境因子與以上對叢枝菌根菌及樹木能夠忍受的溫度、水分、pH 值範圍歸納統整，將生長條件的適應性分為五個等級：1 為極差、2 為差、3 為普通、4 為佳、5 為極佳，比較叢枝菌根菌與樹木能夠適應的環境(見圖 1)。

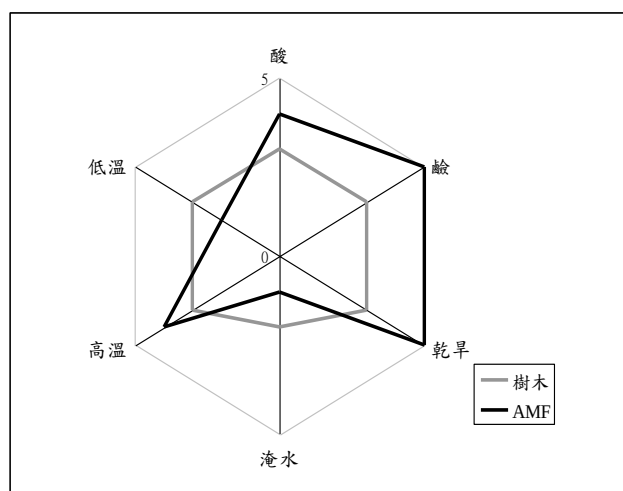


圖 1. 樹木與叢枝菌根菌的適應條件比較

Fig. 1. Compared with adapt to the conditions of trees and arbuscular fungi

由圖可清楚的比較出叢枝菌根菌與樹木的適應條件，叢枝菌根菌對於 pH 值有廣泛的適應能力，但耐鹼的程度大於耐酸；叢枝菌根菌也較樹木能夠忍受乾旱及高溫，但對於淹水與低溫的環境則適應性較差。

(三)、現況調查——以台中逢甲大學調查為例

校區內的綠化植栽通常有定時定期的維護管理，且管理方式較一致，較無其餘因素干擾，適合作為研究對象。而逢甲大學周邊為熱鬧的商區，相當能夠代表人類頻繁活動的都市綠地，因此選擇其為本次調查對象。由於逢甲大學內的植栽有定時的灌溉設施，此處便不對缺水逆境做討論，僅就調查的土壤硬度、透水性與 pH 值結果來看都市樹木所生存的

環境。

此次調查土壤 pH 值皆落在植物適合生長之範圍內，故不對此多加著墨，僅就土壤硬度與表面透水之結果做討論。

由結果可發現，大部分的植栽土壤硬度都過硬，尤其是植栽槽、草地及其周邊的土壤多已成極差的狀態，並不適合綠化樹木生長。這是由於這些場所容易遭到踩踏而使得土壤夯實，四周遭到包圍的花台則較無這種狀況，但仍然只在尚可的範圍內。

且花台雖較無土壤硬度過於夯實的問題，在透水上卻有很嚴重的問題存在。在採樣的 17 個花台樣區裡，有 3 處呈現完全不透水的狀態，約佔花台取樣數的 18%。

二、叢枝菌根菌的商業與實際應用問題

(一)、叢枝菌根菌的商業生產及販售問題

臺灣省農業試驗所(現台中霧峰農業試驗所)出版的《叢枝菌根菌技術應用手冊》(吳興林, 1998)中裡提及「目前有關叢枝菌根菌產孢技術已經由農委會『農業專利暨著作權益委員會』於八十五年一月二十二日第十一次委員會審核通過，並於二月十六日以 85 農糧字第 5020109A 號函公告。本案已於八十五年六月一日簽約正式辦理技術轉移給臺灣生研股份有限公司及磊鉅實業股份有限公司進行商業化生產」。然而現今根據行政院農業委員會農糧屬之肥料登記證管理系統查詢結果，台灣目前並無登記有案之叢枝菌根菌商品。

經過電子郵件往來及電話訪談得知，目前台灣生研(現普生生技)已停止自行生產叢枝菌根菌商品；磊鉅實業(現凱將生技)則表示，目前是以一般使用資材添加介紹農民使用，因此並無登記在肥料登記項目中。

1. 無法穩定的大量生產

由於叢枝菌根菌是絕對共生菌，因此很難以一般微生物的培養法在培養皿中大量生產。目前的生產方式以傳統的盆鉢培養法(Pot culture)為主，此法雖有操作容易、產孢數量較高、價格低廉等優點，但由於為開放式的培養方法，生產過程中容易發生介質汙染的問題。

除了介質汙染的問題，栽培環境也對產量有很大的影響。叢枝菌根菌從菌絲生長到產孢的階段至少需要半年的時間，由於栽培時間長，期間若是發生環境變異如氣候的變化，便會影響到產量。生產順利的狀況下，1g 的介質中約可檢出 2000-3000 個孢子，但若是當時條件不適合，產孢數量也有可能在 100 以下。

2. 消費族群少

微生物肥料對土壤肥分的改善並無法立即顯現，在這一季施用，往往要到下一季才漸

漸有成效。若是等不及而加施化肥，更會破壞叢枝菌根菌的生存環境，當然也就失去應有的效用。使用者在對叢枝菌根菌的生長環境不夠理解的狀況下發生上述情況，很有可能認為此產品是無效的而不願意繼續使用。再者，微生物肥料之肥效容易受外在環境影響，即使是同一菌種，在不同環境下施用效果亦不同，這種不確定性也會減少消費者的使用意願(黃，2002)。

目前主要的使用族群，多是溫室栽培較具經濟價值的作物，或是想藉由叢枝菌根菌減少連作障礙等特定使用者。生產者指出，目前在使用者的觀念上，這類商品並非必需品，因為施用肥料同樣可以達到增產的效果，會選用叢枝菌根菌商品而減少肥料施用的使用者現在仍為少數。

(二)、叢枝菌根菌用於養護都市樹木面臨的問題

1.環境條件限制

由文獻回顧得知，叢枝菌根菌是一好氧的真菌，在積水、缺氧的環境時，生理活動會遭到抑制或死亡。而從台中逢甲大學案例的調查結果發現，都市樹木正是生存在一個硬實、排水不良的缺氧環境中。在這種狀況下，叢枝菌根菌無法用於養護都市樹木。

另外，15°C 以下大部分叢枝菌根菌即無法形成叢枝菌根，對於低溫的逆境沒有幫助。

2.穩定的菌種來源

台灣目前的叢枝菌根菌生產量仍不穩定，且由於叢枝菌根菌不似傳統肥料，因其為活體，施用效果會受周圍環境影響，儲藏也較麻煩。

如果要運用叢枝菌根菌對都市樹木進行養護，就需要有大量且容易取得的來源，台灣目前的商業生產是否能夠達到需求量仍待更精確的評估。若無法一直有穩定的大量供給源，確保儲藏的商品效用活性便會成為重要的課題。

結 果 與 討 論

一、AMF 對都市樹木的養護之效益與必要性調查分析

將樹木與叢枝菌根菌的各種生長條件作分析比較，發現叢枝菌根菌的生長條件較樹木要來得廣(圖 1)。這表示即使在對樹木不良的土壤環境，叢枝菌根菌仍能發揮效用。

但根據現況調查的結果發現，多數土壤過硬且透水性不佳，植栽槽、草地及其周邊硬度多到達極差的狀況，花台則有嚴重排水不良的現象。花台由於土壤四周遭到包圍，當水量超過土壤吸收時並無法將水分宣洩，本身將成為盛水的容器，這比任何平面上的積水更容易造成樹木根系的問題。由此建議綠化施工時盡量不要設置花台，若花台已存在且沒有

設置排水的出口，則應儘快打破或拆除花台，使積水能夠排除。

這些現況顯示都市樹木植栽環境通氣不良的問題嚴重，在這上面樹木極需幫助，但這部份叢枝菌根菌卻無法有助益。這也實際的警惕我們，都市樹木的養護首要解決通氣排水不良。

二、叢枝菌根菌的商業與實際應用問題

(一)、叢枝菌根菌的商業生產問題

台灣的叢枝菌根菌生產目前最重要的問題有二：

一是由於介質容易汙染及氣候條件造成的「無法穩定的大量生產」，二是由於使用型態不同以往，且商品不易儲藏造成的「消費者使用意願低」。

(二)、叢枝菌根菌用於養護都市樹木面臨的問題

1. 環境條件

叢枝菌根菌無法在缺氧與低溫的環境條件應用。

2. 穩定的菌種來源

台灣目前的叢枝菌根菌生產量仍不穩定，且叢枝菌根菌的儲藏也較麻煩。如果要運用叢枝菌根菌對都市樹木進行養護，就需要有大量且容易取得的來源。若無法有穩定的大量供給源，就必須確保儲藏的商品效用活性。

參 考 文 獻

- Lyon, T. Lyttleton, Harry Buckman and Nyle C. Brady. 朱海帆譯。1963。土壤學。台北：教育部。340 pp.。
- 王發國、劉潤進。2001。黃河三角洲鹽鹼土壤中 AM 真菌的初步調查。生物多样性 9(4): 389-392。
- 吳強盛、夏仁學。2004。VA 菌根與植物水分代謝的關係。中國農學通報 20(1): 188-192。
- 吳繼光、林素禎。1997。台灣內生菌目及繡球菌目之分類學研究。Fung. Sci. 12(1,2): 17-30。
- 吳繼光、林素禎。1998。囊叢枝內生菌根菌技術應用手冊。台中：台灣省農業試驗所。274 pp.。
- 李志真、謝一青。2002。VA 菌根的研究進展及其應用前景。江西大學學報(自然科學版)24(4): 448-453。
- 林素禎、吳繼光。2002。磷酸根離子對叢枝菌根菌孢子發芽與菌絲生長之影響。中華農業

- 研究 51(3): 20-30。
- 林素禎、吳繼光。2005。微生物肥料在合理化施肥之應用。合理化施肥專刊 pp.289-304。
- 林素禎、洪崑煌、吳繼光。2000。囊叢枝內生菌根菌在台灣代表性土壤中之分布。中華農業研究 49(4): 65-80。
- 胡弘道。1988。森林土壤學。台北：國立編譯館。382 pp。
- 胡弘道。1990。林木菌根。台北：千華出版公司。666 pp。
- 范繼紅、楊國亭、李桂伶。2006。木本植物 VA 菌根研究進展。防護林科技 1: 34-36。
- 唐明。1998。VA 菌根提高植物抗鹽鹼和抗重金屬能力的研究進展。土壤 5: 251-254。
- 張筱婉。2008。鹽分逆境下三種濱海植物接種叢枝菌根菌之生理效應。國立中興大學森林學系碩士論文。79 pp。
- 張萬鳳。1990。酸鹼度、養分及重金屬對囊叢枝菌根菌孢子發芽之影響。國立中興大學土壤學系碩士論文。75 pp。
- 陳泰安。1991。囊叢枝菌根菌的單孢接種與大量繁殖及對百日草生長與發育之影響。國立台灣大學園藝學研究所碩士論文。115 pp。
- 曾曙才、蘇志堯、陳北光、俞元春。2005。VA 菌根真菌對植物養分吸收與傳遞的影響。西南林學院學報 25(1): 72-75。
- 馮固、楊茂秋、白燈莎、黃金全。1997。土壤磷、肥料磷和 VA 菌根真菌對植物磷營養的貢獻。核農學報 11(4): 237-242。
- 黃伯恩。2002。微生物肥料之應用推廣。農政與農情 91(115)。
- 黃京華、駱世明、曾任森。2003。叢枝菌根菌誘導植物抗病的內在機制。應用生態學報 14(5): 819-822。
- 黃金芳、肖華山。2006。VA 菌根對植物的有益作用及其應用展望。熱帶農業科技 29(2): 23-27。
- 趙之偉。1998。VA 菌根共生的起源和進化。生態學雜誌 17(3): 37-41。
- 趙華、徐芳森、石磊、王運華。2006。植物根系型態對低磷脅迫應答的研究進展。植物學通報 23(4): 409-417。
- 蕭詩菁。2008。乾旱與養分逆境下接種叢枝菌根對臺灣檳與臺灣肖楠苗木之生長效應。國立中興大學森林學系碩士論文。67 pp。
- Allen, M. F.. 中坪孝之、堀越孝雄譯。1991。菌根の生態学。東京：共立出版株式会社。208 pp。
- 小川真。1997。作物と土をつなぐ共生微生物：菌根の生態学。東京：農山漁村文化協会。241 pp。
- 小林達治。1995。根の活力と根圏微生物。東京：農山漁村文化協会。195 pp。
- 木村真人。1988。根圏微生物を生かす。東京：農山漁村文化協会。188 pp。
- 西尾道德。1988。土壤微生物とどうつきあうか。東京：農山漁村文化協会。181 pp。

- 西尾道德。1991。土壤微生物の基礎知識。東京：農山漁村文化協会。206 pp.。
- 依藤敏昭、鈴木源士。1995。根と共生して作物を強くする菌根菌の活かし方：Dr キンコンの効果と利用。東京：農山漁村文化協会。167 pp.。
- 畑野健一、佐々木恵彦。1987。樹木の生長と環境。東京：養賢堂。383 pp.。
- Augé, R. M. 2001. Water relations, drought and vesicular-arbuscular mycorrhizal symbiosis. *Mycorrhiza* 11: 3-42.
- Brundrett, M. C. 2002. Coevolution of roots and mycorrhizas of land plants. *New Phytol.* 154: 275-304.
- Cairney, J. W. G. 2000. Evolution of mycorrhiza systems. *Naturwissenschaften* 87: 467-475.
- Cardoso, I. M. and T. W. Kuyper. 2006. Mycorrhizas and tropical soil fertility. *Agric. Ecosyst. Environ.* 116: 72-84.
- Cornwell, W. K., B. L. Bedford, and C. T. Chapin. 2001. Occurrence of arbuscular mycorrhizal fungi in a phosphorus-poor wetland and mycorrhizal response to phosphorus fertilization. *Am. J. Bot.* 88(10): 1824-1829.
- Entry, J. A., P. T. Rygielwicz, L. S. Watrud, and P. K. Donnelly. 2002. Influence of adverse soil conditions on the formation and function of Arbuscular mycorrhizas. *Adv. Environ. Res.* 7: 123-138.
- Gnekow, M. A. and Marschner H. 1989. Role of VA-mycorrhiza in growth and mineral nutrition of apple (*Malus pumila* var. *domestica*) rootstock cuttings. *Plant Soil* 119: 285-293.
- Graham, J. H. R. T. Leonard, and J. A. Menge. 1981. Membrane-Mediated Decrease in Root Exudation Responsible for Phosphorus Inhibition of Vesicular-Arbuscular Mycorrhiza Formation. *Plant Physiol.* 68: 548-552.
- Heap, A. j. and E. I. Newman. 1980. The influence of vesicular-arbuscular mycorrhizas on phosphorus transfer between plants. *New Phytol.* 85(2): 173-179.
- Hopkins, W. G. and N. P. A. Hüner. 2009. Introduction to plant physiology, fourth edition. John Wiley & Sons, Inc. 503 pp.
- Remy, W. T. N. Tylor, H. Hass, and H. Kerp. 1994. Four hundred- million-year-old vesicular arbuscular mycorrhizae. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 91: 11841-11843.
- Smith, S. E. and D. J. Read. 1997. Mycorrhizal symbiosis, second edition. Academic press, Inc. 605 pp.
- Wang, F. Y. and Z. Y. Shi. 2008. Biodiversity of Arbuscular Mycorrhizal Fungi in China: a Review. *Adv. Environ. Biol.* 2(1): 31-39.
- Wright, S. F. and A. Upadhyaya. 1998. A survey of soils for aggregate stability and glomalin, a glycoprotein produced by hyphae of arbuscular mycorrhizal fungi. *Plant Soil* 198: 97-107.

Studies on Arbuscular Mycorrhizal Fungi Application in Assisting the Establishment of Trees

Yun-Fan Chen ¹⁾ Tung-Chi Liu ²⁾

Key words: Arbuscular mycorrhizal fungi, Conservation of urban trees

Summary

From the literature review, we learn about the benefits of symbiotic relationship of arbuscular mycorrhizal fungi with plants. However, the application of mycorrhizal in the area of tree nurturing is still very limited. This study reviewed the effectiveness of arbuscular mycorrhizal fungi and their possibilities in enhancing the health of urban trees. Further investigation was also done to identify specific tree species which can benefit from the symbiotic relationship. Then, discussion was carried out on the commercial production and practical application of arbuscular mycorrhizal fungi in the conservation of urban trees nowadays.

From the site survey, it was found urban trees were majorly in poor drainage and ventilation environment. Arbuscular mycorrhizal fungi was not exist in the anoxic environment. Therefore, the first and foremost step to do is to improve the ventilation and drainage conditions of urban trees, follow by application of arbuscular mycorrhizal fungi. In addition, production and commercialization of arbuscular mycorrhizal fungi in Taiwan, apart from the control for stable mass production methods, it is also important to distort concepts of user's that need to be corrected for a wider application of arbuscular mycorrhizal fungi.

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

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

Corresponding author.

綠色民宿住宿屬性之建構

陳 玫 君¹⁾ 歐 聖 榮²⁾

關鍵字：綠色民宿、關鍵成功因素、市場區隔

摘要：有鑑於近年來綠色消費意識與樂活主義的抬頭，消費者的消費行為也隨之改變。隨勢之所趨，目前已有許多觀光客喜歡選擇前往具有環保概念及實際行動的旅遊目的地，於是「綠色民宿」乃孕應而生，並有逐漸受到重視的趨勢。目前台灣的綠色民宿正值萌芽之際，但業者仍然缺乏消費者對於綠色民宿的需求認知。因此，本研究乃嘗試探討潛在消費者對於綠色民宿屬性重要性之意見，並以此建構綠色民宿之住宿屬性。藉由調查綠色民宿潛在消費者所重視之綠色民宿住宿屬性，從問卷結果分析中得出本研究之綠色民宿屬性共有四個構面，分別命名為：「親環境旅遊措施」、「節能省水設備與措施」、「再生產品與運具之利用」及「完善服務之提供」。相關的應用建議亦在本文中被提出。

前 言

觀光業是全球最大也是發展最迅速的產業，其中以自然取向的旅遊方式成長最為快速(交通部觀光局，2002)。因此，近年來鄉村旅遊與體驗盛行，連帶地推動了鄉村地區旅遊產業的成長、民宿的快速發展。由交通部觀光局的統計資料得知，從2003年截至2011年04月，國內民宿的合法家數從65家增加至3236家，共增加3171家；合法房間數從280間增加至12875間，增加12595間。上述數據顯示民宿市場的需求及其所帶來的經濟效益，但學者曾提出因民宿過度發展產生實質環境上諸多問題，造成生態環境相當程度的破壞(沈軒睿，2004)，使經營業者意識到民宿發展在各方面所造成的問題(Lankford & Howard, 1994)。

交通部觀光局(2002)指出，生態觀光為減輕環境衝擊的一種旅遊方式，且生態觀光的發展也改變了人們過往在觀光旅遊時，對大自然的恣意放肆態度，誘發了更多的社區、業

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。

者願意投入並參與共同經營生態旅遊環境。此外，有鑑於全球環境持續惡化，觀光客開始重視永續發展之新思維，綠色消費意識與樂活主義的抬頭，消費者的消費行為也隨之改變(于寧、賴明伸，2005)，如許多觀光客喜歡選擇前往具有環保概念及實際行動的旅遊目的地(Alexander & Kennedy, 2002)、選擇購買具環境責任企業的產品及服務(Gordon, 1991)，或前往具有環境保護及對當地慈善回饋的住宿地點訂房(陳雅守，2003)。觀光旅遊業者的環境意識也隨之增加，Wahab 和 Pigram (1997)提出高度環境認知的客戶是支持永續旅遊業背後的一股力量，他們認為對環境和社會負責任的形象能夠帶來更大的市場。例如環保旅館在美國越來越多具環保意識的生態保育者和旅客認為飯店應該提出環保相關屬性，因而促進鼓勵業者朝向日益成長的綠色市場發展。然而台灣的綠色民宿正值萌芽之際，台灣目前對於綠色民宿特性沒有明確且完善的定義，業者與消費者尚缺乏對於綠色民宿的需求與認知。而如 Kasim(2004)所提，經營業者若正面處理環境和社會責任問題，雖可能會消耗企業運作的資源，但卻能建立獨特品牌及促進消費者的認同，因此綠色旅館經營之重要關鍵為市場的支持與旅客的需求。

根據上述，本研究欲建構綠色民宿之屬性及探討潛在消費者對於綠色民宿屬性重要性之看法，以供日後綠色民宿經營管理之參考。台灣正值綠色民宿萌芽時期，若欲發展應從重要屬性著手進行會是較符合潛在消費者之需求。經由研究所得之結果，將能做為經營者改變經營民宿的動機與依據。本研究之目的簡述如下：

- 一、彙整並建構綠色民宿之屬性。
- 二、探討潛在消費者對於綠色民宿屬性重要性之認知。

研究 方 法

本研究首先根據文獻回顧的探討，針對民宿關鍵成功因素、國內外綠色住宿指標等議題，擬定研究計畫。其次，本研究利用問卷調查法，以獲知潛在消費者在選擇住宿綠色民宿時考慮之重要屬性屬性。本節之內容包含問卷設計、研究對象與方法、及分析方法等三大部分。

一、問卷設計

問卷內容是參考國內外相關文獻，並經由專家意見，針對題目性質、內容、題目之重要性與適用性予以評定，並經過專家意見修改與刪除設計而成。問卷分為個人社經背景、旅遊行為特性、綠色民宿屬性重要性三部分。

(一) 個人社經背景與旅遊行為特性

本研究調查受訪者的個人基本社經背景，包括：性別、年齡、教育程度、婚姻狀況、職業、月收入等項目，皆採類別、順序或等級尺度的方式進行測量。另外，針對受訪者過去一年住宿一般民宿的住宿經驗與住宿綠色民宿之住宿意願與願付價格進行調查。

(二) 綠色民宿屬性重要性

本問卷對於綠色民宿屬性重要性部分的測量尺度乃依李克特尺度(Likert scale)加以測量，並詢問受訪者對於綠色民宿屬性之重要程度，由非常不同意至非常同意，分別賦予 1 至 5 分。問卷設計架構如圖 1 所示。

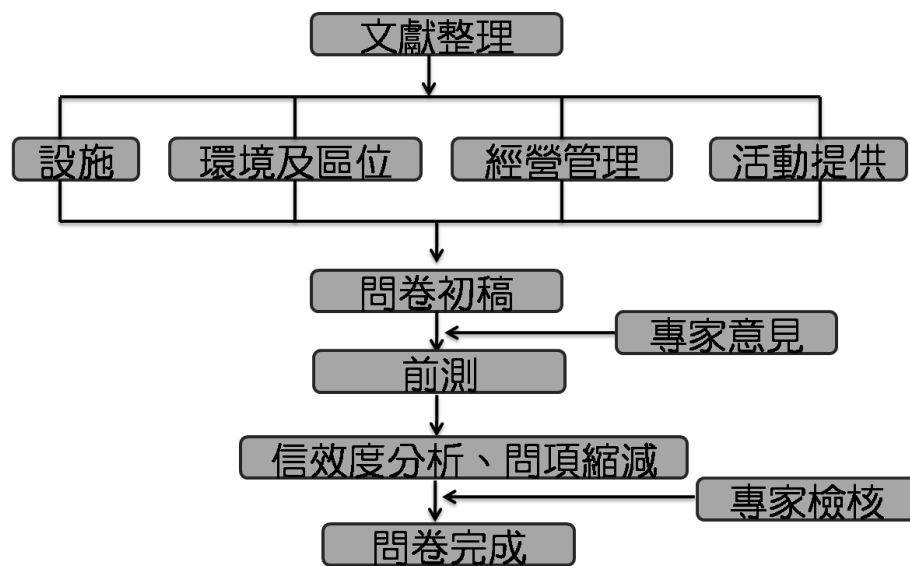


圖 1. 問卷發展流程圖

Fig. 1. The Flowchart of Developing Study Questionnaire.

二、抽樣對象與方法

本研究主要是以問卷調查之方式，研究樣本之抽樣地點為宜蘭地區之民宿，對象為到訪宜蘭民宿之遊客，在遊客住宿民宿期間，採用便利抽樣方式進行問卷填寫。抽樣時間為民國 99 年 10 月到民 100 年 1 月。總共發出 300 份，有效問卷共有 220 份，有效問卷回收率達 97%。

三、分析方法

所獲得的問卷結果，應用電腦統計軟體 SPSS 17.0 進行分析，針對消費者之基本資料、社經背景、旅遊行為特性、綠色民宿屬性重要性等項目，應用描述性統計、因素分析等方法進行分析。依據受測者對於綠色民宿屬性重要性的評量，以因素分析法獲得數量較少的向度，以找出影響潛在消費者住宿綠色民宿意願之因素構面。

(一) 描述性統計分析(Descriptive Statistic)

利用次數分配表及百分比法來建立受訪者的基本資料：性別、年齡、職業別、教育程

度、每月平均收入、居住地等，加以簡化資料之複雜性，以了解樣本結構的個人特性。

(二) 因素分析

因素分析的主要目的是對資料找出其結構，以少數幾個因素來解釋一群相互有關係存在的變數，而又能到保有原來最多的資訊，再對找出因素的進行其命名，如此方可清楚的掌握變數間的相關性。

結 果

一、樣本個人背景資料分析

包括性別、年齡、教育程度、婚姻狀況、職業及平均每月的收入等六項，受訪者個人背景資料如表 1 所示。

(一) 性別

由表 1 可知，受訪的旅客中男性有 83 人，佔有效樣本之 38.2%；女性共計有 134 人，佔 61.8%。整體而言女性所佔比例高於男性。

(二) 年齡

由表 1 可知，就受訪者的年齡分布而言，以 31~40 歲的受訪者最多，共計 60 人，佔有效樣本數之 27.3%；其次是 41~50 歲的受測者，共計 58 人，佔 26.4%。

(三) 教育程度

受訪旅客之教育程度部份，以高中/職最多，共計 96 人，佔有效樣本數之 44.7%；大學(專科)次之，共計 89 人，佔有效樣本數之 41.4%。

(四) 婚姻狀況

受訪旅客之婚姻狀況方面，以已婚之比例最高，共計 115 人，佔有效樣本數之 53%；而受訪旅客之婚姻狀況為未婚者次之，共計 102 人，佔有效樣本數之 47%。整體而言已婚所佔比例大於未婚，但差異不大。

(五) 職業

受訪旅客之職業類別方面，以服務業居多，共計 88 人，佔有效樣本數之 40.2%；其次為工商業，共計 40 人，佔有效樣本數之 18.3%。

(六) 個人平均月所得

受訪旅客之個人平均月所得以 20,001~40,000 元居多，共計 100 人，佔有效樣本數之 45.9%；個人平均月所得 40001~60000 元之旅客次之，共計 67 人，佔有效樣本數之 30.7%。

表1. 住宿民宿之受訪者個人資料敘述性統計分析

Table 1. Descriptive analysis of respondents' background information.

個人背景資料	類別	次數	有效百分比
性別	男	83	8.2
	女	134	61.8
	總和	217	100.0
年齡	20歲(含)以下	24	10.9
	21~30歲	50	22.7
	31~40歲	60	27.3
	41~50歲	58	26.4
	51~60歲	23	10.5
	61歲以上	5	2.3
	總和	220	100.0
教育程度	國中以下	22	10.2
	高中/職	96	44.7
	專科/大學	89	41.4
	碩士	8	3.7
	博士	0	0
	總和	215	100.0
婚姻狀況	已婚	115	53.0
	未婚	102	47.0
	總和	217	100.0
職業	軍公教職人員	21	9.6
	工商業	4	18.3
	服務業	88	40.2
	農林漁牧業	20	9.1
	學生	32	14.6
	退休/待業	3	1.4
	家管	10	4.6
	其他	5	2.3
	總和	219	100.0

表1續

Table 1. continued

個人背景資料	類別	次數	有效百分比
個人平均月所得	20000元以下	46	21.1
	20001~40000元	100	45.9
	40001~60000元	67	30.7
	60001~80000元	5	2.3
	80000元以上	0	0
	總和	218	100.0

有效樣本數(N)=220

二、旅客個人旅遊行為特性分析

有關旅客個人旅遊行為特性敘述性統計如下(詳見表 2)：

(一) 過去一年內住宿一般民宿之經驗

在過去一年內住宿一般民宿次數方面，本次受訪旅客中以一年中住宿 1~4 次的佔最多，共計 123 人，佔有效樣本數之 55.9%；住宿 0 次者次之，共計 54 人，佔有效樣本數之 24.5%。

(二) 住宿綠色民宿之意願

本次受訪旅客中，願意以綠色民宿為旅遊住宿地點之意願中，旅客回答願意佔居多，共計 96 人，佔有效樣本數之 44.9%；回答普通者次之，共計 81 人，佔有效樣本數之 37.9%。

(三) 可接受之綠色民宿住宿價格

在旅客可接受之綠色民宿住宿價格方面，本次受訪旅客中，以 1500~3000 元(兩人房/一夜)最多，共計 142 人，佔有效樣本數之 66%；其次為 1500 元以下，共計 49 人，佔有效樣本數之 22.8%。

表2. 住宿民宿遊客之旅遊行為特性敘述性統計分析

Table 2. Descriptive analysis of respondents' travel behavior.

個人背景資料	類別	次數	有效百分比
住宿經驗	0次	54	24.5
	1~4次	123	55.9
	5~8次	30	13.6
	8次以上	13	5.9
	總和	220	100.0
住宿意願	非常不願意	4	1.9
	不願意	14	6.5
	普通	81	37.9
	願意	96	44.9
	非常願意	19	8.9
	總和	214	100.0
可接受價格	1500元以下	49	22.8
	1500~3000元	142	66.0
	3001~4500元	19	8.8
	4501~6000元	3	1.4
	6001~7500元	2	.9
	7500元以上	0	0
	總和	215	100.0

有效樣本數(N)=220

三、消費者對於綠色民宿屬性之重要性分析

在綠色民宿屬性重要性部分，整體而言，消費者對各項屬性均表達重視之態度，其中重要程度較高前三項依序為：提供親切及樸實的服務(Mean=4.44)、民宿使用低污染之清潔用品(Mean=4.33)、不使用免洗餐具(Mean=4.27)。而重要程度最低三者依序為：提供生態旅遊(即結合保育及學習的旅遊方式，遊客約束、規範多於一般旅遊) (Mean=3.87)、不提供一次性沐浴備品 (Mean=3.89) 及宣導節能省碳之概念(即在客房適當位設置節能省碳之宣導文宣) (Mean=3.91)，詳見表 3。

表3 消費者對綠色民宿屬性重要性統計表

Table 3. The importance of respondents' opinions on the attributes of Green B&B.

題 項	問項內容	排 序	平均 數	標 準 差
18	提供親切及樸實的服務。	1	4.44	.613
23	民宿使用低汙染之清潔用品。	2	4.33	.615
8	不使用免洗餐具。	3	4.27	.659
13	提供旅遊資訊、遊程規劃。	4	4.26	.735
19	提供當地特色餐飲、膳食。	5	4.24	.735
11	使用再生、低汙染材質之產品(即再生之衛生用品、再生紙等)。	6	4.17	.718
17	增加基地綠化程度。	7	4.16	.655
5	在較不常使用的區域以感應器或定時器控制光源。	8	4.13	.630
9	自行攜帶盥洗用品。	9	4.12	3.494
6	公共場所之照明，不使用時即自動關閉。	10	4.11	.698
1	改裝節水設備(淋浴、使用省水水龍頭、蓮蓬頭、省水馬桶)；用水量明顯比平常少，但是足夠的。	11	4.10	.584
10	不採購過度包裝之產品 (即買可分裝之食材、日用品)。	12	4.10	.705
25	規範遊客住宿期間使用非機動性車輛(如徒步、腳踏車、接駁車等)。	13	4.09	.687
3	使用省電燈泡取代白熾燈泡。	14	4.07	.634
12	提供綠色運具與資訊(即提供腳踏車、步行地圖及大眾交通工具取代機動車輛)。	15	4.06	.771
14	提供屬於當地環境的體驗活動。	16	4.03	.705
2	雨水收集後用在澆灌、沖馬桶、戶外洗滌等非直接接觸之用水。	17	4.02	.672
20	經營者與內部人員經常宣導環境保育之觀念。	18	4.00	.666
16	大眾交通接駁便利。	19	3.99	.775
24	民宿餐飲使用有機食材。	20	3.97	.835
4	不使用裝飾性照明(即裝飾性大於功能性之燈組)。	21	3.96	.676
22	加強遊客對環境負責任的態度(即進行環境解說教育)。	22	3.93	.806
21	宣導節能省碳之概念(即在客房適當位設置節能省碳之宣導文宣)。	23	3.91	.753
7	不提供一次性沐浴備品。	24	3.89	.835
15	提供生態旅遊(即結合保育及學習的旅遊方式，遊客約束、規範多於一般旅遊)。	25	3.87	.772

四、綠色民宿屬性重要性之因素分析

此部分欲進行綠色民宿屬性重要性之因素分析，以找出消費者認為之綠色民宿重要住宿屬性為何；首先先進行重要性之信度分析，接者進行重要性之因素分析，以找出重要性之主要影響因素，萃取出因素後，加以命名；最後要再做一次各因素之信度分析，以確定其因素之可靠性。

(一) 綠色民宿屬性重要性之信度分析

經由分析，Cronbach's Alpha 值達 0.923，修正的題項總相關皆在 0.3 以上，因此無刪除任何項目，表此一問項之信度是穩定的，如表 4。

表4 消費者對綠色民宿屬性重要性之信度分析

Table 4. Reliability analysis of respondents' opinions on the importance of Green B&B attributes.

	題項內容	修正的項目總相關	項目刪除時的 Cronbach's Alpha 值
1	改裝節水設備(淋浴、使用省水水龍頭、蓮蓬頭、省水馬桶)；用水量明顯比平常少，但是足夠的。	.444	.921
2	雨水收集後用在澆灌、沖馬桶、戶外洗滌等非直接接觸之用水。	.586	.919
3	使用省電燈泡取代白熾燈泡。	.589	.919
4	不使用裝飾性照明(即裝飾性大於功能性之燈組)。	.568	.919
5	在較不常使用的區域以感應器或定時器控制光源。	.513	.920
6	公共場所之照明，不使用時即自動關閉。	.560	.919
7	不提供一次性沐浴備品。	.456	.921
8	不使用免洗餐具。	.489	.921
9	自行攜帶盥洗用品。	.443	.922
10	不採購過度包裝之產品 (即買可分裝之食材、日用品)。	.533	.920
11	使用再生、低汙染材質之產品(即再生之衛生用品、再生紙等)。	.494	.920
12	提供綠色運具與資訊(即提供腳踏車、步行地圖及大眾交通工具取代機動車輛)。	.524	.920
13	提供旅遊資訊、遊程規劃。	.405	.922

表 4 續
Table 4 continued

	題項內容	修正的項目總相關	項目刪除時的 Cronbach's Alpha 值
14	提供屬於當地環境的體驗活動。	.563	.919
15	提供生態旅遊(即結合保育及學習的旅遊方式，遊客約束、規範多於一般旅遊)。	.679	.917
16	大眾交通接駁便利。	.547	.920
17	增加基地綠化程度。	.628	.918
18	提供親切及樸實的服務。	.513	.920
19	提供當地特色餐飲、膳食。	.550	.920
20	經營者與內部人員經常宣導環境保育之觀念。	.546	.920
21	宣導節能省碳之概念(即在客房適當位設置節能省碳之宣導文宣)。	.674	.917
22	加強遊客對環境負責任的態度(即進行環境解說教育)。	.646	.918
23	民宿使用低汙染之清潔用品。	.575	.919
24	民宿餐飲使用有機食材。	.656	.918
25	規範遊客住宿期間使用非機動性車輛(如徒步、腳踏車、接駁車等)。	.496	.920

Cronbach's Alpha 值 = 0.923

(二) 因素分析

為了解綠色民宿屬性構面，透過探索性因素分析來縮減簡化綠色民宿住宿屬性問項間的複雜性，但仍保留原有問項間最大的可能解釋量為主，相關統計量顯示 Bartlett 球形檢定達顯著($P < 0.001$)，且構面萃取之 KMO 值達 0.858，表示綠色民宿屬性之因素萃取程序相當妥適(Kaiser, 1974)；由表 5 之探索式因素分析結果顯示，綠色民宿屬性共有四個構面，分別命名為：「親環境旅遊措施」可解釋 34.64% 的總變異量；「節能省水設備與措施」，可解釋 9.77% 的總變異量；「再生產品與運具之利用」，可解釋 7.27% 的總變異量；「完善服務之提供」，可解釋 5.58% 的總變異量，此四個構面共可解釋 57.26% 的總變異量。上述每一個構面之特徵值皆大於 1 以上，且信度係數 Cronbach's alpha 值從 0.79(再生產品與運具之利用)到 0.89(親環境旅遊措施)，由此可知此四個構面信度是可被接受用來度量綠色民宿屬性之重要性。

表5 綠色民宿屬性重要性之探索性因素分析與信度分析表

Table5. Factor analysis and respondents' opinions on the importance of Green B&B attributes.

題項	綠色民宿屬性重要性問項	平均數	標準差	綠色民宿屬性構面			
				親環境 旅遊措施	節能省 水設備 與措施	再生產 品與運 具之利 用	完善服 務之提 供
26	加強遊客對環境負責任的態度(即進行環境解說教育)。	3.92	.804	.826	.136	.123	.053
28	民宿餐飲使用有機食材。	3.96	.830	.784	.114	.171	.156
16	提供生態旅遊(即結合保育及學習的旅遊方式，遊客約束、規範多於一般旅遊)	3.87	.776	.751	.138	.241	.140
25	宣導節能省碳之概念(即在客房適當位設置節能省碳之宣導文宣)。	3.91	.755	.701	.246	.173	.151
17	大眾交通接駁便利。	4.00	.778	.669	.173	.082	.069
24	經營者與內部人員經常宣導環境保育之觀念。	4.01	.664	.629	.133	.006	.334
29	規範遊客住宿期間使用非機動性車輛(如徒步、腳踏車、接駁車等)。	4.08	.684	.568	.264	-.007	.095
27	民宿使用低汙染之清潔用品。	4.32	.616	.555	.275	.088	.225
19	增加基地綠化程度。	4.15	.657	.492	.330	.301	.139
5	不使用裝飾性照明(即裝飾性大於功能性之燈組)。	3.97	.674	.161	.783	.213	.003
6	在較不常使用的區域以感應器或定時器控制光源。	4.13	.637	.246	.689	.085	-.028
9	不使用免洗餐具。	4.28	.623	.066	.668	.339	-.031
4	使用省電燈泡取代白熾燈泡。	4.07	.635	.307	.665	-.020	.278
7	公共場所之照明，不使用時即自動關閉。	4.14	.668	.330	.664	-.028	.137
3	雨水收集後用在澆灌、沖馬桶、戶外洗滌等非直接接觸之用水。	4.03	.671	.288	.569	.177	.224
2	改裝節水設備(淋浴、使用省水水龍頭、蓮蓬頭、省水馬桶)；用水量明顯比平常少，但是足夠的。	4.10	.580	.027	.512	.185	.400

表5續

Table 5.continued

題 項	綠色民宿屬性重要性問項	平 均 數	標 準 差	綠色民宿屬性構面			
				親環境 旅遊措 施	節能省 水設備 與措施	再生產 品與運 具之利 用	完善服 務之提 供
11	不採購過度包裝之產品 (即買可分裝之食材、日用品)。	4.09	.706	.097	.250	.770	.188
12	使用再生、低汙染材質之產品(即再生之衛生用品、再生紙等)。	4.18	.723	.039	.193	.769	.289
13	提供綠色運具與資訊(即提供腳踏車、步行地圖及大眾交通工具取代機動車輛)。	4.06	.776	.315	.040	.732	.106
10	自行攜帶盥洗用品。	3.88	.830	.182	.450	.537	-.310
8	不提供一次性沐浴備品。	3.88	.839	.244	.454	.484	-.345
21	提供親切及樸實的服務。	4.44	.614	.343	.220	.034	.634
14	提供旅遊資訊、遊程規劃。	4.27	.733	.128	-.081	.501	.633
22	提供當地特色餐飲、膳食。	4.24	.738	.455	.125	.082	.625
15	提供屬於當地環境的體驗活動。	4.03	.705	.429	.092	.189	.606
特徵值				9.007	2.540	1.890	1.451
解釋變異量				34.641	9.769	7.270	5.582
累積解釋變異量				34.641	44.410	51.680	57.262
因素平均數				4.02	4.10	4.10	4.25
Cronbach's alpha				.888	.840	.785	.806
KMO統計量=0.858							

註：綠色民宿屬性重要性問項採五等級 Likert 量尺(1=非常不重要、5=非常重要)來評分

結 論 與 建 議

一、結論

本研究藉由調查綠色民宿潛在消費者所重視之綠色民宿住宿屬性，從問卷結果分析中得出本研究之綠色民宿屬性共有四個構面，分別命名為：「親環境旅遊措施」、「節能省水設備與措施」、「再生產品與運具之利用」及「完善服務之提供」，詳述如下：

(一) 親環境旅遊措施

民宿之經營採綠色經營模式之軟硬體服務，如民宿提供不同之旅遊型態，如生態旅遊(即結合保育及學習的旅遊方式，遊客約束、規範多於一般旅遊)、民宿餐飲使用有機食材、民宿使用低污染之清潔用品；規範遊客住宿使用非機動性車輛(如徒步、腳踏車等)、提供便利之大眾交通接駁、加強遊客對環境負責任的態度(即進行環境解說教育)、宣導節能省碳之概念；經營者與內部人員經常宣導環境保育之觀念、增加民宿基地之綠化等。

(二) 節能省水設備與措施

民宿內有節能省水措施，如在較不常使用的區域以感應器或定時器控制光源、使用省電燈泡取代白熾燈泡、公共場所之照明，不使用時即自動關閉、不使用裝飾性照明(即裝飾性大於功能性之燈組；雨水收集後用在澆灌、戶外洗滌等非直接接觸之用水、改裝節水設備(淋浴、使用省水水龍頭、省水馬桶)、不使用免洗餐具等。

(三) 完善服務之提供

服務品質為服務業重視之項目，綠色民宿雖與一般民宿的特點有差異，但在服務的提供上仍不可懈怠，如：提供親切及樸實的服務、提供旅遊資訊、遊程規劃、當地的環境體驗活動；提供當地特色餐飲、膳食等。

(四) 再生產品與運具之利用

此向度包含民宿使用再生、低污染材質之產品(即再生之衛生用品等)、不採購過度包裝之產品(即買可分裝之食材、日用品)、提供綠色運具與資訊(即提供腳踏車、步行地圖及大眾交通工具取代機動車輛)；民宿內不提供一次性沐浴備品，或需遊客自行攜帶盥洗用品等。

本研究以上述之屬性可作為後續問卷設計之依據，最後將經由問卷調查結果建構出綠色民宿之最佳住宿屬性組合。

本研究從填答者之住宿意願可呼應，國內相關研究指出民眾普遍對旅館業的環保措施接受度高(孔方正等人，2001)。在美國旅遊協會的研究中顯示，85%的遊客在挑選住宿地點時，即使住宿費用比較高，遊客仍寧願選擇投宿於對環境有利之住宿環境(Conlin, 2000)。近年來遊客已經偏好選擇較具生態環保觀之住宿環境，遊客對住宿環境的奢侈需求有減少的趨勢，並且以體驗性生態觀光客的住宿需求，在奢侈需求程度上比一般觀光客低(Wight, 1997)。

二、建議

民宿除了提供了住宿之服務外，更是旅遊活動的目的之一及享樂性的消費，旅遊市場是由許多不同價值觀、態度、行為之消費者所組成，並以自己所偏好之旅遊方式、或因特殊節日等而選擇不同之住宿型態。在民宿的選擇上，並非所有消費者一開始就會對綠色民宿形成高度的認同，因此民宿業者應在兼顧服務品質之際，瞭解綠色民宿之特性，並滿足消費者的需求，穩固並持續的延伸綠色民宿之主旨。

本研究礙於時間因素，樣本數量稍嫌不足，且此次抽樣的地點也只限於住宿民宿之遊客之調查，故建議未來研究可延伸到其它住宿產業(如有實施環保措施之民宿或旅館)或觀光地區，以瞭解在各地民宿的消費者對於綠色民宿屬性重要性之認知。未來的研究亦可在對環境友善的前提下，建議用套裝組合之方式來結合接受性低之綠色民宿屬性，並用聯合分析法來探討，以找出最適合發展綠色民宿之屬性組合。

參 考 文 獻

- 于寧、賴明伸。2005。綠色消費的國際發展趨勢。科學發展 387: 20-25。
- 孔方正、許宏哲、黃惠芳、傅彥菁。2001。旅館業之環境管理系統——以台北地區民眾之接受度為例。戶外遊憩研究 14(4): 1-26。
- 王月鸞。2009。影響民宿經營者及消費者接受綠色民宿概念之因素。。國立中山公共事務管理研究所博士論文。188pp。
- 交通部觀光局。2002。永續台灣生命力-2002 台灣生態旅遊年成果實錄。台北：交通部觀光局。
- 沈軒睿。2004。政府因應清境地區民宿過度發展對策之研究。中華大學營建管理研究所。86pp。
- 沈鈺婷。2008 碩士論文。北宜高速公路開通後對宜蘭地區民宿經營影響之研究。中興大學園藝學系研究所碩士論文。127pp。
- 陳雅守、郭乃文。2003。永續觀光發展：台灣地區綠色旅館發展芻議，第三屆觀光休閒暨餐旅產業永續經營學術研討會。
- 簡宗洋。2006。民宿消費者其消費行為、休閒需求與休閒滿意度之研究。大葉大學休閒事業管理學系碩士論文。119pp。
- 簡玲玲。2005。民宿評鑑指標之研究。朝陽科技大學休閒事業管理學系碩士論文。106pp。
- Alexander, S. and C. Kennedy. 2002. Green hotels: opportunities and resources for success. From http://www.zerowaste.org/publications/GREEN_HO.PDF.
- Conlin, J. 2000. Green hotel concept sprout ardent following. Hotel motel manage. 15(3): 61-63.
- Environmental Design Collaborative. 2007. Sustainable landscapes. From http://www.bradpeterson.ca/sustainable_landscapes.htm
- Global Stewards. 2010. Sustainable solutions for green hotels. Form <http://www.globalstewards.org/hotel.htm>
- Gordon, c. 1991. Sustainable leisure. Ecos. 2(1): 7-13.
- Green Hotel Association. 2001. 綠色住宿組織施行做法. Form <http://greenhotels.com>

/index.php

- Kaiser, H. F. 1974. An index of factorial simplicity. *Psychometrika*. 39: 31-36.
- Kasim, A. 2004. Socio-environmentally responsible hotel business: do tourists to penang island, Malaysia Care? *J. hosp. leis. mark.* 11(4): 5-28.
- Lankford, S. V., and D. R. Howard. 1994. Development a tourism impact attitude scale. *Ann. Tour. Res.* 21(1): 121-139.
- Lubetkin, M. 1999. Bed and breakfasts: advertising and promotion. *Cornell Hotel Restaur. Adm. Q.* 40(4): 84-90.
- Wahab, S., and J. J. J. Pigram. 1997. *Tourism, development and growth: The challenge of sustainability*. London and New York: Routledge.
- Wight, P. A. 1997. Ecotourism accommodation spectrum: does supply match the demand?. *Tourism Manage.* 18(4): 209-220.

Constructing the Accommodation Attributes of Green B&B

Mei-Chun Chen¹⁾ Sheng-Jung Ou²⁾

Key words: Green B&B, key success factors, Market segmentation

Summary

For LOHAS (lifestyles of health and sustainability) and concept of green consumption arising in recent years, people's consumption tendency has already been altered. At present, many visitors prefer going to the sites that are environmental friendly, hence the notion of green B&B has emerged under this situation and been emphasized gradually. However, green B&B has not been definitely defined in current market mechanism; its development is still in the beginning stage. Therefore, this research aims to understand the tendency of accommodation for green B&B's potential consumer and construct the attributes combination of accommodating green B&B that are suitable for potential consumers in the future. In the characteristics of green B&B, the research extracted four dimensions that are "environmental friendly application in tourism", "facilities and application for economizing water and energy", "complete services offering" and "reusing recycled product and transportation device". Related applied suggestions are also proposed in the study.

1) Graduated Student, Department of Horticulture, National Chung Hsing University

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

興大園藝

第三十六卷 第三期

無花果園藝性狀調查

.....陳芝芸 倪正柱 謝慶昌..... 1

氮氣對番木瓜(*Carica papaya* L.)種子及植株缺氧耐受性之影響

.....邱健誠 林慧玲.....13

整枝對彩色甜椒'羅拉'果實產量與品質的影響

.....歐德瀟 李文汕.....27

直立式栽培'夏鳳'黃皮洋香瓜之葉片壽命及果實生育調查

.....林世旻 宋 好.....39

Effect of Calcium Concentration and Cultural Media on Growth and Flowering of *Paphiopedilum*.

.....Piyarat Wathanasakun-ek, Ruey-Song Lin.....53

文心蘭品種(系)之親緣關係研究

.....鄒永達 紀銘坤 陳俊麟 曾夢蛟.....69

原住民庭園形式的塑造—以賽德克族為例

.....邱奕維 歐聖榮.....81

Studies on Tree Pruning in Taichung City: Jian-Kang Park as an Example

.....Pit-Ngan Cheong, Tung-Chi Liu.....97

國立中興大學園藝學系編印

中華民國一〇〇年九月

無花果園藝性狀調查

陳芝芸¹⁾ 倪正柱²⁾ 謝慶昌³⁾

關鍵字：無花果、隱頭花序、園藝性狀

摘要：本試驗調查 7 個品種 10 年生無花果樹的園藝性狀。供試品種有‘金傲芬’、‘波姬紅’、‘布蘭瑞克’、‘Black Jack’、‘青島綠’、‘中國’、‘紅聖果’。7 品種皆為掌狀裂葉，‘紅聖果’裂片數多為 3 裂。裂片形狀以‘布蘭瑞克’狹窄的線形裂片最為特殊。葉片鮮重介於 9.43-23.31g，‘中國’葉片最輕。葉面積介於 264.95-764.5cm²，‘紅聖果’面積最大。平均結果數量介於 15.70-59.2 個，‘Black Jack’最多，‘中國’最少。平均果重介於 23.85-100.54g，‘金傲芬’為特大果，‘Black Jack’為小果。總可溶性糖介於 13-18 °Brix，‘Black Jack’糖度最高，‘青島綠’糖度最低。裂果率以‘紅聖果’最高為 87%，‘金傲芬’和‘Black Jack’不裂果。果皮顏色為黃色、綠色、青銅色、紫紅色、紫黑色，果肉顏色為琥珀色和紅色。

前 言

無花果 (*Ficus carica* L.) 為桑科 (Moraceae) 植物，株高約 10-12 m，樹冠呈圓形，廣闊開張，直徑可達 10 m，落葉灌木或小喬木。無主根，幼根白色，成熟根為褐色。莖呈灰褐色，新梢為綠色，中心為髓 (pith)，新梢的髓較大，貯藏水分和養分，生長充實的成熟枝條髓心較小 (孫等，2007)。葉互生、革質、掌狀裂葉 3-7 裂，也有無裂全緣葉，葉緣有鋸齒，有絨毛，依品種而異。根、莖、葉、果實皆具有乳管細胞 (latex cell)，受傷時分泌白色乳汁，內含無花果蛋白酶 (ficin)，會引起人類紅癢過敏反應 (吳，1993)。花序屬於隱頭花序 (syconium)，單性小花，生長於倒卵形囊狀花托內，花序頂端有一小孔稱果目 (ostiole)，周圍有鱗片 (scale) 呈覆瓦狀排列，掩蔽果目開口。食用部位是由隱頭花序之花

1) 國立中興大學園藝系碩士班研究生。

2) 國立中興大學園藝系教授。

3) 國立中興大學園藝系副教授，通訊作者。

托膨大發育而成的聚合果 (multiple fruits)，真正的果實為花托上各小花所形成的小核果 (drupelet) (洪與陳，2003；Condit, 1947)。

無花果結果習性為新梢結果，1 年生枝條為結果枝，新梢逐漸生長，葉腋處形成腋芽，腋芽內有 2-3 芽，中間為葉芽，兩邊為花芽，新梢基部 2-3 節以上，花芽發育成為果實，通常只有一個花芽形成隱頭花序，只有少數品種如‘Black Jack’、‘Dottato’和‘San Piero’能形成兩個隱頭花序，多為每節 1 果 (孫等，2007；洪等，2003；Ferguson *et al.*, 1990)。枝條的長度和營養生長量影響腋芽形成和數目，而腋芽充實度、數目和果實大小、產量有極大的相關性。(Anac *et al.*, 1992; Aksoy *et al.*, 1987; Condit, 1947)。

無花果是雌性雌雄異株異花 (gynodioecious) (Ferguson *et al.*, 1990; Hossaert-Mckey *et al.*, 1994; Beck and Lord, 1998)，族群中具有雌雄同株及雌株兩大類，雌雄同株之 1 個花托內雄性小花著生於果頂 (果目附近)，雌花著生下方 (靠果梗處)。小花為單性花，有雄花 (staminate flower)、短花柱雌花 (short-styled pistillate flower) 及長花柱雌花 (long-styled pistillate flower)，雄花在長花梗上有 5 片萼片、5 個雄蕊及 1 個退化雌蕊。兩種雌花皆為單心皮，柱頭兩裂，短花柱雌花的花柱長度約 0.86 mm，子房球形；長花柱雌花的花柱長度約 1.64 mm，子房為橢圓形，均具有授粉能力，受精後可產生種子 (洪與陳，2003；Stover *et al.*, 2007; Beck and Lord, 1998)。

無花果依花朵性質及授粉方式可以分為 4 類。1. 普通型無花果 (common type) 具長花柱雌花，單偽結果，果實發育不需受粉及受精過程，經授粉之果實則較大。2. 蟲癭型無花果 (caprifig type) 具雄花和短花柱雌花，有無花果蜂 (fig wasp, *Blastophaga psenes* L.) 寄生，雌花因無花果蜂產卵而形成蟲癭花 (gall flower)，無法產生種子。果實品質不佳，通常為其他品系之授粉樹。3. 土耳其型無花果 (smyrna type) 具長花柱雌花，果實品質優。栽培上必須有蟲癭型無花果中無花果蜂媒助，使花朵授粉 (caprification)，有稔性種子的發育才能結成正常果實。4. 西班牙型無花果 (san pedro type) 具長花柱雌花，第 1 期果為單偽結果，不需授粉及授精的刺激，即可正常結果；但第 2 期果，花朵則需無花果蜂媒介授粉，否則無法正常結果 (康，2003；Condit, 1938)。

現今，以年產量來計算，目前最大生產國是埃及，年產量為 350,000 公噸，其次是土耳其 244,351 公噸、阿爾及利亞 83,801 公噸、摩洛哥 70,000 公噸、伊朗 (伊斯蘭共和國) 54,695 公噸 (FAO, 2009)。

新考古學證據-炭化的無花果果實化石，指出無花果在新石器時代約 11400-1120 年前，在約旦河流域已經廣泛的被人類所栽種，推測可食用無花果由單偽結果 (prathenocarpy) 的果樹採集，並且刻意的栽種其枝條 (Kislev *et al.*, 2006)。無花果 (*Ficus carica* L.) 為人類最早栽培的作物之一，在地中海沿岸國家為常見飲食食材，可鮮食、製成乾果和果醬食用 (Solomon *et al.*, 2006)。

台灣早在 1915 年即有引進栽培，1935 年日本人櫻井芳次郎再由印度引進。1953 年農復會由美國加州引入苗木種植。1970 年園藝考察團又從以色列引入栽培 (孫等，2007)。

目前在新竹、彰化、雲林、屏東、宜蘭都有少數農戶零星栽培，尚未形成一項產業，性狀調查可初步的認識無花果並可試著評估各品種的用途。

材 料 與 方 法

一、試驗材料

試驗所使用材料，種植於彰化縣伸港鄉波波無花果園之 10 年生無花果樹。果園為塑膠棚設施，種植面積約 4 分地，土壤為砂質壤土。供試品種有‘金傲芬’、‘布蘭瑞克’、‘波姬紅’、‘Black Jack’、‘青島綠’、‘中國’和‘紅聖果’7 個品種。

二、試驗方法

試驗以逢機選擇方法，於果樹東、南、西、北方隨機採樣。葉片性狀調查，採取由莖頂生長點往下計算第 5 片成熟葉為調查材料，每品種 5 重複，每重複有 5 個調查樣品；果實性狀調查採樣，採收已達販售成熟度的果實為調查材料，每品種 3 重複，每重複 5 個調查樣品，每 1 重複為 1 顆樹。

三、調查項目及方法

一年生枝條性狀調查，每品種取 10 個枝條調查，測量一年生枝條長度、直徑、芽數和節間長，紀錄整個產季結果數量和計算單枝條的平均結果數。

葉片性狀調查，測量葉長、葉寬、葉柄長、葉鮮重及觀察葉片形狀。葉面積利用 CIAS 2.0 影像分析軟體計算。

果實性狀調查，測量成熟果實鮮重、果長、果實直徑、果頸長、果目直徑、果梗長並觀察果實形狀。果實可溶固形物測定，擠壓果肉過濾收集果汁，以手持折設計(Hand refractometer, Atago, Model N1)，測定果汁全溶性固形物(Total soluble solid, TSS)含量，單位為 $^{\circ}\text{Brix}$ 。果實可滴定酸測定，取完熟果之 1 ml 果汁加入 10 ml 蒸餾水和酚酞混合均勻後以 0.1 N 氫氧化鈉滴定達滴定終點，換算檸檬酸為主的含酸量，單位以 (%) 表示。隱頭花序之觀察，縱剖無花果幼果，製成石蠟切片，使用解剖顯微鏡觀察隱頭花序型態。

結 果

一、1 年生枝條生長量

1 年生枝條平均長度比較結果以‘金傲芬’最長為 360.87 cm，‘中國’最短為 55.68 cm。平均腋芽數以‘金傲芬’和‘Black Jack’最多(分別為 64.2 個和 62.30 個)，‘中國’枝條生長的腋芽數最少為 26.10 個。1 年生枝條平均節間長以‘金傲芬’最長為 5.67 cm，‘中國’最短為 2.26 cm。1 年生枝條平均結果數以‘Black Jack’最多為 59.20 個，‘中國’結果數最少為 15.70 個(表 1)。

表 1. 無花果栽培種一年生枝條之生長

Table 1. The growth of one year old shoot of fig cultivars.

Cultivars	Length (cm)	Diameter (mm)	Number of buds	Internode length (mm)	Number of fruits
金傲芬	360.87a ^z	37.65a	64.20a	5.67a	46.80b
波姬紅	215.30c	22.00c	46.80b	4.68c	41.80b
布蘭瑞克	204.01c	22.77c	47.60b	4.46c	43.30b
Black Jack	279.22b	28.97b	62.30a	4.34c	59.20a
青島綠	237.86c	30.24b	50.10b	4.76bc	45.10b
中國	55.68d	18.04d	26.10c	2.26d	15.70c
紅聖果	291.86b	30.93b	53.20b	5.54ab	48.50b

^z Means with in the same letters in a column are not significantly different by Fisher's LSD test at 5% level.

二、葉片性狀

7品種皆為掌狀裂葉，‘金傲芬’、‘波姬紅’、‘布蘭瑞克’為7裂，‘Black Jack’和‘中國’為5裂，‘青島綠’為5-7裂，‘紅聖果’為3-5裂。葉片型態分葉裂和葉基形狀兩部分觀察，葉裂形狀，‘金傲芬’、‘波姬紅’為琴形 (lyrate)，‘布蘭瑞克’為線形 (linear)，‘Black Jack’為匙形 (spatulate)，‘青島綠’、‘中國’、‘紅聖果’皆為耳形 (latate)。葉基形狀，‘金傲芬’、‘波姬紅’、‘布蘭瑞克’、‘中國’為有距突起 (calcarate)，‘紅聖果’為截形 (truncate)，‘Black Jack’和‘青島綠’部分葉片為有距突起 (calcarate)，部分為心形 (cordate)。葉片鮮重以‘紅聖果’最重為23.31 g，葉面積以‘紅聖果’和‘Black Jack’最大(分別為764.51 cm²和745.54 cm²)，面積最小2品種為‘中國’和‘布蘭瑞克’(分別為335.88 cm²和264.95 cm²)(表2、圖1)。

表 2. 無花果栽培種之葉片性狀

Table 2. Leaf characters of fig cultivars.

Cultivars	Number of lobes	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Petiole Length (cm)	Leaf fresh weight (g)	Leaf area (cm ²)
金傲芬	7	27.12c ^z	32.18b	18.42a	17.55b	657.50b
波姬紅	7	23.08e	25.91c	15.34c	12.43d	439.38c
布蘭瑞克	7	22.86e	19.90d	12.43d	10.80de	264.95e
Black Jack	5	29.03b	33.80a	16.56bc	18.62b	745.54a
青島綠	5-7	24.45d	26.80c	17.24ab	14.83c	484.19c
中國	5	21.53f	21.00d	12.43d	9.43e	335.88d
紅聖果	3-5	36.48a	31.50b	13.77d	23.31a	764.51a

^z Means with in the same letters in a column are not significantly different by Fisher's LSD test at 5% level.

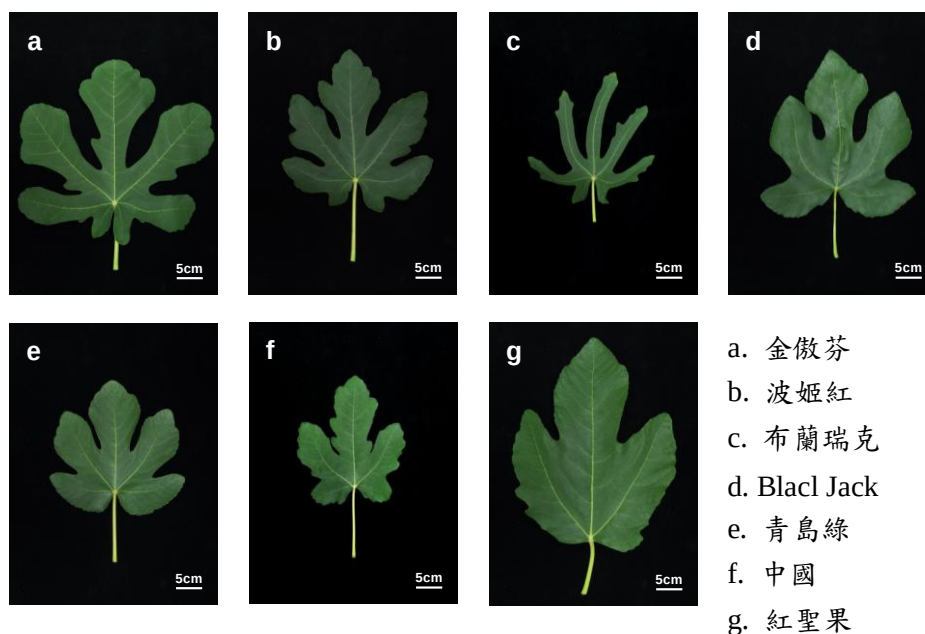


圖 1. 無花果葉片

Fig.1. Leaf of fig cultivars.

三、果實性狀

果形調查結果，‘金傲芬’和‘中國’為扁圓形 (oblate)，‘波姬紅’、‘Black Jack’和‘紅聖果’為梨形 (pyriform)，‘青島綠’為球形 (spherical)，‘布蘭瑞克’之第一期果實為倒卵圓錐形 (turbinate)，第二期果實為扁圓形 (oblate)。果實平均鮮重以‘金傲芬’最重為 100.54 g，最小果實為‘Black Jack’平均重量為 23.85 g。總可溶性固形物以‘Black Jack’和‘紅聖果’最高 (分別為 18.79 °Brix 和 16.99 °Brix)，‘布蘭瑞克’、‘金傲芬’和‘青島綠’最低 (分別為 13.63 °Brix、13.48 °Brix 和 13.10 °Brix)。酸度測量結果，酸度約 0.29-0.45%，為酸度低水果。裂果出現比率以‘紅聖果’最高為 86.67%，其次依序為‘中國’、‘波姬紅’、‘青島綠’、‘布蘭瑞克’ (分別為 66.67%、53.33%、46.67%、13.33%)，‘金傲芬’和‘Black Jack’則極少出現裂果。果皮顏色，黃綠色系品種，‘金傲芬’為金黃色，‘青島綠’為綠色；青銅色系品種，‘布蘭瑞克’為亮銅色，‘紅聖果’為暗銅色；‘波姬紅’、‘Black Jack’、‘Black Jack’為紫紅色系。果肉顏色，白果肉 3 品種為‘金傲芬’、‘Black Jack’、‘中國’，成熟後呈琥珀色；紅果肉 4 品種為‘波姬紅’、‘布蘭瑞克’、‘青島綠’、‘紅聖果’ (表 3、圖 2、圖 3)。隱頭花序觀察結果，在解剖顯微鏡下觀察到果實縱剖面有許多小花密集生長於花托上，果頂 (果目附近) 和果實下方 (靠果梗處) 全為雌花，7 個無花果品種皆為雌株 (圖 4)。

表 3. 無花果栽培種之果實性狀

Table 3. Fruit characters of fig cultivars.

Cultivars	Fruit shape	Average fruit weight (g)	Fruit length (mm)	Fruit width (mm)	Stalk length (mm)
金傲芬	oblate	100.54a ^z	82.50a	61.43a	8.65e ^z
波姬紅	pyriform	89.18b	79.17b	55.06b	8.89e
布蘭瑞克	turbinate oblate	48.25d	51.58f	46.16e	9.89d
Black Jack	pyriform	23.85f	56.19d	32.57g	11.06c
青島綠	spherical	42.45e	53.36e	44.10e	11.60b
中國	oblate	51.03d	52.27ef	48.39d	4.49f
紅聖果	pyriform	58.71c	58.70c	50.15c	23.53a

^z Means with in the same letters in a column are not significantly different by Fisher's LSD test at 5% level.

表 3. 續

Table 3. Continued

Cultivars	Neck length (mm)	Ostiole width (mm)	TSS ^z (°Brix)	Acidity (%)	Skin crack (%)	Splitting (%)
金傲芬	15.20b	7.69d	13.48c ^y	0.39ab	13.33cd	0.00c
波姬紅	16.26a	10.59a	15.87b	0.37bc	40.00bc	53.33b
布蘭瑞克	0.00f	5.61e	13.63c	0.29d	40.00bc	13.33c
Black Jack	14.01c	4.75f	18.79a	0.31cd	0.00d	0.00c
青島綠	8.68d	8.75c	13.10c	0.44ab	73.33ab	46.67b
中國	8.20e	9.12b	16.33b	0.45a	13.33cd	66.67ab
紅聖果	8.65d	9.34b	16.99ab	0.38ab	86.67a	86.67a

^zTSS : total soluble solids

^y Means with in the same letters in a column are not significantly different by Fisher's LSD test at 5% level.

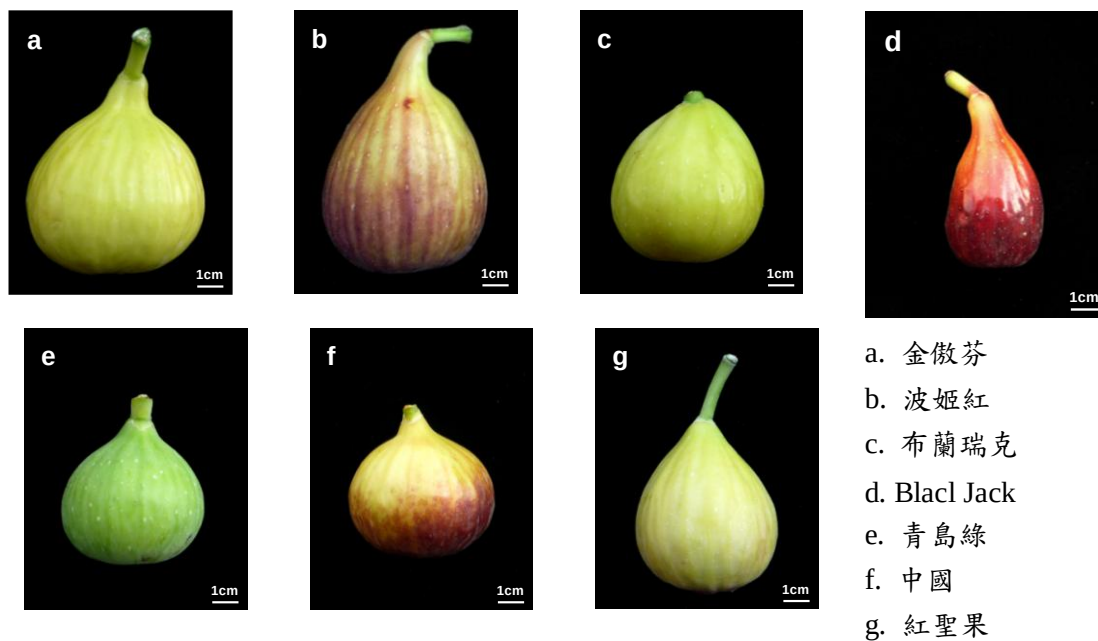


圖 2. 無花果果實

Fig.2. Fruit of fig cultivars.

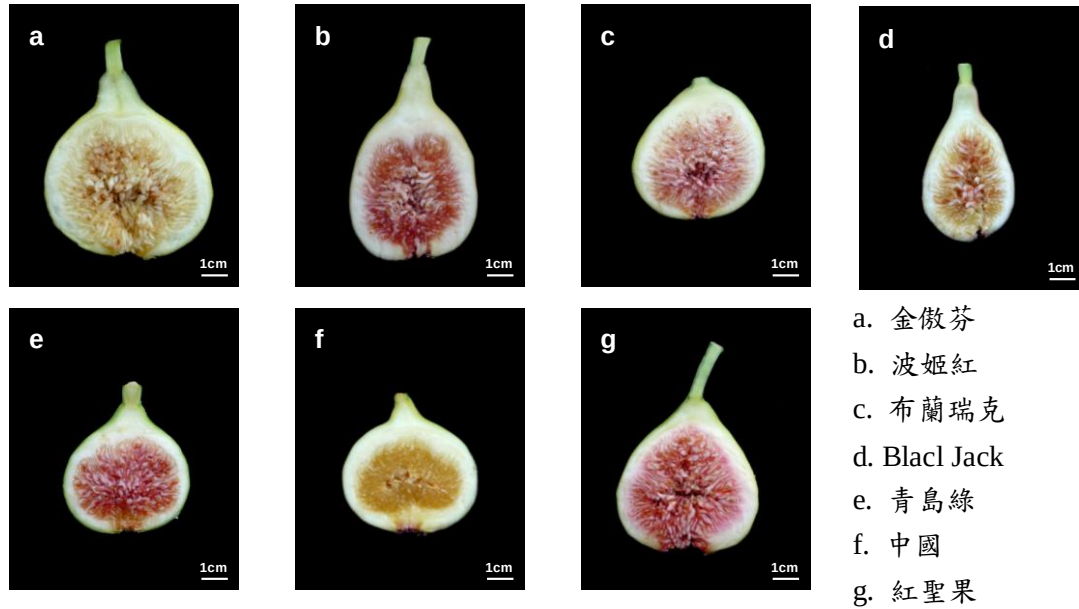


圖 3. 無花果果實剖面

Fig.3. Fruit section of fig cultivars.

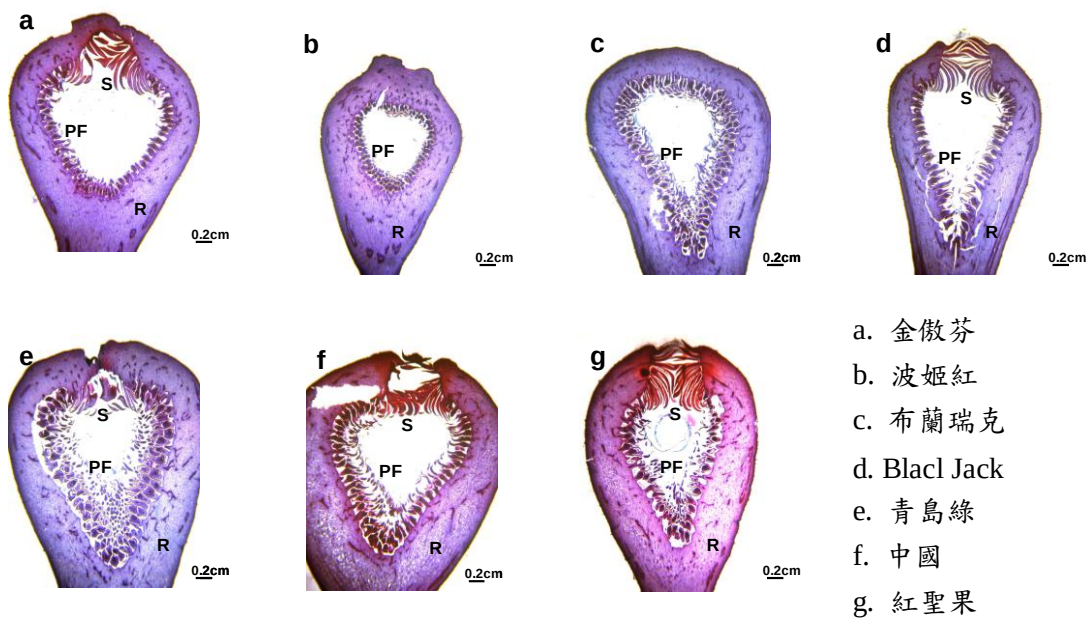


圖 4. 無花果隱頭花序之縱面 (照片亮度經過調整)

Fig.4. Longitudinal section of syconium of fig cultivars. (Picture brightness adjusted)

S : Scale 、 R : Receptacle 、 PF : Pistillate flower 、 P : Pedice

討 論

枝條的長度和營養生長影響腋芽形成和數目，而腋芽充實度、數目和果實大小、產量有極大的相關性 (Condit, 1947; Aksoy *et al.*, 1987; Anac *et al.*, 1992)。由 1 年生枝條生長量調查，‘金傲芬’之 1 年生枝條生長量最高，但其結果數量低於‘Black Jack’；‘金傲芬’、‘波姬紅’、‘布蘭瑞克’、‘青島綠’、‘紅聖果’枝條生長量雖略有差異，其結果數量差異不大，‘中國’之生長量和結果數量都最低。雖然‘Black Jack’結果數量最多，但其果實小，經濟價值遠低於其他大果品種。

無花果非台灣原生果樹，引進時間早，許多正確品種名無法查證且多為農民自訂之商品名，因此依據 Starnes 和 Monroe(1907) 所建立的無花果葉片分類系統，分辨試驗中 7 個品種間的差異，雖葉形皆為掌狀裂葉，‘金傲芬’葉基部為和葉柄形成銳角有距狀，大型葉面積 657.50 cm²；‘波姬紅’耳形裂片，中型葉面積 439.38 cm²；‘布蘭瑞克’線形裂片；‘Black Jack’匙形裂片，‘青島綠’裂片數為 5-7 裂，且葉片多為 5 裂，裂片為耳形，葉基部多為心形，長葉柄 17.27 cm；‘中國’裂片數為 5 裂，裂片為耳形，葉基部為心形，葉片鮮種最輕 9.43 g；‘紅聖果’裂片數為 3-5 裂，且葉片多為 3 裂，裂片為耳形，葉基部為截形，葉面積最大為 764.51 cm²，說明 7 品種葉片性狀有明顯差異。

無花果果實品質評估大致包含果實大小、重量、糖度、顏色、裂果。7 個品種果實依 Starnes 和 Monre (1907)之測量方法和重量大致可分成特大果（‘金傲芬’、‘波姬紅’），大果（‘布蘭瑞克’、‘中國’、‘紅聖果’），中果（‘青島綠’），小果（‘Black Jack’）。果實風味決定因素為糖度、酸度、糖酸比(Karacali, 2002)，雖無花果果實測得酸度在 0.29-0.45%，但食用時僅有甜味無酸味，因此糖度為影響風味主要因子，‘Black Jack’、‘紅聖果’、‘中國’、‘波姬紅’均高於 15 °Brix，‘布蘭瑞克’、‘金傲芬’和‘青島綠’糖度較低約 13 °Brix。果目開口雖為授粉昆蟲進出通道，但單偽結果品種果目開口過寬，易使病原菌入侵，為不良的性狀 (Polat and Caliskan, 2008)。「波姬紅」果實為特大果，糖度高，但其果目開口寬度過平均為 10.59 mm，銷售過程中，真菌易從果目開口進入感染，造成成熟果實發霉腐敗，無法販售。裂果在果實未完全成熟時發生，病蟲害從開裂處入侵滋生導致果實腐敗、落果(Irget *et al.*, 2008)。「紅聖果」裂果率最高達 86.67%，‘波姬紅’裂果率皆超過 40%，‘波姬紅’和‘紅聖果’為糖度高的大型果但高裂果率則會降低經濟上的收益。

隱頭花序之觀察結果，7 個品種隱頭花序之小花皆為雌花，在試驗果園‘青島綠’、‘中國’的產期為 2010 年 6 月底至 2011 年元月初，其餘 5 品種產期為 2010 年 5 月底至 2011 年元月初，第 1 期果和第 2 期果皆單偽結果，根據 Condit(1947)和康(2003)對無花果 4 品系分類，蟲癭型無花果為雌雄同花，普通型無花果為全雌花，單偽結果；土耳其型為全雌花，授粉結果；西班牙型為全雌花，第 1 期果單偽結果，第 2.期果授粉結果，確定 7 個品種無花果皆為普通型無花果。

台灣早在 1915 年即有引進栽培，1935 年日本人櫻井芳次郎再由印度引進。1953 年農

復會由美國加州引入苗木種植。1970 年園藝考察團又從以色列引入栽培 (孫等, 2007)。目前在新竹、彰化、雲林、屏東、宜蘭都有少數農戶零星栽培, 尚未形成一項產業, 性狀調查可初步的認識無花果並可試著評估各品種的用途, 如‘金奧芬’大果且不易裂果可做鮮果販售, ‘波姬紅’和‘紅聖果’糖度高但易裂果, 影顯鮮食價格, 可加工成乾果或果醬, ‘Black Jack’果形小巧且紅果皮色澤光亮, 而‘青島綠’綠色果皮和粉紅色果肉, 顏色對比鮮豔, 可利用於蛋糕點心製作, ‘布蘭瑞克’線形葉片, 葉形特殊, 和樹形較小的‘中國’可作為觀賞盆栽或庭院樹栽種兼有家庭採果樂趣。

參 考 文 獻

- 吳耕民。1993。中國溫帶落葉果樹栽培學。浙江科學技術出版社。pp.679-700。
- 洪寶瑩、陳右人。2003。無花果之授粉行為及結果習性。中國園藝 49: 151-163。
- 孫文章、王瑞章、陳俊仁、胡文若。2007。無花果栽培技術。台南區農業專訊 59: 4-8。
- 康有德。2003。世界果樹種類(續)。農業科學 51: 88-99。
- Aksoy, U., D. Anac., H. H. Hakerlerler, and M. Duzbastilar. 1987. Nutritional Status of Fig Orchards in Germencik Region and Relationships between Investigated Plant Nutrients and Some Yield Components and Quality. Taris AR-GE, Project No. 006, Bornova-Izmir, Turkey.
- Anac, D., U. Aksoy, H. H. Hakerlerler, M. Duzbastilar. 1992. Nutritional Status of Fig Orchards in Small Meander Basin and Relationships between Soil and Leaf Nutrients and Some Yield and Quality Characteristics. Taris AR-GE, Bornova-Izmir.
- Beck, N. G. and E. M. Lord. 1998. Breeding system in *Ficus caeica*, the common fig. I. Floral diversity. Amer. J. Bot. 75:1904-1912.
- Condit, I. J. 1947 The Fig. Chronica Botanica Co., Waltham, Mass., USA.pp.32-172.
- Condit, I.J. 1938. Parthenocarpy in the Fig. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 36: 401-404.
- FAO. 2009. FAOSTAT Crops data. [http:// faostat.fao.Org/ site/ 567/ DesktopDefault.aspx? PageID=567#ancor](http://faostat.fao.Org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor) (25 May. 2011).
- Ferguson, L., T. J. Michailies, and H. H. Shorey. 1990. The California fig industry. Horticultural Review 12: 409-490.
- Hossaert-Mckey, M., M. Gibernau, and J. E. Frey. 1994. Chemosensory attraction of fig wasps to substances produced by receptive figs. Entomol. Exp. Appl. 70: 185-191.
- Irget, M. E., U. Aksoy, B. Okur, A. R. Ongun, and M. Tepecik. 2008. Effect of calcium based fertilization on dried fig (*Ficus carica* L. cv. Sarilop) yield and quality. Sci. Hortic. 118: 308-313.

- Karacila, I. 2002. Storage and markeing of hortieultural products. Ege University, Agriculture Faculty, Publication. pp.469-494.
- Polat, A. A. and O. Caliskan. 2008. Fruit characteristics of table fig (*Ficus carica*) cultivars in subtropical climate conditions of the Mediterranean region. New. Zeal. J. Corp Hort. 36:107-115.
- Solomon, A., S. Golubowicz, Z. Yablowicz, S. Grossman, M. Bergman, H. Gottlieb, A. Altman, Z. Kerem, and M. A. Flaishman. 2006. Antioxidant activities and anthocyanin content of fresh fruits of common fig (*Ficus carica* L.). J. Agric. Food Chem. 54: 7717–7723.
- Starnes, H. N. and J. F. Monroe. 1907.The fig in Georgia. Ga. Agr. Exp. Sta. Bul. 77: 41-101.

Investigation of Horticultural Characteristics of Fig (*Ficus carica* L.)

Chih-Yun Chen ¹⁾ Cheng-Chu Nee ²⁾ Ching-Chang Shiesh ³⁾

Key words: Fig, *Ficus carica* L., Syconium, Horticultural characteristics

Summary

This research aimed to investigate characteristics, elemental content and sensitivity to root-knot nematode of fig cultivars 'Jin Ao Fen', 'Po Ji Hong', 'Browns Wick', 'Black Jack' and three cultivar using 'Qingdao Green', 'China', 'Hong Sheng Guo' as the representative name.

Leaf characteristics findings, 7 cultivars were all palmately, 3-7 lobes, 'Hong Sheng Guo' which had the least number of lobes was 3 lobes and 5 lobes. The narrow linear lobes of 'Browns Wick' was the most special. Leaf fresh weight ranged between 9.43-23.31 g, 'China' was lightest. Leaf area ranged between the 264.95-764.5 cm², 'Hong Sheng Guo' was largest.

Fruit characteristics findings, the average fruit number ranged between 15.70-59.2, 'Black Jack' was most, 'China' was least. Average fruit weight ranged between 23.85-100.54 g, 'Jin Ao Fen' was very large fruit, 'Black Jack' was small fruit. The total soluble sugar ranged between 13-18 °Brix, 'Black Jack' was maximum, 'Qingdao Green' was minimum. Splitting rate of 'Hong Sheng Guo' up to 87%, 'Jin Ao Fen' and 'Black Jack' was not splitting. Skin color was yellow, green, copper, purple, dark purple. Pulp color was amber and red.

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

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

3) Associate professor, Department of Horticulture, National Chung Hsing University.
Corresponding author.

氮氣對番木瓜(*Carica papaya* L.)種子及植株 缺氧耐受性之影響

邱健誠¹⁾ 林慧玲²⁾

關鍵字：氮氣、番木瓜、缺氧耐受性

摘要：本研究以番木瓜種子及葉片為試驗材料，以氮氣模擬低氧逆境 2 天，檢測其於氮氣處理下缺氧耐受力之表現，以利耐淹水番木瓜之選育。結果顯示，種子於播種後 10 天經缺氧逆境處理，其發芽率將大幅降低，發芽時間也隨之延長。於幼苗階段經缺氧逆境處理之個體，在無光照下之死亡情形較嚴重。以葉圓片進行氮氣處理 36 小時，其膜體穩定指數及葉綠素螢光(Fv/Fm)均顯著下降，兩者之變化呈顯著正相關。成熟葉對缺氧之敏感度高於新葉及老葉。‘PPI×ML-F2’可維持最高之葉綠素螢光比值(70.33%)，‘Exotica’則最低(7.31%)，顯示葉綠素螢光可作為各品種缺氧耐受力之篩選依據。

前 言

番木瓜為番木瓜科(Caricaceae)之半草本果樹，原生於熱帶美洲。因其可週年生產且產量高，並具高營養價值及低市場取代性之特性，是極具經濟價值之作物。依農委會於 2010 年之統計，番木瓜於臺灣之栽培面積達 3293.9 公頃，其中近 90%分布於中南部縣市，而總產量亦達 129322 公噸，為臺灣重要經濟果樹之一。但臺灣位於歐亞大陸及太平洋交界處，每年夏秋之際，梅雨及颱風均會帶來豐沛的雨量。高強度而集中的降雨，易使低窪地區或排水不良處，長時間積水不退，對該地之作物造成淹水逆境。而番木瓜為肉質根系，對淹水之耐受力極差，僅淹水 2 天即可能造成根系腐爛(王和李，2006)，進而使植株缺水凋亡。對臺灣之番木瓜產業而言，淹水是除病毒病之外的另一個嚴峻挑戰。

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副教授，通訊作者。

探究根系死亡的原因，應是淹水造成的缺氧逆境所致。植物細胞於缺氧時，有氧呼吸會受到抑制，能量生成不足而造成細胞內各項耗能反應停止，不利細胞基本生理運作。故能於缺氧逆境下存活之個體，其淹水耐受力應較佳。本試驗即以種子及葉圓片為材料，以氮氣取代淹水處理，製造缺氧環境，建立適當之生理篩選指標，簡化篩選流程之操作，以加速番木瓜耐淹水品種之選育。

材 料 與 方 法

一、試驗材料

本試驗以‘臺農二號’番木瓜種子及不同品種之番木瓜葉片為材料。‘臺農二號’種子為農友種苗公司所售之商業種子，葉片品種分別為‘臺農二號’、‘日陞’、‘Exotica’、‘Maradoll’、‘PPI’、‘ML’、‘長條泰國種’、‘泰國種-Na’、‘Havay’、‘KAEG DAHM’、‘Diamond star’、‘PPI×ML’、‘PPI×ML-F2’、‘RL-2-2’、‘TN2-F2’、‘NTU×WL’、‘NTU-10’，樣本取自臺中市北屯區果園，採樣植株均為株齡 1 年以上之成株。

二、試驗方法

(一) 氮氣處理對播種後不同天數番木瓜種子發芽狀況之影響

取‘臺農二號’番木瓜種子播種於盛有培養土之 128 格穴盤中，置於 30/25°C (8h/16h) 之生長箱中。每處理 3 重複，每重複 20 粒種子。分別於播種後 0、5、10、15 及 20 天時，將穴盤封入通以氮氣之壓克力缸內，並抽取其中氣體以氧分析儀檢測，確認其達到低氧狀態(氧氣濃度<5%)。以銀黑色塑膠布覆蓋者為黑暗組(dark)，光照組(light)則不覆蓋，依循 8h/16h 之光照週期，處理時間為 2 天，對照組則不進行氮氣處理及遮光。處理結束後，將穴盤移出壓克力缸並恢復正常通氣及光照，每日記錄種子發芽情形至播種後 22 天為止。

(二) 氮氣處理不同時間對‘Exotica’番木瓜葉片葉綠素螢光及膜體穩定指數之影響

取‘Exotica’番木瓜成株之成熟葉，以直徑 1.1 cm 鑽孔器鑽取葉圓片，置於覆有濕紙巾之培養皿上，每處理 3 重複，每重複 3 片葉圓片。再將之封入通以氮氣之壓克力缸，使達到低氧狀態，對照組則以幫浦通以空氣，兩者均覆蓋銀黑色塑膠布，置於 30/25°C (8h/16h) 之生長箱中。於處理 0、12、24、36 及 48 小時後分別取出，測定葉綠素螢光及膜體穩定指數。

(三) 氮氣處理對不同葉位番木瓜葉片葉綠素螢光之影響

取‘Exotica’番木瓜成株之新葉(葉柄角度為鉛直至 45°)、成熟葉(葉柄角度為 45°至水平)及老葉(葉柄角度為水平以下)，分別鑽取葉圓片後，依前述(二)之方式試驗，於處理 0 及 36 小時後分別測定葉綠素螢光。

(四) 氮氣處理對不同品種番木瓜葉片葉綠素螢光之影響

取‘臺農二號’、‘日陞’、‘Exotica’、‘Maradoll’、‘PPI’、‘ML’、‘長條泰國種’、‘泰國種

-Na’、‘Havay’、‘KAEG DAHM’、‘Diamond star’、‘PPI×ML’、‘PPI×ML-F2’、‘RL-2-2’、‘TN2-F2’、‘NTU×WL’、‘NTU-10’之成熟葉圓片，依前述(三)之方式試驗及分析。

三、調查項目

(一) 種子發芽情形

於種子播入穴盤後 20 天內，每日記錄種子發芽數量。以子葉展開視為發芽，計算總發芽率(germination)、平均發芽時間(mean germination time; MGT)、50%種子發芽所需天數(days to 50% germination; T50)及 90%種子發芽天數減 10%種子發芽天數(days between 10% and 90% germination; T90-10)。

(二) 葉綠素螢光

先以銀黑色塑膠布覆蓋植株，進行暗適應(dark-adapted)處理 20 分鐘，再利用攜帶式葉綠素螢光分析儀(portable chlorophyll fluorometer, MiNi-PAM, Walz, Germany)測定。其探針可藉由特殊光纖(Special Fiberoptic 2010-F)提供測定光及飽和脈衝光，並計算光系統 II 之活性。Fo 為最小螢光量，Fm 為最大螢光量，Fv = Fm - Fo，以 Fv/Fm 表示之。

(三) 膜體穩定指數

以電導度計(electrical conductivity meter, SUNTEX, Taiwan)測定電導度。由於溶液中離子數量愈多，其電導度愈大，故電導度可反映葉圓片中滲漏出之離子多寡，即膜體完整程度。參考並修改 Sairam 等人(2009)之試驗及計算方法，將葉圓片投入試管中，並加入 10 mL 純水，以 70 rpm 震盪 2 小時後，測定其初始電導度(initial electrical conductivity; ECi)。再將試管置於-20℃下 1 天，以低溫破壞葉圓片之膜體系統，取出解凍後，再震盪 2 小時，測定其最大電導度(maximum electrical conductivity; ECm)。依下列公式計算膜體穩定指數： $MSI(\%) = (1 - ECi / ECm) \times 100\%$

四、統計分析

將試驗之結果以 Costat 軟體(Cohort software, Minneapolis, MN)計算平均值，並利用鄧肯氏多變域檢定(Duncan's multiple range test)比較各處理間之差異顯著性。

結 果

一、氮氣處理對播種後不同天數番木瓜種子發芽狀況之影響

‘臺農二號’種子於播種後立即以氮氣處理，於正常光照週期下，其發芽率、平均發芽天數及 50%發芽時間均無顯著變化。但於播種後 5 天再處理氮氣，發芽率即顯著降低，平均發芽天數顯著增加，但 50%發芽時間無明顯變化。播種後 10 天再以氮氣處理時，其發芽率為最低，僅約對照組之 22%，且仍維持較高之平均發芽天數，唯 50%發芽時間並未隨之提升。於播種後 15 天以氮氣處理，其發芽率與 5 天之結果相似，平均發芽天數則明顯降低，與對照組之間無顯著差異，50%發芽時間亦低於 5 天之結果。至播種後 20 天才處理，

對其發芽率已無影響，平均發芽天數及 50%發芽時間均與對照組相似。若以遮蔭配合氮氣處理，發芽率之變化與光照時相似，兩者間並無顯著差異。而平均發芽天數之變化亦與光照時相似，以播種後 5 天處理組為最高，但播種後 10 天處理組即顯著下降。50%發芽天數之情況亦同，皆以播種後 5 天處理組為最高，隨後即下降，並於播種後 20 天處理組中回復至對照組之水平。在各處理時段中，除播種後 10 天遮蔭下處理外，90%發芽時間減 10%發芽時間均無顯著差異。氮氣處理對植株之致死率方面，因播種後 0 及 5 天時均尚未有種子萌發，故無法計算。而播種後 10 天處理組之植株致死率極低，光照與遮蔭並不影響其結果，但在播種後 15 及 20 天處理組中，植株致死率即顯著增加，特別是黑暗組可達 87%及 84%之致死率，顯著高於光照組，分別為光照組之 3.4 及 1.93 倍(表 1 及表 2)。受氮氣處理影響之幼苗，於處理結束後並未有明顯凋亡情形，僅有葉片下垂及輕微倒伏，光照組與黑暗組並無顯著不同。但在處理結束後 2 週，黑暗組之幼苗僅餘數株，光照組則有半數以上幼苗存活。儘管光照組幼苗之死亡率較低，但與對照組相比，其生長狀況明顯較差，植株大小及葉數均不及對照組(資料未呈現)。

表 1. 氮氣對‘臺農二號’番木瓜播種後不同天數之種子於光照或黑暗下處理之發芽率及平均發芽時間之影響。

Table 1. Effects of nitrogen gas on germination and mean germination time of ‘Tainung No. 2’ papaya seeds at different days after sowing with lighting or shading.

Treatments	Germination (%)		Mean germination time (days)	
	Light	Dark	Light	Dark
CK	60.00 a ^y	- ^x	14.99 cd	-
N ₂ 0 d ^z	65.00 aA	60.00 aA	16.23 bcA	15.80 bA
5 d	40.00 bA	28.33 bcA	18.71 aA	18.12 aA
10 d	13.33 cA	18.33 cA	17.42 abA	14.83 bcB
15 d	43.33 bA	45.00 abA	13.98 dA	14.15 cA
20 d	63.33 aA	56.67 aA	15.01 cdA	14.64 cA

^z Days after sowing.

^y Mean separation within columns (small letters) and within rows (capital letters) was by Duncan’s multiple range test at 5% level.

^x No shading and nitrogen gas treatment for CK.

表 2. 氮氣對‘臺農二號’番木瓜播種後不同天數之種子於光照或黑暗下處理之 50%發芽天數及幼苗死亡率之影響。

Table 2. Effects of nitrogen gas on days to 50% germination of seeds and on mortality of seedlings of ‘Tainung No. 2’ papaya at different days after sowing with lighting or shading.

Treatments	Days to 50% germination		Mortality of seedlings (%)	
	Light	Dark	Light	Dark
CK	14.33 ab ^y	- ^x	-	-
N ₂ 0 d ^z	15.94 abA	15.11 bA	- ^w	-
5 d	17.75 aA	18.00 aA	-	-
10 d	16.33 abA	11.17 dA	0.00 bA	11.11 bA
15 d	12.75 bA	12.96 cdA	25.60 abB	87.25 aA
20 d	14.67 abA	14.11 bcA	43.65 aB	84.15 aA

^z Days after sowing.

^y Mean separation within columns (small letters) and within rows (capital letters) was by Duncan's multiple range test at 5% level.

^x No shading and nitrogen gas treatment for CK.

^w No seedling obtained when 0 or 5 days after sowing.

二、氮氣處理不同時間對‘Exotica’番木瓜葉片葉綠素螢光及膜體穩定指數之影響

取‘Exotica’成株之葉片，以氮氣進行低氧處理 12 小時後，葉綠素螢光即自 0.78 下降至 0.59，且膜體穩定指數亦由 88.84%下降至 61.21%。當處理 24 小時後，葉綠素螢光進一步下降至 0.27，但膜體穩定指數並未再明顯下降。而在處理 36 小時後，葉綠素螢光減至 0.07，膜體穩定指數亦隨之減至 21.56%。處理 48 小時後，葉綠素螢光並無顯著變化，膜體穩定指數降至 12.75%，但與處理 36 小時後之結果無顯著差異。在 48 小時的試驗過程中，葉綠素螢光減少為試驗前之 3.8%，膜體穩定指數亦僅維持試驗前之 14%。而以空氣處理之對照試驗，其試驗前及處理 12 小時後之葉綠素螢光雖無顯著變化，但處理 24 小時後則有微幅下降之狀況，於處理 48 小時後更減少至 0.41，為試驗前之 50%。但膜體穩定指數並未隨之變化，於試驗過程中恆定於 90%以上之水平，並無顯著之升降情形(表 3)。

以葉綠素螢光及膜體穩定指數作相關性分析，其結果如圖 1 所示。相關係數為 0.8643，兩者為顯著正相關，顯示葉綠素螢光可正確反映膜體系統損害之變化。

表 3. 氮氣對‘Exotica’番木瓜葉片葉綠素螢光及膜體穩定指數之影響。

Table 3. Effects of nitrogen gas on chlorophyll fluorescence and membrane stability index of leaves of ‘Exotica’ papaya plants.

Treatments	Time of treatment (hours)	Chlorophyll fluorescence (Fv/Fm)	Membrane stability index ^z (%)
N ₂	0	0.78 ab ^y	88.84 a
	12	0.59 c	61.21 b
	24	0.27 d	50.92 b
	36	0.07 e	21.56 c
	48	0.03 e	12.75 c
Air	0	0.82 a	91.28 a
	12	0.74 abc	92.17 a
	24	0.64 bc	94.76 a
	36	0.65 abc	94.81 a
	48	0.41 d	92.83 a

^z MSI(%) = $(1 - EC_i / EC_m) \times 100\%$, EC_i = initial electrical conductivity, EC_m = maximum electrical conductivity.

^y Mean within columns followed by the same letter are not significantly different by Duncan’s multiple range test at 5% level.

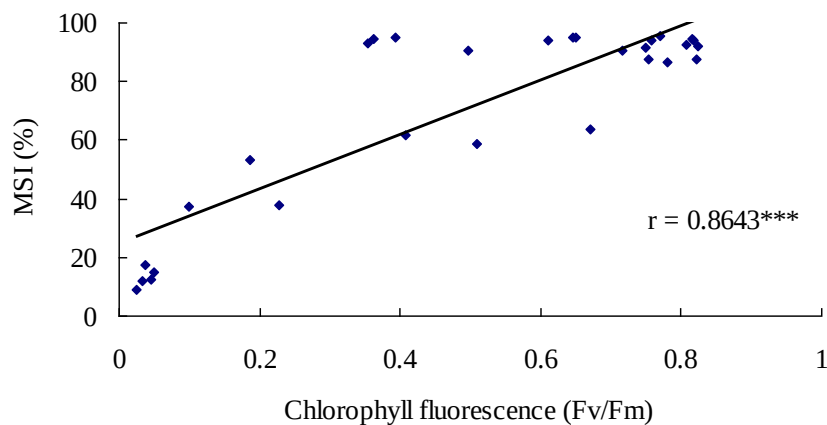


圖 1. ‘Exotica’番木瓜葉片葉綠素螢光及膜體穩定指數之關係。

Fig. 1. The relationship between chlorophyll fluorescence and membrane stability index (MSI) of leaves of ‘Exotica’ papaya.

三、氮氣處理對不同葉位番木瓜葉片葉綠素螢光之影響

以‘Exotica’之上、中及下位葉進行缺氧處理，其葉綠素螢光之變化如表 4 所示。於缺氧試驗前，上、中及下位葉之葉綠素螢光分別為 0.79、0.83 及 0.84，三者之間於統計上具顯著差異，但氮氣處理及空氣處理組之間之表現一致。以氮氣處理 36 小時後，三者之葉綠素螢光依序降為 0.43、0.06 及 0.39，其中上及下位葉之間並無顯著差異，中位葉則顯著低於其它兩者。空氣處理組於處理 36 小時後，葉綠素螢光均微幅下降 0.01，三者之間並無顯著差異。

表 4. 氮氣對‘Exotica’番木瓜不同葉位葉片葉綠素螢光之影響。

Table 4. Effects of nitrogen gas on chlorophyll fluorescence of leaves of ‘Exotica’ papaya at different leaf positions.

Treatments	Leaf position	Chlorophyll fluorescence (Fv/Fm)	
		0 ^v	36
N ₂	Up ^z	0.79 c ^w	0.43 b
	Medium ^y	0.83 b	0.06 c
	Down ^x	0.84 a	0.39 b
Air	Up	0.79 c	0.78 a
	Medium	0.83 b	0.82 a
	Down	0.84 a	0.83 a

^z Up = The 4th to 9th leaves which angle of leaf stalk is between 0° (vertical) and 45°.

^y Medium = The 10th to 14th leaves which angle of leaf stalk is between 45° and 90° (horizontal).

^x Down = The 15th to older leaves which angle of leaf stalk is greater than 90°.

^w Mean within columns followed by the same letter are not significantly different by Duncan’s multiple range test at 5% level.

^v Time of hypoxia (hours).

四、氮氣處理對不同品種番木瓜葉片葉綠素螢光之影響

以氮氣行低氧處理前，各品種葉片之葉綠素螢光大致相同，僅‘ML’、‘長條泰國種’、‘Diamond Star’及‘NTU-10’偏低，約為其它品種之 90% 上下。當進行低氧處理 36 小時後，以‘ML’、‘泰國種-Na’、‘KAEG DAHM’、‘PPI×ML’、‘PPI×ML-F2’、‘RL-2-2’及‘NTU-10’較高，平均約 0.44。‘日陞’、‘Maradoll’、‘Diamond Star’、‘TN2-F2’及‘NTU×WL’次之，平

均約為 0.347。‘臺農二號’、‘Exotica’、‘PPI’、‘長條泰國種’及‘Havay’最低，平均僅約 0.161，特別是‘Exotica’僅不到此平均之 40%，為所有品種中最低者。換算為(處理後/處理前)之百分比，以‘ML’、‘泰國種-Na’、‘KAEG DAHM’、‘Diamond Star’、‘PPI×ML’、‘PPI×ML-F2’、‘RL-2-2’、‘TN2-F2’及‘NTU-10’較高，平均可維持 54%的葉綠素螢光表現，其中又以‘PPI×ML-F2’之表現最佳，可維持達 70%。‘日陞’、‘Maradoll’及‘NTU×WL’次之，‘臺農二號’、‘Exotica’、‘PPI’及‘Havay’最低，僅能維持約 20%的葉綠素螢光表現，尤以‘Exotica’之表現最差，僅維持 7%(表 5)。

表 5. 氮氣對不同品種番木瓜葉片葉綠素螢光比值之影響。

Table 5. Effects of nitrogen gas on chlorophyll fluorescence ratio of leaves of different cultivars of papaya.

Cultivars	Chlorophyll fluorescence ratio ^z (%)	
	N ₂	Air
TN2	25.79 cdef ^y	96.88 c
Sunrise	43.05 bcde	102.00 ab
Exotica	7.31 f	100.76 abc
Maradoll	43.01 bcde	100.91 abc
PPI	23.58 def	101.03 abc
ML	49.51 abcd	101.52 abc
長條泰國種	27.28 cdef	90.34 d
泰國種-Na	48.72 abcd	100.26 bc
Havay	21.76 ef	100.91 abc
KAEG DAHM	54.86 ab	100.59 abc
Diamond Star	48.62 abcd	105.35 a
PPI×ML	59.81 ab	102.15 ab
PPI×ML-F2	70.33 a	102.27 ab
RL-2-2	54.89 ab	100.19 bc
TN2-F2	45.29 abcde	102.46 ab
NTU×WL	42.41 bcde	102.81 ab
NTU-10	51.61 abc	99.82 bc

^z Ratio (%) = [(Fv/Fm_{36h}) / (Fv/Fm_{0h})]*100

^y Mean within columns followed by the same letter are not significantly different by Duncan's multiple range test at 5% level.

在空氣處理組中，於處理前之螢光亦大致相似，僅‘長條泰國種’、‘Diamond Star’及‘NTU-10’較低。以空氣處理 36 小時後，‘臺農二號’、‘長條泰國種’、‘Diamond Star’及‘NTU-10’略低於其它品種，若換算為百分率，則僅‘臺農二號’及‘長條泰國種’較低，但整體而言處理前後之葉綠素螢光並無顯著變化(比例近 100%)(表 5)。

討 論

一、氮氣處理對播種後不同天數番木瓜種子發芽狀況之影響

播種後立即以氮氣處理，對其發芽狀況均無顯著影響，而於播種後 5 天進行處理，發芽率即有顯著降低，平均發芽天數亦增加，至播種後 10 天進行處理，發芽率最低。但於播種後 15 天再行處理，發芽率反而回升，平均發芽天數亦減少，及至播種後 20 天，氮氣對發芽之影響已不顯著(表 1)。

一般而言，種子於浸潤後即開始大量進行呼吸作用，故氧氣之供應相當重要。Ching 等人(1977)指出，大麥種子之 ATP 含量與其出土率呈正相關，ATP 含量愈高則出土率愈高。故於播種後遭遇缺氧逆境，發芽率應顯著下降，但本試驗中，播種後 0 天進行處理之發芽率並未降低。其可能原因是種子於浸潤結束後，因種皮之阻隔，胚不易與外界交換氣體，因此胚活化後大量進行呼吸作用，將迅速耗盡僅有的氧氣，轉而進行無氧呼吸，直至種皮開裂為止。故即使不以氮氣處理，種子內部亦會處於低氧環境，因此於此階段進行處理，對種子萌發之影響不明顯。然而無氧呼吸會造成酒精累積，當種子內含之酒精量愈高，種子之發芽率將隨之降低(唐和張，1990)，故當種皮開裂、與外界空氣接觸後，胚即需轉行有氧呼吸，以防酒精持續累積。而播種後 5 天，種皮即陸續開裂，故此時受到氮氣之影響較為嚴重。參考此試驗之種子發芽時程(資料未呈現)，播種後 10 天即陸續有幼苗出土，故此時應為能量需求之高峰，因此，氮氣可造成極顯著之發芽抑制效果，即能夠以無氧呼吸維持能量需求之個體方能順利萌發。而播種後 15 天時，已發芽數已超越總發芽數之一半($T_{50} < 15$)，故受氮氣影響之種子數量較少，發芽率因此得以回升，平均發芽天數亦較低。及至播種後 20 天，發芽試驗已接近尾聲，故幾乎無種子受到氮氣之影響，因此發芽率、平均發芽天數、50%發芽天數及 90%發芽天數減 10%發芽天數均與對照組無顯著差異。

在為期 2 天之氣體處理中，光照與否對發芽狀況之影響並不明顯，但對處理時已萌發之植株即可造成顯著的致死率差異(表 2)。於正常光照下處理之植株，其死亡率僅為 25.6% 及 43.65% (播種後 15 天及 20 天)，但於黑暗中處理之植株，死亡率則皆超過 80%。究其緣由，可能是光照引發光合作用，提供氧氣及碳水化合物，有利於有氧呼吸之維繫。依據此結果，光照可能是影響植株於缺氧環境下生存力之因素，故於篩檢缺氧耐受力時，應先排除光照之影響。

此外，氮氣處理之影響並不僅於種子發芽情形，其後續生長狀況亦受到明顯干擾(資

料未呈現)。於氮氣處理後，植株僅輕微倒伏，可能為部分組織損傷，致無法撐持植體之故。然而於處理後 2 週，光照與否之影響即明顯浮現，黑暗組有極高之死亡率，顯示植株於氮氣處理時，植體內充實度即已大幅下降，而光照組之死亡率雖顯著低於黑暗組，但其生長勢亦較對照組為差，可能是其植體內之碳水化合物等亦已大幅消耗，顯示處理時光照對其存活率影響極大。然而本試驗為全株進行低氧處理，且以人工加濕維持濕度，與一般淹水狀況較為不同，故無法以此結果推論至自然淹水逆境中，僅可用以評估低氧條件對植體組織之傷害程度。

二、氮氣處理對番木瓜葉片葉綠素螢光及膜體穩定指數之影響

‘Exotica’之葉片於低氧處理 12 小時後，葉綠素螢光值及膜體穩定指數即有顯著減少，減少幅度分別為 25%及 31%。於處理 24 小時後進一步減少達 65%及 43%，而於處理後 36 小時，葉綠素螢光值更下滑至原來的 10%，膜體穩定指數則減至原來的 25%(表 3)。

李(2009)提及：「番木瓜根部於浸水 24-48 小時即壞死腐敗」。但‘Exotica’之變化則提早至處理後 12 小時，其變化幅度亦較大。此現象顯示，‘Exotica’對缺氧之敏感度可能較高，造成此差異之可能原因為品種特性差異。依據劉(2009)之試驗結果，‘Exotica’屬於淹水耐受力較低之品種，可印證此現象。

一般而言，植株遭受淹水逆境直接傷害之部位多半為根部，乃肇因於氧氣缺乏所引發的能量匱乏及代謝產物累積所致。Lambers (1976)以兩種對淹水忍受能力不同的菊科植物進行淹水處理，結果顯示，較不耐淹者之根部呼吸能力幾乎完全喪失，但較耐淹者僅被抑制了 50%。故 Kennedy 等(1992)即認為，淹水植株根部的呼吸能力可作為根系存活能力的指標。如耐淹水的美國紅楓(*Acer rubrum*)在淹水 22 天後，其呼吸率為不耐淹水之糖楓(*Acer saccharum*)的 2-3 倍(Carpenter and Mitchell, 1980)。故在能量缺乏狀態下，如 H^+ -pump 等構造可能因此無法順利運作，導致細胞質內 H^+ 累積過量，破壞內外之離子梯度，造成細胞死亡。或者因有毒產物累積，令細胞之生理代謝難以為繼。

在此試驗中，葉片將直接遭受缺氧逆境，與一般植株遭受淹水逆境時不同。在淹水逆境下，植株地上部仍保持正常通氣狀態，因此葉片的氧氣供給是充足的，故地上部的傷害其實是因根部損傷，造成水分吸收不足所引起之缺水逆境，或者因此減少蒸散而造成之高葉溫及光能累積所致。而本試驗中，葉片處於人工加濕的環境下，並無失水之疑慮，故可推斷傷害應為氧氣缺乏之故。在缺氧環境中，細胞所執行之無氧呼吸將造成酒精等代謝產物累積，而酒精具有高度油脂溶解力(lipid solubility)，能破壞細胞膜及胞器的膜層(施，2003)，故包含葉綠體類囊體膜、粒線體膜、細胞膜及其它胞器等均有受損之可能。且 Ball 等人(1994)認為，植物的光合作用系統 II 是植物對環境逆境最敏感的場所，故在相同的傷害時間內，光系統 II 即可能呈現較顯著之傷害反應，因此葉綠素螢光值之變化亦較早且幅度較大。而膜體穩定指數係由電導度所計算，即細胞之離子滲漏情形，故需待膜體系統崩毀，伴隨細胞質液大量滲出，膜體穩定指數方有較顯著變化。以此二者作相關性分析(圖

1)，結果顯示兩者為正相關，即葉綠素螢光值之變化可一定程度反映細胞膜體損傷情形。故以反應時間較早、反應程度較顯著、測量簡便且為非破壞性測定之葉綠素螢光，作為細胞缺氧耐受力之評估準則應較為理想。

故耐受力之表現，可能源自兩個部分，即能量之供應及對代謝產物之耐受力。能量之供給需探究兩個層面，分別是醣類物質之積貯量及其分解能力。由於試驗以直徑 1.1 cm 之葉圓片進行，無法自它處取得糖分，僅能以自身所有為籌碼，故可能為品種特性或採樣時葉片健康狀況之影響。而醣類之分解仰賴酵素作用，酵素之活性與表現量則與基因密切相關。據 Perata 等人(1992; 1993)報告，水稻種子於缺氧時仍能正常合成 α -amylase，使呼吸基質單醣得以持續供應，此可能為水稻缺氧耐受力遠高於其它禾本科作物之原因。由此可知，醣類之分解與相關酵素之表現實與缺氧耐受力密不可分。此外，細胞對無氧呼吸代謝產物之耐受力亦為考量要件之一，各項差異有賴進一步分析。

在此試驗中，空氣處理組之葉綠素螢光值亦隨時間下降，其下降幅度雖不及氮氣處理組，但亦呈現顯著之傷害情形。相較之下，膜體穩定指數則持平，並未隨之變化，即細胞結構並無顯著損傷，顯示造成氮氣組與空氣組螢光變化之原因不同，需進一步探討。

而不同葉位葉片對缺氧之葉綠素螢光值變化如表 4 所示。在處理前之葉綠素螢光表現雖於統計上有顯著差異，但中位葉及下位葉均為 0.8 以上，顯示其為健康之狀態(Björkman and Demmig, 1987)。而上位葉略低於此值，可能是因其葉綠體尚未發育成熟，葉綠素含量相對較低所致。於處理後，上位葉及下位葉之葉綠素螢光值變化均較中位葉和緩，顯示中位葉(即成熟葉)對缺氧較為敏感，故以成熟葉為篩選基準應較為恰當。

三、氮氣處理對不同品種番木瓜葉片葉綠素螢光之影響

以氮氣處理 36 小時篩選 17 個番木瓜品種，其結果如表 5 所示。於氮氣處理前，除‘ML’、‘長條泰國種’、‘Diamond Star’及‘NTU-10’之外，其餘品種之葉綠素螢光值均趨近 0.8 或達以上，為健康狀態。而該 4 品種之葉綠素螢光值雖顯著較低，但可能與其葉片略微黃化有關，其根本原因需再進一步探討肥培管理等因素。而以氮氣處理後，各品種之葉綠素螢光值均有減少，其中‘Exotica’之下降幅度最大，僅餘處理前之 7.31%，‘PPI×ML-F2’之改變相對最輕微，仍維持約 70%，顯示葉綠素螢光值能有效區分各品種間之差異。其中，上述 4 品種於處理前後之葉綠素螢光值比例依序為 49.51%、27.28%、48.62%及 51.61%，或有高於‘臺農二號’、‘日陞’及‘Exotica’等初始葉綠素螢光值達 0.8 以上之品種，故可推論氮氣處理前之葉綠素螢光值不致對後續處理結果造成重大影響。而在空氣組中，‘長條泰國種’、‘Diamond Star’及‘NTU-10’亦有此情形，但僅‘臺農二號’及‘長條泰國種’於試驗結束後，葉綠素螢光值比例下滑至 96.88%及 90.34%，其餘品種均近似 100%，即試驗前後並無顯著變化，可排除試驗本身對葉綠素螢光值之影響。

依據此篩選結果，‘PPI×ML-F2’之缺氧耐受性最佳，其表現優於親本‘PPI×ML’ 59.81%，而 PPI×ML 之表現亦優於親本‘PPI’及‘ML’，此結果可能是因雜交優勢提高其對

逆境之耐受力。且於此例子中，F2 世代之表現更優於 F1，與一般認知中 F1 優勢較難維持至其後代之狀況略有不同。然而雜交優勢並未出現於所有品種中，如‘臺農二號’之表現僅為 25.79%，低於‘日陞’之 43.05%，但‘臺農二號’之後代為 45.29%，仍較其為高。以‘臺農二號’、‘日陞’及‘Exotica’作比較，三者之耐受性以‘Exotica’最差，此結果與劉(2009)之試驗結果相符。整體而言，各品種於處理後均可維持 40-60%之葉綠素螢光值，高於此值者僅有‘PPI×ML-F2’，而低於此範圍者有‘臺農二號’、‘Exotica’、‘PPI’、‘長條泰國種’及‘Havay’。考量‘PPI×ML-F2’為雜交後代，其性狀可能有較大之變異，雖可能獲得較佳之表現，但亦可能有性狀不穩定之問題，可利用單株無性繁殖保留其特性。

參考文獻

- 王德男、李文立。2006。木瓜栽培管理要點。園藝之友 114: 12-17。
- 李文立。2009。木瓜栽培管理手冊。行政院農業委員會農業試驗所特刊第 140 號。pp. 2-39。
- 施宏霖。2003。稻米在缺氧狀態下發芽所產生酒精分子的研究。國立成功大學化學研究所碩士論文。臺灣：臺南。46pp。
- 唐士禮、張新雄。1990。大豆種子發芽期間耐溼性之研究(2): ADH 活性、酒精累積量與耐溼性。中華農會學報 150 號。pp.22-33。
- 劉芳芸。2009。番木瓜果皮汙斑微細構造及酒精對種子萌芽與幼苗耐淹水之研究。國立中興大學園藝學系碩士論文。臺灣：臺中。165pp。
- Ball, M. C., J. A. Butterworth, J. S. Roden, R. Christian, and J. G. Egerton. 1994. Applications of chlorophyll fluorescence to forest ecology. *Aust. J. Plant Physiol.* 22: 311-319.
- Björkman, O. and B. Demmig. 1987. Photon yield of O₂ evolution and chlorophyll fluorescence characteristics at 77K among vascular plants of diverse origins. *Planta* 170: 489-504.
- Carpenter, J. R. and C. A. Mitchell. 1980. Root respiration characteristics of flood-tolerant and intolerant tree species. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 105: 684-687.
- Ching, T. M., S. Hedtke, M. C. Boulger, and W. E. Kronstad. 1977. Correlation of field emergence rate and seed vigor criteria in barley cultivar. *Crop Sci.* 17: 312-314.
- Kennedy, R. A., M. E. Rumpho, and T. C. Fox. 1992. Anaerobic metabolism in plants. *Plant Physiol.* 100: 1-6.
- Lambers, H. 1976. Respiration and NADH-oxidation of the roots of flood-tolerant and flood-intolerant senecio species as affected by anaerobiosis. *Physiol. Plant.* 37: 117-122.
- Perata, P., J. Pozueta-Romera, T. Akazawa, and J. Yamaguchi. 1992. Effect of anoxia on starch breakdown in rice and wheat seeds. *Planta* 188: 611-618.
- Perata, P., N. Geshi, J. Yamaguchi, and T. Akazawa. 1993. Effect of anoxia on the induction of

alpha-amylase in cereal seeds. *Planta* 191: 402-408.

Sairam, R. K., K. Dharmar, V. Chinnusamy, and R. C. Meena. 2009. Waterlogging-induced increase in sugar mobilization, fermentation, and related gene expression in the roots of mung bean (*Vigna radiata*). *J. Plant Physiol.* 166: 602-616.

Effects of Nitrogen Gas on Hypoxic Tolerance of Papaya Seeds and Plants

Jian-Cheng Ciou ¹⁾ Huey-Ling Lin ²⁾

Key words: Nitrogen gas, Papaya, Hypoxic tolerance

Summary

Seeds and leaves of papaya were exposed to nitrogen gas to simulate hypoxic stress in order to determine their waterlogging tolerance. Results showed that the germination of seeds decreased significantly while the mean germination time increased, especially in the seeds that were exposed to hypoxic stress on the 10th day after being sown. Seedlings that were exposed to hypoxic stress showed higher mortality when without lighting. In the nitrogen gas treatment of leaves, the membrane stability index and chlorophyll fluorescence of papaya leaf discs decreased significantly after 36 hours, more so in mature leaves than in new and old leaves. Changes in the membrane stability index and chlorophyll fluorescence showed a positive correlation. 'PPI×ML-F2' was found to maintain the highest chlorophyll fluorescence ratio (70.33%) and 'Exotica' showed the lowest chlorophyll fluorescence ratio (7.31%). Therefore chlorophyll fluorescence can be used as an indicator for hypoxic tolerance of different cultivars of papaya.

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

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

整枝對彩色甜椒‘羅拉’果實產量與品質的影響

歐 德 瀟¹⁾ 李 文 汕²⁾

關鍵字：彩色甜椒、整枝、果數、果重

摘要：本試驗為調查單幹整枝、雙幹整枝及不整枝對彩色甜椒果實產量與品質的影響，結果為單株之總產量(含果數及果重)、可販售果產量及小果產量以不整枝處理為最大，分別為總果數 10.9 粒/株、總果重 1288.9 g/株、可販售果數 5.7 粒/株、可販售果重 987.6 g/株、小果數 4.0 粒/株、小果重 608.9 g/株。中大果產量以整枝處理為最大，單幹整枝與雙幹整枝處理無顯著差異，分別為單幹整枝之 2.5 粒/株、609.9g/株及雙幹整枝之 2.3 粒/株、546.2g/株。平均單果重及中大果產量百分比以單幹整枝處理為最大，分別為 177.0 g/株及 53.3 %。果肉厚度、可溶性固形物及維生素 C 含量以單幹整枝處理顯著大於不整枝處理，分別為 6.5 mm、9.3°Brix 及 196.3 mg/100g。

前 言

甜椒果實富含維生素 A、C 及其他營養成分，成熟轉色果顏色有紅、黃、橘、白、紫等，國人稱之為彩色甜椒。茄果類蔬菜因生產期間較長，易受天候及病蟲害之影響，生產技術及投資成本門檻較高，但價格相對比葉菜類穩定。甜椒植株自始花開始，每一花後必然產生分枝，夜溫低時分枝多易產生三分枝，高溫時維持二分枝，隨著開花數量增加分枝數亦會增加，因此有整枝修剪管理之必要(郭，2000)。

為減少土壤性病害及連作障礙等因素，在中海拔地區如埔里、信義等地，仿照荷蘭使用培養土的袋耕方式(bag culture)栽培，較常採用的整枝方式有單幹及雙幹整枝，亦有農民嘗試不整枝栽培。本試驗以彩色甜椒黃色品種‘羅拉’為材料，探討整枝方式對溫室袋耕彩

1) 國立中興大學園藝系碩士班研究生。

2) 國立中興大學園藝系副教授，通訊作者。

色甜椒果實產量、可販售果產量、果實大小分佈與果實品質的影響，期能藉由試驗獲得較適用於國內之整枝方式，提高果實總產量及可販售果實產量，尤其是中大果實產量的百分比，以增加栽培者的收益。

材 料 方 法

一、試驗材料

- (一)、介質：40 L/袋包裝之無土介質(黑泥炭 80 % + 白泥炭 20 %，昌林國際貿易公司進口，荷蘭 Tref EGO Substrates bv)
- (二)、種苗：彩色甜椒黃色品種‘羅拉’(Lustro)(和生種子公司代理，荷蘭 S & G 公司品種)，小苗購自埔里蜻蜓種苗公司，約 5 週大的穴盤苗(128 穴/盤)。
- (三)、肥料：採用昌林國際貿易公司提供之荷蘭溫室彩色甜椒慣用配方，每 1000 L 水所添加之肥料量(單位：公克)如下表：

	$\text{Ca}(\text{CO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	KNO_3	KH_2PO_4	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	微量元素
苗期	170	600	200	100	50
開花期	600	600	200	100	50
結果期	1000	600	200	100	50

二、試驗方法

試驗採逢機完全區集設計(RCBD)，分單幹整枝、雙幹整枝、不整枝等 3 個處理，每處理 4 重複，每重複 3 袋，每袋 4 株(1.7 株/m²)。試驗期間為 2008 年 10 月 6 日至 2009 年 4 月 10 日止。試驗於海拔 450 公尺南投縣埔里鎮同聲里單棟溫室內進行，溫室為山型鍍鋅 H 鋼結構，東西走向，屋頂披覆塑膠布，設有單邊可開式電動天窗，四周圍有 24 目紗網，南北兩側有電動升降式塑膠布，溫室內鋪設雜草抑制蓆，試驗期間溫室內溫度由溫濕度計紀錄器(Data logger SK-L200TH)進行紀錄如附錄一。

約 5 週大小的穴盤苗定植於栽培袋上，定植後以自動滴灌方式將營養液滴入栽培袋中，每袋有 2 條 0.2 mm 滴管，初期依苗期配方，每天滴一次，每次 1.5 分鐘至 2.0 分鐘，開花後以開花肥配方，每天滴 2-3 次，視天候陰晴及植株大小調整，著果後改用結果期配方至試驗結束。

初期將植株於第一分叉點以下的側芽全數摘除，第一、二分叉節位上的花蕾或小果亦摘除，以利充份營養生長。單幹整枝方式是在植株開始分叉後，在每一分叉節位留較強壯的一芽，將其他芽摘除，保持單一主幹；雙幹整枝方式是在植株開始分叉後，留兩個芽成為雙主幹，之後在每一分叉節位留較強壯的一芽，將其他芽摘除，保持兩支主幹；不整枝

則在分叉後保留所有的芽，通常會有 3-4 支主幹。單幹整枝和雙幹整枝以垂直網支持，並用結束帶固定枝條，不整枝植株則以兩層平行網固定。

果實在 80%轉色後採收，定植日至第一次採收總計 108 天，採收期間共 80 天，採收日期分別為：1/21、1/30、2/3、2/8、2/18、2/25、3/5、3/9、3/25、4/8、4/10，共計 11 次。

三、調查項目與方法

每處理調查八株植株之各個項目如下：

(一)、植株生育性狀

1. 莖徑：以游標尺量測主枝分叉點下一節位及上二節位節間中段之莖粗，每個節位量測三個取樣點，取三個節間莖粗之平均值代表該植株之莖徑，單位為公釐(mm)。
2. 株高：以布尺量測植株基部至第 15 節位之高度，單位為公分(cm)。
3. 葉面積：將影像校正卡與彩色甜椒葉片依序擺設於保麗龍板上，用數位相機將影像拍下後，利用 CIAS 2.0 影像分析軟體分析計算全株枝葉面積(影像校正卡為 6 cm X 8 cm, 4 cm X 6 cm, 3 cm X 4 cm)，單位為平方公分(cm²)。
4. 葉綠素值：每株植株以剛成熟完全展開葉以下三片葉(含該片葉)為取樣樣品，以葉綠素計(OPTI-SCIENCES CCM-200)夾取測定，每片葉片各夾取 3 個點，取其平均值，再以三片葉之平均值代表整株植株葉片之葉綠素讀值。

(二)、果實產量

1. 單株產量：於果實採收完畢時，統計單株採收果實數目及果實重量，單位分別為粒/株(fruits/plant)及 g/株(fruit wt./plant)。
2. 可販售果產量：依據臺北農產運銷股份有限公司(<http://www.tapmc.com.tw>)之果菜分級包裝，將彩色甜椒分成三級：大果(L)：300 公克以上，中果(M)：200~300 公克，小果(S)：未達 200 公克。本試驗品種屬於中果型，因此分成中大果：200 公克以上，小果：100~200 公克，劣果：100 公克以下。中大果及小果列為可販售果，劣果及罹病果列為不可販售果，單位分別為粒/株(fruits/plant)及 g/株(fruit wt./plant)。
3. 可販售果產量百分比：可販售果產量除以總產量，計算百分比(%)。
4. 平均單果重：於果實採收完畢時，統計該處理所收穫之總果實重量除以總果實數量即為平均單果重，單位為 g/粒(g/fruit)。
5. 果實大小百分比：於果實採收後，依據項目(2)之分級標準，分別將果實數量及重量除以總果實數量及總果實重量，計算百分比(%)。

(三)、果實品質

1. 果肉厚度：以游標尺量測果實中段果皮至胎座間之果肉厚度，量測四個不同部位取其平均值代表該果實果肉厚度，單位為公釐(mm)。
2. 果實硬度：以物性測定儀直徑 2.5 cm 之扁平探測頭，壓入果實赤道部位果肉深度 10.0 mm

處，量測果肉所能承受之壓力，量測四個點取其平均值代表該果實硬度，單位為公斤/平方公分(Kg/cm²)。

3.可溶性固形物：以糖度計測定果實糖分濃度，單位為°Brix。

4.維生素 C 含量：秤取 0.5 g 之新鮮彩色甜椒果肉，以研鉢磨碎均質後，加入 6 ml 之偏磷酸(含 6 % metaphosphoric acid 之 2 N acetic acid)，混合均勻後，以抗壞血酸試紙(Reflectoquant ascorbic acid test strip, 25-450 mg/L Merck)，沾取待測之萃取液，置於 RQ-flex 讀取維生素 C 之濃度，再換算為 mg/100g 鮮重濃度。

結 果

一、整枝方式對彩色甜椒‘羅拉’植株生育的影響

植株之莖徑以單幹整枝之 10.9 mm 最大，雙幹整枝之 10.1 mm 次之，不整枝之 9.4 mm 最小，三個處理間有顯著差異。株高以不整枝之 150.0 cm 最大，單幹整枝之 136.2 cm 次之，雙幹整枝之 135.0 cm 最小，但各處理無顯著差異。葉面積以不整枝之 5567.8 cm² 最大，雙幹整枝之 3920.6 cm² 次之，單幹整枝之 2517.3 cm² 最小，三個處理間有顯著差異。葉綠素值以雙幹整枝之 75.3 SPAD 最大，不整枝之 71.6 SPA 次之，單幹整枝之 66.8 SPAD 最小，但各處理間無顯著差異(表 1)。

表 1. 不同整枝方式下彩色甜椒‘羅拉’植株生育的情形

Table 1. Characteristics of sweet pepper ‘Lustro’ plant under different training methods.

處 理	莖徑 (mm)	株高 (cm)	葉面積 (cm ²)	葉綠素值 (SPAD)
單幹整枝	10.9	136.2	2517.3	66.8
雙幹整枝	10.1	135.0	3920.6	75.3
不整枝	9.4	150.0	5567.8	71.6
LSD _{0.05}	0.4	17.8	1050.0	12.9

二、整枝方式對彩色甜椒‘羅拉’單株果數與果重的影響

單株總果數以不整枝之 10.9 粒/株最大，雙幹整枝之 6.5 粒/株次之，單幹整枝之 4.7 粒/株最小，各處理間有顯著差異。單株可販售果數以不整枝之 5.7 粒/株最大，雙幹整枝

之 4.0 粒/株次之，單幹整枝之 3.3 粒/株最小，不整枝者顯著大於整枝者，單幹與雙幹整枝無顯著差異。可販售果數百分比以單幹整枝之 70.0 %最大，雙幹整枝之 62.0 %次之，不整枝之 52.4 %最小，各處理間有顯著差異(表 2)。

表 2. 不同整枝方式下彩色甜椒‘羅拉’之單株果數

Table 2. Fruit number per plant of sweet pepper ‘Lustro’ under different training methods.

處理	總果數 (粒/株)	可販售果數 (粒/株)	可販售果數 百分比(%)
單幹整枝	4.7	3.3	70.0
雙幹整枝	6.5	4.0	62.0
不整枝	10.9	5.7	52.4
LSD _{0.05}	1.2	0.8	7.0

單株總果重以不整枝之 1288.9 g/株最大，雙幹整枝之 958.9 g/株次之，單幹整枝之 827.0 g/株最小，不整枝者顯著大於整枝者，單幹與雙幹整枝無顯著差異。單株可販售果重以不整枝之 987.6 g/株最大，雙幹整枝之 819.9 g/株次之，單幹整枝之 728.9 g/株最小，不整枝者顯著大於整枝者，單幹與雙幹整枝無顯著差異。可販售果重百分比以單幹整枝之 88.1 %最大，雙幹整枝之 85.5 %次之，不整枝之 76.6 %最小，整枝者顯著大於不整枝者，單幹與雙幹整枝無顯著差異。平均單果重以單幹整枝之 177.0 g/粒最大，雙幹整枝之 148.0 g/粒次之，不整枝之 118.8 g/粒最小，各處理間有顯著差異(表 3)。

表 3. 不同整枝方式下彩色甜椒‘羅拉’之單株果重及平均單果重

Table 3. Fruit weight of sweet pepper ‘Lustro’ under different training methods.

處理	總果重 (g/株)	可販售果重 (g/株)	可販售果重 百分比(%)	平均單果重 (g/粒)
單幹整枝	827.0	728.9	88.1	177.0
雙幹整枝	958.9	819.9	85.5	148.0
不整枝	1288.9	987.6	76.6	118.8
LSD _{0.05}	157.6	143.5	3.1	12.4

三、整枝方式對彩色甜椒‘羅拉’果實大小粒數與重量的影響

單株中大果數以單幹整枝之 2.5 粒/株最大，雙幹整枝之 2.3 粒/株次之，不整枝之 1.7 粒/株最小，整枝顯著大於不整枝，單幹整枝與雙幹整枝間無顯著差異。中大果數百分比以單幹整枝之 53.3 %最大，雙幹整枝之 36.3 %次之，不整枝之 15.9%最小，各處理間有顯著差異。單株中大果重以單幹整枝之 609.9 g/株最大，雙幹整枝之 546.2 g/株次之，不整枝之 378.7 g/株最小，整枝者顯著大於不整枝者，單幹與雙幹整枝無顯著差異。中大果重百分比以單幹整枝之 73.6%最大，雙幹整枝之 57.0%次之，不整枝之 29.4 %最小，各處理間有顯著差異(表 4)。

表 4. 不同整枝方式下彩色甜椒‘羅拉’之單株中大果果數及果重

Table 4. Medium-to-large fruit number and weight per plant of sweet pepper ‘Lustro’ under different training methods.

處理	中大果總果數 (粒/株)	百分比 (%)	中大果總果重 (g/株)	百分比 (%)
單幹整枝	2.5	53.3	609.9	73.6
雙幹整枝	2.3	36.3	546.2	57.0
不整枝	1.7	15.9	378.7	29.4
LSD _{0.05}	0.6	7.2	130.3	10.0

單株小果數以不整枝之 4.0 粒/株最大，雙幹整枝之 1.7 粒/株次之，單幹整枝之 0.8 粒/株最小，各處理間有顯著差異。小果數百分比以不整枝之 36.5 %最大，雙幹整枝之 25.8 %次之，單幹整枝之 16.8 %最小，各處理間有顯著差異。單株小果重以不整枝之 608.9 g/株最大，雙幹整枝之 273.7 g/株次之，單幹整枝之 119.0 g/株最小，各處理間有顯著差異，小果重百分比以不整枝之 47.2 %最大，雙幹整枝之 28.5 %次之，單幹整枝之 14.5 %最小，各處理間有顯著差異(表 5)。

單株劣果數以不整枝之 2.9 粒/株最大，雙幹整枝之 0.3 粒/株次之，單幹整枝之 0.1 粒/株最小，不整枝者顯著大於整枝者，單幹與雙幹整枝無顯著差異。劣果數百分比以不整枝之 26.5 %最大，雙幹整枝之 4.2 %次之，單幹整枝之 1.8 %最小，不整枝者顯著大於整枝者，單幹與雙幹整枝無顯著差異。單株劣果重以不整枝之 195.6 g/株最大，雙幹整枝之 18.6 g/株次之，單幹整枝之 7.3 g/株最小，不整枝者顯著大於整枝者，單幹與雙幹整枝無顯著差異。劣果重百分比以不整枝之 15.2 %最大，雙幹整枝之 2.1 %次之，單幹整枝之 0.9 %最小，不整枝者顯著大於整枝者，單幹與雙幹整枝無顯著差異(表 6)。

表 5. 不同整枝方式下彩色甜椒‘羅拉’之單株小果果數及果重

Table 5. Small fruit number and weight per plant of sweet pepper ‘Lustro’ under different training methods.

處理	小果總果數 (粒/株)	百分比 (%)	小果總果重 (g/株)	百分比 (%)
單幹整枝	0.8	16.8	119.0	14.5
雙幹整枝	1.7	25.8	273.7	28.5
不整枝	4.0	36.5	608.9	47.2
LSD _{0.05}	0.7	8.6	115.6	10.5

表 6. 不同整枝方式下彩色甜椒‘羅拉’之單株劣果果數及果重

Table 6. Extra small fruit number and weight per plant of sweet pepper ‘Lustro’ under different training methods.

處理	劣果總果數 (粒/株)	百分比 (%)	劣果總果重 (g/株)	百分比 (%)
單幹整枝	0.1	1.8	7.3	0.9
雙幹整枝	0.3	4.2	18.6	2.1
不整枝	2.9	26.5	195.6	15.2
LSD _{0.05}	0.6	6.1	42.6	3.7

單株罹病果數以不整枝之 2.3 粒/株最大，雙幹整枝之 2.2 粒/株次之，單幹整枝之 1.3 粒/株最小，不整枝者顯著大於單幹整枝者，不整枝與雙幹整枝間及雙幹整枝與單幹整枝間無顯著差異。罹病果數百分比以雙幹整枝之 33.8 % 最大，單幹整枝之 28.2 % 次之，不整枝之 21.1 % 最小，雙幹整枝者顯著大於不整枝者，雙幹整枝與單幹整枝間及單幹整枝與不整枝間無顯著差異。單株罹病果重以雙幹整枝之 120.3 g/株最大，不整枝之 105.7 g/株次之，單幹整枝之 90.8 g/株最小，但各處理間無顯著差異。罹病果重百分比以雙幹整枝之 12.4 % 最大，單幹整枝之 11.0 % 次之，不整枝之 8.2 % 最小，但各處理間無顯著差異(表 7)。

四、整枝方式對彩色甜椒‘羅拉’果實品質的影響

果實硬度以不整枝之 4.0 Kg/cm² 最大，單幹整枝之 3.5 Kg/cm² 次之，雙幹整枝之 3.4

Kg/cm² 最小，不整枝者顯著大於雙幹整枝者，不整枝與單幹整枝間及雙幹整枝與單幹整枝間無顯著差異。果肉厚度以單幹整枝之 6.5 mm 最大，雙幹整枝之 6.3 mm 次之，不整枝之 5.9 mm 最小，單幹整枝者顯著大於不整枝者，單幹整枝與雙幹整枝間及雙幹整枝與不整枝間無顯著差異。可溶性固形物以單幹整枝之 9.3 °Brix 最大，雙幹整枝之 9.1 °Brix 次之，不整枝之 8.6 °Brix 最小，單幹整枝者顯著大於不整枝者，單幹整枝與雙幹整枝間及雙幹整枝與不整枝間無顯著差異。維生素 C 含量以單幹整枝之 196.3 mg/100g 最大，雙幹整枝之 172.4 mg/100g 次之，不整枝之 163.0 mg/100g 最小，單幹整枝者顯著大於不整枝者，單幹整枝與雙幹整枝間及雙幹整枝與不整枝間無顯著差異(表 8)。

表 7. 不同整枝方式下彩色甜椒‘羅拉’之單株罹病果數及果重

Table 7. Disease fruit number and weight per plant of sweet pepper ‘Lustro’ under different training methods.

處理	罹病果總果數 (粒/株)	百分比 (%)	罹病果總果重 (g/株)	百分比 (%)
單幹整枝	1.3	28.2	90.8	11.0
雙幹整枝	2.2	33.8	120.3	12.4
不整枝	2.3	21.1	105.7	8.2
LSD _{0.05}	0.9	9.1	53.8	4.4

表 8. 不同整枝方式下彩色甜椒‘羅拉’之果實品質

Table 8. Fruit quality of sweet pepper ‘Lustro’ under different training methods.

處理	果實硬度 (Kg/cm ²)	果肉厚度 (mm)	可溶性固形物 (°Brix)	維生素 C 含量 (mg/100g)
單幹整枝	3.5	6.5	9.3	196.3
雙幹整枝	3.4	6.3	9.1	172.4
不整枝	4.0	5.9	8.6	163.0
LSD _{0.05}	0.5	0.4	0.5	25.3

討 論

一、整枝對植株生育的影響

整枝是園藝植物控制生長，促進結果的主要措施，合理的整枝能有效地改善群體葉片系統結構，顯著地減少無效枝葉生長對有機養分的消耗，能調控和延緩植物葉片的衰老，進而提高葉片的光合效率和延長葉片的功能。由試驗結果得知整枝對莖徑及葉面積有顯著影響，對株高與葉綠素值無顯著影響(表 1)。不整枝的植株通常有 3-4 個枝幹，雙幹整枝比單幹整枝多一個枝幹，枝幹多會因養分的競爭而使得莖較細，因此單幹整枝的莖徑顯著大於雙幹整枝與不整枝；在葉面積方面，整枝處理因將枝幹連帶葉片摘除，因此不整枝之葉面積顯著大於整枝，雙幹整枝顯著大於單幹整枝；株高無顯著差異，推測為栽植密度仍在適合範圍下，光線仍充足，沒有造成植株之間互相遮蔽效應，節間無徒長情形，因此高度無顯著差異；葉綠素值與葉片顏色有關，在光線充足條件下，葉片的顏色差異不大，因此葉綠素值於各處理間無顯著差異。

植株的莖徑較粗，有利於根部吸收的無機礦物元素向上運輸，提供更多植株製造養分所需元素，亦有利於葉片製造之養分向下運至其他組織以供應生長所需及果實發育成長；葉面積的大小直接影響光合作用同化物的合成量，葉面積愈大相對同化物的合成量也會愈大，因此整枝影響植株莖徑及葉面積大小，進而影響果實的產量及果實的大小。

二、整枝方式對彩色甜椒‘羅拉’單株果數與果重的影響

單株總果數與果重、單株可販售果數與果重均以不整枝顯著大於整枝。不整枝之植株因為沒有除去枝葉，葉面積顯著大於整枝植株，平均每個果實有較多的葉片，而葉片是光合作用主要器官，為一個供源，可以提供果實更多的光合同化產物，因此總產量為不整枝植株顯著大於整枝植株。

平均單果重以整枝顯著大於不整枝，單幹整枝顯著大於雙幹整枝，原因為果實多而產生養分競爭，導致平均單果重較小。許多學者都指出，果實會強烈地與其他果實及營養器官競爭可利用的同化物(Ali and Kelly, 1992; Hall, 1997; Marcelis and De Koning, 1995)，而現有正在發育的果實會抑制後續的著果與幼果的生長發育(Bangerth, 1989; Stephenson *et al.*, 1988)，因此整枝雖然總果數減少，但平均單果重卻相對提高。

三、整枝方式對彩色甜椒‘羅拉’果實大小粒數與重量的影響

中大果數與果重及其百分比為整枝者顯著大於不整枝者，而小果數果重及其百分比為不整枝者顯著大於整枝者。Jovicich 等(2004)的試驗指出，整枝會增加甜椒特級果比例，戴(1999)以茄子作試驗，透過適當的整枝及肥培管理可以提高產量，亦可提升特級果比例，本試驗的結果與上述試驗的趨勢符合。不整枝雖然總產量較大，但總果數也較大，果實之間因為互相競爭養分，導致平均單果重顯著小於整枝處理，在分級包裝的價格上反而

不利，因此在果實大小及重量分級上，整枝優於不整枝。

劣果數與果重及其百分比為不整枝者顯著大於整枝者，一方面是由於不整枝果實之間養分競爭，造成果實太小無商品價值，另一方面由於枝幹多，果實常被夾在枝條中間而變形，變成不可販售之劣果。

罹病果數百分比為整枝者顯著大於不整枝者，這些果實主要是罹患尻腐病及日燒。整枝植株的葉片較少，果實曝曬在太陽下的機率較高，較易有日燒現象；Jovicich 等(2004)的試驗指出，甜椒不整枝果實尻腐病的比例約減少一半，Rylski 和 Spigelmen (1986)認為，不整枝的植株葉片較多，蒸散作用較大，因此有較多的鈣被甜椒果實吸收，且較多的葉片會使樹冠內部的溫度下降，可以讓更多的鈣運輸至幼果，因此減低尻腐病的發生。採用整枝方式栽培彩色甜椒，如能在著果節位上留側芽，保留側芽上約 2-4 片葉後將側芽摘心，可增加光合作用葉面積，又使果實有適度的遮陰，對於減少罹病果的比例應會有幫助。

四、整枝方式對彩色甜椒‘羅拉’果實品質的影響

Portree (1996)及 Resh (1996)指出，溫室栽培的彩色甜椒，進行整枝會減少枝幹的數量，因此會改善整個樹冠的光截取量，增加著果及果實的品質，由本試驗的結果得知，單幹整枝處理的果肉厚度、可溶性固形物、維生素 C 含量顯著大於不整枝處理，與上述學者們的結果一致。

參 考 文 獻

郭孚耀。2000。甜椒栽培技術。臺中區農業改良場特刊第 45 號。

戴振洋。1999。整枝方式對茄子生育及產量之影響。國立中興大學園藝學研究所碩士論文。台灣台中。

Ali, A. M. and W. C. Kelly. 1992. The effects of interfruit competition on the size of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) fruits. Sci. Hort. 52: 69-76.

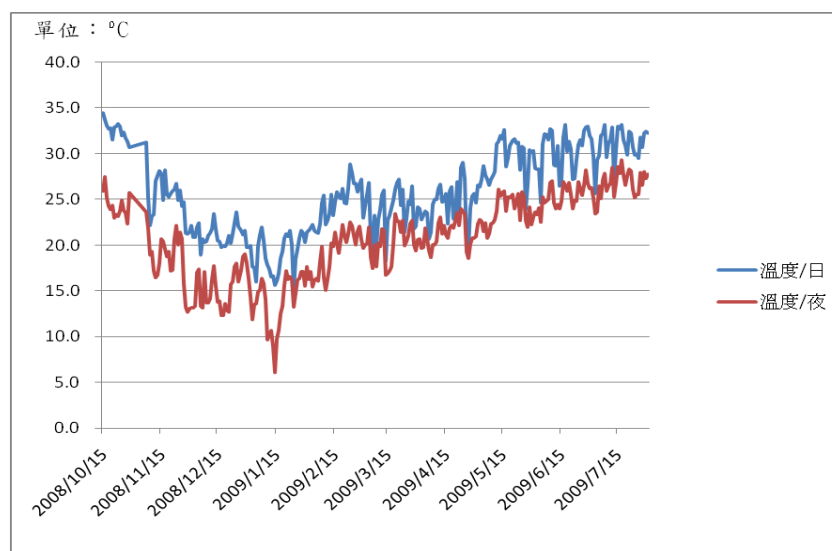
Bangerth, F. 1989. Dominance among fruits/sinks and the search for a correlative signal. Phys. Plan. 76: 608-614.

Hall, A. J. 1977. Assimilate source-sink relationships *Capsicum annuum* L. I. The dynamics of growth in fruiting and deflorated plants. Astr. J. Plant Phys. 4: 623-636.

Jovicich, E., D. J. Cantliffe, and P. J. Stoffela. 2004. Fruit yield and quality of greenhouse-grown bell pepper as influenced by density, container, and trellis system. Hort. Tech.14(4): 507-513.

Marcelis, L. F. M and A. N. M. De Koning. 1995. Biomass partitioning in plants. In: Bakker, J.C., G.P.A. Bot, H. Challa, and N.J. Van de Braak, eds. Greenhouse climate control. An

- intergrated approach. Wageningen: Wageningen Pers, 84-92.
- Portree, J. 1996. Greenhouse vegetable production guide for commercial growers. J. Portree(ed.). Ext. Systems Branch, Ministry of Agr., Fisheries, and Food, British Columbia, Canada.
- Resh, H. M. 1996. Hydroponic food production. 5th ed. Woodbridge Press Publ. Co., Santa Barbara, Calif.
- Rylski, I. 1986. Pepper (*Capsicum*). In: Monselise, S.P. (Ed.), CRC Handbook of Fruit Set. CRC Press, Boca Raton. FL. p. 341-354.
- Stephenson, A. G., B. Devlin, and J. B. Horton 1988. The effects of seed number and prior fruit dominance on the pattern of fruit production in *Cucurbitapepo* (Zucchini squqsh). Ann. Bot. 62: 653-661



附錄一、埔里鎮同聲里溫室平均氣溫資料

Effect of Training on Yields and Fruit Quality of Sweet Pepper 'Lustro' (*Capsicum annuum* L.)

Te-Lu Ou ¹⁾ Wen-Shann Lee ²⁾

Key words: Sweet pepper, Fruit number, Fruit weight

Summary

The objective of this study was to compare the effect of training method, single-stem pruning, twin-stem pruning and non-pruning, on yields and fruit quality of sweet pepper 'Lustro' (*Capsicum annuum* L.). The total fruit yield, marketable fruit yield and small fruit yield of sweet pepper in non-pruned plants were the greatest among pruned treatments. The total fruit number and weight were 10.9 fruit/plant and 1288.9 g/plant, respectively. The marketable fruit number and weight were 5.7 fruit/plant and 987.6 g/plant, respectively. The small fruit number and weight were 4.0 fruit/plant and 608.9 g/plant, respectively. The medium-to-large fruit yield in pruned plants was greater than in non-pruned plants, but there was no difference in pruned plants between single-stem and twin-stem pruned plants. The medium-to-large fruit number and weight were 2.5 fruit/plant and 609.9 g/plant in single-stem pruned plants and were 2.3 fruit/plant and 546.2 g/plant in twin-stem pruned plants, respectively. The average fruit weight, which was 177.0 g/plant in single-stem pruned plants, was the greatest among pruned treatments. The fruit quality in pruned plants was greater than in non-pruned plants.

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

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

Corresponding author.

直立式栽培‘夏鳳’黃皮洋香瓜之葉片壽命及 果實生育調查

林世旻¹⁾ 宋 妤²⁾

關鍵字：黃皮洋香瓜、直立式栽培、葉片壽命、葉綠素螢光產量、可溶性固形物

摘要：‘夏鳳’黃皮洋香瓜以直立式單幹整枝栽培，調查其葉片壽命及果實生育，結果顯示生長二～三週葉片鮮乾重、葉面積、葉綠素及可溶性糖含量皆達顯著最高。第 10 節葉片生長至五～六週後，葉綠素、可溶性糖含量及葉綠素螢光產量($\Delta Fv/Fm$)皆顯著下降，第 20 節葉片生長五～六週則無此現象。著果兩天至十四天為果實快速膨大期，果重達 1000 g 以上，總可溶性固形物以採收前兩週開始大量累積於果實中，果實成熟採收時可達 13.7 °Brix 以上。

前 言

甜瓜(*Cucumis melo* L.)為葫蘆科一年生蔓性作物，是臺灣重要栽培瓜類之一，目前慣行匍匐栽培，因水氣及藥液聚積於近地際處，造成果皮顏色變淡現象，降低甜瓜外觀品質與價格，且於連續性豪雨時，耕地積水或淹水，導致果實腐爛或裂果情形，嚴重影響產量及收益。傳統露天栽培洋香瓜方式，生產上無法精緻化，若能藉由各種設施以改善栽培環境，可減輕災害損失，達到穩定生產、增加產量、提高品質(林等，2009；黃等，1999)。為生產高品質黃皮洋香瓜，現有利用溫網室採直立式配合袋耕之栽培模式，因溫室面積較小，直立式栽培可改善通風和光照條件，使甜瓜得到較高產量及優良的品質。

葉片為果實發育時期主要供應碳源的器官，光合產物會受到外在環境影響及內部生理的影響，如栽培過程中葉片受傷及發生老化情形，將影響葉片進行光合作用，光合產物累積及運送能力下降(蔡及連，1997)。葉片光合作用速率影響同化產物運送至果實及糖份累

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。

積之能力，直立式栽培植株葉片彼此遮蔽，影響下位葉光合作用，導致光合產物累積不足影響果實品質，因此，對於直立式下植株生育情形須建立基本資料。

光皮洋香瓜(*Cucumis melo* L. var *inodorous* Naud)外表光滑，肉質硬脆，甜度甚高，具成熟時無離層發生，及耐貯運，美國以 Honey Dew 為代表品種，目前台灣黃皮洋香瓜栽培主要於台南及嘉義地區(黃等，1999)。本研究以‘夏鳳’黃皮洋香瓜為試驗材料，於設施栽培中利用袋耕袋(籃耕)配合養液以直立式栽培，分析黃皮洋香瓜於直立式栽培下植株生長及果實發育之特性，研究不同葉齡之葉片光合作用變化及果實生育期間碳水化合物累積情形。

材 料 與 方 法

一、試驗材料：‘夏鳳’黃皮洋香瓜(生生種子公司)。

二、苗期管理

將洋香瓜種子播於 35 格 PE 圓孔穴盤，每格穴盤播種一粒種子。介質採用泥炭土(Bio-Mix Potting substratum 110 B, Tref, The Netherlands)、蛭石及真珠石(南海 3 號，購自振詠興業有限公司)以 8:1:1 比例混拌均勻，裝填於穴盤。育苗於中興大學園藝學系蔬菜室之溫室，幼苗達兩片本葉時施用 800 倍菌專家 1 號(溶磷菌，聯發生物科技有限公司)隔週施用一次，共施用兩次澆灌於根部，育苗期間依照植物保護手冊適時防治病蟲害。

三、定植管理

試驗栽培期間為 2010 年 8 月~10 月，植株定植於中興大學園藝系蔬菜室玻璃溫室使用栽培槽栽培。植株採單幹整枝，於母蔓上第 10~12 節位子蔓選留一果，結果子蔓留兩片葉摘心，留果節位以上留 12 片葉摘心，著果後選留一生長強健(長橢圓形)之果實。

四、養液配方

試驗基礎養液採用山崎氏洋香瓜養液配方，每 1000 公升養液成份含量如下，配製完成之養液 EC 值為 2.0 dS m^{-1} ，pH 值介於 6.0-6.6 (山崎，1982)。

配方組成分			配方成分 分用量 (g/1000L)	肥料 純度 (%)	實際肥料需 求量 (g/1000L)
大量元素	硝酸鉀	KNO_3	610	95	642
	硝酸鈣	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	830	95	874
	硫酸鎂	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	380	49	776
	第一磷酸銨	$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_3$	155	98	158

微量元素	EDTA-鐵	Fe-EDTA	24	99	24
	硼酸	H ₃ BO ₃	3	99	3
	硫酸錳	MnSO ₄ · 4H ₂ O	2	99	2
	硫酸鋅	ZnSO ₄ · 7H ₂ O	0.22	99	0.22
	硫酸銅	CuSO ₄ · 5H ₂ O	0.05	99	0.05
	鉬酸鈉	NaMoO ₄ · 2H ₂ O	0.02	99	0.02

五、栽培管理

- 1.供給養液濃度及量：植株定植後三天開始供給養液，每日 7:00~ 15:00 灌溉，一次一分鐘，於營養生長期每日滴灌四次，約 800 ml；開花授粉期間每日滴灌六次，約 1200 ml；果實膨大期間每日滴灌八次，約 1600 ml；成熟期間每日滴灌五至六次，約 1200 ml。定植初期養液濃度使用半量，待植株恢復生長，以全量養液，開花著果後提高至 1.5 倍。
- 2.授粉及留果處理：開花期間每日上午 7~9 點進行人工授粉。著果後 3~5 天果實已發育至雞蛋大小，選留外觀及果型良好者一果。以塑膠繩由果梗處綁住吊於瓜網上，選果後將其他留果子蔓剪除，吊果時子蔓與母蔓成垂直角度，以利養分及水分輸送。
- 3.採收標準：依照不同品種記錄開花至果實成熟採收所需日數。果皮顏色由綠色轉為金黃色時，成熟度越高顏色越鮮豔，或於留果蔓上之兩片小葉呈現缺鎂黃化乾枯現象時，做為果實成熟採收指標。採收時蒂頭處果梗修剪為 T 字形，增加美觀。定植至始花期所需天數約需 30~35 天，果實生育天數大約 40~50 天。

六、調查項目及方法

1.植株性狀

- (1)植株鮮乾重：測量植株著果後，著果節位含以上所有葉片鮮重，秤重後置於牛皮紙袋中，於 70 °C 烘箱烘乾兩天後秤重，單位為公克(g)。
- (2)葉面積：以 LI-COR 3100A (LI-COR, Lincoln, Neb) 葉面積測定儀，測量著果節位含以上總葉面積，單位為平方公分(cm²)。

2.果實性狀

- (1)果重：成熟採收後之果實重量，單位為公克(g)。
- (2)果長、果寬：果實縱剖，測量果實長、寬(直徑、寬徑)之距離，單位為公分(cm)。
- (3)果實總可溶性固形物(TSS)：果實成熟採收後，果實縱剖取出中段(赤道版)果肉擠出果汁，採用糖度計(PR-101, ATAGO)測量，單位為 °Brix。

- 3.處理項目：調查葉片為植株母蔓上第 10、20 節位葉片。於第 10 節位葉片(著果節位葉片)展開時標示為第一天(2010.09.21)，隔週第 20 節位葉片(著果節上第十片葉)展開時(2010.09.27)亦標示為第 0 天做起始天數，之後每隔一週作破壞性調查。果實部分為開花

著果後(2010.09.30)每週作破壞性調查，每處理三重覆，一袋為一重覆，每重覆種植四株，以袋為單位採完全逢機種植。

4. 葉片葉綠素螢光光合作用測定：於上午 8 點 30 分至 11 點 30 分為光合作用調查時間，光照下對著果節葉片及著果節上第十片葉光合作用測量，以葉綠素螢光分析儀(Portable Chlorophyll Fluorometer)(MINI-PAM, Heinz Walz, Germany)連接葉片夾，夾取著果後果實生長期間之著果節葉片及該節位上第十節葉片測量光合作用速率。於光適應下儀器 F 值顯示穩定(F 值:介於 250~350)後，測定其光合作用產量。每片葉隨機測量六點，每處理三重覆，每重覆二株。測量項目為以下：

(1)光適應下之葉片葉綠素螢光產量： $\Delta F_v/F_m$ (Yield)

(2)電子傳遞速率：(electron transport rate, ETR)

5. 葉片葉綠素含量測定

採用 Lichtenthaler(1987)法，取新鮮葉片 0.1 g，切細碎後置於玻璃試管中，加入 15 ml 萃取液(以 80% Acctone 及 20% Methanol 配製)，封上石蠟膜後置於黑暗中避光 24 小時，以分光光度計(U-2900, HITACHI)測量 645 nm、652 nm、663 nm 波長下之吸光值。利用下列公式計算出每單位葉重之葉綠素 a、葉綠素 b 及總葉綠素含量，單位以 mg g^{-1} 表示。葉片取樣於著果節葉片及著果節上第十片葉展開後每週做破壞性測量，每處理三重覆，每重覆二株。

6. 葉片碳水化合物分析

甜瓜葉片烘乾磨粉，取 0.1 g 乾燥樣品置於 30 ml 離心管中，加入 10 ml 蒸餾水，以 30 °C 恆溫水浴震盪 3 小時，以 13,000 rpm 室溫(25 °C)下離心 20 分鐘，取上清液測定全可溶性糖含量；離心後下層之沉澱物，置於 70 °C 烘箱 24 小時，以供澱粉含量測定使用(Yoshida *et al.*, 1976)。每處理三重覆，每重覆二株。

- (1)全可溶性糖：取上述離心後的上清液 5 ml，加入 1 ml 6N HCl，放入 70 °C 水浴震盪 15 分鐘，取出後迅速以冰水冷卻。取 0.1 ml 萃取液加入 1.9 ml 去離子水後震盪均勻，再加入 0.1 ml 液態石碳酸(liquid phenol)及 6 ml 濃硫酸，震盪均勻後靜置 30 分鐘，使其成桃橘色。利用分光光度計(U-2900, HITACHI)測定 490 nm 波長吸光值。以 0.5 $\mu\text{mol/ml}$ D-glucose 配製標準液，計算樣品全可溶性糖含量，單位以 mg/g DW 表示。

- (2)澱粉：取上述烘乾之樣品粉末，加入 2 ml 去離子水，放入 100 °C 水浴 15 分鐘，取出後迅速以冰水冷卻。在加入 2 ml 9.2N HClO_4 連續震盪 15 分鐘後，加入 6 ml 去離子水，定容至 10 ml 震盪均勻。於室溫下(25 °C)以 13,000 rpm 離心 20 分鐘後，取上層液 0.1 ml 加入 1.9 ml 去離子水震盪均勻。其餘分析方法同上。

七、統計分析

以上試驗數據採用 SAS 套裝軟體 9.1 版(SAS Insbitue, Cary, NC)中的 PROC ANOVA (analysis of variance procedure)進行變方分析($\alpha = 0.05$)，以 Fisher's LSD 或 t-test 依需要進行各處理間平均值的比較。

結 果

一、黃皮洋香瓜直立式栽培葉片壽命之評估

黃皮洋香瓜‘夏鳳’不同節位葉片生長變化情形如圖 1 所示，於 9/14 及 9/21 號分別標記母蔓上之第十節位(著果節葉片)及第二十節位葉片(著果上第十節葉片)作為葉片展開生長第一天，展開後每隔一週開始調查其葉面積、葉片鮮重、乾重及葉綠素含量。由圖 1 (A) 葉片葉面積變化得知，第十節位葉片展開生長一週後其葉面積可達到 209.6 cm² 左右，生長第二週葉面積增加為 356.6 cm²，之後第十節位葉片於生長 3 至 6 週葉面積大約維持在 350 cm²，葉片於展開後開始生長至兩週時間內為其最大生長表現，而後葉面積無顯著增加。第二十節位葉片大約於第十節位葉片生長一週後展開，第二十節位葉片展開生長一週後葉面積可達到 238.6 cm²，生長至第二週葉面積增加至 552.2 cm²，第三週至第五週葉面積變化大約維持在 552.2 至 604.8 cm² 左右。於二節位之葉片在展開後生長至兩週可達到最大之葉面積，唯第二十節葉片葉面積顯著大於第十節葉片。

圖 1 (B)及(C)之葉片鮮重及乾重變化情形與葉面積變化趨勢相同，第十節位葉片展開後開始生長至兩週左右其鮮重及乾重即達到最高，之後無增加趨勢。第二十節位葉片之鮮乾重，則從展開後至生長第三週左右有顯著增加，之後維持穩定，結果表示第二十節位葉片之鮮乾重顯著大於第十節位葉片，鮮乾重差距大約為 5 g。

不同節位葉片葉綠素含量變化如圖 2 (A)、(B)及(C)，第二十節位葉片之葉綠素 a、b 及總葉綠素含量皆顯著高於第十節位葉片。第十節位葉片從葉片生長三週葉綠素 a 及總葉綠素含量達最高，於生長四週時葉綠素含量顯著下降。第二十節位葉片從展開生長一週葉綠素含量有顯著增加，於維持二週後葉綠素含量下降，變化趨勢與第十節位相同。葉片節位越高，接受光照強度越強，其葉片內葉綠素含量顯著增加。

兩節位葉片碳水化合物及光合作用情形如圖 3，第十及二十節位之可溶性糖含量依葉片生長週數增加而有顯著上升，第二十節位葉片可溶性糖含量顯著高於第十節位葉片，二十節葉片於生長二週後有顯著下降後再上升(圖 3, A)。澱粉含量部分第十節位葉片於葉片生長期間無顯著變化，第二十節位葉片，隨著葉片生長澱粉含量有顯著下降，於生長四週後時顯著上升其後含量增加(圖 3, B)。

葉片葉綠素螢光光合作用變化情形如圖 4 所示，葉片葉綠素螢光光合作用產量($\Delta Fv/Fm$)可用來評估其葉片光能有效利用，圖 4 (A)在光適應下測量第十節位葉片於展開後至第三週光合作用產量穩定維持在 0.719~0.741，但於第四週開始其光合作用產量有顯著下降，第四週至第六週葉片光合作用產量之變化為 0.621~0.652。第十節位葉片電子傳遞速率(ETR)方面如圖 4 (B)所示，葉片生長至第四週間無顯著變化，大約維持在 50~60，於第五週時顯著增加為 116.2，至第六週則又下降為 47.6。第二十節位葉片其光合作用產量於葉片生長二週後，光合作用產量有顯著增加趨勢。電子傳遞速率部份，第二十節位葉片於生長四至五週期間有顯著上升而後下降。

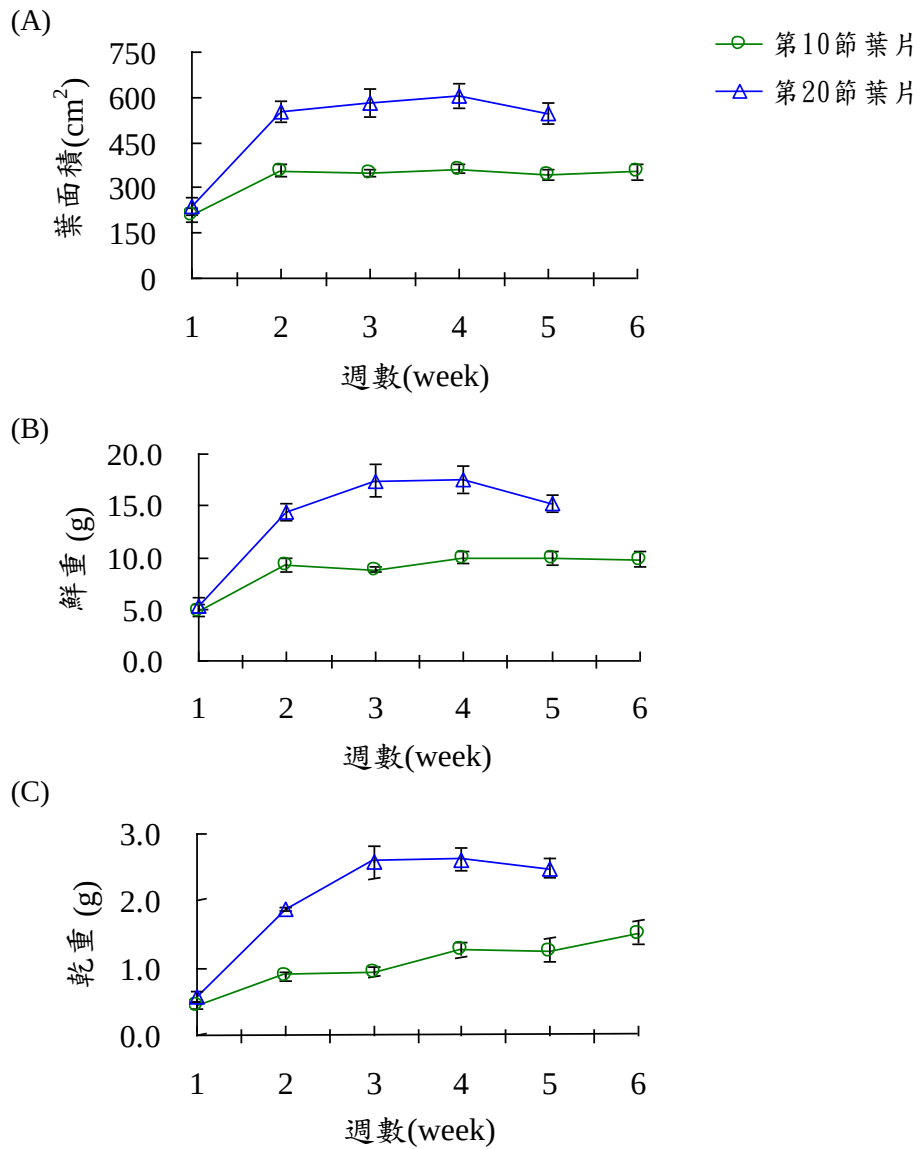


圖 1. '夏鳳'黃皮洋香瓜不同節位葉片發育過程中葉片之葉面積(A)、鮮重(B)及乾重(C)變化
Fig. 1. The leaf area (A), fresh weight (B) and dry weight (C) of 'Summer Phoenix' muskmelon leaf during six weeks growth. Vertical bars represent $\pm$ SE(N=6).

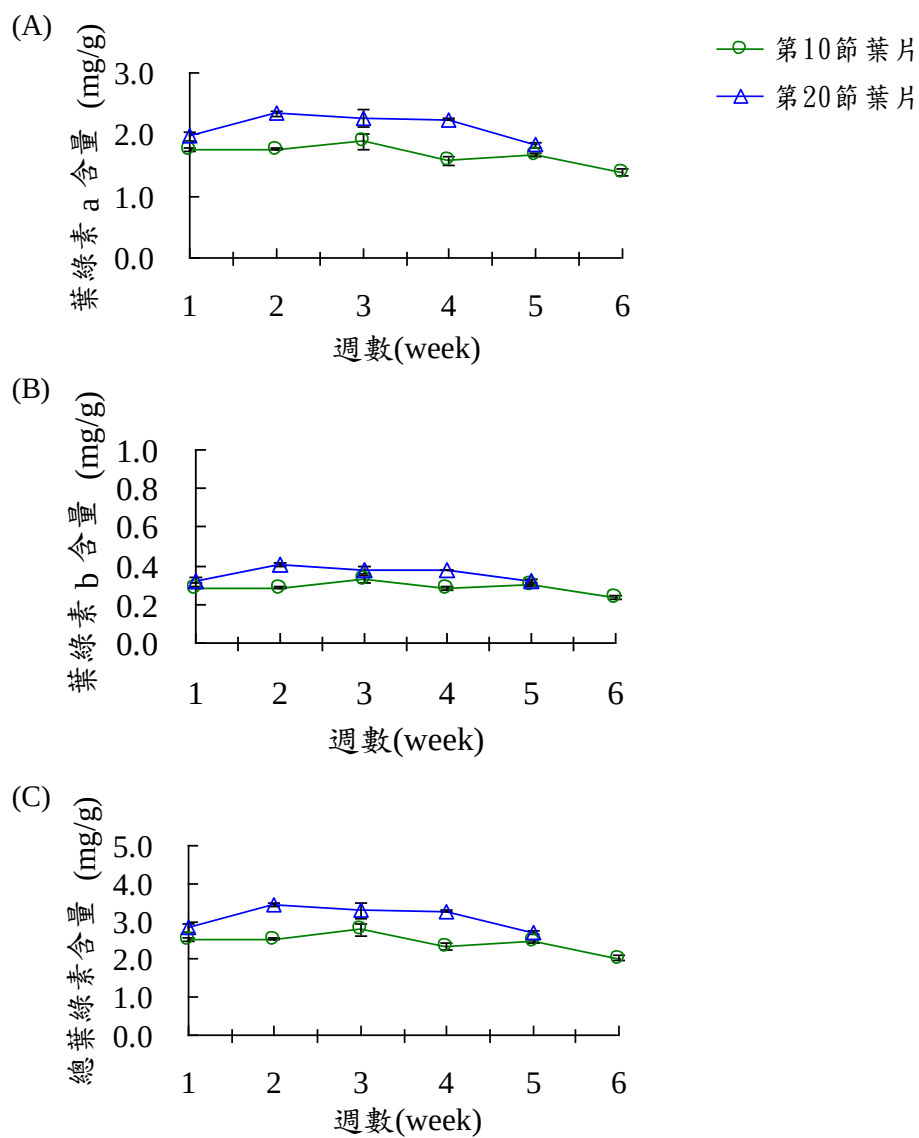


圖 2. '夏鳳'黃皮洋香瓜不同節位葉片發育過程中葉片之葉綠素 a(A)、葉綠素 b(B)及總葉綠素(C)含量

Fig. 2. The leaf chlorophyll a (A), chlorophyll b (B), and total chlorophyll (C) content of 'Summer Phoenix' muskmelon leaf during six weeks growth. Vertical bars represent $\pm$ SE(N=6).

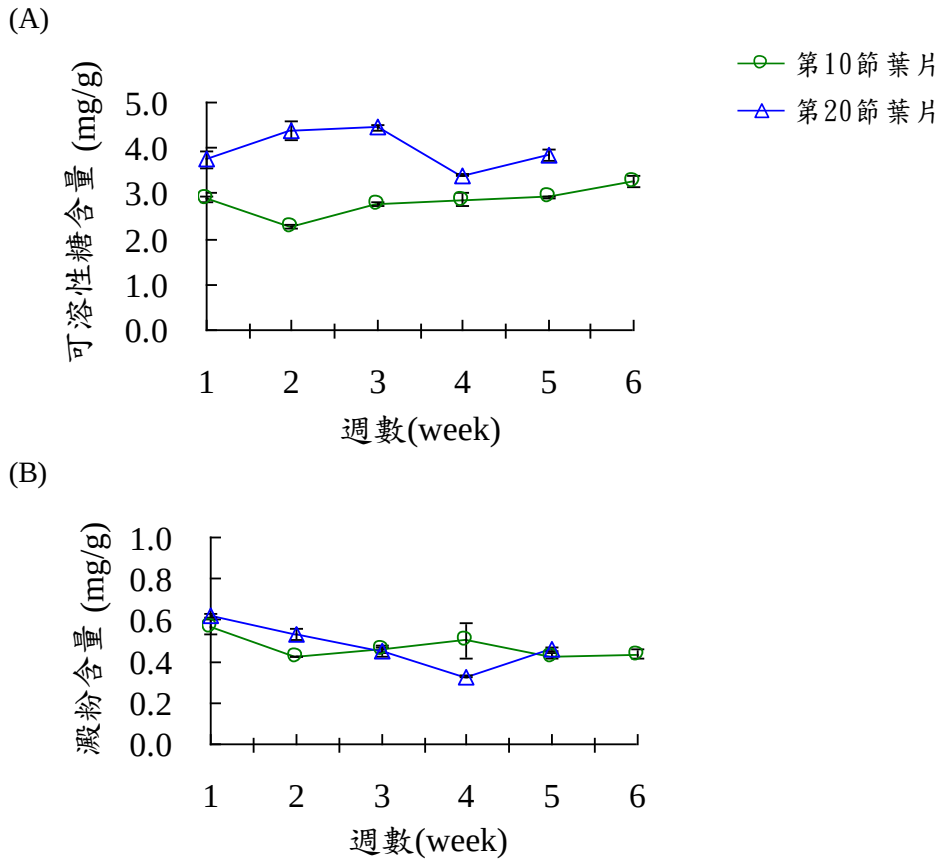


圖 3. ‘夏鳳’黃皮洋香瓜不同節位葉片發育過程中可溶性糖(A)及澱粉(B)含量變化
 Fig. 3. The content of soluble sugar (A) and starch (B) of ‘Summer Phoenix’ muskmelon leaf during six weeks growth. Vertical bars represent $\pm$ SE(N=6)

二、果實生長曲線調查

黃皮洋香瓜‘夏鳳’直立式栽培之果實生長期間大小及糖度變化情形如圖 5 及圖 6，著果後兩天至十四天為果實發育最為迅速之快速膨大期，果長及果寬變化分別為 4.8 cm、12.2 cm、19.0 cm；2.4 cm、8.3 cm、11.1 cm(圖 5，A)，果重變化為 14.3 g、393.8 g、1010.4 g。著果後十四至二十八天生長速率開始減緩，果長及果寬於著果後十四天至採收則無顯著變化，果重方面果實生長至二十八天達到 1428.7 g 最高，其後至採收期間則無顯著變化(圖 5，B)。在果實發育過程中，著果後兩天生長至二十一天果實總可溶性固形物仍無顯著累積約為 3.2~5.3 °Brix，而從著果後二十一天至二十八天則顯著增加到 12.1 °Brix，在著果後第三十五天為果實成熟採收階段，果實總可溶性固形物則增加到 13.7 °Brix 以上，顯示黃皮洋香瓜果實可溶性固形物於果實生育後期之成熟採收前十天左右才開始大量累積。

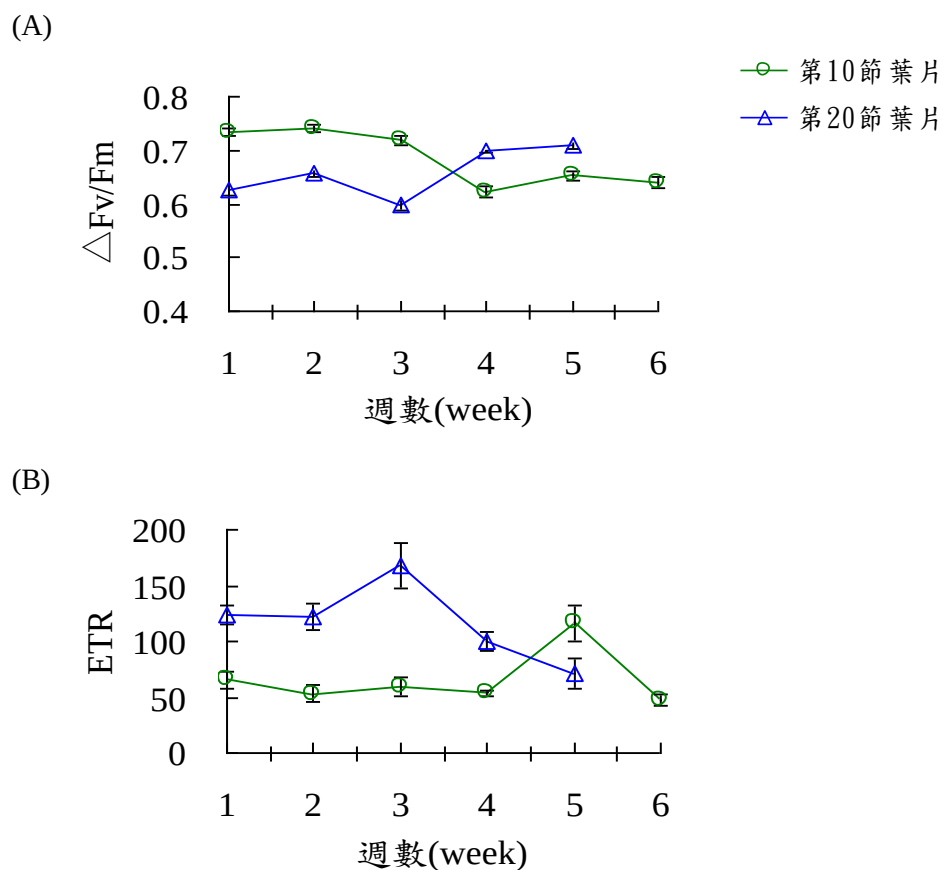


圖 4. ‘夏鳳’黃皮洋香瓜不同節位葉片發育過程中葉綠素螢光光合作用產量 $\Delta F_v/F_m$ (A)及電子傳遞速率 ETR(B)之變化情形

Fig. 4. The chlorophyll fluorescence yield ($\Delta F_v/F_m$) (A) and electron transport rate (ETR) (B) of ‘Summer Phoenix’ muskmelon leaf during six weeks growth. Vertical bars represent $\pm$ SE(N=6)

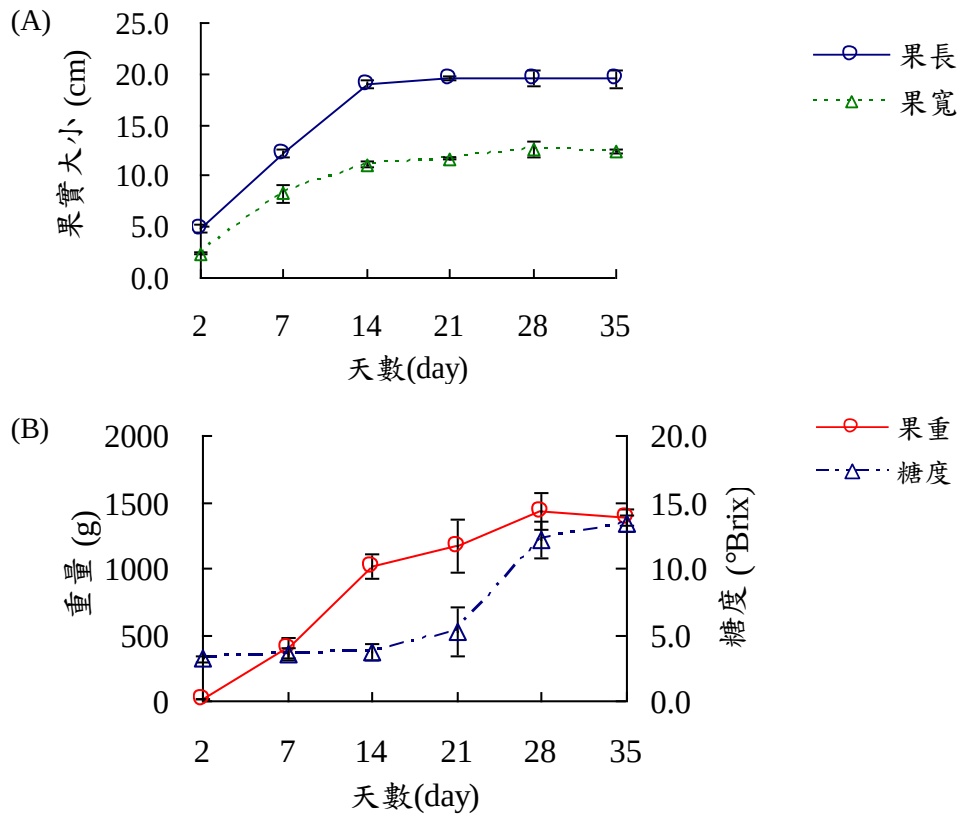


圖 5. '夏鳳'黃皮洋香瓜果實發育過程中果實大小(A)及果實重量與糖度(B)之增加情形

Fig. 5. The fruit size (A), fruit weight and sugar content (B) of 'Summer Phoenix' muskmelon fruit during six weeks growth. Vertical bars represent $\pm$ SE(N=6)



圖 6. '夏鳳'黃皮洋香瓜果實生長情形

Fig . 6. The growth of 'Summer Phoenix' muskmelon fruit.

討 論

由於葉片進行光合作用提供洋香瓜果實生長及其可溶性固形物，故維持葉片光合作用能力極為重要，栽培過程中葉片發生老化，影響葉片進行光合作用，光合產物累積及運送能力下降，則影響果實產量及品質。老化是生物個體的生長狀態達到最高峰時，其生理機能逐漸下降，最後導致死亡的綜合表現。葉片老化過程中，黃化現象常作為老化過程的指

標(陳及朱, 1977)。在構造上, 葉綠體是葉片黃化時最早發生變化的胞器, 其數量和體積顯著降低, 類囊體(thylakoid)膨脹且鬆散, 葉綠餅(granum)數量減少(Hurkman *et al.*, 1979; Mittelheuer and Van Steveninck, 1971; Naito *et al.*, 1981; Peoples *et al.*, 1980; Shaw and Manocha, 1965; Wittenhach *et al.*, 1980)。葉綠素在植物光合作用中作為捕捉光能的重要工作, 其含量直接影響到植物光合作用能力的強弱。葉綠素總含量為影響光合成率高低之非氣孔因子之一(Boyer and Bowen, 1970)。環境或栽培上因素使光合作用下降, 影響碳水化合物製造, 造成葉片提早老化, 將使植株之果實品質受影響。

由於直立式栽培葉片遮蔽較匍匐栽培者嚴重, 故須瞭解直立下第 10 節及第 20 節葉片生長情形, 本試驗當中, 藉由觀察葉片生長期間之葉綠素、碳水化合物含量, 及第 10 及第 20 節葉片之光合作用變化估其葉片壽命。‘夏鳳’洋香瓜葉片於展開後生長二~三週左右, 第 10 及第 20 節葉片其鮮乾重、葉面積、葉綠素及可溶性糖含量皆達最高(此期間為開花著果後果實膨大期), 生長至五~六週後, 葉綠素及可溶性糖含量皆有顯著下降, 其中以第 10 節葉片光合作用產量 $\Delta Fv/Fm$ 四週後顯著下降。第 20 節葉片則是生長四週後顯著上升, 顯示第 10 節葉片壽命短於第 20 節者, 因 $\Delta Fv/Fm$ 可表示葉片有無受到逆境或是老化現象之指標, 第 10 節葉片之 $\Delta Fv/Fm$ 值顯著下降代表植物在果實生育後期所接受到之光能進行有效光合作用能力下降, 而 20 節葉片 $\Delta Fv/Fm$ 值仍可維持在較高, 且因生長時間及速率方面, 第 10 節葉片較 20 節葉片展開早一週, 故第 20 節葉片老化較慢。兩節位葉片 ETR 值一直到生長 4~5 週後有顯著增加, 而後下降, 推測此時期為果實採收前兩週轉色及糖分累積階段, 需大量光合產物運送至果實供給及利用, 兩節位葉片 ETR 皆有顯著增加後再下降。

果實生長速率, 以著果初期兩天至生長十四天果實生長速度最快, 此時期為果實快速膨大期, 果長及果寬(果實直徑、寬徑)皆有顯著增加, 其中果重已達 1000 g 以上, 一般黃皮洋香瓜果實生長特性為果實長度先顯著增加其後才是果寬增加, 果形為長橢圓形。採收前兩週總可溶性固形物才開始大量累積於果實中, 達成熟採收期。黃皮洋香瓜果實生長情形與 McGlasson and Pratt (1963)及沈等(1990)提出之網紋洋香瓜果實生長呈 S 型曲線變化趨勢相同。

參 考 文 獻

- 山崎肯哉。1982。養液栽培全篇。博友社。日本。
- 沈再發、許淼淼。1990。溫室洋香瓜水耕之養分吸收研究。中華農業研究。39(1): 55-64。
- 林楨祐、陳甘澍、林照能。2009。東方甜瓜之設施栽培技術介紹。農試所鳳山分所技術服務 80: 8-10。

- 黃賢良、鄭安秀、陳文雄。1999。隧道式洋香瓜栽培管理。台南區農業改良場技術專刊 92：88-6。
- 李國明。1999。哈密瓜產期調節之研究-不同節位留果對產期及產量之影響。花蓮區研究彙報 17：73-79。
- 連慧瑞。1997。積儲強度對溫室洋香瓜葉片光合成率與蔗糖代謝之影響。國立中興大學生命科學院植物學研究所碩士論文。台中。
- 蔡燕如。1997。細胞分裂素Benzyladenine處理對溫室洋香瓜葉片碳代謝及組織構造之研究。國立中興大學生命科學院植物學研究所碩士論文。台中。
- 蔡青園。1999。以供源～積儲觀念來看洋香瓜之留葉及留果技術。農業世界雜誌 10(194)：94-98。
- 陳秀瑜、朱德民。1977。葉片老化。科學農業 25：191-196。
- Boyer, J. S. and B. L. Bowen. 1970. Inhibition of oxygen evolution in chloroplasts isolated from leaves with low water potentials. Plant Physiol. 45: 612-615.
- Hurkman, W. J. 1979. Ultrastructural change of chloroplasts in attached and detached, aging primary wheat leaves. Am. J. Bot. 66: 64-70.
- Lichtenthaler, H. K. 1987. Chlorophylls and carotenoids : Pigments of photosynthetic biomembranes. Methods Enzymol. 148: 350-382.
- McGlasson, W. B. and H. K. Pratt. 1963. Fruit set patterns and fruit growth in cantaloupe (*Cucumis melo* L., var. *reticulatis* Naud.). Proc. Am. Soc. Hort. Sci. 83: 495-505.
- Mittelheuser, C. J. and R. F. M. Van-Stereninck. 1971. The ultrastructure of wheat leaves. I. Changes due to natural senescence and the effects of kinetin and ABA(Absciscic acid). Protoplasma 73: 239-252.
- Naito, K., K. Ueda, and J. Tsuji. 1981. Differential effects of benzyladenine on the ultrastructure of chloroplasts in intact bean leaves according to their age. Protoplasma 105: 293-306.
- Peoples, M. B., V. C. Beilharz, S. P. Waters, J. R. Simpson, and M. J. Dalling. 1980. Nitrogen redistribution during grain growth in wheat (*Triticum aestivum* L.). II. chloroplast senescence and the degradation of ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase. Planta 149: 241-251.
- Shaw, M. and M. S. Manocha. 1965. Fine structure in detached senescing wheat leaves. Can. J. Bot. 43: 747-755.
- Wittenbach, V. A., R. C. Ackerson, R. T. Giaquinta, and R. R. Hebert. 1980. Changes in photosynthesis, ribulose bisphosphate carboxylase, proteolytic activity, and ultrastructure of soybean leaves during senescence. Crop Sci. 20: 225-231.
- Yoshida, S., F. Dpuglosa, C. Janosh, and Gwaachai. 1976. Laboratory manual for physiological studies of rice. International Rice Research Institute, Los Banos, Phillippines. p. 46-49.

The Leaf Life Span and Fruits Growth of ‘Summer Phoenix’ Muskmelon (*Cucumis melo* L. var *inodorous* Naud) Using a Vertical Cultivation System

Shih-Min Lin ¹⁾ Yu Sung ²⁾

Key words: Muskmelon, Vertical cultivation, $\Delta F_v/F_m$, ETR, Total soluble solids

Summary

This study investigated leaf life span and fruits growth of ‘Summer Phoenix’ muskmelon (*Cucumis melo* L. var *inodorous* Naud) using a vertical cultivation system. In 2-3 weeks, the total leaf growth of the ‘Summer Phoenix’ muskmelon had the highest fresh dry weight, leaf area, chlorophyll content and soluble sugar content. In 5-6 weeks, the 10th leaf growth showed a significant reduction in chlorophyll, soluble sugar content and $\Delta F_v/F_m$, while the 20th leaf growth did not exhibit this phenomenon. From 2-14 days after fruit setting, the fruits showed rapid enlargement, and the fruit weight reached more than 1000 g. Two weeks before harvest, the total soluble solids increased greatly in the fruits, reaching above 13.7 °Brix in mature fruit.

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

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

Effect of Calcium Concentration and Cultural Media on Growth and Flowering of *Paphiopedilum*

Piyarat Wathanasakun-ek¹⁾ Ruey-Song Lin²⁾

Key words: *Paphiopedilum*, Cultural medium, Calcium, Growth, Flowering.

Summary

Plants were grown in four different cultural media, including: (1) the mixture of pine bark, charcoal, and pumice rock (BCP), (2) pine bark (B), (3) granulate sponge (GS) and (4) the mixture of pine bark and sphagnum moss (BS). And plants were fertilized with four different calcium concentrations as 0, 100, 300 and 500 ppm. The results showed that regardless cultural medium, calcium concentration has no affect on growth of plants but plants treated with 100 and 300 ppm Ca, seem to be a good performance than other Ca concentration on vegetative stage. However, plants treated with 300 ppm Ca produced higher number of flower at 33.33% followed by 100 ppm, 500 ppm and 0 ppm Ca as 25, 22.22 and 19.44%, respectively. Regardless calcium concentration, plants were grown in pine bark, showed the lowest quality on vegetative stage, finally they did not produce any flower in the flowering stage. Whereas, plants were grown in BS and GS produced equal flowers, which is the most number of flowers at 41.67%, followed by BCP as 16.67%.

Introduction

In nature, the *Paphiopedilum* is commonly found growing in the light friable humus and in well-drained crevices and cracks. A good flow of air through the root system, an adequate water supply, a suitable growth media types and the drainage system are a main factor which help to minimize yield loss against infection from pathogens (Cribb, 1998). Many researchers

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

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

suggested that the use of mixed media is better than a single one (Richter, 1972). Wang and Konow (2002) reported that using the combination of bark and peat gave more number of leaves, fresh weights and leaf area than in bark only.

Beside the growth media, calcium is also important for the quality of floriculture and vegetable crops (Gislerød, 1999). Garduno *et al.* (2008) concluded that the dose of calcium used in hydroponic gerbera at 12 meq L⁻¹ Ca²⁺ (*G. jamesonii* 'Amaretto') and at 9 meq L⁻¹ Ca²⁺ (*G. jamesonii* 'Darling') gave the greatest dry mass weight, flower production, and quality of the inflorescence. However, there was no report about the appropriate growth medium and fertilization on cultivation of *Paphiopedilum* available. Therefore, in this study I would like to investigate the effect of the different cultural medium, calcium fertilizer used in *Paphiopedilum* growth.

Material and Methods

Material:

Potted plants of *Paphio*. In-charm Lily (White Knight x *lawrenceanum*) derived from tissue culture in 6 cm pot with the medium (mixture by charcoal, pine bark and pumice rock) were purchased from In-charm Orchid Nursery. Similar size of potted plants with leaf span between 8-10 cm were selected and shifted to 9 cm pot and also changed the culture medium from original medium to experimental cultural medium on January 27th, 2009.

Methods:

The four types of different cultural media used in this experiment were as (1) the mixture of pine bark No.9, charcoal, and pumice rock (BCP, ratio = 1:1:1, V/V), (2) pine bark No.9 (B), (3) granulate sponge (GS), and (4) the mixture of pine bark and sphagnum moss (BS = 1:1, V/V).

Modified Hoagland and Arnon nutrient solution (1950) was used, calcium nitrate (Ca(NO₃)₂·4H₂O) was replaced by calcium chloride (CaCl₂·2H₂O) and adjusted concentration to 0 ppm, 100 ppm, 300 ppm and 500 ppm. The pH of fertilizer solution was adjusted to 6.0. The plants were fertigated with four levels of calcium formulas from July, 2009 until January, 2011. Each pot was fertigated 100 ml. Growth of plants was recorded every month until the end of experiment. Root activity, total soluble sugar and starch were analyzed at both vegetative and reproductive periods.

Analysis and measurement

(1) Plant growth parameters: leaf fresh weight, leaf dry weight, root fresh weight, root dry

weight, number of roots, leaf length, leaf width, leaf thickness and leaf span were measured every month.

- (2) Root activity: Measured according to Steponkus and Lanphear (1967), after washed out the cultural medium from roots, root tips were cut to weigh 0.1 g, and then placed into TTC solution (0.9% triphenyl tetrazolium chloride, 0.05 mM Na_2HPO_4 0.05 mM and KH_2PO_4 buffer, pH 7.4), the sample was placed in the dark for 17 hrs. Then, the root from TTC solution was taken out and washed 2-3 times by RO water. Put the samples in the test tubes, added 20 ml 95% methyl alcohol, and then placed in water bath 78°C for 20 minutes, after that wait until temperature decreased and then add 95% methyl alcohol to 20 ml. The extract solution was measured at 480 nm wavelengths using a spectrophotometer (Hitachi U-2001, Hitachi Co., Japan).
- (3) Carbohydrate analysis: Dry ground sample was weighed accurately (0.1 g) into test tubes (15×125 mm), added 10 ml reverse osmosis water, heated at 30°C in water bath for 3 hrs., left at room temperature for 10 min, after that centrifuged at 2500 rpm for 30 min, the supernatant was decanted for analyzing total soluble sugar (TSS) and insoluble substance at the bottom of each test tube after centrifugation was taken to analyze starch
- (4) Physical measurement\ of cultural media: Bulk density (BD): Bulk density was calculated by dividing dry weight (105°C 24 h) by volume. Total porosity (TP): Total porosity was equal to the volume of the water at saturation. Container capacity (CC): Cultural media were measure follow a standardized system by Deboodt & Verdonck (1972).

Results

I. Effect of calcium on vegetative growth of *Paphiopedilum* in different cultural media.

(A) Effect of calcium on vegetative growth of *Paphiopedilum* grown in the mixture of pine bark, charcoal and pumice rock (BCP).

All calcium treatment had no effect on leaf span, leaf length and leaf width. The more roots were 13.00 or 10.67 after fertilizing 0 ppm Ca or 300 ppm Ca, respectively (Table 1). After giving 100 ppm Ca for 8 months, the highest leaf fresh weight or leaf dry weight was 9.25 g or 1.34 g, respectively. The leaf fresh weight and leaf dry weight was the lowest as 5.35 g and 0.78 g when 500 ppm Ca was used. As well as the highest root fresh and dry weight was 1.55 g and 0.37 g at 500 ppm Ca (Table 2). Total soluble sugar (TSS) and starch were unaffected by Ca concentration. Plants were treated with Ca 100 ppm showed higher root activity (Table 3).

Table 1. Effect of calcium concentrations on leaf span, leaf length, leaf width, leaf thickness and number of roots of *Paphiopedilum* grown in the mixture of pine bark, charcoal and pumice rock (BCP) at vegetative period.

Ca conc. (ppm)	Leaf span (cm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Leaf thickness (mm)	No. of roots
0	19.07 a ^z	10.53 a	2.75 a	0.92 a	13.00 a
100	18.83 a	9.67 aa	2.52 a	0.92 a	9.33 b
300	18.83 a	10.40 a	2.46 a	0.76 b	10.67 ab
500	17.27 a	9.67 a	2.34 a	0.88 ab	8.67 b

^zMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P \leq 0.05$.

Table 2. Effect of calcium concentrations on leaf fresh weight, leaf dry weight, root fresh weight and root dry weight of *Paphiopedilum* grown in the mixture of pine bark, charcoal and pumice rock (BCP) at vegetative period.

Ca conc. (ppm)	Leaf		Root	
	Fresh weight (g)	Dry weight (g)	Fresh weight (g)	Dry weight (g)
0	6.53 c ^z	0.89 b	1.26 b	0.29 b
100	9.25 a	1.34 a	1.21 b	0.29 b
300	8.42 b	1.31 a	1.50 a	0.29 b
500	5.35 d	0.78 c	1.55 a	0.37 a

^zMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P \leq 0.05$.

Table 3. Effect of calcium concentrations on total soluble sugar and starch of leaves and root activity of *Paphiopedilum* grown in the mixture of pine bark, charcoal and pumice rock (BCP) at vegetative period.

Ca conc. (ppm)	TSS (%)	Starch (%)	Root activity (OD.A480/g)
0	33.65 a ^z	18.71 a	1.61 c
100	35.04 a	22.53 a	2.18 a
300	35.69 a	18.33 a	1.94 b
500	35.01 a	16.94 a	1.45 d

^zMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P \leq 0.05$.

(B) Effect of calcium on vegetative growth of *Paphiopedilum* grown in granulate sponge (GS).

The result showed that t Plants treated with 100 ppm Ca had the highest leaf length and leaf thickness as 12.67 cm and 0.90 mm, respectively (Table 4). As well as plants showed the highest leaf fresh weight, leaf dry weight, root fresh weight and root dry weight as 10.64 g, 1.74 g, 1.27 g and 0.31 g, respectively, after treating with 100 ppm Ca (Table 5). There were no significant difference in TSS and starch after treating with different Ca levels. Plants treated with 300 ppm Ca showed the highest root activity was 1.79 OD.A480/g.

Table 4. Effect of calcium concentrations on leaf span, leaf length, leaf width, leaf thickness and number of roots of *Paphiopedilum* grown in granulate sponge (GS) at vegetative period.

Ca conc. (ppm)	Leaf span (cm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Leaf thickness (mm)	No. of roots
0	19.27 a ^z	11.47 ab	3.21 a	0.83 b	7.67 a
100	20.67 a	12.67 a	3.30 a	0.90 a	9.33 a
300	19.67 a	12.00 ab	3.10 a	0.79 b	8.67 a
500	17.90 a	10.50 b	2.97 a	0.73 c	10.00 a

^zMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P \leq 0.05$.

Table 5. Effect of calcium concentrations on leaf fresh weight, leaf dry weight, root fresh weight and root dry weight of *Paphiopedilum* grown in granulate sponge (GS) at vegetative period.

Ca conc. (ppm)	Leaf		Root	
	Fresh weight (g)	Dry weight (g)	Fresh weight (g)	Dry weight (g)
0	9.75 ab ^z	1.35 b	0.74 b	0.18 b
100	10.62 a	1.74 a	1.27 a	0.31 a
300	7.97 c	1.30 b	0.96 b	0.26 ab
500	8.86 bc	1.37 ab	1.27 a	0.28 ab

^zMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P \leq 0.05$.

Table 6. Effect of calcium concentrations on total soluble sugar and starch of leaves and root activity of *Paphiopedilum* grown in granulate sponge (GS) at vegetative period.

Ca conc. (ppm)	TSS (%)	Starch (%)	Root activity (OD.A480/g)
0	35.31 a ^z	20.02 a	1.34 c
100	34.73 a	19.05 a	2.21 a
300	35.90 a	24.03 a	2.52 a
500	36.59 a	20.02 a	1.79 a

^zMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P \leq 0.05$.

(C) Effect of calcium on vegetative growth of *Paphiopedilum* grown in the mixture of pine bark and sphagnum moss (BS).

Leaf span, leaf width, leaf thickness and number of root were unaffected by different Ca concentration. However, leaf length was high at 300 ppm and 500 ppm Ca as 12.40 g and 12.03 g, respectively (Table 7). There was no different significance in leaf fresh weight, leaf dry weight, root fresh weight and root dry weight at any Ca concentrations (Table 8). TSS was unaffected by different Ca concentration, whereas plants treated with 300 ppm Ca showed the highest starch (22.17%) and the highest root activity (1.61 OD.A480/g) (Table 9).

Table 7. Effect of calcium concentrations on leaf span, leaf length, leaf width, leaf thickness and number of roots of *Paphiopedilum* grown in the mixture of pine bark and sphagnum moss (BS) at vegetative period.

Ca conc. (ppm)	Leaf span (cm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Leaf thickness (mm)	No. of roots
0	19.77 a ^z	9.83 bc	3.03 a	0.92 a	8.00 a
100	20.27 a	8.00 c	3.03 a	0.91 a	8.00 a
300	18.00 a	12.03 ab	2.89 a	0.82 a	7.33 a
500	20.00 a	12.40 a	3.19 a	0.73 a	8.00 a

^zMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P \leq 0.05$.

Table 8. Effect of calcium concentrations on leaf fresh weight, leaf dry weight, root fresh weight and root dry weight of *Paphiopedilum* grown in the mixture of pine bark and sphagnum moss (BS) at vegetative period.

Ca conc. (ppm)	Leaf		Root	
	Fresh weight (g)	Dry weight (g)	Fresh weight (g)	Dry weight (g)
0	9.91 a ^z	2.29 a	1.38 a	0.32 a
100	10.09 a	1.97 a	1.37 a	0.30 a
300	8.93 a	2.01 a	1.28 a	0.34 a
500	8.30 a	3.07 a	1.28 a	0.31 a

^zMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P \leq 0.05$.

Table 9. Effect of calcium concentrations on total soluble sugar and starch of leaves and root activity of *Paphiopedilum* grown in the mixture of pine bark and sphagnum moss (BS) at vegetative period.

Ca conc. (ppm)	TSS (%)	Starch (%)	Root activity (OD.A480/g)
0	33.16 a ^z	15.71 b	1.30 b
100	32.50 a	14.13 b	0.87 d
300	31.96 a	22.17 a	1.61 a
500	29.67 a	17.48 ab	1.10 c

^zMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P \leq 0.05$.

(D) Effect of calcium on vegetative growth of *Paphiopedilum* grown in pine bark (B).

Leaf span, leaf length, leaf width, leaf thickness and number of roots were unaffected by different Ca concentration (Table 10). Plants treated with 300 ppm Ca showed that leaf fresh weight, leaf dry weight, root fresh weight and root dry weight were the highest as 6.72 g, 1.15 g, 1.65 g and 0.36 g, respectively (Table 11). TSS increased as increasing Ca concentration, however there was no different significant, whereas plants treated with 100 ppm Ca showed the highest starch as 23.46%. Root activity was higher than other treatments after treating with 300 ppm Ca, (Table 12).

Table 10. Effect of calcium concentrations on leaf span, leaf length, leaf width, leaf thickness and number of roots of *Paphiopedilum* grown in pine bark (B) at vegetative period.

Ca conc. (ppm)	Leaf span (cm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Leaf thickness (mm)	No. of roots
0	15.83 a ^z	9.07 a	2.51 a	0.92 a	10.33 a
100	16.00 a	8.93 a	2.51 a	0.87 a	9.67 a
300	15.67 a	8.07 a	2.09 a	0.88 a	9.00 a
500	17.00 a	9.50 a	2.61 a	0.74 a	7.67 a

^zMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P \leq 0.05$.

Table 11. Effect of calcium concentrations on leaf fresh weight, leaf dry weight, root fresh weight and root dry weight of *Paphiopedilum* grown in pine bark (B) at vegetative period.

Ca conc. (ppm)	Leaf		Root	
	Fresh weight (g)	Dry weight (g)	Fresh weight (g)	Dry weight (g)
0	4.44 b ^z	0.80 b	0.64 ab	0.17 b
100	6.55 a	0.97 ab	1.45 a	0.32 a
300	6.72 a	1.15 a	1.65 a	0.36 a
500	5.84 ab	0.96 ab	1.58 a	0.32 a

^zMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P \leq 0.05$.

Table 12. Effect of calcium concentrations on total soluble sugar and starch of leaves and root activity of *Paphiopedilum* grown in pine bark (B) at vegetative period.

Ca conc. (ppm)	TSS (%)	Starch (%)	Root activity (OD.A480/g)
0	32.10 a ^z	18.47 b	1.48 b
100	32.35 a	23.46 a	1.62 ab
300	33.15 a	17.55 b	1.74 a
500	35.49 a	22.28 a	1.72 a

^zMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P \leq 0.05$.

II. Effect of cultural media on vegetative growth of *Paphiopedilum* at 300 ppm Ca.

Plants were grown in GS and BS produced higher leaf span, leaf length and leaf width more than plant grown in B (Table 13). Plants had the highest leaf fresh weight (8.93 g) when grown in BS, although their leaf dry weight had no significantly different. Root fresh weight and dry weight of plant which grown in GS less than that grown in BS (Table 14), but plant were grown in GS had higher root activity comparing with BS. All cultural media were unaffected to TSS, starch, and total chlorophyll (Table 15).

Table 13. Effect of cultural media on leaf span, leaf length, leaf width, leaf thickness and number of roots of *Paphiopedilum* after treating with 300 ppm calcium at vegetative period.

Cultural media	Leaf span (cm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Leaf thickness (mm)	No. of roots
BCP	18.83 a ^z	10.40 ab	2.46 ab	0.76 a	10.67 a
GS	19.67 a	12.00 a	3.10 a	0.79 a	8.67 ab
BS	18.00 a	12.03 a	2.89 a	0.82 a	7.33 b
B	15.67 a	8.07 b	2.09 b	0.88 a	9.00 ab

^zMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P \leq 0.05$.

^xCultural media refer to description at material methods

Table 14. Effect of cultural media on leaf fresh weight, leaf dry weight, root fresh weight and root dry weight of *Paphiopedilum* after treating with 300 ppm calcium at vegetative period.

Cultural media ^x	Leaf		Root	
	Fresh weight (g)	Dry weight (g)	Fresh weight (g)	Dry weight (g)
BCP	8.42 a ^z	1.31 a	1.50 a	0.29 ab
GS	7.97 ab	1.30 a	0.96 b	0.26 b
BS	8.93 a	1.28 a	2.01 a	0.34 ab
B	6.72 b	1.15 a	1.65 a	0.36 a

^zMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P \leq 0.05$.

^xCultural media refer to description at material methods.

Table 15. Effect of cultural media on total soluble sugar and starch of leaves and root activity of *Paphiopedilum* after treating with 300 ppm calcium at vegetative period.

Cultural media ^x	TSS (%)	Starch (%)	Root activity (OD.A480/g)
BCP	35.69 a ^z	18.33 a	1.94 b
GS	35.90 a	24.03 a	2.52 a
BS	31.96 a	22.21 a	1.61 c
B	33.15 a	17.55 a	1.74 c

^zMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P \leq 0.05$.

^xCultural media refer to description at table 13.

III. Effect of calcium concentration on flowering initiation of *Paphiopedilum* in different cultural media.

Regardless cultural medium, plants treated with 0 ppm Ca produced the lowest amount flowers (19.44%). Whereas plants treated with 300 ppm Ca, produced the highest number of flowering (33.33%) (Fig. 1).

For BCP medium, there was no flower bud after treated with 0 and 500 ppm Ca. concentration. Plants were treated with 100 and 300 ppm Ca concentration, each treatment produced 33.33% flower bud. Ca concentration had no affect on starch and root activity. Plants showed the highest TSS treating with 300 ppm Ca (Table 16). For GS medium, all Ca concentration treatment produced flower. Plant produced high number of flower at 300 and 0 ppm Ca as 55.56% and 44.44 %, respectively. Plants were treated with 100 and 500 ppm Ca, each treatment produced 33.33% flower bud. Starch was unaffected by Ca concentration but 500 ppm Ca showed the highest TSS (16.69%). Plants treated with 0 and 300 ppm Ca, showed higher root activity (Table 17). For BS medium, all Ca concentration treatment produced flower. Plants produced the highest number of flower at 500 ppm Ca (55.56%). Plants produced 44.44% number of flower at 300 ppm Ca. There was no significantly different on TSS, starch and root activity at any Ca concentration (Table 18). For pine bark medium, plants did not produce flower in any Ca concentration (Fig. 1). TSS, starch and root activity were unaffected by Ca concentration (Table 19).

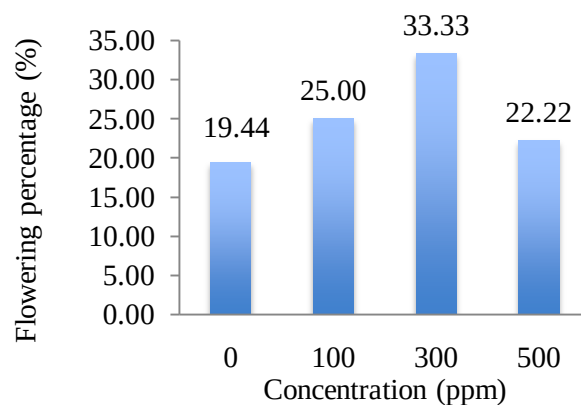


Fig. 1. Percentage of plants flowering in different calcium concentrations.

Table 16. Effect of calcium concentrations on total soluble sugar and starch of leaves and root activity of *Paphiopedilum* grown in the mixture of pine bark, charcoal and pumice rock (BCP) at flower bud period.

Ca conc. (ppm)	TSS (%)	Starch (%)	Root activity (OD.A480/g)
0	15.35 ab ^z	9.66 a	3.64 a
100	16.05 ab	7.41 a	3.44 a
300	17.15 a	9.51 a	3.74 a
500	14.22 b	9.19 a	3.66 a

^zMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P \leq 0.05$.

Table 17. Effect of calcium concentrations on total soluble sugar and starch of leaves and root activity of *Paphiopedilum* grown in granulate sponge (GS) at flower bud period.

Ca conc. (ppm)	TSS (%)	Starch (%)	Root activity (OD.A480/g)
0	14.62 ab ^z	9.21 a	3.26 a
100	14.20 b	11.15 a	2.41 b
300	15.84 ab	11.08 a	3.14 a
500	16.79 a	11.15 a	2.36 b

^zMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P \leq 0.05$.

Table 18. Effect of calcium concentrations on total soluble sugar and starch of leaves and root activity of *Paphiopedilum* grown in the mixture of pine bark and sphagnum moss (BS) at flower bud period.

Ca conc. (ppm)	TSS (%)	Starch (%)	Root activity (OD.A480/g)
0	15.56 a ^z	10.77 a	3.20 a
100	15.85 a	10.71 a	2.72 a
300	16.26 a	11.31 a	3.11 a
500	14.32 a	14.07 a	2.87 a

^zMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P \leq 0.05$.

Table 19. Effect of calcium concentrations on total soluble sugar and starch of leaves and root activity of *Paphiopedilum* grown in bark (B) at flower bud period.

Ca conc. (ppm)	TSS (%)	Starch (%)	Root activity (OD.A480/g)
0	14.98 a ^z	8.57 a	3.30 a
100	14.41 a	7.83 a	2.92 a
300	15.24 a	8.56 a	3.05 a
500	15.25 a	8.93 a	2.98 a

^zMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P \leq 0.05$.

IV. Effect of cultural media on flowering initiation of *Paphiopedilum* at different calcium concentrations.

Regardless Ca concentration, plants were grown in B, did not produced any flowers. Plants grown in BS and GS, produced more flowers than plants grown in BCP 25% (Fig. 2).

At 0 ppm Ca, plants were grown in B and BCP did not produced any flowers, whereas plants grown in GS produced flowers more than plant grown in BS was 44.44 and 33.33%. At 100 ppm Ca, plants produced flowers in BCP, GS and BS as the same amount was 33.33%. At 300 ppm Ca, plants grown in GS, BS and BCP produced flowers as 55.56, 44.44 and 33.33%, respectively. At 500 ppm Ca, plants grown in BS, produced flowers more than plant grown in GS was 55.56 and 33.33% (Table 20).

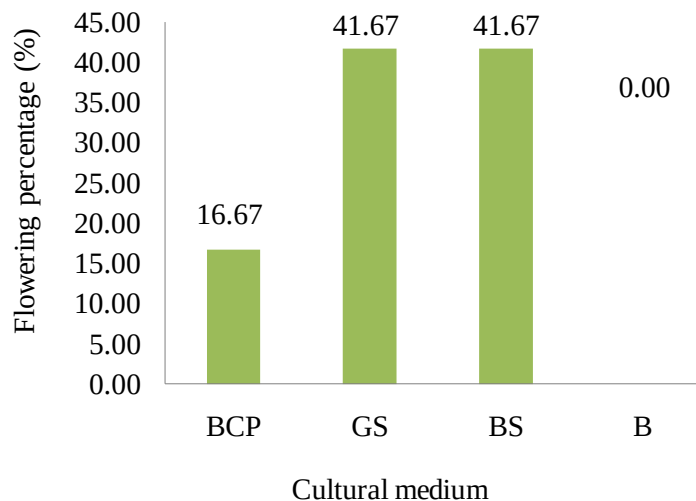


Fig. 2. Percentage of plants flowering in different cultural media

Table 20. Effect of cultural media on total soluble sugar and starch of leaves and root activity of *Paphiopedilum* after treating with 300 ppm calcium at flower bud period.

Cultural media ^x	TSS (%)	Starch (%)	Root activity (OD.A480/g)
BCP	17.15 a ^z	9.51 a	3.74 a
GS	15.84 a	11.08 a	3.14 a
BS	16.26 a	11.31 a	3.11 a
B	15.24 a	8.56 a	3.05 a

^zMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P \leq 0.05$.

^xCultural media refer to description at table 13.

V. Change of cultural medium properties after planting.

There were a few changes of physical properties after planting 17 months. CC was decreased and AFP was increased from start experiment, however GS had still the highest CC (44.54%) as the same in beginning of experiment. Pine bark had the most AFP but did not different compared to BS. GS had higher TP than BS, BCP and B, it also had the lowest BD (0.10 g/cm³). The highest BD (0.30 g/cm³) was showed in BCP, which was the same in before planting (Table 21).

Table 21. The physical properties of cultural medium before planting.

Cultural media	TP (%)		CC (%)		AFP (%)		BD (g/cm ³)	
	Before	After	Before	After	Before	After	Before	After
BCP	83.70d ^z	83.69c ^z	33.43c	31.28b	52.42b	50.27ab	0.31a	0.30a
GS	95.24a	93.40a	44.54a	38.09a	57.16b	48.87b	0.10d	0.07d
BS	91.22b	91.65b	39.79b	34.55ab	56.67b	51.86a	0.16c	0.15c
B	85.49c	84.56c	32.36c	20.87c	64.62a	52.21a	0.25b	0.23b

^zMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P \leq 0.05$.

Discussion

Plants were grown in BCP, GS and BS had better upper shoot growth than plant were grown in B at vegetative period (Table 13), according to they had highly CC (Table 21), which refer to good ability of adequate moisture and nutrition retention. However plants in GS and BS produced low root quality due to the death of some original root as comparing to BCP and B, may have retained too much water during the cool period induced to water log and bad ventilation, from the result of properties measure experiment, found that B had more AFP than other medium (Table 21). BS and GS had highly water holding capacity and air filled porosity both start and end of experiment (Table 21), these properties affected to quality of root which influence to ability of nutrition uptake.

Regardless cultural medium, plants treated with 300 ppm Ca, produced the most number of flower follow by 100, 500 and 0 ppm Ca (Fig. 1). TSS and starch content had no different significant between plants were grown in B, which did not produce flower and other media, which produced flower. However compared to vegetative period at the same concentration, found that TSS and starch at flower bud period reduced about half of amount from vegetative period (Table 15, 20). TSS and starch was reduced, may cause plants used it for flower bud initiation, Vaz *et al* (2004) reported that floral bud development of *P. pusilla* was negatively affected by long days, higher soluble sugar and starch levels were detected in plants cultivated under long days.

References

- Cribb, P. 1998. The Genus *Paphiopedilum*. 2nd ed. Natural History Publications (Borneo) Sdn. Bhd. Malaysia.
- De Boodt, M. and O. Verdonck. 1972. The physical properties of the substrates in horticulture. *Acta Hort.* 26:37-44
- Gislerød, H. R. 1999. The role of calcium on several aspects of plant and flower quality from a floricultural perspective. *Acta Hort.* 481: 345-352. (Abstract).
- Garduno, R. A., H. A. Z. Mancera, L. M. R. Posadas, M. S. Villa, and A. C. Morales. 2008. Response of *Gerbera* to calcium in hydroponics. *J. Plant Nutri.* 31: 91-101.
- Richter, W. 1972. *Orchid Care*. Manmillan Co., New York. 212 pp.
- Steponkus, P. L. and F. O. Lanphear. 1967. Refinement of the triphenyl tetrazolium chloride method of determining cold injury. *Plant Physiol.* 42:1423-1426.
- Vaz, A. P. A., R. C. L. Figueiredo-Ribeiro, G. B. Kerbauy. 2004. Photoperiod and temperature effects on in vitro growth and flowering of *P. pusilla*, an epiphytic orchid. *Plant Physiol. Biochem.* 42: 411-415.
- Wang, Y. T. and E. A. Konow. 2002. Fertilizer Source and Medium Composition Affect Vegetative Growth and Mineral Nutrition of a Hybrid Moth Orchid. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 127: 442-447.

鈣濃度與栽培介質對仙履蘭生長及開花之影響

許佩珊¹⁾ 林瑞松²⁾

關鍵字：仙履蘭、栽培介質、鈣肥、生長、開花

摘要：不同的介質處理，分別為(1)樹皮、木炭及碎石混合 (BCP)，(2)樹皮 (B)，(3)科技土 (GS) 以及(4)樹皮混合水苔 (BS)，與不同鈣肥濃度處理：分別為 0、100、300、及 500 ppm，實驗結果顯示不論介質種類，鈣肥濃度對植株之生長沒有影響。在植株營養生長階段施用鈣肥濃度為 100 及 300 ppm 時，植株外觀較其它鈣肥濃度處理組佳。然而，植株處理不同濃度之鈣肥，以 300 ppm 有較多的花朵數產生，為 33.33%，其次為 100 ppm、500 ppm 及對照組，依序為 25%、22.22% 及 19.44%。植株栽種於樹皮介質中，不論鈣肥濃度多寡，顯示有最差的生長，且最後皆生殖生長及無開花現象。然而植株栽種於介質為樹皮混合水苔以及科技土處理，產生較多的花朵數為 41.67%，其次為樹皮、木炭及碎石混合處理 (16.67%)。

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。

文心蘭品種(系)之親緣關係研究

鄒永達¹⁾ 紀銘坤²⁾ 陳俊麟³⁾ 曾夢蛟⁴⁾

關鍵字: 文心蘭、隨機增殖多型性、遺傳相似度, 親緣關係

摘要:本研究以 16 種台灣文心蘭商業品種(系)為材料, 利用植株園藝性狀及 RAPD 分子標誌鑑定其遺傳歧異度分析, 再經 NTSYS 程式建立親緣關係樹狀圖。園藝性狀調查結果顯示, 16 種文心蘭品種(系)可分成遺傳相似度為 0.61~0.85 之三大群組。自 200 個隨機引子篩選出 16 個具高再現性及多型性條帶表現之引子, 所產生的條帶約在 500~3,000 bp 之間, 共獲得 161 個多型性條帶, 其中異型性條帶共計 84 個條帶 (34 個條帶為品種(系)專一性, 50 個條帶只出現在兩品種(系)之間), 多型性為 52.2%。RAPD 親源分析結果顯示, 可分成遺傳相似度為 0.40~0.88 之四個群組。

前言

文心蘭為蘭科(*Orchidaceae*)文心蘭屬(*Oncidium*)之植物, 為複莖地生蘭或著生蘭, 是台灣重要外銷花卉。原種大約有 700 多種, 大部分原產於熱帶美洲, 包括美國佛羅里達州、墨西哥、巴拉圭、秘魯、巴西、阿根廷等國。分佈的地域生態環境由海拔 200 公尺以上的高冷地, 至海岸沿線的低溼地帶, 因此生態習性變化很大(林, 1995)。狹義的文心蘭係指 *Oncidium* 屬的植物, 廣義的文心蘭則包括文心蘭屬與其近緣屬間的雜交種, 現今常見的許多品種乃異屬間雜交而來(Chaes *et al.*, 2009)。

蘭科植物在園藝栽培上常以植物之生長習性、開花習性、原生地、栽培方式、花型等加以分類。傳統的鑑別方法大多以植株的外部形態作為分類的依據, 如葉型、葉序、葉片

-
- 1) 國立中興大學園藝學系大學部學生。
 - 2) 國立中興大學園藝學系博士班研究生。
 - 3) 中州科技大學景觀系助理教授。
 - 4) 國立中興大學園藝系教授, 通訊作者。

厚度、假球莖等性狀，並以花器的特徵構造如蕊柱、花粉、柱頭、花被、花序等性狀最常用來作為分類蘭花的指標 (Arditti, 1992)。

由於文心蘭、齒舌蘭、堇花蘭與蜘蛛蘭四種蘭屬間有相互雜交育種的關係，以致於文心蘭盆花品系十分複雜，品種本身變異的程度遠超過蝴蝶蘭 (賴，2001)。近年來分子生物技術的迅速發展，使得直接以分析遺傳基本物質的差異，進行種原鑑定得以實行。William 於 1990 年提出的 RAPD 技術具有客觀、準確、快速性等優點，被廣泛應用於各種蘭科植物之遺傳分析 (邱，1997；謝等，2005；曹等，2009)。建立文心蘭種原資料及品種鑑定技術，將有助於穩定台灣文心蘭永續經營與發展。因此本研究以外表性狀及 RAPD 技術，針對台灣文心蘭商業品種(系)進行親緣性關係分析，其目的為建立文心蘭之 RAPD 分析技術，並期望能對文心蘭品種(系)間之親源關係有初步的瞭解。

材 料 與 方 法

一、試驗植株

供試之 16 個文心蘭品種(系)，收集自南投縣埔里鎮「明翠谷蘭園」、草屯鎮「花草空間」、雲林縣古坑鄉「農試所花卉研究中心」。16 個文心蘭品種(系)之中文名稱、學名及親本等資訊如表 1 所示。

二、觀察及記錄園藝性狀

以開花期之文心蘭植株為材料，16 品種(系)之文心蘭材料經拍照記錄後，參照農糧署所頒佈之「文心蘭品種性狀表」，調查植株大小、葉長、葉寬、葉型、葉的對稱性、假球莖形狀、花數、花梗長、萼瓣形狀、萼瓣斑紋、唇瓣斑紋、唇瓣中央裂片之形狀、花顏色(分佈最廣的色彩)等共 13 種外表園藝性狀。每個品種(系)共調查 3 株，每株取 2 片完全展開葉、2 朵完全展開花進行測量。

三、植物體基因組 DNA 萃取

取 0.2g 的葉片加入液態氮磨碎後，再加入 1000 μ l 的 DNA 萃取緩衝溶液 [DNA extraction buffer:2%CTAB; 1.4M NaCl; 0.2% β -mercaptoethanol; 100mM Tris-HCL(pH8.0); 20mM Fe-EDTA(pH8.0)]，研磨後置入離心管，並放置於 65 $^{\circ}$ C 水浴 30 分鐘，至於室溫 1 分鐘後加入 500 μ l 之 phenol/chloroform，搖動至均勻混和。經 4 $^{\circ}$ C，12,000Xg 離心 15 分鐘後，取上清液再重複一次 phenol/chloroform 的萃取。上清液加入 700 μ l 之冰冷 isopropanol，輕搖混和後可見 DNA 沉澱物的產生，而後置於 4 $^{\circ}$ C 使其沉澱 20 分鐘。待沉澱物出現後，置於 4 $^{\circ}$ C，12,000Xg 離心 15 分鐘。除去上清液，留下核酸沉澱物，加入 200 μ l 70%的酒精漂洗，再以 1600Xg 離心 10 分鐘。倒除上清液，將核酸沉澱物以 50 μ l 之 TE 緩衝溶液(10mM Tris-HCl, Ph7.4, 1mM EDTA)溶解之。取適量的 DNA 稀釋後，以 UV spectrophotometer (OD_{260/280})測定。

四、隨機增幅多型性核酸分析 (Random amplified polymorphic DNA, RAPD)

將萃取之基因組 DNA 濃度稀釋成 50 ng/μl，並置於 -20℃ 下，作為進行聚合酵素連鎖反應時的模板 DNA。以文心蘭基因組 DNA 100 ng 當模板(取濃度 50 ng/μl 的 DNA 溶液 2μl)，反應總體積為 25μl，其內含有 1X Taq polymerase buffer(2.5μl)、2.5mM dNTP(2μl)、0.2μM primer 及 Taq DNA polymerase，再循環式溫度控制器(Thermo Hybaid Px2 Thermal Cycler)中，進行 PCR 增殖反應。反應條件為 95℃ 5 分鐘(1 循環)後，而後進行 95℃ 45 秒，42℃ 45 秒，72℃ 1 分 30 秒(40 循環)，最後進行 72℃ 10 分鐘(1 循環)。反應完成後將樣品放入 4℃ 冰箱中，供電泳分析 (Williams *et al.*, 1990)。

五、電泳分析與 DNA 多型性片段檢視

將聚合酵素連鎖反應後的產物，取 12μl 反應後的溶液加入 1μl 的染劑，以 1.5% 的 agarose gel 在 1x TAE buffer 中進行電泳分離。電泳槽是使用 Cosmo Mupid-2，電壓設定 100 伏特，電泳時間約 25 分鐘。電泳後將膠片泡入 0.5mg/ml 的溴化乙錠(ethidium bromide)溶液中染色 5~10 鐘，再置於 UV 光箱(Gel Logic 200 Imagng System)中檢視膠體中的 DNA 條帶。

六、親緣性分析

以上述調查之 13 種外表園藝性狀，或品種(系)間差異性的多型性條帶的分子標誌作為分類指標，並將其數字化 (1 或 0 表示)，依 Nei and Li (1979)的公式 $F = 2N_{ab} / (N_a + N_b)$ 計算遺傳相似性係數 (Nei and Tajima, 1981)。再利用 NT-SYS (版本為 2.0) 軟體計算遺傳距離矩陣 (genetic distance matrix)，利用 TFPGA (Tools for population genetic analyses) 程式 (Miller, 1997) 以 UPGMA (unweighted pair-group method with arithmetic mean) 法進行群聚分析(cluster analysis)，以遺傳歧異性群聚樹狀圖探討文心蘭品種(系)間之遺傳歧異度。

結 果

一、以外表性狀分析文心蘭品種(系)的親源關係

(一)、形態性狀調查

16 個文心蘭品種(系)之外表形態及花朵樣式如圖 1 所示。依據農糧署所頒佈之「文心蘭品種性狀表」，調查文心蘭植株大小、葉長、葉寬、葉型、葉的對稱性、假球莖形狀、花數、花梗長、萼瓣形狀、萼瓣斑紋、唇瓣斑紋、唇瓣中央裂片之形狀、花顏色 (分佈最廣) 等共 13 種外表園藝性狀，其結果如表 2 所示。葉長以'黑蜘蛛'、'可可金莎'及'紅貓'為最長(37.2~42.8cm)，其次為'金老虎'、'彩虹'、'聖徒'、'五月精靈'及'南茜'(29.4~35.4cm)，再次之為'紅安妮'、'爆竹'、'黃蝴蝶'及'棉花糖'(26.0~29.0cm)，再次之為'蜂后'及'香妃'(22.1 及 22.2cm)，再次之為'豹斑寶石'(13.0cm)，最短為扇形文心蘭(3.1cm)。葉寬為'五月精靈'最大(6.3cm)，其次為'黑蜘蛛'、'棉花糖'、'黃蝴蝶'、'紅貓'、'可可金莎'、'紅安妮'及'彩虹'

表 1. 16 個供試文心蘭品種(系)之名稱、親本及外表性狀。

Table 1. Common names, parental strains, scientific names of 16 tested varieties (lines) of *Oncidium*.

代 碼 Code	中文名稱 Chinese Name	親 本* Parental Strain*	學 名* Scientific Name*
a	'蜂后'	<i>Onc. Sphacetante</i> × <i>Onc. echinata</i>	<i>Btcm.</i> Hwuluduen Wasp 'Queen Bee'
b	'南茜'	<i>Onc. Golidana</i> × <i>Onc. Guinea Gold</i>	<i>Onc.</i> Gower Ramsey
c	'棉花糖'	<i>Bllra.</i> Vashon × <i>Onc. ornithorhynchum</i>	<i>Gdlra.</i> Tahitian Dancer
d	'紅貓'	<i>Miltonia</i> × <i>Onc.</i> × <i>Odm.</i> 的赭紅色變種	<i>Odcdm.</i> Wildcat 'Red Star'
e	'黃蝴蝶'	<i>Odcdm.</i> Crowborough × <i>Odtm.</i> Rustic Bridge	<i>Odcdm.</i> Wildcat 'Yellow Butterfly'
f	'彩虹'	<i>Odcdm.</i> Rustic Bridge × <i>Odcdm.</i> Crowborough	<i>Odcdm.</i> Wildcat 'Rainbow'
g	'豹斑寶石'	<i>Oda.</i> Cranberry Marble × <i>Onc. onustum</i>	<i>Zgd.</i> Calico Gem 'green Valley#1
h	'香妃'	<i>Odcdm.</i> Tiger Night × <i>Odcdm.</i> Tiger Barb	<i>Odcdm.</i> Saint Anthony of Egypt 'Fragrant Beauty'
i	'爆竹'	<i>Oda.</i> Carmine × <i>Onc. hastatum</i>	<i>Wils.</i> Firecracker 'Red Star'
j	'聖徒'	<i>Odcdm.</i> Tiger Night × <i>Odcdm.</i> Tiger Barb	<i>Odcdm.</i> Saint Anthony of Egypt 'Green Valley'
k	'紅安妮'	<i>Odcdm.</i> Tiger Crow × <i>Oda.</i> Wearside Pattern	<i>Wils.</i> Sheila Anne 'Green Valley'
l	'五月精靈'	<i>Odcdm.</i> Tiger Hambühren × <i>Odm.</i> Herb Thoreson	<i>Odcdm.</i> Mayfair 'RCW' FCC/AOS
m	'金老虎'	<i>Odcdm.</i> Tiger Hambühren × <i>Odcdm.</i> Crowborough	<i>Odcdm.</i> Tiger Crow 'Golden Girl'
n	'黑蜘蛛'	<i>Odm.</i> Cariniferum × <i>Brs.</i> Longissima	<i>Odbrs.</i> Kenneth Bivin 'Santa Barbara' HCC/AOS
o	'可可金莎'	<i>Onc.</i> Sharry Baby	<i>Onc.</i> Cocoa 'Cesar'
p	扇形文心蘭		<i>Erycina pusilla</i> (L.) N.H.Williams & M.W.Chase

* *Baptisidium* (*Btcm.*), *Odontioda* (*Oda.*), *Odontobrassia* (*Odbrs.*), *Odontocidium* (*Odcdm.*), *Oncidium* (*Onc.*), *Odontoglossum* (*Odm.*), *Goodaleara* (*Gdlra.*), *Wilsonara* (*Wils.*), *Zelglossoda* (*Zgd.*)

(3.5~4.8cm)，而'香妃'、'豹斑寶石'、'蜂后'、'南茜'、'爆竹'及'聖徒' (2.2~2.8cm)再次之，最窄為扇形文心蘭(0.6cm)。葉型及葉的對稱性方面均為線型和對稱。假球莖型狀為卵型的有'蜂后'、'南茜'、'棉花糖'、'黃蝴蝶'、'五月精靈'、'金老虎'及'可可金莎'；紡錘型只有'黑蜘蛛'；圓型的有'香妃'及'聖徒'，而扇形文心蘭則無假球莖。花數以'南茜'為最多(63 朵)，其次為'蜂后'及'紅貓' (24.5 及 23.5 朵)，再次之為'五月精靈'、'彩虹'及'爆竹' (18~20.5 朵)，再次之為'黃蝴蝶'、'聖徒'、'彩虹'及'爆竹' (14.5~20.5 朵)，再次之為'黑蜘蛛'和'可可金莎' (10.5 朵)，再次之為'香妃'、'紅安妮'、'豹斑寶石'和'金老虎' (5.5~8 朵)，最少的則是扇形文心蘭及'棉花糖' (1.5 和 2.5 朵)。在花梗長度部分為'南茜' (108.8cm)為最長，其次為'聖徒'、'爆竹'、'五月精靈'及'可可金莎' (75.6~87.6cm)，再次之為'黑蜘蛛'、'彩虹'及'金老虎' (62.2~66.3cm)，再次之為'紅貓'及'黃蝴蝶' (53 和 53.7cm)，再次之為'豹斑寶石'、'香妃'、'棉花糖'、'蜂后'及'紅安妮' (31.8~38.6cm)，最短的則為扇形文心蘭(1.5cm)。在萼瓣形狀方面，除了'南茜'為橢圓形、'豹斑寶石'為半圓形、'黑蜘蛛'為鬚形以外，其餘皆為圓形。萼瓣及唇瓣斑紋形態方面，除了'棉花糖'、'爆竹'、'紅安妮'、'黑蜘蛛'及'可可金莎'無斑紋以外，其餘品種(系)的萼瓣及唇瓣斑紋皆為塊狀斑。在唇瓣中央裂片之形狀方面屬於舌形的有'蜂后'及'黑蜘蛛'；屬於蝶形的有'南茜'、'黃蝴蝶'、'香妃'、'聖徒'、'金老虎'、'可可金莎'及扇形文心蘭；屬於雙菱形的有'棉花糖'、'彩虹'及'豹斑寶石'；屬於正楔形的有'紅貓'、'爆竹'、'紅安妮'及'五月精靈'。花顏色(分布最廣)方面屬於黃色的有'南茜'、'黃蝴蝶'、'香妃'、'聖徒'、'五月精靈'、'金老虎'及扇形文心蘭；屬於咖啡色色的有'蜂后'、'紅貓'、'豹斑寶石'及'可可金莎'；屬於粉紅色的有'棉花糖'及'彩虹'；其他包括'爆竹' (橘色)、'紅安妮' (紅色)及'黑蜘蛛' (深褐色)。

(二)、外表性狀之親緣性分析

將以上所收集之資料分別計算兩樣品間的外表形相似係數，再以 NTSYS 電腦軟體之 UPGMA 程式進行群體分析所得之樹狀圖如圖 2 所示。大致分為三大群組：第一群組為'蜂后'、'豹斑寶石'、'紅貓'；第二群組為'南茜'、'五月精靈'、'黃貓'、'金老虎'、'香妃'、'聖徒'、扇形文心蘭；第三群組為'棉花糖'、'紅安妮'、'黑蜘蛛'、'可可金莎'、'爆竹'。

二、以 RAPD 分析文心蘭品種(系)的親源關係

(一)、隨機引子的篩選

本研究以 University of British (UBC)系列及 Operon (OP)系列之隨機引子共 200 組，以'南茜'文心蘭之葉片 DNA 作為先期篩選測試，選擇 DNA 條帶再現性佳及可清楚辨認的隨機引子，而後在再進一步對 16 種文心蘭品種(系)進行測試。由測試之 200 組隨機引子中篩選出重複性佳且較穩定之引子，分別是 UBC06、UBC63、UBC64、UBC73、UBC82、UBC84、UBC95、UBC96 等 UBC 系列引子和 OPM02、OPM15、OPV10、OPV19、OPQ18、OPU20、OPT05 及 OPT07 等共 16 組隨機引子。

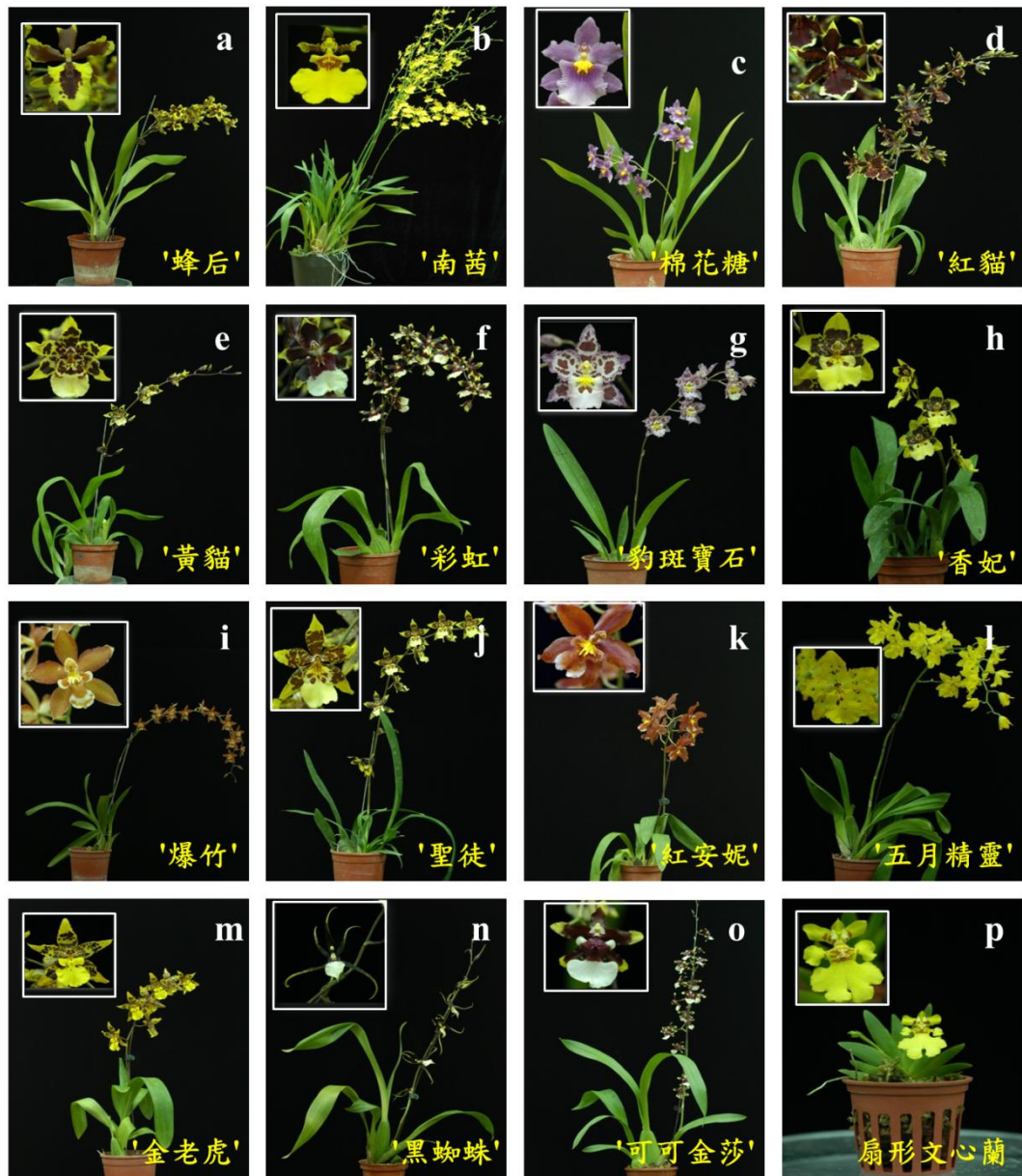


圖 1. 16 個文心蘭品種(系)之外表形態及花朵樣式。植物代號如表 1 所示。

Fig. 1. Appearances and flowers of 16 varieties (limes) of *Oncidium*. Plant codes are the same as indicated in the Table 1.

表2. 16種文心蘭品種(系)之植株形態性狀

Table 2. Morphological traits of 16 varieties (lines) of *Oncidium*

代碼*	植株大小	葉長 (cm)	葉寬 (cm)	葉型	葉的對稱性	假球莖形狀	花數	花梗長 (cm)	萼瓣形狀	萼瓣斑紋	唇瓣斑紋	唇瓣中央裂片形狀	花顏色 (分佈最廣)
Code*	Size	Leaf length	Leaf width	Leaf form	Leaf symmetry	Pseudobulb shape	Flower number	Peduncle length	Sepal shape	Sepal variegation	Lip variegation	Lip mid-lobe shape	Flower color
a	迷你型	22.1	2.5	線型	對稱	卵形	24.5	37.2	舌形	塊斑	塊斑	舌形	咖啡色
b	中型	35.4	2.7	線型	對稱	卵形	63	108.8	橢圓形	塊斑	塊斑	蝶形	黃色
c	迷你型	29.0	3.5	線型	對稱	卵形	2.5	34.4	舌形	無	無	雙稜形	粉紅色
d	迷你型	42.8	4.6	線型	對稱	扁圓形	23.5	53.0	舌形	塊斑	塊斑	正楔型	咖啡色
e	迷你型	29.0	3.9	線型	對稱	卵形	14.5	53.7	舌形	塊斑	塊斑	蝶形	黃色
f	小型	32.1	4.9	線型	對稱	扁圓形	20	62.3	舌形	塊斑	塊斑	雙稜形	粉紅色
g	迷你型	13.0	2.2	線型	對稱	扁圓形	7.5	31.8	半圓形	塊斑	塊斑	雙稜形	咖啡色
h	迷你型	22.2	3.3	線型	對稱	圓形	5.5	32.4	舌形	塊斑	塊斑	蝶形	黃色
i	中型	28.3	2.8	線型	對稱	扁圓形	20.5	77.2	舌形	無	無	正楔型	橘色
j	中型	33.8	3.6	線型	對稱	圓形	15	75.6	舌形	塊斑	塊斑	蝶形	黃色
k	迷你型	26.0	4.8	線型	對稱	扁圓形	5.5	38.6	舌形	無	無	正楔型	深紅色
l	中型	34.8	6.3	線型	對稱	卵形	18	85.3	舌形	塊斑	塊斑	正楔型	黃色
m	小型	29.4	3.5	線型	對稱	卵形	8	66.3	舌形	塊斑	塊斑	蝶形	黃色
n	小型	37.2	4.8	線型	對稱	紡錘形	10.5	62.2	鬚形	無	無	舌形	深褐色
o	中型	41.5	4.2	線型	對稱	卵形	10.5	87.6	舌形	無	無	蝶形	咖啡色
p	迷你型	3.1	0.6	線型	對稱	無	1.5	1.5	舌形	塊斑	塊斑	蝶形	黃色

*植物代號如表 1 所示。Plant codes are the same as indicated in the Table 1.

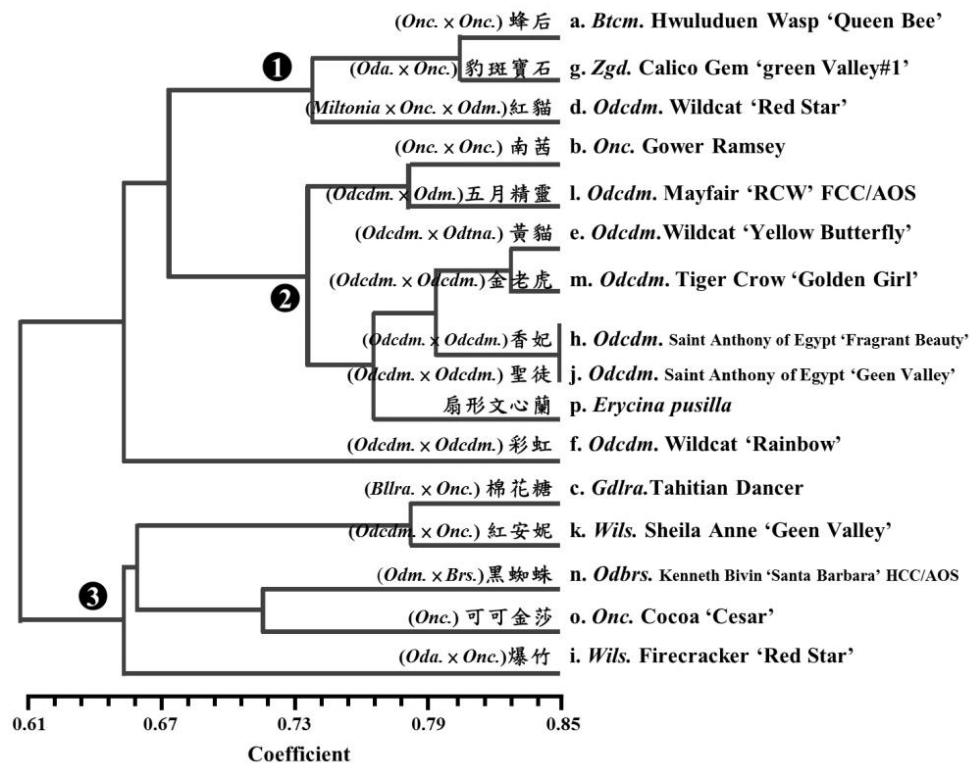


圖 2. 16 種文心蘭之外表型親緣性樹狀圖。植物代號如表 1 所示。

Fig 2. Dendrogram illustrating genetic similarity among 16 varieties (lines) of *Oncidium* calculated by morphological traits. Plant codes are the same as indicated in the Table 1.

(二)、RAPD 之親緣性分析

此 16 組隨機引子經 PCR 反應增幅後進行電泳分析(圖 3)，結果顯示 16 組引子所產生的條帶約在 500~3,000 bp 之間，共獲得 161 個多型性條帶，其中異型性條帶共計 84 條，多型性為 52.2%，平均每個引子可產生 10 個條帶及 5.25 個多型性條帶。將這些樣品間差異的條帶進行親源關係分析，大致可分為四個群組(圖 4)。第一群組為以 *Oncidium* (*Onc.* 文心蘭屬)為親本：'蜂后'、'可可金莎'、'棉花糖'；第二群組為以 *Odontocidium* (*Odcdm.* 齒舌文心蘭屬)或 *Odontioda* (*Oda.* 齒唇蘭屬)為親本：'黃貓'、'彩虹'、'豹斑寶石'、'香妃'、'爆竹'、'紅安妮'、'金老虎'、'五月精靈'；第三群組為：'南茜'、'黑蜘蛛'；第四群組為：'紅安妮'、扇形文心蘭。

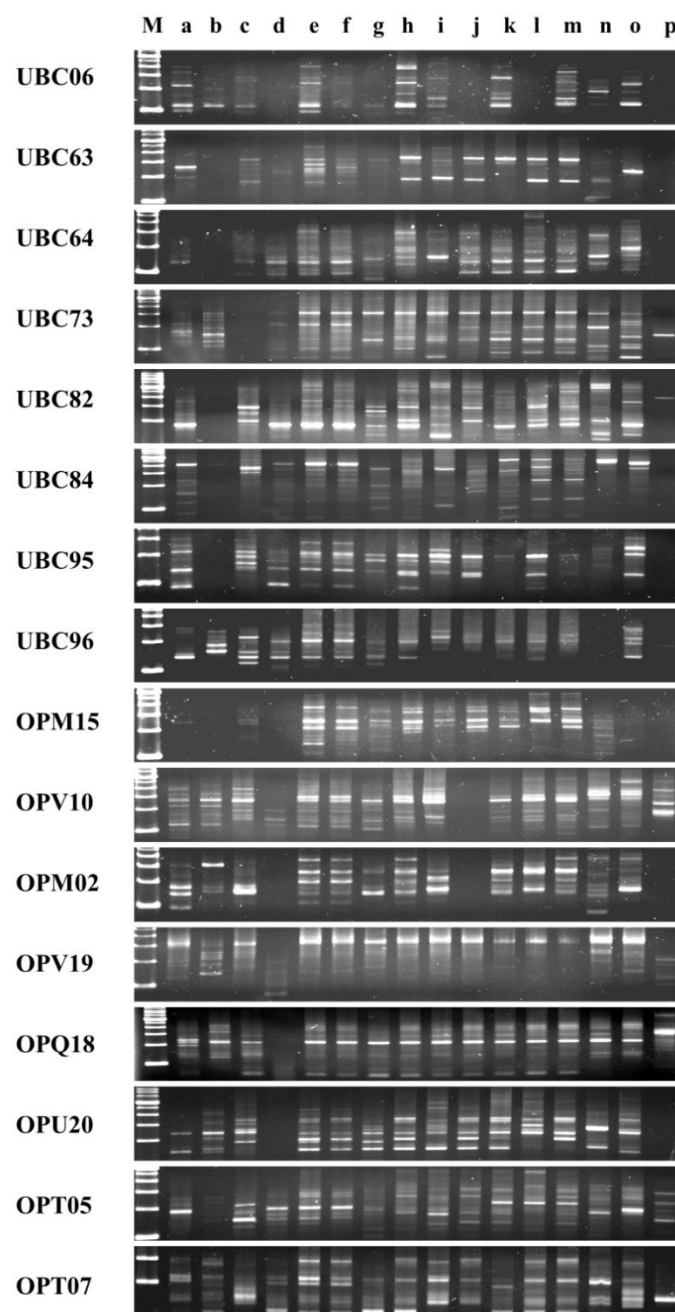


圖 3. 16 組篩選的引子與 16 個文心蘭品種(系)進行 RAPD 反應後，其產物經電泳分離之情形。植物代號如表 1 所示。

Fig 3. RAPD analysis was performed in 16 varieties (lines) of *Oncidium* by using 16 selected primers. RAPD products were separated by electrophoresis. Plant codes are the same as indicated in the Table 1

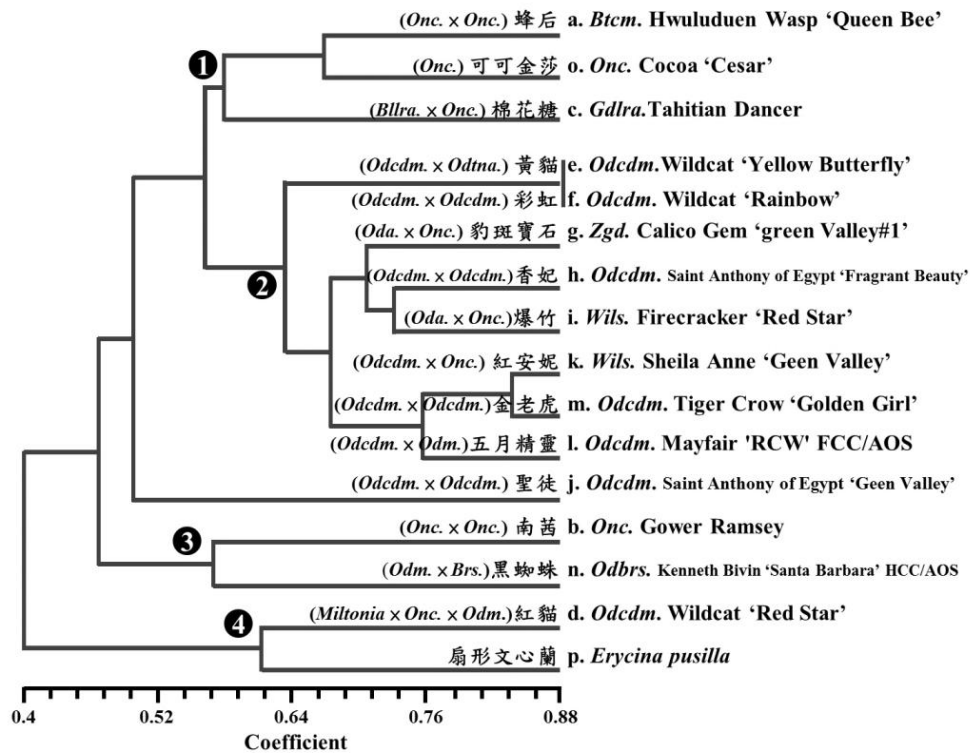


圖 4. RAPD 分析 16 種文心蘭品種(系)之親緣性樹狀圖。植物代號如表 1 所示。

Fig 4. Dendrogram illustrating genetic similarity among 16 varieties (lines) of *Oncidium* calculated by RAPD analysis. Plant codes are the same as indicated in the Table 1

討 論

廣義的文心蘭(*Oncidium*)包括蘭科文心蘭屬及近緣屬，由超過 70 個屬、1,200 個種所組成 (Chase *et al.*, 2009)。傳統的分類學是以植物性狀，唇瓣、花柱基部肉質突起的一類蘭花稱為文心蘭(Arditti, 1992)。除了屬內存在許多的生理差異以外，育種家也會嘗試將不同種或屬進行雜交，導致文心蘭更具高度異質性(賴，2001)。本實驗除了對 16 個文心蘭品種(系)進行植物性狀鑑定外，還針對其 DNA 進行 RAPD 分析，以期能建立台灣文心蘭品種(系)之分子遺傳資訊。

外表性狀分析之親源關係除了花色外，其他性狀與群組間並無規律可循。第一至第三群組之花色大致可依序區分為：大區域的褐色或紫色、黃底為主及/或細褐色斑點、其他

色彩。植物性狀與 RAPD 分析之結果比較，有極大相似性，但 RAPD 分析法對其亞群所建立的親源關係，較具可信度。部份品種(系)之 RAPD 分析結果與預期之親本資訊的親緣關係有所不同，例如以外觀來觀察'香妃'及'聖徒'2 品種，這 2 品種的親本皆為相同以致於造成植物性狀並無太大差別，但若以 RAPD 進行分析之結果，卻並不同植物性狀所鑑定之結果，其可能與文心蘭品種(系)的高度異質程度有關，因此一般的親本資訊也僅能提供參考。

篩選之 16 組多型性引子中，平均每引子所產生的多型性條帶數為 5.25 條。扇形文心蘭與其他品種(系)差異如此大推測可能是使用引子數太少以及原生種的關係。建立完善的文心蘭品種(系)之 RAPD 等分子標誌及親源關係，對加速文心蘭育種成效及縮短育種時程上應會所助益。

參 考 文 獻

- 林瑞松。1995。蘭科植物。台灣農家要覽農作篇(二)。p.903-908。豐年社。台北。
- 邱金春。1997。逢機增殖多型性 DNA 標誌在蕙蘭鑑別之研究。國立中興大學園藝系研究所碩士論文。
- 曹進義、許絨誌、闕甫仁、陳威臣、夏奇鈺。2009。以 RAPD 技術進行白及種原之遺傳歧異度分析。台灣農業研究。58(4):254-264。
- 賴本智。2001。文心蘭、蜘蛛蘭、堇花蘭、齒舌蘭及其近緣屬的育種介紹。植物種苗 3(1): 25-47。
- 謝偉、樂超銀、林直、程凡、何正權、姚偉。2005。蘭屬品種的 RAPD 鑑定和親緣關係分析。江蘇農業學報 21(4): 369~ 373。
- Arditti, J. 1992. Physiology. In: Fundamentals of Orchid Biology. p.243-278. John Wiley & Sons Press.
- Chase, M. W., N. H. Williams, F. A. Donisete, K. M. Neubig, M. C. E. Amaral, and W. M. Whitten. 2009. Floral convergence in Oncidiinae (Cymbidieae; Orchidaceae): an expanded concept of Gomesa and a new genus Nohawilliamsia. Annals of Botany 104: 387-402.
- Miller M. P. 1997. Tools for Population Genetic Analyses (TFPGA), ver. 1.3. A windows program for the analysis of allozyme and molecular population genetic data. Computer software distributed by author.
- Nei M. and E. Tajima. 1981. DNA polymorphism detectable by restriction endonucleases. Genetics 97: 145-163.
- Nei, M. and W. H. Li. 1979. Mathematical model for studying genetic variation in terms of restriction endonucleases. Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 76(10): 5269-5273.
- Williams, J. G. K., A. R. Kubelik, K. J. Livak, and J. A. Rafalski. 1990. DNA polymorphisms amplified by arbitrary primers are useful as genetic markers. Nucl. Acids Res. 18: 6531-6535.

Studies on Phylogenic Relationships of *Oncidium* Spp.

Yung-Ta Tsou¹⁾ Ming-Kun Chi²⁾ Jiun-Lin Chen³⁾ Menq-Jiau Tseng⁴⁾

Key words: *Oncidium*, RAPD, Genetic similarity, Phylogenic relationship

Summary

Morphological traits and randomly amplified polymorphic DNA (RAPD) markers were used to discriminate the genetic linkage of 16 commercial varieties (lines) of *Oncidium* and established the genetic dendrogram by NTSYS. The results of morphological traits of 16 varieties (lines) of *Oncidium* were clustered into 3 groups with genetic similarity among varieties (lines) ranged from 0.61 to 0.85. Sixteen out of 200 primers that amplified reproducible polymorphic bands were selected for RAPD analysis and the polymorphic DNA fragments were between 500~3,000 bp. Of 84 polymorphic DNA fragments, 34 fragments were species specific, 50 fragments were presented between two species, and the polymorphism was 52.2%. The results of genetic traits of 16 varieties (lines) were clustered into 4 groups with genetic similarity among varieties (lines) ranged from 0.40 to 0.88 by RAPD analysis.

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

2) Student in Ph.D. program, Department of Horticulture, National Chung Hsing University.

3) Assistant Professor, Department of Landscape Architecture, Chung Chou University of Science and Technology.

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

原住民庭園形式的塑造——以賽德克族為例

邱奕維¹⁾ 歐聖榮²⁾

關鍵字：原住民、賽德克族、庭園形式

摘要：原住民部落景觀的維護以及傳統建築的保存，在近年來逐漸受到世人重視。因此，如何從景觀觀點著手，建構出原住民所認同的戶外庭園模式，以保存具特殊的原住民文化是本研究關注的重點。本研究選取正名時間最晚，在台灣原住民中屬於相對少數的賽德克族為研究標的。因其與坡地環境共生的文化特質無法被妥善保存，族人的共同記憶也逐漸隨著年邁者的離逝而消失，因此作為本研究首要的探討對象。研究先以回顧文獻與歷史資源分析的方法，建構出分析與理解賽德克庭園之方法，並藉由研究場域的現地調查及深度訪談，獲得建構賽德克庭園的可能的背景因素及背後的象徵元素。

前言

臺灣原住民，係泛指在十七世紀中國大陸沿海地區人民尚未大量移入前，已經居住在臺灣及其鄰邊島嶼的住民，包括日治時期稱為高山番以及稱作平埔番的原住民。賽德克族2008年正式成為官方所承認的第14個原住民族，分布在南投縣仁愛鄉，以濁水溪上游一帶為腹地，其居住的地方大部分屬於平緩之山坡地以便於農耕，因此沿著山坡地而建築之梯田式建築物，便成了一特殊景觀。

現今社會中，殘存的少數原住民地區仍受到各種土地政策及天災的影響，許多原住民被迫離開自己的家園，如因八八風災而被遷往政府所安排的制式居所，使其傳統的空間使用方式產生了改變，原本已屬不易保留的原住民空間文化，在保存上更加雪上加霜，為了使原住民在現代化變革的空間中仍能沿續其傳統，相關單位及當地民眾應共同思考如何在現代的新住所中，保留原有的原住民傳統生活及文化。然而為因應未來不可避免的開發

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。

與「被全球化」趨勢，以及隨著社會現代化，普遍性原則逐漸佔據支配地位(Parsons, Talcott & Shils, 1951)，原住民傳統的生活模式及樣貌勢必會因為環境條件與經濟結構的驟變而有所不同。家屋與庭園或許是原住民得以保留自身文化特色之最佳場域，其中戶外庭園作為現代居住空間中普遍存在的概念，因此可以將庭園的建構，作為現代住居中展現原住民傳統生活及空間的方式，而藉由民眾與研究者的共同建構，能夠將原本不存在的庭園形式，形成新的族群文化表現手段。因此，如何從景觀觀點著手，建構出原住民所認同戶外庭園模式，保存特殊的原住民文化是本研究之重要課題。綜合上述之說明，本研究之主要目的乃在建構賽德克庭園的可能背景因素及背後的象徵元素。

文 獻 回 顧

一、庭園形式分析的屬性項目

本研究將各文化及時代間景觀建築形式發展的因素分為二十一項屬性，分別為自然屬性、人文屬性、物件與材質、命名主題、空間主題、機能分區、形狀組合、地貌形式、空間秩序、政治政策與法令、經濟、社會意識、哲學與宗教、藝術概念、象徵意義、設計準則、科學概念、工藝及工程技術、視覺感受、熱舒適、人的行為與活動(Booth, 1983; Booth *et al.*, 2000; Boults *et al.*, 2010; Dubé, 1997; Gilbert, 2008; Jessel, 2006; Laurie, 1986; Kántor *et al.*, 2010; Motloch, 1991; Padua, 2007; Pregill *et al.*, 1992; Simonds, 1998; Tom, 2005; Tom, 2008; Tom, 2011; Wai, 2006；小形研三等人，1995；李進旗，1987；洪得娟，1994；金妙貞，1994；歐聖榮，1997；裴修瑩，1997；朱景堅，1998；楊裕富，1998；豐田幸夫，2000；陳文錦，2001。)，各項目與其定義如表 1 所示。

表 1 庭園形式分析項目定義與說明

Table 1. The definitions of analyzed items for garden's type.

項目	項目定義與說明
象徵物件與材質	將庭園中較為經典的實際組成元素提取出來，其中可將其分類為主體建築物、設施物、植物、動物、地貌及水體，並討論建築物及設施物所使用的材質。
命名主題	以基地主要的功能性質的概略性名稱陳述，或基地正式的命名。
空間主題	基地內主要的空間目的，研究將其分為自然目的空間及人性目的空間，其中自然目的空間指的是，主要以保全原本自然空間秩序來作為規畫原則的空間，如黃石公園(Yellow Stone)。人性目的空間則是以人的主要行為及活動來進行空間規畫標準的空間，如凡爾賽(Versailles)。在分類上，兩者空間主題很難存在著絕對性。
機能分區	因基地整體的功能組織而形成的分區，通常與功能主題有關，如美式住宅庭園常會有前庭、側庭及後庭等區分，前庭又會有車道、步道、玄關等區域區分，鄰里公園可能會有休憩區、遊樂區、草皮區等分區。
形狀組合	為基地內各元素物件、地形及基地邊界進行排列時所形成的形狀組合形式，主要在說明基地在平面圖所形成的排列及其形式，研究將排列形式分為幾何排列形式、有機排列形式以及折衷形式，之間的分類也很難存在著絕對性，其排列形狀與設計製圖時有很大的關係。
地貌形式	基地完工後的主要地貌形式，常受天然地形限制、整地等原因影響，如義大利庭園因其地形限制常將基地整地為一層一層的平台，而稱之為臺坡式庭園。
空間秩序	研究將空間秩序分為內在秩序形式與外在秩序形式，內在秩序為在限定的空間範圍中，向內收斂的方式來進行相關元素物件的排列，進而使空間本身存在著統一的秩序，與外部臨近基地較無空間上的關聯，如中世紀的圍牆花園 (walled garden)。外在秩序則與內在秩序相反，其空間秩序是從基地內擴散，主要是以基地外鄰近空間來與基地本身的空間形成連續性的統一，如英國的風景自然式庭園。外在秩序與內在秩序之間很難存在著絕對性。
自然屬性	有關於當地的地形、地貌、土壤、氣候、植栽以及微氣候等。
人文屬性	有關於當地主要或重要的土地使用、活動及建築物等。

表 1 續
Table 1. continued

項目	項目定義與說明
政治、政策與法令	基地與基地規劃或建設當時的政治背景以及當權者制定的政策與法令之間的關係。
經濟	當地的經濟結構等與基地相關的經濟議題。
社會意識	基地的建構與當時所盛行的社會議題以及民眾共同意識的關係。
哲學與宗教	當時業主或設計者所要表現在基地上的宗教信仰及哲學概念，或者業主、設計者及一般民眾在當時的宗教信仰及哲學概念與基地之間的關係。
藝術概念	當時業主或設計者所要表現在基地上的藝術概念，通常與當時所盛行的美學主義有所相關。
象徵意義	基地所要傳達的重要訊息，可以象徵基地核心價值的資訊。
設計準則	當時基地在規畫、設計以及建構時所依循的核心教條。
科學概念	當時的科學概念與基地建構的關係與影響。
工藝及工程技術	當時的工藝及工程技術以及其與基地建構及基地表現的關係。
人的行為與活動	無論是現在或當時，在基地內人的主要行為及活動的論述。
視覺感受	對於基地視覺及空間的感受評價與論述。
熱舒適	對於基地的熱舒適評價與論述

二、屬性項目的類別歸納

經由庭園景觀文獻的回顧，得到了以上二十一個影響庭園形式構成的分析項目，本研究藉由各項目之理解以了解庭園景觀的形式的及其形成的背景因素，而為了更進一步釐清各分析項目的意涵，並結構更完整的庭園景觀分析架構，研究將各分析項目彙整為實質物件、基地主題性、組合排列方式、當地環境屬性、社會因素、思想文化因素、科學發展、科技因素、人的行為與活動以及感知因素，而各項目的定義分別為：

- (一) 實質物件：為結構庭園或其它景觀建築的相關組成實質物件，本研究係以庭園或其它景觀建築中的象徵物件與材質進行理解。
- (二) 基地主題性：庭園或其它景觀建築中，為其主要目的及功能所作之主題性敘述，本研究係以庭園或其它景觀建築的命名主題及空間主題進行理解。
- (三) 組合排列方式：為組合及排列庭園或其它景觀建築的秩序形式，本研究係以庭園或其它景觀建築所形成之機能分區、形狀組合、地貌形式及空間秩序來進行討論。
- (四) 當地環境屬性：庭園或其它景觀建築中，屬於當地的實質環境屬性，本研究係以自

然屬性及人文屬性進行討論。

- (五) 社會因素：探討形塑庭園或其它景觀建築的相關社會議題及趨勢作用背景因素，本研究以政治政策法令、經濟及社會意識三方面進行探討。
- (六) 思想文化因素：探討形塑庭園或其它景觀建築的相關思想及文化因素，本研究以哲學與宗教、藝術概念、象徵意義及設計準則。
- (七) 科學發展：探討形塑庭園或其它景觀建築的科學發展背景，本研究以科學概念進行探討。
- (八) 科技因素：探討形塑庭園或其它景觀建築中，所使用的科技技術或相關科技發展背景。
- (九) 人的行為與活動：無論是現在或當時，庭園或其它景觀建築中使用者的主要行為及活動的論述。
- (十) 感知因素：使用者對於庭園或其它景觀建築的感受評價，本研究以視覺感受與熱舒適進行探討。

為了使分析架構能夠更加明確，研究再將上述經過統整的項目進行更進一步的釐清，再將其區分為三個面向，並分別命名為主體敘述、形塑因子以及主體使用者的行為及評價，研究將其定義為：

- (一) 主體敘述：以庭園或其它景觀建築作為主體時，對於主體外觀、結構、命名等的敘述，也為對於主體自身的理解。
- (二) 形塑因子：以庭園或其它景觀建築作為主體時，對於主題形塑可能的背景原因敘述及理解。
- (三) 主體使用者行為及評價：以庭園或其它景觀建築作為主體時，主體使用者的行為活動或相關的感受感知評價。

綜合前述，研究以三層次的分析架構進行庭園景觀形式的理解，本研究認為，各面向及面向內部皆為相互連結且難以獨立存在的，在景觀形式的構成中，主體形塑的背景因素通常為構成主體的作用力，在背景因素的作用之下而產生了主體及使用者，其中，使用者的角色在主體誕生前是不存在的，是因為主體的構成才開始有了使用主體的活動，才有可能有此角色在主體內表現的可能。表 2 為庭園形式分析中的面向、分類以及分析項目之架構表。

表 2 分析項目的分類及面向

Table 2. Categorizations and dimensions of analyzed items.

面向	分類	分析項目
主體敘述	實質物件	象徵物件與材質
	基地主題性	命名主題
		空間主題
	組合排列方式	機能分區
		形狀組合
		地貌形式
		空間秩序
形塑因子	當地環境屬性	自然屬性
		人文屬性
	社會因素	政治、政策與法令
		經濟
		社會意識
	思想文化因素	哲學與宗教
		藝術概念
		象徵意義
		設計準則
	科學發展	科學概念
	科技因素	工藝及工程技術
主體使用者行為及評價	人的行為與活動	
	感知因素	視覺感受
		熱舒適

研究方法

一、研究場域與對象

(一) 研究場域

南投縣仁愛鄉春陽部落為一典型的賽德克族部落，為日據時代所謂之”櫻社”，原住民占全村人口數九成以上，境內多山，保有豐富的自然及景觀資源。

(二) 研究對象與研究期程

本研究係以南投縣仁愛鄉春陽村賽德克族村民作為對象，研究期間由民國九十八年九月持續到民國一百零六年六月，長度約為一年九個月。

二、資料蒐集方法

本研究係以現地調查、半結構式深度訪談、焦點團體訪談及相關文獻蒐集作為資料蒐集方式。在訪談的過程中，訪談內容若牽涉到受訪者自身族群的傳統，受訪者常無法清楚地以與母語相對應的中文答覆，因此本研究亦利用紙筆在圖紙上繪圖以輔助其中的不足，及彌補原住民母語與中文之間語意上的差別。

(一) 現地調查

為初步認識研究基地及理解賽德克庭園型式形塑的可能背景因素，現地調查的部分是以文獻探討中所提及之形塑因子作為現地調查的主要分析項目。

(二) 深度訪談

陳向明(2002)認為「訪談就是研究者尋訪、訪問被研究者並且與其進行交談和詢問的一種活動，是研究者通過口頭談話的方式從被研究者那裡蒐集(或者說建構)第一手資料的一種研究方法」。而在景觀研究當中，訪談法為社會科學中長久以來所使用，曾用來探討景觀、人對景觀的感知(O'Rourke, 2005)以及景觀管理之間的關係(Cudl'mov'a *et al.*, 1999; Pavlikakis *et al.*, 2006)。在眾多形式的訪談法中，半結構式訪談為最多研究所使用。半結構式訪談法為利用數題重點作為開放性問題讓受訪者進行回答(Lykke, 2000; Zurayk *et al.*, 2001; Peroni *et al.*, 2002; Di Mauro, 2003; McDonald *et al.*, 2003)，使用半結構式訪談較非結構式訪談更能夠簡單的蒐集資料(Mendez *et al.*, 2001; Robertson *et al.*, 2003)，以及有較多樣化的觀點(Robertson *et al.*, 2003)。

1. 訪談抽樣：以賽德克族部落中之地方團體代表與意見領袖作為樣本，並以滾雪球抽樣的方式懇請受訪者推薦並聯絡其他之受訪者，而第一位訪談者是當地社區發展協會的重要幹部，藉由聯絡其他社區成員而得到下一位訪談者。
2. 訪談對象：對象身份包括了耆老、牧師、文化工作室成員、民宿業者、學校老師、社區發展協會成員等對於賽德克族之文化背景與環境較為熟識的居民。
3. 訪談人數：十五位。
4. 訪談大綱：

訪談大綱是以研究目的中所提及了解居民所認同之庭園空間元素及內涵、以及探討空間元素背後所代表的意義與功能來進行擬定，其中先以理解形成賽德克型式庭園可能的背景因素，包括當地的社會秩序、經濟、自然資源、歷史文化等面向來進行初步探討，研究所擬定之訪談面項如下。

(1) 什麼樣子的物事能夠象徵賽德克族？為什麼？

主要探詢賽德克族的社會秩序、經濟、自然資源、歷史及文化、生活方式、空間概念

等...。

(2) 什麼樣的庭園及景觀建築形式最能代表賽德克族？為什麼？

主要探詢賽德克族人認為具有其族群象徵性的功能設施、住宅、植栽、使用建材、工法等...。

(3) 這些能夠代表賽德克族的庭園及景觀建築形式，它的功能及意義是什麼？

承上題，主要探詢這些實質象徵元素的功能、排列方法、意義、衍生意義等...。

5. 訪談時間：每一次的訪談以 1 小時為基準，若超過則會詢問受訪者是否需要休息後再決定繼續與否，而訪談的過程中，每位訪談者訪談的時間幾乎都超過一小時。

(三) 焦點團體訪談

陳向明 (2002) 認為焦點團體訪談可以對研究問題進行集體性探討及建構集體知識，通過訪談對象之間的相互補充、糾正，以獲得更具深度及廣度的相關資訊，且還可透過訪談中的集體性思維對自己的初步研究結果進行效度檢驗，以確定所蒐集的資料及相關結論是否符合參與者情形，本研究為了獲得春陽部落居民對於賽德克庭園的認同共識，因此採用焦點團體訪談法的方式進行資料的蒐集，資料蒐集之相關內容如下所示。

1. 資料地點：春陽部落當地的基督教集會所。
2. 訪談抽樣：於春陽部落當地發放相關訊息內容，以廣邀對相關議題有興趣之當地民眾進行會議。
3. 訪談人數：15 人。
4. 訪談內容說明：訪談係以賽德克景觀庭園原型形塑作為主題，以先前研究所得之象徵元素作為基礎，進一步探詢賽德克庭園相關可能的塑造方式，並將初步所獲得之研究結果與訪談對象進行集體性思維的檢驗，以獲得認同。

三、資料分析方法

以紮根理論之資料整理方式將內容依照文獻探討研擬的架構項目套入研究所訪談的資料當中。

結 果 討 論

一、賽德克庭園的形塑因子

此部分先以摘述研究者對研究基地的調查結果，以理解賽德克庭園建構可能的背景因素。依據前述文獻探討的結果，本研究以建構庭園形式的形塑因子來作為理解研究場域特性的調查項目，其中在形塑因子 11 項分析項目中，於調查過程僅獲得 7 項與研究較為相關之內容，其分別為自然屬性、人文屬性、政治、政策與法令、經濟、哲學與宗教、藝術概念、工藝及工程技術，研究以上述所分析之項目來進行內容呈現。

(一) 自然屬性

當地為山地河谷地形，周圍主要的山嶺有孔令山、南東眼山、北東眼山、奇萊主山南峰、再生山、能高山及馬海樸富士山；濁水溪由東向西貫流；屬於溫帶重濕氣候(依桑士偉氏)，日夜溫差大，平均氣溫約為 18℃，年平均雨量約為 2,981 毫米；地質為中新世砂岩頁岩層；土壤多為沖積土及石質土。

(二) 人文屬性

當地部落沿著省道台 14 線分佈，並建於道路旁之緩坡上，其耕地多位於部落上方。除春陽國小、村長室及春陽派出所外，公共設施用地則集中於部落下方。

(三) 政治、政策與法令

受到日本殖民政權對於原住民的集中統治與監視的影響，現今部落的範圍較其傳統部落為小(沈明仁，1998)，而當地的街道即為日治時代為方便管理所規劃的，位於部落制高點的派出所即為日據時代警察局所在。

(四) 經濟

當地產業主要為農業，主要種植的經濟作物有高山茶、水蜜桃、紅肉李、高冷蔬菜、櫻花茶，其中以高山茶及高冷蔬菜為大宗；二級產業多為手工藝品製作以及茶葉加工；三級產業則以民宿為主，其中當地的手工藝品製作可作為連繫其傳統的重要活動。

(五) 哲學與宗教

傳統的賽德克族是以 Utux 的祖靈觀作為信仰，並將流傳下來的祖訓 Gaya 作為生活規範。賽德克族的祖靈思想係以傳統神話以及與大自然的平衡關係作為基礎，而形成了賽德克傳統的獵場文化、出草文化、紋面以及小米祭儀。獵場文化說明了賽德克族重要的土地分配方式；作為打獵的獵場以及河流為部落所共有，耕地則為家族所有，而傳統上獵場係以河流及山凹作為分界，以溪流為中線，在源頭及山頂附近插上石頭以作為界標，溪流兩旁也會各自種植竹子或者芋頭已表示有人使用，而河流為共有(沈明仁，1998)。現今春陽部落居民的宗教信仰主要為真耶穌教、天主教及長老教會。

(六) 藝術概念

賽德克族是以紋面以及服飾上的圖騰來作為其主要的藝術表現(沈明仁，1998)，而其圖騰的形式主要為菱形以及斜紋為主的搭配組合，使用的色彩主要為丈青色、紅色以及灰白色。

(七) 工藝及工程技術

由文獻及訪談得知，賽德克族重要的傳統工藝為紡織以及手工編織(沈明仁，1998)，其傳統工程營造中主要使用的材料為木、竹、泥以及石板。

二、賽德克庭園的主體敘述、主體使用者行為及評價

此部分先從研究對象中獲得賽德克庭園可能出現的實質物件，再藉由進一步的理解、分析及再確認來得到庭園形式分析中的主體敘述、主體使用者行為及評價的相關研究資

料。

(一) 賽德克族庭園的主體敘述

1. 象徵物件與材質

在象徵物件與材質方面，係以前述所得之象徵元素及其相關資訊來作為理解，其中象徵物件包括了傳統住家、高腳式穀倉、材房、菜園、雞舍、石牆、籬笆、誓約的石頭(界石)、竹製水管、裝水容器、晾曬的架子、高台、茴香蒼蒲、小米、霧社山櫻花、台灣檫木、芋麻、薯榔、蘆葦草、台灣刺柏、五葉松、水池、溪流、邊坡以及春陽溫泉的源頭，而象徵的材質則可分為木、石、竹、水以及麻繩。

2. 空間主題

在空間主題方面，本研究將空間主題分為自然目的空間及人性目的空間，而賽德克族庭園屬於人性目的空間。

3. 機能分區

在機能分區方面，賽德克族庭園並無一明顯之分區，但依照其主要機能可分為以小規模葉菜類為主的作物栽培、包括穀倉及材房等設施使用的資源貯藏、會於住家附近日曬充足之空地進行的晾曬活動、範圍涵括了庭園全區的牲畜飼養，而研究係以上述四項作為未來可能的機能分區依據。

4. 形狀組合

在形狀組合分面，本研究將形狀組合分為幾何排列形式、有機排列形式以及折衷形式，而賽德克族庭園的空間規則上並非屬於幾何形式，相關的物件在排列上缺乏幾何圖形的組合，而較類似於隨意曲線的排列，因此研究認為賽德克庭園在形狀組合上較趨向於有機排列形式。

5. 地貌形式

在地貌形式方面，因春陽部落大部分位於山坡地區，部落建構時也以梯田式的整地方式來進行，因此研究認為賽德克庭園在地貌形式上應為台階形式。

6. 空間秩序

在空間順序方面，研究將庭園建構的空間順序分為內在秩序及外在秩序，依照賽德克族人對自然環境的追求以及與環境共生的傳統觀念，研究認為賽德克庭園偏向於與自然環境融合的外在秩序。

(二) 主體使用者行為及評價

1. 人的行為與活動

在人的行為與活動方面，研究依照庭園主要的機能，將賽德克庭園使用者的主要行為分為四項，分別為作物栽培、資源貯藏、晾曬活動以及牲畜飼養。

2. 視覺感受

在視覺感受方面，研究認為，賽德克庭園相較其他形式的庭園較無人工的修飾，以及其使用的天然建材和傳統建構方式使賽德克庭園在視覺感受上較與大自然融合，因此，研

究認為賽德克庭園的視覺感受為「與大自然融合」的感覺。

3. 熱舒適

在熱舒適方面，傳統住家內部通風良好，且半穴式之建構方式使其於夏日時非常涼爽，因此研究推論，賽德克庭園的傳統住家為庭園內良好的遮陰處。

綜合上述，賽德克族庭園形式的整體分析架構以表 3 呈現。

表 3 賽德克族庭園形式的分析架構

Table 3. The analyzing framework of garden type in Seediq.

面向	分類	分析項目	相關分析內容
主體敘述	實質物件	象徵物件 與材質	象徵物件： 傳統住家、高腳式穀倉、材房、菜園、雞舍、石牆、籬笆、誓約的石頭(界石)、竹製水管、裝水容器、晾曬的架子、高台、茴香蒼蒲、小米、霧社山櫻花、台灣檫木、苧麻、薯榔、蘆葦草、台灣刺柏、五葉松、水池、溪流、邊坡以及春陽溫泉的源頭。 象徵材質： 木、石、竹、水以及麻繩。
		命名主題	(未有相關研究內容)
	組合排列方式	空間主題	人性目的空間
		機能分區	作物栽培、資源貯藏、晾曬活動及牲畜飼養。
		形狀組合	有機排列形式。
		地貌形式	台階形式。
		空間秩序	外在秩序。
形塑因子	當地環境屬性	自然屬性	當地為山地河谷地形，屬於溫帶重濕氣候(依桑士偉氏)，日夜溫差大，平均氣溫約為 18℃，年平均雨量約為 2,981 毫米。
		人文屬性	當地部落沿著省道台十四線分佈，並建於道路旁之緩坡上。
	社會因素	政治、政策 與法令	當地部落樣貌受到日本殖民政權的影響相當大。

表 3 續
Table 3. continued

面向	分類	分析項目	相關分析內容
形塑因子	社會因素	經濟	當地產業主要為農業，以種植茶葉為主，二級產業多為手工藝品製作以及茶葉加工，三級產業則以民宿為主，其中當地的手工藝品製作為連繫其傳統的重要活動。
		社會意識	(未能蒐集到相關資料)
	思想文化因素	哲學與宗教	傳統的賽德克族是以 Utux 的祖靈觀作為信仰，並將流傳下來的祖訓 Gaya 作為生活規範，而現今春陽部落居民的宗教信仰主要為真耶穌教、天主教及長老教會。
		藝術概念	賽德克族是以紋面以及服飾上的圖騰來作為其主要的藝術表現，圖騰的形式主要為菱形以及斜紋為主的搭配組合，使用的色彩主要為丈青色、紅色以及灰白色。
		象徵意義	(未能蒐集到相關資料)
		設計準則	(未能蒐集到相關資料)
	科學發展	科學概念	(未能蒐集到相關資料)
	科技因素	工藝及工程技術	賽德克族重要的傳統工藝為紡織以及手工編織，其傳統工程營造中主要使用的材料為木、竹、泥以及石板。
主體使用者行為及評價	人的行為與活動		作物栽培、資源貯藏、晾曬活動及牲畜飼養。
	感知因素	視覺感受	與大自然融合。
		熱舒適	傳統住家為庭園內良好的遮陰處。

結 論 與 建 議

一、結論

由於賽德克在其傳統思維中並沒有庭園概念存在，因此在與居民進行訪談時，必須要先與受訪者達成庭園範圍的共識，而研究係以住家旁戶外空間作為與受訪者的初步共識及建構範圍。在雙方獲得初步共識後，受訪者依照其自身的思維進行對賽德克庭園建構的相關描述。在訪談過程中，研究發現賽德克族人對於庭園建構的思維係包含其周圍自然景

觀，並於建構自我理想庭園的過程中，期望住家附近的空間能夠受到溪流、山林等大自然景觀元素的懷抱，顯示出賽德克居民即使在現代生活方式的限制下，仍保有對傳統大自然生活的嚮往，而此精神確實已改變了庭園的傳統觀念，而擴大到整體景觀的面向。因此未來在探討其他原住民族群的空間與庭園時，仍須考慮到整體景觀環境。

二、建議

本次研究僅是以賽德克庭園型塑的概略樣貌作為主要的探討內容，其只是將賽德克庭園的外觀以及主要機能作一初探性的理解，對於相關營造及建築工法的探討上較無深入的探究，然在未來賽德克庭園建構的實際操作中，仍需理解到賽德克庭園營建的手法，因此，本研究建議可以將賽德克族相關的營造及建築工法作為未來的探討方向。

參 考 文 獻

- 小形研三、高原榮重。1995。造園意匠論。田園城市文化出版社。
- 朱景堅。1998。私有庭園植栽風格應用之研究—以台中市為例。東海大學景觀學系研究所碩士論文。
- 李進旗。1987。中國、日本傳統庭園比較研究。淡江大學建築學系研究所碩士論文。
- 沈明仁。1998。崇信祖靈的民族：賽德克人。台灣的店有限公司。
- 金妙貞。1994。中國與韓國傳統庭園景觀構成要素之比較。台灣大學園藝學系研究所碩士論文。
- 洪得娟。1994。景觀建築。地景企業股份有限公司。
- 陳文錦。2001。中國傳統庭園形式之構成探討台灣傳統私家庭園形式之特質。台灣大學園藝學系研究所博士論文。
- 陳向明。2002。社會科學質的研究。五南圖書出版股份有限公司。
- 楊裕富。1998。空間設計概論與設計方法。田園城市文化出版社。
- 裴修瑩。1997。韓國朝鮮時代傳統庭園植物種植原則之研究。台灣大學園藝學系研究所碩士論文。
- 歐聖榮。1997。造園。三民書局。
- 豐田幸夫。2000。造園設計資料集。詹氏書局。
- Booth, N. 1983. Basic Elements of Landscape Architectural Design. New York: Elsevier.
- Booth, N. K. and J. E. Hiss 2000. Residential Landscape Architecture: Design Process for the Private Residence. New Jersey: Prentice Hall.
- Boults, E. and S. Chip. 2010. Illustrated History of Landscape Design. New York: John Wiley & Sons, Inc.

- Cudlínová, E., Lapka, M., & Bartos, M., 1999. Problems of agriculture and landscape management as perceived by farmers of the Sumava mountains, Czech Republic. *Landsc. Urban Plan.* 46: 71-82.
- Di Mauro, S.E. 2003. Disaggregating local knowledge: the effects of gendered farming practices on soil fertility and soil reaction in SW Hungary. *Geoderma* 111: 503-520.
- Dubé, R. L. 1997. *Natural Pattern Forms: A Practical Sourcebook for Landscape Design*. John Wiley and Sons, Inc.
- Gilbert, L. M. 2008. *The World's First Book on Landscape Architecture*. Gardenvisit.com.
- Jessel, B. 2006. Elements, characteristics and character - Information functions of landscapes in terms of indicators. *Ecol. Indic.* 6: 153-167.
- Kántor, N. and J. Unger. 2010. Benefits and opportunities of adopting GIS in thermal comfort studies in resting places: An urban park as an example. *Landsc. Urban Plan.* 98: 36-46.
- Laurie, M. 1986. *An Introduction to Landscape Architecture*. New Jersey: Prentice Hall.
- McDonnald, M. A., A. Hofny-Collins, J. R. Healey, and T. C. R. Goodland. 2003. Evaluation of trees indigenous to the mountain forest of the Blue Mountains, Jamaica for reforestation and agroforestry. *For. Ecol. Manage.* 175: 379-401.
- Mendez, V., R. Lok, and E. Somarriba. 2001. Interdisciplinary analysis of homegardens in Nicaragua: micro-zonation, plant use and socioeconomic importance. *Agrofor. Syst.* 51(2): 85-96.
- Motloch, J. L. 1991. *Introduction to Landscape Design*. New York: Van Nostrand Reinhold.
- O'Rourke, E. 2005. Socio-natural interaction and landscape dynamics in the Burren, Ireland. *Landsc. Urban Plan.* 70 (1-2): 69-83.
- Padua, M. G. 2007. Designing an Identity: The Synthesis of a Post-traditional Landscape Vocabulary in Hong Kong. *Landsc. Res.* 32(2): 225-240.
- Parsons, T. and E. Shils. 1951. *Toward a General Theory of Action: Theoretical Foundations for the Social Sciences*. Harvard University Press.
- Pavlikakis, G. E., and V. A. Tsihrintzis. 2006. Perceptions and preferences of the local population in Eastern Macedonia and Thrace National Park in Greece. *Landsc. Urban Plan.* 77: 1-16.
- Peroni, N., and N. Hanazaki. 2002. Current and lost diversity of cultivated varieties, especially cassava, under swidden cultivation systems in the Brazilian Atlantic Forest. *Agric. Ecosyst. Environ.* 92 (2-3): 171-183.
- Pregill, P., and N. Volkman. 1992. *Landscape in History: Design and Planning in the Western Tradition*. New York: Van Nostrand Reinhold.
- Robertson, H. A., and T. K. McGee. 2003. Applying local knowledge: the contribution of oral

- history to wetland rehabilitation at Kanyapella Basin, Australia. *J. Environ. Manage.* 69: 275-287.
- Simonds, J. O. 1998. *Landscape Architecture a Manual of Site Planning and Design*. New York: McGraw-Hill, Inc.
- Tom, T. 2005. *Garden History Philosophy and Design 2000 BC to 2000 AD*. London: Routledge.
- Tom, T. 2008. *The Principles of Garden Design*. Gardenvisit.com.
- Tom, T. 2011. *European Gardens: History, philosophy and design*. London: Routledge.
- Wai, A. W. T. 2006. Place promotion and iconography in Shanghai's Xintiandi. *Habitat Int.* 30: 245-260.

Forming Aboriginal Garden: a Case Study in Seediq Tribe

Yi-Wei Chiou¹⁾ Sheng-Jung Ou²⁾

Key words: Aborigines, Seediq, Type of garden

Summary

Recently, the movement of conserving and maintaining in aboriginal tribe's and traditional architecture has gradually been noticed by public. Therefore, this study tries to form a garden scheme that was considered in the standpoint of landscape and identified by aborigines. Seediq, the latest one named by government and belonged to minor in Taiwan aboriginal tribes, is the study subject in this research. For their specific cultural trait in coexisting with the terrain of slope has not been appropriately preserved, and their common tradition is vanishing with their fading elders. In the procedure of this research, the first step is to review related literatures and analyze some classical landscape architectural cases to construct the method for analyzing Seediq's vernacular landscape and garden. Then, for obtaining Seediq's garden symbolic elements and its background factors of formation, the research proceeds the on-site investigation and in-depth interview to collect related data. The results pointed out the possible background factors and symbolic elements of Seediq garden.

1) Graduated. Student, Department of Horticulture, National Chung Hsing University.

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

Studies on Tree Pruning in Taichung City: Jian-Kang Park as an Example

Pit-Ngan Cheong¹⁾ Tung-Chi Liu²⁾

Key words: VTA, Pruning, Risk level, Topped, Flush cut

Summary

Trees that contribute to the aesthetic value in a park may bring certain hazards such as snapping branches and trunk failure that can kill and other potential risks. Thus, detecting and categorizing hazardous trees to enhance the safety level of park should be carried out. In this study, visual tree assessment (VTA), an evaluation tool developed by C. Mattheck was opted for the Jian-Kang Park trees evaluation.

The survey results show that the highest risk (level IV) tree species are *Samanea saman* at area A, *Samanea saman* and *Ficus wightiana* at area B, *Spathodea campanulata* of area C and D. The dangerous symptoms are cavities, large co-dominant branches, dry and rotting branches and stubs from tipping, asymmetry crown and fragile epicormic shoots. There are 9 trees in total, with all of them located next to the pathway. 48 trees are of risk level III (high risk), majorly with compression forks at co-dominant branches, epicormic shoots with odd bends, overlifted crowns, non-tapering trunk and asymmetry crowns. Out of 354 trees, 87% were found being topped and flush cut, causing decay and hollow parts, watersprouts which attach at a weak point, asymmetry crown etc. Trees in the park have non-tapering trunk majorly, and they are 72% of the assessed trees.

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

2) Assistant Professor, Department of Horticulture, National Chung

Introduction

Tree maintenance, especially the tree pruning in local Taiwan has not been performed in a proper way as topping and flush cut trees can be found along the street normally. Trees develop bad structure and the mechanical supports are altered. The hazardous status of trees is expected to be the main factor that contributes to the safety issues that entail whenever they are pressure-loaded (wind, rain and snow) defeating the purposes of having trees in our environment.

Researches before that focus on VTA application to evaluate dangerous trees that caused by environmental and man-causing stress. As for my research, the main driving factor for the trees assessment was because of the improper pruning that has been practiced for decades. It is important to evaluate the safety level of the trees and review the overall tree conditions when the damages were expected to be huge in a glimpse. Moreover, park is an important place for recreation and health training purposes. A safety park can be achieved with the maintenance of the park facilities as well as the presence of safety trees. My study purpose is to find out the risk status of the trees in one of the park in Taichung area, with Visual Tree Assessment (VTA). It is a method which directs the tree surveyor through a procedure of biological and structural conditions observation.

Materials and Methods

Site survey was carried out with Garmin, in order to reflect the location of the trees in map. While assessment of each tree was carried out base on the evaluation criteria decided, pictures were also taken in order to record the failure symptoms.

1. Evaluation criterias

VTA was conducted base on the 3 criterias:

- a) Topping and the emergence of epicormic shoot
- b) Flush cut and the wound level
- c) Mechanically weak aspects like trunk tapering, crown shape and the presence of weak branches.

With the segment of tree which was injured, a tree was further evaluated base on crown, fork area and main branch stem from fork and trunk.

2. Survey site

Jian-Kang Park is the biggest park in the southern region of Taichung, with the longitude, N 120° 67' 0.1" and, latitude, E 24° 11' 9.3". It was built in early 90's, with the park area proximally 5.7 hectares. There were 3 categories of the tree location: 'pathway' category for trees planted along the paved trails and the area which is frequented by publics (with the marks of the die back grass and hard soil surfaces around); 'trees in group' which refers to trees planted close to each other, with their crown canopy developed; trees that categorized under 'turf area' are those at grass-carpeted area, with certain distance from the non-pave-trails and paved trails. The park was divided into 7 plots, from plot A to plot G. Trees that were assessed in this research do not cover palm tree (in the Arecaceae family) and conifers (gymnosperms). As the trees in the park is grown from the sapling, only those with diameter at breast height (DBH, 1.3m from ground) more than 15cm were assessed. Some transplanted trees were topped at a height less than 1m, they were also omitted from the evaluation.

Table 2. Each tree location was marked with the Global Positioning System (GPS) device.

Plot	Facility	Tree species
A	Skating rink	<i>Samanea saman</i> , <i>Bombax ceiba</i>
B	Family square	<i>Ficus wightiana</i> , <i>Samanea saman</i> , <i>Bombax ceiba</i> , <i>Acer serrulatum</i> , <i>Cinnamomum camphora</i>
C	Children playground	<i>Cassia fistula</i> , <i>Sphatodea campanulata</i> , <i>Terminalia boiviini</i>
D	Muscle training area	<i>Sphatodea campanulata</i> , <i>Terminalia boiviini</i> , <i>Samanea saman</i>
E	Walking paths	<i>Sweetinia mahagony</i> , <i>Cassia fistula</i> , <i>Alstonia scholaris</i>
F	Turf area	<i>Terminalia catappa</i> , <i>Sweetinia mahagony</i> , <i>Ficus microcarpa</i>
G	Turf area	<i>Bauhinia blakeana</i> , <i>Cassia fistula</i> , <i>Sweetinia mahagony</i>

3. Risk categorization

Individual tree was evaluated on the risk of mechanical failure that is caused by bad pruning. Each tree was evaluated were graded into four levels:

Table 3. Risk level categorization.

Risk levels and symptoms
I –Fair: Minor wound that does not causing further decay and cavity with the development of woundwood (Mattheck, 1995; K. Brian, 2003, G.A. Dahle, H. H. Holt, 2006). Epicormic shoots may be available along tree trunk (Halle <i>et al.</i> , 1978); branches and in herbaceous layer of the crown but their size (DBH <5cm) are too small to bring any danger to the public, with their height < 3m from the ground level.
II- Potentially risk: The tree has some epicormic shoots (> 5cm or <5cm) at a height >3m from ground level (Karlovich <i>et al.</i> , 2000); some dried and decaying branches in the herbaceous/frutescent part of the crown after tipping at crown. Dormant sprouts, codominant branches with included bark at the trunk (A. Shigo, 1991; C. Mattheck; 1995); overlifted crown (Gilman, 2002); vertical or rubbing branches within the crown (R. W. Harris, 2004), asymmetry crown (Skatter <i>et al.</i> , 2000, Olessen, 2001), if the combination of the risk criteria fulfill, they will bring certain risk at the present or potential hazard in the future.
III- High risk: This tree possesses codominant branches or multi-stems that grow > ½ size of the originating branch (Helliwell, R. 2004; S. Kellomaki <i>et al.</i> , 1998); decay and hollow at the branch attachment point; included bark at the fork that supports high mass above; leaning trunk with dense crown which has a correction growth (branch stretch to the light direction); over-stretch non-tapering epicormic shoots (Luley <i>et al.</i> , 2002; R. Milne, 1991), asymmetry crown and slender trunk (Olessen, 2001). The listed parts are dangerous mainly because of the mass they possess and fail easier when loaded under high wind.
IV-Immediate risk: Severely decayed, cracked trunk and fork area; decaying big branch; stems or branches of arborescent part with some compression forks, supporting dense crown above; overlifted and asymmetry crown with non-tapering bole (Bruchert <i>et al.</i> , 2006; J. Bond, 2010.). The tree that is found to have the listed criteria is very dangerous as high mass is supported by obsolete structure (branch/ trunk or attachment point) (Almeras, <i>et al.</i> , 2009; J. R. Clark <i>et al.</i> , 2010). This tree can fail any moment even though there is not the presence of load.

Results

1. Location and risk level

Taichung, Jian-Kang Park

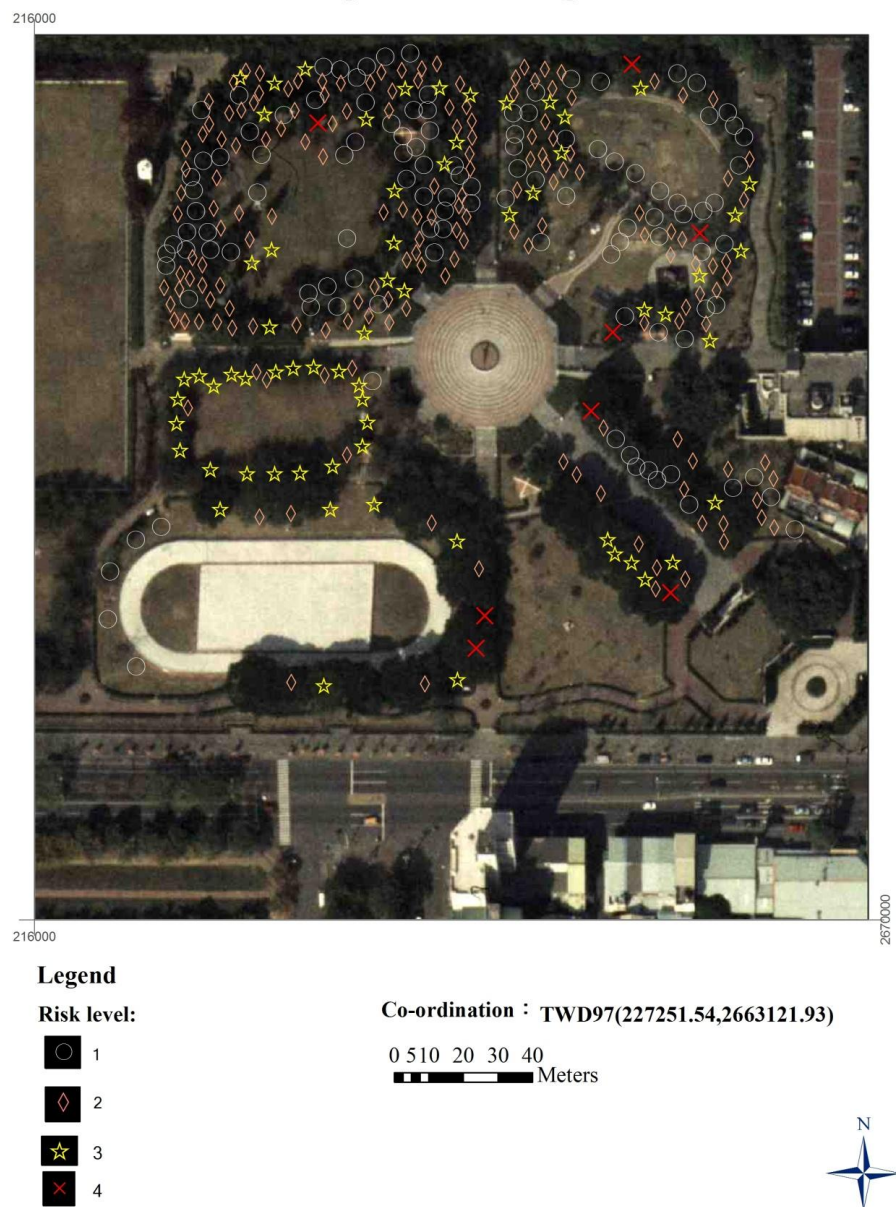


Fig. 1. Mapping of trees according to the risk levels.

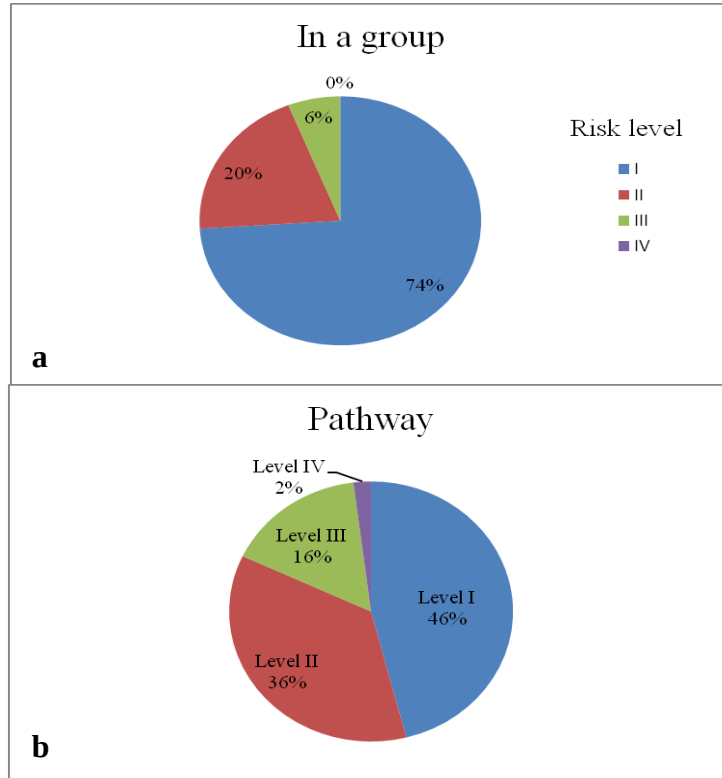


Fig. 2a,b. Different areas in the park with risk level categorization of trees.

A total of 224 trees planted along the pathway. With the consideration that trunk, branches and crown failure will threaten the lives of publics, they were attended with more pruning on crown reduction and risk reduction. However, the more they were pruned, with topping and flush cut method, pathway trees with risk level III and IV found to be more.

Trees under risk level category I mostly had their reduction pruning by tipping at the crown branches (crown reduction pruning) to create a smaller crown. At the same time, group planting showed that trees were pruned lesser and 74% of them fell under level I and regarded fairly safe. ‘Immediate risk’ trees (level IV) were not found under this group. This is because they form canopy to support each other as a group, where as the heaviest part of the tree (crown) were stabilized with high damping ratio within a group, compression forks in dense stands would be able to survive since wind loads in dense stands are limited (Mattheck, 1991).

2. Topping and flush cuts

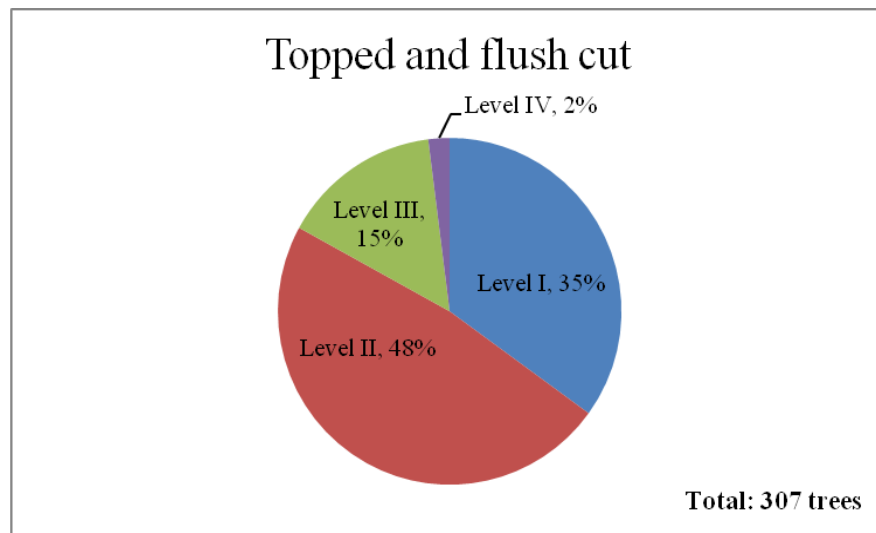


Fig 3. Improper pruning and risk level categorization of trees.

This chart shows different types of improper pruning and how they relate to the risk level of a tree. Out of 354 trees, 87% were found being topped and flush cut, causing decay, cracks and hollow parts, watersprouts which attach at a weak point, asymmetry crown etc. Trees under risk category I were wounded-trees that could not sustain the growth of epicormic shoots; with dried topped parts and stubs, woundwood or decaying spots. Most trees with risk level II, had the presence of watersprouts along tree trunks, crown, where size is very small, small sprouts that bend oddly and were rubbing with other branches and co-dominant branches that form within the crown or at a height not more than 6m from ground level.

Trees under risk category III possess co-dominant branches or multi-stems that grow $> \frac{1}{2}$ size of the originating branch; decay and hollow at the branch attachment point; included bark at the fork that supports high mass above; leaning trunk with dense crown which has a correction growth (branch stretch to the light direction); over-stretch non-tapering epicormic shoots. They can be so dangerous mainly because of the mass they possess and fail easier when loaded under high wind. Trees of risk level III and IV were found to have higher percentage of topping and flush cuts at the same time. These trees usually able to regenerate after topping but the new parts were topped again some time after so to reduce their mass. This cycle is repeated until the tree is too weak to regenerate/reiterate.

3. Tree species and improper pruning

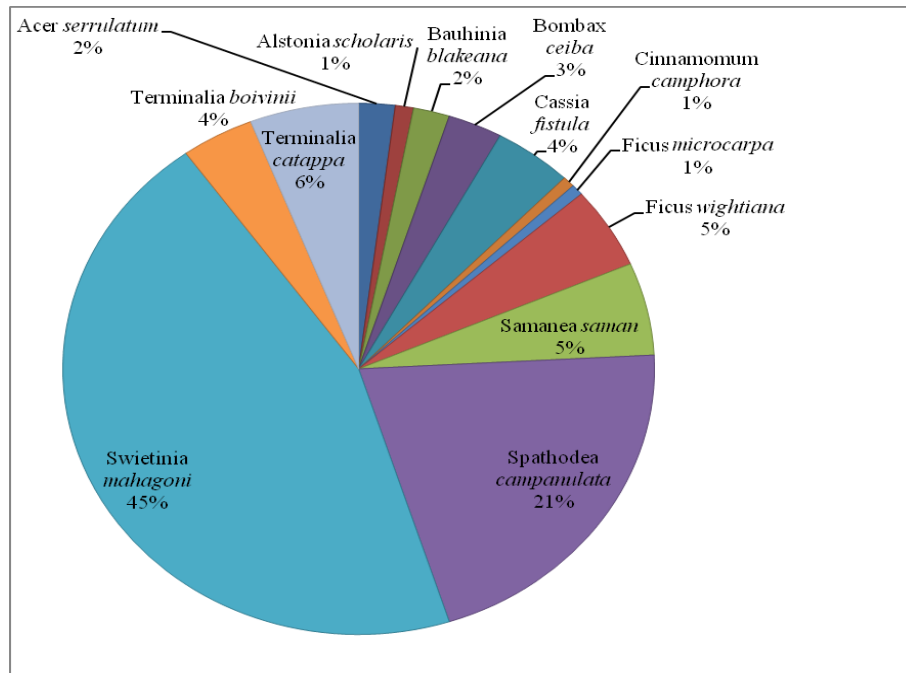


Fig 5. Topped and flush cut tree species with risk level I & II.

Swietenia trees showed high compartmentalization ability under topping and flush cut, with very less amount of trees revealing serious cavities and rotting branches/ structure, contributing to the largest group that fall under risk level I and II. Besides that, group planting also serve to reduce the risk level of this tree species as their crown form canopy that was able to support each other in high wind/rain.

Out of 71 trees, 92% of the Spathodea trees were topped and decay spread from the wound. However, 88% of them were still rated under risk level I and II. The main reason is the weak compartmentalization ability of this tree species. Decay that started from the topped area extended down to the trunk flare. Watersprouts struggle from the decaying points and majority of them do not develop into canopy. Some shoots even dried out, as the rotting are not resisted by compartmentalization. This is further supported by DBH data where 75% of the trees have DBH reading less than 30cm, little branching which contribute to sparse crown, smaller foliage size in general.

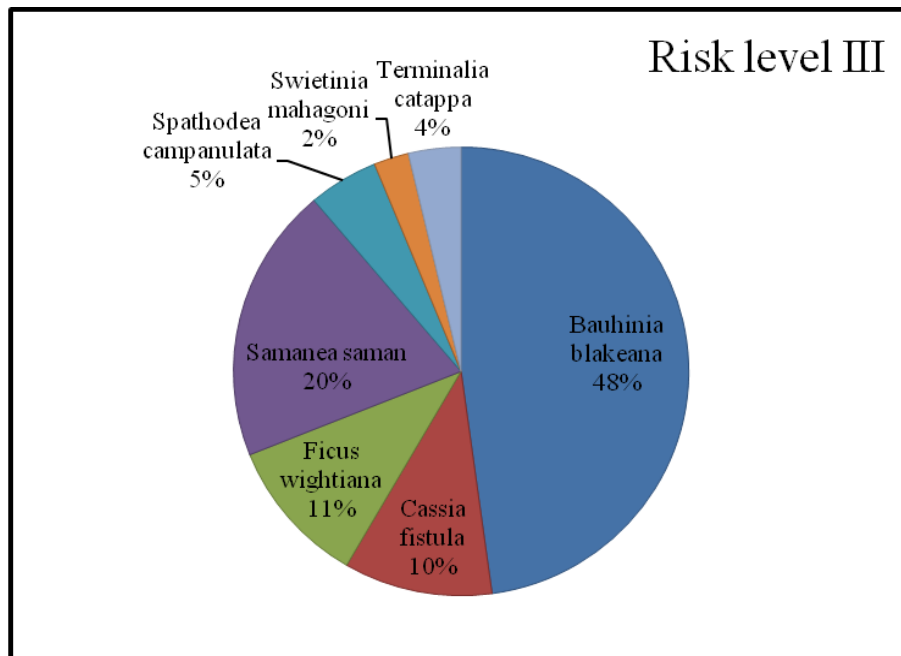


Fig 6. Topped and flush cut tree species with risk level III.

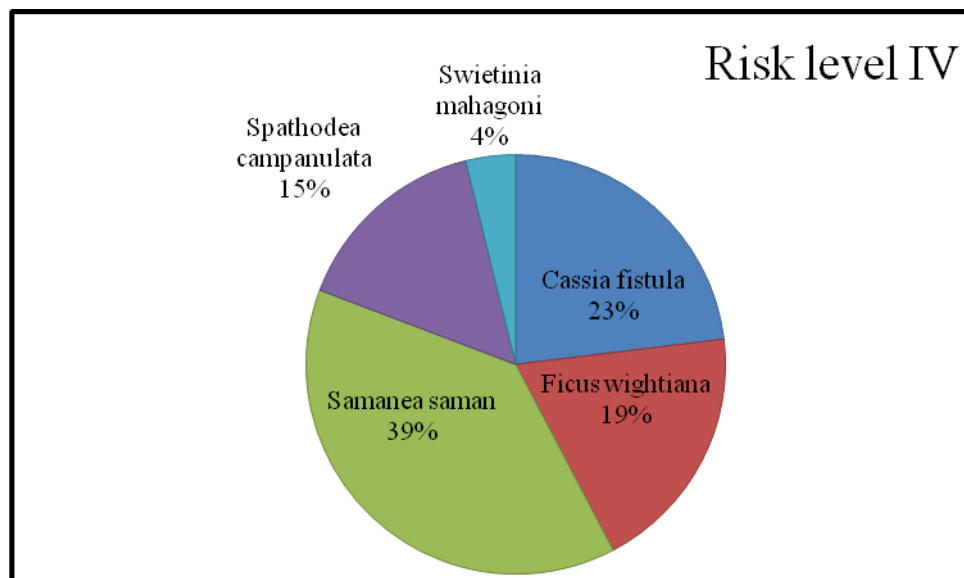


Fig 7. Topped and flush cut tree species with risk level IV.

There were variations in how different tree species react to pruning. Large pruning wounds should be avoided with species that have weak compartmentalization capability, as well as with those that do not form branch collars (Einser *et al.*, 2002). Tree species with low compartmentalization ability like *Ficus*, *Spahtodea* and *Cassia*, when receiving repeated topping and flush-cut deteriorate to become 'immediate risk' trees.

Most *Spahtodea* trees that were topped or had their big branches removed have large decays and wound that spread down to the trunk flare, cavities, numerous dried watersprouts and small DBH reading that delineates stunted growth of the trees. *Ficus wightiana* which were topped develop serious trunk decay. It is the group planting that helps reducing the possibility of mechanical failure of the trees as their crown canopy greatly enhance the damping ratio.

Cassia trees, with smaller trunk and main branches naturally, mostly topped at fork and crown segment. With the fast growing ability and the reserved storage energy, they were still able to carry out photosynthesis process. They react to repeated topping by developing numerous epicormic shoots and vigorous leave-flush. These shoots were found to have compression forks at the upper portion of the tree, high mass, dangerously thin branches, contribute to the risk level IV.

Samanea trees do not fall under the weak compartmentalization tree species. They contributed to the largest percentage of 'immediate risk' group because of the uncountable dried branches and stubs (>5cm circumference) left on trees. As *Samanea* trees grow fast to have large and long limbs, they were found to be tipped and topped halfway through the branches at whichever branches that were considered to be 'too long'. These branches dried and decayed eventually as they lost all their photosynthesis organ, and being shaded from the sunlight.

Discussion

Many trees in urban landscapes were not planted closed to each other so they develop an unnatural open form. These trees lack good mechanisms for handling the spreading low-branching habit that results from growing in the open urban or suburban landscape (Gilman *et al.*, 2005.). Without a planned pruning program and proper pruning knowledge, many trees in urban and suburban landscapes are pruned to create more safety problems. Trees were topped in order to get rid of their heavy mass in the easiest and fastest way. As this study found that group-planted trees received lesser topping and flush cut pruning, this method should be applied in the trees planting in a park. This is especially important for trees with decurrent form as they have weaker branch compare to trees with excurrent growth. These trees have more rounded outlines because there are many more branched stems with numerous V-shaped crotches. Group-planted trees form crown canopy and the dense stands reduce wind loads on weak structure. These criteria greatly contributed to the lower risk level (level II) of *Swietenia mahagoni* trees at Area E. Besides the fact that *Swietenia* was a species that produce quality hard wood and good compartmentlization ability, group planting should be adopted when planting trees in the park. *Terminalia catappa* had pagoda tree form and tier branches and thick layer of foliages for each tier layers, making it a very shady tree. This tree form made it a least-pruning tree species. *Bombax ceiba* at area A and B also come with pagoda tree form. However, this species did not able to provide shadiness like *T. catappa*. *Sphatodea campanulata* and *Ficus wightiana* should not be chosen as these species appeared to be very fragile under topping and flush cut. Another alternative to solve pruning-created-issue is to have flowering shrubs to plant along the pathway as they survive better under hard pruning and will not tend to threaten the public safetiness with weak structures.

Tree topping causes poor tree architecture like asymmetry crown and non-tapering branches (Oldeman, F. H., 1978; R. W. Harris, 2004.). Topped and flush cut trees were deformed to a point where they have dangerous structure/form (rated as risk level III and IV). The asymmetry crown produced was of imbalance mass distribution and gravity center greatly changed. These characters did not fulfill the requirement of ‘windfirm’ trees.

A tree can have their trunk topped in the first round. Some years later, the epicormic shoots that develop into main branches after the topping were mutilated again. Tree structures that are subjected to repeated-topping will have their stress concentration part to change from one point to another. A non-topped tree may have their stress concentrated at the trunk, with its crown overlifted; a topped tree will have their stress concentrated only at the sprouting point as they grow bigger. Topping causes abrupt change in shape (such as a dogleg); a sudden reduction in

surface area such as a large decay area and notches of all kinds (such as holes, cankers, bulges and cracks). These are stress raisers which serve as the primary factor that jeopardize the safety factor of the mechanical support. Structure tapering and crown symmetry serve as the secondary factors that trigger the mechanical failure of a tree. Under the negative effects mentioned, trees need to be pruned and train under a planned schedule over a period of years, especially when a crown raising is needed. Overpruned at one time will force the tree to grow taller, losing its trunk tapering and also stress the tree. From the VTA assessment, trees in this park were found to have their crown highly lifted and deprive the chance for the trees to develop proper caliper. Slender tree trunk that have lower load bearing strength compare to trunk of proper tapering. For both tree forms, low branches need to keep small so they droop and a small wound is left following removal. If large stems or upright branches form in what will become the lower of the canopy when it nears maturity, storms could break these trees easier than those pruned to a stronger structure (Gilman, 2002).

As topping and flush cut are widely applied, trees in the park need to be assessed for their risk levels or to quantify their decay levels. At the same time, research on topping and relationship with trees architecture, how different trees species react to topping and flush cut can be studied and evaluated in more detail since the dangerous and deformed trees are not to be remove at once.

References

- Almeras, T., M. Fournier, 2009. Biomechanical design and long-term stability of trees: Morphological and wood traits involved in the balance between weight increase and the gravitropic reaction. *Journal of Theoretical Biology*. 256: 370-381.
- Bond, J. 2010. Field tree load analysis: A basis method for arborists. Urban Forestry LLC. <http://www.urbanforestryllc.com/downloads/BondLoad.pdf>
- Brian, C. P. Kane, and H. Dennis P. Ryan III, 2003. Examining formulas that assess strength loss due to decay in trees: woundwood toughness improvement in red maple (*Acer Rubrum*). *J. Arboric*. 24:209-217.
- Bruchert, F., and B. Gardiner, 2006. The effect of wind exposure on the tree aerial architecture and biomechanics of Sitka Spruce. *Am. J. Bot*. 10:1512-1521.
- Campanella, B., A. Toussaint, R. Paul, 2009. Mid-term economical consequences of roadside tree topping. *Urban Forest and Urban Greening*. 8: 49-53.

- Clark, J. R., and N. Matheny, 2010. The research foundation to tree pruning: a review of the literature. *Arboriculture and Urban Forestry*. 3: 110-120.
- Dahle, G.A., H. H. Holt, 2006. Branch Strength Loss Implications for Silver Maple (*Acer saccharinum*) converted from Round-Over to V-trim. ISA Campaign, IL. pp.148-154.
- Deflorio, G., K. M. Barry, C. Johnson, C. L. Mohammed, 2007. The wound location on decay extend in plantation-grown *Eucalyptus globules* and *Eucalyptus nitens*. *Forest Ecol. Manag.* 242: 353-362.
- Dujesiefken, D., and H. Stobbe, 2009. The Hamburg Tree pruning system- A framework for pruning of individual trees. *Forestry and Urban Greening*. 1: 1-8.
- Einser, N. J., Gilman, E.F. & Grabosky, J.C. 2002. Branch morphology impacts compartmentalization of pruning wounds. *Journal of Arboriculture*. 28:99-105
- Gilman, E. F., and G.W. Knox, 2005. Pruning Type Affects Decay and Structure of Crape myrtle. *Journal of Arboriculture*. 1:310-323.
- Grabosky, J., E. Gilman, and C. Harchick, 2007. Use of branch cross-sectional area for predicting pruning dose in young field-grown *Quercus Virginia* 'Cathedral' in Florida, US. *Urban Forestry and Urban Greening*. 6: 159-167.
- Halle, F., R. A. A. Oldeman, P. B. Tomlinson, 1978. *Tropical Trees and Forests. An Architectural Analysis*. Springer-Verlag Berlin. Heidelberg, Germany. pp. 120-441.
- Harris, R. W., J. R. Clark, N. P. Matheny, 2004. *Arboriculture. Integrated management of landscape trees, shrubs, and vines*. Prentice Hall, 4th edition. pp. 15-578.
- Horacek, P. 2005. Tree statics & static assessment. Paper of the Department of Woodscience, Faculty of Forestry and Wood Technology, Mendel University of Agriculture and Forestry Brno, Czech Republic.
- Helliwell, R. 2004. A discussion of the failure of weak forks (short paper). *Arboricultural Journal*. 27: 245-249.
- Huang, Min-Shuo, 2010. Using a VTA approach to assess the damage risk of parkway trees in Taichung City. Master dissertation. Department of Landscape, Faculty of Horticulture, National Chung Hsing University. pp.82-200.
- James, K.R., N. Haritos and P. K. Ades, 2006. Mechanical stability of trees under dynamic loads. *Am. J. Bot.* 93: 1522-1530.
- Kane, B., R. Farrell, S. M. Zedaker, J.R. Loferski, and D. W. Smith, 2008. Failure mode and prediction of the strength of branch attachments. *Arboriculture and Urban Forestry*. 5: 308-316.
- Kane, B. 2008. Tree failure following a windstorm in Brewster, Massachusetts, USA. *Urban Forestry and Urban Greening*. 1: 15-23.

- Karlovich, D. A., J.W. Groninger, and D.C. David, 2000. Tree condition associated with topping in Southern Illinois communities. *Journal of Arboriculture*. 2: 87-91.
- Kellomaki, S., and H. Peltola, 1998. Silvicultural strategies for predicting damage to forests from wind, fire and snow. Research Notes 73, University of Joensuu, Faculty of Forestry, Finland.
- Lilly, S. J. 2001. Arborists' Certification Study Guide. International Society of Arboriculture. pp. 20-222.
- Lonsdale, D. 2005. Overview of techniques and procedures for assessing the probability of tree failure. Forestry Commission. Research Information Note 241.
- Luley, C. J., S. Sisinni, and A. Pleniner, 2002. The effect of pruning on service requests, branch failures, and priority maintenance in the city of Rochester, New York, U.S. *Journal of Arboriculture*. 3: 137-143.
- Luley, C. J., S. Sisinni, and A. Pleniner, 2002. The effect of wind gust on branch failures in the city of Rochester, New York, U.S. *Journal of Arboriculture* 3: 233-240.
- Mary, L. D., K. Eliana, C. L. Ramon, 2007. Hurricanes and the Urban Forest: II. Effects on Tropical and Subtropical Tree Species. *Arboriculture & Forestry*. 2: 98-112.
- Mattheck, C. 1991. Trees. The mechanical design. Springer Verlag. Berlin, Germany. pp.8-78.
- Mattheck, C. 2007. Secret design rules of nature. Verlag Forschungszentrum Karlsruhe. Berlin, Germany. pp. 15-200.
- Mattheck, C., H. Kubler, 1997. Wood – the internal optimization of trees. Springer Verlag, Heidelberg. pp. 5-110.
- Milne, R., 1991. Dynamics of swaying of *Picea sitchensis*. *Tree Physiology* 9: 383-399. 2009. What was behind the bark? –An assessment of decay among urban *Tilia*, *Betula* and *Acer* trees felled as hazardous in the Helsinki City area. Academic dissertation. Faculty of Forestry Sciences of the University of Helsinki. pp. 5-25.
- Moore, J. R. and D. A. Maguire, 2005. Natural swaying frequency and damping ratios of trees: influence of the crown structure. *Trees*. 19: 363-373.
- Mosbrugger, V., 1990. The tree habit in land plants: A functional comparison of trunk constructions with a brief introduction into the biomechanics of Trees. Springer. pp. 45-57.
- Mueller, R. J., 1985. Determinate branch development in *Alstonia scholaris* (Apocynaceae): the plagiotropic module. *Am. J. Bot.* 9: 1435-1444.
- Olessen, T. 2001. Architecture of a cool-temperate rain forest canopy. *Ecology*, 10: 2719-2730.
- Stathers, R.J., T. P. Rollerson, and S. J. Mitchell. 1994. Windthrow handbook for British Columbia forests. British Columbia Ministry of Forests, Victoria, Canada. pp. 75-83.
- Shigo, A. L. 1991. Modern arboriculture. Shigo and Trees, Associates LLC. USA. pp. 25-303.

- Shigo, A. L. 1998. A new tree biology and dictionary. Shigo and Trees, Associates LLC. USA. pp. 60-89.
- Sterken, P. 2005. A guide for tree-stability analysis. *Arboricultural Journal*. 29: 245-267.
- Schwarze, F., Engels, J., and Claus Mattheck, 2000. Fungal strategies of wood decay in trees. Springer. pp. 89-93.
- Rudnicki, M., S. J. Mitchell, and M. D. Novak, 2004. Wind tunnel measurements of crown streamlining and drag relationships for three conifer species. *Canadian Journal of Forest Research*. 27: 890-902.
- Skatter, S., B. Kucera, 2000. Tree breakage from torsional wind loading due to asymmetry. *Forest Ecol Manag*. 135: 97-103.
- Vogel, S. 1996. Blowing in the wind: storm-resisting features of the design of trees. *Jornal of Arboriculture*. 2: 92-98.

台中市的公園樹木修剪現況調查與研究 -以健康公園為例

張 僊 宴¹⁾ 劉 東 啟²⁾

關鍵字：VTA、修剪、風險水平、打頂、環枝組織被剪除

摘要：公園是公眾休閒的主要選擇的地方。樹木有助於公園的美化，營造讓人放鬆心情的美好環境。但是，不適當的樹木修剪卻能為公眾帶來一定的危害，輕者影響公園的美觀；重者殺人奪命。因此，評估和分類危險的樹木，以提高公的安全水平是必要的。在這項研究中，運用 C. Mattheck 發展出來的視覺評估(VTA)發評估健康公園樹木在長期修剪下的危險度。

調查結果顯示，風險最高(第 IV 級)的樹有有 9 棵，樹種為 A 區的兩豆樹(*Samanea saman*)，B 區的烏榕(*Ficus wightiana*)，C 和 D 區的火焰木(*Spathodea campanulata*)，它們的危險症狀為大面積的枝幹腐爛，夾皮雙主幹，腐朽的殘存樹枝，不對稱的樹冠和著附脆弱的不定芽。這些樹都在公園的鋪面路徑旁。另外，第三級風險(高風險)的樹木為 48 棵。它們的危險症狀為夾皮雙主幹與不定枝、修的過高的樹冠、太過細瘦的樹幹和不對稱樹冠。在所調查的 354 棵樹當中，87% 發現是被修剪除了環枝組織，導致腐爛、中空腐朽、著附脆弱的不定芽。另外，也發現打頂修剪後所造成不對稱冠樹的樹木。公園裡 72% 的樹木的主幹都是過於細瘦的。

1) 國立中興大學園藝學系碩士班學生。

2) 國立中興大學園藝學系助理教授。

興大園藝

第三十六卷 第四期

Effect of Ethylene Inhibitor on Cut Flower Quality of *Phalaenopsis*
Taisuco Light 'H 90-130'

.....Nares Sirigasorn, Ruey-Song Lin..... 1

長期貯藏前後檢疫處理對椪柑果實品質之影響

.....林峻緯 謝慶昌.....17

丙胺酸消旋酵素基因(*alaR*)作為甘藍之葉綠體基因
轉殖的篩選標誌基因之研究

.....廖珮君 楊明德 許文輝 曾夢蛟.....33

四品種辣椒果實成熟過程種子之生長情形

.....西志村彩 宋 好.....51

台中都會區綠地系統與結構之建置初探

.....柯嘉鈞 歐聖榮.....65

戶外環境遊憩舒適模式之探討

.....吳芋菁 黃韻璇 吳振發.....77

大學校園樹木健康・安全度與棲地因子調查與研究-以逢甲大學為例

.....劉宛純 劉東啟.....93

國立中興大學園藝學系編印

中華民國一〇〇年十二月

Effect of Ethylene Inhibitor on Cut Flower Quality of *Phalaenopsis* Taisuco Light ‘H 90-130’

Nares Sirigasorn¹⁾ Ruey-Song Lin²⁾

Key words: *Phalaenopsis*, Ethylene inhibitor, Cut flower, Quality

Summary

Effect of ethylene inhibitors on the flower quality of *Phalaenopsis* Taisuco Light ‘H90-130’ as STS, AOA, and 1-MCP ethylene inhibitors and stored at 10 °C, 15 °C and at room temperature or 25 °C. The results showed that STS inhibitors stored at 15 °C had increased fresh weight, water absorption rate, and total soluble sugar. STS stored at 15 °C showed high rate of total soluble sugar at 5-8 florets. However, 1-MCP stored at 15 °C total soluble sugars was high at 1-4 florets and 5-8 florets. AOA stored at 10 °C showed increased starch content at 1-4 flowers, 5-8 floret. STS and 1-MCP stored at 10 °C showed high respiration rate and ethylene production. Among the three ethylene inhibitors (STS, AOA, and 1-MCP) tested, 1-MCP proved to be the best at 15°C storage condition. That result showed higher value of total soluble sugar, starch, vase life; however result showed lowest fresh weight loss water absorption, respiration and ethylene production.

Introduction

Ethylene enhances senescence and shortens the vase life of many flowers. The effects of ethylene can be reduced by pre-treating flower with inhibitors of ethylene biosynthesis or action. There are several inhibitors of ethylene biosynthesis, including aminooxyacetic acid (AOA) and aminoethoxyvinyl glycine (AVG) (Yang and Hoffman, 1984). AOA inhibited ethylene production, respiration, prolong longevity of carnation flowers (Fujino *et al.*, 1980) and delayed

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

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

senescence in petals of *Hibiscus* (Woodson, 1985). There are treatments inhibitors on the response of flowers to ethylene. Pre-treatments with silver thiosulfate (STS) (Halevy and Kofranek, 1977), an anionic form of silver that was inhibits ethylene action (Veen and Geijn, 1978). Moreover, STS contains silver, an environmental pollutant, and hazard. In recent years the floriculture industry has been seeking an alternative to STS (Serek *et al.*, 1995a; Serek *et al.*, 1995b). Studies on 1-MCP responses have included commodities such as flowers (Serek *et al.*, 1995; Sisler *et al.*, 1996a; Sisler *et al.*, 1995b). 1-MCP proved an effective inhibitor of ethylene effects in Phlox cut flowers (Porat *et al.*, 1995), Alstroemeria (Serek, 1995), Campamula (Sisler, 1999), Cattleya (Yamane *et al.*, 2004).

Phalaenopsis (Kataoka *et al.*, 2004), Dendrobium (Hew, 1977), Cymbidium (Woltering, 1990), Cattleya (Yamane *et al.*, 2004), Aranda (Hew, 1987a), and lily (Susan and Jonathan, 2003) there have differences in their vase life is partly attributed to high sensitivity of ethylene. It increases ethylene production (O'Neill *et al.*, 1993). ACC oxidase of Cattleya which is in petals has an important role in shortening vase life (Yamane *et al.*, 2004).

The safety, toxicity and environment of 1-MCP are regard extremely favorable to humans, animals, and the environment (Environmental Protection Agency, 2002). 1-Methylcyclopropene (1-MCP) has been developed as a gaseous, non-toxic alternative to STS (Blankenship and Dole, 2003; Serek *et al.*, 1995). Beneficial effects of 1-MCP on many flower species such as Cattleya (Yamane *et al.*, 2004) and Phalaenopsis (Porat *et al.*, 1995).

The purpose of this is a study the effect of ethylene inhibitor of 1-Methylcyclopropene (1-MCP), aminooxyacetic acid (AOA), silver thiosulphate (STS) to extending on flower quality of *Phalaenopsis* Taisuco Light 'H90-130' cut flowers orchid of a good quality for market shipment to Japan, European countries. In this research works to prolong shelf life as well as improve our understanding physiological of the *Phalaenopsis* orchid cut flowers and how to relate ethylene responses.

Material and Methods

Material:

The *Phalaenopsis* Taisuco Light 'H90-130' cut flowers 8-9 flower blooms were bought from the Taiwan Sugar Orchids Company, Tainan, Taiwan. The sample selection of the *Phalaenopsis* cut flower was based on the variety and uniformity in growth considering vigor, height and stand. After harvesting, the cut flower orchid was immediately tested on the factors prescribed in the experiments following.

Methods:

The experiments were used three type of ethylene inhibitor chemical as (1). 250 μM 1-MCP (1-Methylcyclopentene) measured according to Sisler (1999), (2). 0.5 mM amino oxyacetic acid (AOA), and (3). 0.5 mM Silver thiosulphate (STS) on *Phalaenopsis* Taisuco Light 'H90-130' cut flowers. AOA and STS was pulse- treated for 6h as described for other flowers. There are kept on storage 10°C, 15°C and room temperature (25°C).

The different storage conditions are follows: the storage 10°C, 15°C and room storage (25°C). Each *Phalaenopsis* Taisuco Light 'H90-130' cut flowers did kept in; cool storage 10°C, 15°C and room storage (25°C) at 10 days after harvested. There were gather data effect of postharvest physiological responds to cut flower quality recording of each treatment with ten replications.

Analysis and measurement

- (1) Fresh weights of the samples were collected from individual *Phalaenopsis* cut flowers. Experiments determined depend on weight number of the day. These are measured as the difference in weight of the vial with the flower at different time of recording of each treatment with ten replications.
- (2) Water uptake of the *Phalaenopsis* cut flower is done by putting them into 25 ml tube and sealed with paraffin. Usually, water is filling continuously daily from the conical flask tube with deionizer water. Water uptake was recorded daily on individual treatment. Water uptake in transpiration rate of *Phalaenopsis* cut flower was measured at the difference weight of the vial with the flower at different time of recording treatment.
- (3) Carbohydrate analysis: Dry ground sample was weighed accurately of 0.1 g and added deionizer water of 10 ml, heated at 30°C in water bath for 3hrs, left at room temperature for 10 min. Each sample was centrifuged at 2500 rpm for 30 min (Kubota KN-70, Japan). The supernatant was decanted for analyzing total soluble sugar (TSS) and insoluble substance at the bottom of each test tube after centrifugation was taken to analyze starch. There was quantified into a spectrophotometer equipment (Hitachi, UV-2001, Japan) was measured at 490 nm.
- (4) Ethylene production and carbon dioxide was measured. An individual a spike *Phalaenopsis* cut flower enclosed in glass chambers was CO_2 and ethylene. The concentration of ethylene production and CO_2 exiting the glass jar was measured using gas chromatograph (GC-8A, Shimadzu model, Tokyo, Japan) equipment with a thermal conductivity detector (TCD) CO_2 measurement and using of a GC equipped (GC-14B, Shimadzu model, Tokyo, Japan) with a flame ionization detector (FID) ethylene measurement. An ethylene measurement method as described by Saltveit and Yang (1987) was followed.

- (5) Vase life: After the *Phalaenopsis* cut flower was treated ethylene inhibitors, the vase life data were collected. The cut flower bloom was the number of floret at 8-9 florets spike storage at 10°C, 15°C and room temperature (25°C). The flower spike was observed daily at nine o'clock in the morning until 50% of flower wilted.

Results

The fresh weight of *Phalaenopsis* cut flower showed that, STS stored 15 °C the average fresh weight was highest at 18.14% compared to fresh weight loss of AOA and 1-MCP. 1-MCP showed the low fresh weight loss was 10.45 % however it was highest weight loss to AOA treatments 16.86 % at day 9 after harvest respectively. However, the effect of STS on the fresh weight of *Phalaenopsis* showed a significant incline at 15 °C temperature, STS treatment weighed on 5.39%, 9.77%, 14.25% and 15.89% when AOA treated after 10 days at room temperature meanwhile showed intermediate fresh weight values. Thus, the best storage condition in order to maintain commercially acceptable fresh weights for *Phalaenopsis* cut flower is 15 °C with 250 nl l⁻¹ 1-MCP. (Table 1)

The results of STS treatment were further examined as well as the effects of 25 °C, 15 °C and 10 °C under the different storage conditions. The rate of water absorption at 10 °C was highest 3.14, 3.45 ml at first and 2 days after harvest (Table 2), while at 25 °C showed the high rate 2.36 ml at first day. The STS treatment showed a secondary increase in water absorption starting at day 2 for 10 °C, but did not at 15 °C temperature. The effect of AOA on water absorption in *Phalaenopsis* Taisuco Light 'H90-130' stored at 25 °C, 15 °C and 10 °C showed a general decline in the rate of water absorption (Table 3). But at 10 °C a secondary increase was observed on day 2 and day 3 as 2.45, 1.35 ml respectively. However, it is important to note that at 10 °C, storage of cut flowers showed a sudden decline from day 3 to day 5 but recovered to decreased rate of 1.35, 0.22, 0.21 ml respectively. The rate of water absorption of *Phalaenopsis* cut flower treated 1-MCP and stored at 25 °C, 15 °C, or 10 °C was determined. Results showed a similar overall decline of water absorption regardless of storage condition. But the initial rate of water absorption was significantly higher stored 10 °C and 25 °C compared to 15 °C. The result showed that storage 15 °C was a significant decline in the low rate of water absorption on first to day5 respectively (Table 4).

Table 1. Fresh weight loss of cut flower *Phalaenopsis* Taisuco Light 'H90-130' 10 days after treatment of ethylene inhibitor and storage at 15 °C.

Inhibitor	Fresh weight loss (%) days after harvest				
	1	3	5	7	9
STS ^y	5.39a ^z	9.77a	14.25a	15.89a	18.14a
AOA	5.27b	8.72b	13.23b	14.31b	16.86b
1-MCP	1.98c	2.71c	3.22b	6.23c	10.45c

^z Mean separation with columns by Duncan's multiple range test at $P \leq 0.05$.

^y Flower pulsed 0.5 mM STS or AOA 0.5 mM for 6 hrs and fumigated 250 nl l⁻¹ 1-MCP for 12 hrs each with treated 15 °C storage day 10 after harvested.

Table 2. Effect of temperature on the water absorption of cut flower of *Phalaenopsis* Taisuco Light 'H90-130' pulsed 0.5 mM STS for 6 hours.

Storage temperature	Water absorption (ml/stem/day) days in vase				
	1	2	3	4	5
25 °C ^y	2.96b ^z	2.38b	2.16b	1.96a	0.95a
15 °C	2.25c	2.12c	1.91c	1.90a	0.84a
10 °C	3.14a	3.45a	2.55a	1.98a	0.92a

^z Mean separation with columns by Duncan's multiple range test at $P \leq 0.05$.

^y Flower was pulsed 0.5 mM STS for 6 hrs each storage at 25 °C, 15 °C and 10 °C with day 10 after harvested.

Table 3. Effect of temperature on the water absorption of cut flower of *Phalaenopsis* Taisuco Light 'H90-130' pulsed 0.5 mM AOA for 6 hours.

Storage temperature	Water absorption (ml/stem/day) days in vase				
	1	2	3	4	5
25 °C ^y	2.25a ^z	2.05b	1.08b	0.91b	0.85a
15 °C	2.18b	1.93c	1.16b	1.92a	0.82a
10 °C	2.12b	2.45a	1.35a	0.23c	0.21b

^z Mean separation with columns by Duncan's multiple range test at $P \leq 0.05$.

^y Flower pulsed 0.5 mM AOA for 6 hrs at 25 °C, 15 °C and 10 °C with day 10 after harvested.

Table 4. Effect of temperature on the water absorption of cut flower of *Phalaenopsis* Taisuco Light 'H90-130' 1-MCP fumigated for 12 hours.

Storage temperature	Water absorption (ml/stem/day) days in vase				
	1	2	3	4	5
25 °C	3.12a ^z	2.87a	1.93a	1.92a	1.87a
15 °C	2.62b	2.25b	1.37b	0.96b	0.92b
10 °C	3.22a	2.91a	1.94a	1.98a	1.88a

^z Mean separation with columns by Duncan's multiple range test at $P \leq 0.05$.

^y Flower treated with 1-MCP for 12 hrs at 25 °C, 15 °C and 10 °C with day 10 after harvested.

The percent total soluble sugar found in 1-4 florets was highest among the floral parts tested for STS influence (Table 5) at 15°C and 25 °C was 8.49% and 7.14%, respectively. There was a decreasing trend in the Total soluble sugar of the floral parts from low (1-4 florets) at 10°C. The effect of STS stored 15°C was observed to maintain the levels of Total soluble sugar in 5-8 floret parts with averaged 6.97% compared to 5.39% at 10 °C and 6.45% at 25 °C respectively. The effect of AOA on the total soluble sugar (Table 6) showed an interesting trend when stored at 10 °C. The amount of Total soluble sugar in 5-8 floral parts was significantly highest which averaged 8.85% compared to 25 °C (5.45%), 15 °C (6.64%), respectively. The AOA treatment showed that 10°C storage, the Total soluble sugar was maintained at higher levels in 1-4 florets and 5-8 floret parts compared to room temperature and 15 °C.

1-MCP storage 15 °C showed the highest average Total soluble sugar at 9.64%, followed by 9.25% at 25 °C and 6.56% at 10 °C (Table 7). It was interesting to note that the 1st-4th florets and 5th-8th florets position displayed a higher percent Total soluble sugar at 15°C and 25 °C. 1-MCP can be used to effectively promote higher Total soluble sugar rates. AOA treatment was effective when cut flowers are stored at 10 °C. For STS treatment and subsequent storage at 15 °C was most significant in maintaining Total soluble sugar levels in all floral parts.

The effect of STS on the starch content of *Phalaenopsis* Taisuco Light 'H90-130' was analyzed at 15 °C, 1st – 4th florets showed the highest starch content with 9.89% and was observed from the 5th – 8th florets (8.81%). On the other hand, at 10 °C very low starch content was recorded 4.42% for 1st-4th florets and 3.56% with 5th to 8th florets respectively the average starch content in this specific storage condition (Table 8).

Table 5. Effect of temperature on total soluble sugar of cut flower of *Phalaenopsis* Taisuco Light 'H90-130' pulsed STS for 6 hours.

Temperature	Total Soluble Sugar (%DW) of flower organ	
	1 st to 4 th florets	5 th to 8 th florets
25 °C	7.14a ^z	6.45a
15 °C	8.49a	6.97a
10 °C	5.35b	5.39c

^z Mean separation with columns by Duncan's multiple range test at $P \leq 0.05$.

^y Flower pulsed 0.5 mM STS for 6 hrs at 25 °C, 15 °C and 10 °C with day 10 after harvested.

Table 6. Effect of temperature on total soluble sugar of cut flower of *Phalaenopsis* Taisuco Light 'H90-130' pulsed AOA for 6 hours.

Temperature	Total Soluble Sugar (%DW) of flower organ	
	1 st to 4 th florets	5 th to 8 th florets
25 °C	5.31c ^z	5.45c
15 °C	6.15b	6.64b
10 °C	8.37a	8.85a

^z Mean separation with columns by Duncan's multiple range test at $P \leq 0.05$.

^y Flower pulsed 0.5 mM AOA for 6 hrs at 25 °C, 15 °C and 10 °C with day 10 after harvested.

Table 7. Effect of temperature on total soluble sugar of cut flower of *Phalaenopsis* Taisuco Light 'H90-130' 1-MCP fumigated for 12 hours.

Storage temperature	Total soluble sugar (%DW) of flower organ	
	1 st to 4 th florets	5 th to 8 th florets
25 °C	9.25a ^z	9.16a
15 °C	9.64a	9.58a
10 °C	6.56b	7.19b

^z Mean separation with columns by Duncan's multiple range test at $P \leq 0.05$.

^y Flower treated 1-MCP for 12 hrs at 25 °C, 15 °C and 10 °C with day 10 after harvested.

Table 8. Effect of temperature on starch of cut flower of *Phalaenopsis* Taisuco Light ‘H90-130’ pulsed STS for 6 hours.

Storage temperature	Starch (%DW) of flower organ	
	1 st to 4 th florets	5 th to 8 th florets
25 °C	8.41b ^z	7.33b
15 °C	9.89a	8.81a
10 °C	4.42c	3.56c

^z Mean separation with columns by Duncan’s multiple range test at $P \leq 0.05$.

^y Flower pulsed 0.5 mM STS for 6 hrs at 25 °C, 15 °C and 10 °C with day 10 after harvested.

Effect of AOA treatment on the starch content of 1st - 4th florets stored at 10 °C (Table 9) showed significantly high values 9.21% compared to 25 °C and 15 °C with 4.61% and 7.16%, respectively. Florets at the 5th - 8th position at 10 °C showed higher starch content (9.54 %) compared to storage 15 °C and 25 °C respectively.

Treatment with 1-MCP showed a decreasing trend in terms of floral position and storage condition (Table 10.). Such that, 1-4 florets and 15 °C recorded the highest starch content with 8.39% while, conversely, at room temperature and 10 °C showed the lowest at 7.53% and 5.86% respectively. The average values of starch contents shown in a descending manner at 15 °C for 8.18%, 10 °C for 5.28% and at room temperature for 6.81%.

Table 9. Effect of temperature on starch of cut flower of *Phalaenopsis* Taisuco Light ‘H90-130’ pulsed AOA for 6 hours.

Storage temperature	Stach (%DW) of flower organ	
	1 st to 4 th florets	5 th to 8 th florets
25 °C	4.61c ^z	5.18c
15 °C	7.16b	6.56b
10 °C	9.21a	9.54a

^z Mean separation with columns by Duncan’s multiple range test at $P \leq 0.05$.

^y Flower pulsed 0.5 mM AOA for 6 hrs at 25 °C, 15 °C and 10 °C with day 10 after harvested.

Table 10. Effect of temperature on starch of cut flower of *Phalaenopsis* Taisuco Light 'H90-130' 1-MCP fumigated for 12 hours.

Storage temperature	Starch (%DW) of flower organ	
	1 st to 4 th florets	5 th to 8 th florets
25 °C	7.53b ^z	6.81b
15 °C	8.39a	8.18a
10 °C	5.86c	5.28c

^z Mean separation with columns by Duncan's multiple range test at $P \leq 0.05$.

^y Flower treated 1-MCP for 12 hrs at 25 °C, 15 °C and 10 °C with day 10 after harvested.

The results were affected of ethylene inhibitors upon the addition of ethylene on the respiration rate of *Phalaenopsis* cut flowers. Some of the treatments within of 1 nl l⁻¹ C₂H₄ for 1-MCP ranging storage periods of 6, 12 and 18h initial respiration rates (day1) were significantly highest with values ranging from 1.96-4.99 CO₂ ml/kg.h.(Table 11.) Interestingly, treatment of 1-MCP 6h+ C₂H₄ showed a higher respiration rate of 4.99 CO₂ ml/kg.h. 1-MCP 12 hrs+ C₂H₄ showed enough prevented exogenous ethylene. Whatever, STS treatment at the first 2nd, 3rd, 4th and 5th days after harvest, a highest rate of respiration with values of 4.24, 2.83, 2.82, 2.47 and 6.36 CO₂ ml/kg.h, respectively.

STS treatment at 10 °C (Table 12) showed the highest level of respiration rate, with a peak at day 3 and 5 with 5.25 and 6.35 CO₂ ml/kg.h. There was a general increase in respiration rate in all storage conditions at 5days. AOA treatment showed a similar trend of increased respiration rate at day 5 regardless of storage condition. But from first day to 3 days the respiration rate at 25 °C was significantly high at 3.67, 3.98 and 3.87 CO₂ ml/kg.h. respectively (Table 13.). AOA treatment at 15°C showed lowest level was respiration rate.

1-MCP treatment at 10 °C (Table 14) showed the highest of respiration rate, with a peak at 1st day was 2.43 CO₂ ml/kg.h. and high respiration rate 2-5days. At day 5, there was a general increase in respiration rate in all storage conditions. 1-MCP treatment 15 °C showed a lower respiration rate was 1.60, 1.39, 1.11, 1.19 and 2.01 CO₂ ml/kg.h day2, 3, 4 and day5 of storage condition respectively.

Treatment with 1-MCP stored for 6, 12 or 18h showed a significant inhibition of C₂H₄ production (0.02 and 0.06 2 C₂H₄ nl l⁻¹) at day 1. The addition of 1 nll⁻¹ C₂H₄ exhibited a higher rate of C₂H₄ production. However, 1-MCP 12 h+ C₂H₄ and 1-MCP 18h + C₂H₄ at day first, second, 3 days was prevented exogenous ethylene lowest in C₂H₄ production rate rang at 0.10 to 0.13 C₂H₄ nl l⁻¹.

Table 11. Respiration rate of cut flower of *Phalaenopsis* Taisuco Light 'H90-130' after kept at room temperature 25 °C and difference ethylene inhibitors within ethylene.

Treatment	Respiration rate (CO ₂ ml/kg.h) days after harvest				
	1	2	3	4	5
STS	4.24a ^z	2.83a	2.82a	2.47a	6.36a
AOA	3.12b	2.49b	1.87b	1.86b	4.98b
1-MCP 6 h	2.39c	1.52d	1.52c	1.31c	3.04c
1-MCP 12h	2.17d	1.31e	1.08e	1.07d	2.61d
1-MCP 18h	1.96e	1.30e	1.31d	1.09d	1.35e
1-MCP 6h + C ₂ H ₄	4.99a	1.74c	1.73b	1.11d	1.52e
1-MCP 12h + C ₂ H ₄	2.38c	1.53d	1.52c	2.39a	1.34e
1-MCP 18h + C ₂ H ₄	2.18d	1.31e	1.33d	1.32c	1.32e

^z Mean separation with columns by Duncan's multiple range test at P≤0.05.

^y Flower pulsed 0.5 mM STS or 0.5 mM AOA for 6 hrs and 250 nl⁻¹ 1-MCP for 6, 12, 18 hrs and within C₂H₄1nl⁻¹.

Table 12. Respiration rates of cut flower of Taisuco Light 'H90-130' after STS pulsing for 6 hours and kept at different temperatures.

Storage temperature	Respiration rate (CO ₂ ml/kg.h) days after harvest				
	1	2	3	4	5
25 °C	2.83b ^z	3.18a	2.12b	2.47a	4.95b
15 °C	2.24c	1.83c	1.62c	2.03b	3.25c
10 °C	3.28a	2.63b	5.25a	2.18b	6.35a

^z Mean separation with columns by Duncan's multiple range test at P≤0.05.

^y Flower pulsed 0.5 mM STS for 6 hrs at 25 °C, 15 °C and 10 °C with day 10 after harvested.

Table 13. Respiration rates of cut flower of *Phalaenopsis* Taisuco Light 'H90-130' after AOA for 6 hours and kept at different temperatures.

Storage temperature	Respiration rate (CO ₂ ml/kg.h) days after harvest				
	1	2	3	4	5
25 °C	3.67a ^z	3.98a	3.87a	2.49a	5.61a
15 °C	2.46b	2.91b	2.90b	2.45a	3.35b
10 °C	2.58b	2.84b	2.58b	2.13b	2.86c

^z Mean separation with columns by Duncan's multiple range test at P≤0.05.

^y Flower pulsed 0.5 mM AOA for 6 hrs at 25 °C, 15 °C and 10 °C with day 10 after harvested.

Table 14. Respiration rates of cut flower of *Phalaenopsis* Taisuco Light 'H90-130' after 1-MCP fumigates at different temperatures.

Storage temperature	Respiration rate (CO ₂ ml/kg.h) days after harvest				
	1	2	3	4	5
25 °C	1.73b ^z	1.53b	1.30b	1.52b	2.39b
15 °C	1.60c	1.39c	1.11c	1.19c	2.01c
10 °C	2.43a	2.21a	1.77a	1.99a	3.11a

^z Mean separation with columns by Duncan's multiple range test at P≤0.05.

^y Flower treated 1-MCP for 12 hrs at 25°C, 15°C and 10°C with day 10 after harvested.

Table 15. Ethylene production of cut flower of *Phalaenopsis* Taisuco Light 'H90-130' after ethylene inhibitors and kept at 25 °C temperatures.

Treatment	Ethylene production (nl/g.h) days after harvest				
	1	2	3	4	5
STS	0.14b ^z	0.14b	0.10d	0.43c	0.07e
AOA	0.05d	0.06d	0.18b	0.46c	0.25a
1-MCP 6 h	0.06d	0.14b	0.14c	0.46c	0.21b
1-MCP 12h	0.02e	0.11c	0.07e	0.37d	0.19c
1-MCP 18h	0.02e	0.10c	0.06e	0.31d	0.14d
1-MCP 6h + C ₂ H ₄	0.36a	0.62a	0.56a	0.75a	0.05f
1-MCP 12h + C ₂ H ₄	0.12c	0.11c	0.13c	0.64b	0.04f
1-MCP 18h + C ₂ H ₄	0.11c	0.10c	0.11d	0.32d	0.21b

^z Mean separation with columns by Duncan's multiple range test at P≤0.05.

^y Flower pulsed 0.5 mM STS or 0.5 mM AOA for 6 hrs and 250 nl⁻¹ 1-MCP for 6, 12, 18 hrs and within C₂H₄1nl⁻¹.

The vase life of *Phalaenopsis* stored at 15°C day10 determined by ethylene inhibitor of STS, AOA, 1-MCP 12h treatment stored. Table 16 showed that 1-MCP 12h significantly extended vase life rate at the day 12.56 to comparative. STS and AOA decrease value ranging of 8.24 to 10.19 days. Storage at 10 °C showed that 1-MCP 12h shorten vase life rate at the day 5.84 and 5.61 to 5.75 days with STS and AOA decrease value of vase life. Storage at 25 °C showed that AOA significantly extended vase life rate at the day 6.64 to comparative. STS and 1-MCP 12h decrease value ranging of 6.21 to 6.55 days respectively.

Table 16. Vase life of cut flower of *Phalaenopsis* Taisuco Light 'H90-130' at 10 °C, 15 °C and 25 °C stored and different ethylene inhibitors.

Treatment	Vase life (Days)		
	10 °C	15 °C	25 °C
STS	5.61a ^z	8.24c ^z	6.21b ^z
AOA	5.75a	10.19b	6.64a
1-MCP	5.84a	12.56a	6.55a

^z Mean separation with columns by Duncan's multiple range test at $P \leq 0.05$.

^y Flower was treated 1-MCP fumigated for 12 hrs each storage at 25 °C, 15 °C and 10 °C with day 10 after harvested.

Discussion

Effects of 1-MCP 12h at 15 °C more effective fresh weight *Phalaenopsis* Taisuco Light 'H90-130' cut flower was high rate of fresh weight. Both of STS and AOA was high fresh weight same as 1-MCP treatment. 1-MCP 250 nll⁻¹ at 15°C storage was lower water absorption. Water absorption rate of STS with 15 °C storage showed lower absorption rate same as 1-MCP 15 °C storage of cut flower. Other handle AOA was lower water absorption rate by treated with 10 °C storage. Effect of 1-MCP with 15 °C was highest percent of TSS as 1-4 florets 5-8 florets. STS with 15 °C storage showed high percent rate TSS. In the cash of AOA more effective storage condition with 10 °C storage showed 1-4 florets and 5-8 florets position. Effect of 1-MCP on starch of *Phalaenopsis* cut flower was high percent starch with 15°C storage. Storage condition of 10 °C with AOA was effective than 15 °C storage and room storage. STS with 15 °C storage showed high rate starch at 1-4 floret and flower stem. Respiration rate of *Phalaenopsis* cut flower on 1-MCP 15 °C was low rate of respiration. 1-MCP 10°C storage was more effective high respiration rate than 15 °C storage and 25 °C room temperature. In

Phalaenopsis Taisuco Light 'H90-130' cut flower 1-MCP has been reduced respiration rate and according noted *Alstroemeria* spp (Serek *et al.*, 1995). Applications of 1-MCP 250 nl l⁻¹ 12 to 18 h at 15 °C was effective cut flower prevent ethylene production. Storage condition low temperature has been used effective relationships exist between time and temperature. 1-MCP applications at low temperatures are not effective on some crops. Application low concentration of 1-MCP 5 or 25 nl l⁻¹ with low temperature at 2 °C was not effective *Penstemon* 'Firebird'. However, application at 20 °C of *Alstroemeria* spp., *Antirrhinum* majus result a complete protected exogenous ethylene (Serek *et al.*, 1995a). *Phalaenopsis* 'Herbert Hager' 250 nl l⁻¹ at 22°C 6 h was prevented the pollination induced in ethylene production and the enhanced senescence the flower (Porat *et al.*, 1995). *Phalaenopsis* Taisuco Light 'H90-130' cut flower orchid position 1-4 floret has been effective starch and Total soluble sugar. When applying 1-MCP plant development stage must be considered effects vary with plant maturities. Carnation flower (single flower), Delphinium, Gypsophiliapaniculata (spike flower) may be completely protected from ethylene (sisler *et al.*, 1996). TSS was higher in 1-MCP treated *Phalaenopsis* Taisuco Light 'H90-130' cut flower.

Studies treatment duration ranged from 12 to 18 h has been sufficient to achieve a full response prevented exogenous ethylene *Phalaenopsis* Taisuco Light 'H90-130' flower. An exposure of 1-MCP 250 nl l⁻¹ 6 h + C₂H₄ 1 nl l⁻¹, STS 0.5mM + C₂H₄ 1 nl l⁻¹ was used not enough to induce respiratory or ethylene production. A time and temperature relationship was noted with *Lupinus havardii* 'Texas Sapphire' 1-MCP 450 nl l⁻¹ temperature 15°C 12 h was reduce fresh weight loss and reduced flower abscission (Picchioni *et al.*, 2002). *Lilium* 'Mona Lisa' and 'Stargazer' 1-MCP 500 nl l⁻¹ 25°C 18h prevented effects of exogenous ethylene (Celikel *et al.*, 1001). 1-MCP will protect plant products from both endogenous and exogenous source of ethylene (Sisler *et al.*, 1999). *Gypsophila* flowers open was delayed by 1-MCP and STS but delayed senescence of floral buds not opened treatment (Newman *et al.*, 1998).

1-MCP 250 nl l⁻¹ 12 h prevented exogenous ethylene induces increase in electrical conductivity in *Phalaenopsis* Taisuco Light 'H90-130' cut flower. 1-MCP prevented exogenous induce ethylene increase in electrolyte leakage, decrease membrane protein and decrease lipid fluidity in petunia flower (Serek *et al.*, 1995 d).

Reference

- Blankenchip, S. M. and J. M. Dole. 2002. 1-Methylcyclopropene, review. Post. Biol. Techn. 28: 1-25.
- Fujino, D. W., M. S. Reid and S. F. Yang. 1980. Effect of aminooxyacetic acid on postharvest characteristics of carnation. Acta Hort. 113:59-64
- Halevy, A. H. and A. M. Kofranek. 1977. Silver treatment of carnation flower for reducing ethylene damage and standing longevity. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 102: 76-77.
- Hew, C. S. 1997. The Physiology of Tropical Orchids in Relation to the Industry. WorldSci. Pub. pp37-128.
- Hew, C. S. 1987. Factors affecting the longevity of cut *Aranda* flower. Acta Hort. 205: 195-202.
- Kataoka, K., K. Sumitomo, T. Fudano and K. Kawase. 2004. Changes in sugar content of *Phalaenopsis* leaves before floral transition. Sci. Hort. 102:121-132.
- Ketsa, S. and N. Kosonmethakul. 1996. Prolong vase life of *Dendrobium* flowers: the substitution of aluminum sulfate and cobalt chloride for silver nitrate in holding solution. Acta. Hort 543: 109-117
- Porat, R., A. Borochoy and A. H. Halevy. 1995. Factors affecting ethylene sensitivity in *Phalaenopsis* orchid flowers. Acta Hort. 420: 118-124
- Serek, M., E. C. Sisler and M. S. Reis. 1995a. Effects of 1-MCP on the vase life and ethylene response of cut flowers. Plant Growth Regul. 16: 93-97.
- Serek, M., E. C., Sisler and M. S. Reid. 1995b. 1-Methylcyclopropene, a novel gaseous inhibitor of ethylene action, improves the life of fruits, cut flowers and potted plants. Acta Hort. 394: 337-345.
- Sisler, E.C., E. Dupile and M. Serek. 1996a. Effect of 1-methylcyclopropene and methylenecyclopropene on ethylene blindsiding and ethylene action on cut carnations. Plant Growth Regul. 18: 79-86.
- Sisler, E. C., M. Serek and E. Dupille. 1996b. Comparison of cyclopropene, 1-methylcyclopropene, and 3, 3-dimethylcyclopropene as ethylene antagonists in plants. Plant Growth Regul. 18: 164-174.
- Sisler, E. C., M. Serek, E. Dupile and R. Goren. 1999. Inhibition of ethylene responses by 1-methylcyclopropene and 3-methylcyclopropene. Plant. Growth. Regul. 33: 107-110.
- Susan, S. H. and A. M. Jonathan. 2003. Role of ethylene in postharvest quality of cut oriental lily 'Stargazer'. Plant Growth Regul. 40: 213-222.
- Veen, H. and V. Geijin. 1978. Mobility and ionic form silver as related to longevity of cut carnations. Planta 140: 93-96.

- Woodson, W. R. 1985. Role of ethylene in the senescence of isolated hibiscus petals. *Plant Physiol.* 99: 526-532.
- Yamane, K., Y. Yamaki and N. Fujishige. 2004. Effects of exogenous ethylene and 1-MCP on ACC oxidase activity, ethylene production and vase life in *Cattleya* Alliances. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 73: 128-133.
- Yang, S. F. and N. E. Hoffman. 1984. Ethylene biosynthesis and its regulation in higher plants. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 35: 155-189.

乙烯抑制劑對蝴蝶蘭雜交品種切花品質之影響

施立松¹⁾ 林瑞松²⁾

關鍵字：蝴蝶蘭、乙烯抑制劑、切花、品質

摘要：本研究在探討乙烯抑制劑對蝴蝶蘭雜交品種 (*Phalaenopsis* Taisuco Light ‘H 90-130’)切花品質之影響。在三種乙烯抑制劑(STS, AOA 和 1-MCP)之間，其結果指出，使用 STS 乙烯抑制劑儲藏在 15 ℃ 下會增加鮮重、吸水率以及全可溶性糖且 5-8 朵花的全可溶性糖較高，而 1-MCP 儲藏在 15℃ 下全可溶性糖在 1-4 朵及 5-8 朵花較高。AOA 儲藏在 10℃ 下其 1-4 朵及 5-8 朵花的澱粉量增加。使用 STS 以及 1-MCP 儲藏在 10 ℃ 下有較高的呼吸率以及乙烯生成率。本實驗所使用的三種乙烯抑制劑之效果，以 1-MCP 於 15 ℃ 之下處理的效果最佳，表現出最高的總可溶性糖、澱粉、瓶插壽命值。

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。

長期貯藏前後檢疫處理對極柑果實品質之影響

林峻緯¹⁾ 謝慶昌²⁾

關鍵字：長期貯藏、極柑、檢疫、品質

摘要：本試驗探討在長期貯藏前後進行檢疫處理對極柑果實品質之影響。結果顯示先進行貯藏後再行外銷低溫檢疫貯運流程，在第 6 週經低溫檢疫後回溫則會有明顯寒害腐爛情形，並隨貯藏時間延長而日益嚴重，因此可行時間僅有 4 周。若先進行低溫檢疫後再行貯藏則可延至 10 週，因之後則有較明顯之乾米與浮皮現象而降低品質，因此極柑長期貯藏之外銷流程應先進行低溫檢疫後再行貯藏較佳。

前言

極柑(*Citrus reticulata* Blanco)為台灣重要經濟果樹之一，具有良好品質，是外銷日本之主要水果之一。而極柑在十一月中旬開始盛產，產品過於集中進入市場，因此常在十二月時出現供過於求，因而導致滯銷與價格低落，因此需要貯藏技術來進行調節供應(劉，2005a;李，2009)。

台灣極柑外銷至日本前須要經過檢疫處理(黃與劉，2007；陳與張，2009)。目前低溫檢疫處理為將果肉溫度降到 $\leq 1^{\circ}\text{C}$ 之後，維持在 0°C 至 1°C 之間 14 天(劉與韓，2002)。目前極柑船運至日本時間需經過 7 日左右之船運時間。劉等(1998b)認為極柑與桶柑貯藏的最適溫度在 $12.5\text{--}15^{\circ}\text{C}$ 。貯藏在 20°C 以上會有腐爛率與失重率提高，且果色不佳之問題；而貯藏在 10°C 可能會發生寒害與果肉異味。劉等(2001)指出，極柑及桶柑貯藏在 12.5°C 可以減少失重並提升外觀品質，但可能導致少數果實有異味的發生。

在貯藏期間之品質變化上，劉等(2005a)研究指出，極柑、桶柑與柳橙的可溶性固形物含量在貯藏初期有些微上升，延長貯藏時間後則會緩慢下降，約三個月後下降幅度有加快速勢。可滴定酸的含量變化上，極柑一開始下降較為緩慢，在一個月後則稍微加快速度，

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副教授，通訊作者。

經過三個月的貯藏後只剩下採收時的四成；桶柑及柳橙兩者相似，均緩慢趨勢下降，經過五個月之後，約只剩下原始的 50%(劉等，2005a)。糖酸比變化皆為貯藏初期上升較為緩慢，而後期速度加快；其中椪柑變化速度較為快速，而桶柑與柳橙相近，上升速度相對較緩，其糖酸比的變化主要是由於酸含量的改變所造成(劉等，2005a)。

腐爛率為柑桔果實貯藏的指標之一，在椪柑在貯藏初期腐爛率相當低，但經過 3 個月的貯藏後腐爛率會明顯的上升，因此在商業上如發現腐爛率有明顯的上升時，應該停止貯藏(劉等，2005a)。在綠蒂率的變化上，由於台灣柑桔採收時皆會保留果蒂，綠蒂可做為果實新鮮的一種象徵，在貯藏過程中有些果蒂會保持綠色，有些則會褐化，綠蒂率為緩步下降但與果實內部品質無直接相關，且在外國許多的柑桔類果實並無保留果蒂，因此並無此項考慮(劉等，2005a)。

因此，本試驗目的為探討椪柑果實貯藏前或後進行低溫檢疫，與模擬外銷至日本流程對果實品質之影響與變化。

材 料 與 方 法

一、試驗材料

本試驗材料來自嘉義縣梅山鄉梅山合作農場周姓果農所生產。試驗期間於 2009 年 11 月開始至隔年 3 月。取樣果實多已部分轉色，挑選果實大小相近，保有果蒂與外觀無損傷之果實進行試驗。

二、試驗方法

(一) 長期貯藏後檢疫處理對椪柑果實品質之影響

將果實送回實驗室後以甲基多保淨(Thiophanate methyl)(700 ppm) + 2,4-D(100 ppm)混合液浸泡四分鐘後，靜置 2 日晾乾，以厚約 0.03mm 的 PE 袋逐果包裝，將封口扭結後朝下放入籃中。分別於 15℃ 下貯藏 2 至 18 週後，移至 1℃ 冷藏庫中進行低溫檢疫處理 14 天，結束後轉入 18℃ 下貯藏 1 週以模擬運輸及到貨貯藏，隨後置於 25℃ 下回溫 3 天模擬貯架壽命。每處理 30 重複，每重複一顆果實。長期貯藏，低溫檢疫，模擬運輸後測定果實轉色程度與顏色指標，經過 25℃ 回溫進行品質測定；並於每周挑除並統計於 15℃ 下貯藏果實腐爛情形。每階段處理 30 重複，每重複 1 顆果實。

(二) 檢疫處理後長期貯藏對椪柑果實品質之影響

與上一個實驗相同方法處理果實後，至 1℃ 冷藏庫中進行低溫檢疫處理 14 天，移至 15℃ 下貯藏 0 至 16 週後，結束後轉入 18℃ 下貯藏 1 週以模擬運輸及到貨貯藏，隨後置於 25℃ 下回溫 3 天模擬貯架壽命。每處理 30 重複，每重複 1 顆果實。長期貯藏，模擬運輸後測定果實轉色程度與顏色指標，經過 25℃ 回溫進行品質測定；並於每周挑除並統計於

15°C 下貯藏果實腐爛情形。每階段處理 30 重複，每重複 1 顆果實。

三、調查項目與方法

(一) 果皮目測轉色程度

以目測對果皮進行轉色程度判定，分為 1 至 4 個等級。1 為整個果實全為綠色只有少部分淺黃斑；2 為果實以綠色為主，之中帶有明顯淡黃斑；3 為果實以黃色為主，之中帶有明顯綠斑；4 為整個果實全為黃色至帶有少數淺綠。

(二) 果實顏色測定

於果實赤道部分任取對稱兩點，以手持式色差儀(MiniScan® XE Plus, 4500S)測定其顏色，顏色以 L、C、H 與 a/b 值為表示。L 值為亮度，代表顏色之明暗程度變化，L 值 100 時為白色，0 時則為黑色；C 值為彩度(chroma)，數值越高表示顏色越濃；H 值為色相角(Hue angle)，0 度為紅色，90 度為黃色，180 度為綠色，270 度為藍色，顏色漸進變化。a/b 值則以 a*除以 b*值得之。

(三) 硬度測定

硬度測定使用 COMPAC-100 綜合物性測定儀，為 SUN SCIENTIFIC CO., LTD 出品。將果實置於載物台上，測定位置於果肩對稱兩端，固定最大力量為 10kg，載物台移動速度為 100mm/min，接觸果實開始計算下壓 10mm 後停止，測定此時之壓力值，測定單位為 kg。

(四) 可滴定酸含量

取每果實對稱兩果瓣放入袋中擠汁，將果汁以紗布過濾後至於燒杯中，以定量吸管吸取 5ml 後加入純水 35ml，以 0.1N 之 NaOH 滴定至 pH 值 8.2，紀錄其滴定量後換算果汁中之檸檬酸含量，單位為 % 表示。

(五) 可溶性固形物含量及糖酸比

取上述(五)燒杯之果汁，以 ATAGO 公司出品之電子式糖度計 PR-32 測定果汁內總可溶性固形物含量，測定單位為 °Brix。將可溶性固形物含量除以可滴定酸含量所得之比為糖酸比。

(六) 果實腐爛率

每周挑除並調查一次長期貯藏過程中之腐爛情形，計算腐爛果實占整體貯藏果實之比例。

(七) 腐爛直徑

腐爛直徑以 Mitutoyo 公司之電子式游標尺測量果實腐爛區域之直徑，測量單位為 cm。

(八) 乾米率

果實對半撥開後，目視觀察果瓣乾米發生情形，計算乾米果實占每次調查各處理間果實總數之比例。

(九) 乾米指標

以目測觀察果瓣乾米發生嚴重程度，共分為 6 個等級。0 為無乾米現象發生；1 為果

瓣一端或兩端略有汁囊白化、乾米情形，此階段無明顯影響食用品質，嚴重程度為 1%-20%；2 為果瓣一端或兩端有明顯汁囊白化、乾米情形，此階段略有影響食用品質，嚴重程度為 20%-40%；3 為果瓣兩端至中間位置皆有汁囊白化乾米現象，但仍有明顯正常汁囊，嚴重程度為 40%-60%，此階段明顯影響食用品質，應不易被接受；4 為整個果瓣有明顯汁囊白化、凹陷、乾米現象，但仍有少數汁囊為正常顏色，已失去食用品質，無法被接受，嚴重程度為 60%-80%；5 為果瓣汁囊完全白化、明顯凹陷、乾米之情形，已失去食用品質，無法被接受，嚴重程度為 80%-100%。

(十) 浮皮率

目視觀察果實浮皮發生情形，計算浮皮果實占每次調查各處理間果實總數之比例。

(十一) 浮皮指標

以目測觀察浮皮發生嚴重程度，共分為 6 個等級。0 為無浮皮現象發生；1 為果肩有輕微浮皮情形，嚴重程度為 1%-20%；2 為果肩與赤道處略為明顯浮皮情形，嚴重程度為 20%-40%；3 為整個果實皆有浮皮現象，但果實形狀仍為完整，嚴重程度為 40%-60%；4 為整個果實有明顯浮皮現象，果蒂下凹，嚴重程度為 60%-80%；5 為果實有嚴重浮皮現象，果實變形，果蒂與周圍果皮可能有破裂或裂痕情形，嚴重程度為 80%-100%。

(十二) 統計分析

試驗結果使用 Costat 軟體(Cohort software, Minneapolis, MN)計算平均值，與利用 ANOVA 進行變方分析(analysis of variance)及鄧肯氏多變域檢定(Duncan's Multiple Range Test)比較處理間差異顯著性。

結 果

一、長期貯藏後檢疫處理對椪柑果實品質之影響

經 2 到 18 周貯藏後之椪柑，果實目測轉色程度方面，僅在 15℃ 下貯放第 2 周之間有差異，第 2 周果實在經過 25℃ 3 天回溫之後轉色已接近完全，採收 4 周以後進行模擬外銷低溫檢疫貯運流程後，所有果實已達轉色完全(數據未列)。果實亮度方面，在 2 周貯運流程結束後與 4 周時為最高，之後則有逐漸降低並顯示果實隨著貯藏時間增長，果皮顏色將加深(數據未列)。果實彩度變化方面，貯藏初期 2 周數值迅速上升，之後上升趨於緩慢至採前 10 周，10 周之後數值大多約在 69 至 76 之間(表 1)。色相角數值方面，果實色相角在貯藏初期會快速下降，到採前 4 周之後趨於穩定，仍有緩慢降低之趨勢，最低值約在 60 度(表 2)。

果實硬度變化方面，在採收時至第 4 周貯運流程結束，下降幅度較為快速，約降低了 40%，之後則持續緩慢降低(表 3)。可滴定酸含量在採收初期至貯藏 2 周降低較為快速，下降 0.13%，之後則趨於穩定緩和下降，從第 2 周至第 16 周之間，每次間隔下降約 0.05%。

表 1.長期貯藏後低溫檢疫處理對椪柑果實彩度之影響

Table 1. Effect of quarantine treatment after long-term storage on the chroma on 'Ponkan' fruit.

Storage duration ^z (Weeks)	Chroma			
	15°C-storage ^x	1°C-14day	18°C-7day	25°C-3day
0	49.71h ^y	—	—	—
2	57.20g	62.90d	66.92bc	64.52d
4	64.69e	70.84bc	67.62b	65.36d
6	61.15f	70.64bc	65.16c	68.61bc
8	69.00cd	69.89c	67.68b	66.68cd
10	66.70de	73.21a	70.61a	68.74bc
12	76.11a	71.39abc	67.99b	67.98c
14	69.68c	71.13abc	70.69a	70.77ab
16	69.85c	71.88abc	69.11ab	71.38a
18	73.48b	72.68ab	67.61b	64.93d

^z Storage time: Storage time after harvest.^y Mean separation within columns is by Duncan's multiple range test at 5% level.^x Evaluation at storage.

可溶性固形物含量在採收日至第2周間略有增加，之後則緩慢下降，12至16周之間稍有上升之後又下降(表3)。糖酸比的變化上，在各貯藏階段為穩定上升，貯藏後期的12周至16周之間因可溶性固形物略有上升，使上升速度有稍微加快(表3)。果實長期貯藏於15°C，未經低溫檢疫與貯運流程之腐爛率，每兩周發生約為1%至3%之間，貯藏初期可能多為擦壓傷後導致果皮出現水浸狀之腐爛，貯藏後期則以蒂腐病較為常見(表3)。試驗中無落蒂情形發生(數據未列)。

在腐爛率方面，果實經低溫檢疫與貯運流程後，貯藏第6周後開始出現，主要出現於低溫檢疫後18°C 7天所顯現的寒害水浸狀，與貯藏過程中所發生的蒂腐病兩者為主，貯藏後期發生率持續上升，16周時已超過70%(表4)。果實腐爛直徑在腐爛發生時已有較大面積，貯藏後期多數果實為完全腐爛(表4)。果實浮皮發生率與程度方面，貯藏初期已有些微發生但不明顯，貯藏至8周後有觀察到較為明顯的浮皮發生，轉至1°C 14天進行進行檢疫時，回溫後腐爛率明顯上升，而腐爛果實僅標記腐爛而無進行其他調查，故浮皮與果肉乾米程度並未大量增加(表4)。調查後期之果實普遍有浮皮現象，經過低溫檢疫與回溫後，未腐爛果實的浮皮與果肉乾米程度多在1至2之間，並未嚴重(表4)，乾米情形多以靠近果蒂部位汁囊失水。果實貯藏至後期果肉風味明顯偏淡，如外觀有寒害現象發生者，果實

表 2.長期貯藏後低溫檢疫處理對椪柑果實色相角之影響

Table 2. Effect of quarantine treatment after long-term storage on the hue angle on 'Ponkan' fruit.

Storage duration ^z (Weeks)	Hue angle			
	15°C -storage ^x	1°C -14day	18°C -7day	25°C -3day
0	92.56 a ^y	—	—	—
2	82.64 b	80.48 a	72.96 a	71.16 a
4	75.36 c	70.09 b	67.79 b	66.67 b
6	73.94 c	65.49 c	63.91 c	64.15 c
8	63.29 d	64.05 d	62.61 d	66.88 b
10	62.38 d	62.42 e	63.65 c	61.93 d
12	64.72 d	62.87 de	61.99 d	61.73 d
14	61.02 d	63.96 d	60.66 e	60.87 e
16	62.32 d	63.16 de	60.51 e	61.44 de
18	62.86 d	63.01 de	60.35 e	59.94 f

^zStorage time: Storage time after harvest

^yMean separation within columns is by Duncan's multiple range test at 5% level.

^xEvaluation at storage.

則可能有異味產生，但此部分僅為研究者自行觀察，無數據呈現。

就以上結果得知，於 15°C 貯藏一個月內果實皆能轉色完全，如長期貯藏後果實亮度將逐漸降低，可能導致外觀品質降低；貯運流程方面，如欲先行貯藏，再進行低溫檢疫流程，可行時間為 4 周，能獲得較佳之商品價值。

二、低溫檢疫處理後長期貯藏對椪柑果實品質之影響

果實目測轉色程度在經過低溫檢疫後略有下降但不顯著，貯藏兩周後進行模擬處理流程時果實轉色皆已達完全(數據未列)。果實亮度方面，採收後經過貯運流程隨這轉色程度提高，果實亮度也隨之增加，第 2 周與第 4 周之間達到最高值，之後隨貯藏時間延長，果實亮度有緩慢降低之趨勢(數據未列)。果實彩度變化隨著果實轉色程度而上升，貯藏時達到最高值，之後隨著貯藏時間延長而降低，貯藏至 12 周之後，果實再經過 18°C 7 天與 25°C 3 天的處理流程後，果實彩度有降低之趨勢(表 5)。果實色相角經過低溫檢疫後略微上升，之後有明顯下降趨勢，至第 8 周則趨於穩定，不受處理流程所影響(表 6)。就以上結果可知，果實採收經低溫檢疫後，各指標均有稍微降低轉色現象，之後各數值會快速變化，

表 3. 長期貯藏後低溫檢疫處理對極柑果實硬度、可滴定酸、可溶性固形物、糖酸比與貯藏過程腐爛率之影響

Table 3. Effect of quarantine treatment after long-term storage on the firmness titratable acidity , total soluble solid , TSS/TA and decay rate of storage on 'Ponkan' fruit.

Storage duration ^z (Weeks)	Firmness (kg)	Titrable acidity (%)	Total soluble solid (°Brix)	TSS/TA ratio	Decay rate (%) ^y
0	3.46a ^x	0.66a	10.22ab	15.57f	0
2	2.58b	0.53b	10.45a	19.84ef	1.04
4	2.12c	0.48bc	10.17ab	21.16de	2.85
6	2.09c	0.44cd	10.20ab	23.30de	1.30
8	2.15c	0.39de	10.08ab	26.68d	3.63
10	2.07c	0.32ef	10.00bc	32.43c	3.11
12	2.02c	0.28fg	9.18e	33.62c	1.81
14	2.05c	0.24gh	9.55de	41.11b	2.33
16	1.96cd	0.19h	9.65cd	52.16a	3.37
18	1.81d	0.18h	9.40de	51.34a	2.85

^zStorage time: Storage time after harvest.

^yDecay rate: Determination at 15°C.

^xMean separation within columns is by Duncan's multiple range test at 5% level.

而經過貯運流程後，顏色變化較持續貯藏於 15°C 中更為快速，貯藏中期與後期果實經過貯運流程則無明顯影響出現。

果實硬度在一開始下降較為明顯，直到貯藏第 8 周後硬度下降趨緩，保持約在 1.4kg 左右，但與剛採收相較已下降 50%(表 7)。可滴定酸含量方面，果實經低溫檢疫過程含量無明顯改變，之後則緩步下降，16 周含量僅剩採收時的 35%(表 7)。可溶性固形物含量在採收初期無明顯變化，約為 10°Brix 左右，之後則為緩步下降趨勢，但下降幅度並不明顯，14 周至 16 周之間有較為明顯下降，僅剩 8.87°Brix (表 7)。糖酸比因採收時可溶性固形物與可滴定酸含量變化幅度較小，而緩慢上升，14 周至 16 周間由於可滴定酸含量下降，糖酸比明顯提高(表 7)。果實長期貯藏於 15°C 中，腐爛率在第 4 周開始有較為明顯出現，每周發生約在 1%至 4%之間，貯藏初期可能多為擦壓傷後導致果皮出現水浸狀腐爛，貯藏後期則以蒂腐病較為常見(表 7)。試驗中僅於第 8 周有 1 果發生落蒂(數據未列)。

表 4. 長期貯藏後低溫檢疫處理對椪柑果實之腐爛率、腐爛直徑、浮皮率、浮皮指標、乾米率與乾米指標之影響。

Table 4. Effect of quarantine treatment after long-term storage on the decay rate、lesion diameter、puffiness rate、puffy index、granulation rate and granulation index on 'Ponkan' fruit.

Storage duration ^z (Weeks)	Decay rate (%)	Lesion diameter (cm) ^w	Puffiness rate (%)	Puffy index ^y	granulation rate (%)	granulation index ^x
0	0	0	0	0	3	1
2	0	0	20	1.33 bc	0	0
4	3.33	3	63	1.36 bc	0	0
6	26	6.57 b ^v	50	1.2 c	0	0
8	56	6.84 b	50	1.56 abc	0	0
10	46	5.97 b	53	1.62 abc	6	1.5
12	46	6.62 b	46	2.21 a	31	1
14	66	8.91 a	73	1.63 abc	20	1.5
16	73	8.79 a	70	1.8 abc	37.5	1
18	83	9.69 a	70	2 ab	14	1

^zStorage time: Storage time after harvest

^yPuffy index: 1=puffy level from 1 to 20 % ; 2=20 to 40 % ; 3=40 to 60 % ; 4=60 to 80 % ; 5=80 to 100 %.

^xGranulation index: Granulation level 1 to 20 % ; 2=20 to 40 % ; 3=40 to 60 % ; 4=60 to 80 % ; 5=80 to 100 %.

^wLesion diameter ≥ 10 cm stop calculate.

^vMean separation within columns is by Duncan's multiple range test at 5% level.

果實經過貯運流程後腐爛的發生率與程度指標，貯藏初期果實經貯運流程無明顯腐爛現象，第 10 周開始有腐爛發生，多由蒂腐病所導致，果實軸心與果肉皆會受到感染，腐爛外觀直徑約在 3 至 6 公分，腐爛果實多有浮皮現象(表 8)。果實貯藏約 4 周後觀察到少部分果實有浮皮現象產生，但程度並不明顯，隨著貯藏時間延長發生率隨之提高，但整體平均後不易顯現，貯藏後期果實多有浮皮現象，程度指標也隨之上升(表 8)。果實乾米率與乾米指標方面，貯藏初期未觀察到有明顯乾米現象發生，貯藏 4 周後果實乾米現象逐漸上升，至貯藏後期發生率明顯提高，程度指標變化上僅有少數果實較為嚴重，多數發生指標僅在 2 至 3 之間(表 8)，乾米情形多以靠近果蒂部位汁囊失水。果實風味方面，貯藏後期正常果實(無明顯浮皮與乾米)無明顯酸味，果實風味變淡，發生乾米之果肉乾而無味，商品價值降低。

表 5. 低溫檢疫處理後長期貯藏對椪柑果實彩度之影響

Table 5. Effect of long-term storage after quarantine treatment on the chroma on 'Ponkan' fruit.

Storage duration ^z (Weeks)	Chroma		
	15°C-storage ^x	18°C-7day	25°C-3day
After harvest	62.02d ^y	—	—
0	62.86d	60.01d	67.97A
2	64.04cd	63.87abc	63.24bcd
4	65.92bc	64.64ab	64.25bc
6	69.78a	65.63a	65.16b
8	65.85bc	65.28a	63.81bcd
10	66.95b	64.71ab	67.22a
12	63.84cd	62.99bc	62.72cde
14	65.86bc	64.21ab	62.03de
16	62.80d	61.84cd	61.05e

^zStorage time: Storage time after harvest^yMean separation within columns is by Duncan's multiple range test at 5% level.^xEvaluation at storage.

就以上結果可知，如果實採收時已有部分轉色，經低溫檢疫後長期貯藏，至 4 周後果實皆轉色完全，果實貯藏 4 至 6 周階段亮度較高，具有良好外觀品質，之後果皮亮度逐漸降低；果實經模擬外銷低溫檢疫貯運流程在 10 周後開始有腐爛現象發生，但約在 20% 以內，浮皮與乾米發生在 6 至 8 周後較為明顯顯現，程度指標約在 1 至 2 之間，12 周後程度指標上升至 2 以上，品質明顯低落。如先行低溫檢疫，再進行貯藏，可行時間可達 10 周，能獲得較佳之商品價值。

討 論

一、長期貯藏後檢疫處理對椪柑果實品質之影響

果實採後置於 15°C 以下長期貯藏，並於每兩周抽樣一批進行模擬外銷貯運後調查。貯藏於 15°C 2 周能達轉色完全，亮度與彩度測定上雖有變化，但肉眼觀察並不明顯。色相角測定結果顯示，果實如經過模擬外銷流程後顏色會出現變化，經低溫檢疫後色相角數值

表 6. 低溫檢疫處理後長期貯藏對椪柑果實色相角之影響

Table 6. Effect of long-term storage after quarantine treatment on the hue angle on 'Ponkan' fruit.

Storage duration ^z (Weeks)	Hue angle		
	15°C-storage ^x	18°C-7day	25°C-3day
After harvest	77.29b ^y	—	—
0	79.46a	75.61a	65.24b
2	71.47c	67.90b	67.48a
4	66.32d	64.62c	64.07c
6	64.28e	62.92de	62.64de
8	63.12fg	62.88de	62.70de
10	62.44fg	62.41de	62.28e
12	62.48fg	62.15e	62.76de
14	62.09g	62.61de	62.26e
16	63.34ef	63.18d	63.08d

^zStorage time: Storage time after harvest

^yMean separation within columns is by Duncan's multiple range test at 5% level.

^xEvaluation at storage.

則略有上升，在經過 18°C 7 天後則數值再度降低 (表 3)。Van Wyk 等(2009)研究指出，甜橙果實經過-0.6°C 之低溫檢疫後，果皮中的類胡蘿蔔素會受到降解，導致果皮顏色品質降低，如之後提高貯藏溫度則能使果實顏色恢復，此結果與本試驗相符。黃與劉(2007)研究認為，椪柑進行低溫檢疫處理期間轉色幅度很小，且低溫處理不會影響之後的轉色速率，與本試驗結果相符，且本試驗發現，椪柑經過長期貯藏後，於模擬外銷流程後果實顏色仍可能產生變化，但此變化其幅度甚小，肉眼不易觀察。劉等(2005a)研究指出，半轉色椪柑轉色後貯藏於 15°C 中會迅速轉黃，一個月內緩慢轉紅，之後則少變化，與本試驗觀察結果相同。

果實於每次採樣與經模擬外銷流程後進行內部品質調查。果實硬度明顯持續降低，硬度降低可大致分為三階段，採收初期至貯藏 4 周快速下降，4 周至 14 周之間下降幅度趨緩且之間無顯著差異，14 周之後至 18 周之間則有下降幅度加速之情形；可滴定酸含量在每次調查之間呈現穩定下降，一開始降低幅度速度較快，之後則趨緩，在貯藏 16 周至 18 周之間僅下降 0.01%；可溶性固形物含量在貯藏過程呈緩慢下降；糖酸比之變化主要由可滴定酸含量下降速度所影響呈緩慢上升，持續貯藏於 15°C 之果實腐爛在各次調查階段皆有發現，初期果實腐爛推測多由採收貯藏操作過程，或其他原因造成果皮傷害所引發，

表 7.低溫檢疫處理後長期貯藏對椪柑果實硬度、可滴定酸、可溶性固形物、糖酸比與貯藏過程腐爛率之影響

Table 7. Effect of long-term storage after quarantine treatment on the firmness、titratable acidity、total soluble solid、TSS/TA and decay rate of storage on ‘Ponkan’ fruit.

Storage duration ^z (Weeks)	Firmness(kg)	Titrate acidity (%)	Total soluble solid (°Brix)	TSS/TA ratio	Decay rate (%) ^y
After harvest	2.89a ^x	0.51a	10.18a	19.85f	0
0	2.17b	0.50a	10.23a	20.39f	0
2	2.00c	0.44b	10.20a	23.25ef	1.40
4	1.87cd	0.37c	10.02ab	27.50de	4.47
6	1.73d	0.34cd	9.92ab	29.30d	3.63
8	1.44e	0.31de	9.92ab	32.70cd	4.19
10	1.41e	0.32cd	9.47b	29.72d	1.68
12	1.46e	0.26e	9.50b	38.25b	3.07
14	1.31e	0.26e	9.70ab	37.62bc	2.51
16	1.11f	0.18f	8.87c	50.93a	3.63

^zStorage time: Storage time after harvest

^y Decay rate: Determination at 15°C.

^xMean separation within columns is by Duncan's multiple range test at 5% level.

有較多擦壓傷之現象，或為綠黴病或青黴病所引起之腐爛；貯藏後期經觀察則以果實浮皮或果蒂老化後，病原菌由果蒂入侵所造成之蒂腐病居多，貯藏過程至後期有發生率提高之趨勢(表 3)。貯藏過程中無落蒂情形發生，應由於貯藏前浸泡 2,4-D 所至，劉等(2007)指出，2,4-D 能保持果蒂維持綠色，且防止果實腐爛。

果實長期貯藏後經模擬外銷流程，於第 4 周開始果實部分稍有果皮塌陷之情形出現，但不影響其商品價值而未統計，於第 6 周開始果實出現明顯寒害腐爛情形，隨這貯藏時間延長而提高發生率與程度指標(表 4)，發生後果皮崩潰呈水浸狀且果皮有氣孔消失情形，顏色呈現暗沉，果蒂周圍與果實上半部較易出現，嚴重者在整個果實皆會出現。劉與韓(2002)研究指出，果實經過低溫檢疫後容易發生傷害在果頂周緣，有時擴散至赤道部以上；果實模擬低溫檢疫前貯藏時間越長，處理後受傷果實比例越高，與本試驗結果相同。果實出現嚴重寒害腐爛情形時則紀錄腐爛後丟棄，未再調查其他項目，無明顯寒害腐爛症狀以小型果為主，僅為研究者觀察，無資料統計。但相同於李(2009)認為，大型果較不耐貯藏，容易出現乾米與品質降低。果實浮皮發生率在貯藏初期即有觀察發現，但情形並不

表 8. 低溫檢疫處理後長期貯藏對椪柑果實之腐爛率、腐爛直徑、浮皮率、浮皮指標、乾米率與乾米指標之影響

Table 8. Effect of long-term storage after quarantine treatment on the decay rate、lesion diameter、puffiness rate、puffy index、granulation rate and granulation index on 'Ponkan' fruit.

Storage duration ^z (Weeks)	Decay rate (%)	Lesion diameter (cm) ^w	Puffiness rate (%)	Puffy index ^y	granulation rate (%)	granulation index ^x
After harvest	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	63.00	1.37 d	0.00	0.00
4	0.00	0.00	86.00	1.73 cd	26.00	2.13 ab
6	0.00	0.00	76.00	1.78 cd	20.00	2.67 a
8	0.00	0.00	96.00	2.10 bc	43.00	2.38 ab
10	3.00	3.49 a ^v	83.00	1.88 cd	53.00	1.88 b
12	13.00	5.58 a	90.00	2.63b	43.00	2.31 ab
14	13.00	6.20 a	83.00	2.32 bc	56.00	1.82 b
16	6.00	3.71 a	100.00	3.90 a	90.00	2.41 ab

^zStorage time : Storage time after harvest.

^yPuffy index:1=puffy level from 1 to 20 % ; 2=20 to 40 % ; 3=40 to 60 % ; 4=60 to 80 % ; 5=80 to 100 %.

^xGranulation index:Granulation level 1 to 20 % ; 2=20 to 40 % ; 3=40 to 60 % ; 4=60 to 80 % ; 5=80 to 100 %.

^wLesion diameter ≥ 10 cm stop calculate.

^vMean separation within columns is by Duncan's multiple range test at 5% level.

明顯，之後發生率隨著貯藏時間延長而上升，但程度指標多在 1 至 2 級之間，如浮皮嚴重之果實經低溫檢疫後可能皆有寒害腐爛發生而未記錄；乾米的發生在採收時觀察到一果有輕度發生，應於栽培過程即出現；貯藏至第 10 周開始果實開始觀察到乾米現象，但現象多不嚴重，經模擬外銷流程後去除寒害腐爛之果實，其正常果實發生率與程度指標並未大量發生(表 4)。果實貯藏初期風味仍為正常，隨貯藏時間延長，果實經過模擬外銷流程後，除酸味降低、風味變淡外，逐漸有異味產生。Eaks (1960)認為，柑桔果實於低溫處理時有中間產物在組織中累積，由寒害溫度轉變至非寒害溫度時促進寒害症狀的發展，而呼吸作用的提高，顯示氧化反應的參與。貯藏包裝的環境下，寬皮柑與葡萄柚相較下風味與品質

下降更快，由於寬皮柑的氣體交換滲透率較低與酒精脫氫酶(alcohol dehydrogenase)活性較高相關(Shi *et al.*, 2005；Obenland *et al.*, 2011)。Obenland 等(2011)研究指出，柑桔果實在貯藏過程有多種揮發性香氣物質雖然各別含量未顯著減少，但總量上明顯降低可能導致貯藏後果實風味品質的降低。因此，外銷柑桔的低溫檢疫在採後越快處理越好，延遲處理容易受到低溫傷害，而低溫檢疫貯運處理造成果實傷害之嚴重性，受生產時期與產地影響有所不同(劉，2005b)。

二、檢疫處理後長期貯藏對椪柑果實品質之影響

果實採後先行經過 1°C 14 天的低溫檢疫後轉至 15°C 進行長期貯藏，每兩周抽樣一批進行模擬外貯運後調查。貯藏一個月內即可達轉色完全，果實顏色變化與長期貯藏後低溫檢疫之長期貯藏變化過程相似，色差儀所測得知亮度、彩度與色相角雖有變化，但肉眼觀察並不明顯。

果實硬度於貯藏初期下降較為快速，之後趨勢則減緩；可滴定酸含量在經過低溫檢疫後開始顯著下降，至第六周間下降趨勢減緩，第十周開始後又有較為明顯的下降；可溶性固形物與可滴定酸相較下，下降趨勢較為緩慢，貯藏 10 周後才與貯藏初期含量有顯著差異，糖酸比在貯藏過程隨著可滴定酸含量快速下降，而可溶性固形下降緩慢，則快速上升；果實貯藏於 15°C 的過程中第 2 周即開始有腐爛現象出現，貯藏 4 至 8 周間為一腐爛高峰，多以綠黴病或青黴病與擦壓傷所造成的腐爛，少數有蒂腐病或可能因低溫檢疫後的寒害所造成果皮塌陷；貯藏至 10 周開始所發現之腐爛則多以蒂腐病為主(表 7)。貯藏過程中僅於第 8 周有一果落蒂情形發生，應由於貯藏前浸泡 2,4-D 所致，能防止落蒂發生，與劉等(2007)研究相同。

果實經過 18°C 7 天與 25°C 3 天的貯運流程後，10 周開始有出現貯運流程後之腐爛情形，腐爛發生之果實大多都已蒂腐病為主，與少數的綠黴病或青黴病，而腐爛區域多位與果蒂或塊狀出現；果實浮皮發生率在 4 周時即有觀察到，但其不明顯，多在程度 1-2 之間；隨著貯藏時間延長，浮皮的發生隨著貯藏時間的延長而增加，程度指標也隨之上升，貯藏至 12 周開始，大多數果實都已有明顯浮皮現象，且浮皮程度指標較高之果實多半有明顯之乾米情形；乾米現象主要可分為兩種，第一種為果瓣外型仍保持正常，但顏色轉為白色，汁囊呈現顆乾米，但形狀正常，大多數由果瓣兩側先行觀察出現，尤其靠近果蒂端較常發現；另一種乾米為果瓣凹陷、汁囊失水，觀察較易發生在靠近果蒂端，發生初期較不明顯，貯藏後期則大量發生；但兩種乾米情形之果瓣在程度嚴重時將使品質低落，喪失商品價值。

就以上兩試驗相較之結果，兩者在 15°C 貯藏之果實外觀變化趨勢大多一致，但如先經貯藏後再經模擬外銷之組別，在經過檢疫後果實顏色指標有稍微變動，再經 18°C 7 日後則會恢復並且可能提高，但先經過 1°C 14 日之組別則無此變化。兩者的可溶性固形物含量與可滴定酸含量之間變化大致相同；區與林(1996)研究認為，優質椪柑可溶性固形物含量

需在 10.5°Brix，糖酸比在 20 至 40 之間。劉等(2005b)的試驗中椪柑貯藏 3 個月後可溶性固形物含量為 11.1°Brix，糖酸比為 28；而與本試驗中貯藏至 3 個月後為 9.18 與 9.5°Brix，而糖酸比 33.62 與 38.25，與前人研究結果不同，且品質低於區與林(1996)所認為的優質等級，其可能主要差異為供果園所影響，且採收時之果實條件已有差異。本試驗之以上兩者於 15°C 長期貯藏之腐爛情形大致相同，但先進行低溫檢疫之組別則有部分腐爛情形由寒害所導致。劉與韓(2002)研究指出，椪柑貯藏於 15°C 5 日後進行低溫檢疫處理，結束後再置於 15°C，5 日內即會出現寒害症狀出現，之後受傷果實比例增加不多，但已受傷果實徵狀會加重。因此外銷柑桔採後之低溫檢疫處理因盡速進行，如已貯藏後之柑桔則不適合低溫檢疫處理(劉，2005b)。田間栽培管理、採收及貯運方式會明顯的影響貯藏病害的發生，綠黴病或青黴病之病原菌主要由傷口入侵感染，依靠分生孢子進行傳播，多在果實成熟後出現；蒂腐病在貯運期間由果蒂入侵果實，並在果心部分蔓延，容易在高濕度環境下生長，主要在貯藏其間顯現(楊，1997)。兩試驗最大差異在於先經貯藏後再經模擬外銷之組別，於第六周開始流程結束後果實寒害腐爛情形明顯上升，可能造成嚴重損失；而先經過低溫檢疫之組別所貯藏時間可明顯提高，至 10 周後有明顯之浮皮與乾米之情形。劉等(2001)研究認為椪柑貯藏於 12.5°C 比於 15°C 能減少失重，且貯藏於較低溫度可能減少乾米的發生，但低於 10°C 卻可能引起寒害的發生。Schirra 與 Cohen(1999)研究中指出，‘Olinda’ 柑桔使用間歇升溫處理能延長果實的貯藏壽命，且已在許多柑桔品種中證實(Arte's, 1995)。謝(2003)認為，檬果在寒害溫度下並未有寒害徵狀的表現，待回溫後開始才顯現，如漸進降溫方式(cold adaptation)可減少檬果寒害的發生。因此，如欲改善椪柑長期貯藏之品質，貯藏溫度的改變可能是研究方向之一。

參 考 文 獻

- 李堂察。2009。柑橘貯藏技術。興大農業 68:8-11。
- 區少梅、林聖敦。1996。椪柑品質標準建立之研究。中國園藝 42: 276-288。
- 黃祐慈、劉富文。2007。椪柑採後模擬低溫檢疫處理、貯放溫度及提早採收對轉色之影響。臺灣園藝 53: 267-277。
- 楊秀珠。1997。柑桔及其他水果貯藏病害之調查及防治方法。園產品採後處理與運銷技術研討會專刊。pp. 38-54。
- 陳榮五、張致盛。2009。赴日本進行外銷椪柑貯運試驗及水果市場調查。行政院農業委員會台中區農業改良場。
- 劉富文。2005a。椪柑、桶柑與柳橙長期貯藏之條件與方法。台灣柑橘產業發展研討會專刊。pp. 209-215。
- 劉富文。2005b。外銷椪柑、桶柑與柳橙之採收、檢疫處理與貯、運、銷技術方略。園產

- 品採後處理技術之研究與應用研討會專刊。pp. 1-13。
- 劉富文、潘靜慧、薛淑滿、洪紫馨。1998b。採收成熟度及貯藏溫度對椪柑貯藏壽命之影響。中國園藝 44: 239-252。
- 劉富文、薛淑滿、洪紫馨。2001。貯藏溫度與套袋方式對椪柑、桶柑貯藏損失及貯藏後品質之影響。中國園藝 47: 388-390。
- 劉富文、韓青秀。2002。低溫檢疫處理引起之椪柑果皮傷害。中國園藝 48: 107-115。
- 劉富文、韓青秀、梁穎芝。2005a。椪柑、桶柑與柳橙在長期貯藏中各品質指標值之變化。中國園藝 51: 217-228。
- 劉富文、韓青秀、梁穎芝。2005b。椪柑、桶柑與柳橙長期貯藏之濕度與失重率之關係。中國園藝 51: 295-304。
- 劉富文、黃祐慈、梁穎芝。2007。椪柑用乙烯催色之效果與方法。台灣園藝 53: 395-407。
- 謝慶昌。2003。採收後之生理障礙。植物保護圖鑑系列 10-檬果保護。pp. 116-117。
- Arte's, F. 1995. Revision: innovaciones en los tratamientos físicos modulados para preservar la calidad de los productos hortofrutícolas en la postrecolección. II. Tratamientos térmicos cíclicos. Rev. Esp. Cienc. Tecnol. Alim. 35: 139-149.
- Eaks, I. L. 1960. Physiological studies of chilling injury in citrus fruits. Plant Physiol. 35: 632-636.
- Obenland, D., S. Collin, B. Mackey, J. Sievert, and M. L. Arpaia. 2011. Storage temperature and time influences sensory quality of mandarins by altering soluble solids, acidity and aroma volatile composition. Posth. Biol. Tech. 59: 187-193.
- Shi, J. X., R. Porat, R. Goren, and E. E. Goldschmidt. 2005. Physiological responses of 'Murcott' mandarins and 'Star Ruby' grapefruit to anaerobic stress conditions and their relation to fruit taste, quality and emission of off-flavor volatiles. Posth. Biol. Technol. 38: 99-105.
- Schirra, M. and E. Cohen. 1999. Long-term storage of 'Olinda' oranges under chilling and intermittent warming temperatures. Posth. Biol. Tech. 16: 63-69.
- Van Wyk, A. A., M. Huysamer, and H. G. Barry. 2009. Extended low-temperature shipping adversely affects rind colour of 'Palmer Navel' sweet orange [*Citrus sinensis* (L.) Osb.] due to carotenoid degradation but can partially be mitigated by optimising post-shipping holding temperature. Posth. Biol. Tech. 53: 109-116.

Effect of Long-term Storage Before or After Quarantine Treatment on the Quality of 'Ponkan' (*Citrus reticulata* Blanco) Fruit

Chun-Wel Lin¹⁾ Ching-Chang Shiesh²⁾

Key words: Long-term , Storage , Ponkan , Quarantine , Quality

Summary

This study discusses the quality of citrus depending upon the order of cold quarantine treatment and long-term storage. If the citrus is in long-term storage for 6 weeks before cold quarantine treatment, the citrus starts decaying shortly after the cold quarantine. However quality is retained for a longer period when stored for only 4 weeks before cold quarantine treatment. If cold quarantine treatment is done before long-term storage, the quality of citrus can be maintained for up to 10 weeks after which granulation and puffiness will appear.

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

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

Corresponding author.

丙胺酸消旋酵素基因(*alaR*)作為甘藍之 葉綠體基因轉殖的篩選標誌基因之研究

廖珮君¹⁾ 楊明德²⁾ 許文輝³⁾ 曾夢蛟⁴⁾

關鍵字：丙胺酸消旋酵素、篩選標誌基因、葉綠體基因轉殖

摘要：丙胺酸消旋酵素(Alanine racemase, EC5.1.1.1)是以磷酸吡哆醛(pyridoxal 5'-phosphate, PLP)為輔酶，藉由消旋化反應(racemization)，將 D 型丙胺酸催化形成 L 型丙胺酸。本研究以分離自麩胺酸生產菌(*Corynebacterium glutamicum* NCHU 87078)中的 *alaR* 基因及耐抗生素之 *aada* 基因做為篩選標誌基因、並以 *egfp* 及 *gus* 做為報導基因，將所構築之甘藍葉綠體基因轉殖載體，藉由基因槍法導入甘藍的葉綠體，希望建立利用 *alaR* 基因作為葉綠體基因轉殖之篩選標誌基因的系統。將構築之 pMT91-RE (*alaR-egfp*)、pMT91-RG (*alaR-gus*)、pMT91-REA (*alaR-egfp-aada*)、及 pMT91-RGA (*alaR-gus-aada*)等四種載體，利用基因槍法將其轟擊至‘初秋’甘藍之本葉或下胚軸癒傷組織的葉綠體，以 D-alanine 或 spectino- mycin 篩選再生培植體。轉殖植株葉片以 PCR 及 RT-PCR 分析之結果顯示，*alaR* 及 *aada* 篩選標誌基因及 *egfp* 及 *gus* 報導基因已存在於轉殖甘藍之基因組中，並表現其 mRNA。GFP 綠色螢光及 GUS 活性染色分析的結果也顯示 *egfp* 及 *gus* 等報導基因可在轉殖甘藍中順利表現 GFP 綠色螢光及 GUS 藍色反應。本研究結果顯示以 *alaR* 基因作為甘藍之葉綠體基因轉殖的篩選標誌基因是可行的。

-
- 1) 國立中興大學園藝學系碩士班研究生。
 - 2) 國立中興大學分子生物學研究所副教授。
 - 3) 國立中興大學分子生物學研究所教授。
 - 4) 國立中興大學園藝系教授，通訊作者。

前 言

轉基因作物的生產是一個相當冗長的過程。因此，為了加速基因轉殖工作的進行及便捷獲得轉基因植株，最常使用的方法是在導入外源基因的過程中，將適當的篩選標誌基因(selectable marker gene)連同所要轉殖的目標基因(target gene)同時送入植物細胞內，賦予受體植物特定的特性，便於識別和鑒定轉殖細胞。目前轉基因植物中的標誌基因常用的有抗生素抗性基因(如潮黴素磷酸轉移酶基因，*hpt*、新黴素磷酸轉移酶基因 II，*nptII*)和抗除草劑基因(如草胺磷抗性基因，*bar*)。標誌基因方便了植物的基因轉殖，但一旦轉殖成功，標誌基因便不再有用甚至有潛在危害。應用於轉基因作物中的篩選標誌基因之安全性近年來已引發大眾的疑慮，其潛在的隱憂主要包括二大類，一是基因改造作物對生態環境平衡之衝擊，二為基因改造作物作為食品及飼料用途時對人體及其他生物健康之影響。目前，人們普遍認為發展正向篩選系統，使用對生物安全的非抗性標誌基因是最為有效的辦法。

植物可以攝入 D 型胺基酸但卻無法代謝使用，部分右旋胺基酸對植物有毒性，例如 D-alanine 與 D-serine。丙胺酸消旋酵素 (Alanine racemase, EC5.1.1.1) 是以磷酸吡哆醛(pyridoxal 5'-phosphate, PLP)為輔酶，藉由消旋化反應，將 D 型丙胺酸催化形成 L 型丙胺酸。因此若能將丙胺酸消旋酵素基因(*alaR*)發展成一篩選標誌基因，其安全性不言而喻。

甘藍是世界各地廣泛種植的一種大眾蔬菜，台灣每年的種植面積大約有八千多公頃，是栽培面積最廣的葉菜類蔬菜，有其重要的民生及經濟地位，因此改善其品質及增加生產，一直是蔬菜研究專家努力的目標。細胞核基因轉殖由於外源基因的隨機插入，存在著表現不穩定等問題，且外源基因容易隨花粉擴散，其所帶來的生態安全性問題，正在全球範圍內引起人們的關注，而葉綠體基因轉技術可避免細胞核基因轉殖造成的基因靜默和基因污染。本研究室多年來以甘藍進行一連串基因轉移之研究，對此作物已十分熟稔，且中興大學分子生物學研究所許文輝博士的實驗室已自麩胺酸生產菌 *Corynebacterium glutamicum* NCHU 87078 中篩選出 *alaR* 基因。因此本研究以甘藍作為葉綠體基因轉殖研究之材料，開發利用 *alaR* 基因作為一安全性篩選標誌基因。本研究之目的為：(一)、探討以 *alaR* 基因作為甘藍葉綠體基因轉殖篩選標誌之可行性；(二)、比較 *alaR* 基因及 *aadA* 基因作為甘藍葉綠體基因轉殖篩選標誌之優劣。

材 料 與 方 法

一、試驗植物材料與轉殖載體

本試驗以十字花科芸苔屬蔬菜中之甘藍(*Brassica oleracea* L. var. *capitata* L.)品種 '初秋' (K-Y cross)作為葉綠體基因轉殖之試驗材料。轉殖載體皆攜帶有丙胺酸消旋酵素基因(*alaR*)，並組合加強型綠色螢光白基因(enhanced green fluorescence protein, *egfp*)、 β -glucuronidase 基因(*gusA*)或 aminoglycoside-3'-adenyl transferase 基因 (*aadA*)，分別以 16S

ribosomal RNA 啟動子基因(*prn*)為啟動子，以光系統 II 反應中心 D1 蛋白基因(*psbA*)的 3' 核酸序列為終結子，構築到含有甘藍 16S ribosomal RNA 基因序列片段及甘藍 23S ribosomal RNA 基因序列片段的甘藍葉綠體轉殖載體 pASCC201 中，命名為 pMT91-RE(圖 1A)、pMT91-REA(圖 1B)、pMT91-RG(圖 1C)及 pMT91-RGA(圖 1D)，共計四種轉殖載體(由中興大學分子生物學研究所楊明德所長的研究室構築)。

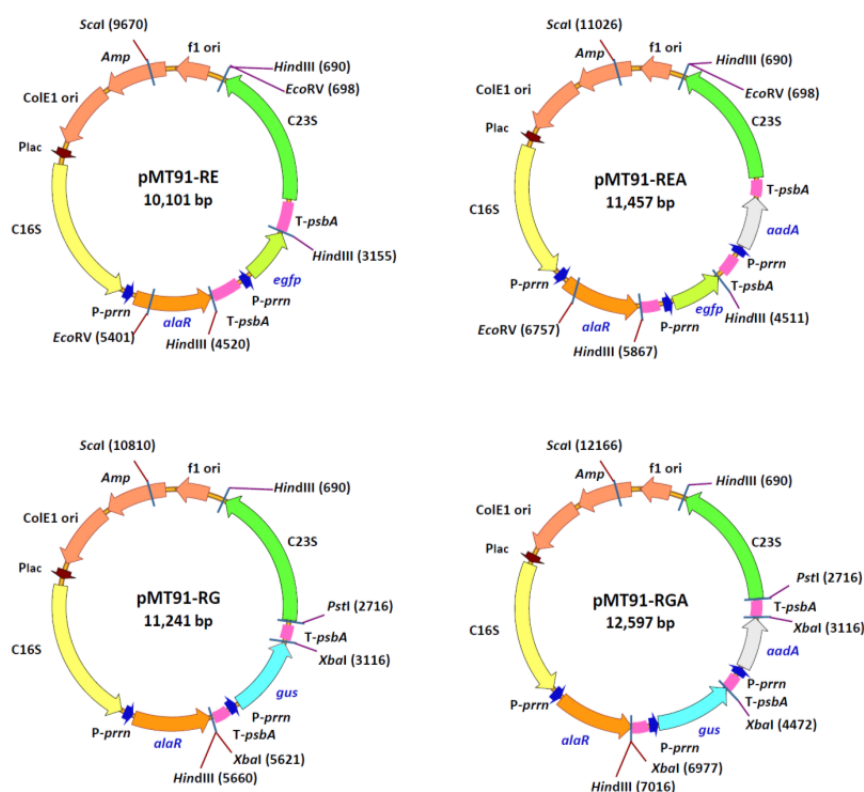


圖 1. 四種甘藍葉綠體轉殖載體之限制酵素圖譜。(A) pMT91-RE：帶有 *alaR* 與 *egfp* 基因；(B) pMT91-REA：帶有 *alaR*、*egfp* 與 *aadA* 基因；(C) pMT91-RG：帶有 *alaR* 與 *gus* 基因；(D) pMT91-RGA：帶有 *alaR*、*gus* 與 *aadA* 基因。上述基因皆為以 *prn* 啟動子及 *psbA* 終結子。

Fig. 1. Restriction maps of four plastid transformation vectors for cabbage. (A) pMT91-RE: plastid contains the genes of *alaR* and *egfp*; (B) pMT91-REA: plastid contains the genes of *alaR*, *egfp* and *aadA*; (C) pMT91-RG: plastid contains the genes of *alaR* and *gus*; (D) pMT91-RGA: plastid contains the genes of *alaR*, *gus* and *aadA*. All genes are driven by the *prn* promoter and *psbA* terminator.

二、實驗方法

(一)、甘藍葉綠體基因轉殖之培植體篩選再生流程

1. 轉殖植物材料製備

將'初秋'(K-Y cross)品種甘藍種子放入已滅菌之小空瓶中，先以 95%酒精搖晃 1 分鐘後，以無菌水漂洗 1 次，再以商業漂白劑 6% Clorox 1/2 稀釋液震動消毒 15 分鐘，以無菌水洗滌 3 次。最後將表面滅菌之種子播種於含有 3%蔗糖與 0.8%的 MS (Murashige and Skoog, 1962)基本培養基中，並培養於溫度 $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ ，光強度 $150\ \mu\text{E}/\text{m}^2 \cdot \text{sec}$ ，及光週期 16 小時之環境。培養 4 禮拜後取其本葉作為轉殖材料培養；或培養 5 天後，取其下胚軸換至 B2 (MS + 0.04% MES + 2 ppm BA + 0.2 ppm 2,4-D + 3% sucrose + 0.8% agar + 0.5 ppm AgNO_3 , PH 5.7) 培養基誘導癒傷組織，待 14 天後取癒傷組織作為轉殖材料。

2. 基因轉移方法—基因槍法

(1). 金粒子(0.6 μm gold particle, Bio-Rad)的處理

取無水酒精 1 ml 加入裝有 50mg 金粉的離心管，高速震盪 1-2 分鐘，以 10,000 rpm 離心 1 分鐘，重複上述步驟三次。再以 1 ml 冰冷無菌水震盪數秒，10,000 rpm 離心 1 分鐘，重複清洗兩次，再加入 1 ml 的無菌水使懸浮，再均勻分裝成每管 50 μl ，儲存於 -20°C 備用。

(2). 子彈製備

將 20 μg 的 DNA 與配置好的金粒子均勻混合在 50 μl 2.5 M CaCl_2 和 20 μl 0.1M spermidine 溶液中，震盪 10 分鐘後，加入 200 μl 無水酒精，置於冰上 20 分鐘後，再以 10,000 rpm 離心 2 分鐘，並將上清液去除。加入 200 μl 無水酒精清洗，快速離心後並吸除上清液，重複洗滌 3 次，最後加入 70-80 μl 無水酒精，並充分混合均勻，製備完成的子彈儲存於 -20°C 冰罐中等候槍擊，須於 4 小時內使用完畢。

(3). 基因轉移

本試驗所選用的機型為 Bio-Rad 公司研發成的 Biolistic® -PDS-1000/He Particle Delivery System (Du-Pone, 1989)。先將轟擊室以 70%酒精擦拭，再將 macrocarrier、holder、stopping screen、rupture disk 浸泡在 95%酒精中，取出後晾乾備用，開啟 UV 燈照射 10 分鐘以保持無菌狀態。將 macrocarrier 置於 macrocarrier holder 中，取 10 μl 製備完成的子彈均勻塗佈在 macrocarrier 中間，並待酒精完全揮發至乾。接著把基因槍組件組合完畢，打開氮氣桶上之壓力閥，調整壓力表前金色旋鈕至適當壓力，再打開抽氣馬達與基因槍開關後，即可開始準備轟擊。轟擊時將甘藍本葉/癒傷組織置於培養皿中心半徑約兩公分的同心圓中，調整植物材料與 macrocarrier 之間的距離，並置於槍口下方之穴隔中準備轟擊。轟擊時以幫浦將轟擊室內抽成部份真空 (28-29 in Hg)，待氮氣累積至 900 或 1,100 psi 時便會擊發，每次轟擊時約含有 250-500 μg 的金粉，並帶有 1-2 μg 之目標 DNA。

3. 轉殖培植體再生

轟擊完成後，將本葉放入 MS 培養基，於黑暗環境下培養 1 週，分割成 $3\times 3\ \text{mm}^2$ 的面積，並移到含有 5 mM Dalanine 的 BP 培養基 (MS + 0.04% MES + 0.5 ppm BA + 0.05 ppm

picloram + 3% sucrose + 0.8% agar + 0.5 ppm AgNO₃, PH 5.7) 繼代培養，每 2 週繼代培養一次，待不定芽長至約 2-3 cm 後移至發根的培養基 (1/2MS + 0.5 ppm NAA + 1.5% sucrose + 0.8% agar + 0.5 ppm AgNO₃, PH 5.7) 繼代培養，每 2 週繼代培養一次，最後予以健化移至瓶外定植，種植於混合介質中(泥炭土：蛭石=2：1)。或將槍擊完的癒傷組織放入 MS 培養基，於黑暗環境下培養 1 週，移至含有 4 mM D-alanine 或 15 mg/L spetinomycin 的 BD 培養基 (MS + 0.04% MES + 0.5 ppm BA + 0.01 ppm 2,4-D + 3% sucrose + 0.8% agar + 0.5 ppm AgNO₃, PH 5.7) 繼代培養，每 2 週繼代培養一次，共篩選六個禮拜，接著移至無篩選藥劑的 BD 培養基(MS + 0.04% MES + 0.5 ppm BA + 0.01 ppm 2,4-D + 3% sucrose + 0.8% agar + 0.5 ppm AgNO₃, PH 5.7) 誘導不定芽，每 2 週繼代培養一次，待不定芽分化後，移至發根培養基(1/2MS + 0.5 ppm NAA + 1.5% sucrose + 0.8% agar + 0.5 ppm AgNO₃, PH 5.7) 誘導發根，最後予以健化移至瓶外定植，種植於混合介質中(泥炭土：蛭石=2：1)。

(二)、轉殖甘藍植株表現分析

1. 植物總 DNA 萃取

參考 CTAB(cetyltrimethylammonium bromide)法抽取植物總 DNA，修改萃取步驟而成為較簡約且小量的萃取方式。取甘藍新鮮葉片組織，以液態氮急速冷凍組織後，迅速研磨成粉末狀，加入 2-10 ml 萃取液 (0.7 M NaCl, 1% CTAB, 10 mM EDTA, 50 mM Tris-HCl pH8.0) 混合均勻後，置於 60°C 水浴 1-1.5 小時。以 25°C，12,000 rpm 離心 15 分鐘後，取其上清液至新離心管。加入等體積 phenol：chloroform：isoamyl alcohol (25：24：1, pH 8.0) 混合均勻，以 4°C，10,000 rpm 離心 15 分鐘，取上清液至新離心管。加入等體積異丙醇 (isopropanol)混合均勻，靜置於-20°C 沉澱 2-3 小時。再以 10,000 rpm 於 4°C 離心 15 分鐘後去除上清液，70%酒精清洗沉澱物後，自然風乾 DNA，以 TE (10 mM Tris-HCl, 1 mM EDTA, pH 8.0)緩衝液回溶 DNA。萃取完成的植物 DNA，貯存於-20°C 中以供之後的試驗。

2. 轉基因植物之聚合酵素鏈鎖反應分析

用 PCR 技術增幅目標基因片段以檢測再生植物是否帶有目標基因。以植物葉片 DNA 為模板，PCR 總反應體積為 25 µl，包含有 1 倍 DreamTaq™ buffer、0.2 mM each dNTP、0.1 µM 核酸引子、1.25 U DreamTaq™ DNA polymerase (Fermentas)及去離子水。置於 DNA 聚合酵素鏈鎖反應器(Peltier Thermal cycler, PTC-200；MJ Research, INC)中進行 PCR 反應。各基因偵測方式分述如下：

偵測 *alrR* 基因之引子 1、2 分別為 5'-GCGGGATCCATGAACTTGCTGACCACC-3'及 5'-GACCCGAGCTCTTAAACATATGCGCGGAC-3'，可產生出 1100 bp 片段。反應流程為 94°C 2 分鐘；94°C 30 秒；60°C 50 秒；72°C 90 秒，共進行 35 個 cycles，最後再進行 72°C 10 分鐘 1 個 cycle。

偵測 *gus* 基因之引子 3、4 分別為 5'-CCCTTATGTTACGTCCTATAGAAACCC-3'及 5'-TTGATTGTTTGCCTCCCTGCTGCGG-3'，可產生出 1900 bp 片段。反應流程為 94°C 2 分鐘；94°C 30 秒；58°C 50 秒；72°C 120 秒，共進行 35 個 cycles，最後再進行 72°C 10 分

鐘 1 個 cycle。

偵測 *egfp* 基因之引子 5、6 分別為 5'-ACCATGGTGAGCAAGGGCGAGG-3' 及 5'-CGCGGCCGCTTTACTTGTACAGC-3'，可產生出 750 bp 片段。反應流程為 94°C 2 分鐘；94°C 30 秒；64°C 30 秒；72°C 60 秒，共進行 35 個 cycles，最後再進行 72°C 10 分鐘 1 個 cycle。

偵測 *aadA* 基因之引子 7、8 分別為 5'-GCGGTGATCGCCGAAGTATCGACTC-3' 及 5'-GCCGACTACCTTGGTGATCTCGCC-3'，可產生出 800 bp 片段。反應流程為 94°C 2 分鐘；94°C 30 秒；60°C 50 秒；72°C 60 秒，共進行 35 個 cycles，最後再進行 72°C 10 分鐘 1 個 cycle。反應完畢後，取 10 µl 終產物於 1.0% 的洋菜膠(agarose gel)上進行電泳分析。

3. 植物總 RNA 的萃取

本試驗使用 GeneMark™ TriSolution Reagent Plus。先取甘藍新鮮葉片組織，以液態氮急速冷凍組織後，迅速研磨成粉末狀，等退冰後再加入 1 ml 的 RNA TriSolution Reagent buffer 萃取。將萃取液分裝至 1.5 ml 的離心管，室溫靜置 5 分鐘，加入 0.2 ml 的 chloroform 震盪混合均勻，靜置 3 分鐘，以 12,000 xg 於 4°C 離心 15 分鐘。取上清液至新的離心管，加入 0.5 ml 的異丙醇與 0.25 ml 的 PS&PG 混合均勻，放置 10 分鐘，再以 12,000 xg 於 4°C 離心 5 分鐘。去上清液，室溫風乾 5 分鐘，以適當的 DEPC 水回溶後，置 65°C 20 分鐘，貯存於 -70°C。

4. 反轉錄 PCR (Reverse transcription-PCR, RT-PCR)

本試驗使用 RevertAid™ H Minus First strand cDNA synthesis kit，先取 X µl RNA (0.01-5 µg)、1 µl oligo (dT) primer solution 及 RNase-free water 加至 20 µl，充分混合後，於 65°C 作用 5 分鐘，然後冷卻 5 分鐘後加入 4 µl 5 倍 Reaction buffer, 1 µl RNase Inhibitor, 2 µl 10 mM dNTP mix, 與 1 µl reverse transcriptase，充分混合後，於 42°C 作用 1 小時，接著 70°C 作用 5 分鐘，此為 cDNA (first-stand reaction)，可貯存於 -20°C 長期保存。之後，進行 PCR 增幅工作。

5. GUS 活性染色分析試驗

經基因槍擊後再生之植株，取其葉片組織，浸漬於 CUS 染色分析緩衝溶液[100 mM Na₂HPO₄ (sodium hydrogen phosphate)、100 mM KH₂PO₄ (potassium dihydrogen phosphate)、10 mM Na₂EDTA、0.5 mM K₃Fe(CN)₆ (potassium ferrocyanide)、0.5 mM K₄Fe(CN)₆ (potassium ferrocyanide)、10% MeOH、0.3% X-Gluc (5-bromo-4-chloro-3-indoylglucuronid)、0.1% Tritone X-100]中。分成三個試驗組，一為加入 0.2 g 海砂，無需震盪；二為加入 0.2 g 海砂，震盪 1 分鐘；三為對照組 (傳統染色方法)，即無添加海砂，其後進行真空抽氣，每次抽氣 10 分鐘洩壓一次，共重複三次。之後置於 37°C，黑暗處理 12~16 小時後，以 95% 酒精退去組織葉綠素，若經基因槍法轉殖成功之組織，便會有 GUS 活性之藍色反應。

6. GFP 綠色螢光分析

選取轉殖以及未轉殖(CK)之甘藍葉片，利用冷光螢光數位影像系統(Kodak Image Station 4000 MM)，經藍光 430~500 nm 照射並曝光 30 秒後，偵測綠色螢光發散的情形。

結 果

一、甘藍葉綠體基因轉殖之培植體篩選再生流程

本研究首先採用無菌播種四週之甘藍本葉進行葉綠體基因轉殖(圖 2A)。先將無菌播種四週後之甘藍本葉切下排列在 2cm 的圓周內(圖 2 B)，以氮氣壓力 1100 psi、9 cm 距離，進行基因槍之轟擊。轟擊完畢的甘藍葉片經暗處理一個禮拜後，隨即將葉片切割成 $3 \times 3 \text{ mm}^2$ (圖 2C)，並更換至含有 5 mM D-alanine 或 50 ppm spectinomycin 篩選藥劑的再生培養基中，且放置生長箱培養 (25°C，16 小時光週期)。篩選兩週後轉殖成功的細胞會迅速生長，(圖 2D)，二星期更換一次再生培養基，培養大約四周後會有癒傷組織產生(圖 2E)。將成活培植體再置於含 5 mM D-alanine 之再生培養基中篩選，繼代培養誘導再生，有經過轉殖的培植體則會繼續生長存活下來，而未轉殖培植體則會死亡(圖 2F-K)。經兩個月篩選後存活的培植體更換至抽芽培養基誘導抽芽(圖 2L)。

本研究同時採用無菌播種 5 天後之甘藍幼苗(圖 3A)，取其下胚軸培養在 B2 培養基(2 ppm BA 及 0.2 ppm 2,4-D)誘導癒傷組織(圖 3B)，待 14 天後取癒傷組織進行葉綠體基因轉殖。將甘藍癒傷組織排列在 2cm 的圓周內(圖 3C)，以氮氣壓力 900 psi 或 1100 psi、9 cm 距離，進行基因槍之轟擊。轟擊完畢的甘藍癒傷組織經暗處理一個禮拜後(圖 3D)，更換至含有 4 mM D-alanine (圖六 E-G) 或 15 ppm spectinomycin(圖 3H-J)篩選藥劑的再生培養基中；且放置生長箱培養 (25°C，16 小時光週期)。二星期更換一次再生培養基，培養大約四週後會有芽梢產生，經 42 天篩選後存活的芽梢更換至發根培養基(圖 3K)，將發根完全的植株移出盆外後套袋馴化，之後移至室外定植(圖 3L)。

將甘藍癒傷組織進行基因槍基因轟擊，再放置於添加 4 mM D-alanine 之甘藍再生培養基，篩選 42 天後平均存活率分別為 22.55% (pMT91-RE)、28.59% (pMT91-RG)、24.91% (pMT91-REA)及 31.37% (pMT91-RGA)，以 pMT91-RGA 為最高之篩選存活率，pMT91-RE 為最低之篩選存活率(表 1)。置於添加 15 ppm spectinomycin 之甘藍再生培養基，篩選 42 天後之平均存活率分別為 39.76% (pMT91-REA) 及 23.52% (pMT91-RGA)，以 pMT91-REA 之存活率較高(表 1)。以 4 mM D-alanine 篩選 42 天後，將培植體置於無篩選藥劑之培養基誘導抽芽，再生後將其定植於溫室，平均出瓶數 (定植植株) 分別為 0.13%(pMT91-RE)、0% (pMT91-RG)、4.91% (pMT91-REA)及 0.71% (pMT91-RGA) (表 1)；以 15 ppm spectinomycin 篩選 42 天後，將培植體置於無篩選藥劑之培養基誘導抽芽，再生後將其定植於溫室，平均出瓶數 (定植植株) 皆為 0% (pMT91-REA、pMT91-RGA) (表 1)。此結果顯示篩選藥劑處理完後，誘導芽體生長、芽體抽出及伸長、誘導發根等的階段可能是甘藍葉綠體基因轉殖的最重要關鍵及瓶頸，且經 spectinomycin 篩選後，甘藍培植體的再生則更不易。

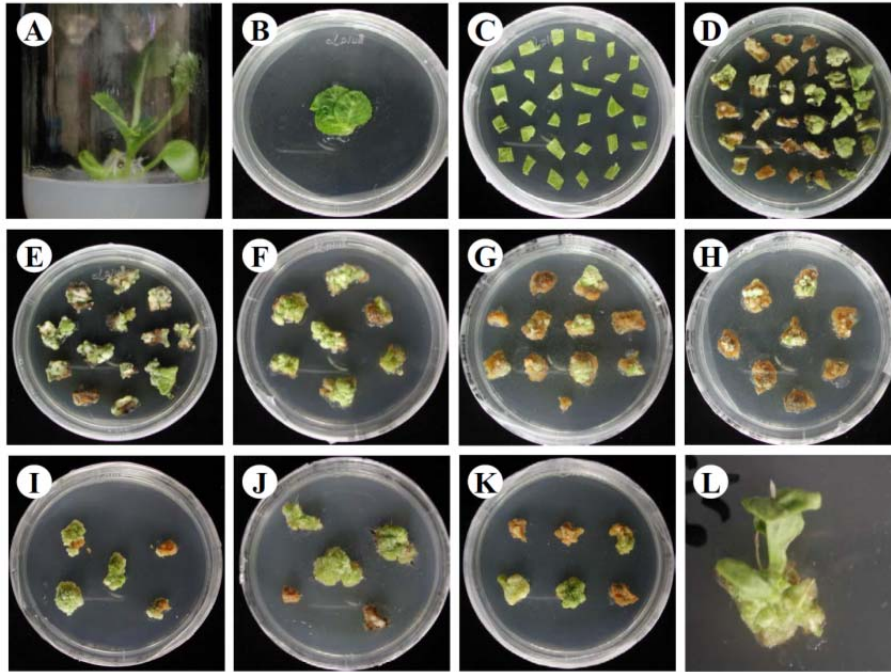


圖 2. 甘藍本葉經葉綠體基因轉殖之植株再生情形。(A)無菌播種後四週之甘藍；(B) 切取本葉排列在 2 cm 的圓周內準備轟擊；(C) 轟擊後暗培養一週後，將本葉切成 $3 \times 3 \text{ mm}^2$ 置於含有篩選試劑的再生培養基中培養；(D)置於 5 mM D-alanine 篩選兩週後之情形；(E) 置於 5 mM D-alanine 篩選四週後之情形；(F)~(K)成活培植體再置於 5 mM D-alanine 篩選，繼代培養誘導再生之情形；(L) 篩選後存活之培植體移至抽芽培養基內進行誘導芽梢再生。

Fig. 2. Regeneration of transplastomic cabbage from leaves. (A) Cabbage seeds were germinated *in vitro* for four weeks. (B) Leaves were placed in the circle within a 2 cm radius for biolistic bombardment. (C) After biolistic bombardment, leaves were cut into small pieces ($3 \times 3 \text{ mm}^2$) and cultivated in the regeneration medium. (D) Appearances of transplastomic explants after selection with 5 mM D-alanine for two weeks. (E) Appearances of transplastomic explants after selection with 5 mM D-alanine for four weeks. (F~K) Survival explants were subcultured for regeneration in the presence of 5 mM D-alanine. (L) Induction of shoot formation was performed in the shoot-inducing medium.

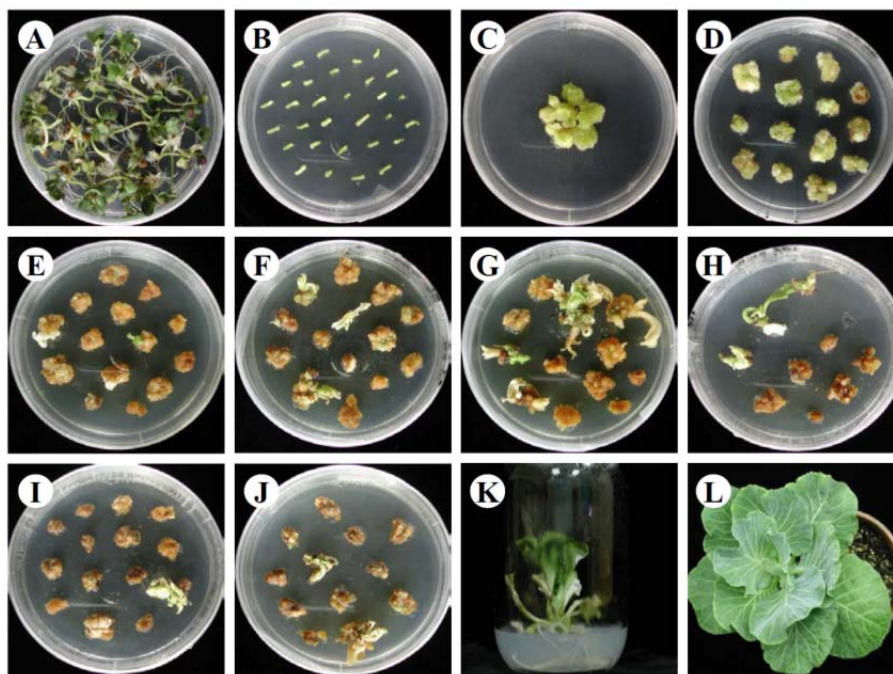


圖 3. 甘藍下胚軸誘導之癒傷組織經葉綠體基因轉殖的植株再生情形。(A)無菌播種後 5 天後之甘藍；(B) 切取下胚軸誘導癒傷組織；(C) 癒傷組織排列在 2 cm 的圓周內準備轟擊；(D)轟擊後暗培養 1 週後，將癒傷組織置於含有篩選藥劑的再生培養基中培養；(E)~(G) 癒傷組織置於 4 mM D-alanine 篩選，繼代培養誘導再生之情形；(H)~(J)癒傷組織置於 15 ppm spectinomycin 篩選，繼代培養誘導再生之情形；(K)篩選後存活之芽梢移至發根培養基內進行誘導發根；(L)定植於溫室之植株。

Fig. 3. Regeneration of transplastomic cabbage from hypocotyl-induced callus. (A) Cabbage seeds were germinated *in vitro* for five days. (B) Hypocotyls were excised and induction of callus formation for 2 weeks. (C) Calli were placed in the circle within a 2 cm radius for biolistic bombardment. (D) After biolistic bombardment, calli were cultivated in dark for one week, and then transferred to the regeneration medium supplied with selective agents. (E)~(G) Selection of transplastomic explants was performed in the regeneration medium supplied with 4 mM D-alanine. (H)~(J) Selection of transplastomic explants were performed in the regeneration medium supplied with 15 ppm spectinomycin. (K) Induction of root formation was performed in root-inducing medium. (L) Transplastomic cabbages were grown in the greenhouse.

表 1. 經基因槍轉殖 pMT91-RE、pMT91-REA、pMT91-RG、pMT91-RGA 之'初秋'甘藍下胚軸癒傷組織培養在含有 4 mM D-alanine 或 15 ppm spectinomycin 篩選藥劑的再生培養基之存活率及出瓶率的統計表。

Table 1. Percentages of survivors and regenerated plantlets of biolistic bombarded hypocotyl-induced callus of 'K-Y cross' cabbage with pMT91-RE, pMT91-REA, pMT91-RG, pMT91-RGA plasmids and followed by grown in regeneration medium supplied with 4 mM D-alanine or 15 ppm spectinomycin.

篩選藥劑 Selective Agent	轉殖載體 Vector	培植體數 No. of Explants	存活數 No. of Survivors	存活率(%) % of Survivors	再生出瓶 No. of Regenerated plantlets	出瓶率(%) % of Regenerated plantlets
4 mM D-alanine	RE	745	168	22.55%	1	0.13%
	RG	647	185	28.59%	0	0%
	REA	265	66	24.91%	13	4.91%
	RGA	424	133	31.37%	3	0.71%
15 ppm Spectinomycin	REA	415	165	39.76%	0	0%
	RGA	438	103	23.52%	0	0%

三、轉殖甘藍植株之基因及表現分析

(一)、聚合酵素連鎖反應(PCR)分析轉殖再生植株

選取轉殖 pMT91-REA、pMT91-RE 及 pMT91-RGA 且經由 4 mM D-alanine 篩選存活的轉殖甘藍 17 株，分別萃取其再生植株的葉片基因組 DNA，以特定單一引子(一對/兩條引子)或多重引子(二對/四條引子)，分別偵測轉殖株是否含有 *alaR*、*egfp*、*gus* 及 *aadA* 基因。試驗結果顯示經電泳膠片分離 PCR 產物後，顯示編號 REA-1、2、3、4、5、6、8、12、13 等 9 株，同時帶有三個基因(*alaR*、*egfp*、*aadA*)(圖 4 A、B)；REA-9 只有 *aadA* 及 *egfp* 二個基因(圖 4A、4B)；REA-10 只有 *aadA* 及 *alaR* 二個基因(圖 4A、4B)；REA-11 及 REA-14 則分別只有 *alaR* 或 *aadA* 一個基因(圖 4 A、4B)。編號 RE-1 同時具有 *alaR* 及 *egfp* 二個基因(圖 4C)。編號 RGA-1 及 RGA-2 同時帶有三個基因(*alaR*、*gus*、*aadA*)，但 RGA-3 則無法偵測到任何基因的存在(圖 4 D、4E、4F)。未轉殖植株 (CK) 則無特定條帶出現。

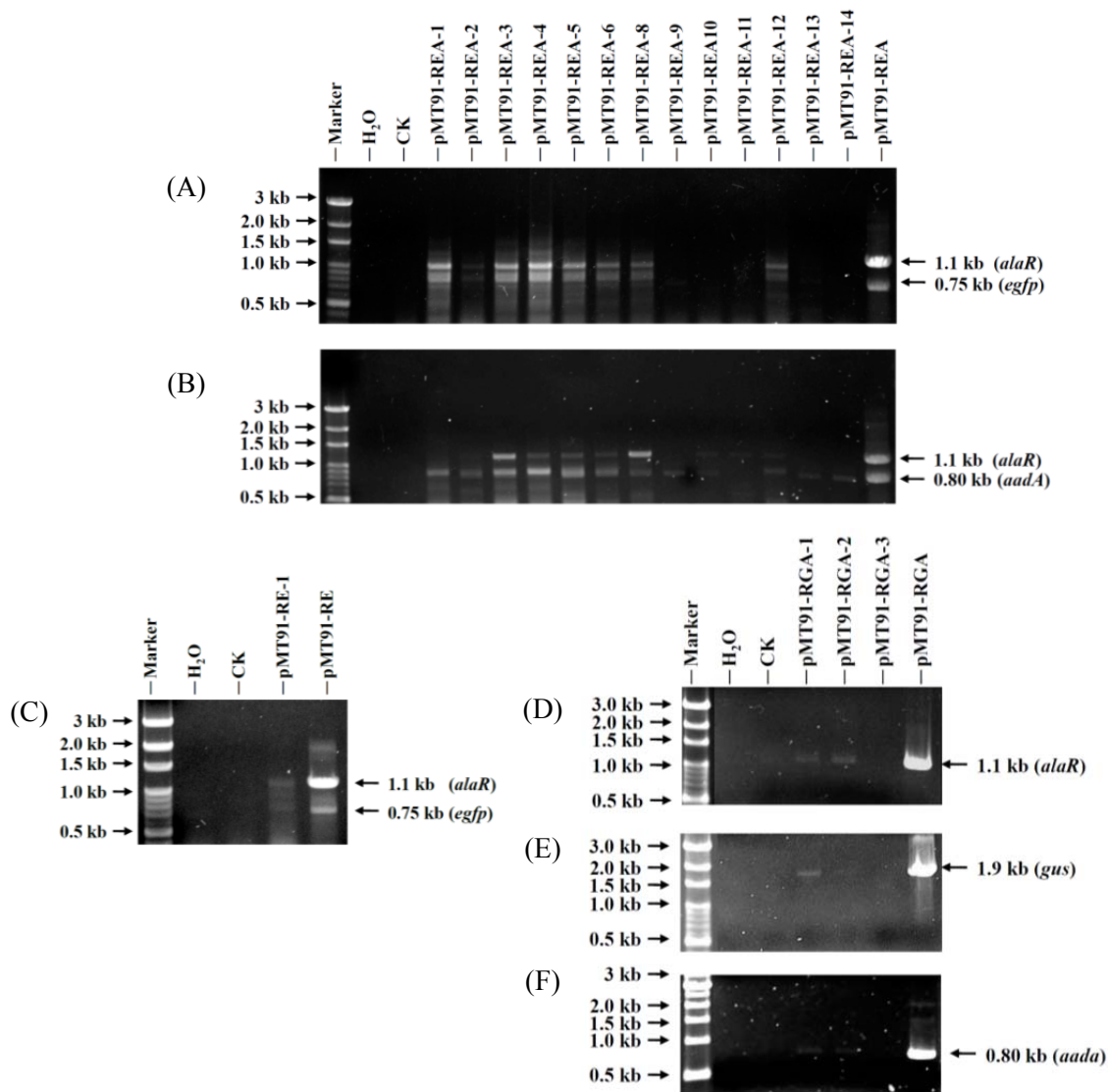


圖 4、經轉殖質體 pMT91-REA (A、B)、pMT91-RE (C)、pMT91-RGA (D、E、F) 的「初秋」甘藍，以引子 1、2 分析 *alaR* 及引子 5、6 分析 *egfp* 基因(A、C)，以引子 1、2 分析 *alaR* 及引子 7、8 分析 *aadA* 基因(B)，以引子 1、2 分析 *alaR* 基因(D)、引子 3、4 分析 *gus* 基因(E)，以引子 7、8 分析 *aadA* 基因(F)，經 PCR 反應之產物在電泳膠片上分離之情形。CK：未經轉殖的甘藍植株。

Fig. 4. PCR analysis of *alaR* and *egfp* (A, C), *alaR* and *aadA* (B), *alaR* (D), *gus* (E) and *aadA* (F) genes in regenerated 'K-Y cross' cabbage after transformed with pMT91-REA (A, B), pMT91-RE (C), and pMT91-RGA (D, E, F) plasmid. Partial *alaR* (1.1 kb), *egfp* (0.80 kb), and *aadA* (0.75 kb) gene sequences were amplified from plant DNAs using primers 1/2, 5/6, and 7/8, respectively, and analyzed by electrophoresis. CK: un-transformed cabbage.

(三)、RT-PCR 分析轉殖植物

為進一步確認轉殖基因是否有成功轉錄為 RNA，分別萃取其再生植株的葉片總 RNA 進行反轉錄，依照 *alaR*、*egfp*、*gus* 及 *aadA* 基因所設計的特定引子進行 PCR 反應。分析結果顯示編號 pMT91-REA5、pMT91-REA6、pMT91-REA14、pMT91-RGA1 及 pMT91-RGA3 可獲得預期 *alaR* 條帶者(1.1 kb)(圖 5A)；編號 pMT91-REA2、pMT91-REA9、pMT91-REA12 及 pMT91-REA13 可獲得預期 *egfp* 條帶者(0.75 kb)(圖 5B)；編號 pMT91-RGA1 及 pMT91-RGA2 可獲得預期 *gus* 條帶者(1.9 kb)(圖 5C)；編號 pMT91-REA1、pMT91-REA4、pMT91-REA6、pMT91-REA8、pMT91-REA10、pMT91-REA11、pMT91-REA12、pMT91-RGA1、pMT91-RGA2 及 pMT91-RGA3 可獲得預期 *aadA* 條帶者(0.8 kb)(圖 5D)；未轉殖植株 (CK) 則無特定條帶出現。

(四)、轉殖植株 GUS 活性分析

本研究初步選取 pMT91-RGA 轉殖甘藍再生植株，進行 GUS 染色分析。依 Jefferson(1987)與 Hu(1990)等人發表的傳統 GUS 染色方法，發現供試的四個轉殖葉片樣品 (RGA-1、RGA-2、RGA-3)只較未轉殖葉片稍呈藍色(圖 6 對照組)。本研究嘗試在進行 GUS 活性染色時，在抽真空操作過程之前加入約 0.2 g 海砂 (圖 6 海砂組)，或/及激烈震盪(圖 6 海砂/震盪組)的處理。試驗結果顯示海砂或/及激烈震盪處理對未轉殖葉片之顏色均無改變，但顯著增加 RGA-2 轉殖植株之 GUS 活性的藍色反應，對 RGA-1、RGA-3 的葉片顏色改變影響不大。

(五)、轉殖植株 GFP 綠色螢光分析

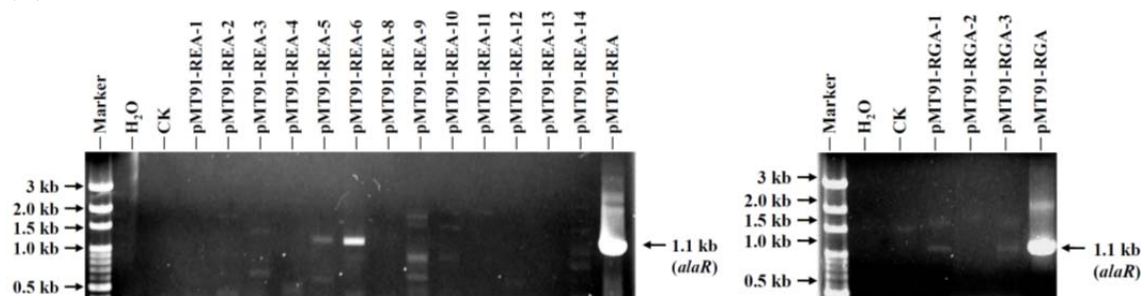
選取 RCR 檢驗呈現正反應的 1 株 pMT91-RE 及 10 株 pMT91-REA 轉殖甘藍葉片，以冷光螢光數位影像系統(Kodak Image Station 4000MM)偵測 GFP 綠色螢光發散的情形。試驗結果顯示有 11 株轉殖甘藍，照射藍光(430-500 nm)後可觀察到發散強烈綠色螢光(圖 7)，未轉殖植株 (CK) 則無發散綠色螢光的現象。

討 論

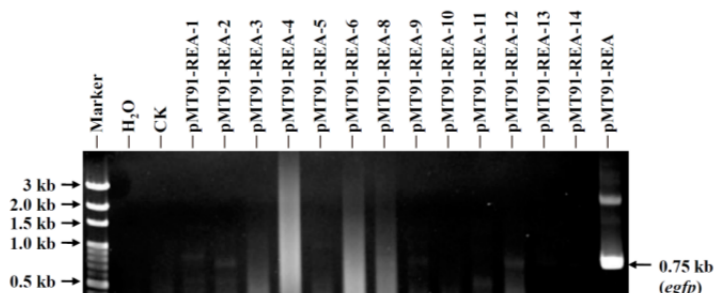
一、甘藍葉綠體基因轉殖之培植體篩選及誘導再生

本研究室曾利用甘藍本葉進行葉綠體基因槍轉殖，並已獲得不錯的結果 (Liu *et al.*, 2007; Liu *et al.*, 2008)。因此本研究也利用'初秋'甘藍的本葉進行轉殖再生的工作，期望獲得更高的轉殖率。由於本葉葉綠體數較多，可增加轉殖載體進入到葉綠體中之機率，且本葉葉片又大，幾乎只需要 3-5 片甘藍本葉就可排列成環狀，節省轟擊試材準備的時間。但本葉原本逆分化能力就已較差，加上轟擊後又直接置於含有篩選藥劑的培養基中，導致逆分化能力更不佳，大大影響實驗的進行。因為本研究室過去也對甘藍下胚軸組織培養再生系統建立出高效率的再生，因而嘗試將下胚軸誘導癒傷組織後，再以癒傷組織進行轉殖的

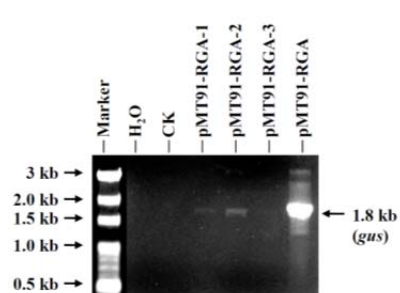
(A) *alaR* 基因



(B) *egfp* 基因



(C) *gus* 基因



(D) *aadA* 基因

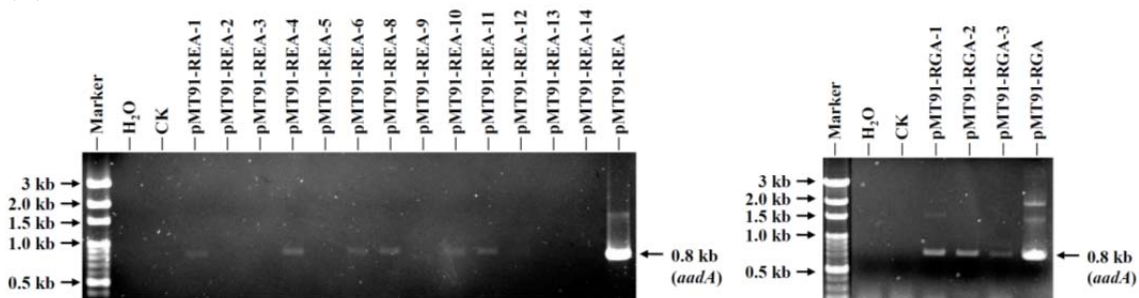


圖 5. 經轉殖質體 pMT91-REA 與 pMT91-RGA 的‘初秋’甘藍，以 RT-PCR 分析 *alaR* (A)、*egfp* (B)、*gus* (C) 及 *aadA* (D) mRNA，其產物在電泳膠片上分離之情形。CK：未經轉殖的甘藍植株。

Fig. 5. RT-PCR analysis of *alaR* (A), *egfp* (B), *gus* (C), and *aadA* (D) mRNA in regenerated ‘K-Y cross’cabbage after transformed with pMT91-REA and pMT91-RGA plasmid. Partial *alaR* (1.1 kb) (A), *egfp* (0.75 kb) (B), *gus* (1.8 kb) (C), and (D) *aadA* (0.80 kb) mRNA were amplified from plant RNAs by RT-PCR, and analyzed by electrophoresis. CK: un-transformed cabbage.

GUS assay Plants	GUS染色方法 (GUS staining methods)			
	CK ^y	RGA-1	RGA-2	RGA-3
對照組 ^x (CK)				
海砂 (Sea sand)				
海砂 + 振盪 (Sea sand + Vortex)				

^x：傳統染色方法 (Conventional GUS staining method)

^y：未轉殖植株 (Un-transformed plant)

圖 6. 經基因槍法轉殖轉殖 pMT91-RGA 質體之‘初秋’甘藍葉片，進行 GUS 活性染色分析之情形。CK：未轉殖‘初秋’甘藍。

Fig. 6. Gus histochemical staining of the regenerated ‘K-Y cross’ cabbage after biolistic bombardment with pMT91-GD. CK: nontransformed cabbage.

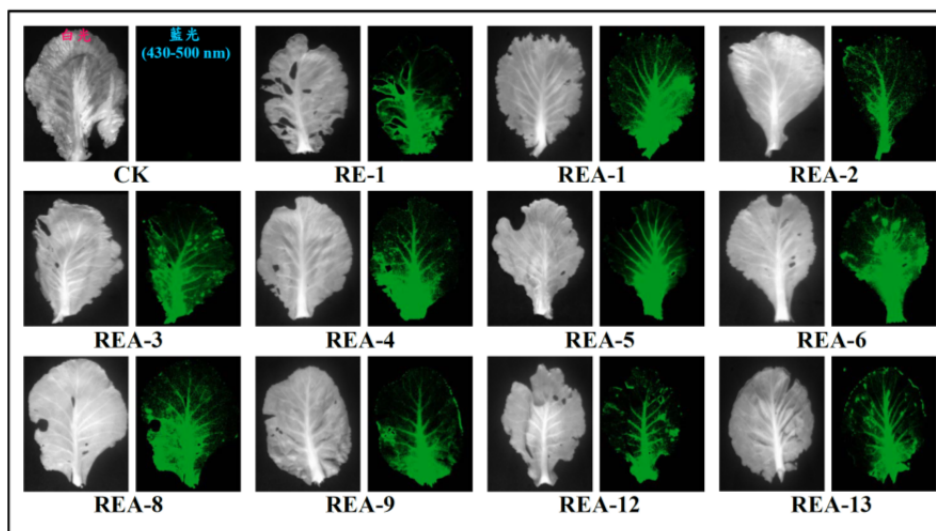


圖 7. 以冷光螢光數位影像系統 (Kodak Image Station 4000MM)檢測經基因槍法轉殖 pMT91-RE 及 pMT91-REA 質體之‘初秋’甘藍葉片。轉殖甘藍照射藍光發散綠色螢光(右)及照射一般白光(左)之比較，對照組(CK)則無發散綠色螢光。

Fig. 7. Comparison of fluorescence (left) and bright field (right) images of regenerated ‘K-Y cross’ cabbage after transformation with pMT91-RE and pMT91-REA plasmids via biolistic bombardment. CK: un-transformed cabbage.

工作。因下胚軸逆分化能力較本葉好，且選取五天大之下胚軸誘導癒傷組織，是因細胞有旺盛的逆分化能力，縮短逆分化等待的時間，比起利用本葉作為甘藍葉綠體之基因轉殖可節省更多時間，且於 BD 培養基(0.5 ppm BA and 0.1 ppm 2,4-D)中再分化的能力較本葉高，亦增加了抽芽率，可較快速獲得許多轉基因植物。

經過藥劑篩選後之存活率與出瓶率極大的落差，推測可能的原因為篩選時間不足，使得非轉殖之細胞仍可存活，容易產生嵌合(chimera)的轉基因植物。而在篩選過後移至無篩選藥劑培養基中，又因培植體尚未代謝完體內之篩選藥劑，故於誘導抽芽時仍有篩選之效果，如此便造成篩選存活率高而出瓶率極低之結果。為解決此問題，可增加篩選之時間，降低篩選的存活率，但篩選之時間不可太長，因先前預備試驗發現，若將培植體持續放置含有篩選藥劑的培養基中，雖可使轉殖之細胞增生，但可能因篩選藥劑阻礙了培植體分化的能力。最後就算移置無篩選藥劑的培養基中，仍是無法誘導抽芽；或先以低濃度篩選，待轉殖之細胞增生夠多時，再逐漸增加篩選之濃度使非轉殖之細胞量減少，降低篩選的存活率，但篩選濃度不可一下子增加太多，否則可能因增生之細胞還不足以抵抗較高之篩選濃度而導致死亡。本研究也顯示經 spectinomycin 篩選後，甘藍培植體的再生則更不易。因此開發 D-alanine 作為葉綠體基因轉殖的篩選藥劑，有其必要性。

二、轉殖甘藍植株之基因及表現分析

(一)、聚合酵素連鎖反應分析轉殖植株

本研究結果顯示，大多數甘藍植株，都具同時包含在同源重組區域內的 2-3 組基因。轉殖 pMT91-REA 有 13 株再生植株，其中有 9 株都具有 3 個目標基因(*alaR*、*egfp*、*aadA*)，共同基因轉殖率約為 69%；轉殖 pMT91-RGA 有 3 株再生植株，這 3 株中有 2 株都具有 3 個目標基因 (*alaR*、*gus*、*aadA*)，共同基因轉殖率為 67%；轉殖 pMT91-RE 有 1 株再生植株，這 1 株都具有 2 個目標基因(*alaR*、*egfp*)，共同基因轉殖率為 100%。因此本研究所建立的篩選系統，雖然獲得再生植株不多，但是所得的植株大多是共同攜帶所欲轉移的目標基因，而且這些轉殖植株都是以 D-alanine 篩選獲得的。

此外 PCR 檢測時亦發現植株僅出現微弱的訊號，而且重覆試驗間會不穩定的結果。因此本研究嘗試發展在一個 DNA 樣品同時以多對引子來偵測多種基因的技術。以三對引子(6 條)同時偵測轉殖甘藍的 *alaR*、*egfp* 及 *aadA* 基因，產生的非獨特性 DNA 條帶太多，不具意義；同時偵測 *egfp* (0.75 kb)及 *aadA*(0.8 kb)基因，因為 DNA 大小相近不易區分；同時偵測 *alaR* (1.1 kb)及 *egfp* (0.75 kb)或 *alaR* (1.1 kb)及 *aadA*(0.8 kb)基因，都可獲得清晰可辨識的 DNA 條帶、而其優點也可在偵測 *alaR* (1.1 kb)時可顯示出，有時在一次分析時未顯現之條帶(圖 4 B)，在另一組分析卻可偵測到(圖 4 A)，如此可增加資訊的正確性。

(二)、RT-PCR 分析轉殖植物

利用 RT-PCR 的方式，進一步確認轉殖基因是否有成功轉錄為 mRNA。分析結果顯示，轉殖植株僅出現微弱的訊號，甚至利用 PCR 檢測帶有目標基因者，無檢測到 mRNA 的存在，抑或是利用 PCR 檢測無帶有目標基因者，確可檢測到 mRNA 的存在。因葉綠體基因

工程是利用同源重組實現定點整合，導入的外源基因穩定性高，可避免基因插入後的位置效應和基因靜默，故可排除是因基因靜默的關係導致無法檢測到 RNA 的存在。因此推測可能的原因為進行 PCR 或 RT-PCR 的過程中，過高的 DNA 或 cDNA 濃度，導致加熱階段時無法將其順利變性，影響偵測的結果。或是因為人為因素，像是萃取葉片總 DNA 或 RNA 的技術不夠熟練，導致 DNA 或 RNA 萃取率極低，或是在萃取過程中即降解，亦或是操作過程中是否有汙染，而使得 PCR 和 RT-PCR 相應的結果不如預期。

(三)、轉殖植株 GFP 綠色螢光及 GUS 活性分析

轉殖 pMT91-REA 的 13 株再生植株中，經 PCR 分析有 9 株均可偵測到 *egfp* 基因的存在(圖 4 A)。而經冷光螢光數位影像系統照射藍光(430-500 nm)後，此 11 株轉殖植株均可偵測到發散綠色螢光(圖 6)。但經 RT-PCR 分析，可偵測到 *egfp* mRNA 者，只有四株(圖 5 B)。推測原因可能是以萃取葉片總 RNA 的技術不夠熟練，導致 RNA 萃取率極低或萃取過程中 RNA 即降解，才會在 RT-PCR 偵測時無法偵測到目標基因，卻在藍光照射下出現螢光反應。由於葉片的老幼程度也會影響影像系統的判定結果，因此，這個部分需增加各轉殖植株的觀察樣品，才能做出合理的結論。

在 GUS 活性染色部分，初步依傳統 GUS 染色方法進行分析時(Jefferson, 1987; Hu, 1990)，發現供試的三個轉殖 PM91-RGA 轉殖再生葉片只較未轉殖葉片稍呈藍色，差異不大(圖 6)。若在進行 GUS 活性染色時，在抽真空操作過程之前，葉片浸漬於 GUS 分析緩衝溶液並添加海砂，進行震盪，重複此步驟三次，其藍色呈色較無添加海砂及添加海砂但無震盪者更為明顯。推測此可能為震盪時海砂之顆粒加大葉片之傷口或於摩擦時將葉片表面之蠟質減少，促使抽真空階段，GUS 分析緩衝溶液更易進入組織內，而使得藍色沉澱反應更為明顯。經 GUS 活性染色結果和 PCR 分析 *gus* 基因之情形，兩者結果無明顯差異，顯示 *gus* 基因成功轉殖進甘藍葉綠體基因，且葉綠體基因無基因靜默之現象，故可順利轉錄、轉譯，形成蛋白表現。

三、結論

以 PCR 檢測以 D-alanine 篩選成活的所有再生植株，82% (14/17) 都有攜帶 *alaR* 基因，顯示“逃避篩選”成活的植株率是很低的。本研究所獲得的轉殖植株大多是共同攜帶所欲轉移的目標基因，共同轉殖同源重組區間基因的效率達 67~100%。

以 4 mM D-alanine 及 15 ppm spectinomycin 篩選癒傷組織，篩選 42 天後，4 mM D-alanine 及 15 ppm spectinomycin 篩選之培植體，平均存活率分別為 27% 及 32%。隨後移到無篩選藥劑之培養基誘導再生，以 4 mM D-alanine 篩選者獲得 17 株再生植株，以 15 ppm spectinomycin 篩選者則無法獲得再生植株。4 mM D-alanine 篩選，未轉殖芽體最終褐化死亡；15 ppm spectinomycin 篩選，未轉殖的芽體白化，但不會死亡，移到無篩選藥劑之培養基，最終無法抽芽發根死亡。顯然以 D-alanine 作為甘藍葉綠體基因轉殖的篩選藥劑，更優於傳統使用的 spectinomycin。從分析轉殖再生甘藍之轉殖基因、基因表現、GUS 活性及 EGFP 綠色螢光反應之結果顯示，以 *alaR* 基因來作為甘藍之葉綠體基因轉殖的篩選

標誌基因是可行的且顯然優於 *aadA* 基因。

往後要克服的是改善 D-alanine 篩選後，甘藍培植體移到無篩選藥劑之培養基的誘導再生成活，使獲得更多轉殖植株，俾讓 *alaR* 基因作為甘藍葉綠體基因轉殖系統的篩選標誌基因，更趨實用化。

參 考 文 獻

- 朱宛茹。2010。D型胺基酸氧化酵素基因(*daao*)作為甘藍之葉綠體基因轉殖的篩選標誌基因之研究。國立中興大學園藝研究所碩士論文。
- 陳怡潔。2009。以離胺酸消旋酵素基因作為基因選殖的篩選標記。國立中興大學分子生物學研究所博士論文。
- 曾夢蛟、劉程煒。2004。甘藍之基因轉殖技術。植物基因轉殖與分子檢測技術-第二章:十字花科作物-第三節:p.57-74。植物生物技術教學資源中心主編。
- Hu, C-Y, P. P. Chee, R. H. Chesney, J. H. Zhou, P. D. Miller and W. T. O'Brien. 1990. Intrinsic GUS-like activities in seed plant. Plant Cell Rep. 9(1):1-5.
- Jefferson, R. A., T. A. Kavanagh, M. W. Bevan. 1987. GUS fusions : beta-glucuronidase as a sensitive and versatile gene fusion marker in higher plants. EMBO. J. 6(13): 3901-3907
- Liu, C-W., C-C. Lin, J. J. W. Chen, and M-J. Tseng. 2007. Stable chloroplast transformation in cabbage (*Brassica oleracea* L. var. *capitata*L.) by particle bombardment. Plant Cell Rep. 26(10):1733-1744
- Liu, C-W., C-C. Lin, J-C. Yiu, J. J. W. Chen, and M-J. Tseng. 2008. Expression of a *Bacillus thuringiensis* toxin (*cry1Ab*) gene in cabbage (*Brassica oleracea* L. var. *capitata* L.) chloroplasts confers high insecticidal efficacy against *Plutella xylostella*. Theor. Appl. Genet. 117(1):75-88.

Using Alanine Racemase Gene (*alaR*) as the Selectable Marker Gene for Cabbage (*Brassica oleracea* L. var. *capitata* L.) Chloroplast Transformation

Pei-Chun Liao ¹⁾ Ming-Te Yang ²⁾ Wen-Hwei Hsu ³⁾ Menq-Jiau Tseng ²⁾

Key words: Alanine racemase, Selectable marker gene, Chloroplast transformation

Summary

Alanine racemase (AlaR) catalyzes the racemization of D-alanine to produce L-alanine. The objectives of this study are to establish the *alaR* gene as the antibiotic-free selectable marker for cabbage plastid transformation, and to compare the selection efficiency between using *aadA* (aminoglycoside-3'-adenyl transferase) and *alaR* genes as the selectable marker.

A set of plasmid vectors that contain *alaR* or *aadA* gene as selectable marker was constructed, one of the two plant reporter genes, *egfp* and *gus*, was chosen as target gene in the constructed vectors. Four cabbage plastid transformation vectors, pMT91-RE (*alaR:egfp*), pMT91-RG (*alaR:gus*), pMT91-REA (*alaR:egfp:aadA*), and pMT91-RGA (*alaR:gus: aadA*) were bombarded into the hypocotyls-induced calli or leaves of cabbage. The explants were selected by 4 mM D-alanine or 15 ppm spectinomycin.

The results of PCR and RT-PCR analysis indicated that transformed genes (*alaR*, *aadA*, *gus*, and *egfp*) were integrated into the plastid genome of transplastomic cabbage plants, and expressed its mRNA. GFP fluorescence and GUS histochemical staining analyses showed the emission of green fluorescence and blue-color reaction were presented in the *egfp* or *gus* gene transformed transplastomic cabbage plants. Our results indicated that the system of using *alaR* gene as selection marker for plastid transformation, which has several advantages over the conventional used *aadA* gene, offers new possibilities for non-antibiotics selectable marker in commercially important crops.

-
- 1) Student in M.S. Program, Department of Horticulture, National Chung Hsing University.
 - 2) Associate Professor, Institute of Molecular Biology, National Chung Hsing University.
 - 3) Professor, Institute of Molecular Biology, National Chung Hsing University.
 - 4) Professor, Department of Horticulture, National Chung Hsing University. Corresponding author.

四品種辣椒果實成熟過程種子之生長情形

西志村彩¹⁾ 宋好²⁾

關鍵字：辣椒、種子乾重、種子發芽率、導電度、澱粉含量

摘要：‘麗香’、‘朱雀’、‘黃金’辣椒及‘黃果’朝天椒為本試驗材料，果實具不同生長方向(向上或向下)及顏色，調查辣椒果實生長過程中種子活力變化情形，以確定採收條件，生產高品質辣椒種子。四品種辣椒種子乾重於開花後 30~60 天顯著增加，種子含水量於開花後 50~60 天顯著下降，生理上最高成熟期為開花後 60 天，其後進入乾燥階段。於開花後 60 天種子發芽率顯著增加為 90%以上，開花後 70~80 天種子者則無顯著差異。開花後 60 天種子之導電度值顯著高於開花後 70~80 天者。由本試驗了解，四品種辣椒開花後 70 天採收(果實完全轉色後 10 天)之種子才能達到最高活力，生產高品質種子。

前言

番椒(*Capsicum annuum* L.)屬茄科，一年生草本植物，原產於中南美洲熱帶地區。番椒包括甜椒及辣椒，不同品種辣椒有不同程度辣味，為重要香辛類蔬菜，可供生食、加工製成辣椒醬等。辣椒果實為圓錐形或長圓形，果實生長方向有向上及向下之分，成熟後呈紅色、橘色、黃色或紫色等。

番椒為連續開花結果作物，所以同一個植體中可看到不同成熟度的果實，採收果實時可採收不同成熟度之果實，使同一批中收穫種子有不同的品質(Vidigal *et al.*, 2009)。種子品質直接影響種苗生產，活力低的種子因發芽率低，導致單位栽培面積內種子使用量增加。了解果實成熟過程中種子何時達到最高活力，以決定適當採收時間為種子生產上重要之關鍵，建立農業生產基礎。

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。

本試驗研究以紅色辣椒品種‘麗香’、‘朱雀’及黃色辣椒品種‘黃金’、‘黃果’朝天椒為研究材料，且相同顏色品種果實生長方向不同，故需瞭解不同果皮顏色及果實生長方向之辣椒果實成熟過程生理上變化及其對種子活力之影響，以確定採收的最佳條件，生產高品質辣椒種子。

材 料 與 方 法

一、試驗材料

供試辣椒(*Capsicum annuum* L.)為‘麗香’、‘朱雀’(農友種苗公司)‘黃金’(生生種子公司)與‘黃果’朝天椒‘HV-149’(農友1210)(農友種苗公司)等四品種，其中果實顏色紅色的品種為‘麗香’辣椒及‘朱雀’辣椒，‘麗香’辣椒生長方向向下，‘朱雀’辣椒之生長方向為向上。果實顏色黃色的品種為‘黃金’辣椒及‘黃果’朝天椒，而‘黃金’辣椒生長方向向下，‘黃果’朝天椒之生長方向為向上。

二、植株栽培

1. 育苗

將供試驗辣椒種子播於 72 格 PE 圓孔穴盤，穴盤大小為 54×28×4 cm，每格穴盤播種 2 粒種子。介質採用泥炭土(Bio-Mix Potting substrate 110 B, Tref, The Netherlands)、蛭石及真珠石(南海 3 號，購自振詠興業有限公司)以 8:1:1 比例混拌均勻裝填於穴盤中，育苗於中興大學園藝學系蔬菜室溫室內進行培育。幼苗期每週施用 1500 倍尿素，於達 2 片本葉時進行間拔留 1 株，育苗期間依照植物保護手冊推薦方式適時施用藥劑防治病蟲害。

2. 定植及栽培

於 2010 年 10 月於溫室內 6 到 8 片本葉幼苗移植至八寸黑軟盆中，每一品種 15 株。介質採用泥炭土(Bio-Mix Potting substrate 110 C, Tref, The Netherlands)、蛭石及真珠石(南海 3 號，購自振詠興業有限公司)以 8:1:1 比例混拌均勻。定植前施用台肥 43 號肥料為基肥，生長期間每週施用 1000 倍尿素或 Peters(20-20-20) (Scotts-Sierra Horticultural Products Company, U.S.A.)，以葉面噴施作為追肥。植株於 2010 年 11 月~2011 年 5 月開始開花，將第一及第二分叉之果及以下側芽全部摘除，植株第三分叉花開花當日掛花牌，於辣椒果實生長不同天數採收，供試驗使用。

三、辣椒果實處理

於開花後 30 天到 70 天，每 10 天分別採收辣椒果實，直接剖取種子，每品種每處理隨機採收 12 個辣椒，共三重覆。種子乾燥至含水量約 9 %，供試驗使用。成熟度外觀分別為(1)綠熟果: 果皮呈綠色的階段(開花後 30 到 40 天)，(2)轉色果: 果皮由綠色到紅色或黃色的轉色階段(開花後 50 天)，(3)紅或黃熟果: 果皮呈紅或黃色的成熟階段(開花後 60 到

70 天)，(4)紅或黃熟果乾燥階段：果皮呈紅或黃色、開始乾燥的階段(開花後 80 天)。

四、調查項目及方法

(一)果實生長過程中果實及種子生長情形調查

取果實及其內種子分別秤重，每處理取樣 6 個果實，每處理三重覆。

(1)果實大小：測果實長度及果徑，單位為 mm。秤果實鮮重，單位為 g。

(2)種子重量：秤其種子乾重，單位為 mg。

(3)種子含水量：以國際種子檢查規則 (International Rules for Seed Tasting, 2003) 將 0.1 g 種子秤重後，置於 $103\pm 2^{\circ}\text{C}$ 之烘箱中，烘乾 17 ± 1 小時後取出，秤其乾重、計算含水量。

(二)種子活力之檢測

(1)發芽試驗

取 20 粒種子置於內置濕濾紙(55 mm, Advantec)之 5.5 cm 培養皿內，加 2 ml 去離子水，於 25°C 生長箱中黑暗下進行發芽試驗。試驗期間保持濾紙濕潤，每日計算發芽粒數(胚根突破種皮即視為發芽)，期間為 14 天，每處理三重覆，每重覆 20 粒種子。調查項目包括最終發芽百分率及平均發芽天數，計算公式如下：

最終發芽百分率(final germination percentage, FGP)

$$\text{FGP}(\%) = (\sum \text{GN}_i / \text{GN}) \times 100$$

GN_i ：第 i 天發芽之種子數

GN ：試驗種子數

I ：1、2... 至發芽調查結束日

平均發芽天數(mean days to germination, MDG)

$$\text{MDG}(\text{days}) = \sum (i / \text{GN}_i) / \sum \text{GN}_i$$

GN_i ：第 i 天發芽之種子數

I ：1、2... 至發芽調查結束日

(2)導電度

取 10 粒種子放入試管(15×105 mm，直徑×高)中，加入 5 ml 去離子水，於 25°C 下浸潤 4 天，以電導度計(conductivity meter model SC-170, Suntex, Taipei, Taiwan)讀取電導度值，每處理六重複，一重複十粒種子，計算種子之滲漏量。

(三)種子內含物測定

1.碳水化合物

將種子取出烘乾磨粉，取 0.1 克置於 30 ml 離心管中，加入 10 ml 蒸餾水以 30°C 恆溫水浴振盪 3 小時，以 15,000 rpm 25°C 下離心 20 分鐘，取上清液測定全可溶性糖含量；離心下層之沉澱物，置於 70°C 烘箱過夜，以供澱粉含量測定 (Yoshida *et al.*, 1976)。每處理三重覆。

(1)全可溶性糖之測定

取上述離心後的上清液 5 ml，加入 1 ml 6N HCl，放入 70°C 水浴振盪 15 分鐘，取出

後迅速冷卻。取 0.1 ml 加入取離子水 1.9 ml 後振盪均勻，取 2 ml 混合液加入 0.1 ml 液態石碳酸(liquid phenol)及 6 ml 濃硫酸，振盪均勻。靜置 30 分鐘後，利用分光光度計(U-2900，HITACHI)測定 490 nm 波長吸光值。以 0.5 μ mole/ml D-glucose 為標準液，計算樣品全可溶性糖含量。每處理三重覆。

(2)澱粉之測定

取上述烘乾之樣品粉末，加入 2 ml 離子水，放入 100 $^{\circ}$ C 水浴振盪 15 分鐘，取出後迅速冷卻。加入 2 ml 9.2N HClO₄ 振盪 15 分鐘後加入 6 ml 取離子水，定量至 10 ml。於 25 $^{\circ}$ C 以 15,000 rpm 離心 10 分鐘後，取上層液 0.1 ml 加入 1.9 ml 去離子水。將 2 ml 混合液加入 0.1 ml 液態石碳酸(liquid phenol)及 6 ml 濃硫酸，振盪均勻。靜置 30 分鐘後，利用分光光度計(U-2900，HITACHI)測定 490 nm 波長吸光值。以 0.5 μ mole/ml D-glucose 為標準液，計算樣品澱粉含量。每處理三重覆。

2.蛋白質含量

將 Lowry(1951)之方法加以修改，將 0.1 克種子取出烘乾磨粉，取置於 30 ml 離心管中，加入 5 ml 萃取液(內含 40 mM Tris-HCl，1mM ethylenediaminetetraacetic acid disodium salt-2-hydrate(EDTA)，0.5 mM 1,4-dithiothreitol(DTT)，100 mM MgCl₂，2-13-mercaptoethanol，0.2% polyvinylpyrrolidone-40(PVP))，以 15,000 rpm 4 $^{\circ}$ C 下離心 20 分鐘，取 50 μ l 上清液，加入 5 ml 蛋白質染劑 (Bio-red) (稀釋 4 倍)，振盪均勻。靜置 30 分鐘後，利用分光光度計(U-2900，HITACHI)測定 595 nm 波長吸光值。每處理三重覆。

五、統計分析

試驗數據採用 SAS 套裝軟體 9.1 版(SAS Insbitue, Cary, NC)中的 PROC ANOVA (analysis of variance procedure)進行變方分析($\alpha = 0.05$)，各處理間平均值的比較以 $\pm$ SE 表示。

結 果

(一)不同成熟度對辣椒果實形態及種子品質影響

‘麗香’辣椒開花後每十天調查果實生長情形，果實形態、種子重量及種子品質如圖 1，果長(A)以開花後 30~70 天顯著增加，70 天達顯著最高以後維持穩定。果實重量(B)以開花後 30~40 天顯著上升，40 天以後較穩定。種子乾重(C)於開花後 30~50 天顯著增加，開花後 60 天達顯著最高，以後顯著差異，種子含水量(SMC)於開花後 30 天含水量為 64.8%，開花後 40~50 天顯著下降，到開花後 50 天達顯著最低，含水量為 37.0%，之後無顯著變化。發芽率(D)方面，於開花後 50 天種子發芽率為 53.3%，還未達到最高發芽率，開花後 60 天種子發芽率顯著增加為 91.7%，開花後 70~80 天種子無顯著差異。種子浸水觀察水

溶液導電度(EC)，於開花後 30 天為 273.8 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ，開花後 40 天顯著增加至 467.1 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ，以後至開花後 70 天顯著下降為 45 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 達最低種子 EC 值，之後無顯著變化。

‘朱雀’辣椒開花後每十天調查果實生長情形，果實形態及種子品質如圖 2，果長(A)於開花後 50 天達顯著最高為 74.0 mm，到開花後 70~80 天顯著下降為 63.1 及 62.7 mm。果實重量(B)以開花後 50 天最高，開花 50~80 天顯著下降分別為 4.9 及 3.2 g。種子乾重(C)依開花後天數增加種子乾重顯著增加，直到開花後 60 天達顯著最高為 7.9 mg，之後開花後 60~70 天則顯著下降，種子含水量(SMC)於開花後 30 天為 65.8 %顯著高於其他開花天數，到開花後 50 天顯著下降為 39.2 %，之後無顯著變化。發芽率(D)於開花後 30~40 天種子還無發芽能力，開花後 50~60 天則顯著增加 29.1 至 98.3 %達顯著最高，其後開花後 70~80 天則與 60 天相同無顯著差異。種子浸水導電度(EC)於開花後 30 天顯著最高為 520.1 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ，開花後 30~60 天則有顯著下降趨勢，以開花後 70~80 天達顯著最低分別為 63.2 及 69.3 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 。

‘黃金’辣椒開花後每十天調查果實生長情形，果實型態及種子品質如圖 3，果長(A)隨開花後天數增加皆有顯著增加，以開花後 80 天達顯著最高為 102.0 mm。果實重量(B)以開花後 30~50 天顯著上升，以後較穩定。種子乾重(C)以開花後 30 天為 2.8 mg 顯著最低，開花後 50 天顯著增加為 7.5 mg，其後 50~80 天無顯著變化，以開花後 80 天種子乾重最重達 8.3 mg，種子含水量(SMC)於開花後 30 天顯著最高為 73.1 %，開花後 60 天顯著下降至 37.4 %，之後 70~80 天無顯著變化。發芽率(D)於開花後 30~40 天種子還無發芽能力，於開花後 50 天顯著增加為 78.3 %，開花後 60~80 天種子發芽率達顯著最高，於 96.7 % 附近，無顯著差異。種子導電度(EC)於開花後 30~50 天有顯著上升再下降變化，直到開花 70~80 天達顯著最低其種子 EC 質維持在 102.6 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 。

‘黃果’朝天椒開花後每十天調查果實生長情形，果實形態及種子品質如圖 4，果實長度(A)開花後 30 到 40 天顯著增加，分別為 59.7 及 64.4 mm，開花後 40 天達顯著最高其後開花天數 50~80 天無顯著變化。果實重量(B)變化趨勢與果實長度相同，而果徑則依開花後天數增加，有顯著增加趨勢，以開花後 80 天達顯著最高為 12.4 mm。種子乾重(C)隨開花後天數增加種子乾重顯著增加，開花後 60 天達顯著最高為 7.4 mg，之後開花後 60~70 天則顯著下降。種子含水量(SMC)於隨開花後天數增加有顯著下降趨勢，開花後 60~80 天達顯著最低皆維持在 38.3 %附近無顯著差異。種子發芽率(D)部分，開花後 50 天種子開始有發芽能力，其中開花後 60 天達顯著最高為 98.3 %，開花後 60~80 天維持相對較高無顯著差異，種子導電度(EC)以開花後 30~40 天達顯著最高分別為 399.4 及 506.9 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ，開花後 40~60 天顯著下降，以開花後 70~80 天達顯著最低為 63.7 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ，之後無顯著變化。

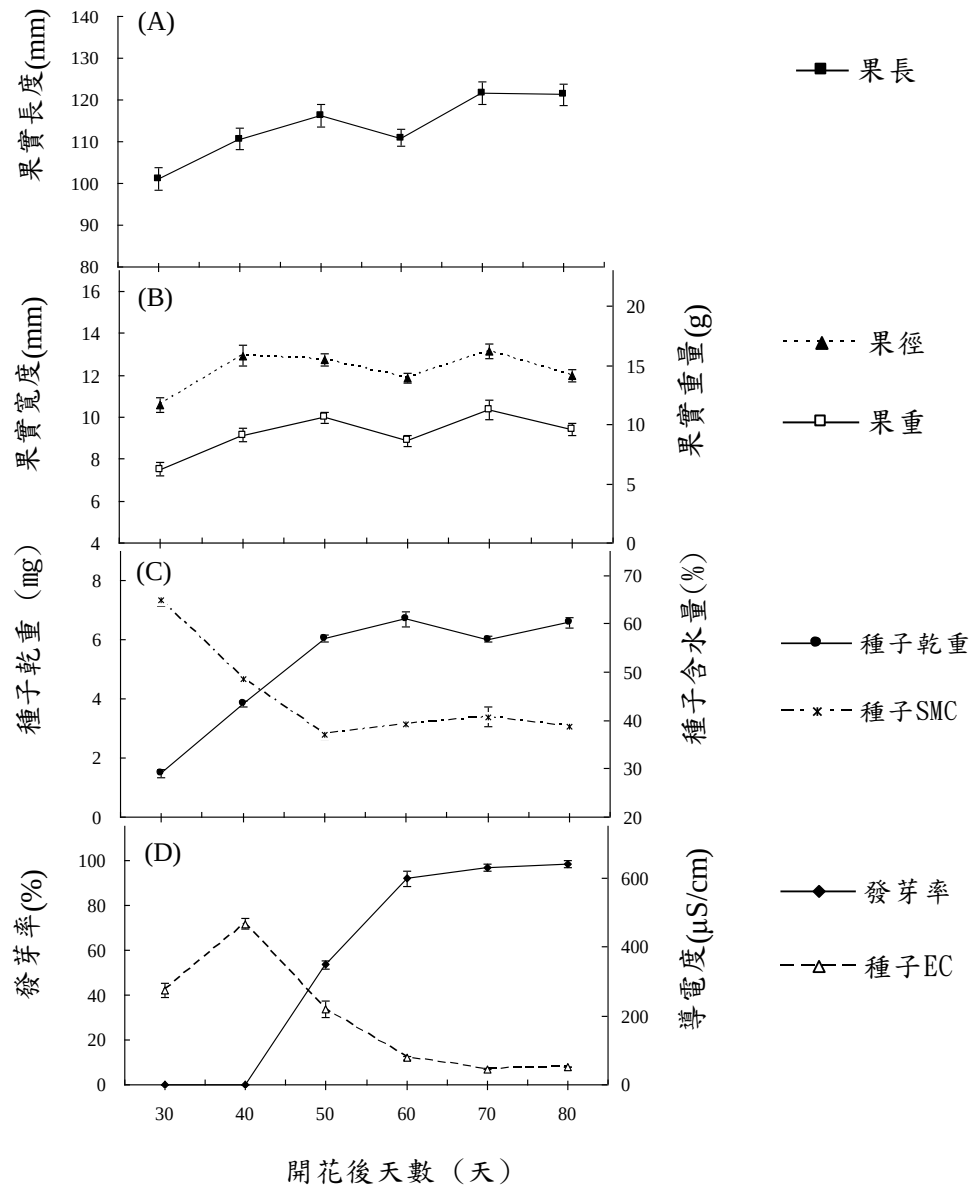


圖 1. ‘麗香’ 辣椒開花後不同天數果實之果長(A)、果徑及果重(B)、種子乾重及含水量(C)、發芽率及導電度(D)

Fig. 1. The fruit length(A), fruit width and fresh weight(B), seed dry weight and moisture content(C), germination rate and electrical conductivity of seed(D) of ‘Beauty zest’ pepper fruit after flowering 30 to 80 days. Vertical bars represent $\pm$ SE(N=6)

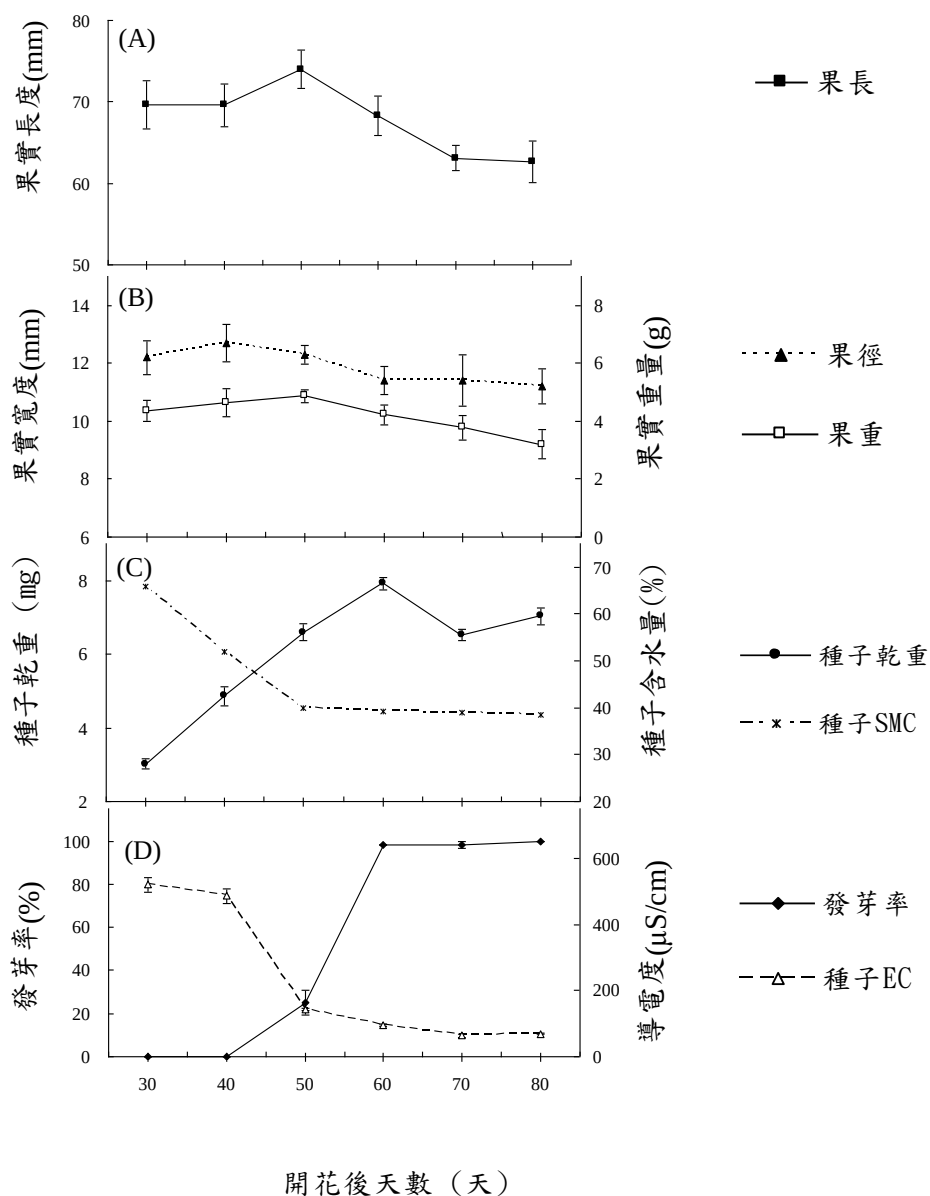


圖 2. '朱雀' 辣椒開花後不同天數果實之果長(A)、果徑及果重(B)、種子乾重及含水量(C)、發芽率及導電度(D)

Fig. 2. The fruit length(A), fruit width and fresh weight(B), seed dry weight and moisture content(C), germination rate and electrical conductivity of seed(D) of 'KY Chivalry' pepper fruit after flowering 30 to 80 days. Vertical bars represent $\pm$ SE(N=6)

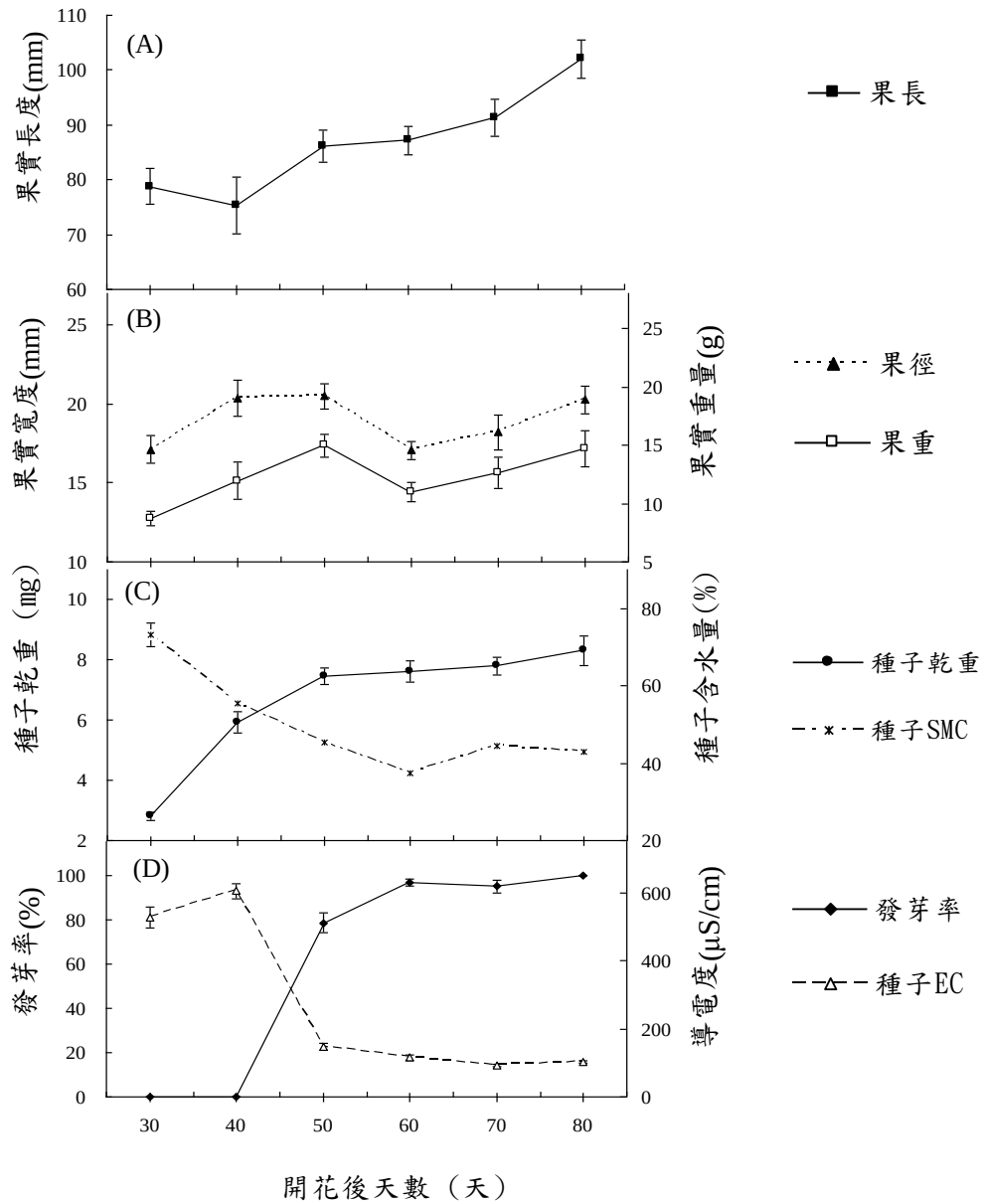


圖 3. ‘黃金’ 辣椒開花後不同天數果實之果長(A)、果徑及果重(B)、種子乾重及含水量(C)、發芽率及導電度(D)

Fig. 3. The fruit length(A), fruit width and fresh weight(B), seed dry weight and moisture content(C), germination rate and electrical conductivity of seed(D) of ‘Golden heat’ pepper fruit after flowering 30 to 80 days. Vertical bars represent $\pm$ SE(N=6).

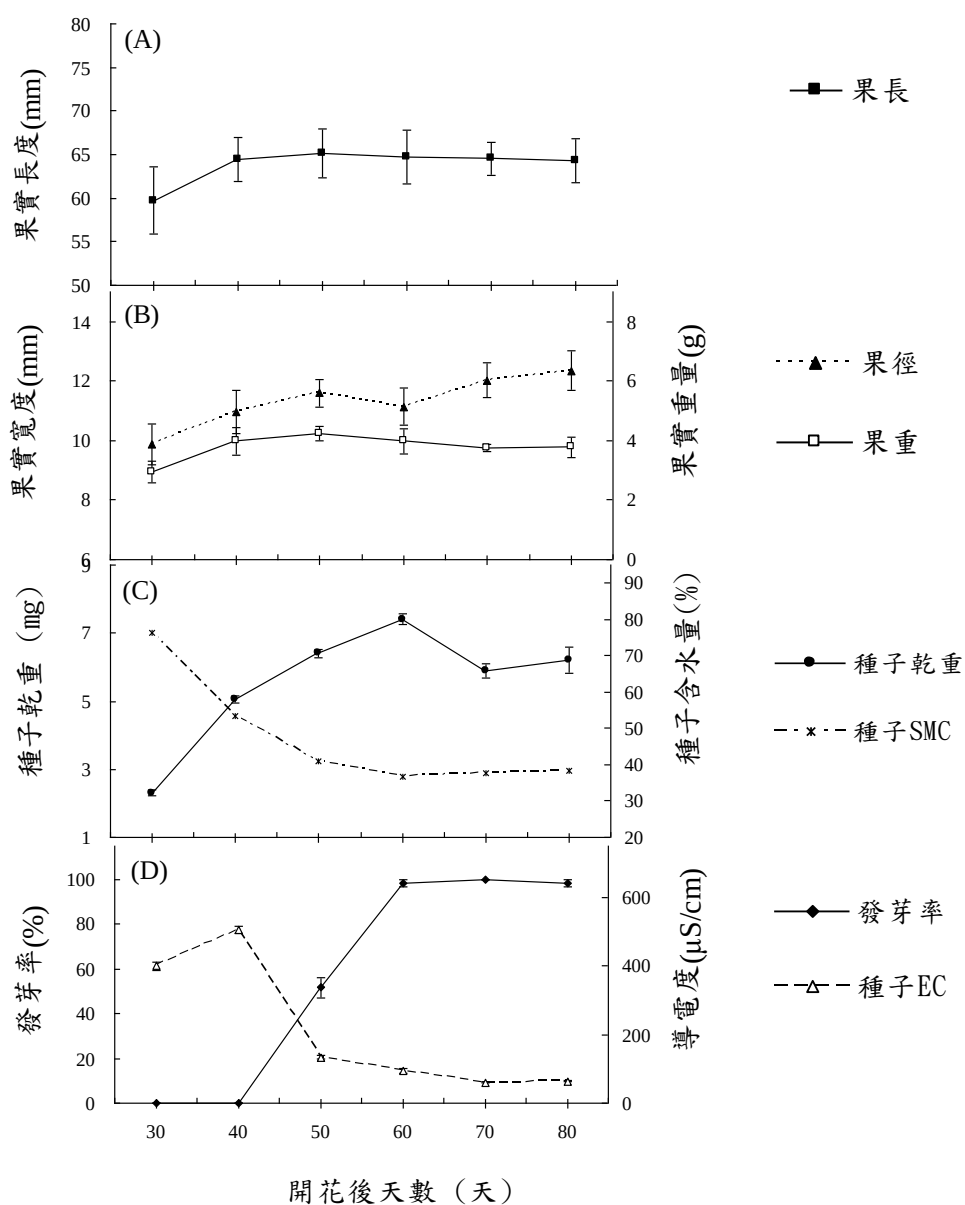


圖 4. '黃果' 辣椒開花後不同天數果實之果長(A)、果徑及果重(B)、種子乾重及含水量(C)、發芽率及導電度(D)

Fig. 4. The fruit length(A), fruit width and fresh weight(B), seed dry weight and moisture content(C), germination rate and electrical conductivity of seed(D) of 'Yellow Fruit' pepper fruit after flowering 30 to 80 days. Vertical bars represent $\pm$ SE(N=6)

(二)、四品種辣椒果實生長過程中種子內碳水化合物及蛋白質含量

‘麗香’及‘朱雀’辣椒果實生長過程中種子內碳水化合物及蛋白質含量如圖 5，麗香辣椒(A)種子內澱粉含量在開花後 30 天顯著高於其他開花天數之種子，開花後 40 天顯著下降，開花後 50~80 天種子內澱粉含量維持穩定無顯著變化。於果實成熟過程中可溶性糖含量變化不大。種子內蛋白質含量於開花後 30 天為 12.4 mg/g，顯著低於其他開花天數所採收之種子，於開花後 40 天種子顯著增加至 25.1 mg/g，開花後 50~80 天種子蛋白質含量些微下降，但無顯著差異。

‘朱雀’辣椒(B)種子內澱粉含量開花後 40~60 顯著增加，開花後 60 天者達顯著最高為 2.1 mg/g，開花後 70 天者則顯著下降為 1.3 mg/g，之後無顯著變化。可溶性糖與澱粉變化趨勢一樣，開花後 40~60 天顯著增加，以 60 天達顯著最高為 0.56 mg/g，開花 70 天則顯著下降。蛋白質含量以開花後 40 達顯著最高為 34.5 mg/g，開花後 50 顯著下降為 26.6 mg/g，之後開花後 60~80 天無顯著變化。

‘黃金’辣椒(C)種子內澱粉含量以開花後 30 天顯著最高為 1.7 mg/g，開花後 80 天顯著下降為 1.35 mg/g。可溶性糖含量於開花後 30~80 天顯著下降，其含量介於 0.5~0.4 mg/g。蛋白質含量以開花後 30~40 天顯著增加為 28.9 mg/g，以開花後 60 天達顯著最高為 29.9 mg/g，開花後 70~80 天呈現下降趨勢。

‘黃果’朝天椒(D)種子內澱粉含量於開花後 50 天達顯著最高為 0.8 mg/g，開花後 60~80 天維持在 0.79~0.82 mg/g 之間無顯著變化。可溶性糖部分開花後 30 天顯著低於其它天數種子含量為 0.4 mg/g，於開花後 50 天顯著增加至 0.6 mg/g，之後下降，於開花後 60~80 天無顯著變化。蛋白質含量以開花後 30 天顯著最低，開花後 40 天達顯著最高為 28.0 mg/g，開花後 50 天則顯著下降，開花後 50~80 天維持在 21.4~20.9 mg/g 間無顯著變化。

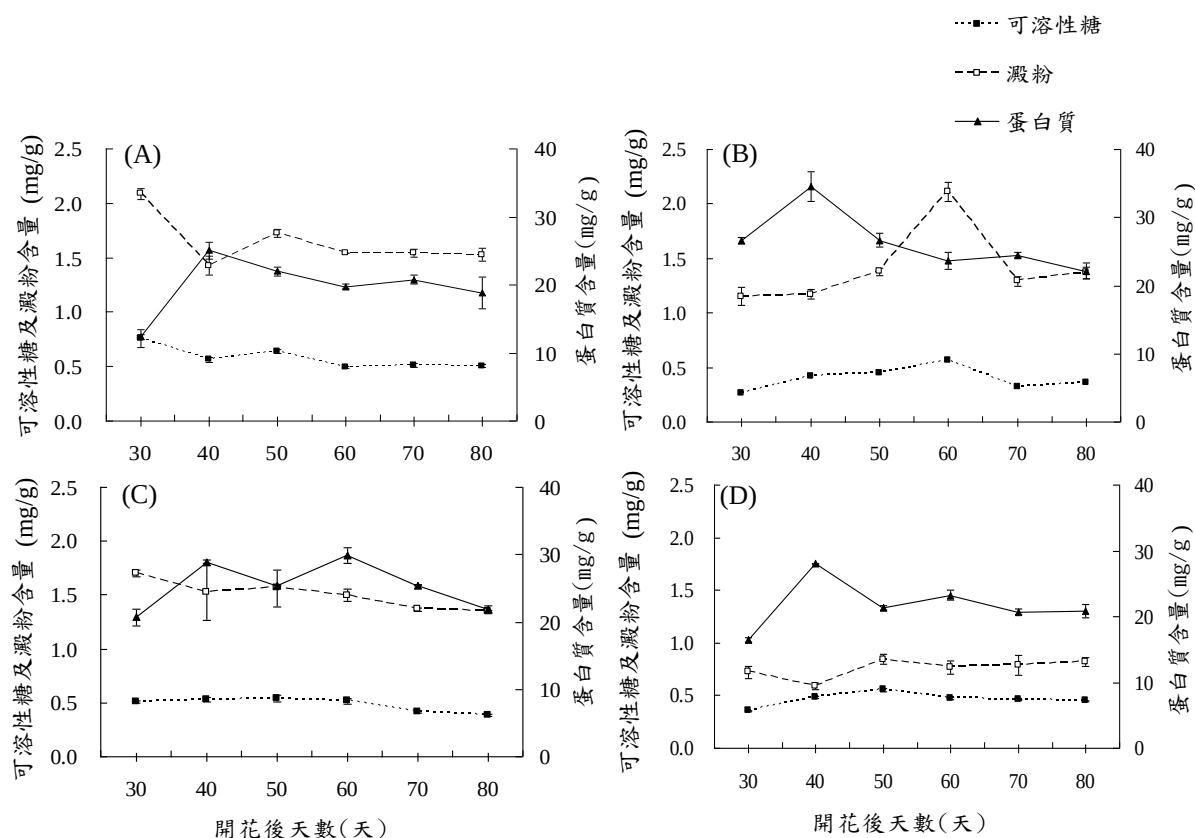


圖 5. ‘麗香’(A) 、‘朱雀’(B) 、‘黃金’(C) 辣椒及‘黃果朝天椒’(D) 果實生長過程中種子內碳水化合物及蛋白質含量

Fig. 5. The soluble sugar, starch content and protein content of seed of ‘Beauty zest’ (A), ‘KY Chivalry’ (B), ‘Golden heat’ (C), and ‘Yellow Fruit’ (D) pepper fruit after flowering 30 to 80 days. Vertical bars represent $\pm$ SE (N=6)

討 論

關於果實成熟和種子活力關係有二種假說，一為種子品質達生理上的最高成熟期，以後種子活力下降原因為種子開始老化(Harrington, 1972)；另一種說法是種子品質達生理上的成熟期後仍持續增加種子品質(Kamesawa *et al.*, 1991)。種子生理上的最高成熟期為種子乾重達到最高時候，但是生理上的最高成熟期和種子品質最高時不一定相同，每種作物及品種有不一樣的生理特性。甜椒種子‘California Wonder’於 Mass maturity 期(達到種子乾重最高)前 10 天開始增加發芽率、萌芽率及貯藏性，種子於 Mass maturity 期後 12 天種子品

質達到最高，顯示甜椒種子於 Mass maturity 期後所採收之種子可提高種子品質(Demir and Ellis, 1992)。本試驗中果實成熟伴隨種子乾重提高，四品種辣椒種子乾重於開花後 30~60 天顯著增加，但以後較穩定，辣椒種子含水量到開花後 50~60 天顯著下降，即種子到開花後 60~70 天已經開始乾燥階段，進入生理上最高成熟期。發芽率方面於開花後 60 天種子顯著增加為 90 %以上，開花後 70~80 天種子無顯著差異。此實驗結果與前述學者第一個假說：‘種子品質達生理上的最高成熟期，以後種子活力下降原因為種子開始老化(Harrington, 1972)之情形不同，發芽試驗結果也無表現‘種子品質達生理成熟期後持續增加種子品質’的情形；導電度試驗符合‘種子品質達生理成熟期後持續增加種子品質’之結果(Kamesawa *et al*, 1991)。導電度試驗為種子活力試驗的一種，種子活力增加與膜完整性有關，維持細胞膜以及細胞質中各種膜系統正常功能的條件為膜系統之完整性和穩定性，如能維持正常有選擇性通透的功能，以及可改變細胞容積，才能提供一個良好的生化反應場所，保持其種子活性(王，2006；Harwood, 1980)。根據本試驗結果，四品種辣椒中‘麗香’、‘黃金’辣椒及‘黃果’朝天椒 EC 值於 30~50 天有顯著上升再下降變化，直到開花後 70~80 天達顯著最低及維持穩定。因種子成熟初期為組織大量分化形成期間，種子內細胞膜還未完整，種子內物質容易滲漏到水溶液中導致導電度上升。且於開花後 40 天種子內物質合成開始增加但種皮構造還未完整，所以導致開花後 40 天顯著高於開花後 30 天，40 天後其導電度下降。此結果與 Cao *et al.*(2000)一致，玉米種子成熟度越高，種子活力顯著上升，但到授粉後 34~38 天種子導電度突然上升。可推測授粉 34 天因為種子還未成熟，種子內含物質不多，且種皮構造還未完整，從種子內含物質析出較少，但在授粉後 38 天時因種子內的內含物累積較多而種皮細胞膜構造還未完整，所以授粉後 34~38 天後導電度上升，之後下降。

本試驗中生長方向向下的‘麗香’及‘黃金’辣椒澱粉含量以開花後 30 天含量最高，到開花後 50 天為轉色期，果實及種子將要達到成熟階段，糖及澱粉有顯著下降，直到開花 60 天以後，種子達到生理成熟階段，此時種子乾重也達到最高，糖及澱粉含量維持較穩定。生長方向向上的‘朱雀’辣椒及‘黃果’朝天椒澱粉含量以開花後 50 及 60 天達顯著最高，以後下降。由此結果推測碳水化合物累積情形與果實生長發育相關，生長方向向下之辣椒碳水化合物由果實運移至種子較快，相反生長方向向上辣椒碳水化合物運移較慢。蛋白質方面四品種辣椒皆在開花後 30 天種子內蛋白質含量較少，直到開花後 40~60 天蛋白質含量達顯著最高，60 天後含量逐漸下降趨於穩定。開花後 30 天種子內蛋白質含量較少原因為果實還在生長階段，果實轉色期期間蛋白質含量達到最高，60 天後為種子達生理成熟及乾重累積最高階段，此時期蛋白質含量趨於穩定。

本試驗結果得知，四品種辣椒開花後 60 天種子還未達到最高活力，因此建議開花後 70 天採收(果實完全轉色後 10 天)之種子才能達到最高活力，生產高品質種子。

參考文獻

- 王秋雁。2006。影響北蔥種子貯藏壽命因素研究。國立中興大學園藝系碩士論文。
- Cao, D. D., J. Hu, S. J. Zhu, W. M. Hu, and A. Knapp. 2010. Relationship between changes in endogenous polyamines and seed quality during development of *sh2* sweet corn (*Zea mays* L.) seed. *Sci. Hort.* 123: 301-307.
- Cicero, S. M., R. V. Schoor, and H. Jalink. 2009. Use of chlorophyll fluorescence sorting to improve soybean seed quality. *Rev. Bras. Sementes* 31: 145-151.
- Demir, I. and R. H. Ellis. 1992. Development of pepper (*Capsicum annuum*) seed quality. *Ann. Appl. Biol.* 121: 385-399.
- Harrington, J. F. 1972. Seed storage and longevity. In: Kozlowski TT, ed. *Seed Biology*. Vol. III. Academic Press. New York. pp.145-245.
- Harwood, J. L. 1980. *The biochemistry of plant*. Vol. 4. Academic press. New York. pp.36.
- I.S.T.A. 2003. International rules for Seed tasting. *Seed Sci. Technol. Supplement*. 1: 81-88.
- Jalink, H., R. V. Schoor, A. Frandas, and J. G. Pijlen. 1998. Chlorophyll fluorescence of *Brassica oleracea* seeds as a non-destructive marker for seed maturity and seed performance. *Seed Sci. Res.* 8: 437-443.
- Jong, H., J. H. W. Bergervoet, H. Jank, M. Klooster, S. Du, R. J. Bino, H. W. M. Hilhorst, and S. P. C. Groot. 2000. Cucumber (*Cucumis sativus* L.) seed performance as influenced by ovule position. *Seed Sci. Res.* 10: 435-445.
- Kameswara, Rao., N. S. Appa-Rao, M. H. Mengesha, and R. H. Ellis. 1991. Longevity of pearl millet (*Pennisetum glaucum*) seeds harvested at different stages of maturity. *Ann. App. Biol.* 119: 97-103.
- Lichtenthaler, H. K. 1987. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthesis. *Methods Enzymol.* 148: 350-352.
- Lowry, D. H., N. J. Rosebrough, A. L. Farr, and R. J. Randal. 1951. Protein measurement with the folin phenol reagent. *J. Biol. Chem.* 193: 265-275.
- Nobel, P. S. 1970. *Plant cell physiology: a physiological approach*. Freeman San Francisco, pp.267
- Steckel, J. R. A., D. Gray, and H. R. Rowse. 1989. Relationships between indices of seed maturity and carrot seed quality. *Ann. Appl. Biol.* 114: 177-183.
- Yoshida, S., D. A. Forno, J. H. Cock, K. A. Gomez. 1976. *Laboratory manual for physiological studies of rice*. International Rice Research Institute, Los Banos, Philippines. pp. 46-49.

Effect of Maturity on the Seed Germination of Hot Pepper(*Capsicum annuum* L.)

Aya Nishishimura¹⁾ Yu Sung²⁾

Key words: Hot pepper, Maturity, Seed vigour, Conductivity, Protein

Summary

Four cultivars of hot pepper, 'Beauty zest', 'KY Chivalry', 'Golden heat' and 'Yellow Fruit', were used in this study. The fruit of the hot peppers are of different colors and have different growth directions (up or down). To produce high-quality pepper seeds, the optimal maturity conditions for seed harvest were explored. The dry weight of the seeds of the 4 hot peppers was increased significantly 30–60 days after flowering, and the seed moisture was decreased significantly 50–60 days after flowering. The physiological maturity of the seeds was greatest at 60 days after flowering, and the seeds then entered the drying stage. The germination rate of seeds harvested 60 days after flowering was significantly increased to above 90%; while the germination rate of seeds harvested 70–80 days after flowering was not significantly different compared to the seeds harvested at 60 days. The conductivity of seeds harvested 60 days after flowering was higher than that of seeds harvested 70–80 days after flowering. This study revealed that seeds harvested at 70 days after flowering have the highest seed vigor in the 4 cultivars of hot pepper.

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

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

台中都會區綠地系統與結構之建置初探

柯嘉鈞¹⁾ 歐聖榮²⁾

關鍵字：綠地空間、公園、都會區

摘要：本文主要目的在為未來的大台中都會區提出綠地系統與結構之建置建議。為達此目的，本文先回顧分析國際上成功且知名的城市案例，以便從中獲得建構綠地系統與結構的操作準則與經驗。其次，本文就大台中的綠地系統進行現況分析，發掘潛在的問題。經由前兩部分分析結果的整合，本文最後提出具體的綠地系統與結構之建置建議。本文認為一個良好綠地系統與結構的建置除需有全盤的與前瞻的計畫外，更需有政策性的引導及具魄力的執行力。

前言

都市中的綠地空間的功能多元且重要，如提供居民休閒遊憩的場所，有助於環境保護、美化都市建築生硬的線條等，因此一個完善的都市綠地系統將更有助於一地區的生態平衡與發展。一個有高品質以及豐渥綠地空間的城市，象徵著該城市擁有良好的規劃與管理，並且提供了人類、植物、野生動物等族群一個健康的環境。因此聯合國將綠地量或綠覆面積做為都市生活環境品質與國民富裕程度的指標之一。依此概念為基礎，都市綠化更成為各國改善都市環境品質的重要政策。

完善的綠地空間規劃應該具有最佳的結構配置，其主要目標在於建立綠地網絡系統，藉由綠廊道或踏腳石基地來連結各綠地區塊，以達到最佳的連結(Langevelde *et al.*, 2002)。然而在高密度發展的都市中，往往由於土地過度密集，造成都市區域內的綠地空間傾向於小型、孤立且呈現不規則分散的情形。因此缺少了大型綠地區塊做為城市綠網絡發展的主要核心，也缺少了串連這些綠核的綠廊道系統，進而無法提供完善的生態平衡與發展。而以人類的使用角度而言，缺少綠地空間也會造成其生活品質與舒適度的降低，因此不論是新興發展地區或舊都區，一個完整的綠地系統的構思與實現是極為重要的。

1) 國立中興大學園藝學系博士班研究生。

2) 國立中興大學園藝學系教授，通訊作者。

本文旨在提出台中地區綠地系統與結構之建置芻議。為此，本文將先分析成功的國外案例，從中獲取可參考的經驗與法則。其後，針對台中市綠地資源現況作一剖析，藉此瞭解目前面臨的問題。最後，本文將應用國外成功的經驗及對問題的瞭解，提出台中都會區綠地系統與結構之建置建議。

國外案例

藉由各國近期進行綠地規劃的政策與措施的案例蒐集，期望獲得相關的啟示以提供台中都會區建置綠地系統與操作之參酌。

一、新加坡

(一) 背景

自 1963 年起，新加坡的綠地政策奠基於政府部門的強勢領導與全面推動，克服了環境的主要限制，包括土地與水源的不足，創造出具高度綠化的都市環境，素有「花園城市」的美稱。至 2003 年為止以總人口數 550 萬人口數統計，新加坡人平均每人擁有 6.7 m² 的綠地面積(包括區域公園、鄰近公園以及連結公園間的綠色網絡)，而目前新加坡的綠地開發政策則朝向未來 10-20 年間可達到平均每人可擁有 8 m² 的綠地空間(Tan, 2006)。

儘管新加坡有土地狹小的限制，但其公園城市行動委員會(Garden City Action Committee) 仍於 1991 年 12 月提出了連結公園綠地的綠網絡計畫(Park Connector Network)，預期規劃出總長超過 360 公里的綠廊道以串連國內的各公園綠地系統(參見圖 1)。



圖 1. 新加坡 2002 年公園綠地的綠網絡計畫圖

Fig 1. 2002 park connector network concept plan in Singapore.

資料來源：Tan(2006)

這計畫預計增加了 290 公頃的公園土地。預計計畫完成後，整個公園綠地網絡系統將趨於完善，綠廊道將串連公園空間，並且讓大眾更容易親近公園綠地。

(二) 綠網絡規劃設計概念

該計畫建議提供濃密的植栽，產生連續不間斷的樹蓬，不但提供人民散步慢跑、騎腳踏車的通道，也作為生態的綠廊道。而綠網絡的發展方式如下：

1. 排水緩衝道沿線

在現有水道沿線進行綠廊道的規劃設計，提供步行、自行車或跑步等活動的場地。最典型的形式至少要有 1.5 米寬的步道、4 米寬的自行車道以及 2 米寬的植栽帶(參見圖 2)。這些綠廊道直接通過住宅區，提供給居民至公園處最直接的連結。

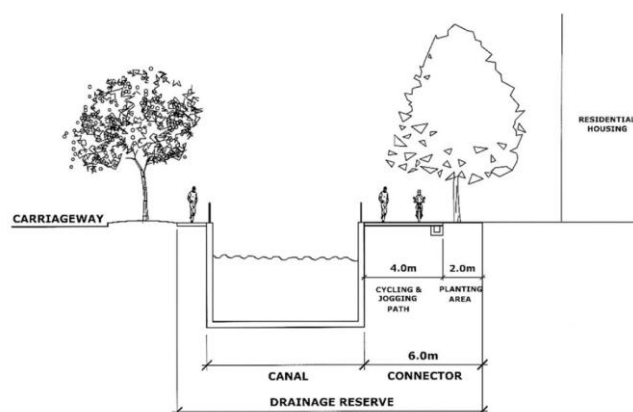


圖 2. 新加坡水道沿線綠帶規劃設計構想圖

Fig 2. Typical cross-section of park connectors along drainage reserve in Singapore.

資料來源：Tan(2006)

2. 道路的跨越

依照所跨越道路的交通狀況，設計利用燈號、地下通道以及天橋等方式的綠廊橫跨方式。而部分沿著馬路的廊道則規範基本的廊道寬度，其中一側必須 1.5 米的人行步道、2 米的自行車道與 2 米的植栽帶(參見圖 3)。

3. 土地取得

在新加坡主要的土地取得策略是儘量利用未充分使用以及沒有經濟價值的土地，為了要增加綠廊道的土地分配問題的彈性，新加坡政府利用前期實驗制的方式獲得來自民間的支持以及團體領袖的發聲。土地的取得分為(1)「借」給主管機關 NPB(National Parks Board)；(2)重新劃設為公園用地以利進行公園有關的發展。截至目前為止，均採用「借用」土地的方式進行。

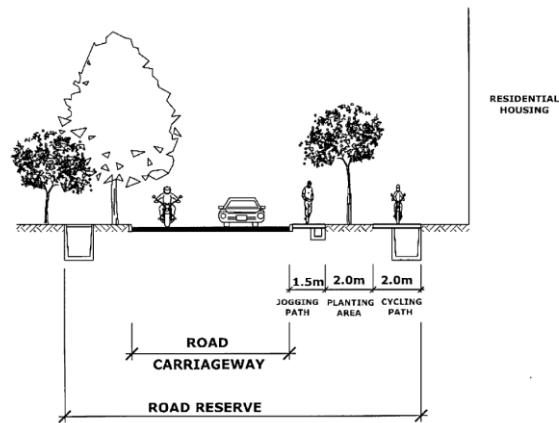


圖 3. 新加坡道路沿線綠帶規劃設計構想圖

Fig. 3. Typical cross-section of park connectors along road reserve in Singapore. .

資料來源：Tan(2006)

4. 植栽選種

建議選擇快速生長的本土數種，以提供遮蔭的效果，喬木的種植的順序應該優先於細緻的灌木與草地。樹冠的綠帶則可以提供野生動物遷移時之棲所，並提供市民使用時具有連續不斷的遮蔭綠帶。

(三) 發展結果

綠廊道扮演了多重的角色，如提供休閒遊憩的場地、另一種交通動線的選擇、動植物的自然廊道以及提供有用的教育資源。新加坡至今已發展 22 條延伸的綠廊道，總長共有 51.8 公里，佔總計畫的 14.4%(完整規劃 360 公里常的網絡系統)。在大眾的認同與支持之下，新加坡社會的所有層級均期望能進一步完成整個完整的系統。

二、韓國首爾

由於首爾在都市區域內缺少綠地空間，有超過 80%的綠地空間分佈在市郊的山林之處。因此首爾政府為了排除這樣不平衡的狀態，期望藉由綠地空間的重新分派，在都會區域內創造可親的綠地公園。其主要的發展方法與操作有四：

(一) 在都會區內擴大綠地空間

1. 將未利用或老舊區域轉化為公園綠地，並平衡的分派

首爾政府利用如廢棄的垃圾回填地、廢棄政府機關用地、廢棄的老舊公寓、老舊河道等，建置多處位在都會區域的大型公園綠地與河道更新計畫，成功的在都會區擴大綠地空間的分派。

2. 利用學校及屋頂綠化的方式擴展綠地區域

將學校的圍牆拆除，種植樹木，創造出如同地區公園一樣的綠地空間以及遊憩場地。在屋頂綠化方面，種植植被，提供自然的棲地與遊憩的場所，而費用方面則有 50%建造費用的補助，從 2002 年到 2006 年共有 50 個地方的屋頂進行綠化改造。

(二) 連接散佈的綠地公園，建立綠色網絡

1. 藉由擴展街道、河畔以及鐵路的綠空間來創造綠廊道

利用綠牆、人行步道的設置與樹木的種植，以及緩衝綠帶的種植來建置串連的綠廊道。另外在河道兩側進行美化，提供遊憩區域並藉由河道景觀的改善來美化都市。

2. 連接因為道路或房屋建築而中斷的綠空間

首爾地區因為都市化的發展造成區域內產生 132 個孤立的生態島嶼，因此先期在最重要的 32 個地方利用生態拱橋等方法建立生態廊道，以及種樹、建立步行空間等。

(三) 創造都市內的生態系統基礎

包括了創造小規模的生態群落與生態水池，以及指定或選定生態系統與鳥類棲息地。

(四) 保存都市綠帶並鼓勵市民參與

1. 發起綠色信任運動並積極的支持 NGO 的志工活動

讓地區居民、商業以及社會組織共同參與綠地的建置與發展，讓綠地空間可以傳承至下一代。另外提供機會讓市民參與公園，包括了一系列的公園活動策劃。

2. 發展並執行各種活動來吸引人們到公園綠地

例如特定季節舉辦慶典主題，提供一連串的活動企畫等。

除了上述都會區域的綠地發展之外，利用外圍的現有綠帶，銜接成厚實的外環綠帶，包圍都市區域，則比都會區域的廊道系統更能夠提供完善的生態棲地，亦同時具有遊憩功能(Jim 2004)，除首爾外，德國的柏林綠地系統亦屬於此類型之綠地空間系統。

三、日本

近代日本公園綠地制度於 1873 年之後逐漸茁壯，更因 1923 年的關東大地震，突顯出公園綠地在防災避難上的效果，因此全國對於公園綠地建設更加的重視，也有所謂的都市防災型的公園綠地系統的產生。於其政策上確實訂定各都市現況應確保的綠地目標量，以環境保護、休閒遊憩、防災、景觀構成等觀點所構成的四大系統計畫為主。

以神戶為例，從 1971 年開始，其主要的綠地計畫目標為：增加都市的綠地面積達 30% 以上、每年種植 100 萬棵樹種。因此提出了一連串的綠地發展計畫。在 21 世紀更將目標設定在保護位置珍貴的綠地空間，讓其可以傳承至下個世代，並且確保在 21 世紀初，每個市民擁有 20 m²的公園綠地，長期以 30 m²為目標。

在東京所提出新發展與更新發展企畫中，每超過 3000 平方英尺的土地應該要指定出 10%綠地空間。較大發展如超過 1000 平方英尺的土地，則必須最少要有 15%的綠地空間。這綠地空間必須要有 100%的植被覆蓋或者樹冠投影。而後續也將 50%的牆面綠化列為必要項目。

近年來，日本政府盡各種努力來增加都市的綠空間，包括用規範限制以及獎勵措施，說明如下：

1. 法令規範

訂定某些建築物超過特定面積以上則需要進行屋頂綠化。以 2001 年東京為例，政府要求至少在超過 1000 平方公尺的私人建築或超過 250 平方公尺的公共建築之屋頂及地面各要超過 20% 的區域進行綠化，並訂定罰金。

2. 獎勵措施

以大阪為例，在 2002 年 5 月提出屋頂綠化獎勵系統，若屋頂綠化面積超過 20% 的區域並且這些區域可串連大眾可及的地面開放空間，則予以獎勵。在東京，除了提供屋頂綠化的補助金之外，依建物區塊大小以及屋頂綠化面積的不同，訂定該資產稅賦減免 50-60% 連續 5 年的獎勵措施。

四、多倫多

在高密度且發展成熟的都市區域，要另外尋找未使用的土地做為都市林帶的合適基地似乎是困難的，在北美則利用棕色地帶(Brownfield)或被遺棄的基地移至轉為綠地空間。所謂的棕色地帶即為閒置、未使用的工業設施，因為城市的發展或擴展而成為實際上或人們感覺上的環境污染物。這些地方因為工業的發展而缺少了綠地，讓舊市區有無數屬不清的未妥善使用或者工業區，而這些地方通常都位於都市的核心地帶(De Sousa, 2003)。

以加拿大多倫多為例，其政府單位認為，將這些未妥善利用的棕色地帶予以整理並重新發展，可讓這些基地重新發展以獲得城市的綠地空間與整體的綠建設，而且藉此帶來環境及經濟上的機會。多倫多政府重新發展這些棕色地帶主要的目的在於獲得綠地空間並且提昇都市生活的品質。由於政策上的支持，根據調查，多倫多在 1953 年的時候，綠地空間僅佔 67 公頃，直到 1999 年時，綠地空間的發展已經遠超過 8000 公頃(De Sousa, 2003)。多倫多政府也將綠地空間重新界定為 4 個不同的土地類型，包括：

1. 小型公園

提供靜態的遊憩環境，例如座椅區域、散步道等，作為鄰近居民的休閒遊憩之用。

2. 地區公園

小型的公園提供了一連串的動態與靜態的遊憩環境，例如運動設施、自行車道等給鄰近居民使用。

3. 區域/城市公園

大型的公園，提供動靜態的休閒遊憩環境給予城市的居民使用。

4. 自然保留區域

包含重要且需要保存保護的歷史與美學等環境特色的綠地。

台中市綠地資源之現況分析

整合現有台中市都會區的綠地空間資料、相關的調查結果與文獻，可發現幾個主要問題，茲敘述如下：

一、公園綠地面積有待增加

都市中每一居民平均享有的公共綠地面積的多寡，為該都市環境優劣的一項重要指標。以縣市合併前的台中市為例，依照 1999 年的資料發現平均每人分配到的公園綠地面積僅為 1.89 m²，此數據跟歐美、日本甚至地狹人稠的新加坡相比之下，可瞭解到台中都會區的市民所擁有的綠地空間確實有不足的現象。因此為了更提昇市民生活品質，台中都會區應於未來有系統的訂定綠地發展策略，逐年增加人民綠地擁有率，朝向一總體目標前進。

二、綠廊道的串連度有待加強

除了提供良好的居住品質與生活環境外，綠地系統更具生態上的價值。「公園綠地」建構非僅止於滿足人類需求，完整的綠地系統能夠讓生態環境永續發展。每塊公園綠地均可視為一小型的生態綠地系統，藉由線型廊道空間的連結形成完整的網絡架構，此系統不僅有助於綠化、改善視覺景觀品質，更能提升生態效益，發揮環境保護的作用。從台中目前所建置的公園綠地系統觀之可發現，在台中都會地區原本即具有綠園道系統的規劃，但主要分佈在都會核心地區，所串連的公園綠地實屬有限(參見圖 4)。在目前台中市新發展的重劃區內，雖規劃多處的公園綠地，但各自零散分佈，各綠地間不具串連性，如此一來，降低了綠地空間的生態品質與機能。未來若能藉更多綠廊道道的設置，連結台中市區，甚至擴大到台中外圍，形塑完整的綠色網絡系統，除了讓台中都會區綠地系統具有環境保護、景觀功能以及更完善的生態系統外，更可以藉此增加市民使用綠地空間的機會，提昇生活的品質。

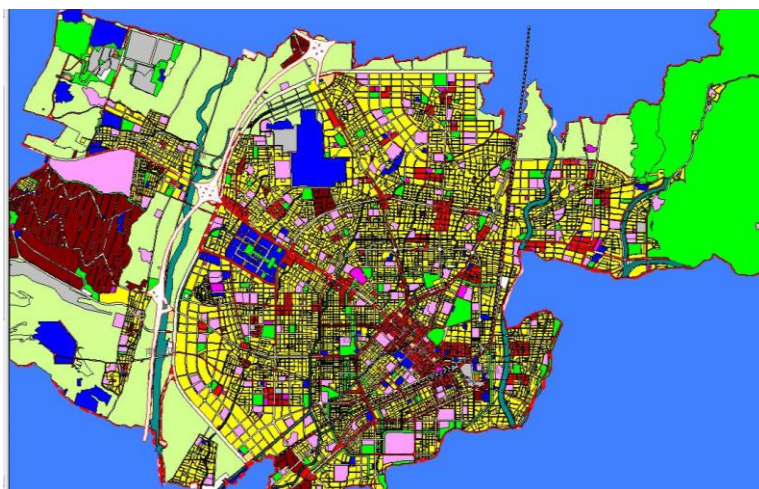


圖 4. 台中市都市計畫圖

(資料來源：台中市政府)

Fig. 4 Urban-planning Maps in Taichung city

三、生態系統的考量尚需強化

完整的綠地體系不只是分布在都市區域裡的公園，尚包括道路綠廊以及河道的串聯。台中市都會區除上述所提的綠帶系統僅集中在核心區外，其他地區均缺少綠廊道的串連。另外，以分佈在台中市都會內的各公園尺寸觀之，大型生態公園的數量亦缺少。且由景觀生態的角度觀之若於都市外圍能具有大而厚重的綠帶環繞，則此綠帶能提供的生態與遊憩功能將比連接都市內部的綠帶與綠地空間更為完善(Jim & Chen, 2003)。因此現今建議縣市合併後，應將綠地空間重新系統性的規劃與安排，大台中外圍地區可提供較環繞於台中都會區的外環厚重的生態綠帶，以期建構更為完善的綠色網絡。

四、綠地公園的型態尚待調整與討論

台中市政府將公園分類為綜合公園、自然公園、鄰里公園、兒童公園以及隙地公園等類型，但台中的公園如同有固定的樣版一樣，涼亭、樹木、兒童遊具、鋪面、樹木等，各公園的區別性不高，角色模糊。台灣的公園昔日設計時常強調功能式思考，大都是提供休閒活動的運動區，或是裝飾性強的花園型態，並被不斷地複製出現在我們生活周遭。一旦公園被簡約成休閒區域、複合運動區，或是綠帶，它便失卻其意義，只留下純功能的形式。失去想像，公園對來往的人們來說不過是一種枯燥的裝飾、一種無意義的正立面罷了(Baljon, 1992)。因此未來公園綠地型態的界定與風格的創造亦需有所考量，方能提昇居民的使用。

台中都會綠地系統與結構之建置芻議

經由國外案例以及台中市的現況分析可知，若欲建置完整的綠地系統，未來應以增加綠地空間的設置為其總體目標。茲將具體的建議描述如下：

一、系統性的建置綠地網絡

(一) 外圍的綠帶

根據上述的案例可知，若都市外圍能具有大而厚重的綠帶環繞，則此綠帶能提供的生態與遊憩功能將比連接都市內部的綠帶與綠地空間更為完善，如韓國首爾的案例，德國柏林的綠地系統亦以此為發展。建置規劃時需橫跨管轄領域，並且以不同的尺度進行，因為完整的生態系統橫跨了都市、市郊、鄉村以及野外山林。由縣市合併前的台中縣的景觀綱要計畫可知台中縣(合併前)有非都市土地山景、都市計畫的農業區/保護區等圍繞著都會區的周圍。未來應該妥善利用這樣的優勢，在此外圍地區的發展以生態保育為主，且利用往來的道路、河川水圳等做有效的綠廊道串連，結合而成完整的大台中地區生態綠網。

(二) 都會區內部的網絡串連

由於台中都會區內部可以串連各公園的綠廊道的土地並不充足，因此未來可利用下列發展機會或尋找可利用之土地，進行綠網絡的建置。以台中市為例，可在捷運設置時同時考量綠廊道的規劃。

由於台中市捷運已著手進行開發，捷運開發時，周圍道路勢必重新規劃，在車流量有可能因此減少的前提下，若規劃捷運各站據點與路線時，能同時考量道路縮減，在兩側建立綠廊道，未來將可成為極佳的綠地串連廊道，並且讓市民能夠更親近台中市的綠地空間。如新加坡的綠網絡計畫(Park Connector Network)，最主要的目的在於提供市民可以從住家輕易的經由綠廊道走向公園綠地。

除前述規劃新興的土地成為綠廊道之外，亦可利用現有的網絡，如道路、水圳等進行改善利用創造更具生態機能與遊憩空間的綠帶。相關研究亦指出，在線性的綠帶中，應將樹木種植的機會擴大到最大(Flink& Searns, 1993)，以符合其生態上的機能。另外綠網絡的規劃常常因重要交通動線而造成碎裂中斷，因此可以參考國外案例，興建生態綠橋，種植具生態價值的植栽，讓生態網絡可以完整串連。更可於其上設置簡單人行步道，提供使用者不同的綠地空間。

二、現有設施的利用

由於台中都會區現有規劃開發大多已底定，在密度擁擠的都會空間如何再創造出綠地空間則需仰賴現有設施或閒置空間的再利用，相關的建議如下：

(一)水道、溪流綠化

台中都會區內擁有多條水圳河川，因此可以充分利用這些水圳河川，發展成串連各綠地空間的綠帶。亦可參考新加坡的規劃，不單只是在河川旁種植單排樹木，而可增加更多的行人步行、自行車到等空間，再利用植樹的方法來做為水道與道路或住家的緩衝帶，提供更寬暢的綠帶廊道。而韓國首爾的清溪川更是可以效法的案例之一。

(二)道路綠化

除新加坡外，各國均實際行動，在道路沿線種植適當的行道樹種，甚至將交通流量較低或者特定選擇的路線規劃成為行人徒步區，不僅只於鋪面的改善以提供行人使用，更種植樹木，讓道路亦可扮演綠廊道的角色，串連城市中的各綠地。如布拉格在 1995 年提出企畫案，有系統的改善其市區內的街道巷弄，該計畫提出將種植超過 26000 棵樹於街道巷弄中，至 2005 年年底總共種植超過 2600 棵新樹，而此計畫仍持續進行中。因此台中都會區先期可以進行調查，於哪些道路進行綠樹種植，以及後續規劃成徒步區的可能性。

(三)閒置空間再利用

多倫多、新加坡、首爾在進行綠地開發的時候易受限於狹小擁擠的土地，因此其進而選擇閒置的空間、都市內的畸零地、甚至荒廢的老舊住宅區或已廢棄的工業商業地區進行改造，以綠地空間為優先考量。台中都會區在現有綠地空間不足的狀況下，可以利用這些已廢棄或閒置的老舊空間進行更新改造，並且改造計畫中，以綠地發展為主要考量，而非把綠地空間視為陪襯之設計，如此便能有效利用荒廢的土地增加市區綠地空間。

(四)屋頂綠化

若能有效的推動屋頂綠化，不但可以降低建築師內溫度，更可藉由屋頂上綠地空間的串連形成鳥類或其他遷移的廊道，且提供居民不同於地面使用的綠地空間。日本韓國均藉

由政府補助屋頂綠化的費用來鼓勵市民參與意願，而日本更提出稅賦減免的方案，刺激建築擁有者主動進行屋頂綠化。

三、獎勵措施

綠地開發與環境綠美化的工作不單僅藉由政府出力來完成，政府單位亦可採用相關的獎勵措施，鼓勵居民主動於其住家庭院種植樹木、綠化自家屋頂，甚至可以鼓勵企業界認養公園綠地的維護管理。現行都市計畫法中，雖必須留有 10% 公共空間的法令規範，但由於目前並未強制規定一定得為綠地空間，導致這 10% 的土地並非完全做為綠地使用，可能為停車場、市民活動的硬鋪面等，造成政府欲提倡綠地發展的美意有所缺憾，因此可以利用獎勵措施，鼓勵新重劃區或新建案發展時，將綠地空間、植栽設置等同時一併考量到建案規劃之中，成為主角之一，而非陪襯建築的角色。

四、市民參與

在國外，市民參與綠地建設的案例眾多，以首爾為例，在城市層級的綠地開發，政府會邀請當地市民、產業及社會組織共同參與開發過程，市民、產業及社會組織可以利用金錢上的捐贈或者實際參與政府提倡的植樹活動，如此可以刺激市民有更多對於環境保育與為下一代保存綠地的認知。而在首爾，許多大型公園內的樹木種植並非經由承包商，而是由居民共同參與的植樹活動。因此建議應建立民間參與公園綠地建設制度，促進全民與專業參與。另外還可以藉由公園內許多活動的推展鼓勵市民走向公園，可安排有關該公園特色的環境教育課程，如歷史與文化、生態等，藉此可讓市民更主動的參與公園後續的維護管理工作。

結 論

綠地規劃建設的良窳已成為國際間評斷一個都市之居住適宜性的重要指標之一，因此政府單位必須要有系統的規劃台中都會區的綠地開發，設定未來綠地發展的目標，在追求高樓建築、經濟發展的同時，應該先有完整的綠地規劃系統，同時考量區內的綠地發展，依照景觀生態的原則，有系統、具遠景的規劃與建置綠地空間。

對於台中都會區綠地系統的建置，具體而言應能有妥善保存台中縣周圍綠地，提供生物棲息之最佳的生態環境，並利用河川水圳、景觀道路、自行車道等系統連結外圍綠帶。在高密度發展的都會區內，有效的利用廢棄或閒置的空間，規劃成綠地空間。現有都會區內的道路、水道也是最佳的可利用線性空間，可種植樹木，改善周圍環境並提供生態廊道以串連城市內的公園綠地。而公園綠地在規劃設計時，亦需避免成為過度設計的綠地空間，謹慎評估會壓迫自然的各式硬鋪面或材料的使用，選擇原生樹種，發展不同層級、不同特色的公園綠地。

除了政府政策的推行之外，亦應鼓勵民眾積極參與，提供民眾參與綠地建設過程的機

會，藉由公園綠地相關活動的參與，培養市民正確的環境知識並建立環境美學的基礎，以強化其對城市的認同感。

綠地空間系統的規劃需要有一整體的設計，且其系統需要有全面性的規劃，包括生態、社會、經濟利益、綠地空間的功能與價值等。執行時也必須要橫跨各個政府部門以及綠地開發的組織團體，因此綠地空間發展的計畫與執行應該要公開化，讓社區、組織及私人土地擁有者共同參與，且其執行應該具有專業人士的參與，如景觀生態、都市與地區規劃、以及景觀建築等。綠地空間規劃不應被歸為都市發展中最後的一環，都市的永續發展需要有完善的綠地空間系統的支持。綠地空間規劃可以為未來的發展創造一個良好的架構，並且確保那些具價值的自然資源可以被保存到下一個世代。瞭解綠地系統的重要性及具體作法之後，接下來最重要的應是化理念為實際行動，踏出實踐台中都會區綠地系統願景的第一步。

參 考 文 獻

- Baljon, L. 1992. *Designing Parks*. Amsterdam: Architectura & Natura Press.
- De Sousa, C. A. 2003. Turning brownfields into green space in the city of Toronto. *Landsc. Urban Plan.* 62: 181-198.
- Flink, C. A. and R. M. Searns. 1993. *Greenways: A Guide to Planning, Design, and Development*. Island Press, Washington, DC.
- Jim, C. Y. and S. S. Chen. 2003. Comprehensive greenspace planning based on landscape ecology principles in compact Nanjing city, China. *Landsc. Urban Plan.* 65: 95-116.
- Jim, C. Y. 2004. Green-space preservation and allocation for sustainable greening of compact cities. *Cities*. 21(4): 311-320.
- Langevelde, F., F. van Claassen, and A. Schotman. 2002. Two strategies for conservation planning in human-dominated landscapes. *Landsc. Urban Plan.* 58: 281-295.
- Tan, K. W. 2006. A greenway network for Singapore. *Landsc. Urban Plan.* 76: 45-66.

Suggestions of Building Greenspace System and Structure for Taichung Metropolitan Area

Chia-Chun Ko ¹⁾ Sheng-Jung Ou ²⁾

Key words: Green space, Park, Urban area

Summary

The purpose of this paper is to propose suggestions of building greenspace system and structure for Taichung Metropolitan Area. This paper firstly reviews and analyzes well-known and successful international cities to obtain operational guidelines and experiences. Then, current situations of greenspace system for Taichung City are analyzed and some potential problems are explored. Integrating the results from first two stages, the study proposes four suggestions of building greenspace system and structure. This paper concludes that for constructing a well-built greenspace system, not only a visionary and comprehensive plan is needed, but also guidance by policies and active implementation.

1) Student in Ph. D. program, Department of Horticulture, National Chung Hsing University.

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

戶外環境遊憩舒適模式之探討

吳 芋 菁¹⁾ 黃 韻 璇²⁾ 吳 振 發³⁾

關鍵詞：戶外遊憩環境、舒適度模式、豐樂公園、惠蓀林場

摘要：本研究目的在於瞭解遊憩者對不同的環境因子產生的心理舒適程度，以及各舒適因子對整體舒適感受之影響。以台中市豐樂公園(都市型遊憩環境)及南投縣惠蓀林場(自然遊憩型環境)為研究區，以台中市豐樂公園及南投縣惠蓀林場為研究區，共獲得 810 份有效問卷，分別進行遊客心理舒適度多變量分析與複迴歸模式建立，獨立樣本 T 檢定分析結果發現遊客於都市與自然戶外遊憩環境的溫度、濕度、光照度、風速、音量舒適性及整體舒適度有一定程度的差異，同一個遊憩區域不同時段(10-15、15-17 點)遊客的舒適感受亦有所不同。舒適感受 Pearson 相關性分析結果發現三次方的溫度、濕度、風速、音量、光照的舒適感受與整體舒適感之間具有最高度的相關性，建立戶外遊憩舒適模式時應先將變數間的非線性關係轉換為線性關係。本研究建立的戶外環境遊憩舒適模式具有一定的解釋力，由迴歸式發現在不同的地點與時段溫度、濕度、音量舒適感受對整體舒適感受都具有高度的影響力，風速舒適感受於 10-15 點、光照度的舒適感受於 15-17 點分別對於整體舒適感受的影響較顯著。

1) 國立中興大學園藝園藝學系碩士班研究生。

2) 國立中興大學農村規劃研究所碩士。

3) 國立中興大學園藝學系助理教授，通訊作者。

前 言

隨著生活水準的提昇，人們對於旅遊環境舒適性要求也相對提高(魏士閔，2007)。近年的研究發現微氣候條件(microclimatic)中的熱舒適度(thermal comfort)與物理舒適性(mechanical comfort)對於戶外遊憩空間被使用程度有很大的影響(Givoni *et al.*, 2003)。物理環境中的微氣候是重要條件，其中溫度對人體舒適感覺影響最大，其影響乾、濕氣體交換(Gaitani *et al.*, 2007)，及人體熱平衡、體溫調節(郭英之、張紅，2003；Stathopoulos *et al.*, 2004)，當處於適中的氣溫時，相對濕度對人體的影響並不顯著，但當高溫時空氣濕度對人體感覺影響就非常大，因為高溫條件下，空氣濕度增大，會影響汗液蒸發，人體熱平衡遭到破壞，使人體感到不舒適(郭英之、張紅，2003；Stathopoulos *et al.*, 2004；Gaitani *et al.*, 2007)。風的對流、蒸散作用有顯著影響(Stathopoulos *et al.*；Gaitani *et al.*, 2007)能使人體的散熱加快，導致人體感覺寒冷和不適，而當氣溫高於皮膚溫度時風會使人感覺涼爽(謝靜芳、秦元明，2004)，若溫度與濕度較高，超過 1.5m/s 的風速對於舒適性有明顯的改善(Ahmed, 2003)。其他因子包括光照度、音量等對於遊憩環境品質而言，亦是相當重要的影響因子。人體若長時間處於高照度與高色溫狀態下時，容易產生不舒適感與疲倦感(劉建志，2004)。人於高色溫度照明環境播放悅音(鳥聲、四季協奏曲)具有顯著的影響，且相較於無音樂狀態對於提升舒適度與輕鬆感的心理感受評價效果更為顯著(陳慧蓉，2007)。目前舒適度的相關研究中，許多的建築物室內熱舒適的研究指出依國際標準組織(ISO 7730)計算熱環境不舒適程度的預測方式具有一定的準確性，然而戶外環境參數比建築物室內環境多且複雜，因此預測與實際的使用者感受差異甚大(Nikolopoulou and Steemers, 2003；Thorsson *et al.*, 2004)。然而環境舒適性研究多在控制環境下，應用指標或模式來建構標準的環境狀態(Matzarakis *et al.*, 1999)，在穩定狀態下所建構的模式，並不適用於多變的真實戶外環境(Thorsson *et al.*, 2004)。除此之外，純粹的實驗或模式分析方法，並不足以了解複雜的戶外環境，應該進一步分析戶外人類舒適性(Nikolopoulou and Steemers, 2003；Stathopoulos *et al.*, 2004；Kens *et al.*, 2006；Oliveira and Andrade, 2007)。

除了物理環境因子之外，使用者的心理感受，亦是影響戶外遊憩環境舒適性的重要因素。近年來，訪談法、問卷法開始被應用於分析空間使用者的舒適性感受，Oliveira 與 Andrade(2007)整合訪談法及物理環境監測法，於葡萄牙 Lisbon 市進行影響都市開放空間人類舒適度影響因子評估，研究結果之一指出透過訪談的方式來取得空間使用者的意見困難度並不高，並可進行使用者主觀參數的評估；值得注意的是此研究的方法與結果突破以往僅以舒適度指數方式進行相關研究。Schiller (2001) 進行地中海東部林地的生物氣象與遊憩行為關係探討時，採用問卷法調查遊客舒適度感受。除此之外，Givoni 等人 (2000、2002) 應用複迴歸法建構戶外溫度感受模式。然而心理因素對於舒適度影響的研究，以實際知覺反應(Actual Sensation Vote, ASV) (Nikolopoulou and Steemers, 2003；Nikolopoulou and Lykoudis, 2006)、文化或個人背景對於氣候知覺影響的相關研究為主(Knez, 2005)。

Nikolopoulou and Steemers (2003)指出人對於空間的舒適度，絕大部分與空間本身具有相關性，與個人於空間中產生的變數亦有關，而且空間的參數會影響個人的參數，且個人的參數會影響人對空間的知覺。

由上述的論述可得知，遊憩環境提供良好戶外體驗空間，讓遊憩者至此空間中，接受溫度、濕度、光照、風速、音量之刺激，產生舒適感受。因此，本研究目的在於瞭解遊憩者對不同的環境因子產生的心理舒適程度，以及各舒適因子對整體舒適感受之影響。以台中市豐樂公園(都市型遊憩環境)及南投縣惠蓀林場(自然遊憩型環境)為研究區，分別建構遊客之溫度、濕度、光照、風速、音量感受與整體感受之迴歸模式，透過迴歸模式探討遊客的溫度、濕度、光照、風速、音量舒適感受對整體舒適感受之影響。

材料與方法

一、研究地點

研究地區包括屬於都市遊憩環境的台中市豐樂公園，以及屬於自然遊憩環境的南投縣惠蓀林場(圖 1)。豐樂公園依土地利用方式區分為八個調查點，活動中心區(點 1-1)、喬木草坡區(點 1-2)、雕塑展示區(點 1-3)、景觀湖區(點 1-4)、大門廣場區(點 1-5)、草坪觀景區(點 1-6)、草坪活動區(點 1-7)、商業活動區(點 1-8)。惠蓀林場依據林場的動線系統、景點分佈、環境特性、遊客聚集度，共選出八個調查地點，此八個皆由不同的景觀元素所組成，湯公亭(點 2-1)、瀑布區(點 2-2)、觀景區(點 2-3)、梨園山莊(點 2-4)、草坪區(點 2-5)、青蛙石步道(點 2-6)、紅磚屋(點 2-7)、小木屋(點 2-8)。由表 1 之實測數據可以發現惠蓀林場的平均溫度及平均音量低於豐樂公園，但平均相對濕度、平均光照度及平均風速」高於豐樂公園。顯示兩個研究地點的環境條件有顯著的差異。



圖 1. 豐樂公園(右圖)與惠蓀林場(左圖)區位及調查地點

Fig. 1. Survey sites of Taichung Abundant Happy Sculpture Park (right) and Huisun Forest Recreation area (left).

表 1. 惠蓀林場與豐樂公園物理環境平均監測值

Table 1. Means of physical environment factors monitoring at Taichung Abundant Happy Sculpture Park and Huisun Forest Recreation Area.

地點	平均溫度 (°C)	平均 相對濕度 (%)	平均光照度 (W/m ²)	平均風速 (m/s)	平均音量 (dB)
豐樂公園	20.79	42.05	218.72	0.36	61.81
惠蓀林場	17.74	58.14	276.51	0.45	48.60

二、問卷設計與調查

本研究以遊客問卷調查為主，調查內容包括遊客對於研究區內各調查點的溫度、濕度、光照度、音量、風、整體舒適感受，各問項採用五點尺度，同時調查遊客基本資料調查包含性別、年齡、學歷等。本研究之調查時間於冬季，台中豐樂雕塑公園之調查日期為 98 年 1 月 16 至 18 日，而惠蓀林場施測時間分別為 97 年 11 月 14 日至 16 日、11 月 28 日至 30 日、12 月 5 日至 7 日、12 月 12 日至 14 日、12 月 26 日至 28 日；研究地點調查時段皆為上午 10 時至下午 5 時。

受測者的選擇方面，由於豐樂雕塑公園與惠蓀林場屬於開放性園區，以遊客為主，因此採用便利抽樣方式進行遊客調查及資料收集。本研究於豐樂公園共獲得有效問卷共 403 份；惠蓀林場共獲得有效問卷共 470 份。

三、研究方法

本研究首先驗證遊客於豐樂公園與惠蓀林場感受之差異性，以及不同時段感受之差異性，因此採用獨立樣本 T 檢定進行豐樂公園與惠蓀林場的溫度、濕度、光照度、風速、音量舒適性及整體舒適度的差異性分析。其次，為了驗證溫度感受、濕度感受、光照度感受、風速感受、音量感受與整體感受之間存到線性或非線性的函數關係，因此分別進行線性與二項式迴歸分析，並比較迴歸係數(R^2)之變化。驗證的結果若證實存在非線性關係，則可透過函數轉換方式，尋找各項舒適感受與整體感受之最佳函數關係，作為舒適感受模式建構之依據，因此惠蓀林場及豐樂公園的溫度、濕度、風速、音量、光照度舒適感受分別進行平方、三次方、根號、倒數、倒數平方、取自然對等數函數轉換後，再與整體舒適度進行 Pearson 相關性分析，以相關性最高的函數，作為舒適度感受複迴歸分析的自變數，以整體舒適感受為依變數，採用逐步迴歸方式進行複迴歸模式建構。獨立樣本 T 檢定、Pearson 相關性分析、複迴歸分析詳細公式與方法詳見陳正昌等人(2004)多變量分析方法書籍。

結 果

一、獨立樣本 T 檢定

本研究採用獨立樣本 T 檢定進行豐樂公園與惠蓀林場的溫度、濕度、光照度、風速、音量舒適性及整體舒適度的差異性分析，目的在於驗證遊客於豐樂公園與惠蓀林場感受之差異性，以及不同時段感受之差異性。結果顯示豐樂公園的 10:00 至 15:00 與 15:00 至 17:00 舒適性差異性分析結果發現遊客對於濕度、風速舒適度的感受在 10:00 至 15:00 與 15:00 至 17:00 有顯著的差異，10:00 至 15:00 的舒適性高於 15:00 至 17:00；其他的項目差異性不顯著(表 2)。惠蓀林場的 10:00 至 15:00 與 15:00 至 17:00 舒適性檢定結果呈現出溫度感受、濕度感受、光照感受、風速感受及整體舒適感受有明顯差異的情形，而且全部呈現 10:00 至 15:00 的舒適感受優於 15:00 至 17:00 的現象(表 2)。顯示兩個研究地區，遊客在兩個時段的舒適感受有所差異。兩個研究地區的舒適度差異性檢定方面，結果發現豐樂公園與惠蓀林場全時段(10:00 至 17:00)舒適性差異性分析結果顯示濕度感受、光照感受、音量感受與整體感受有顯著差異，其中濕度(4.02)與光照感受(4.17)的舒適性以豐樂公園較高，音量感受(4.11)與整體舒適度性(4.31)以惠蓀林場較高。分時段而言，豐樂公園與惠蓀林場的 10:00 至 15:00 舒適性差異性檢定結果則發現遊客的風速、音量、總體舒適度呈現明顯差異，而且惠蓀林場舒適度高於豐樂公園的情形。豐樂公園與惠蓀林場的 15:00 至 17:00 舒適性差異性分析結果則是呈現所有的舒適性感受及整體感受有顯著差異的情形。

表 2. 獨立樣本 T 檢定

Table.2. The independent sample T test

感受	豐樂 10:00-17:00	豐樂 10:00-15:00	豐樂 15:00-17:00	豐樂 10:00-15:00	惠蓀 10:00-15:00
	vs 惠蓀 10:00-17:00	vs 惠蓀 10:00-15:00	vs 惠蓀 15:00-17:00	vs 豐樂 15:00-17:00	vs 惠蓀 15:00-17:00
溫度感受	0.457	-1.013	4.329***	0.373	5.567***
濕度感受	2.439*	1.484	4.950***	1.990*	5.363***
光照度感受	2.775*	0.504	3.639***	-0.481	2.320*
風速感受	-0.821	-3.181**	2.966**	-1.981*	4.475***
音量感受	-14.134***	-6.424***	-8.275***	0.566	1.436
整體感受	-6.867***	-4.538***	-2.114*	-0.091	3.364

二、舒適度模式建構

建構舒適度模式時首先進行各舒適感受與整體感受之線性與非線性關係檢驗，其次進行各舒適感受與整體感受之函數轉換與相關性分析，最後建構整體舒適感受複迴歸模式。

(一) 舒適感受與整體感受之線性與非線性關係檢驗

本研究著重於心理層面的舒適度模式探討，在模式建構之前，必須先確認溫度感受、濕度感受、光照度感受、風速感受、音量感受與整體感受之間呈現線性或非線性的函數關係，因此分別進行線性與二項式迴歸分析，並比較迴歸係數(R^2)之變化。研究結果如圖 2 與 3，遊客於豐樂公園與惠蓀林場的溫度感受、濕度感受、光照度感受、風速感受、音量感受與整體感受的二項式迴歸係數皆高於線性迴歸，由此可知各項感受與整體感受間存在非線性關係。

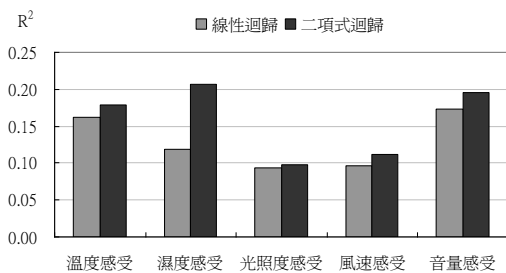


圖 2. 豐樂公園舒適感受與整體感受之線性與非線性迴歸係數分析圖

Fig. 2. R square of linear and nonlinear regression between comfortable perception of temperature, relative humidity, solar radiation, wind, volume with overall comfortable perception at Taichung Abundant Happy Sculpture Park.

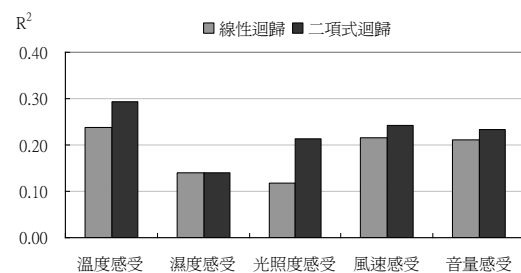


圖 3. 惠蓀林場舒適感受與整體感受之線性與非線性迴歸係數分析圖

Fig. 3. R square of linear and nonlinear regression between comfortable perception of temperature, relative humidity, solar radiation, wind, volume with overall comfortable perception at Huisun Forest Recreation Area.

(二) 舒適感受與整體感受之函數轉換與相關性分析

由上述研究的結果發現，豐樂公園與惠蓀林場的各项舒適感受與整體感受多存在非線性關係，因此可透過函數轉換方式，尋找各項舒適感受與整體感受之最佳函數關係，作為舒適感受模式建構之依據。據此，惠蓀林場及豐樂雕塑公園溫度、濕度、風速、音量、光照度的舒適感受分別進行平方、三次方、根號、倒數、倒數平方、取自然對等數函數轉換後，再與整體舒適度進行 Pearson 相關性分析。惠蓀林場相關性分析結果中，遊客的整體

舒適度評值與三次方(x_1^3)溫度感受之相關性最高，相關係數為 0.537，其次為三次方的風速感受(x_4^3 ，0.491)、三次方的音量感受(x_5^3 ，0.482)、三次方的光照度感受(x_3^3 ，0.0.428)與平方的濕度感受(x_2^2 ，0.372)(表 3)。台中市豐樂雕塑公園分析結果，發現遊客的整體舒適度評值與三次方音量感受(x_5^3)之相關性最高，其相關係數為 0.444，其次為三次方溫度(x_1^3 ，0.425)、三次方濕度感受(x_2^3 ，0.419)、三次方風速感受(x_4^3 ，0.333)，然三次方光照度感受(x_3^3)，之相關性最低，僅為 0.314(表 3)。根據上述得知，進行數值轉換後，相關係數最高的數值以轉換成三次方數值相關性最高。

表 3. 舒適感受相關性分析

Table.3. Pearson correlation analysis between comfortable perception of temperature, relative humidity, solar radiation, wind, volume with overall comfortable perception at Taichung Abundant Happy Sculpture Park and Huisun Forest Recreation Area.

地區	舒適感受	未轉換	平方 (X)	三次方 (X ³)	開根號 ($\sqrt{x}$)	倒數 (1/x)	倒數平方 (1/x ²)	自然倒數 (Ln x)
豐樂公園	溫度感受	0.403**	0.419**	0.425**	0.390**	-0.312**	-0.229**	0.371**
	濕度感受	0.345**	0.388**	0.419**	0.320**	-0.231**	-0.170**	0.292**
	光照度感受	0.306**	0.313**	0.314**	0.299**	-0.246**	-0.181**	0.288**
	風速感受	0.310**	0.324**	0.333**	0.300**	-0.243**	-0.181**	0.286**
	音量感受	0.416**	0.436**	0.444**	0.399**	-0.302**	-0.218**	0.374**
惠蓀林場	溫度感受	0.488**	0.520**	0.537**	0.464**	-0.339**	-0.225**	0.432**
	濕度感受	0.367**	0.373**	0.372**	0.361**	-0.323**	-0.272**	0.352**
	光照度感受	0.342**	0.394**	0.428**	0.308**	-0.181**	-0.117*	0.267**
	風速感受	0.464**	0.481**	0.491**	0.452**	-0.402**	-0.359**	0.438**
	音量感受	0.460**	0.475**	0.482**	0.449**	-0.397**	-0.352**	0.434**

註：表中數字為相關係數，* 表 $p < 0.05$ ，**表 $p < 0.01$

(三) 舒適感受與整體感受之複迴歸模式建構

由上述舒適感受相關性分析結果可發現溫度、濕度、風速、音量、光照感受與整體舒適感受之間呈現非線性函數關係。為了將非線性的關係轉換為線性關係，因此建構舒適感受與整體感受之複迴歸模式時，原始資料是以經過二次或三次方轉換後的溫度、濕度、風速、音量、光照感受為自變數，以整體舒適感受為依變數，採用逐步迴歸方式進行複迴歸模式建構。

研究結果顯示惠蓀林場遊客心理舒適度模式的調整後 R^2 為 0.428，模式的 F 值為 87.056， $P < 0.001$ ，殘差 Durbin-Watson 檢定值為 2.164，以迴歸標準化殘差的常態 P-P 圖進行殘差常態性分析，結果呈現約 45 度分佈，顯示呈現常態；以迴歸標準化殘差與標準化預測值散佈圖進行同質性檢定，結果圖形呈水平隨機分配；此外，本研究的受訪樣本為獨立個體，符合獨立性條件。

惠蓀林場遊客心理舒適度複迴歸模式中，共有四項因子進入迴歸式中，且皆為正向，依影響係數高低分別為溫度感受(0.004)、音量感受(0.004)、風速感受(0.003)、濕度感受(0.0012)，此結果表示當遊客對於溫度、音量、風速、濕度的心理上認知的舒適度越高時，整體的舒適度感受越高；其中以光照度感受的舒適提昇，最能提高整體舒適程度。

$$Y = 0.004 X_1^3 + 0.001^2 X_2^2 + 0.003 X_4^3 + 0.004 X_5^3 + 3.256$$

式中 X_1 為溫度感受， X_2 為濕度感受， X_3 為光照度感受， X_4 為風速感受， X_5 為音量感受，Y 為整體舒適感受。

台中市豐樂公園遊客心理舒適度模式的調整後 R^2 為 0.327，模式的 F 值為 64.578， $P < 0.001$ ，殘差 Durbin-Watson 檢定值為 2.040，以迴歸標準化殘差的常態 P-P 圖進行殘差常態性分析，結果呈現約 45 度分佈，顯示呈現常態；以迴歸標準化殘差與標準化預測值散佈圖進行同質性檢定，結果圖形呈水平隨機分配；此外，本研究的受訪樣本為獨立個體，符合獨立性條件。

台中市豐樂公園遊客舒適度複迴歸模式，共有三項因子進入迴歸式中，且皆為正向，依影響係數高低分別為溫度感受(0.004)、濕度感受(0.001)、音量感受(0.001)，此結果表示當遊客對於溫度感受、濕度感受、音量感受的心理上認知的舒適度越高時，整體的舒適度感受越高。

$$Y = 0.004 X_1^3 + 0.001 X_2^3 + 0.001 X_5^3 + 0.006$$

式中 X_1 為溫度感受， X_2 為濕度感受， X_3 為光照度感受， X_4 為風速感受， X_5 為音量感受，Y 為整體舒適感受。

三、不同時段舒適度模式建構

由上述的獨立樣本 T 檢定中可以發現兩個研究區於 10-15 及 15-17 點兩個時段間，遊客的舒適感受明顯不同。因此，本研究進一步研究兩個不同時段之舒適度模式。

(一) 不同時段舒適感受相關性分析

10-15 點期間的舒適感受相關性分析部分(表 4)，豐樂公園相關性分析結果中，遊客的整體舒適度評值與溫度、濕度、光照、風速、音量感受的相關性以轉換成三次方的數值最高，相關係數分別 0.329、0.403、0.259、0.260、0.634。惠蓀林場分析結果發現遊客的整體舒適度評值與溫度、濕度、光照、風速、音量感受的相關性，同樣以轉換成三次方的數值最高，相關係數分別 0.513、0.309、0.413、0.490、0.446。上述結果可得知，戶外環境之心理感受舒適因子相關性分析，以轉換成三次方的數值相關性最高。15-17 點期間的舒適感受相關性分析部分(表 5)，豐樂公園分析結果顯示，遊客的整體舒適度評值與溫度、濕度、風速、音量感受的相關性是以轉換成三次方的數值最高；而光照感受與整體舒適度之相關性是以平方轉換者最高，相關係數為 0.327。惠蓀林場分析結果發現遊客的整體舒適度評值與溫度、光照、風速、音量感受的相關性，以轉換成三次方的數值最高(表 5)。而濕度感受與整體舒適度之相關性是以開根號轉換者最高，相關係數為 0.464。

表 4. 10-15點舒適感受相關性分析

Table.4. Pearson correlation analysis between comfortable perceptions of temperature, relative humidity, solar radiation, wind, volume with overall comfortable perception during 10 to 15 o'clock.

	氣候	未轉換	平方 (X)	三次方 (X ³)	開根號 (√x)	倒數 (1/x)	倒數平方 (1/x ²)	自然倒數 (Ln x)
豐樂公園	溫度感受	0.280*	0.310**	0.329**	0.261*	-0.192	-0.145	0.240*
	濕度感受	0.363**	0.388**	0.403**	0.346**	-0.278*	-0.223	0.326**
	光照度感受	0.228	0.245*	0.259*	0.219	-0.186	-0.163	0.208
	風速感受	0.221	0.242*	0.260*	0.209	-0.173	-0.149	0.197
	音量感受	0.594**	0.625**	0.634**	0.564**	-0.391**	-0.247*	0.520**
惠蓀林場	溫度感受	0.438**	0.483**	0.513**	0.409**	-0.278**	-0.169**	0.373**
	濕度感受	0.275**	0.297**	0.309**	0.261**	-0.210**	-0.173**	0.245**
	光照度感受	0.323**	0.377**	0.413**	0.289**	-0.174**	-0.122*	0.251**
	風速感受	0.458**	0.477**	0.490**	0.446**	-0.402**	-0.367**	0.433**
	音量感受	0.420**	0.437**	0.446**	0.408**	-0.355**	-0.308**	0.393**

註：表中數字為相關係數，* 表 $p < 0.05$ ，** 表 $p < 0.01$

表 5. 15-17點舒適感受相關性分析

Table.5. Pearson correlation analysis between comfortable perceptions of temperature, relative humidity, solar radiation, wind, volume with overall comfortable perception during 15 to 17 o'clock.

	氣候	未轉換	平方 (X)	三次方 (X ³)	開根號 (√x)	倒數 (1/x)	倒數平方 (1/x ²)	自然倒數 (Ln x)
豐 樂 公 園	溫度感受	0.430**	0.443**	0.446**	0.418**	-0.334**	-0.242**	0.399**
	濕度感受	0.345**	0.390**	0.424**	0.318**	-0.229**	-0.171**	0.290**
	光照度 感受	0.323**	0.327**	0.326**	0.315**	-0.256**	-0.188**	0.303**
	風速感受	0.327**	0.341**	0.348**	0.316**	-0.255**	-0.189**	0.302**
	音量感受	0.377**	0.394**	0.402**	0.362**	-0.282**	-0.212**	0.341**
惠 蓀 林 場	溫度感受	0.530**	0.549**	0.550**	0.510**	-0.384**	-0.261**	0.479**
	濕度感受	0.466**	0.460**	0.446**	0.464**	-0.422**	-0.351**	0.457**
	光照度 感受	0.352**	0.400**	0.430**	0.319**	-0.183*	-0.103	0.278**
	風速感受	0.429**	0.441**	0.447**	0.421**	-0.389**	-0.365**	0.411**
	音量感受	0.528**	0.547**	0.556**	0.514**	-0.454**	-0.406**	0.496**

註：表中數字為相關係數，* 表 $p < 0.05$ ，**表 $p < 0.01$

(二) 不同時段舒適度複迴歸模式

由舒適感受相關性分析結果可發現溫度、濕度、風速、音量、光照感受與整體舒適感受之間存在非線性關係，本研究透過變數轉換方式，將非線性關係的資料轉為具有線性關係之資料。同樣是以遊客的整體舒適度評值為依變數，跟整體舒適度相關性最高的變數轉換後資料為自變數，以逐步迴歸建立舒適度複迴歸模式(表 6)。

研究結果顯示 10-15 點、15-17 點惠蓀林場遊客心理舒適度模式，調整後 R^2 分別為 0.384、0.485，模式的 F 值分別為 69.334 與 40.471，兩者 $P < 0.001$ ，殘差 Durbin-Watson 檢定值皆是 2.116(表 6)。

10-15 點惠蓀林場遊客心理舒適度複迴歸模式(表 6)，共有三項因子進入迴歸式中，且皆為正向，依影響分別為溫度(0.004)、風速(0.004)、音量(0.004)；15-17 點的模式 R^2 為 0.49，共有三項因子進入迴歸式中，且皆為正向，依影響高低分別為濕度(0.141)、溫度(0.006)、音量(0.006)。此結果表示當遊客對於溫度與音量的心理認知越高時，整體舒適度感受越高。

豐樂公園 10-15 點、15-17 點遊客心理舒適度模式，調整後 R^2 分別為 0.488 與 0.322，

模式的 F 值分別為 21.598 與 38.653，兩者 $P < 0.001$ ，殘差 Durbin-Watson 檢定值為 1.715 與 2.041(表 6)。

台中市豐樂公園複迴歸分析結果中，10-15 點模式(表 6)共有三項因子進入迴歸式中，僅為風速為負向，依影響分別為濕度(0.009)、風速(-0.006)、音量(0.001)；15-17 點的模式 R^2 為 0.322，共有四項因子進入迴歸式中，且皆為正向，依影響高低分別為光照度(0.012)、音量(0.005)、溫度(0.004)、濕度(0.004)。此結果表示當遊客對於濕度與音量的心理認知越高時，整體舒適度感受越高。

表 6. 不同時段舒適度複迴歸模式分析表

Table.6. Comfortable prediction regression models during 10-15 and 15-17 o'clock at Taichung Abundant Happy Sculpture Park and Huisun Forest Recreation Area.

地點	時段	模式分析			殘差分析			f 迴歸式
		調整後 R^2	a 模式顯著水準	b 殘差檢驗	c 常態性檢定	d 同質性檢定	e 獨立性檢定	
惠蓀林場	10-15	0.384	69.334*	2.116	常態分佈	圖形呈水平隨機分配	獨立樣本	$Y = 0.004 X_1^3 + 0.004 X_4^3 + 0.004 X_5^3 + 3.421$
	15-17	0.485	40.471*	2.116	常態分佈	圖形呈水平隨機分配	獨立樣本	$Y = 0.006 X_1^3 + 0.141 X_2^3 + 0.006 X_5^3 + 2.928$
豐樂公園	10-15	0.488	21.598*	1.715	常態分佈	圖形呈水平隨機分配	獨立樣本	$Y = 0.009 X_2^3 - 0.006 X_4^3 + 0.01 X_5^3 + 3.372$
	15-17	0.322	38.653*	2.041	常態分佈	圖形呈水平隨機分配	獨立樣本	$Y = 0.004 X_1^3 + 0.004 X_2^3 + 0.012 X_3^3 + 0.005 X_5^3 + 3.085$

註：a 模式顯著水準為 F 值，*表示 $p < 0.01$ ；b 模式殘差檢驗採用 Durbin-Watson 檢定；c 殘差的常態性檢定採用迴歸標準化殘差的常態 P-P 圖；d 殘差的同質性檢定採用(迴歸標準化殘差與標準化預測值散佈圖)；e 殘差的獨立性檢定是觀察受測樣本的取樣方式。f 表中數字為迴歸係數， X_1 :溫度感受， X_2 :濕度感受， X_3 :光照度感受， X_4 :風速感受， X_5 :音量感受。

討 論

一、惠蓀林場與豐樂公園遊憩環境舒適度感受差異性分析

根據本研究現地測量的結果發現惠蓀林場的平均溫度、平均音量低於豐樂公園，但是平均相對濕度、平均光照度、平均風速高於豐樂公園(表 1)。相關研究指出(郭英之、張紅，2003；Stathopoulos *et al.*, 2004; Gaitani *et al.*, 2007)當處於適中的氣溫時，相對濕度對人體的影響並不顯著，但當高溫時空氣濕度對人體感覺影響就非常大，因為高溫條件下，空氣濕度增大，會影響汗液蒸發，人體熱平衡遭到破壞，使人體感到不舒適。然而，本研究於冬季進行，低溫、高濕度、低光照同樣會造成遊客的不舒適感，因此本研究結果顯示豐樂公園的濕度低、光照強，因此這兩項的遊客舒適度高於惠蓀林場。但是惠蓀林場屬於自然遊憩環境，其低音量、高整體舒適性仍獲得遊客的認同。

除此之外，本研究發現不同的時段產生遊客的舒適感受在自然與都市遊憩環境中亦有所不同，尤其是近傍晚時間(15-17 點)，在惠蓀林場氣溫開始下降、濕度上升、光照減少、風速微幅提升，遊客覺得越來越冷，因此對於氣溫、濕度、光照、風速的舒適感受明顯低於豐樂公園；但是低音量的自然環境仍受到遊客的喜愛，因此音量與整體舒適性的評值較高。在 10-15 點的時段，惠蓀林場與豐樂公園的溫度、濕度、光照的情形，讓遊客都感覺相當舒適，因此舒適感受無明顯差異；但是，惠蓀林場的微風、安靜的環境，讓遊客感到相當舒適，因此評值較高，整體環境的舒適感受評值亦高。

豐樂公園於 10-15 點與 15-17 點間獨立樣本 T 檢定結果，顯示出溫度、光照、風速、音量、整體感受無顯著差異，其原因在於 15-17 點時溫度微幅降低、光照稍暗、風速微增，但尚未到達遊客無法接受的程度，因此舒適感受差異不明顯。但是惠蓀林場於 15-17 點，物理環境產生較明顯的變化，氣溫開始下降、濕度上升、光照減少、風速微幅增加，明顯讓遊客產生不舒適感。

綜合上述研究結果，可發現遊客對於惠蓀林場的音量舒適度與整體舒適度高於豐樂公園，而且不受時段的影響。而且 10-15 點時段，兩個地點的溫度、濕度、光照的情形，讓遊客都感覺相當舒適，因此舒適感皆高；但是 15-17 點時段，惠蓀林場物理環境產生較明顯的變化，降低遊客的溫度、濕度、光照、風速舒適度。

二、各舒適感受與整體感受之非線性關係

本研究進行溫度、濕度、風速、音量、光照感受值的轉換後，與整體舒適感受值進行 Pearson 相關性分析，發現除了惠蓀林場全時段(10-17 點)的濕度感受值以平方轉換、惠蓀林場於 15-17 點濕度感受值的開根號轉換、豐樂公園 15-17 點的光照度感受平方轉換與整體舒適感受相關性較高之外，其他所有的分析項目皆以三次方轉換者，與整體舒適感受相關性較高。

此結果顯示出遊客對於溫度、濕度、風速、音量、光照的舒適感受與整體舒適感之間多呈現三次方的非線性關係。因此，若採用未經轉換的原始測值進行複迴歸分析，將造成

研究結果的偏誤，因為在複迴歸分析中自變數與依變數之間是呈現線性關係。所以說，進行心理反應的研究且進行複迴歸分析時，應先進行變數轉換的相關性分析，尋找最佳的轉換函數，並將非線性關係轉換為線性關係後，再進行複迴歸分析，以降低研究誤差。

三、惠蓀林場與豐樂公園遊憩舒適模式建立

本研究以經變數轉換後的數值，進行 Pearson 相關性，選取整體舒適性相關性最高的各項舒適感受數值進行複迴歸分析，嘗試建立惠蓀林場與豐樂公園的遊憩舒適度模式。研究結果明顯發現以進行變數轉換後的各項舒適感受數值為自變項的迴歸模式，解釋力(R^2 值)較高，模式的可信度較高。然而必須注意的是，本研究的兩個地點都屬於開放性空間，受訪者亦採取隨機採樣方式取得，因此迴歸式的 R^2 值介於 0.322 至 0.49 之間，應屬可接受的範圍。

豐樂公園三種時段(10-17、10-15、15-17 點)舒適度複迴歸模式，顯示冬季的氣候條件下，溫度、濕度、音量的舒適感受提升有助於總體舒適性增加(10-17 點)；但是在 10-15 點時段，氣候條件讓遊客產生的感受最舒適，當風速增加時，將會降低遊客的風速舒適及整體舒適性；而在 15-17 點時段，太陽光能夠維持一定的光照時，有助於民眾的光照舒適與整體舒適增加。

惠蓀林場三種時段(10-17、10-15、15-17 點)舒適度複迴歸模式，顯示溫度、濕度、風速、音量的舒適感受增加有助於總體舒適性提升(10-17 點)；然而風的對流、蒸散作用有顯著影響(Stathopoulos *et al.*, 2004；Gaitani *et al.*, 2007)能使人體的散熱加快，導致人體感覺寒冷和不適(謝靜芳，秦元明，2004)，本研究中 10-15 點間維持微風時，遊客的風舒適感受將增加，亦有助於整體舒適度；在 15-17 點間隨著溫度開始降低，若濕度跟著大幅度增加，將增加遊客的寒冷感受，將降低溫度、濕度與整體舒適度。

在冬季著衣量條件下，物理環境中溫度對人體舒適感覺影響最大，其影響乾、濕氣體交換(Gaitani *et al.*, 2007)，及人體熱平衡、體溫調節(郭英之、張紅，2003；Stathopoulos *et al.*, 2004)，此外，當處於適中的氣溫時，相對濕度對人體的影響並不顯著，但當高溫時空氣濕度對人體感覺影響就非常大大，因為高溫條件下，空氣濕度增大，會影響汗液蒸發，人體熱平衡遭到破壞，使人體感到不舒適(郭英之、張紅，2003；Stathopoulos *et al.*, 2004；Gaitani *et al.*, 2007)。在豐樂公園與惠蓀林場六個時段的舒適度模式，可以明顯的發現遊客對於溫度、濕度變化的舒適感受相當的快速與直接，對於整體舒適度的影響亦相當明顯，當溫度、濕度的舒適感受增加時，有助於整體舒適度的增加。

另外，以往相關文獻非常少討論音量舒適度對整體舒適度的影響，本研究經過兩個研究地區、六個迴歸模式的驗證，發現音量舒適度的提昇有助於整體舒適度的增加，而且這樣的影響性在都市與自然戶外遊憩環境具有同樣的現象，根據現地觀察結果發現戶外遊憩環境的音量通常低於都市住宅、交通、商場等生活環境，因此到戶外遊憩場域時，遊客的音量舒適度較低，但是當遊憩區遊客密度過高、機具施工，或鄰近區域工程與交通噪音將降低音量舒適感受；而流水、樹葉擾動、動物鳴叫是一般民眾所偏好，其音量偏低。本研

究的結果與蔡岡廷(1998)所提出大多數居民所喜歡的聲音偏向自然音源，如鳥聲、蟬聲、樹聲、水流聲、音樂等結論相符。

討 論 與 建 議

本研究透過戶外遊憩環境心理舒適度迴歸模式之建構，瞭解遊憩者對不同的環境因子產生的心理舒適程度，以及各舒適因子對整體舒適感受之影響。以冬季的豐樂公園與惠蓀林場為研究區域，經遊客心理舒適度評估，並進行多變量統計分析，其中獨立樣本 T 檢定分析結果發現遊客於都市與自然戶外遊憩環境的溫度、濕度、光照度、風速、音量舒適性及整體舒適度有一定的程度的差異，同一個遊憩區域不同時段(10-15、15-17 點)遊客的舒適感受亦有所不同。舒適感受 Pearson 相關性分析結果發現溫度、濕度、風速、音量、光照的舒適感受與整體舒適感之間多呈現三次方的非線性關係，因此應用迴歸模式建立戶外遊憩舒適模式時，應先進行變數轉換的相關性分析，尋找最佳的轉換函數，並將非線性關係轉換為線性關係後，再進行複迴歸分析及模式建立。本研究建立的戶外環境遊憩舒適模式具有一定的解釋力，由迴歸式發現在不同的地點與時段溫度、濕度、音量舒適感受對整體舒適感受都具有高度的影響力，風速舒適感受於 10-15 點、光照度的舒適感受於 15-17 點對於整體舒適感受的影響較顯著。本研究可應用模式評估目前的舒適程度，若舒適度不高，則可根據模式中的影響因子之權重及正負向影響性，進行舒適環境的改造，提升遊憩舒適度。

參 考 文 獻

- 郭英之、張紅。2003。中國西部地區國家級旅遊資源評價。陝西師範大學學報(自然科學版)。31(2)。110-114。
- 陳正昌、程炳林、陳新豐、劉子鍵。2004。多變量分析方法統計軟體應用。台北市：五南圖書出版股份有限公司。
- 陳慧蓉。2007。高色溫度照明環境下悅因對人體反應影響之研究。國立成功大學建築研究所碩士論文。
- 劉建志。(2004)。長時間照明環境變化對人體健康影響之研究。國立成功大學建築研究所碩士論文。
- 蔡岡廷。1998。都市住宅區音景構成之初探—以台南地區為例。國立成功大學建築研究所碩士論文。
- 謝靜芳，秦元明。(2004)。氣象環境與舒適度及健康。北京：氣象出版社。9-38。
- 魏士閔。(2007)。室內熱舒適度之調查與分析-以焚化場簡報室為例。朝陽科技大學環境

工程與管理系碩士論文。

- Ahmed, K.S. 2003. Comfort in urban spaces: Defining the boundaries of outdoor thermal comfort for the tropical urban environments. *Energy Build.* 35:103-110.
- Gaitani, N., Mihalakakou, G., & Santamouris, M. 2007. On the use of bioclimatic architecture principles in order to improve thermal comfort conditions in outdoor spaces. *Build. Environ.* 42:317-324.
- Givoni, B. & Noguchi, M. 2000. Issues and problems in outdoor comfort research. in: *Proceedings of the PLEA'2000 Conference*. Cambridge, UK.
- Givoni, B., Noguchi, M., Saaroni, H., Pochter, O., Yaacov, Y., Feller, N., & Becker, S. 2002. Outdoor comfort research issues. *Energy Build.* 1462:1-10.
- Givoni, B., Noguchi, M., Saaroni, H., Pochter, O., Yaacov, Y., Feller, N., & Becker, S. 2003. Outdoor comfort research issues. *Energy Build.* 35: 77-86.
- Knes, I., & Thorsson, S. 2006. Influences of culture and environmental attitude on thermal, emotional and perceptual evaluations of a public square. *Int. J. Biometeorol.* 50:258-268.
- Knez, I. 2005. Attachment and identify as related to place and its perceived climate. *J. Environment Psychol.* 25:207-218.
- Matzarakis, A., Mayer, H., & Iziomon, E. 1999. Applications of a universal thermal index: physiological equivalent temperature. *Int. J. Biometeorol.* 43:76-84.
- Nikolopoulou, M., & Steemers, K. 2003. Thermal comfort and psychological adaptation as a guide for designing urban spaces. *Energy Build.* 35: 95-101.
- Oliveira, S. & Andrade, H. 2007. An initial assessment of the bioclimatic comfort in an outdoor public space in Lisbon. *Int. J. Biometeorol.* 52:69-84.
- Schiller, G. 2001. Biometeorology and recreation in east Mediterranean forests. *Landsc. Urban Plan.* 57:1-12.
- Stathopoulos, T., Wu, H., & Zacharias, J. 2004. Outdoor human comfort in an urban climate. *Build. Environ.* 39:297-305.
- Thorsson, S., Lindqvist, M., & Lindqvist, S. 2004. Thermal bioclimatic conditions and patterns of behaviour in an urban park in Göteborg, Sweden. *Int. J. Biometeorol.* 48:149-156.
- Nikolopoulou, M., & Lykoudis, S. 2006. Thermal comfort in outdoor urban spaces: Analysis across different European countries. *Build. Environ.* 41:1455-1470.

An Initial Predictive Model for Comfortable Prediction in Outdoor Recreation Environment

Yu- Jing Wu¹⁾ Yun-Shuan Huang²⁾ Chen-Fa Wu³⁾

Keywords: Outdoor recreation space, Comfortable prediction model, Taichung abundant happy sculpture park, Huisun forest station.

Summary

Purpose of this research is to set up an initial predictive model for comfortable prediction in outdoor recreation environment. Study sites are the Taichung Abundant Happy Sculpture Park in Taichung city and Huisun Forest Recreation Area in Nantou County. T-test was used to test psychological and overall perception difference at both areas. Moreover, Pearson correlation analysis was applied to test relationship between psychological comfortable perceptions at two sites. Then, multi-regression analysis was used to set up psychological-based models at urban (Taichung Abundant Happy Sculpture Park) and natural (Huisun Forest Station) outdoor recreations area. Conclusions of T-test showed that tourist's comfortable perception of temperature, relative humidity, solar radiation, wind, volume and overall comfortable perception are so difference between natural and urban study areas and between two time periods, 10am to 15 pm and 15pm to 17pm in each sites. Pearson correlation analysis revealed that high correlation between three time comfortable perception values of temperature, relative humidity, solar radiation, wind, volume with overall comfortable perception value. We found non-linear relationships between single comfortable perception value with overall comfortable perception value. Finally, we set up psychological-based comfortable perception models at urban (Taichung abundant happy sculpture park) and natural (Huisun forest station) outdoor recreations area by regression model. Results of regression models revealed that perceptions of temperature, relative humidity and volume are major impact factors for overall comfortable perception. Comfortable perception of wind speed affected overall comfortable perception major at 10am to 15pm, Comfortable perception of solar radiation impacted overall comfortable perception major at 15pm to 17pm.

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

2) Master, Graduate Institute of Rural Planning, National Chung Hsing University.

3) Assistant Professor, Department of Horticulture, National Chung Hsing University.

Corresponding author.

大學校園樹木健康・安全度與棲地因子調查與研究 —以逢甲大學為例

劉宛純¹⁾ 劉東啟²⁾

關鍵詞：樹木、VTA、健康度、安全度、土壤

摘要：近年來由於人類對環境過度開發，使地球環境日益惡化，對生物生存造成嚴重威脅。為改善此問題，世界各國皆積極推動植樹綠化活動，期達到減碳與改善環境之效。校園綠化為植樹綠化中重要的一環，於校園中種植大樹雖有許多益處，但亦潛藏著許多的危機。本研究的目的是探討大學校園中的樹木、棲地現況，及影響樹木健康・安全度的棲地因子。期能使校園中的樹木可更安全、健康，創造人類與樹木共存的安全校園。研究結果顯示，逢甲大學中的樹木有 10%具有立即健康危險、57%有潛在健康危險，僅有 33%無健康危險。於安全度方面則有 43%的樹木具有立即或潛在危險。棲地環境方面，土壤有 86.28%過於堅硬不利於根系生長，有 68.63%的土壤排水不佳。土壤的 pH 值皆介於適合樹木生長的範圍，其中有 62%的土壤為弱鹼性土壤，以鄰近建物植栽帶的土壤最偏鹼。不同植栽基盤類型中以植穴完全被鋪面覆蓋的植栽基盤類型與庭園較具有健康上立即性之危險，出現率分別為 43%與 41%；草地周邊局部被鋪面覆蓋的植栽基盤類型於健康上最具有潛在危險，出現率為 79%。安全度方面，以庭園中樹木最具有立即性危險，出現率為 25%；草地周邊局部被鋪面覆蓋的植栽基盤類型則最具有潛在危險，出現率為 65%。土壤條件對樹木生長的影響方面，結果顯示良好的土壤環境，將會使樹木更安全，不良的土壤環境，會造成樹木不健康，因此於未來進行校園樹木健康・安全度改善，或樹木種植時，應注意土壤硬度、排水與 pH 值狀況。使校園中的樹木可更安全、健康，創造人類與樹木共存的安全校園。

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。

前 言

近年來隨著都市發展、工業進步，人類對環境過度開發，自然生態遭受破壞，使地球環境日益惡化，不僅對生物生存造成威脅，亦造成社會成本的增加。

為改善此問題，世界各國政府皆致力於環境綠化。樹木於環境綠化中扮演重要角色，不僅可美化環境，亦具有淨化空氣、改善都市環境等多項功能。因此世界各國皆積極推動植樹綠化活動，期達到減碳與改善環境之效，而身為地球上的一份子，綠化工作更為我們應盡的責任與義務。

校園綠化為植樹綠化中重要的一環，於校園中種植大樹雖有許多益處，但亦潛藏著許多的危機。校園中常有眾多的師生與人群聚集、活動。人的活動除了會直接影響到樹以外，亦會間接改變環境而影響樹木的健康。危險的樹則會對人類的安全產生影響，在我們生活週遭，因樹木傾倒、斷枝，造成的生命財產受損事件屢見不鮮。因此為能於享受樹木帶來的益處之餘，亦能維護校園中人群與師生的安全，了解校園中樹木的健康・安全度與其影響因素為現今重要的課題。

土壤為樹木生長的重要棲地，亦為少數容易由人為控制、改善的環境，在影響樹木生長因子的相關研究中亦指出，土壤對樹木的影響是可預期的(朱德民，1993)，此外由實際生產經驗中發現，”根深葉茂”的現象，根必須先長的好，地上部才能生長良好(潘瑞熾，2011)，因此了解土壤環境對樹木生長的影響，將有利於未來提出有效的環境改善方法，促進綠化技術的進步，使樹木與人類於未來可共存共榮。因此本研究的研究目標為下列三項：一、以逢甲大學為案例，依據樹木常見生長變化與危險結構徵狀，實際進行樹木健康・安全度調查，以了解校園中樹木現況。二、進行分區土壤抽樣調查，了解棲地環境現況。三、分析、了解棲地因子對樹木健康・安全度的影響，提出可能的改善方法。

研究對象與方法

一、研究對象

(一)、以大學校園為調查對象

學校類型與層級眾多，而本研究以「大學校園」為調查對象，其主要原因為下列三點：1、大學校園校地廣闊，具有多樣地栽植類型，且維護、管理方式一致，可減少因維護、管理方式不同造成的差異。2、大學校園為開放性空間，除了師生外，亦為鄰近居民的主要活動空間，因此與人的關係密切。3、大學校園的空間要素非常雷同，以本研究作為示範，期未來成為參考依據。

(二)、逢甲大學

逢甲大學位於台中市西屯區，緊鄰逢甲商圈，創建於1961年，原位於台中市北屯區大屯山，而後遷往西屯區現址，為紀念抗日英雄丘逢甲，命名為「逢甲工商學院」。1980

年改制為大學，校地面積達 213365 平方公尺(逢甲大學網站)，為中部地區傳統大學。在人口擁擠的台中市西屯區，逢甲大學不僅為鄰近居民提供了良好的綠地、活動空間，與環境改善，亦對環境的保護有重大意義，因此本研究將以逢甲大學為例，進行探討、研究。

二、研究方法

本研究以逢甲大學校內樹木為對象進行調查。調查分為兩部份：第一階段以 VTA 法進行全校校園樹木診斷，以了解校園中樹木之健康與安全度。第二階段為分區進行土壤調查，以了解土壤環境因子對樹木之影響。所得數據資料皆以 EXCEL2003 進行統整與圖表的繪製。再使用 SPSS11 進行統計分析。

(一)、第一階段調查—校園樹木診斷

調查時間為 99 年 12~100 年 3 月。本調查首先對樹木的胸徑、樹高、主幹數與基盤類型進行紀錄。而後由 VTA 調查項目(見表 1)對樹木生理健康進行了解、評估。並由樹幹異常腫大、龜裂與裂紋、腐朽空洞、V 字夾角、浮根與根系不穩定、異常傾斜、大量的不定枝與蘗類生長等樹木危險結構徵狀，觀察樹木的結構安全，依樹木整體狀況，進行結構安全與生理健康分級(見表 2)。

表 1. 樹木調查項目

Table 1. Tree-evaluation criteria

VTA 檢測項目	分級、評分內容
樹勢	1.衰弱 2.顯著衰弱
樹形	1.近自然形 2.人工修剪形 3.大體上崩潰、畸形化
枝的伸張	1.少一些,不嚴重 2.樹枝節間極短小
樹梢和上枝尖端的枯損	1.稍微有不太突出 2.顯著地多
下枝尖端的枯虧	1.稍微有 2.顯著地多
大枝・幹損傷	1.稍微有恢復 2.有顯著被切斷的大傷口
枝葉的密度	1.疏 2.大量枯死、顯著地空疏
葉大小	1.有些地方有 2.全體顯著地小
樹皮的外傷	1.稍微有穿孔、外傷,不過不太明顯 2.因外傷腐爛 3.嚴重腐朽
樹皮的新陳代謝	1.沒有活力 2.大部分枯死
不定枝	1.少 2.多
浮根	1.有 2 明顯

表 2. 樹木安全度、健康度分級說明

Table 2. Health and risk level of tree

危險度等級		分級說明
安全度等級	III 立即危險	嚴重衰亡、瀕死、具褐根病者
	II 潛在危險	有倒伏可能、具公共危險者、具結構危險者
	I 無危險性	無立即危險及潛在危險者
健康度等級	III 立即危險	樹勢嚴重衰弱者、VTA 診斷分數 20 分以上
	II 潛在危險	VTA 診斷分數 10 分以上 未滿 20 分者、VTA 診斷分數未滿 10 者但腐朽嚴重者
	I 無危險性	VTA 診斷分數未滿 10 分者

(二)、第二階段調查—分區土壤調查

調查時間為 100 年 4~100 年 5 月。本調查以分區進行，共分為 32 區，每區選取 3~5 個點位，依區域大小而定，進行土壤硬度、透水與 pH 值檢測，檢測方法如下所述。

1、土壤硬度

以長谷川式土壤貫入計進行測量。一般測定方法為將 2 公斤的重槌抬高 50 公分使其自由落下，讀取以此打擊力道下，貫入計所貫入土壤的深度(cm)，每次打擊的貫入深度稱為 S 值(S 值:cm/drop)，當連續 10 次敲擊 S 值都在 0.2 cm/drop 以下時便可以結束量測，並且判斷此下方的土層皆為固結層。但本研究為進行區域間比較，因此採取於各點進行定量敲擊，連續敲擊 19 次後，將所得之數值平均，依硬度狀況進行分級(見表 3)。但假如有礫石影響的可能時，則移動至周邊 30cm 處再量測一次。

表 3. 土壤硬度評定標準

Table 3. Soil hardness classification

S 值(cm/drop)	硬度狀況	判定
小於 0.7	大部分的根系入侵困難	極差
0.7~1.0	會阻礙根系發展	不良
1.0~1.5	會阻礙部分樹種根系發展	尚可
1.5~4.0	不會阻礙根系發展	良好
大於 4.0	不會阻礙根系發展(支持力低、乾燥)	尚可

資料來源：興水肇、吉田博宣，1998。

2、透水試驗

透水試驗以內徑 5.2 公分，長 15 公分的塑膠管，擊入地表 1~2 公分，注入高於 10 公分的水量，靜置至 20 分鐘內減水高度小於 10 公分時，再注入高於 10 公分的水量，記錄 20 分鐘、40 分鐘、1 小時之水位高，將所得之數值依排水機能評定標準(見表 4)與地形、環境狀況進行整體排水狀況分級(見表 5)。

3、pH 值

pH 值以 PH-5011 酸鹼測試筆進行測量，將土壤與蒸餾水以 1：2.5 混合(興水肇、吉田博宣，1998)，攪拌均勻後靜置，以酸鹼測試筆測量土壤 pH 值。

表 4. 排水機能評定

Table 4. Drainage classification

減水速度	判定
100mm/hr 以上	良好
30~100mm/hr	尚可
10~30mm/hr	有點不良
10mm/hr 以下	不良

資料來源：興水肇、吉田博宣，1998

表 5. 整體排水狀況分級說明

Table 5. Description of the overall drainage classification

排水等級	分級說明
良好	位於坡地者、平地排水機能評定良好者
尚可	位於平地排水機能評定為尚可者
有點不良	位於平地排水機能評定有點不良者
不良	位於花台、地勢低窪處者、平地排水機能評定不良者

三、研究限制

由於區域中，土壤為不均勻的分布，且植物為群植，因此不易區分各別樹木生長的土壤環境，考量人力與時間上的限制，本研究僅於區域中以均勻分布方式，每區選取 3~5 個點位，依區域大小而定，進行土壤硬度、透水與 pH 值檢測，而後將測量所得數值進行平均、分級，以代表區域土壤狀況。區域中的植物狀況亦以平均值代表。

結果與討論

本研究以逢甲大學為對象，進行樹木健康・安全度與影響因子調查與研究。首先以 VTA 法進行校園樹木診斷，了解校園中樹木之健康度與安全度，之後配合分區土壤調查，了解棲地環境現況，釐清棲地環境對樹木健康、安全的影響。得到結果整理如下：

一、逢甲大學校園樹木診斷結果

逢甲大學中有 10% 的樹木具有立即健康危險、57% 有潛在健康危險，僅有 33% 無健康危險。以種植於植穴完全被鋪面覆蓋的植栽基盤類型與庭園中樹木最不健康。安全性方面則有 6% 的樹木具有立即的安全性危險、37% 的樹木有潛在性危險，57% 為無危險。以種植在庭園中與草地周邊局部被鋪面覆蓋的樹木最不安全。樹木健康度與安全度狀況具有區域性的差異，推測可能是因相同的棲地環境或管理方法，而產生相似的問題。

樹木的健康度與安全性為顯著正相關。推測因樹木損傷時為回復應力的均一化 (Axiom of uniform stress) 狀態，便會在局部加速生長，形成膨脹，因此當樹木具有安全性危險時，即表示樹體中有傷害、缺陷的存在。當樹體受到傷害時，細胞結構遭受破壞，造成細胞死亡，進而干擾代謝作用，使樹木健康度降低。所以樹木的健康度與安全性呈顯著正相關。

二、分區土壤調查結果

棲地環境方面，校園中有 71.57% 的土壤為多數根系入侵困難的堅硬土壤，14.71% 為會阻礙根系發展的不良土壤，10.78% 的土壤僅會阻礙部分樹種根系發展，僅有 2.94% 為不會阻礙根系發展的良好土壤。在不同植栽基盤類型中，以花台與庭園土壤硬度較低，其餘植栽基盤類型的土壤皆為多數根系入侵困難的極差土壤，推測因花台土壤不較容易為人所靠近、踐踏，因此土壤硬度較低；庭園則因為民國 97 年所改建，因此所遭受踐踏的時間較短，所以土壤硬度較低。

土壤整體排水方面，有 24.51% 為排水不良土壤，18.63% 的土壤排水能力稍差，25.49% 的土壤排水能力為尚可，僅有 31.37% 的土壤排水能力為良好。不同植栽基盤類型中，以花台排水最差，草地次之，與根系周邊構造物及地形有關。

土壤的 pH 值皆介於適合樹木生長的範圍，其中有 62% 的土壤為弱鹼性土壤，以鄰近建物植栽帶的土壤最為偏鹼。推測為建材被酸雨淋洗出鈣，鈣隨著雨水流入了周邊的土壤，因而提高土壤的 pH 值所造成。

三、影響樹木健康・安全度的因子

(一)、土壤硬度

本研究中觀察到在土壤硬實時，樹木健康度會較差，土壤較軟時，樹木卻不一定比較健康，但會較安全。此外當土壤越軟，浮根會減少，根腐與倒伏的機率亦有減少的趨勢。因此推測當土壤較軟時，根系生長會較好，浮根減少，因此減少了踩踏造成的根系生長不佳與腐朽造成的不安全。樹木的健康可能受其他環境或管理，如修剪、光線等因素影響而

不健康，或為土壤硬度受土壤含水量所影響，因此無法反映真實的土壤硬度。

(二)、土壤排水

於本研究中發現，當排水不良時，樹木的健康度會較差，而排水良好時，樹木卻不一定會比較健康，但會較安全，與土壤硬度對樹木健康度與安全度的影響結果相似，但於本研究中，土壤排水對樹木根系並無明顯影響。因此推測土壤排水不良造成的樹勢整體衰弱，不僅為根系生長不良所造成的連鎖反應，可能為其他因素所影響，由文獻回顧推測，可能與植物毒素物質累積有關。或因樣本數不足，所以無法觀察到土壤排水對樹木根系的影響。

(三)、土壤酸鹼度

本研究中觀察到，逢甲大學的土壤 pH 值多偏弱鹼性，且隨著土壤 pH 值增加，樹木健康度有變差的趨勢。另外，當樹木健康良好時，土壤 pH 值不會過鹼，當樹木健康不良時，土壤 pH 值較偏鹼性，結果顯示與文獻回顧中，都市中土壤多偏向於鹼性，且鹼性土壤較不利於土壤中礦物質養分之釋出，因此會造成樹木生長不良結果相符。

四、綜合探討

本研究的調查顯示，樹木的健康度與安全度具有區域性的差異，不同的植栽基盤類型會造成樹木健康與安全在區域性的差異，因此對土壤硬度、排水與酸鹼度對樹木之影響進行了解。結果顯示草地周邊局部被鋪面覆蓋的基盤中樹木的不安全度，可能與土壤硬實有關，因為草地周邊局部被鋪面覆蓋的基盤較容易為人所靠近、踩踏，土壤易因踐踏而硬實，造成浮根現象，而浮根易因踩踏而損傷、腐朽，造成樹木倒伏的危險。庭園中樹木的樹勢衰弱與不安全，可能與土壤環境較無關聯，因為庭園為逢甲大學於民國 97 年所改建，其中的樹木多有重新種植或移植，因此推測，庭園中樹木的樹勢衰弱與不安全，應與移植所造成的傷害關係較密切。

土壤條件對樹木生長的影響方面，發現當土壤硬度較軟、排水良好時，樹木的安全度會較佳；土壤堅硬、排水不良時，則樹木的健康度較差，但即使土壤硬度較軟、排水良好的環境中樹木亦有可能不健康；土壤 pH 值越偏鹼時，樹木健康度越差。

因此，避免土壤硬實，維持土壤排水良好，將有利於使樹木安全度較佳；而欲使樹木健康度佳，除了須維持土壤環境良好外，亦應注意其他環境或管理問題，如修剪、光線等因素的影響，於鄰近建物植栽帶，則應注意土壤 pH 值，以避免土壤過度偏鹼，不利於土壤中礦物質養分之釋出。

後續研究方向與建議

一、VTA 法的適用性

VTA 法(Visual Tree Assessment)是一種結合樹體構造、力學強度與生物學理論，以綜

合性的觀察，判斷樹木結構與生長狀況的樹木視覺診斷法。但並非所有樹木皆可通用。由文獻回顧得知，棕櫚科樹木並不具二次生長的能力，與一般樹木生長不同，樹體受損傷時亦不會在局部加速生長，因此無法由目視判定樹體的缺損。

本研究中亦發現，是否為棕櫚科對於評估樹木健康度與安全度有所影響，因此棕櫚科植物與非棕櫚科植物應分開進行評估。

二、土壤狀況代表性

由於區域中，土壤為不均勻的分布，且植物為群植，因此不易區分各別樹木生長的土壤環境，考量人力與時間上的限制，本研究僅於區域中以均勻分布方式，每區選取 3~5 個點位，依樣區大小而定，進行土壤硬度、透水與 pH 值檢測，而後將測量所得數值進行平均、分級，以代表區域土壤狀況。但種植於草地或庭園中的樹木，由於種植環境較無構造物的限制，因此應有較多的測量點位，以利反應土壤的現況。此外根系亦可能竄出植栽基盤，因此後續研究時，除應增加區域中測量點位外，亦應加強根系的分布調查，以釐清根系的生長棲地，以利更進一步釐清土壤環境對樹木生長的影響。

土壤硬度是否可代表土壤孔隙狀態亦值得深思，因為土壤硬度狀態會受土壤質地與含水量影響，因此硬度狀態並非絕對值，所以硬度較低的土壤不一定代表土壤較鬆軟；堅硬的土壤中若有縫隙，根亦可延縫隙生長，而不受影響。因此土壤硬度的測量與其反映的土壤狀態是否具有代表性，應更加探討。

三、環境影響因子

本研究只針對土壤硬度、排水與酸鹼度等因子，進行土壤環境對樹木影響之探討。但影響樹木生長的環境因子種類眾多，許多因子的探討並不完善。可再進一步探討光線、植穴大小或土壤中植物毒素含量等環境狀況，與人類活動、植栽維護管理行為，及樹木間交互作用或土壤微生物對樹木的影響等因子。

參 考 文 獻

- Baver, L. D. 陳振鐸 譯。1971。土壤物理學。台北：教育部。492pp。
- Hopkins, W. G., and N. P. A. Hüner. 徐善德、廖玉琬譯。2006。植物生理學。台北：偉明圖書有限公司。602pp。
- Lyon, T. W., H. Buckman, and N. C. Brady. 朱海帆 譯。1963。土壤學。台北：教育部。340pp。
- Pritchett, W. L.. 金恆鑣譯。1989。森林土壤的性質與經營。台北：國立編譯館。664pp。
- 王立德、廖紅、王秀榮、嚴小龍。2004。植物根毛的發生、發育及養分吸收。植物學通報。21(6)：649-659。
- 王亞男等。2006。非破壞性檢測方法應用於老樹健康監測評估與樹齡測定。行政院農業委員會林務局保育研究系列 94-07 號

- 王明光。2007。森林土壤化學。臺北：華香園出版社。542pp.。
- 朱德民。1993。植物與環境逆境。台北：明文書局。380pp.。
- 吳淑傑、韓喜林、李淑珍等。2003。土壤結構、水分與植物根系對土壤能量狀態的影響。東北林業大學學報。31(3)：24-26。
- 李唯、倪郁、胡自治、李勝。2003。植物根系提水作用研究述評。西北植物學報。23(6):1056-1062。
- 林木連。1995。土壤肥料。臺北：地景企業股份有限公司。126pp.。
- 邱志明等。2008。日本樹木醫生制度及樹木危險度診斷介紹。台灣林業。34(5)：22-32。
- 金戈劉偉。2004。植物根系占位對土壤熱濕遷移的影響。華中科技大學學報(自然科學版)。32(6)：108-110。
- 柯勇。2004。植物生理學。臺北：藝軒圖書出版社。762pp.。
- 胡弘道。1999。森林土壤學。臺北：茂昌圖書有限公司。435pp.。
- 英慧、殷有、於立忠等。2010。土壤水分、養分對樹木細根生長動態及周轉影響研究進展。西北林學院學報。25(3)：36-24。
- 康有德 等十二人。園藝概論。臺北：啟英文化事業有限公司。651pp.。
- 康紹忠、張建華、梁建生。1999。土壤水分與溫度共同作用對植物根系水分傳導的效應。植物生態學報。23(3)：211-219。
- 張小朋、殷有、於立忠等。2010。土壤水分與養分對樹木細根生物量及生產力的影響。浙江林學院學報。27(4)：606-613。
- 張碧芳。2004。溫度對作物的影響及熱休克蛋白質的功能。植物重要防疫檢疫病害診斷鑑定技術研習會專刊。3：119-156。
- 許旭旦、渚涵素。1995。植物根部的水分倒流現象。植物生理學通訊。31(4)：241-245。
- 逢甲大學網站。<http://www.fcu.edu.tw>
- 陳志榮。2004。以空間型構理論應用於大學校園安全空間規劃之研究-以逢甲大學、靜宜大學為例。逢甲大學建築及都市計畫碩士班碩士論文。89pp.。
- 陳宗禮。2009。作物之生長調控。花卉健康管理研討會。81-89。
- 黃玉梅。1998。穴格構型改善蕃茄、甘藍種苗盤根及其生育之研究。中興大學園藝系碩士論文。102pp.。
- 黃敏展。2002。亞熱帶花卉學總論。台中：中興園藝系。367pp.。
- 黃敏碩。2010。以 VTA 法進行台中市綠園道行道樹之危險度評估。中興大學園藝系碩士論文。209pp.。
- 黃蕙萱。1997。植穴土壤條件及苗木型式對行道樹種生育之影響。台灣大學園藝系碩士論文。99pp.。
- 詹明勳等。2006。樹木目視評估危險度及健康度—以台中縣市老樹為例。臺大實驗林研究報告。20(2):99-116。

- 管秀娟、趙世偉。1999。植物根水倒流的証據及意義。西北植物學報。19(4)：746-754。
- 潘瑞熾。2011。植物生理學。新北市：藝軒圖書出版社。379pp。
- 蔡淑華。2005。植物解剖學。臺北：國立編譯館。358pp。
- 蔡馨竹，2008，十一種被子植物枝條及傾斜苗木主幹生長應變與相關構造之研究，國立臺灣大學生態學與演化生物學研究所碩士論文。78pp。
- クラウス・マテック(著)、堀大才、三戸久美子(訳)。2004。樹木の力学。青空計画研究所。137pp。
- 日本緑化センター。2001。樹木診断報告書様式試案。日本緑化センター。49pp。
- 根の事典編集委員会。2001。根の事典。朝倉書店。438pp。
- 堀大才、岩谷美苗。2004。図解樹木の診断と手当て。農山漁村文化協會。171pp。
- 農山漁村文化協會。2008。茶大百科Ⅱ。農山漁村文化協會。972pp。
- 興水肇、吉田博宣。1998。緑を創る植栽基盤。ソフトサイエンス社。313pp。
- 菊住昇。1979。樹木根系図説。誠文堂新光社。1121pp。
- Aber, J. D., J. M. Melillo, and K. J. Nadelhoffer, et al. 1985. Fine root turnover in forest ecosystems in relation to quantity and form of nitrogen availability: A comparison of two methods. *Oecologia* 66(3): 317-321.
- Albaugh, T. J., H. L. Allen, and P. M. Dougherty. 1998. Leaf area and above-and belowground growth responses of loblolly pine to nutrient and water additions. *For. Sci.* 44(2): 317-328.
- Coder, K.D. 1998. Root growth requirements and limitations. (Tree Root Growth Control Series). University of Georgia Cooperative Extension Service Publication FOR98-9.
- Coder, K.D. 1998. Soil constraints on root growth. (Tree Root Growth Control Series). University of Georgia Cooperative Extension Service Publication FOR98-10.
- Coder, K.D.. 1998. Tree Growth Response Systems. University of Georgia Cooperative Extension Service Publication FOR98-6.
- Crow, P. 2005. The influence of soils and species on tree root depth. Information Note FCINO78 Forestry Commission Edinburgh. 8pp.
- De Kroon, H., and E. J. W. Visser (eds.). 2003. Root Ecology. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 394pp.
- Gilman, E. F. 1996. Root Barriers Affect Root Distribution. *J. Arboric.* 22(3): 151-154.
- Glinkski, J., and J. Lipiec. 2000. Soil Physical Conditions and Plant Roots. CRC Press, Inc. 250pp.
- Hartmann, H. T., D. E. Kester, F. T. Davies, and R. L. Geneve. 2002. Plant Propagation, Seventh Edition. Pearson Education, Inc. 880pp.
- Jourdan, C., E. V. Silva, and J. L. M. Goncalves, et al. 2008. Fine root production and turnover in Brazilian Eucalyptus plantations under contrasting nitrogen fertilization regimes. *For.*

- Ecol. Manage. 256 (3): 396-404.
- Lee, K. H., and S. Jose. 2003. Soil respiration, fine root production, and microbial biomass in cottonwood and loblolly pine plantations along a nitrogen fertilization gradient. For. Ecol. Manage. 185(3): 263-267.
- Lyr, H. and G. Hoffmann. 1967. Growth rates and growth periodicity of tree roots. Int. Rev. For. Res. 2: 181-236.
- Majdi, H. 2001. Changes in fine root production and longevity in relation to water and nutrient availability in a Norway spruce in northern Sweden. Tree Physiol. 21(14): 1057-1061.
- Mattheck C., H. Breloer. 1993. The body language of trees : A handbook for failure analysis. London: Office of the Deputy Prime Minister, Stationery Office. 203pp.
- Mattheck, C., K. Bethge, and I. Tesari. 2006. Shear effects on failure of hollow trees. Trees 20: 329-333.
- Mauseth, J. D. 1988. Plant Anatomy. The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc. 560pp.
- Philip, E., and Y. N. Azlin. 2005. Measurement of soil compaction tolerance of *Lagestromia speciosa* (L.) Pers. using chlorophyll fluorescence. Urban Forestry & Urban Greening 3: 203-208.
- Pregitzer, K. S., R. L. Hendrick, and R. Fogel. 1993. The demography of fine roots in response to patches of water and nitrogen. New Phytol. 125(3): 575-580.
- Rendig, V. V., and H. M. Taylor. 1989. Principles of Soil-Plant Interrelationships. McGraw-Hill, Inc. 275pp.
- Richards, D.. 1986. Tree Growth and Productivity - The Role of Roots. Acta Hort. 175: 26-36.
- Schindler, D. 2000. Successes, limitations, and frontiers in ecosystem science (book review). J. Paleolimn. 23(3): 337-339.
- Taiz, L., and E. Zeiger. 2006. Plant Physiology, forth edition. Sinauer associates, Inc. 764pp.
- Takahashi H. 1997. Hydrotropism: the Current State of Our Knowledge. J. Plant Res. 110: 163-169.
- Taylor, H. M., and G. S. Brar. 1991. Effect of soil compaction on root development. Soil Tillage Res. 19(2-3): 111-119.
- Waisel, Y., A. Eshel, and U. Kafkafi. 1991. Plant Root – The Hidden Half. Marcel dekker, Inc. 948pp.

A Study of Different Factors that Contribute to the Health and Risk Level of Trees in Campus Area –Feng-Chia University as an Example

Wan-Chun Liu¹⁾ Tung-Chi Liu²⁾

Key words: tree, VTA, Health level, Risk level, Soil

Summary

Tree planting has been promoted globally for carbon reduction and environmental health. Greeneries in campuses are an important task in achieving greener environment. However, as what we know about the benefits of having trees, there are also potential crises behind. This study was to explore the relationship of trees habitat and their degree of impact on trees health and safety factors in the campus. The ultimate target is to have safety and healthy trees in the campus. In Feng-Chia University, the survey results showed that 67% of the trees were evaluated to have immediate or potential health danger. On the safety side, 43% of the trees have an immediate or potential danger. For habitat environment, 86.28% of the planting medium was found to be too hard and it will stunt the root growth, 68.63% of the soil drainage is poor. Soil pH values were in the range suitable for tree growth, with 62% of the soil is slightly alkaline and the soil near to buildings were found to be most alkaline. Trees with their rooting area being covered completely by pavement and those planted in the gardens had an immediate health danger of 43% and 41%; trees with grass grown in their surrounding were found to have the highest potential danger in their health, which was as high as 79%. For safety wise, 25% of the trees in the gardens were found to have the highest record among other planting area. Trees with grass covered at the trunk flare were found to have 65% of them rated as potentially dangerous, the highest among the groups. Results show that good soil will be able to grow safer trees and poor soil condition can cause unhealthy trees. Hence, in order to enhance the trees safeties in campus, soil hardness, drainage and pH conditions should be emphasized. The peaceful coexistence of trees with human being will not be a far fetch target.

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

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

Corresponding author.