

國立臺灣大學生物資源暨農學院園藝學系

碩士論文

Department of Horticulture
College of Bioresources and Agriculture
National Taiwan University
Master Thesis

草莓育苗母株培育期與方法對種苗增殖倍率的影響

Effects of Strawberry Stock Propagation Seasons and
Methods on Runner Plant Production



郭懷恩
Huai-En Kuo

指導教授： 陳右人 博士

李國譚 博士

Advisor : Dr. Iou-Zen Chen

Dr. Kuo-Tan Li

中華民國 98 年 1 月

January, 2009

誌謝

感謝陳右人老師在研究及論文撰寫過程中持續不斷的鼓勵、叮嚀、支持及協助，不厭其煩地指出需改正的地方，使我能在作研究的同時，也學會負責任，及勇敢去嘗試及面對挑戰。感謝李國譚老師在文獻整理及論文撰寫上的建議，耐心地解答我的疑惑。謝謝辦公室裡辛苦的曾阿姨，中午總是幫我熱便當，也和美玲姊一起總在自己進度考核、口試及很多日常生活上幫了我很多忙。感謝朝窗學長及書妍學姊在自己不諳研究方向時給予許多協助，慈慧在研究中的協助、鼓勵及論文的校閱，小鯉魚在炎熱夏季的育苗試驗中辛苦的幫忙及協助，荔枝伯在調查、統計分析、論文的修改及討論上給予很大的幫助，徐瑾及嘉琦在自己論文難產時陪我吃飯，而胖丁一直是討論草莓問題最好的夥伴，一起進研究室打拼的毓翔、銘至、世宗、莉安、毓慧及于瑩，謝謝你們讓我在研究所的學習中留下很美好的回憶。

感謝父母一直給我很大的空間，也支持我朝自己有興趣的方向發展，也謝謝祖母總關心的學業及未來方向，特別謝謝北投基督徒聚會處的弟兄姊妹，在我唸研究所的這段時間給予的支持、奉獻及代禱，謝謝你們在我的生命中所擺上的一切。

最後，將這本論文獻給全能的上帝，在研究所這兩年半自己孤單、沮喪的時候，祂總是我最好的幫助和安慰者，雖然自己常常面對許多困境，常質疑自己是否有能力可以面對每一天新的挑戰，但上帝總是讓我明白自己正在學習成長的功課，也預備自己在知識上、做事上以及人品上，能夠被祂所使用。

那美好的仗我已經打過了，當跑的路我已經跑盡了，所信的道我已經守住了。從此以後，有公義的冠冕為我存留，就是按著公義審判的主到了那日要賜給我的；不但賜給我，也賜給凡愛慕祂顯現的人。

(提摩太後書四章:7-8 節)

摘要

本試驗目的為在不影響草莓正常開花與生產的前提下，找出培育母株苗作次年用育苗母株的適期與方法。八月初定植之‘桃園三號’草莓，於九月初開始以誘植法與扦插法培育走莖苗，至二月底，誘植法平均每株成活的苗數，以早期(九月至十月中) 0.93 株與中期(十月中至十一月底) 0.70 株較多，晚期(十二月至一月) 0.25 株較少；扦插法則以中期 1.25 株較多，晚期 0.45 株次之，早期 0.25 株較少。培育成活率三個時期皆以誘植法較高(早期 90%、中期 96%、晚期 100%)，而扦插法則早期較低(53%)，中期次之(74%)，晚期較高(91%)。母株苗的株高以扦插法繁殖者較高，葉片數以中期較多，根冠數無顯著差異，根冠高度以誘植法繁殖者較高，根冠直徑以扦插法繁殖者以早期較大，呈現愈後期愈小的趨勢，而誘植法根冠直徑各時期差異不顯著，但呈現愈後期愈大的趨勢，母株疏除的花序以早期及中期較多，晚期較少。迴歸分析顯示根冠高度及葉片數為估算母株重量的良好指標。兩種繁殖方法對栽培植株之開花時間影響不大，但以扦插法處理者定植後產生較多的走莖、花序與母株苗數，花序上的小花數較多。不同繁殖方法與時期之母株苗，定植後的走莖數及總繁殖苗數差異不顯著，但成活的種苗數在誘植法以早期培育者 36.1 株 (86.0 株/m²) 較多，中期者 27.3 株 (65.0 株/m²) 次之，晚期 25.8 株 (61.4 株/m²) 較少；扦插法同樣以早期培育者 38.1 株 (90.7 株/m²) 較多，中期者 32.3 株 (76.9 株/m²) 次之，晚期者 27.4 株 (65.2 株/m²) 較少，而商業等級的種苗數，亦有早期培育者較多，晚期培育者較少之趨勢。扦插法的育苗母株的種苗產生較多葉片數，但各時期差異不顯著；根冠高度及根冠直徑，則繁殖方法與時期的效應皆不顯著。迴歸分析顯示，母株苗定植前的自然株高及第四片展開葉的葉柄長，可能為預估育苗母株育苗表現的指標。試驗結果顯示，於栽培期同時培育母株苗作次年的育苗母株，以早期扦插法繁殖母株苗較佳，不僅有較多的苗供繁殖，且對栽培植株開花的影響較少，且在定植後能產生較多的成活苗數及商業等級苗數。

Abstract

In order to find the suitable seasons and methods to propagate strawberry runner plant as next year's nursery stock plants, 'Tayouan No.3' strawberry stock plants were planted at early August, and stock plantlets were propagated from Sep. to late Feb. from layering and cutting method. The stock plantlets propagation seasons were divided as early (Sep. to mid-Oct.), mid-term (mid-Oct. to Nov.), and late (Dec. to next Feb.). Mean survival stock plantlets per stock plant from layering method was higher at early with 0.93 plant and mid-term with 0.70 plant, and lower at late with 0.25 plant; as cutting method, it was higher at mid-term with 1.25 plants, next at late with 0.45 plant, and lower at early with 0.25 plant. Stock plantlets survival rate was higher from layering method in all season (early 90%, mid-term 96%, and late 100%) but from cutting method with lower at early (53%), medium at mid-term (74%), and higher at late (91%). Stock plantlets was higher from cutting method had higher plant height and crown height. No matter to method, stock plantlets at mid-term had the most leaves. Stock plantlets propagated from cutting method had larger crown size at early and significantly got smaller at mid-term and late. However, there was no significant difference among all season from layering method, but the crown size was gradually larger since early through late. Numbers of inflorescences removed was more at early and mid-term, less at late. Crown height and number of leaves were the better index to predicted stock plantlets weight by regression analysis. Propagation method had less effect on flowering time of cultivated plants, but those stock plantlets propagated from cutting method had more runners, inflorescences, total survival stock plantlets, and more small flowers on the inflorescence. Runners and total propagated runner plants generated by stock plants were non-significant among all seasons and methods, however, survival runner plants from stock plants by layering were more at early with 36.1 plants (86.0 plants /m²), next at mid-term with 27.3 plants (65.0 plants /m²), and less at late with 25.8 plants (61.4 plants / m²); stock plants by cutting method had the same tendency, more at early with 38.1 plants (90.7 plants /m²), next at mid-term with 32.3 plants (76.9 plants /m²), last at late with 27.4 plants (65.2 plants /m²). Commercial standard runner plants also had the same trend with more at early season and less at late season. Runner plants from stock plants with cutting had more leaves than by layering, but crown height and crown size were non-significant among stock plants from different methods and seasons. Plant height

and the petiole of 4th expanded leaf of stock plantlets before planting would be the better index to predict the stock plants appearances in nursery by regression analysis. It was suggested to propagate stock plantlets as next year's nursery stock plant by using cutting method at early, not only for less effect on flowering of cultivated plants and more runners for propagation, but also for more survival runner plants and commercial standard runner plants after planting at nursery.



目錄

第一章	、前言	1
第二章	、前人研究	2
一、	草莓的栽培與育苗技術	2
(一)	草莓的栽培系統	2
(二)	臺灣的草莓栽培週期	2
(三)	草莓育苗母株來源對種苗生產的影響	2
(四)	草莓的育苗技術	3
二、	草莓開花與走莖發生調節之策略	6
(一)	草莓結果特性的分類	6
(二)	溫度與光週對草莓開花與走莖生成的影響	7
(三)	草莓開花與走莖發生調節之策略	9
第三章	、材料與方法	11
一、	繁殖方法與時期對培育草莓母株苗的效率與品質之影響	12
(一)	材料預備與管理	12
(二)	試驗設計、處理與調查	12
(三)	溫度資料的來源、計算與整理	14
二、	培育草莓育苗母株之時期與方法對種苗增殖倍率的影響	14
(一)	材料準備與管理	14
(二)	試驗設計、操作與調查	15
(三)	溫度資料的來源、計算與整理	15
(四)	草莓母株苗外觀性狀與育苗表現相關模型	16
第四章	、結果與討論	17
一、	繁殖方法與時期對草莓培育母株苗的效率與品質之影響	17
(一)	母株苗培育法與時期之效率比較	17
(二)	繁殖時期與方法對母株苗品質的影響	18
(三)	繁殖母株苗之方法對草莓栽培植株生長之影響	21
二、	培育草莓母株之時期與方法對種苗增殖倍率的影響	24
(一)	不同育苗母株來源之走莖數與育苗數	24
(二)	不同育苗母株來源培育種苗之品質	27
(三)	母株苗定植前特徵與育成種苗數之迴歸分析	29
第五章	、結論	30
第六章	、參考文獻	64

表目錄

表 1. 名詞使用對照.....	31
表 2. '桃園三號'草莓栽培植株以誘植法與扦插法各時期繁殖及成活之母株苗數及成活率.....	32
表 3. 誘植法與扦插法下各時期'桃園三號'草莓成活之母株苗數及除去的花序數及重量.....	33
表 4. 誘植法與扦插法各時期所培育'桃園三號'草莓母株苗之自然株高、葉片數、根冠數、根冠高度、培育前與後之根冠直徑、每週平均根冠直徑增加速率.....	34
表 5. '桃園三號'草莓母株苗第四及第五片葉之中間小葉長、中間小葉寬、中間小葉長寬之乘積及葉片寬度與葉面積之迴歸關係.....	35
表 6. '桃園三號'草莓母株苗第四及第五片葉之中間小葉長、中間小葉寬、中間小葉長寬之乘積及葉片寬度與葉面積正向逐步迴歸之結果與方程式.....	36
表 7. 誘植法與扦插法各時期所培育'桃園三號'草莓母株苗,其第四片及第五片葉之中間小葉長、中間小葉寬、葉片寬度及估算的葉面積.....	37
表 8. '桃園三號'草莓母株苗各特徵成分之迴歸分析.....	38
表 9. '桃園三號'草莓母株苗各特徵成分與植株各部位鮮重、乾重之單迴歸分析結果...	39
表 10. '桃園三號'草莓母株苗各特徵成分對植株各部位鮮重之正向逐步迴歸分析結果.	40
表 11. '桃園三號'草莓母株苗各特徵成分對植株各部位乾重之正向逐步迴歸分析結果.	41
表 12. '桃園三號'草莓母株苗各特徵成分與植株各部位鮮重、乾重之正向逐步迴歸方程式。.....	42
表 13. 誘植法與扦插法各時期所培育'桃園三號'草莓母株苗估算之葉鮮乾重、根冠鮮乾重、根鮮乾重及全株鮮乾重.....	43
表 14. 以誘植法及扦插法培育母株苗對草莓植株各月份花序上小花數之影響.....	44
表 15. 誘植法及扦插法各時期之'桃園三號'草莓育苗母株之走莖數、總繁殖苗數、成活種苗數及達商業等級之種苗.....	45
表 16. 誘植法及扦插法各時期之'桃園三號'草莓育苗母株育成種苗葉片數、根冠高度與根冠直徑.....	46
表 17. 誘植法及扦插法各時期之'桃園三號'草莓育苗母株商業等級種苗葉片數、根冠高度與根冠直徑.....	47
表 18. '桃園三號'草莓母株苗各特徵成分與總繁殖苗數、成活苗數及商業等級苗數之單迴歸分析結果.....	48
表 19. '桃園三號'草莓母株苗各特徵成分與總繁殖苗數、成活苗數及商業等級苗數之正向逐步迴歸分析結果.....	49
表 20. '桃園三號'草莓母株苗各特徵成分與總繁殖苗數、成活苗數及商業等級苗數之正向逐步迴歸方程式。.....	50

圖目錄

圖 1. 母株苗的培育方法	51
圖 2. 栽培植株的管理與母株苗的生長情形	52
圖 3. 栽培植株開花與母株苗的集中管理生長情形	53
圖 4. 育苗母株定植後留走莖及育苗操作	54
圖 5. 母株苗培育期間的日長與日平均溫變化	55
圖 6. 以誘植法和扦插法繁殖母株苗對‘桃園三號’草莓栽培植株走莖數之影響與 試驗期間每日高於 25 °C、20 °C 之溫度頻度變化	56
圖 7. 以誘植法和扦插法繁殖母株苗對‘桃園三號’草莓栽培植株花序數之影響與 每週低於 25 °C 溫量、每週低於 20 °C 溫量與	57
圖 8. 以誘植法和扦插法繁殖母株苗對‘桃園三號’草莓植株各月份花序之影響 ...	58
圖 9. 以誘植法、扦插法繁殖母株苗對‘桃園三號’草莓栽培植株累計的走莖數與 花序數之影響	59
圖 10. 育苗期間的日長、日平均溫變化及每日高於 20 °C、25 °C 和 30 °C 之頻 度變化	60
圖 11. 以(A)誘植法及(B)扦插法與各時期(早期：2007 年九月至十月中；中期： 2007 年十月中至十一月；晚期：2007 年十二月至 2008 年一月)繁殖之‘桃 園三號’草莓育苗母株於 2008 年五月至八月產生之走莖數與種苗數	61
圖 12. 以(A)誘植法及(B)扦插法各時期(早期：2007 年九月至十月中；中期：2007 年十月中至十一月；晚期：2007 年十二月至 2008 年一月)繁殖之‘桃園三 號’草莓育苗母株於 2008 年五月至八月累計之走莖數	62
圖 13. 以(A)誘植法及(B)扦插法各時期(早期：2007 年九月至十月中；中期：2007 年十月中至十一月；晚期：2007 年十二月至 2008 年一月)繁殖之‘桃園三 號’草莓育苗母株於 2008 年五月至八月每兩週累計繁殖之種苗數	63

第一章、前言

栽培種草莓(*Fragaria x ananassa* Duch.)屬薔薇科草本植物，於高緯度地區為多年生栽培，在中低緯度地區則作一年生栽培。民國九十六年臺灣草莓的栽培面積已達 591 公頃，以苗栗縣為主要產地(510 公頃)，主要的推廣品種為‘桃園一號’(‘豐香’)與‘桃園三號’(‘狀元紅’)。在臺灣的氣候條件下，草莓主要於冬半季生產，於九月下旬定植，十月底至十一月中始花，結果期從十二月持續到隔年三、四月。產季結束後，部分草莓農民會自行育苗，以預備下一年度的草莓種苗。

由於草莓定植後至開始收穫的時間僅兩個多月，因此種苗品質成為栽培的關鍵。種苗的健康與大小對於整季的產量與收益有重大的影響；健壯的種苗才能提高定植存活率，加速生長發育，提高早期產量及總產量以提高收益(李, 1994)。種苗的培育是由育苗母株的走莖苗培育而成，因此種苗的品質深受育苗母株的健康狀況影響，唯有優良的育苗母株才能育出健壯的種苗。

草莓在臺灣於九月底定植後至十一月底前，溫度仍適宜走莖的生成，因此農民會不定時除去新生長的走莖，也以這些新生的走莖培育母株苗作為下一年度的育苗母株；培育的方式可分為將走莖苗導引至容器中的誘植法與直接將小苗剪下扦插的扦插法。以誘植法繁殖者，因走莖仍與栽培植株相連，能確保苗的存活及生長，但需搬運育苗盆器及介質至栽培田裡使操作較不方便。以扦插法繁殖者的優點，是能直接用除掉走莖中的走莖苗作扦插繁殖，但因苗已切離了栽培植株，所以在初期的生長及成活率較受限制。依據李(1994)的建議，農民可於十一月中、下旬培育母株苗，然而培育母株苗的適期及較佳的方法目前缺乏試驗數據支持。

筆者認為早期培育的育苗母株，將來會有較好的育苗表現，一方面因生長時間較久累積較多的養分，另一方面是培育期感受較長時間的低溫可促進升溫後的營養生長，而以扦插法培育母株苗因繁殖時走莖已切離栽培植株，因此對栽培植株生產及開花的影響較小。預期本試驗能找出草莓育苗母株品質的決定性因子，並進一步決定培育的適期與方法。

草莓育苗中植株慣用的名詞容易讓人誤解，如親株容易讓人誤以為是親本，且尚未有英文名詞的完整對應，因而筆者依定義使用較適合的名詞於本論文中使用，並對照慣用名詞及英文名詞供參考(表 1)。

第二章、前人研究

一、草莓的栽培與育苗技術

(一)草莓的栽培系統

草莓的栽培因地理環境、氣候與品種特性的因素而衍生出兩種不同的栽培系統。第一種栽培系統為 Matted row system，為第一年春季定植母株於田間，畦面較為平整，母株行株距較寬(45 至 60 cm)，在夏季高溫長日環境下有大量走莖苗的生成，到第二年春天才開始第一次的收成。使用此種栽培系統可以生產三到五季，但是單位面積產量較低(最高僅 10 公噸/公頃)，通常是在較冷的地區如波蘭、德國、美國北部等，栽培休眠性較深的短日型草莓時使用(Hancock, 1999)，而在中低緯度地區則多作為生產種苗用，而不直接作果實的生產。第二種栽培系統為 Hill system，將種苗以高密度方式種植於高畦，行株距較窄(20 至 30 cm)，定植後很快就能開花結果生產，能生產一季至二季，有較高單位面積產量(>30 公噸/公頃)，一般在較溫暖的地方生產日中性型與部分短日型草莓時使用，而溫室的促成栽培也較接近此模式(Hancock, 1999)。

(二)臺灣的草莓栽培週期

臺灣草莓的栽培週期主要可分為母株苗培育期(十一月底至隔年三月底)、育苗期(三月中至九月初)和種苗定植期(九月初至翌年四月)。目前農民多於十一月底在田間以黑色軟盆盛接走莖以培育母株苗，在三月中將母株苗定植於苗圃或花鉢內作育苗母株。五月至七月為主要的育苗期，育苗母株有走莖大量生成，而走莖尾端生成之走莖苗可直接於苗床上生根或誘植至容器中。繁殖出的幼苗可於八月進行假植，九月底定植於栽培田中。定植後，十月底至十一月初開花，十二月開始有收成至翌年四月，在三月時達到最大的產量。一般將十一月中至翌年二月的產量劃分為早期產量，此時生產的果實較大，但產量較低，而市場價格高；翌年二月至四月的產量為後期產量，此時的果實較小，但產量較高，而市場價格低。

(三)草莓育苗母株來源對種苗生產的影響

育苗母株依據植株來源的不同可分為栽培植株(慣用為本圃苗)、母株苗(慣用為鉢苗)、微體繁殖苗及健康種苗等。栽培植株為已在田間生產過的草莓植株，農

民會於產期結束(三、四月)前於栽培田裡選取植株，經去除老葉等整理後作為生產種苗用的育苗母株(張, 2005)。然而，因為植株在田間的環境較久，因此作為育苗母株後較易有植株衰弱、帶病蟲害的情形，健康狀況較不理想。目前農民多於當季草莓栽培期(十一月底左右)，以塑膠軟鉢盛接田間生長健壯栽培植株之走莖苗作母株苗，作為下一年度生產種苗的育苗母株(張, 2005)。然而，不論是栽培植株或母株苗，都在田間生長了一段時間而無法完全不帶病蟲害。

組織培養苗在經過一系列病原檢測的系統，幾乎不帶病毒、真菌，有較好的健康狀態(Moisander, 2006)。比較微體繁殖苗、微體繁殖的走莖苗與一般田間的走莖苗作母株的繁殖效率，生產的走莖苗數以微體繁殖苗較好，其次為微體繁殖的走莖苗(Bish et al., 2001)。雖然組織培養繁殖的苗有潛力生產較多的走莖，但大果與平均果重則較低，並不適直接作生產用(Swartz et al., 1981; Szczygiel et al., 2002)，而有以組織培養苗為基礎發展出的健康種苗系統。臺灣最早的草莓健康種苗系統是在民國六十七年於臺灣大學園藝系著手進行，取熱療法後草莓苗之頂芽，進行組織培養生產組培苗後，再由臺灣大學附設山地試驗農場之春陽及梅峰農場高冷地育苗，並於民國六十八年首次供應給大湖地區(李, 1995a)。民國八十年後完全由種苗場負責繁殖工作，在民國八十一年種苗法實施，草莓即進行種苗繁殖三級制，由中興大學負責去病毒處理，種苗場取頂芽組織培養生產原原種，再供給新竹關西鎮與苗栗大湖鄉原種圃繁殖原種，再以採種圃生產健康種苗(李, 1995a)。澳洲昆士蘭過去為使用傳統的繁殖系統，因發現繁殖的原原種母株(nucleus plant)有帶炭疽病的情形，而使繁殖出的種苗皆有帶病的情形，而改以組織培養的系統取代，所生產的植株有較好的健康狀況(Moisander et al., 2006)。雖然微體繁殖苗與健康種苗的植株有較佳的健康狀態，但因價格昂貴，因此在臺灣普遍上多以栽培植株或母株苗來作育苗用的母株。

(四)草莓的育苗技術

草莓的育苗方法主要可以分為使用土壤育苗及容器育苗兩種，而土壤育苗又可分為直接育苗法及土壤假植法。

直接育苗法是將育苗母株定植於苗圃，直接導引走莖在苗床上育苗，再取苗以裸根定植(李, 1993)。此法方便操作，但由於在夏季高溫長日植株有大量的走莖生成，容易造成新生的走莖植株生長過密而造成苗大小品質不一的情形。國外的

草莓裸根苗及冷藏苗系統是依據根冠的直徑進行分級，大於 15 mm 為 A⁺ 級，介於 12 至 15 mm 為 A 級，而小於 12 mm 的為 B 級(Lieten, 2002)，作促成栽培之苗至少為 A 級以上，而定植作育苗母株僅需 B 級(Lieten, 2002)。在育苗過程中為了提升 A 級種苗的比率，在國外有使用機械切離過多的走莖，或增加單位面積育苗母株數目等方式(Lieten, 2002)。

土壤假植法為直接育苗法之改良法，將育出的苗在定植前先假植一至二個月，給予較大的生長空間使苗長得更壯，九月底再挖苗定植。經過假植處理較未假植可提高大果比例與早期產量(李, 1994)，而假植期中配合短日、遮陰、斷根、低溫處理，亦可促進苗的花芽分化以提早產期及提高產量(李和吳, 1985)。然而，以土壤培育的裸根苗在移植時根系容易受傷，定植時需要大量的水份灌溉(Hochmuth et al., 2006)，且需要使用土壤消毒劑如溴化甲烷(Methyl bromide)、氯化苦(chloropicrin)等以避免土生病害，對環境會造成危害。美國已於 2005 年禁用溴化甲烷的使用，因此就有溴化甲烷的燻蒸替代物研究(Kabir et al., 2005; Shaw and Larson, 1999)，以及嘗試使用容器及無土介質育苗來解決土壤育苗無法使用溴化甲烷的問題(Lamb et al., 2003)。

溫(1984)比較'春香'草莓裸根苗與盆栽苗定植後的表現，顯示盆栽苗有較多的葉片數、葉面積、開花較早，且產期提早一個月，顯示以容器育苗能提升苗的品質。目前容器育苗依使用的容器及方式分為穴植管育苗法及穴盤育苗法，在臺灣多使用穴植管(李, 1996)，而國外則多使用穴盤(Lieten, 2000; Poling and Maas, 2000)。

穴植管育苗法是將育苗母株生長之走莖苗誘植至穴植管內，待種苗根系生成後再切斷走莖進行集中管理。使用穴植管培育種苗的優點是介質量僅需一般土壤裸根苗的五分之一，且根長至穴植管底部時因接觸到空氣而自然修剪，使得每一條根都一樣長且根系非常密集(鄭, 2008)。穴植管育苗可於床架上進行，使用無土介質可避免土壤病害，育出的苗根系旺盛且移植時不易傷根，定植後成活率高，生長發育快速而整齊，故可提早產期並提高產量(李, 1994)。近年來亦有使用高床架搭配穴植管育苗的方式，可以減少育苗空間的使用並增加育苗效率(張, 2005)。然而，此法的育苗成本較土壤培育之裸根苗高，平均一株苗多兩元的成本。

草莓品種'桃園一號'與'桃園二號'以 12 cm 與 8 cm 的穴植管搭配介質根基旺與根源作四種不同的處理組合所培育出之穴植管苗，較對照組的土壤假植苗顯著

提高早期產量與總產量，其中以 12 cm 穴植管與根基旺作為介質表現較好(李, 1995b)。「桃園一號」草莓穴植管苗的培育日數在 60 天以上、50 至 60 天、40 至 50 天、30 至 40 天與不分苗齡的處理，在果實產量與糖度無顯著差異(李, 2001)，顯示穴植管培育日數只要達 30 至 40 天以上，定植後的生育與產量的表現是一致的。在誘植時期對育苗數與果實產量影響的試驗中，「桃園一號」草莓育苗期不摘除走莖、五月一日前除走莖、六月一日前除走莖、七月一日前除走莖與八月一日假植於穴植管苗(對照組)，育苗數以不摘除走莖 (>150 支/m²)與五月一日前除走莖(100 至 110 支/m²)較多，六月一日前除走莖與七月一日前除走莖處理因夏季溫度過高而抑制走莖的生成而育苗數降低，且在單果重、早期產量與總產量皆以六月一日前除走莖的穴植管苗有較好的表現(李, 2000)。為了兼顧育苗數與定植後的產量表現，李(2000)建議在五月前除走莖，五月開始留走莖，並於六至七月進行穴植管苗誘植，會有較穩定的育苗數與育苗品質，欲縮短育苗期則可以增加育苗母株的數量以維持一定的育苗數量。

穴盤育苗法(plug transplant technology)為使用穴盤來作為育苗的容器，一般在夏季七月中左右將走莖苗一次剪下扦插於無土介質的穴格中，初期使用噴霧以促進發根。Hochmuth 等(2006)比較裸根苗與容器苗搭配三種不同的灌溉方式，結果顯示在定植時裸根苗需要大量的噴灌，早期產量以容器苗較高。穴盤苗同樣也有避免土壤病害、減少農藥使用與移植傷害、提高水分利用率與移植成活率，增加大果比例 10% 至 20%等優點 (Durner et al., 2002; Lieten, 2000)。

由於一般高緯度地區栽培的短日型草莓在五、六月時生產，因產期過於集中而發展出冷藏苗系統(Frigo System)，配合不同的設施及定植期來作產期調節。適用於冷藏苗系統的多為具休眠性的短日品種，於冬季將休眠的裸根苗或容器苗置於-1.5 °C下冷藏數個月，以利調整定植時間作促成栽培(Durner et al., 2002)，而冷藏的容器苗因根系完整而有更好的生產潛力，但因冷藏時有介質而需較高的技術(Lieten, 2002)。

二、草莓開花與走莖發生調節之策略

(一) 草莓結果特性的分類

現有的栽培種草莓在分類上依一年內結果次數與對光週反應的不同可分為夏季生產型(Junebearing, JB)、週年生產型(everbearing, EB)與日中性型(Day-neutral, DN)三種主要類型(Konsin et al., 2001; Scott and Lawrence, 1975)。JB 為最早開始栽培的類型，於夏末秋初短日冷涼時花芽分化，冬季進入休眠，待翌年春天溫度回升後於春末夏初開花結果，一年只生產一季；夏天長日高溫有利走莖的生成，走莖生長能力通常較強(Scott and Lawrence, 1975)。EB 的特性為一年中春末至秋初會持續的開花結果，直到低溫抑制生長為止。此外，EB 對光週的反應又可分為長日促進開花(Long day, LD)與在長短日下皆可開花(Day-neutral, DN)兩種主要類型，且又依日中性型強度不同而有不同程度的過渡型。由於 DN 亦有持續開花結果的特性，因此某些學者會把 EB 等同於 DN，因此廣義的 EB 包含 LD 與 DN 型，但狹義的 EB 應只有 LD 型。雖然 EB 具有持續開花結果的優點，但走莖生長能力較弱，因此許多研究報告致力於增加 EB 走莖的生長能力，以增加草莓走莖的繁殖效率(Braun and Kender, 1985)。

亦有文獻提到有介於 JB 與 EB 的中間型(intermediate type)，在不同的地區會表現出不同的結果特性。中間型品種在未經低溫時，對光週的反應類似 EB，但在溫度 $>20^{\circ}\text{C}$ 或經過低溫後，表現像 JB (Yanagi and Oda, 1993)。*'Kletter'* 中間型品種於溫帶冬季低溫、夏季高溫限制花芽分化而表現出 JB 的特性；但在冬天稍暖夏冷涼的加州海岸，則表現出 EB 的特性(Yanagi and Oda, 1993)。

草莓不同的結果特性與走莖生長能力與遺傳基因的組成與表現是相關的。研究中顯示，控制 *F. vesca* 結果特性與走莖生長各為一對基因所控制，為質量性狀遺傳。*F. vesca* 為一次結果特性及旺盛的走莖生長能力，各由一對顯性基因調控；其變種 *F. vesca semperflorens* 為持續結果特性及較弱的走莖生長能力，各由一對隱性基因所調控(Batthey et al., 1998)。因此，將 *F. vesca* 與 *F. vesca semperflorens* 雜交可得到四種不同結果特性與走莖生長能力的組合的後代，分別為一次結果型與走莖生長能力強(seasonal + runnering)、持續結果型與走莖生長能力弱(everbearing + none-runnering)、一次結果型與走莖生長能力弱(seasonal + none-runnering)和持續結

果型與走莖生長能力強(everbearing + runnering)，其比例大約為 1:1:1:1，結果符合 *F. vesca* 結果特性與走莖生長各為一對基因所控制的假設(Batthey et al., 1998)。然而，現有的栽培種草莓(*Fragaria* × *ananassa*)為八倍體，因此在基因表現上會更加的複雜。

不同基因型的組成對環境的反應不同，也造成不同的草莓結果特性與不同強度的走莖生長能力，因此在探討花期調節與走莖促進或抑制策略時，除了考慮到環境因素外，也需要考慮到不同基因型組成所表現出來的特性。

(二)溫度與光週對草莓開花與走莖生成的影響

大致上 JB 於低溫短日時花芽分化，高溫長日時走莖生長(Hancock, 1999)。冬季低溫與夏季高溫，促使 JB 於田間環境僅在秋天時花芽分化，花期就僅限於春和早夏(Yanagi and Oda, 1993)。高溫不利花芽分化的機制，在於高溫長日會促進開花抑制物的生成，但低溫使植株對開花抑制物較不敏感(Heide, 1977)。在秋季時，開花抑制物含量低且氣溫冷涼，所以花芽分化；經過冬天的低溫，開花抑制物回升，因此在春初即使溫度適宜，但因植物體開花抑制物含量高，也不會有花芽的形成(Batthey et al., 1998)，這也說明 JB 一年中只有一次花芽形成，也只會結一次果。在較高緯度夏天日長極長又涼溫的環境，溫度與光週會共同影響草莓的花芽創始(Heide, 1977)。長日高溫有利 JB 走莖的增加，以 26 °C/22 °C 配合長日有特別促進的作用(Durner et al., 1984a)。長日或短日加暗中斷處理可以促進 JB ‘Catskill’的走莖發育(Dennis et al., 1970)

環境對 EB 的花芽分化與走莖生長的影響與 JB 略有不同。EB ‘Summerberry’在平均溫度 < 23 °C 時花芽創始比率接近 100%；然而平常均溫度 > 26 °C 時花芽創始比率接近 0%，因此 25 至 27 °C 是 EB 從營養相轉成生殖相的門檻(Oda and Yanagi, 1993)。另有學者指出‘Summerberry’在溫度 < 25/20 °C 時為非絕對性長日植物，而在 30/25 °C 時為臨界日長 13 至 14 小時的絕對性長日植物(Nishiyama and Kanahama, 2000)。溫度 30/25 °C (日溫/夜溫)配合 8 小時日長可以抑制其花芽分化，之後移至 20/15 °C 或移至 24 小時長日皆可恢復花芽的分化，但以溫度 30/25 °C (日溫/夜溫)配合光週 24 小時促進的效果較好(Nishiyama and Kanahama, 2000; Nishiyama and Kanahama, 2002)。16 小時長日，溫度 13 至 21 °C 較經自然短日處理更能增加 EB ‘Geneva’的花序數(Braun and Kender, 1985)。在溫度 24/21 °C (日溫/夜溫)，18 與

24 小時長日促進 EB 'Geneva' 開花, 但 10 小時日照配合 2 小時暗中斷則否; 在 23/20 °C 與 23/15 °C (日溫/夜溫) 日長 12 小時會減少開花數, 而 10 小時日照配合 2 小時暗中斷較日長 12 小時有較多開花數(Dennis et al., 1970)。因此, EB 'Geneva' 在溫度 24/21 °C 表現出長日型, 而 EB 'Summerberry' 即使在溫度 30/25 °C, 24 小時長日下, 促進開花效果較溫度 20/15 °C 更有效。另有研究指出, EB 'Fort Laranine' 雖然乾物重在高溫時會減少, 但在 30 °C 下較 18 °C 有較多的開花數(Serçe and Hancock, 2005)。因此 EB 型相對 JB 在日長較長, 溫度較高時促進開花。

低溫能抑制或延後草莓的花芽誘導(Taylor, 2002)。JB 'Fukuba' 和 'Hokowase' 的花序產生受到低溫的抑制(Yanagi and Oda, 1993)。另有研究指出, EB 'Rabunda' 與 'Ostara' 以 -2 °C 冷藏, 較未經冷藏的苗延後開花(Smeets, 1982) 但也有學者認為 EB 'Rabunda' 與 'Ostara' 對低溫 (< 5 °C) 較 JB 不敏感, 冬季的低溫對花芽創始的影響也較 JB 小(Yanagi and Oda, 1993)。然而, 兩位學者的低溫(chilling)處理溫度並不同(-2 °C 與 < 5 °C), 因此可推論 EB 在溫度 < 5 °C 對花芽分化沒有影響, 但在更低的溫度 (-2 °C) 可能會延後開花。JB 'Fortune' 與 EB 'Geneva' 於自然短日下, 經低溫處理後, 可促進植株在移至長日高溫下走莖的生長; 然而若 JB 'Fortune' 一直處於長日高溫下會有最多的走莖生成(Braun and Kender, 1985)。EB 'Rabunda' 和 'Ostara' 品種未經低溫儲藏的苗只於 26 °C 時有走莖生長, 但以低溫 (-2 °C) 儲藏後, 在溫度 14 °C、20 °C 與 26 °C 環境下皆有走莖的生長, 因此作者認為植株要先經過低溫後才有走莖的生成, 除非直接生長於 26 °C 的高溫, 所以推論高溫(26 °C)可取代 EB 'Rabunda' 和 'Ostara' 品種走莖生成的低溫需求(Smeets, 1982)。在經低溫處理後, 在溫度最高不超過 26 °C 的加熱溫室可以有效得到走莖的營養芽頂分生組織(Oda and Yanagi, 1993)。低溫可能的機制在於移除 JB 頂分生組織中的走莖生成抑制物; 低溫對 EB 'Geneva' 不單移除走莖生成抑制物, 還能進一步促進走莖生長(Braun and Kender, 1985)。

大致上, 低溫(Chilling)在 -2 °C 時會延後 EB 開花; 經過冬季的低溫後, 會促使植株回溫後走莖的生成, 但若一直處在高溫下(26 °C), 並不一定需要低溫才能促使走莖的生成。

(三) 草莓開花與走莖發生調節之策略

調節草莓開花與走莖發生之策略有自然低溫(李, 2002; 李, 2006)、人工低溫(朱, 2007; 李, 1998; 蔡, 1990; 鄭, 2008; Bish et al., 2002)、短日遮光(李和吳, 1985)、除花(Barritt, 1974; Dennis and Bennett, 1969; Tafazoli and Shaybany, 1978)、氮肥(李, 1995a; Tafazoli and Shaybany, 1978)、激勃素(Barritt, 1974; Braun and Kender, 1985; Dennis and Bennett, 1969; Tafazoli and Shaybany, 1978)、育種(Serçe and Hancock, 2005)等。

於臺灣不同海拔高度(33.5 m、1000 m 與 1600 m)培育母株，以海拔 1000 m 培育產生的種苗數較多，但種苗定植後平均果重較低(李, 2002)，指出在海拔較高有低溫的刺激環境下繁殖育苗母株，能促進育苗母株在平地育苗期走莖苗的生長。臺灣慣行培育草莓母株苗時間是十一月底，若提早母株的培育，經過較長時間的低溫，或許可以促進育苗期育苗母株的走莖生成。

李和吳(1985)在草莓苗假植期處理短日(8:00 ~17:00 照光)、遮光(以 60%遮光率之寒冷紗遮光)及斷根(距幼苗 2~5cm 以移植鋤進行單側斷根)，可以促進定植後的開花並提高早期產量。在臺灣，農民若欲提早產期，會選在高冷地假植育苗或配合遮陰等處理，以促進花芽分化，提早開花結果(李, 2006)。蔡(1990)在平地使用冷凍機於簡易高隧道型溫室每日 16:00 至次日 8:00 以 14 ± 2 °C 處理草莓苗，可促進花芽分化並提早開花及採收期，且初期產量及總產量皆高於高冷地育的苗。以日/夜溫 25/20 °C、20/15 °C 及 15/13 °C 處理'豐香'草莓可提早花期，且延長處理時間可加速快花(李, 1998)。而 Bish 等人(2002)在美國佛羅里達州草莓苗定植前，以 25/15 °C(日/夜溫)及 35/25 °C(日/夜溫)處理穴盤苗兩週，結果顯示 25/15 °C(日/夜溫)的處理可以增加根的乾重，且在定植後可顯著提升早期產量及總產量。日本冬季促成栽培前會先將草莓苗置於低溫環境以去除生長抑制物質的含量，促使花芽分化，之後再逐漸升溫使花芽快速發育，再移置溫室下作促成栽培(鄭, 2008)。朱(2007)建議取得健康種苗後以穴植管育苗，再利用高冷地、平地短日、遮光或以低溫處理誘導草莓花芽分化為理想之草莓育苗系統，可提早開花結果、增加產量及品質。若未來臺灣能應用太陽能的自動控溫系統來進行催花，或許有潛力提高草莓定植後的早期產量以增加收益(鄭, 2008)。

對於 EB ‘Gem’而言，除花不會增加走莖數，會促進新生花序的產生，作者推測開花不與走莖生長競爭養分，但會和新生花競爭(Tafazoli and Shaybany, 1978)。另有研究指出除花可促進 EB ‘Geneva’新生的花序發育(Dennis and Bennett, 1969)。另有學者指出除花可以促進 JB ‘Hood’、‘Olympus’、‘Rainer’走莖數的增加，但對‘Northwest’效果不明顯；除花可促進部分品種走莖生長，尤其是生長勢不強的‘Olympus’和‘Rainer’，然而施用 GA₃ 對‘Olympus’的促進效果較除花更好(Barritt, 1974)。除花可促進 EB 新生花序生長，但對部分 JB 品種可能有促進走莖生長的效果。

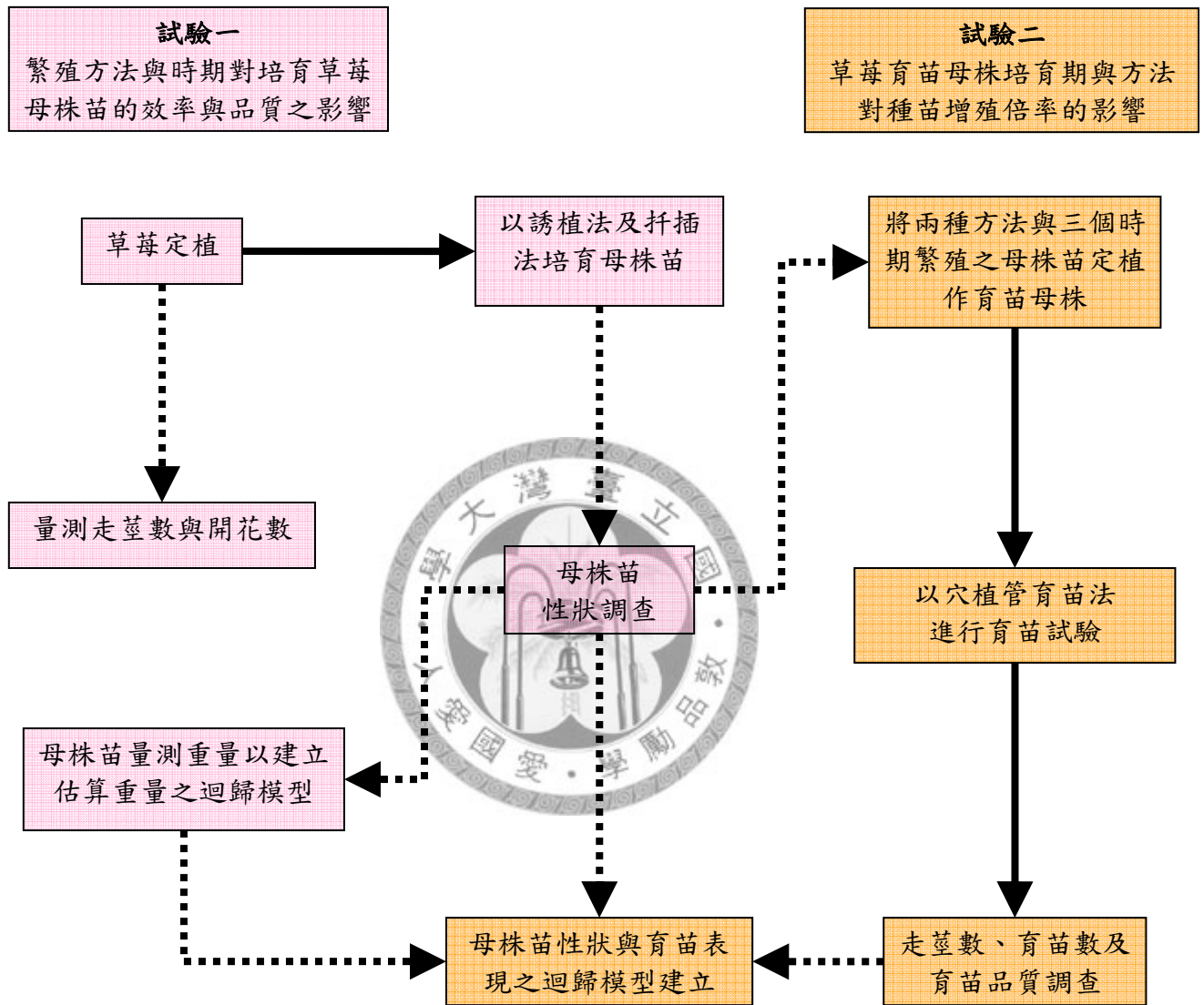
氮肥(尿素)可以顯著增加 EB ‘Gem’的走莖數(Tafazoli and Shaybany, 1978)。「春香」品種於育苗期對母株每月以尿素 400 倍澆灌兩次，每株可產生 28.3 至 30.2 條走莖，有最高的繁殖倍率(李, 1995a)。因此可以推論增加育苗期的氮肥施用量可以促進走莖的生成。

施用 GA₃ 顯著增加 EB ‘Gem’的走莖數(Tafazoli and Shaybany, 1978)。另有研究指出施用 GA₃ 可以抑制開花並促使走莖發育，提高走莖苗的產量，且在配合除花下有更好促進走莖生成的效果(Dennis and Bennett, 1969)。施用 GA₃ 顯著促進 JB ‘Fortune’與 EB ‘Geneva’的走莖數，但會延後走莖的生成(Braun and Kendr, 1985)。於植株定植 21 天或 21 及 24 天施用 GA₃ 50 ppm 可顯著增加 JB ‘Olympus’的走莖數，但對 JB ‘Northwest’、‘Rainier’與‘WSV1019’則沒有影響；於植株定植後 10、20 與 30 天施用 GA₃ 50 ppm 亦可顯著增加‘Olympus’的走莖數，包括母株生長的走莖數與每支走莖再生的走莖數。但五種 JB 只有走莖生長能力較弱的‘Olympus’對 GA₃ 有反應。作者推測品種間內生 GAs 的濃度不同，營養生長抑制物的濃度亦不同，也許只有在低於特定濃度時植株才會對外施 GAs 有反應(Barritt, 1974)。施用激勃素可抑制開花並促使部分品種走莖的發育，特別是走莖生長能力較弱、對激勃素較敏感，且內生 GAs 含量低的品種。

栽培技術改變的另一個方向為育出優良的品種。前人研究指出，EB ‘Fort Laranine’耐熱性較好，在 30 °C 的環境下比在 18 °C 時有較多的開花數(Serçe and Hancock, 2005)。因此‘Fort Laranine’有潛力作為育出耐熱並在夏季高溫開花的草莓品系。已知控制二倍體草莓 *F. vesca* 一次結果特性與走莖生長強度各為一對顯性基因所控制，雖然栽培種草莓八倍體的反應較為複雜，但若能對基因表現了解透澈，可以培育出適合夏季高溫長日開花，且走莖生長力強的品系。

第三章、材料與方法

試驗的規劃流程如下：



一、繁殖方法與時期對培育草莓母株苗的效率與品質之影響

(一)材料預備與管理

本試驗於臺灣大學園藝系精密溫室旁的塑膠棚進行。塑膠棚以鍍鋅鐵管搭設，長 15 m、寬 1.9 m，中間高度 1.9 m，兩側高度 1.4 m，覆蓋 0.1 mm 之 PE 塑膠布。試驗所選用之‘桃園三號’草莓穴植管苗購自關西農友張盛能先生之育苗圃，於 2007 年八月初定植於七吋分離盆，介質為泥炭:椰纖:根基旺=1:1:2；施肥量參考作物施肥手冊(羅, 2005)，六個月效期的緩效性肥料(好康多一號 N:P₂O₅:K₂O=14:12:14，台和園藝企業股份有限公司)施用 15 g 作基肥，並於定植後九月至十一月間施予 1.3 g 硝酸銨鈣(NH₄NO₃+CaO, N=21%)、2.1 g 過磷酸鈣(Ca(H₂PO₄)₂, P₂O₅ =18%)與 0.6 g 硫酸鉀(K₂SO₄, K₂O=50%)為追肥，每月施用一次，共施用三次。試驗期八月至十一月每天以自動噴水裝置澆水兩次，十一月後降為一次，每週除掉老化葉片，每月噴施一次微量元素 3000 倍(獅馬牌福翠農一號[®]，台灣巴斯夫股份有限公司出品)，以玉田地公司出品之窄域油 300 倍(一路順[®])、甲殼素 800 倍(甲元素[®])、枯草桿菌 500 倍(活力寶[®])及光益農化公司出品之木醋液(木醋液[®])防治病蟲害，必要時使用防治手冊之推薦藥劑進行防治。

(二)試驗設計、處理與調查

草莓定植後至八月底前將所有走莖摘除以促進定植初期的營養生長，並於九月起每兩週計算走莖的生成數、花序數與小花數並開始培育走莖苗作母株苗。待走莖苗有兩片葉，根冠基部新生根可見時，量測走莖距小苗 1 cm 處之直徑與小苗根冠直徑，並以目視去除生長勢弱的苗，剩下健康的苗以兩種方法進行培育：

(1)誘植法：將走莖苗以鐵絲固定於長 15 cm 之穴植管內，與栽培植株同樣置於床架上以自動噴水澆水，待苗的根系從穴植管底部突出後切離栽培植株，試驗中九、十月培育之母株苗於十一月底切離，而十一、十二、一月培育者則於二月底切離(圖 1A)。

(2)扦插法：將走莖自栽培植株拔除後，僅留下尾端之小苗，直接扦插於三吋黑軟盆(口徑 8 cm，深度 8 cm)，置於床架下較陰暗之環境並以自動噴水裝置澆灌(圖 1B)，待三週後確定存活者，移置床架上。

另將母株苗依培育的時期分為三期，早期為九月初至十月中(培育時間>26週)，中期為十月中至十一月底(培育時間 20 至 26 週)，晚期為十二月至一月底(培育時間 9 至 20 週)。母株苗存活後以 5 g 好康多一號(N:P₂O₅:K₂O =14:12:14)作基肥，管理期間隨時摘除母株苗新生的花序以利營養生長，並記錄摘除的花序數。其他營養元素與農藥噴施比照母株的管理方式。圖 2 為試驗中栽培植株的管理與母株苗的生長情形，圖 3 為栽培植株開花及母株苗管理。

試驗設計採巢式設計(摺疊設計)，以繁殖方法為第一層變級，誘植法及扦插法兩種處理各為 10 重複，每重複 4 株，共 80 株，並以三個繁殖時期為第二層變級作不完全組合。

在栽培期結束後，比較兩種繁殖方法於各個時期獲得的母株苗數與培育成活率，並於四月初逢機取兩種培育法與三個時期之母株苗(每處理組合 8 株，共 48 株)，比較其葉片數、第四片葉及第五片葉之中間小葉長與寬、葉柄長、葉片寬度、根冠數、培育前後之根冠直徑、根冠直徑增加速率(培育前後根冠直徑的差除以培育的總週數)、根冠高度(根冠基部著根處至根冠的頂端)。母株苗之第四片及第五片葉之葉面積及根、根冠、葉及全株之鮮重與乾重分別由葉面積迴歸方程式與重量迴歸方程式估算的結果進行比較。

葉面積迴歸方程式為另取兩種培育法不分時期之母株苗各 20 株，共 40 株，調查其第四片及第五片葉之中間小葉長與寬、葉柄長、葉片寬度並將葉片以掃描器掃描後由電腦程式計算其葉面積，以單迴歸及正向逐步迴歸分析(Forward stepwise regression analysis)建立估算的方程式。重量迴歸方程式為同樣的 40 株苗，調查其自然株高、有效葉片數、第四片葉和第五片葉之葉面積、葉柄長、葉片寬度、中間小葉之長與寬，以及根冠數、培育前後之根冠直徑及根冠高度等地上部性狀，清潔乾淨後量測其葉片、根、根冠及全株之鮮重，再以 60 °C 烘箱烘至平衡後秤乾重，最後再以前一項調查結果與其根、根冠、葉及全株之鮮重與乾重作單迴歸分析及正向逐步迴歸分析(Forward stepwise regression analysis)來建立估算的方程式。試驗中以 Excel (Microsoft®)進行數據整理，以 Sigmaplot (SPSS®)軟體作圖，並以 SAS 套裝軟體進行統計及迴歸分析。

(三)溫度資料的來源、計算與整理

試驗期間的溫度資料來自國立臺灣大學大氣科學系氣象觀測坪(測候站編號: C1A730, 經度 121°31' 52" E, 緯度 25°00' 59" N, 海拔 10 M)每分鐘之溫度觀測值, 先初步整理成每小時平均溫度後, 再以此數據計算試驗期間的日平均溫、高溫頻度、日低溫量與週累計低溫量, 計算公式如下:

小時平均溫(°C)=小時內每分鐘溫度之平均

日平均溫(°C)=當日 24 小時的平均溫度

高溫頻度(小時/日)=每日小時平均溫度高於特定溫度的小時數

日低溫量(°C 小時)= Σ (特定溫度-當日低於特定溫度的小時平均溫度) \times 小時

週累計低溫量(°C 小時)= Σ 當週的日低溫量

本試驗以低於 20、25 °C 之週低溫累計量作為開花所需之溫度指標, 另以高於 20、25 °C 之溫度頻度作為走莖生長之溫度指標, 另以中央氣象局 1999 年出版之天文曆中日出與日沒時間計算日照長度。

二、培育草莓育苗母株之時期與方法對種苗增殖倍率的影響

(一)材料準備與管理

試驗日期為 2008 年四月至八月, 地點與前試驗同。利用試驗一所得不同繁殖時期與方法培育之母株苗, 於 2008 年四月初定植於七寸分離盆作育苗用的母株, 介質為泥炭:椰纖:根基旺=1:1:2。育苗母株之間擺放長 65 cm, 寬 30 cm 之穴植管架, 使株距為 30 cm, 平均每株的育苗面積為 0.42 m²。施肥量參考作物施肥手冊(羅, 2005), 六個月效期的緩效性肥料(好康多一號 N:P₂O₅:K₂O=14:12:14, 台和園藝)施用 15 g 作基肥。試驗期間四月至八月每天以自動噴水裝置澆水。試驗期間每週除掉老化葉片, 每月噴施一次微量元素 3000 倍(獅馬牌福翠農一號[®], 台灣巴斯夫股份有限公司出品), 以玉田地公司出品之窄域油 300 倍(一路順[®])、甲殼素 800 倍(甲元素[®])、枯草桿菌 500 倍(活力寶[®])及光益農化公司出品之木醋液(木醋液[®])防治病蟲害, 必要時使用防治手冊之推薦藥劑進行防治。

(二)試驗設計、操作與調查

草莓母株苗定植後至五月前除掉走莖以利植株的營養生長，並自五月初開始留走莖，每兩週計算新生長的走莖數，並將新生長之走莖苗以細鐵絲固定於長度 15 cm 之穴植管，介質配方為泥炭:椰纖:根基旺=1:1:2。育苗操作中去除病蟲害及生長勢不佳的苗，僅誘植健康的走莖苗，且待最後節位走莖苗的根系突出穴植管底部後將走莖苗切離育苗母株以集中管理，八月初再給予六個月效期的緩效性肥料(好康多一號 N:P₂O₅:K₂O =14:12:14，台和園藝) 3 g。圖 4 為將母株苗定植作育苗母株的生長及穴植管育苗的操作。試驗設計仍沿續前試驗採巢式設計(摺疊設計)，以育苗母株來源的繁殖方法(誘植法與扦插法)為第一層變級，育苗母株來源的時期(早期培育時間>26 週、中期 20 至 26 週、晚期 9 至 20 週)為第二層變級，共為六個處理組合，重複 8 次，以單株為 1 重複，共 48 株。

前人研究顯示穴植管育苗日數至少為 30 至 40 天以上(李, 2000)，又因臺灣草莓農民習慣於九月底將培育之種苗定植，因此試驗於八月中停止接苗的操作，並於九月中調查總培育苗數、成活苗數、商業等級種苗數並較成活苗與商業種苗的葉片數、根冠高度與直徑。商業等級種苗訂為苗至少 3 片展開葉以上，且根冠直徑要大於具 3 片展開葉以上苗的族群之根冠平均值減去一個標準差(standard deviation)。試驗中以 Excel (Microsoft®)進行數據整理，以 Sigmaplot (SPSS®)軟體作圖，並以 SAS 套裝軟體進行統計及迴歸分析。

(三)溫度資料的來源、計算與整理

試驗期間的溫度資料來自國立臺灣大學大氣科學系氣象觀測坪(測候站編號: C1A730，經度 121°31' 52" E，緯度 25°00' 59" N，海拔 10 M)每分鐘之溫度觀測值，先初步整理成每小時平均溫度後，再以此數據計算試驗期間的日平均溫及高溫頻度，計算公式如下：

小時平均溫(°C)=小時內每分鐘溫度之平均

日平均溫(°C)=當日 24 小時的平均溫度

高溫頻度(小時/日)=每日小時平均溫度高於特定溫度的小時數

本試驗以高於 20、25 及 30 °C 之溫度頻度作為育苗期走莖生長之溫度指標，另以中央氣象局 1999 年出版之天文曆中日出與日沒時間計算日照長度。

(四)草莓母株苗外觀性狀與育苗表現相關模型

將育苗試驗中五月至八月中所得之總培育苗數、成活苗數及商業等級種苗數與四月初母株苗定植前之外觀指標作單迴歸分析及正向逐步迴歸分析(Forward stepwise regression analysis)，以找出何項母株苗的外觀特徵可作為定植後估算種苗增殖倍率的指標，以建立由母株苗之外觀指標來預測定植後作育苗母株之繁殖潛力的迴歸方程式。



第四章、結果與討論

一、繁殖方法與時期對草莓培育母株苗的效率與品質之影響

(一)母株苗培育法與時期之效率比較

兩種繁殖方法處理的栽培植株，各時期可供繁殖的母株苗數呈現不同趨勢(表 2)。誘植法繁殖的母株苗數以早期 1.03 株較多，中期 0.73 株次之，晚期 0.30 株較少，顯示誘植法在早期已達到繁殖的高峰，隨著時期往後，可供繁殖的苗也跟著減少；扦插法則以中期 1.80 株較多，早期 1.30 株次之，晚期 0.85 株較少，顯示扦插法一直到中期才達到繁殖高峰。變方分析顯示繁殖方法與時期的效應皆極顯著，以扦插法處理的栽培植株能供應較多繁殖的苗，而不同時期可供繁殖的母株苗數差異顯著。

兩種繁殖方法最後成活的母株苗數及成活率也不盡相同(表 2)。誘植法成活的母株苗數以早期 0.93 株較多，中期 0.70 株次之，晚期 0.30 株較少，而三個時期的成活率皆高於 90%，顯示隨中、晚期可供繁殖苗數減少是造成誘植法成活的苗數在中、晚期較少的直接原因。扦插法則以中期 1.25 株較多，晚期 0.53 株次之、早期 0.45 株較少，而成活率以晚期 91% 較高，中期 74% 次之，早期 53% 較低，顯示早期成活苗數較少是此時成活率較低所造成，雖然晚期可供繁殖的苗數較早期少，但因晚期苗的成活率較高，而使得成活苗數較早期多。變方分析顯示最後成活的苗數在繁殖方法的效應不顯著，而時期的效應為極顯著，然而成活率則在繁殖方法及時期皆極顯著，顯示兩種繁殖方法成活的母株苗數沒有差異，但各個時期成活的苗數有差異，而成活率在繁殖方法及時期上皆有差異。

表 3 為成活的母株苗數疏除的花序數與花序重量的比較。管理期間疏除母株苗的花序數在誘植法處理早期 3.6 ± 0.26 枝與中期 3.6 ± 0.23 枝較多、晚期 1.6 ± 0.20 枝較少；在扦插法則為早期 3.8 ± 0.19 枝較多、中期 2.9 ± 0.17 枝次之、晚期 1.0 ± 0.15 枝較少，顯示母株苗疏除的花序數有愈早期愈多的趨勢(表 3)。兩種方法繁殖母株苗所疏除的花序在早期差異不顯著，而中、晚期皆以誘植法培育之母株苗疏除較多的花序。疏除的花重除誘植早期的較輕 2.1 ± 0.11 g 外，其餘的處理與時期皆差異不顯著，範圍為 2.17 g 至 2.91 g。

一般認定在日長大於 10 小時，溫度高於 20 °C 的環境會促進草莓走莖的生長 (Darrow, 1936; Durner et al., 1984b; Heide, 1977)，而臺北全年最短的日長僅 10.6 小時(圖 5)，故走莖的發生主要受溫度的調控。試驗早、中期(九月至十一月)可供繁殖的苗數較多，主要是因此時的氣溫仍高，而晚期(十二月以後)溫度下降使新發生的走莖有停滯，也使得苗數在晚期較少(圖 5)。扦插法處理的栽培植株，走莖在繁殖後都拔除，可能因修剪的刺激導致新走莖的生成，而產生較多的苗供繁殖；以誘植法處理的栽培植株，因走莖仍與母株苗相連一段時間，以致分配到自身的養分較少而延後新的走莖生成導致苗數也相對較少，而培育的母株苗可能因有較多養分的分配而有較多的花序生成。

雖然大致上扦插法處理的栽培植株能產生較多的母株苗數，但扦插法繁殖苗的成活率容易受到高溫限制，在早期十月中以前平均氣溫較高時(23 至 30 °C)，成活率明顯偏低，而中期十月中至十一月底平均溫度下降至 25 °C 以下，扦插成活率也逐漸上升，晚期十二月後氣溫降至 20 °C 左右(圖 5)，扦插成活率已與誘植者差異不顯著，這也間接說明在變方分析表中可供繁殖的苗數在繁殖方法差異極顯著，但最後成活的苗數在繁殖方法則無顯著差異的原因(表 2)。試驗中的自動噴水裝置在早、中期一天僅起動兩次，因此增加噴水的頻度或許可以提高扦插法的培育效率。誘植法在各時期繁殖的成活率皆高於 90%，但亦呈現愈晚期成活率越高的趨勢，顯示此法受環境氣候的影響較扦插法來得少，但因中、晚期後新發生的走莖數減少，而造成最後成活的苗數較少。目前有農民在取下健壯栽培植株的走莖後，僅留下第一節位的走莖苗扦插作母株苗，而母株苗上仍存著一段走莖，再將走莖的切口插於水盆裡以供應母株苗水份，可以顯著提高母株苗的存活率(鄭, 2008)。

(二)繁殖時期與方法對母株苗品質的影響

表 4 為本試驗所得母株苗的性狀，各時期的自然株高間差異不顯著，而繁殖方法極顯著，以扦插法 13.61 至 14.67 cm 較高，誘植法 10.70 至 12.12 cm 較低。葉片數在繁殖方法間差異不顯著，繁殖時期則差異顯著，兩種繁殖方法皆以中期的母株苗有較多葉片數(誘植法平均有 10.0 片、扦插法平均有 10.8 片)，而早、晚期母株苗葉片平均則為 8 至 9 片。根冠數在繁殖時期與方法皆差異不顯著，為 1.1 至 1.6 支，但愈晚培育者有較多之根冠數，且根冠數最多之處理(誘植法的晚期)顯著多於根冠數最少之處理(誘植法的中期)。根冠高度在各繁殖時期間差異不顯著，

但在繁殖方法間則差異極顯著，以誘植法 34.1 至 38.2 mm 較高，扦插法 30.3 至 32.9 mm 較低。培育前根冠直徑，在誘植法以晚期培育者 5.6 mm 較大、中期培育者 5.2 mm 次之，早期培育者 4.5 mm 較小；在扦插法則以中期培育者 6.5 mm、晚期培育者 6.6 mm 較大，早期培育者 4.7 mm 較小。培育後的根冠直徑，在誘植法為 13.7 至 15.0 mm，各時期間差異不顯著；在扦插法以早期培育者 17.2 mm 較大，中期培育者 14.5 mm 與晚期培育者 12.2 mm 較小，而變方分析顯示繁殖方法對培育後的根冠直徑不顯著，而繁殖時期則為極顯著。自開始培育至試驗結束每週根冠直徑增加速率兩種繁殖方法間不顯著，誘植法以晚期每週增加 0.8 mm 較快，且有愈往後期愈快的趨勢；扦插法各時期的增加率為每週 0.4 至 0.5 mm，不同時期間差異不顯著。花序的疏除數，在誘植法以早期培育者 3.7 枝及中期培育者 4.0 枝較多，晚期培育者 1.3 枝較少；在扦插法以早期培育者較多 3.5 枝，中期培育者次之 3.1 枝，晚期培育者較少 1.9 枝，且明顯有愈晚期愈少的趨勢。花序疏除的數目與根冠直徑增加速率似乎呈現相反的趨勢，早期的母株苗抽出較多的花序，因此分配到根冠生長的養分就較少，增加率也較有限；晚期的苗出的花序數較少，而相對根冠分配到較多的養分供生長。

表 5 為母株苗第四片葉及第五片葉之中間小葉長、中間小葉寬及葉片寬度與葉面積的迴歸關係結果，顯示三者與葉面積皆有良好的線性關係並達差異顯著水準。表 6 為利用上述各項與葉面積作正向逐步迴歸分析而得的結果，方程式為 $LA = -28.44 + 0.636 W + 0.462 TL$ (LA =葉面積， W =葉片寬度， TL =中間小葉長)， $R^2=0.697$ 、 $P<0.001$ ，顯示葉片寬度(W)及中間小葉長(TL)可用來估算母株苗的葉面積。表 7 為母株苗第四片及第五片葉之中間小葉長、中間小葉寬、葉片寬度與由表 6 之方程式所估算的葉面積比較，顯示第五片葉之中間小葉長、中間小葉寬及葉柄長不同時期達差異顯著水準。誘植法處理第五片葉中間小葉長早期培育者為 50.3 mm，中期培育者為 55.1 mm，晚期培育者為 53.7 mm，而小葉寬早期培育者為 47.4 mm，中期培育者為 51.1 mm，晚期培育者為 53.1 mm，顯示不同時期間差異不顯著；而扦插法第五片葉中間小葉長以早期 63.9 mm 及中期 60.8 mm 較長，晚期 41.9 mm 較短，中間小葉寬則以早期 59.5 mm 及中期 55.2 mm 較寬，晚期 38.9 mm 較窄。誘植法第五片葉之小葉寬有愈後期愈長的趨勢，但扦插法第五片葉的小葉長與小葉寬皆有愈後期愈短的趨勢，而兩種處理第五片葉的葉柄長皆有愈後期愈短的趨勢。

溫(1984)以田間取樣的中間小葉長與中間小葉寬之乘積建立葉面積估算的迴歸方程式，迴歸係數高達 0.99。本試驗以正向逐步迴歸分析建立的方程式的迴歸係數最高僅 0.697，可能是因溫(1984)的田間取樣儘可能包含最長及最短值之葉片，而本試驗僅取母株苗的第四片及第五片葉作迴歸，取樣的幅度較小，因此造成迴歸係數較低。

表 8 與表 9 為母株苗各項特徵與其乾重及鮮重作單迴歸分析之結果，顯示葉片數(Ln)與葉、根冠、根及全株的鮮重及乾重皆有良好的相關性與顯著性，而根冠高度(Ch)除了與葉片和根冠鮮重關係不顯著外，與葉片及根冠之乾重，以及根與全株之鮮重與乾重皆有良好的相關性與顯著性。表 10、11 與 12 為各項特徵與其乾重及鮮重作正向逐步迴歸分析的結果及方程式，葉片數(Ln)與根冠高度(Ch)在估算葉片、根及全株之鮮重與乾重和根冠乾重皆為前三項入選的重要的因子，顯示葉片數與根冠高度為估算母株苗各部位重量的重要指標，而根冠乾重的部分根冠數與根冠直徑則為重要因子。

表 13 為利用表 12 建立之方程式估算母株苗各部位的鮮重及乾重，結果顯示葉片及根冠之鮮重及全株之乾重的時期效應顯著，且以扦插法培育者的葉片鮮重與根冠鮮重有愈後期愈輕的趨勢。根鮮重及葉片乾重在繁殖方法效應顯著，顯示誘植法培育者的根鮮重及葉片乾重較重。根冠與根的乾重在繁殖方法與時期的效應皆顯著，顯示誘植法培育者的根冠鮮重及根乾重較重，且扦插法培育者的根乾重有愈後期愈輕的趨勢。全株鮮重則效應皆不顯著，然而以誘植法中期顯著較其他方法與時期者重。

Jahn 與 Dana(1970a)指出走莖苗發育初期每一片葉都有助於增加根冠直徑，因此初期根冠直徑與葉片數呈正相關，但在生長後期這樣的效應因失去老葉而使得根冠直徑達到穩定的大小。試驗中雖以中期母株苗葉片數較多，但由於時間的因素，使最終的根冠直徑並非以培育中期者為最大。根冠直徑也與苗的葉原體數呈正相關(Jahn and Dana, 1970a)，因此具有較大根冠直徑的母株苗，在定植後可能具有較強的走莖生能力。

試驗中母株苗最終的根冠直徑以誘植法培育者各時期差異不大，但扦插法則有時期上的差異，顯示可能誘植法因母株苗與栽培植株相連有養分的供應，在切離時已達到一定的大小，使得各時期的苗沒有顯著差異。同樣的，誘植法培育的母株苗以表 12 方程式所推估之根鮮重、葉乾重、根冠乾重與根乾重亦較扦插法培

育者多，也說明養分的累積以誘植法培育者較多。一般草莓育苗母株多使用根冠直徑小於 12 mm 的 B 級裸根苗(Lieten, 2002)。因此，就試驗所培育的母株苗，以誘植法處理為 13.6 至 15.0 mm；扦插法培育者晚期至少也達 12.2 mm，皆已達到具備育苗母株基本根冠大小的水準。

本試驗誘植法處理採用 15 cm 穴植管而扦插法採用 3 吋黑軟盆，是因誘植母株苗以穴植管較容易固定，而扦插法以 3 吋黑軟盆操作較方便，因此結果是否為繁殖方法搭配不同容器的綜合效果，或僅為繁殖方法或栽培容器的影響則無法斷定。李(1995)以 8 cm 與 12 cm 兩種長度穴植管搭配不同的介質對‘桃園一號’與‘桃園二號’草莓進行育苗試驗，結果顯示‘桃園一號’草莓只要用相同的介質育苗，兩種長度穴植管對早期產量與總產量皆無顯著差異。然而，以不同容器培育母株苗作育苗母株之表現則待進一步研究。根冠的大小對草莓種苗植定植後的產量具有顯著的相關性，原則上根冠越大的苗會有較佳的產量(Lieten, 2002)，然而根冠大小對栽培植株走莖生長的表現則尚未有相關的研究。若以母株苗的重量為定植前的品質標準，迴歸分析顯示葉片數及根冠高度與母株苗的重量間具有較好的相關性及顯著性，可作為評斷苗重量的指標。

(三)繁殖母株苗之方法對草莓栽培植株生長之影響

試驗期間的日平均溫在八月底至十月初高於 25 °C，十月中旬以後已穩定低於 25 °C，之後持續下降，至二月上旬起開始逐漸回升；日長變化在八月中旬起短於 13 小時，十一月中旬開始短於 11 小時，冬至時接近 10.5 小時，之後逐漸增長至次年三月試驗結束時約接近 12 小時(圖 5)。

在八月底至十月初前每天至少有 13 小時氣溫高於 25 °C，此時兩種處理的栽培植株皆有較多的走莖生成(圖 6)。在十月初平均溫開始低於 25 °C(圖 5)，但仍無 20 °C 以下之溫度發生，十月中旬起每天高於 25 °C 之頻度也降為 4 小時以下，但高於 20 °C 之頻度尚未下降，在十月二十六日以前兩種處理的走莖數仍持續增加(圖 6)。十月底以後高於 20 °C 之頻度降低，十一月誘植法處理者走莖生成量也跟著降低，但扦插法處理者此時仍有較多的走莖生成，至十一月底生成量才趨緩。十二月初以後，每日高於 20 °C 的頻度降至 10 小時以下，兩種處理的走莖數只些微增加，但仍以扦插法較多。在二月初日平均溫開始持續低於 15 °C(圖 5)，此時兩種處理幾乎沒有走莖的生成(圖 6)。

草莓栽培植株在臺北的栽培環境下於十一月中開始開花，而此時植株並未明顯感受到 20 °C 以下的低溫量(圖 7)。由於初期開花的栽培植株平均分散在兩種繁殖方法處理的族群中，顯示繁殖方法對於栽培植株的初期開花影響不顯著。栽培植株在十二月中達到第一個開花高峰，兩種處理抽出的花序數差異仍不顯著，但以誘植法抽出花序較為整齊，至十二月底扦插法才抽出較多花序，且明顯多於誘植法。十二月底後因低溫緣故而使花序抽出緩慢，直待二月底溫度回升後才有第二次的開花高峰，其中十二月二十八日、一月十一日、一月二十五日、三月三十一日調查之花序數兩處理間差異顯著，其中除一月十一日外，均以扦插法較多。

各月份的花序數在十一月、一月及二月兩種處理無顯著差異，但在十二月及三月兩個開花高峰皆以扦插法處理者顯著較多(圖 8)。表 14 為培育方法對栽培植株花序上小花數的影響，顯示 8~15 朵小花的花序數百分比扦插法處理者除了一月 65% 較誘植法處理者 70% 少外，其餘十一月為 77%、十二月為 67%、三月為 57% 皆高於誘植法處理者十一月為 33%、十二月為 55%、三月為 49%。有 15 朵小花以上的花序比例除了十一月誘植法處理者 33% 高於扦插法處理者 0% 外，其餘十二月為 7%、一月為 9%、二月為 7% 皆以扦插法處理者高於誘植法處理者(十二月為 2%、一月為 5%、二月為 5%)，而三月扦插法處理者為 3% 而誘植法處理者為 2% 則差異不顯著。各月份的總合，扦插法處理者 8~15 朵小花的花序比例高於誘植法處理者，而 15 朵小花以上的花序比例兩種處理差異不顯著，而 4~7 朵及 3 朵以下小花的花序比例以誘植法處理者較高，顯示扦插法處理的栽培植株不僅花序數較多，花序上也有較多的小花數。

試驗期間誘植法處理之栽培植株在十月中旬以前產生較多走莖數，累計走莖數增加很快，平均每株在十月中旬可生成 1.8 條走莖，但隨後即逐漸趨緩，至試驗結束前僅累計 2.3 條；扦插法處理者至十月中旬時平均每株已累計 2.2 條，至十二月初累計 3.6 條，至試驗結束累計 4.4 條(圖 9)。累計花序數在十二月二十八日、一月二十五日、二月八日及三月二十一日皆以扦插法處理者較多，其餘的日期兩種處理差異不顯著(圖 9)。結果顯示整個試驗期間，扦插法處理之栽培植株累計較多的走莖，且大量走莖生成時期較長，且累計的花序也較多。

高溫長日的環境促進草莓走莖的生成(Darrow, 1936)，因臺北冬季的光週變化不明顯，走莖的生長主要受到溫度的調控。本試驗之草莓苗於八月定植後，自九月起開始留走莖苗供繁殖母株苗用。兩種處理的栽培植株在九月七日時走莖數就

達差異顯著，但因處理是九月初才開始，所以此差異並非是處理影響的結果，可能是八月底開始留走莖的日期沒有一致，亦有可能是誘植法之栽培植株在處理開始前疏除了較多走莖而留下的殘存效應。然而，在十月十二日兩者累計的走莖數差異不顯著，而後扦插法處理者累計的走莖數持續較誘植法多。九月初至十月中旬為誘植法之栽培植株走莖發生的高峰，但九、十月繁殖之母株苗於十一月底才切離，造成十一月母株苗走莖仍未切離栽培植株上而沒有新生成的走莖，而十一月底切離於十月前繁殖之母株苗後，栽培植株又受到 20 °C 以下的低溫而抑制走莖的生長，造成中、晚期可供繁殖的走莖數減少，而扦插法處理者在修剪的刺激下，明顯可得到較多的走莖。若誘植法改為固定於繁殖二至三週後即切離母株苗，或許能刺激栽培植株在中、晚期仍能產生較多的走莖數。

Albregts 與 Howard (1986)比較‘Tufts’與‘Dover’草莓於美國佛羅里達州冬季栽培除走莖的影響，顯示除走莖相較於不除走莖的處理，能顯著增加早期產量與總產量，而且會有較多的走莖生成。本試驗中累計花序生成量亦以扦插法處理者較多，且在整個試驗期間多數達差異顯著，此種現象可能與母株苗是否切離栽培植株有關，相近於修剪對生長的刺激。

低溫短日的環境有利草莓花芽的形成(Darrow, 1936)，一般認定短日型草莓的花芽誘導之臨界高溫為 25 °C，溫度高於 25 °C 時無法花芽誘導，在 15 °C 至 25 °C 需短日才能花芽誘導，而 10 至 15 °C 不需短日即可花芽誘導(Darnell et al., 2003)。「桃園三號」草莓於苗栗大湖商業生產在九月下旬種植，於十月底、十一月初開花；而試驗中的草莓栽培植株於八月初定植，有可能因氣溫較高，或定植後營養生長旺盛，或地區的因素而造成開花較晚的現象。然而在第一次開花高峰前，20 °C 以下累積低溫量仍不足 1000 小時，且多數開花是在十二月十四日前一週發生(圖 7)，因此造成此開花高峰的成因不一定來自 20 °C 以下的低溫。一般認定短日型草莓打破休眠需 250 至 350 小時 7 °C 以下的低溫(Melvin, 1993)。「桃園三號」之親本「豐香」為一極早生之短日品種，在日長短於 13 小時，平均溫 25 °C 即可花芽分化(伏原, 1997)，且僅需 50 至 100 小時 5 °C 以下的即可滿足低溫需求(Mochizuki and Okimura, 1995)。由於「豐香」具有在日長較長、溫度較高可花芽分化的特性，類似於在較高溫下即可花芽分化的 Infra Short Day (ISD) 型之品種，其花芽分化所需之臨界日長超過 12 小時，在日長短於臨界日長的短日條件下，溫度低於 25 °C 即可誘導花芽分化，之後處於長日下刺激生長即可令其開花(Izhar, 1997)。

筆者等(未發表)發現‘桃園三號’草莓在短日且溫度低於 25 °C 但無低於 20 °C 以下之低溫一段時間後，會刺激其生長並萌出花序，且在 20 °C 低溫量累積尚不充足時即可花芽分化的特性，極有可能屬於 ISD 型的草莓。由於臺灣平地冬季很少出現 7 °C 以下的低溫，因此‘桃園三號’花芽分化後可能在溫度較高的環境即可打破休眠，或根本因溫度較高並沒有進入休眠，使得植株在花芽分化完成後能很快抽出花序。試驗中扦插法處理的栽培植株因走莖切除的操作，可能促進植株的生長使原有之花芽加速發育，導致有明顯較多之花序及小花數的產生。試驗中在十一月十六日與十一月三十日共有 12 株草莓栽培植株有較早開花的表現，可能為環境、營養及遺傳等因素造成，若能進一步了解其早花的成因，有可能找到提早花期的方法或作選育出早花品系親本的潛力。

二、培育草莓母株之時期與方法對種苗增殖倍率的影響

(一)不同育苗母株來源之走莖數與育苗數

圖 10 為育苗期間的日平均溫、日長及高溫頻度的變化。日平均溫在四月至八月呈現持續上升的趨勢，於五月九日以後日平均溫不再低於 20 °C，而五月二十三日後不再有 20 °C 以下的溫度出現；六月二十日以後，日平均溫不再低於 25 °C 且開始高於 30 °C，並一直持續到育苗期結束。在四月至五月每日有 4.3 至 7.2 個小時高於 25 °C，而高於 30 °C 則有 0.4 至 3.3 個小時。在五月底有一波高溫的出現，每日高於 25 °C 的頻度由五月十七日 6.9 小時/日增為五月三十一日 19.7 小時/日，而高於 30 °C 之頻度則由五月十七日 0.9 小時/日增為五月三十一日 10.3 小時/日，隨後六月七日高於 25 °C 及 30 °C 之頻度皆短暫下降，但自六月七日後高於 25 °C 的小時逐漸增加至六月二十八日的 21.9 小時，且之後波動在 19.1 至 23.7 小時間，而高於 30 °C 之頻度在六月七日後逐漸上升至六月二十八日的 8.6 小時維持近四週，在七月二十六日後波動在 5.6 至 10.4 小時之間直到育苗期結束。日長在四月十一日為 12.8 小時，往後持續增加至六月中中的 13.7 小時，再開始減少至八月二十九日的 12.7 小時。

圖 11 為不同方法與時期培育之育苗母株每四週產生的走莖與種苗數，以誘植法培育者在五月二十四日、六月二十一日及七月十九日各產生約為 2.5 至 3.1 條走莖，各時期間差異不顯著，但在八月十六日以早期及晚期產生 6.8 及 7.6 條較多，

中期 3.9 條較少；以扦插法培育者各時期皆以六月二十一日產生較少走莖為 2.1 至 2.5 條，在其他日期早期培者為 3.5 條左右，中期培育者為 2.8 條至 3.3 條，而晚期者以七月十九日及八月十六日各產生 4.1 及 4.3 條較多，而以五月二十四日的 2.8 條較少，比較不同時期培育者之走莖生成的差異，除了早期培育者在五月二十四日顯著較其他時期多和七月十九日晚期培育者較中期者多外，其餘的日期各培育時期間差異不顯著(圖 11)。

不同繁殖方法與時期培育之育苗母株累計的走莖數皆呈增加的趨勢，在六月七日前至少累計 5 條，八月二日前至少累計 10 條，且以誘植法早期累計近 15 條顯著高於其他各處理及時期(圖 12)。而在育苗結束前累計的走莖數以誘植法早期及中期培育者 15.9 條與 15.4 條較多，扦插法早期及中期培育者皆為 13.3 條次之，而誘植法與扦插法晚期培育者為 12.1 條與 11.1 條較少，惟變方分析差異不顯著，顯示重複間變異大(表 15)。

不同方法與時期之母株所繁殖的種苗數，每四週產生的苗數在七月十九日以前有逐漸增加的趨勢，但在八月十六日僅中期與誘植法早期培育者有些微增加的趨勢，晚期與扦插法早期培育者皆下降(圖 11)。比較不同時期培育之育苗母株，顯示誘植法早期培育者繁殖的苗數較其他時期者較多，在七月十九日以早期及晚期培育者顯著較中期培育者多，而五月二十四日、六月二十一日及八月十六日中期與晚期培育者差異不顯著；以扦插法亦有早期培育者較多的趨勢，但相對於誘植法較不明顯，僅在六月二十一日早期培育者顯著較其他時期者繁殖較多的苗數，而八月十六日則以早期及中期培育者顯著較晚期者有較多的苗數，但其餘日期各時期培育者繁殖的苗數差異不顯著(圖 11)。

育苗期每兩週累計的種苗數，誘植法早期培育者在六月七日平均為 10.5 株，七月五日平均為 21.5 株，七月十九日平均為 28.8 株，八月二日平均為 41.6 株，其中在七月十九日及八月二日顯著以早期培育者顯著較其他時期者多(圖 13)。中期培育者在六月二十一日為 11 株，七月十九日為 20.5 株，八月十六日為 31.1 株，晚期培育者在六月二十一日為 10.8 株，七月十九日為 22.6 株，八月二日為 30.8 株，顯示誘植法早期培育者大致較其他時期培育者累計苗數增加的較快。最終繁殖的種苗數誘植法以早期培育者累計 43.6 株 (103.8 株/m²)較多，晚期培育者 33.9 株 (80.7 株/m²)次之，中期培育者 31.1 株 (74.0 株/m²)較少，惟變方分析差異不顯著(表 15)。扦插法在六月七日各時期累計苗數無顯著差異，但在六月二十一日以早期培

育者 13.9 株較多，往後除了在八月二日早期與中期培育者累計的苗數差異不顯著外，其他日期皆以早期培育者產生較多的苗，同樣顯示扦插法早期培育者大致較其他時期培育者累計苗數增加較快(圖 13)。最後扦插法以早期培育者累計 40.3 株 (96.0 株/m²)較多，中期培育者 34.8 株 (82.9 株/m²)次之，晚期培育者 32.5 株 (74.8 株/m²)較少，惟變方分析差異不顯著(表 15)。

最後成活的苗數，在誘植法以早期培育者平均 36.1 株(86.0 株/m²)較多，中期培育者平均 27.3 株(65.0 株/m²)次之，晚期培育者平均 25.8 株(61.4 株/m²)較少；扦插法同樣以早期培育者平均 38.1 株(90.7 株/m²)較多，中期培育者平均 32.3 株(76.9 株/m²)次之，晚期平均 27.4 株(65.2 株/m²)較少，由變方分析顯示繁殖方法效應不顯著，但時期的效應極顯著，顯示愈早培育的育苗母株所產生的成活苗有愈多的趨勢(表 15)。商業等級的種苗數的趨勢亦和成活苗數相同，在誘植法以早期培育者平均 25.5 株(60.7 m²)較多，中期培育者為平均 19.3 株(46.0 株/m²)次之，晚期培育者平均 14.0 株(33.3 株/m²)較少；扦插法同樣以早期培育者平均 27.0 株(64.3 株/m²)較多，中期培育者平均 23.0 株(54.8 株/m²)次之，晚期平均 18.8 株(44.8 株/m²)較少，由變方分析顯示繁殖方法效應不顯著，但時期的效應顯著，同樣顯示愈早培育的育苗母株所產生的商業等級種苗有愈多的趨勢(表 15)。

試驗結果顯示愈早培育的育苗母株在育苗期中有產生較多走莖數與種苗數的趨勢。雖然試驗中走莖數及繁殖的總苗數各時期的差異不顯著，但成活苗數及商業等級種苗數皆以早期培育的育苗母株產生較多，中期次之，晚期較少。而繁殖後成活的苗數，各繁殖方法比較顯示晚期培育者損失的苗數較多，誘植法為 5.1 株，扦插法為 8.1 株，也造成誘植法培育晚期者較中期者有較多的繁殖苗數，但最後成活苗數卻較中期者低。然而，誘植法早期培育者亦損失 7.5 株，顯示有其他的因素影響苗的存活。

李(2001)比較不同穴植管誘植時期對育苗數的影響，於五月一日前除去已生長走莖並在六月初開始育苗可生產的苗數為 100 株/m²，且苗株較其他處理者健壯，因而建議草莓育苗母株在五月份以前的走莖應予以摘除，六月份再開始育苗，而八月中旬後之幼苗因培育時間不足而不宜誘植。然而，李(2002)比較母株苗於不同海拔高度培育在平地的育苗表現，母株苗培育期為前一年十二月初至當年三月底，並隨後定植作育苗母株接苗至七月二十日，結果以培育於海拔 1000 m 的育苗母株產生 132.8 株較多，於海拔 1600 m 培育者 103.5 株次之，於海拔 33.5 m 培育

者產生 91.7 株較少。兩個試驗的穴植管誘植期並不相同，前者建議為五月前走莖除掉待六月再開始育苗至八月中，但後者於四月初即開始育苗至七月。本試驗的育苗操作比照前者，因此將每株母株產生的成活苗數轉換為每單位面積的育苗數，以早期培育者在扦插法為 86.0 株/m²，在誘植法為 90.7 株/m²，較接近李(2001)的試驗結果的 100 株/m²；但若每株母株的育苗數來與李(2002)的試驗結果進行比較，早期培育者在扦插法 36.1 株及在誘植法 38.1 株就遠低於後者至少每株產生 91.7 株以上的水準，最大的原因是因李(2002)的試驗育苗期開始的較早，因此能產生較多的育苗數。另外，由於試驗場地的空間限制，每株育苗母株分配到的育苗面積僅 0.42 m²，因此苗容易長得太密，而有走莖生長過多造成操作困難，以及病蟲害及澆水分配不足等問題，也影響種苗的生長環境以及品質。因此，穴植苗開始誘植的時期及時間長短，空間場地的限制，育苗的技術及當年的天氣條件是育苗過程中除了育苗母株品質外亦會影響育苗結果的變數。

(二)不同育苗母株來源培育種苗之品質

不同繁殖方法與時期之育苗母株所繁殖成活種苗的葉片數，在誘植法以早期及中期培育者 3.4 片較多，晚期培育者 3.0 片較少；在扦插法早期及中期培育者皆為 3.6 片，晚期培育者為 3.3 片，時期間差異不顯著，而變方分析顯示繁殖方法的效應為極顯著，顯示扦插法培育的育苗母株繁殖成活種苗之葉片數較多；時期的效應則不顯著，但以誘植法早期及中期培育者的成活種苗有較多的葉片數。不同繁殖方法與時期之育苗母株所繁殖成活種苗的根冠高度，以誘植法培育者為 24.8 至 26.0 mm，以扦插法培育者為 24.3 至 25.5 mm，變方分析的效應皆不顯著；而根冠直徑以誘植法培育者為 6.6 至 6.7 mm，以扦插法培育者為 6.6 至 6.9 mm，變方分析的效應同樣差異不顯著(表 16)。

不同繁殖方法與時期之育苗母株所繁殖商業等級種苗的葉片數，在誘植法以培育早期及中期培育者 3.7 片，晚期培育者 3.5 片，各時期差異不顯著；而扦插法早期及中期培育者皆為 3.9 片，晚期為 3.8 片，同樣各時期差異不顯著，而變方分析顯示繁殖方法的效應極顯著，顯示以扦插法培育之育苗母株繁殖達商業等級種苗的葉片數較多。不同繁殖方法與時期之育苗母株所繁殖商業等級種苗的根冠高度，在誘植法為 25.7 至 26.8 mm，在扦插法為 25.8 至 26.3 mm，變方分析的效應皆不顯著；根冠直徑誘植法培育者為 7.1 至 7.3 mm，扦插法培育者為 7.2 至 7.3 mm，

變方分析的效應同樣差異不顯著(表 17)。由成活及商業等級種苗的結果顯示，不同的繁殖方法的母株對種苗的葉片數以扦插法培育者產生的葉片數較多。

草莓種苗具有較大葉面積及葉片數與定植後的開花與結果呈正相關(Morrow and Darrow, 1939; Sproat et al., 1935)。在較溫暖的亞熱帶氣候環境所育的苗沒有經過低溫(Chilling)的作用，種苗移植時至少需具有四片葉才能達到較佳的產量(Albregts and Howard, 1985)；而種苗具有較大根冠直徑，較長的根長與高澱粉含量有助於提高產量(Pertuzé et al., 2006)。

過去研究中種苗的分級有使用株齡、葉面積(Sproat et al., 1935)、葉片數(Awang and Atherton, 1995)、葉柄長(Albregts, 1968)、植株的鮮重(Freeman and Pepin, 1971; Jahn and Dana, 1970b)，株高及株寬及根冠數目(Guttridge and Anderson, 1973)及根冠基部至中間小葉尖端的最長距離等(Crawford et al., 2000)。Crawford et al.(2000)以根冠基部至中間小葉尖端的最長距離作為‘Chanldler’草莓穴盤苗(Plug transplant)的分級指標，分為小(≤ 5.1 cm)、中(5.1~10.2 cm)及大(> 10.2 cm)，結果顯示各分級與總產量及果實大小無關，但較小的植株定植後的成活率較低。Freeman and Pepin (1971)以裸根苗鮮重為分級的試驗中有類似的結果，植株鮮重低於 5 g 的小苗定植後的成活率顯著低於 5~10 g 的中苗及高於 10 g 的大苗。

本試驗商業等級種苗訂為苗至少 3 片展開葉以上，且根冠直徑要大於具 3 片展開葉以上苗的族群之根冠平均值減去一個標準差(standard deviation)尚有討論的空間。國外的草莓裸根苗及冷藏苗系統是依據根冠的直徑進行分級，大於 15 mm 為 A⁺ 級，介於 12 至 15 mm 為 A 級，而小於 12 mm 的為 B 級，且商業生產用的冷藏苗的大小至少需為 A 級以上，而 B 級主要是作為育苗母株用(Lieten, 2002)。Hochmuth 等人 (2006)將草莓穴盤苗依根冠直徑分為大(10 mm)、中(8 mm)及小(6 mm)後定植作冬季生產，第一季顯示大苗及中苗有較佳的產量，而第二季僅大苗有較佳的產量，顯示理想的穴盤苗大小根冠直徑至少應達 8 mm 以上。朱(2007)建議理想的草莓苗為根冠直徑為 1 cm 以上、苗重 20 至 30 公克且已花芽分化完成。若以此標準衡量本試驗所育的苗，大部分苗的根冠直徑皆未達 1 cm 以上，有可能與育苗的場地限制、天氣炎熱及苗株的營養管理不良所造成。然而，由於穴植管苗的植株具有完整的根系，也許根冠直徑的標準可以放寬，不一定需要 1 cm 以上。

(三)母株苗定植前特徵與育成種苗數之迴歸分析

表 18 為將定植前母株苗的各項特徵與總繁殖苗數、成活苗數及商業等級苗數作單迴歸分析。總繁殖苗數以母株苗的自然株高(H)的 $R^2=0.111$ ， $P=0.021$ 最具代表性，其餘的因子則差異不顯著。成活苗數同樣以母株苗的自然株高(H)的 $R^2=0.139$ ， $P=0.009$ 最具代表性，其次為第四片葉的葉柄長(P4) $R^2=0.114$ ， $P=0.019$ ，其餘的因子則差異不顯著。商業等級的苗數仍以母株苗的自然株高(H)的 $R^2=0.172$ ， $P=0.003$ 最具代表性，其餘的因子皆差異不顯著。試驗結果顯示母株苗定植前的自然株高及第四片葉的葉柄長度，可能為預測母株苗定植後繁殖苗數的重要因子。表 19 及 20 為母株苗定植前各項特徵與繁殖苗數、成活苗數及商業等級苗數作正向逐步迴歸分析的結果及方程式，顯示自然株高及第四片葉的葉柄長度為預測的重要因子。

使用穴植管以誘植法培育的母株苗有愈早期自然株高越高的趨勢(表 4)，和早期及中期產生較多種苗的趨勢相同(表 15);但使用 3 吋軟鉢以扦插法培育者就不具這樣的趨勢，以晚期培育者較高、其次是早期者、最後是中期者(表 4)。母株苗在定植前若先經過植株大小的分級，使母株苗間存在差異，或許育苗試驗的結果才能與母株苗定植前的狀況呈現較良好的迴歸關係。

第五章、結論

綜合以上結果顯示，不論使用誘植法或扦插法繁殖母株苗作次年度的育苗母株，以早期(九月至十月中)培育者在次年的育苗期有產生較多的走莖數及種苗數的潛力，且較中期(十月中至十二月)及後期(十二月至次年一月)培育者顯著提升成活苗的數目及商業等級種苗數，因此建議母株苗的培育時期應予以提早。然而，由於本試驗的定植期是在八月初，九月初才開始繁殖母株苗，因此實際在栽培上應用時，早期應視為定植後一個月至兩個半月(若九月底定植，早期即為十月底至十二月中)，因此以現行農民十一月底培育母株苗的操作是可行的，而若能再將時間提早可能會有更好的育苗表現。培育的方式雖不會影響母株苗定植後作育苗母株的表現，但會影響到當季栽培植株的開花與生產，因此建議以扦插法培育母株苗，不僅對栽培植株開花及生產的負面影響較誘植法少，且相對能提供較多的走莖苗供繁殖用，唯在氣溫較高時需要提高噴霧及澆水的頻度以提高扦插母株苗的成活率。



表 1. 名詞使用對照

Table 1. Corresponding term in the thesis.

General term	Corresponding term in the thesis	Definition
本圃苗	栽培植株 Cultivated plants	九月底後已定植在田裡之植株，目的為生產果實 Plants planted at end of Sep. for fruit production
親株苗、鉢苗	母株苗 Stock plantlets	在栽培期九月至次年三月間，由田間植株長出之 走莖苗盛接而來，預備作次年繁殖苗用的植株 Plants propagated from the field during Sep. to next Mar. as next year stock plants
親株	育苗母株 Stock plants	於三、四月定植作育苗用的植株 Plants planted at Mar. through Apr. for nursery
種苗	種苗、走莖苗 Runner plants	於育苗期四月至八月由育苗用的植株所繁殖之 走莖苗， Runner plants propagated from nursery from Apr. through Aug.

表 2. '桃園三號'草莓栽培植株以誘植法與扦插法各時期繁殖及成活之母株苗數及成活率

Table 2. 'Tayouan No.3' strawberry stock plantlets propagated and survival per plant and survival rate of three propagation seasons with layering and cutting method.

Propagation		Stock plantlets per plant		
Method	Season	Propagated	Survival	Survival rate
Layering	Early ^z	1.03	0.93	90% ^y (10) ^x
	Mid-term	0.73	0.70	92% (9)
	Late	0.30	0.30	100% (6)
Cutting	Early	1.30	0.45	53% (10)
	Mid-term	1.80	1.25	74% (10)
	Late	0.85	0.70	91% (9)
LSD _{α=0.05}		0.49	0.44	21%
SIGNIFICANCE ^w				
Method		** ^v	ns	**
Season (Method)		**	**	**

^z Early : Sep. to mid-Oct. 2007

Mid-term : mid-Oct. to Nov. 2007

Late : Dec. 2007 to Jan. 2008

^y Original data transformed by Bliss angular transformation

^x Replication number

^w ANOVA as nest design

^v ns and ** indicate non significant and significant at P< 0.01

表 3. 誘植法與扦插法下各時期‘桃園三號’草莓成活之母株苗數及除去的花序數及重量

Table 3. Survival ‘Tayouan No.3’ strawberry stock plantlets, no. and weight of inflorescence removed of three propagation seasons with layering and cutting method.

Propagation		Total survival stock plantlets	Inflorescence	
Method	Season		No. removed	Weight (g)
Layering	Early ^z	37	3.6 ± 0.26 ^y	2.1 ± 0.11 ^y
	Mid-term	28	3.6 ± 0.23	2.4 ± 0.14
	Late	12	1.6 ± 0.20	2.6 ± 0.21
Cutting	Early	18	3.8 ± 0.19	2.7 ± 0.21
	Mid-term	50	2.9 ± 0.17	2.6 ± 0.13
	Late	28	1.0 ± 0.15	2.5 ± 0.33

^z Early : Sep. to mid-Oct. 2007

Mid-term : mid-Oct. to Nov. 2007

Late : Dec. 2007 to Jan. 2008

^y Value displayed as mean ± standard error

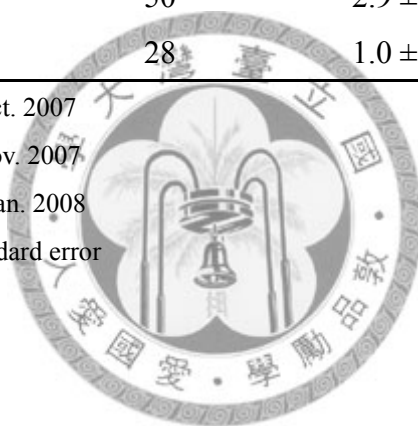


表 4. 誘植法與扦插法各時期所培育‘桃園三號’草莓母株苗之自然株高、葉片數、根冠數、根冠高度、培育前與後之根冠直徑、每週平均根冠直徑增加速率

Table 4. ‘Tayouan No.3’ strawberry stock plantlets natural height, no. of leaves, no. of crowns, crown height, crown diameter before and after propagation, crown diameter increase per week of three propagation seasons with layering and cutting method.

Propagation		Natural height (cm)	Leaves no.	Crowns no.	Crown height (mm)	Crown diameter			Inflorescences removed no.
Method	Season					Before propagated (mm)	Final (mm)	Increase per week (mm/wk)	
Layering	Early ^z	12.12	9.0	1.3	37.2	4.5	13.7	0.3	3.7
	Mid-term	11.63	10.8	1.1	38.2	5.2	14.7	0.4	4.0
	Late	10.70	8.4	1.6	34.1	5.6	15.0	0.8	1.3
Cutting	Early	14.47	8.9	1.3	32.9	4.7	17.2	0.4	3.5
	Mid-term	13.61	10.0	1.5	30.3	6.5	14.5	0.4	3.1
	Late	14.53	8.5	1.5	31.2	6.6	12.2	0.5	1.9
	LSD _{α=0.05}	1.49	1.7	0.5	4.1	1.3	2.4	0.1	1.1
SIGNIFICANCE ^y									
Method		**	ns	ns	**	*	ns	ns	ns
Season(Method)		ns ^x	*	ns	ns	**	**	**	**

^z Early : Sep. to mid-Oct. 2007

Mid-term : mid-Oct. to Nov. 2007

Late : Dec. 2007 to Jan. 2008

^y ANOVA as nest design

^x ns, *, and ** indicate not significant and significant at P<0.05, 0.01, respectively

表 5. ‘桃園三號’草莓母株苗第四及第五片葉之中間小葉長、中間小葉寬、中間小葉長寬之乘積及葉片寬度與葉面積之迴歸關係

Table 5. Leaf area regression analysis of terminal leaflet length, terminal leaflet width, terminal leaflet length multiplied by terminal leaflet width, width of the leaf of the 4th and 5th of ‘Tayouan No.3’ strawberry stock plantlets.

Regression with leaf area	R ²
TL :Terminal leaflet length	0.602**z
TW :Terminal leaflet width	0.596**
TLW :Terminal leaflet length × Terminal leaflet width	0.607**
W :Width of the leaf	0.660**

z** indicate significant at P<0.01

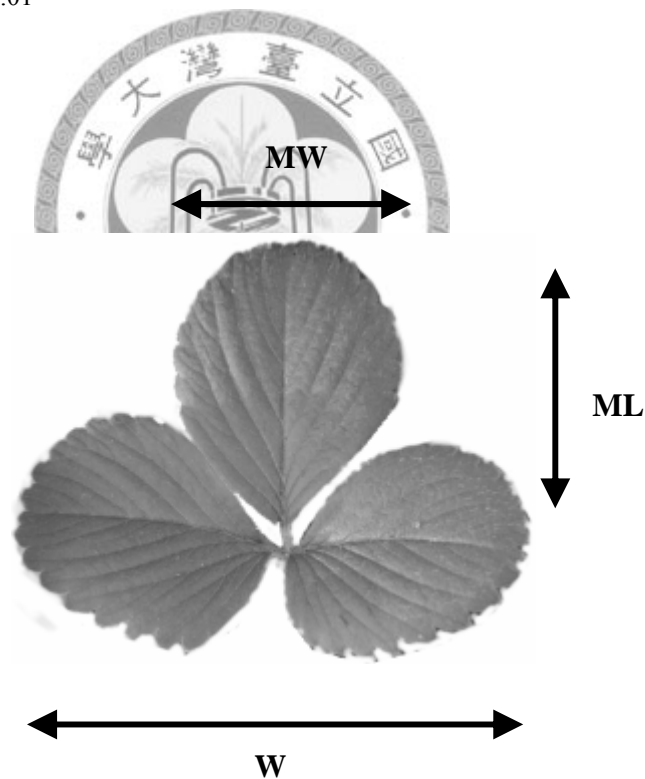


表 6 ‘桃園三號’草莓母株苗第四及第五片葉之中間小葉長、中間小葉寬、中間小葉長寬之乘積及葉片寬度與葉面積正向逐步迴歸之結果與方程式

Table 6. Forward stepwise regression analysis of terminal leaflet length, terminal leaflet width, terminal leaflet length multiplied by terminal leaflet width , width of the leaf of the 4th and 5th expanded leaves of ‘Tayouan No.3’ strawberry stock plantlets

Forward Stepwise regression with leaf area			
Variable	Partial R ²	Model R ²	P value
W	0.660	0.660	<0.001
TL	0.037	0.697	0.003

Formula : $LA = -28.44 + 0.636 W + 0.462 TL$

W : leaf width TL: terminal leaflet length



表 7. 誘植法與扦插法各時期所培育‘桃園三號’草莓母株苗，其第四片及第五片葉之中間小葉長、中間小葉寬、葉片寬度及估算的葉面積

Table 7. ‘Tayouan No.3’ strawberry stock plantlets petiole length, terminal leaflet length, terminal leaflet width, leaf width and predicted leaf area of the 4th and 5th expanded leaves of three propagation seasons with layering and cutting method.

Propagation		4 th expanded leaf					5 th expanded leaf				
Method	Season	Terminal leaflet length	Petiole length	Leaf width	Predicted leaf area ^y	Terminal leaflet length	Petiole length	Leaf width	Predicted leaf area		
		(mm)	(mm)	(mm)	(cm ²)	(mm)	(mm)	(mm)	(cm ²)		
Layering	Early ^z	50.8	46.6	71.0	93.1	50.8	50.3	47.4	98.5	93.2	54.1
	Mid-term	54.9	51.2	88.7	94.3	54.9	55.1	51.1	96.3	98.8	59.9
	Late	50.5	51.4	62.1	87.2	50.5	53.7	53.1	64.9	98.2	58.9
Cutting	Early	54.6	52.8	88.5	97.7	54.6	63.9	59.5	91.2	97.3	63.0
	Mid-term	55.1	47.8	77.5	82.9	55.1	60.8	55.2	84.3	91.7	58.0
	Late	49.4	45.9	77.6	82.9	49.4	41.9	38.9	68.6	82.2	43.2
	LSD _{α=0.05}	8.3	8.1	20.4	14.4	11.5	7.7	7.0	20.8	20.3	14.0
SIGNIFICANCE ^x											
Method		ns ^w	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Season(Method)		ns	ns	ns	ns	ns	**	**	**	ns	ns

^z Early : Sep. to mid-Oct. 2007

Mid-term : mid-Oct. to Nov. 2007

Late : Dec. 2007 to Jan. 2008

^y Predicted formula Leaf area (cm²) = -28.44 + 0.636W + 0.462TL

TL: terminal leaflet length W : leaf width

^x ANOVA as nest design

^w ns and ** indicate non significant and significant at P < 0.01, respectively

表 8. ‘桃園三號’草莓母株苗各特徵成分之迴歸分析

Table 8. Characters of ‘Tayouan No.3’ strawberry stock plantlets in the regression analysis.

Character	Definition
Rd	Runner diameter of stock plantlets before propagated
eCd	Early crown diameter before propagated
H	Plant natural height
Ch	Crown height
Cd	Crown diameter
Cn	Crown no.
Ln	No. of leaves
P4	Petiole of the 4th expanded leaf
W4	Width of the 4th expanded leaf
TL4	Terminal leaflet length of the 4th expanded leaf
TW4	Terminal leaflet width of the 4th expanded leaf
LA4	Leaf area of the 4th expanded leaf
P5	Petiole of the 5th expanded leaf
W5	Width of the 5th expanded leaf
TL5	Terminal leaflet length of the 5th expanded leaf
TW5	Terminal leaflet width of the 5th expanded leaf
LA5	Leaf area of the 5th expanded leaf

表 9. '桃園三號'草莓母株苗各特徵成分與植株各部位鮮重、乾重之單迴歸分析結果
 Table 9. Regression analysis of 'Tayouan No.3' strawberry stock plantlets characters
 with fresh and dry weight.

Plant Characters	Regression R ² with significances							
	Leaves weight		Crowns weight		Roots weight		Total weight	
	fresh	dry	fresh	dry	fresh	dry	fresh	Dry
Rd ^y	0.005	0.003	0.007	0.004	0.01	0.059	0.000	0.022
eCd	0.000	0.010	0.004	0.037	0.003	0.042	0.001	0.029
H	0.044	0.005	0.005	0.000	0.092	0.102*	0.001	0.011
Ch	0.067	0.292**	0.071	0.287**	0.446**	0.606**	0.249**	0.517**
Cd	0.071	0.112*	0.140*	0.120*	0.062	0.129*	0.123*	0.154*
Cn	0.122 ^z	0.095	0.127*	0.099*	0.042	0.003	0.147*	0.055
Ln	0.229**	0.304**	0.103*	0.237**	0.221**	0.117*	0.329**	0.272**
P4	0.126*	0.024	0.039	0.001	0.017	0.070	0.048	0.001
W4	0.238**	0.088	0.014	0.000	0.013	0.020	0.090	0.011
TL4	0.238**	0.106*	0.063	0.013	0.003	0.007	0.121*	0.025
TW4	0.286**	0.117*	0.041	0.003	0.008	0.027	0.127*	0.015
LA4	0.179*	0.075	0.010	0.000	0.014	0.014	0.064	0.010
P5	0.025	0.000	0.013	0.004	0.022	0.029	0.001	0.008
W5	0.318**	0.143*	0.018	0.029	0.017	0.008	0.206**	0.075
TL5	0.261**	0.062	0.001	0.001	0.006	0.005	0.099	0.011
TW5	0.376**	0.186**	0.007	0.005	0.005	0.001	0.204**	0.070
LA5	0.352**	0.110*	0.050	0.016	0.001	0.003	0.200**	0.032

^z* and ** indicate significant at P<0.05 and 0.01, respectively

- | | |
|--|---|
| ^y Rd :Runner diameter before propagated | P4 :Petiole of the 4th expanded leaf |
| eCd :Early crown diameter before propagated | W4 :Width of the 4th expanded leaf |
| H :Plant natural height | TL4 :Terminal leaflet length of the 4th expanded leaf |
| Ch :Crown height | TW4 : Terminal leaflet width of the 4th expanded leaf |
| Cd :Crown diameter | LA4 :Leaf area of the 4th expanded leaf |
| Cn :Crown no. | P5 :Petiole of the 5th expanded leaf |
| Ln :No. of leaves | W5 :Width of the 5th expanded leaf |
| | TL5 :Terminal leaflet length of the 5th expanded leaf |
| | TW5 :Terminal leaflet width of the 5th expanded leaf |
| | LA5 :Leaf area of the 5th expanded leaf |

表 10. ‘桃園三號’草莓母株苗各特徵成分對植株各部位鮮重之正向逐步迴歸分析結果

Table 10. Forward stepwise regression analysis of ‘Tayouan No.3’ strawberry stock plantlets plant characters with fresh weight.

Variable	Fresh weight							
	Leaves		Crowns		Roots		Total	
	Character	Model R ²	Character	Model R ²	Character	Model R ²	Character	Model R ²
1st	TW4 ^z	0.286	Cd	0.140	Ch	0.446	Ln	0.329
2nd	Ln	0.516	Cn	0.277	Ln	0.625	Ch	0.539
3rd	Ch	0.561	P5	0.328	H	0.716	LA5	0.650
4th	LA5	0.633	LA5	0.368	TL5	0.743	P5	0.702
5th	P5	0.656			LA5	0.766	P4	0.769
6th					P5	0.785	eCd	0.784
7th					eCd	0.800		

^zLn :No. of leaves

Ch :Crown height

Cd :Crown diameter

H :Plant natural height

eCd :Early crown diameter before propagated

TW4 : Terminal leaflet width of the 4th expanded leaf

TL4 : Terminal leaflet length of the 4th expanded leaf

W4 : Width of the 4th expanded leaf

P4 : Petiole of the 4th expanded leaf

TL5 : Terminal leaflet length of the 5th expanded leaf

P5 : Petiole of the 5th expanded leaf

LA5 : Leaf area of the 5th expanded leaf

表 11. ‘桃園三號’草莓母株苗各特徵成分對植株各部位乾重之正向逐步迴歸分析結果

Table 11. Forward stepwise regression analysis of ‘Tayouan No.3’ strawberry stock plantlets plant characters with dry weight.

Variable	Dry weight							
	Leaves		Crowns		Roots		Total	
	Character	Model R ²	Character	Model R ²	Character	Model R ²	Character	Model R ²
1st	Ln ^z	0.304	Ch	0.287	Ch	0.606	Ch	0.517
2nd	Ch	0.556	Ln	0.489	H	0.702	Ln	0.739
3rd	W4	0.668	Cd	0.521	Ln	0.787	TL4	0.768
4th	P5	0.690	TW5	0.562	Cd	0.804	H	0.790
5th	LA5	0.709	LA5	0.627	TL5	0.828	P5	0.805
6th					TW4	0.841		
7th					TL4	0.863		
8th					LA5	0.884		
9th					P4	0.896		
10th					Cn	0.905		
11th					eCd	0.918		

^zLn : No. of leaves

Ch : Crown height

Cd : Crown diameter

H : Plant natural height

eCd : Early crown diameter before propagated

TW4 : Terminal leaflet width of the 4th expanded leaf

TL4 : Terminal leaflet length of the 4th expanded leaf

W4 : Width of the 4th expanded leaf

P4 : Petiole of the 4th expanded leaf

TL5 : Terminal leaflet length of the 5th expanded leaf

P5 : Petiole of the 5th expanded leaf

LA5 : Leaf area of the 5th expanded leaf

表 12. ‘桃園三號’草莓母株苗各特徵成分與植株各部位鮮重、乾重之正向逐步迴歸方程式。

Table 12. Weight predicted formula of ‘Tayouan No.3’ strawberry stock plantlets characters according to forward stepwise regression analysis.

Plant Parts	Weight predicted formula
Fresh weight	
Leaves	$LFW = -9.632 + 0.218TW4 + 1.198Ln + 0.218Ch + 0.104LA5 - 0.049 P5$
Crowns	$CFW = 0.187 + 0.198Cd + 1.409Cn - 0.028P5 + 0.017LA5$
Roots	$RFW = 1.262 + 0.442Ch + 0.788Ln - 0.071H - 0.071TL5 + 0.052LA5 - 0.025P5 + 0.345eCd$
Total	$TFW = -23.225 + 2.073Ln + 0.883Ch + 0.156 LA5 - 0.134 P5 + 0.130P4 + 0.806eCd$
Dry weight	
Leaves	$LDW = -4.294 + 0.389Ln + 0.123Ch + 0.024W4 - 0.015P5 + 0.011LA5$
Crowns	$CDW = -0.801 + 0.023Ch + 0.079Ln + 0.031Cd - 0.016TW5 + 0.006LA5$
Roots	$RDW = -3.627 + 0.172Ch - 0.014H + 0.210Ln + 0.124Cd - 0.027TL5 - 0.095TW4 + 0.048TL4 + 0.021LA5 + 0.018P4 - 0.572Cn + 0.104eCd$
Total	$TDW = -5.460 + 0.290Ch + 0.669 Ln + 0.052TL4 - 0.024H - 0.016P5$
2Ln	: No. of leaves
Ch	: Crown height
Cd	: Crown diameter
H	: Plant natural height
eCd	: Early crown diameter before propagated
LFW, LDW	: Leaves fresh/dry weight
CFW, CDW	: Crowns fresh/dry weight
RFW, RDW	: Roots fresh/dry weight
TFW, TDW	: Total fresh/dry weight
TW4	: Terminal leaflet width of the 4 th expanded leaf
TL4	: Terminal leaflet length of the 4 th expanded leaf
W4	: Width of the 4 th expanded leaf
P4	: Petiole of the 4 th expanded leaf
TL5	: Terminal leaflet length of the 5 th expanded leaf
P5	: Petiole of the 5 th expanded leaf
LA5	: Leaf area of the 5 th expanded leaf

表 13. 誘植法與扦插法各時期所培育‘桃園三號’草莓母株苗估算之葉鮮乾重、根冠鮮乾重、根鮮乾重及全株鮮乾重

Table 13. Predicted fresh and dry weight of leaves, crowns, roots and total of three propagation seasons with layering and cutting method.

Propagation		Predicted fresh weight (g)				Predicted dry weight (g)			
Method	Season	Leaves	Crowns	Roots	Total	Leaves	Crowns	Roots	Total
Layering	Early ^z	20.2	2.9	14.6	36.5	5.2	0.8	3.6	9.5
	Mid-term	24.2	3.1	17.0	45.0	6.1	0.9	4.5	11.3
	Late	22.0	4.7	15.0	37.5	5.0	0.6	2.5	9.1
Cutting	Early	21.8	3.9	10.6	37.2	4.9	0.6	2.7	7.9
	Mid-term	21.3	3.8	11.7	37.4	4.7	0.6	2.6	8.3
	Late	18.5	3.6	11.3	35.0	4.3	0.6	2.1	7.3
	LSD _{α=0.05}	3.2	1.0	2.4	6.1	0.9	0.2	1.0	1.5
SIGNIFICANCE ^y									
Method		ns ^x	ns	**	ns	**	**	**	ns
Season(Method)		*	**	ns	ns	ns	*	**	**

^z Early : Sep. to mid-Oct. 2007

Mid-term : mid-Oct. to Nov. 2007

Late : Dec. 2007 to Jan. 2008

^y ANOVA as nest design

^x ns, *, and ** indicate non significant and significant at P<0.05 and 0.01, respectively

表 14. 以誘植法及扦插法培育母株苗對草莓植株各月份花序上小花數之影響
 Table 14. The effect of strawberry stock plantlets propagation method (layering and cutting) on no. of small flowers of inflorescences per cultivated plant in 'Tayouan No.3' strawberries.

Propagation method	Small flowers no. category	Percentage (%) of inflorescences no.					Total
		Month					
		Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	
Layering	<3	17	6	5	0	1	3
	4~7	17	37	20	24	49	37
	8~15	33	55	70	70	49	57
	>15	33	2	5	5	2	4
<u>No. of inflorescences per plant</u>		0.15	1.61	1.10	0.93	2.68	6.46
Cutting	<3	0	2	2	0	0	1
	4~7	23	24	24	21	40	31
	8~15	77	67	65	72	57	63
	>15	0	7	9	7	3	5
<u>No. of inflorescences per plant</u>		0.13	2.28	1.15	0.73	3.18	7.46

表 15. 誘植法及扦插法各時期之'桃園三號'草莓育苗母株之走莖數、總繁殖苗數、成活種苗數及達商業等級之種苗

Table 15. Runners, runner plants of propagated, survival and commercial standard generated by stock plant propagated with layering and cutting method at early, mid-term, and late season in 'Tayouan No.3' strawberry.

Stock plant sources		Runner plants						
Method	Season	Runners	Propagated		Survival		Commercial Standard ^y	
			per stock plant	per m ² ^x	per stock plant	per m ²	per stock plant	per m ²
Layering	Early ^z	15.9	43.6	103.8	36.1	86.0	25.5	60.7
	Mid-term	15.4	31.1	74.0	27.3	65.0	19.3	46.0
	Late	12.1	33.9	80.7	25.8	61.4	14.0	33.3
Cutting	Early	13.3	40.3	96.0	38.1	90.7	27.0	64.3
	Mid-term	13.3	34.8	82.9	32.3	76.9	23.0	54.8
	Late	11.1	32.5	77.4	27.4	65.2	18.8	44.8
	LSD _{α=0.05}	4.7	10.4	24.8	6.3	15.0	7.2	17.2
SIGNIFICANCE ^w								
Method		ns ^v	ns		ns		ns	
Season (Method)		ns	ns		**		*	

^z Stock plantlets propagated from

Early : Sep. to mid-Oct. 2007

Mid-term : mid-Oct. to Nov. 2007

Late : Dec. 2007 to Jan. 2008

^y Runner plants more than three expanded leaves with crown size no less than 5.55 cm (mean – standard deviation of total plants crown diameter with more than 3 leaves)

^x Nursery area per stock plant was 0.42 m²

^w ANOVA as nest design

^v ns, * and ** indicate non significant and significant at P<0.05 and 0.01, respectively.

表 16. 誘植法及扦插法各時期之'桃園三號'草莓育苗母株育成種苗葉片數、根冠高度與根冠直徑

Table 16. Leaves, crown height and crown diameter of survival runner plants generated by stock plant propagated with layering and cutting method at early, mid-term, and late season in 'Tayouan No.3' strawberry.

Stock plant sources		Survival runner plants		
Method	Season	Leaves	Crown height (mm)	Crown diameter (mm)
Layering	Early ^z	3.4 ^y	26.0 ^y	6.7 ^y
	Mid-term	3.4	24.8	6.6
	Late	3.0	25.7	6.6
Cutting	Early	3.6	25.5	6.9
	Mid-term	3.6	24.3	6.6
	Late	3.3	24.9	6.7
	LSD _{α=0.05}	0.35	1.8	0.4
SIGNIFICANCE ^x				
Method		** ^w	ns	ns
Season (Method)		ns	ns	ns

^z Stock plantlets propagated from

Early : Sep. to mid-Oct. 2007

Mid-term : mid-Oct. to Nov. 2007

Late : Dec. 2007 to Jan. 2008

^y Mean value of survival runner plants of each replication was compared

^x ANOVA as nest design

^w ns and ** indicate non significant and significant at P< 0.01

表 17. 誘植法及扦插法各時期之‘桃園三號’草莓育苗母株商業等級種苗葉片數、根冠高度與根冠直徑

Table 17. Leaves, crown height and crown diameter of commercial standard runner plants generated by stock plant propagated with layering and cutting method at early, mid-term, and late season in ‘Tayouan No.3’ strawberry.

Stock plant sources		Commercial standard runner plants ^y		
Method	Season	Leaves	Crown height (mm)	Crown diameter (mm)
Layering	Early ^z	3.7 ^x	26.8 ^x	7.3 ^x
	Mid-term	3.7	25.7	7.1
	Late	3.5	26.0	7.1
Cutting	Early	3.9	26.3	7.3
	Mid-term	3.9	25.8	7.2
	Late	3.8	25.9	7.2
LSD _{α=0.05}		0.25	1.8	0.5
SIGNIFICANCE ^w				
Method		** ^v	ns	ns
Season (Method)		ns	ns	ns

^z Stock plantlets propagated from

Early : Sep. to mid-Oct. 2007

Mid-term : mid-Oct. to Nov. 2007

Late : Dec. 2007 to Jan. 2008

^y Runner plants more than three expanded leaves with crown size no less than 5.55 cm (mean – standard deviation of total plants crown diameter with more than 3 leaves)

^x Mean value of commercial standard runner plants of each replication was compared

^w ANOVA as nest design

^v ns and ** indicate non significant and significant at P< 0.01

表 18. ‘桃園三號’草莓母株苗各特徵成分與總繁殖苗數、成活苗數及商業等級苗數之單迴歸分析結果

Table 18. Regression analysis of ‘Tayouan No.3’ strawberry stock plantlets characters with runner plants of propagated, survival and commercial standard.

Plant Characters	Total propagated		Runner plants Survival		Commercial standard ^z	
	R ²	P Value	R ²	P Value	R ²	P Value
Rd ^y	0.012	0.454	0.003	0.695	0.012	0.464
eCd	0.011	0.488	0.001	0.825	0.007	0.587
H	0.111	0.021	0.139	0.009	0.172	0.003
Ch1	0.001	0.825	0.001	0.884	0.000	0.996
Cd	0.025	0.283	0.034	0.211	0.027	0.263
Cn	0.002	0.773	0.010	0.498	0.005	0.650
Ln	0.002	0.751	0.024	0.290	0.043	0.158
P4	0.069	0.071	0.114	0.019	0.062	0.088
TL4	0.075	0.060	0.077	0.057	0.056	0.107
TW4	0.000	0.897	0.001	0.859	0.013	0.441
W4	0.001	0.850	0.000	0.906	0.002	0.748
LA4	0.013	0.449	0.011	0.481	0.002	0.796
P5	0.023	0.307	0.038	0.182	0.032	0.227
TL5	0.020	0.340	0.031	0.231	0.025	0.285
TW5	0.005	0.634	0.007	0.577	0.000	0.903
W5	0.057	0.101	0.061	0.090	0.004	0.670
LA5	0.026	0.274	0.025	0.289	0.000	0.981
LFW	0.012	0.460	0.003	0.710	0.000	0.940
LDW	0.003	0.715	0.000	0.949	0.004	0.657
CFW	0.030	0.239	0.031	0.233	0.020	0.336
CDW	0.024	0.294	0.009	0.527	0.003	0.697
RFW	0.053	0.116	0.048	0.137	0.023	0.309
RDW	0.000	0.934	0.000	0.932	0.011	0.482
TFW	0.000	0.966	0.006	0.612	0.023	0.308
TDW	0.002	0.745	0.000	0.945	0.002	0.778

^z Runner plants more than three expanded leaves with crown size no less than 5.55 cm (mean – standard deviation of total plants crown diameter with more than 3 leaves)

^y Rd : Runner diameter before propagated P4 : Petiole of the 4th expanded leaf
eCd : Early crown diameter before propagated W4 : Width of the 4th expanded leaf
H : Plant natural height TL4 : Terminal leaflet length of the 4th expanded leaf
Ch : Crown height TW4 : Terminal leaflet width of the 4th expanded leaf
Cd : Crown diameter LA4 : Leaf area of the 4th expanded leaf
Cn : Crown no. P5 : Petiole of the 5th expanded leaf
Ln : No. of leaves W5 : Width of the 5th expanded leaf
LFW, LDW : Leaves fresh/dry weight TL5 : Terminal leaflet length of the 5th expanded leaf
CFW, CDW : Crowns fresh/dry weight TW5 : Terminal leaflet width of the 5th expanded leaf
RFW, RDW : Roots fresh/dry weight LA5 : Leaf area of the 5th expanded leaf
TFW, TDW : Total fresh/dry weight

表 19. ‘桃園三號’草莓母株苗各特徵成分與總繁殖苗數、成活苗數及商業等級苗數之正向逐步迴歸分析結果

Table 19. Forward stepwise regression analysis of ‘Tayouan No.3’ strawberry stock plantlets plant characters with fresh weight.

Variable	Runner plants					
	Propagated		Survival		Commercial standard ^z	
	Character	Model R ²	Character	Model R ²	Character	Model R ²
1st	H ^y	0.135	H	0.139	H	0.172
2nd	P4	0.195	P4	0.198	Ln	0.235

^z Runner plants more than three expanded leaves with crown size no less than 5.55 cm (mean – standard deviation of total plants crown diameter with more than 3 leaves)

^y Ln : No. of leaves.

H : Plant natural height

P4 : Petiole of the 4th expanded leaf



表 20. ‘桃園三號’草莓母株苗各特徵成分與總繁殖苗數、成活苗數及商業等級苗數之正向逐步迴歸方程式。

Table 20. Weight predicted formula of ‘Tayouan No.3’ strawberry stock plantlets characters according to forward stepwise regression analysis

Runner plants category	Runner plants predicted model
Propagated	$RPP^y = -9.533 + 0.198H + 0.163P4$
Survival	$RPS = -10.125 + 0.203H + 0.162P4$
Commercial standard	$RPC = -21.43 + 0.220H + 1.411Ln$

^zRunner plants more than three expanded leaves with crown size no less than 5.55 cm (mean – standard deviation of total plants crown diameter with more than 3 leaves)

^yRPP : Runner plants propagated

RPS : Survival runner plants

RPC : Commercial standard runner plants

Ln : No. of leaves.

H : Plant natural height

P4 : Petiole of the 4th expanded leaf

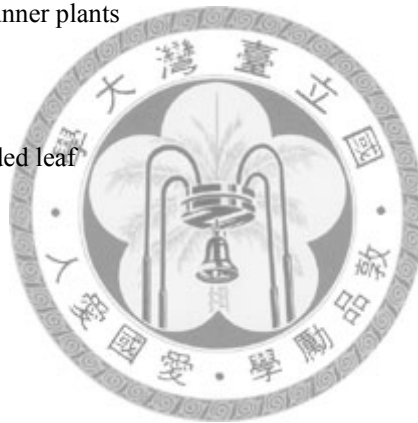




圖 1. 母株苗的培育方法

(A) 誘植法 (B) 扦插法

Fig. 1. Stock plantlets propagated by (A) layering method (B) cutting method.



圖 2. 栽培植株的管理與母株苗的生長情形

(A) 栽培植株於九月中生長情形

(B) 試驗中的自動噴水系統啟動

(C) 十一月初栽培植株與扦插之母株苗(中間箭號)生長情形

(D) 十一月初栽培植株與誘植之母株苗生長的情形

Fig. 2. Growth of cultivated plants and stock plantlets

(A) Growth of cultivated plants at mid Sep.

(B) Automatic watering system running

(C) Growth of cultivated plants and stock plantlets from cutting (in the middle of picture) at early Nov.

(D) Growth of cultivated plants and stock plantlets from layering at early Nov.

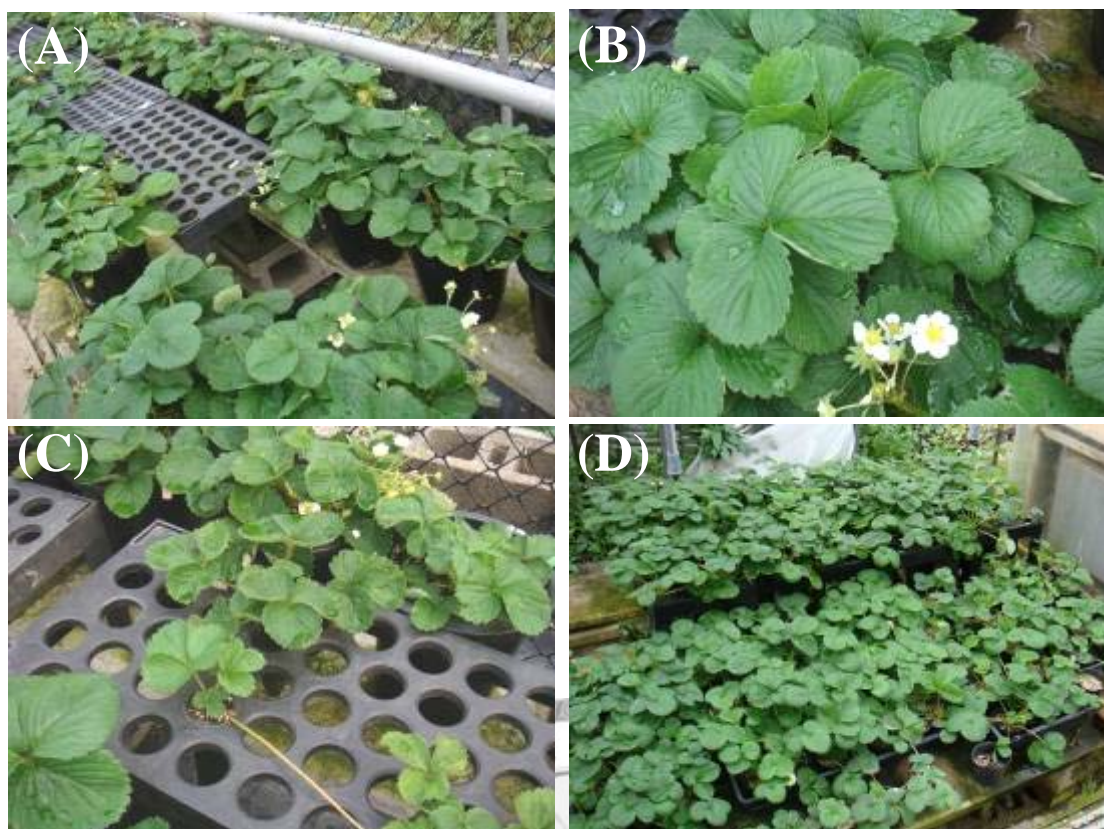


圖 3. 栽培植株開花與母株苗的集中管理生長情形

(A) 栽培植株於一月初的開花情形

(B) 栽培植株抽出的花序

(C) 栽培植株一月初開花時仍有誘植之母株苗正在進行繁殖

(D) 已切離之母株苗一月初集中管理的情形

Fig. 3. Flowering of cultivated plants and management of stock plantlets

(A) Flowering of cultivated plants at early Jan.

(B) Inflorescence of cultivated plants

(C) Propagation of stock plantlets from layering when the cultivated plants was flowering at early Jan.

(D) Management of stock plantlets at early Jan.



圖 4. 育苗母株定植後留走莖及育苗操作

(A) 育苗母株於五月初開始留走莖情形

(B) 育苗母株走莖的生長

(C) 育苗母株於六月底的生長情形

(D) 新繁殖的種苗在床架上生長

Fig. 4. Stock plants runner growth and nursery after planted

(A) Runner growth of stock plants at early May.

(B) Runner growth of stock plants

(C) Growth of stock plants at late Jun.

(D) Growth of runner plants on the bed at late Jun.

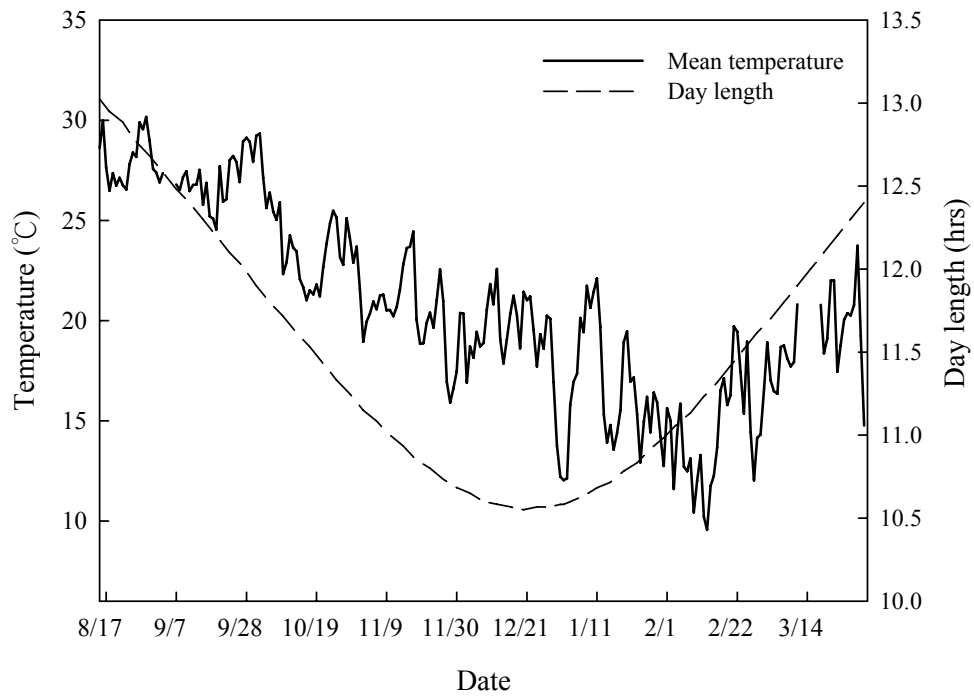


圖 5. 母株苗培育期間的日長與日平均溫變化

Fig. 5. Day length and daily mean temperature of stock plantlets propagating time.



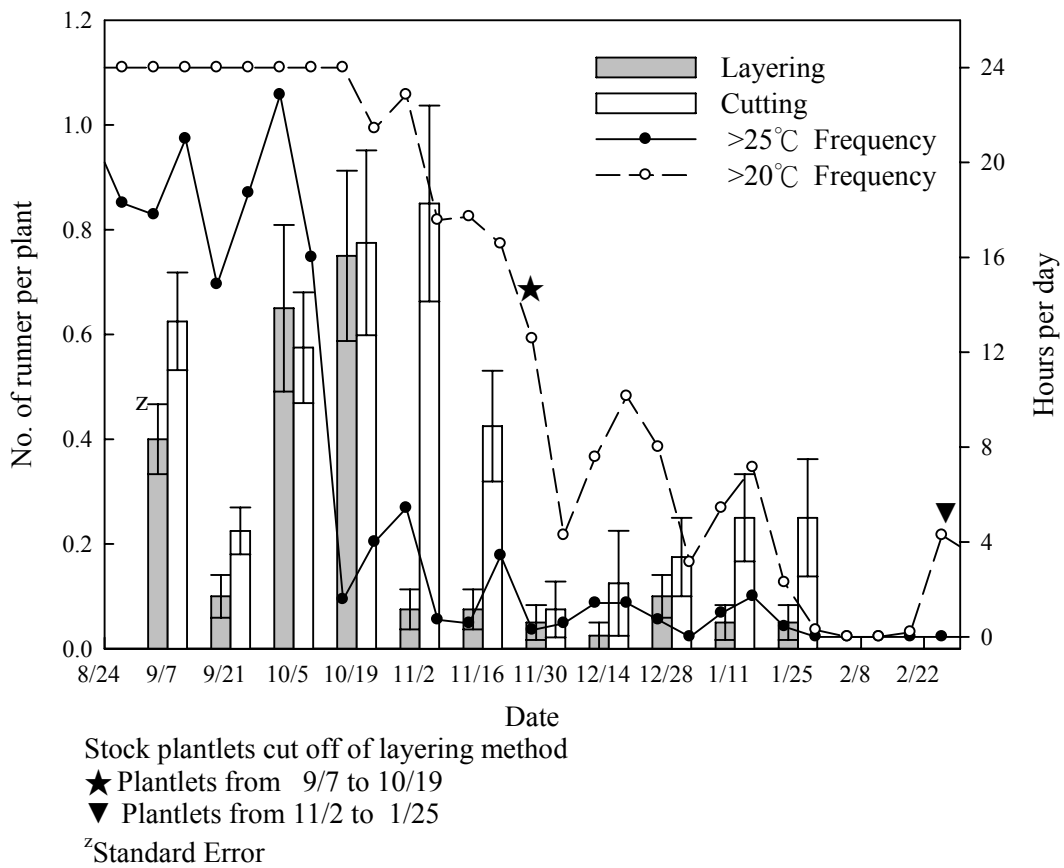


圖 6. 以誘植法和扦插法繁殖母株苗對‘桃園三號’草莓栽培植株走莖數之影響與試驗期間每日高於 25 °C、20 °C 之溫度頻度變化

Fig. 6. Effects of stock plantlets propagated by layering and cutting method on runner no. in ‘Tayouan no.3’ strawberry cultivated plants and high temperature frequency (>25 °C and >20 °C) during experiment time.

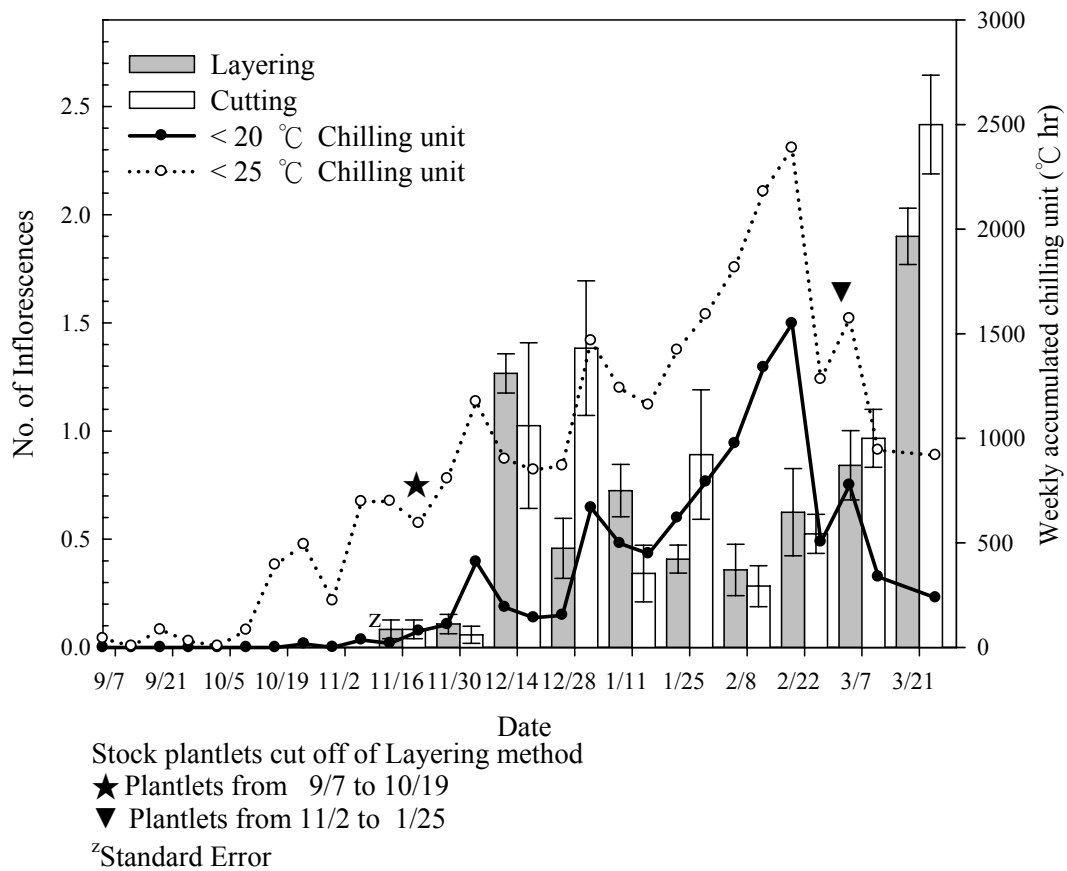


圖 7. 以誘植法和扦插法繁殖母株苗對‘桃園三號’草莓栽培植株花序數之影響與每週低於 25 °C 溫量、每週低於 20 °C 溫量與

Fig. 7. Effects of stock plantlets propagated by layering and cutting method on inflorescence no. in ‘Tayouan no.3’ strawberry plants and weekly accumulated chilling unit (<25 °C 、<20 °C) during experiment time.

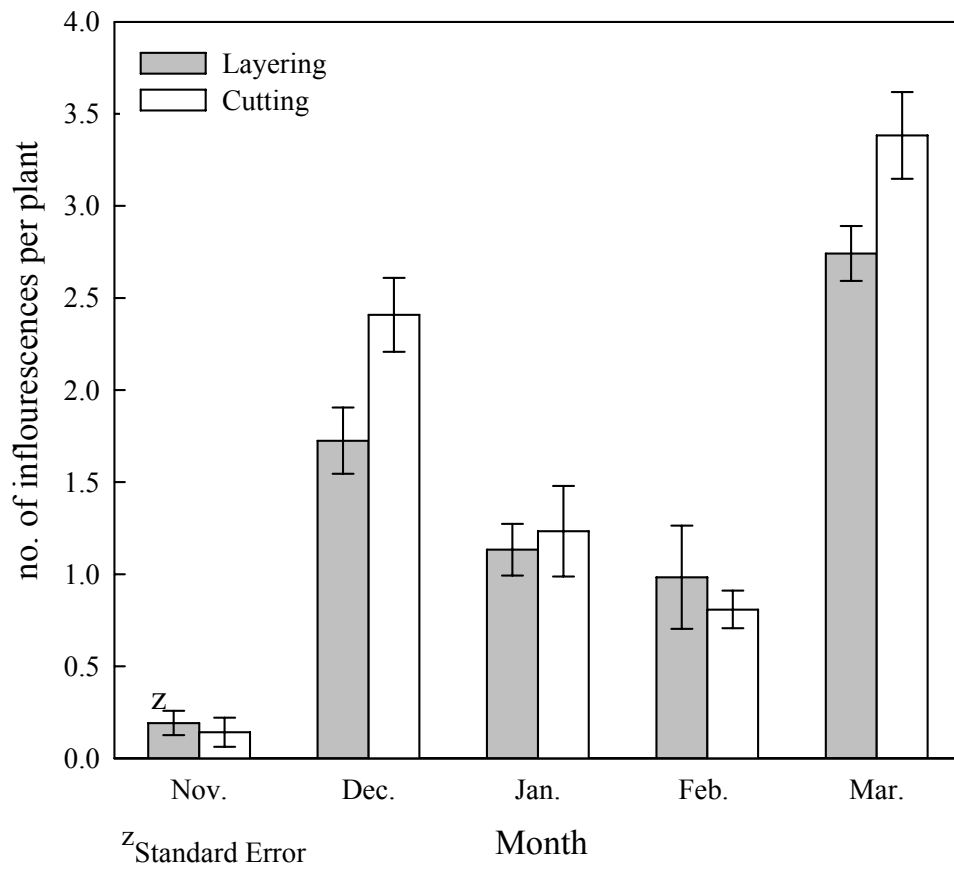


圖 8. 以誘植法和扦插法繁殖母株苗對‘桃園三號’草莓植株各月份花序之影響

Fig. 8. Effects of strawberry stock plantlets propagation method (layering and cutting) on no. of inflorescences in ‘Tayouan no.3’ strawberry stock plants of each month.

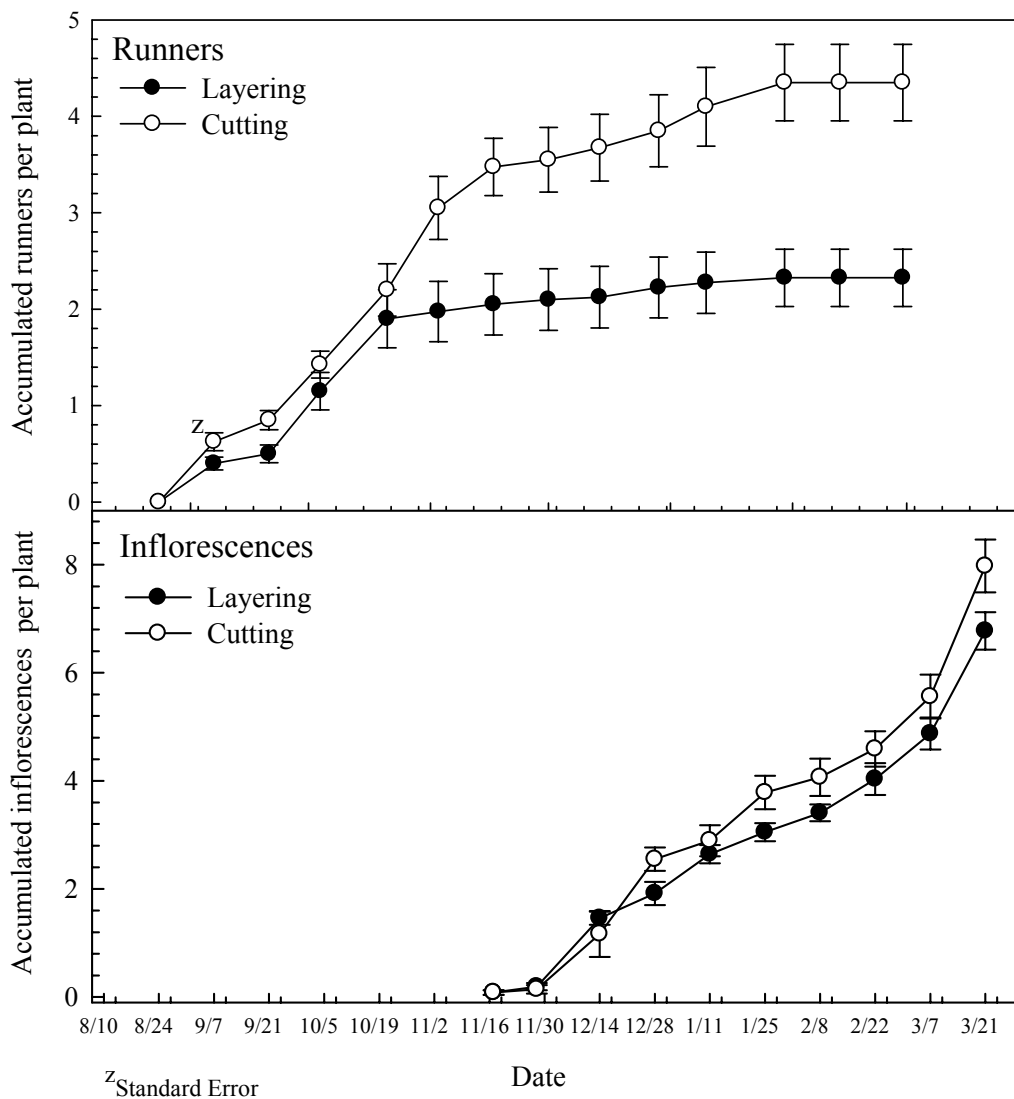


圖 9. 以誘植法、扦插法繁殖母株苗對‘桃園三號’草莓栽培植株累計的走莖數與花序數之影響

Fig. 9. Effects of strawberry Stock plantlets propagation method (layering and cutting) on accumulated runners and inflorescences in ‘Tayouan no.3’ strawberry stock plants.

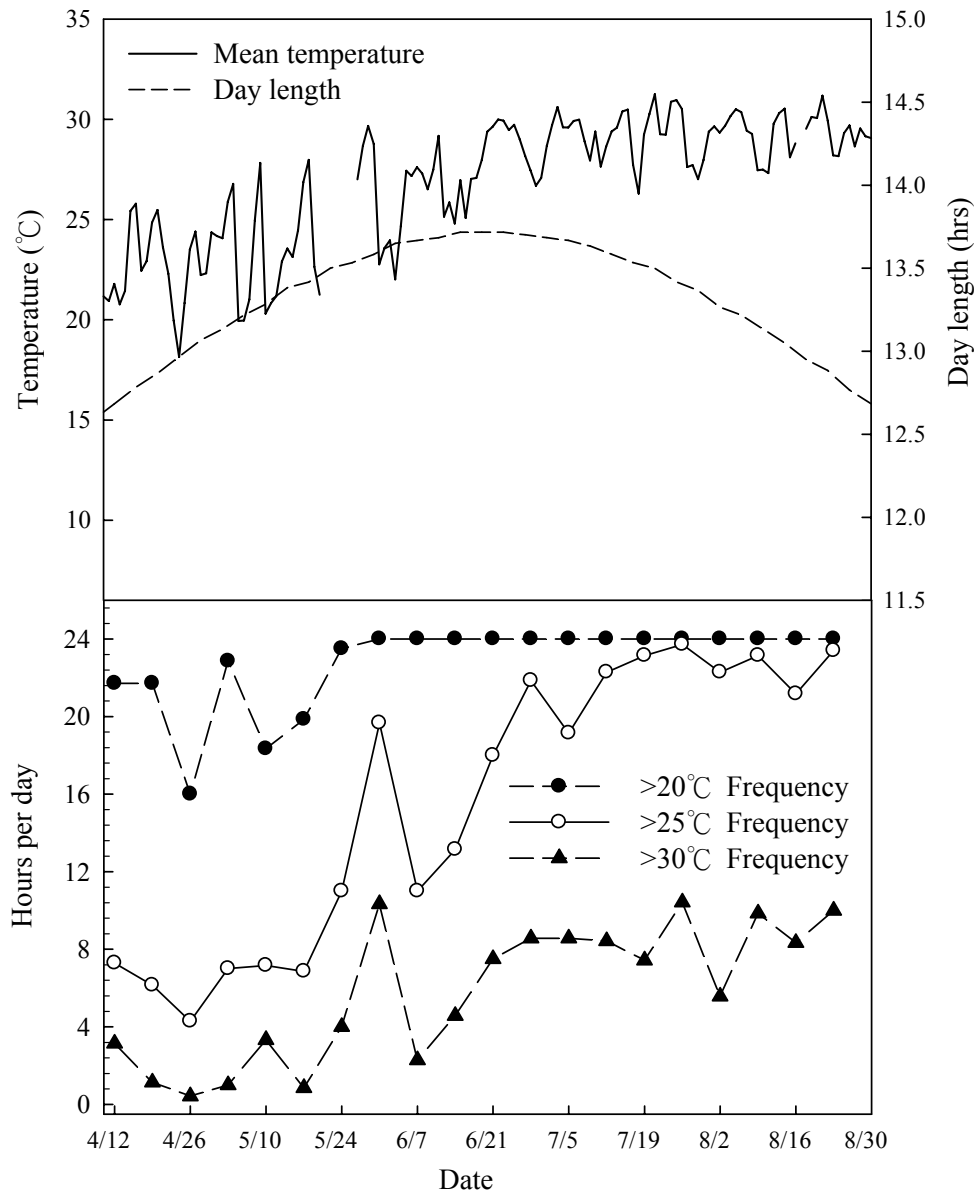


圖 10. 育苗期間的日長、日平均溫變化及每日高於 20 °C、25 °C 和 30 °C 之頻度變化
 Fig. 10. Day length, daily mean temperature, and high temperature frequency (>20 °C, >25 °C and >30 °C) of nursery time.

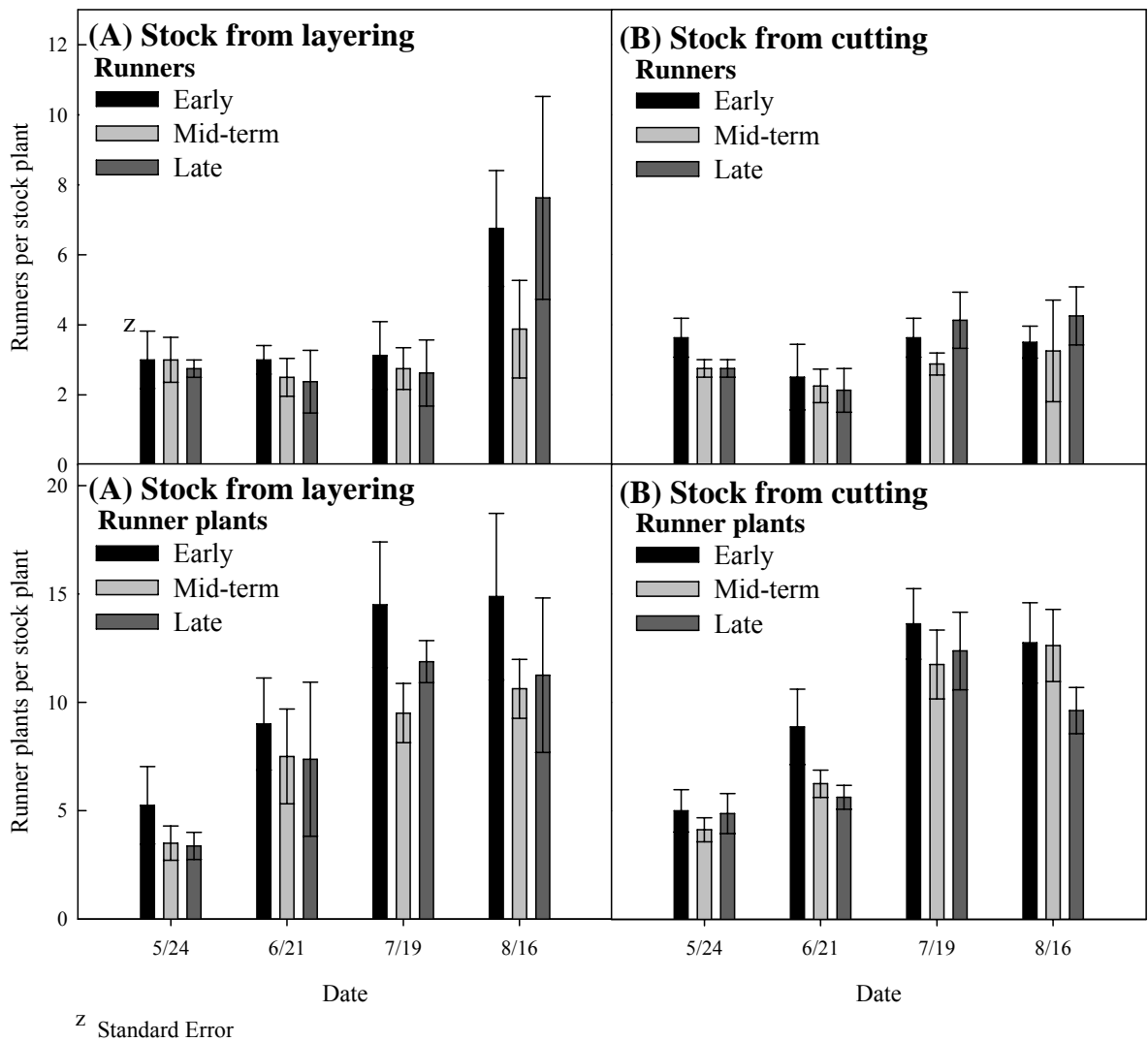


圖 11. 以(A)誘植法及(B)扦插法與各時期(早期：2007 年九月至十月中；中期：2007 年十月中至十一月；晚期：2007 年十二月至 2008 年一月)繁殖之‘桃園三號’草莓育苗母株於 2008 年五月至八月產生之走莖數與種苗數

Fig. 11. Runners and runner plants propagated from ‘Tayouan No.3’ strawberry stock plant with (A) layering method (B) cutting method at early (Sep. to mid-Oct. 2007), mid-term (mid-Oct. to Nov. 2007), and late (Dec. 2007 to Jan. 2008) during May to Aug. 2008.

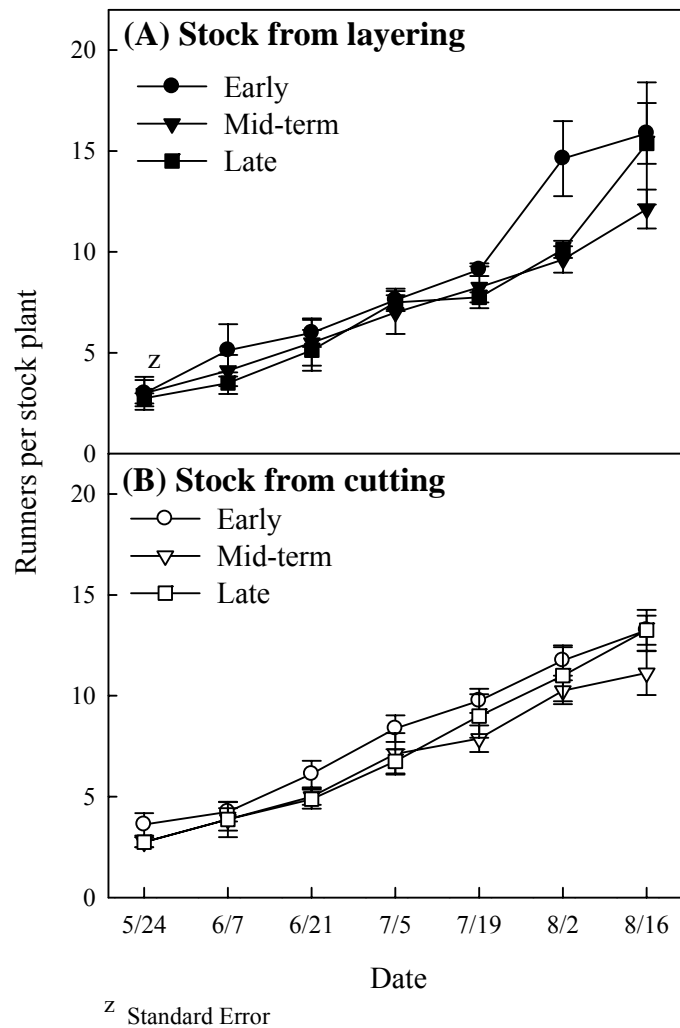


圖 12. 以(A)誘植法及(B)扦插法各時期(早期：2007 年九月至十月中；中期：2007 年十月中至十一月；晚期：2007 年十二月至 2008 年一月)繁殖之‘桃園三號’草莓育苗母株於 2008 年五月至八月累計之走莖數

Fig. 12. Accumulated runners from ‘Tayouan No.3’ strawberry stock plant with (A) layering method (B) cutting method at early (Sep. to mid-Oct. 2007), mid-term (mid-Oct. to Nov. 2007), and late (Dec. 2007 to Jan. 2008) during May to Aug. 2008.

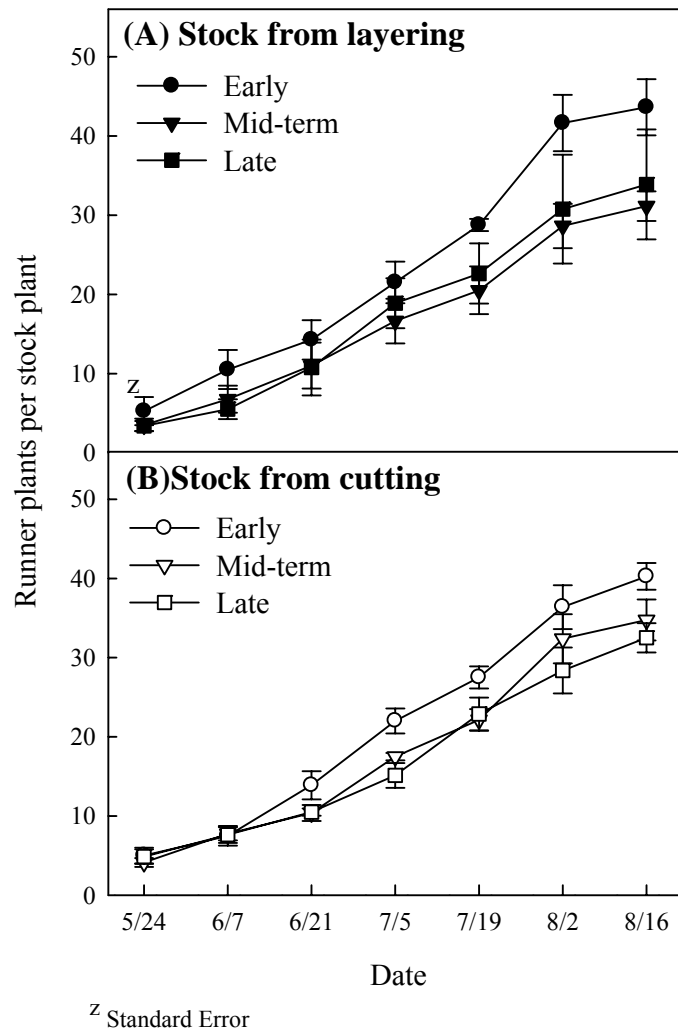


圖 13. 以(A)誘植法及(B)扦插法各時期(早期：2007 年九月至十月中；中期：2007 年十月中至十一月；晚期：2007 年十二月至 2008 年一月)繁殖之‘桃園三號’草莓育苗母株於 2008 年五月至八月每兩週累計繁殖之種苗數

Fig. 13. Accumulated runner plants from ‘Tayouan No.3’ strawberry stock plant with (A) layering method (B) cutting method at early (Sep. to mid-Oct. 2007), mid-term (mid-Oct. to Nov. 2007), and late (Dec. 2007 to Jan. 2008) during May to Aug. 2008.

第六章、參考文獻

- 朱亭錚. 2007. 臺灣草莓栽培之過去與前瞻. 國立臺灣大學園藝研究所碩士論文 p.85. 台北.
- 李心瑩. 1998. 利用低溫處理改變豐香品種草莓的生長發育期. 國立臺灣大學園藝研究所碩士論文. p.68. 台北.
- 李窓明. 1993. 台灣草莓產業演進四十年. 台灣蔬菜產業演進四十年專集. 霧峰. 台灣農業試驗所編印. p.315-328.
- 李窓明. 1994. 草莓育苗管理. 桃園區農業專訊 8:15-17.
- 李窓明. 1995a. 台灣草莓種苗繁殖與育種研究. 蔬菜育種研討會專刊 桃園農業改良場編印. p.97-122.
- 李窓明. 1995b. 育苗容器與介質對草莓生育、開花期與產量之影響. 桃園區農業改良場研究報告 21:1-6.
- 李窓明. 1996. 草莓穴植管育苗新技術介紹. 桃園區農業專訊 15:16-17.
- 李窓明. 2000. 草莓穴植管育苗日數對植株生育與產量之影響. 桃園區農業改良場研究彙報 41:1-5.
- 李窓明. 2001. 草莓穴植管苗誘植時期對育苗數與果實產量之影響. 桃園區農業改良場研究彙報 44:1-7.
- 李窓明. 2002. 草莓育苗親株於不同海拔培育對育苗數與果實產量影響. 桃園農改場研究彙報 51:1-6.
- 李窓明. 2006. 草莓. 臺灣農家要覽. 豐年社 p.575-580. 臺北.
- 李窓明、吳秋芬. 1985. 短日、遮光、斷根處理對草莓開花期與產量之影響. 中國園藝 31:232-239.
- 張廣淼. 2005. 草莓高架床育苗新技術. 農政與農情 156:95-97.
- 溫淑玲. 1984. 溫度對春香草莓生長發育之影響. 國立臺灣大學園藝研究所碩士論文 p.21-24. 台北.
- 蔡月夏. 1990. 草莓利用冷凍機夜冷育苗效果之探討. 花蓮區農業改良場研究彙報 6 35-43.
- 鄭正勇. 2008. 個人通訊.
- 羅秋雄. 2005. 作物施肥手冊. p.88-89. 行政院農業委員會農糧署. 南投.
- 伏原肇. 1997. とよのかの生理・生態と栽培技術. p. 319-354. 刊於：農業技術大系野菜編 3 (イチゴ), 農産漁村文化協会. 東京.
- Albregts, E. E. 1968. Influence of plant size at transplanting on strawberry fruit yield. Proc. Fla. State Hort. Soc 81:163-167.
- Albregts, E. E. and C. M. Howard. 1985. Correlation of leaf number at transplanting to strawberry fruit yield. HortScience 20:415-416.
- Albregts, E. E. and C. M. Howard. 1986. Effect of runner removal on strawberry fruiting response. HortScience 21:97-98.
- Awang, Y. B. and J. G. Atherton. 1995. Effect of plant size and salinity on the growth and fruiting of glasshouse strawberry. J. Hort. Sci. 70:257-262.
- Barritt, B. H. 1974. The effect of gibberellic acid, blossom removal and planting date on strawberry runner plant production. HortScience 9:25-27.
- Batley, N. H., P. L. Miére, A. Tehranifar, C. Cekic, S. Taylor, K. J. Shrides, P. Hadley, A. J. Greenland, J. Darby, and M. J. Wilkinson. 1998. Genetic and environmental control of flowering in strawberry, p. 111-131. In: K. E. Cockshuli, D. Gray, G. B. Seymour and B. Thomas (eds.). Genetic and environmental manipulation of horticultural crops. CAB international, New York.

- Bish, E. B., D. J. Cantliffe, and C. K. Chandler. 2001. A system for producing large quantities of greenhouse-grown strawberry plantlets for plug production. *HortTechnology* 11:636-638.
- Bish, E. B., D. J. Cantliffe, and C. K. Chandler. 2002. Temperature conditioning and container size affect early season fruit yield of strawberry plug plants in a winter, annual hill production system. *HortScience* 37:762-764.
- Braun, J. W. and W. J. Kender. 1985. Correlative bud inhibition and growth habit of the strawberry as influenced by application of gibberellic acid, cytokinin, and chilling during short daylength. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 110:28-34.
- Crawford, T. D., D. G. Himelrick, J. L. Sibley, and J. A. Pitts. 2000. Effect of runner plantlet size on performance of strawberry plug plants. *Small Fruits Rev.* 1:15-21.
- Darnell, R. L., D. J. Cantliffe, and D. S. Kirschbaum. 2003. The physiology of flowering in strawberry. *Hort. Rev.* 28:325-349.
- Darrow, G. M. 1936. Interrelation of temperature and photoperiodism in the production of fruit-buds and runners in the strawberry. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 34:360-363.
- Dennis, F. G. and H. O. Bennett. 1969. Effects of gibberellic acid and deflowering upon runner and inflorescence development in an everbearing strawberry. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 5:534-537.
- Dennis, F. G., J. Lipecki, and C. L. Kiang. 1970. Effects of photoperiod and other factors upon flowering and runner development of three strawberry cultivars. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 95:750-754.
- Durner, E. F., J. A. Barden, D. G. Himelrick, and E. B. Poling. 1984a. Photoperiod and temperature effects on flower and runner development in day-neutral, Junebearing, and everbearing strawberries. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 109:396-400.
- Durner, E. F., J. A. Barden, D. G. Himelrick, and E. B. Poling. 1984b. Photoperiod and temperature effects on flower and runner development in day-neutral, Junebearing, and everbearing strawberries. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 109:396-400.
- Durner, E. F., E. B. Poling, and J. L. Maas. 2002. Recent advances in strawberry plug transplant technology. *HortTechnology* 12:545-550.
- Freeman, J. A. and H. S. Pepin. 1971. Influence of plant size, date of digging and duration of cold storage on the growth of strawberry plants. *Can. J. Plant Sci.* 4:267-274.
- Guttridge, C. G. and H. M. Anderson. 1973. The relationship between plant size and fruitfulness in strawberry in Scotland. *Hort. Rev.* 13:125-135.
- Hancock, J. F. 1999. Strawberries. CAB International, Wallingfer, UK.
- Heide, O. M. 1977. Photoperiod and temperature interactions in growth and flowering of strawberry. *Physiol. Plant.* 40:21-26.
- Hochmuth, G., D. Cantliffe, C. Chandler, C. Stanley, E. Bish, E. Waldo, D. Legard, and J. Duval. 2006. Fruiting responses and economics of containerized and bare-root strawberry transplants established with different irrigation methods. *HortTechnology* 16:205-210.
- Izhar, S. 1997. Infra short-day strawberry types. *Acta Hort.* 439:155-160.
- Jahn, O. L. and M. N. Dana. 1970a. Crown and inflorescence development in the strawberry, *Fragaria X Ananassa*. *Amer. J. Bot.* 57:605-612.
- Jahn, O. L. and M. N. Dana. 1970b. Effects of cultivar and plant age on vegetative growth of the strawberry, *Fragaria x ananassa*. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 57:993-999.
- Kabir, Z., S. A. Fennimore, J. M. Duniway, F. N. Martin, G. T. Browne, C. Q. Winterbotton, H. A. Ajwa, B. B. Westerdahl, R. E. Goodhue, and M. J. Haar. 2005. Alternatives to methyl bromide for strawberry runner plant production. *HortScience* 40:1709-1715.
- Konsin, M., I. Voipio, and P. Palonen. 2001. Influence of photoperiod and duration of short-day treatment on vegetative growth and flowering of strawberry (*Fragaria X ananassa* Duch.). *J. Hort. Sci. & Biotechnol.* 76:77-82.

- Lamb, E. M., P. J. Stoffella, and C. Powell. 2003. Winter strawberry production in greenhouses using soilless substrates: an alternative to methyl bromide soil fumigation. *Proc. Fla. State Hort. Soc* 116:98-105.
- Lieten, F. 2000. Recent advances in strawberry plug transplant technology. *Acta Hort.* 513:383-388.
- Lieten, P. 2002. The use of cold stored plant material in central Europe. *Acta Hort.* 567:553-560.
- Melvin, N. W. 1993. Dormancy and plant hardiness, p. 386. *Temperate-zone pomology: physiology and culture*. 3rd ed., Portland, Oreg.
- Mochizuki, T. and M. Okimura. 1995. Recent trends on strawberry cultivars and production technology in Japan. *Acta Hort.* 761:107-114.
- Moisander, J., M. Herrington, D. Hutton, and N. Greer. 2006. Effect of micro-propagation on the health status of strawberry planting material for commercial production of strawberry runners for Queensland. *Acta Hort.* 708:271-273.
- Morrow, E. B. and G. M. Darrow. 1939. Relation of number of leaves in November to number of flowers the following spring in the Blakemore strawberry. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 37:571-573.
- Nishiyama, M. and K. Kanahama. 2000. Effect of temperature and photoperiod on the development of inflorescences in everbearing strawberry (*Fragaria X ananassa* Duch.) plants. *Acta Hort.* 514:261-267.
- Nishiyama, M. and K. Kanahama. 2002. Effects of temperature and photoperiod on flower bud initiation of day-neutral and everbearing strawberries. *Acta Hort.* 567:253-255.
- Oda, Y. and T. Yanagi. 1993. Effect of climatic condition on the floral initiation at the runner tip of everbearing strawberry cultivar (*Fragaria X ananassa* Duch.). *Acta Hort.* 345:67-72.
- Pertuzé, R., M. Barrieto, V. Diaz, and M. Gambardella. 2006. Evaluation of strawberry nursery management techniques to improve quality of plants. *Acta Hort.* 708:245-248.
- Poling, E. B. and J. L. Maas. 2000. Strawberry plug transplant technology. *Acta Hort.* 513:393-401.
- Scott, D. H. and F. J. Lawrence. 1975. Strawberries, p. 71-97. In: J. Janick and J. N. Moore (eds.). *Advances in Fruit Breeding*. West Lafayette, USA.
- Serçe, S. and J. F. Hancock. 2005. The temperature and photoperiod regulation of flowering and runnering in the strawberries, *Fragaria chiloensis*, *F. virginiana*, and *F. x ananassa*. *Scientia Hort.* 103:167-177.
- Shaw, D. V. and K. D. Larson. 1999. A meta-analysis of strawberry yield response to preplant soil fumigation with combinations of methyl bromide-chloropicrin and four alternative systems. *HortScience* 34:839-845.
- Smeets, L. 1982. Effect of chilling on runner formation and flower initiation in the everbearing strawberry. *Scientia Hort.* 17:43-48.
- Sproat, B. B., G. M. Darrow, and J. H. Beaumont. 1935. Relation of leaf area to berry production in the strawberry. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 33:389-392.
- Swartz, H. J., G. J. Galletta, and R. H. Zimmerman. 1981. Field performance and phenotypic stability of tissue culture-propagated strawberries. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 106:667-673.
- Szczygiel, A., K. Pierzga, and B. Borkowska. 2002. Performance of micropropagated strawberry plantlets after planting in the field. *Acta Hort.* 567:317-320.
- Tafazoli, E. and B. Shaybany. 1978. Influence of nitrogen, deblossoming, and growth regulator treatments on growth, flowering, and runner production of the 'Gem' everbearing strawberry. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 103:372-374.
- Taylor, D. R. 2002. The physiology of flowering in strawberry. *Acta Hort.* 567:245-251.
- Yanagi, T. and Y. Oda. 1993. Effects of photoperiod and chilling on floral formation of intermediate types between June- and everbearing strawberries. *Acta Hort.* 348:339-346.