

國立臺灣大學生物資源暨農學院園藝暨景觀學系

碩士論文

Department of Horticulture and Landscape Architecture

College of Bioresources and Agriculture

National Taiwan University

Master thesis

溫度、藥劑與肥料對金花石蒜生長及開花之影響

Effects of Temperature, Chemicals and Fertilizer on the  
Growth and Flowering of *Lycoris aurea*

張亞婷

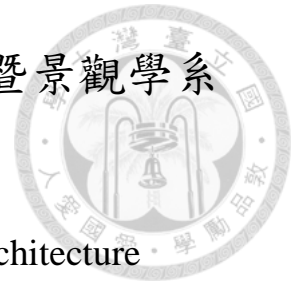
Ya-Ting Chang

指導教授：張祖亮 博士

Advisor: Tsu-Liang Chang, Ph.D.

中華民國 102 年 7 月

July, 2013



國立臺灣大學碩士學位論文

口試委員會審定書

溫度、藥劑與肥料對金花石蒜生長及開花之影響

Effects of Temperature, Chemicals and Fertilizer on the  
Growth and Flowering of *Lycoris aurea*

本論文係 張亞婷 君 (R96628121) 在國立臺灣大學園藝暨景觀學系所完成之碩士學位論文，於民國 102 年 7 月 7 日承下列考試委員審查通過及口試及格，特此證明。

口試委員：



(指導教授)



## 誌謝

本論文承蒙吾師 張祖亮老師六年來的悉心指導，方得以順利完成實驗及論文，師恩深長，無以為報。文稿並蒙 王自存老師及 金石文老師在百忙之中撥冗指導及斧正，使內容更為完善，特誌卷首，以表謝衷。

試驗期間，感謝王老師提供台灣大學園產品處理室之冷藏庫供學生試驗使用，論文方能順利完成。在校期間，感謝好友宜靜陪我度過許多酸甜苦辣的日子，也感謝鴻均、小姍、柏任、宜瑛、宜潔、心怡、智均、志仁、阮阮、俊麟、lulu 學姐、nike 學姐、宛玲學姐、婷雁學姐、世瑤學姐、阿勇學長、小興學長及 Jimmy 學長，研究所生涯因你們的參與而更多采多姿。

感謝雲林縣林內鄉公所 邱鄉長世文、 蔡秘書汀霖、人事室 施主任景勝及農業課 蔡課長宜勳，准予職於最後一學期得以公假完成修課，實感德便。感謝農業課素媚、玉鑾姐、淑娟姐、淑卿姐及凱棠於工作上的體諒、協助與鼓勵，使職得於工作之餘，全力衝刺論文之研究。

感謝台中天恩身心靈保健中心的 Jeff 老師及 Sunny 老師，謝謝你們提供了一個良好身、心、靈可以療癒的地方，使我能克服工作、學業及生活上所遭遇的總總問題，也謝謝中心的所有學員們，有你們在生活上相互陪伴，一切都增色許多。

感謝 UC，謝謝你十年來的相知相守與相惜，沒有你的鼓勵，我就不會踏進園藝這個領域，您是我永遠的守護。也衷心感謝洪爸與洪媽，總是對我疼愛有加。感謝阿公、爸爸、媽媽、哥哥、弟弟及在天堂的阿媽，家是我永遠的避風港，能夠成為你們的家人是我這輩子最大的福氣。

最後，謹以此文獻給一直認真生活的自己，謝謝你的認真與堅持，謝謝你始終願意傾聽自己內心的聲音，下一步，就迎向更精采的未來吧！



## 摘要



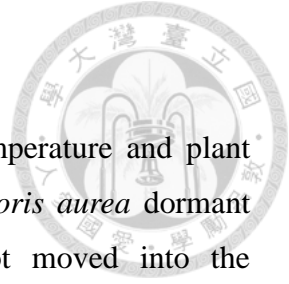
本論文主要探討於金花石蒜種球休眠期，給予溫度及植物生長調節劑處理，對其抽梗表現之影響。於6月下旬至8月下旬，將盆植之種球移入25/20°C之自然光照人工氣候室，其至抽梗所需天數較栽培於精密溫室者提早29.5至64.5天。於6月下旬將休眠種球放置處理室20°C冷藏庫，平均之抽梗日期為8/8，較置於精密溫室者（對照組）提早38天。在此期間將種球由20°C移至30°C行變溫處理，種球在20°C未抽梗者，至30°C後即無抽梗現象。同一試驗期間，將種球先置於30°C 1週後，自第2週起至第6週，每隔一週移至20°C進行變溫處理，變溫日期越晚則抽梗率有越高之趨勢，依序為14.3%、35.2%、28.6%、50.0%及57.1%，對照組則為17.2%。

以100~600ppm硼酸浸泡處理之種球，其平均到梗天數較對照組提早5.2~19.8天，且於7月下旬以硼酸處理之種球，其平均到梗天數皆較於7月中旬處理早。同一試驗時間，以100~500ppm益收浸泡之種球，除了以300ppm處理之種球，其平均到梗天數較對照組晚1~2.4天，其餘則較對照組提早2.8~23天。若以0.5~4mM STS浸泡之種球，則可提早1.7~24.2天抽梗。於5月下旬至6月上旬，以50~500ppm濃度的GA<sub>4+7</sub>針筒注射處理之金花石蒜種球，對其平均到梗天數、小花朵數、花梗長度與對照組相比均無顯著差異。

本研究抽梗之種球最小周徑為14.2 cm，最小重量則為61.2 g，種球周徑及重量越大，則抽梗率有越高之趨勢，且種球周徑及重量有高度正相關性。試驗結果亦顯示，在葉片生長期，施用葉肥（Peters 20-20-20）或花肥（Peters 10-30-20）皆可促進葉片生長，且葉肥（Peters 20-20-20）比花肥（Peters 10-30-20）之影響較大。以5、10、15及20°C進行8個月長期貯藏之金花石蒜小種球（周徑13.2~13.5 cm），結果顯示以20°C貯藏之種球持續失重，而其他3種溫度處理之種球，於貯藏4~8個月期間失重極微。

關鍵字：金花石蒜、種球貯藏溫度、益收、硼酸、STS、GA<sub>4+7</sub>、肥料

## Abstract



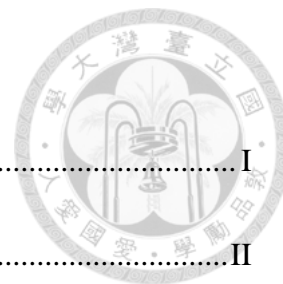
The purpose of this study is to investigate the effects of temperature and plant growth regulators during the storage period on the bolting of *Lycoris aurea* dormant bulbs. From late June to late Aug., the planted bulbs in pot moved into the 25/20°C(day/night) phytotron, which the days to bolting are shorter 29.5 to 64.5 days than planted in greenhouse. Bulbs moved into the chamber of 20°C in late June, and then transferred to 30°C, the results showed there was no bolting after transfer, and the average bolting date of the bulbs grown in 20 °C is 8/8, which is 38 days earlier than those in greenhouse. After storage in 30°C, from 2nd to 6th weeks, bulbs transferred to 20°C every week showed that the percentage of bolting were 14.3%, 35.2%, 28.6%, 50.0% and 57.1%, respectively. It seems showed the early to transfer, the late to bolting.

Soaking the bulbs in 100 to 600ppm boric acid, the days to bolting were 5.2 to 19.8 days earlier than control, and the bulbs treated in late July were bolting earlier than which in middle July. Bulbs soaked in 100~500 ppm ethrel at the same period, except the 300 ppm treatment which bolted one to 2.4 days later than control, the others were 2.8 to 23 days earlier than control. The days to bolting of the bulbs which immersed in 0.5 to 4mM STS were 1.7 to 24.2 days earlier than control. Injection of 50 to 500ppm GA<sub>4+7</sub> into the bulbs in late May and late July didn't influent the days to bolting, the number of floret and the length of peduncle.

The threshold value of circumference and weight of the bolting bulbs were 14.2 cm and 61.2 g, separately. Bigger and heavier bulbs had higher bolting percentage. Highly positive correlation between circumference and weight are existed. During the leaf growing period, application of fertilizer Peters 20-20-20 or Peters 10-30-20 both can promote the growth of leaves, and Peters 20-20-20 was more effective than Peters 10-30-20. To store of the small (circumference from 13.2 to 13.5 cm) bulbs in 5、10、15 and 20 °C for eight months, the results showed the bulbs stored in 20°C continuously lost weight and the other 3 treatments showed little differences between storage after 4 and 8 months.

Keywords : *Lycoris aurea*、bulbs storage temperature、ethrel、boric acid、STS、GA<sub>4+7</sub>、fertilizer

## 目錄



國立臺灣大學農學院園藝學研究所 .....	I
口試委員審定書 .....	II
誌謝 .....	III
摘要 .....	I
Abstract .....	II
目錄 .....	III
圖目錄 .....	VI
表目錄 .....	VIII
附錄 .....	X
第一章、前言 (Introduction) .....	1
第二章、前人研究 (Literature review) .....	3
2.1、石蒜屬植物的種類 .....	3
2.2、金花石蒜的型態及特徵 .....	3
2.3、金花石蒜的生育週期 .....	4
2.4、石蒜屬植物生長發育過程其內源物質之動態變化 .....	7
2.4.1、可溶性糖類 .....	7
2.4.2、蛋白質 .....	7
2.4.3、MDA、SOD 及 POD .....	7

2.5、影響石蒜屬植物生長及開花之因素 .....	9
2.5.1、採收期與施肥 .....	9
2.5.2、遮光處理 .....	9
2.5.3、溫度 .....	10
2.5.4、藥劑 .....	13
2.6、水仙屬的商業栽培產期調節模式 .....	14
2.6.1、 <i>N. pseudonarcissus</i> cv. Carlton and cv. Fortune in UK .....	14
2.6.2、 <i>Narcissus tazetta</i> cv. Grand Soleil d'Or in Japan .....	14
2.6.3、 <i>Narcissus tazetta</i> cv. Ziva in Israel .....	15
第三章、材料與方法(Materials and Methods).....	16
3.1、夏季變溫處理對盆植金花石蒜休眠種球抽梗之影響 .....	16
3.2、夏季變溫處理對乾燥金花石蒜休眠種球抽梗之影響 .....	16
3.3、低溫長期貯藏對金花石蒜種球重量之影響 .....	16
3.4、藥劑處理對金花石蒜開花之影響 .....	17
3.4.1、益收 (Ethrel) .....	17
3.4.2、硼酸 (Boric acid) .....	17
3.4.3、STS (Silver thiosulfate, 硫代硫酸銀) .....	17
3.4.4、GA <sub>4+7</sub> .....	17

3.5、金花石蒜小球肥培管理試驗 .....	18
第四章、結果與討論 (Results and discussion) .....	19
4.1、夏季變溫處理對盆植金花石蒜休眠種球抽梗之影響 .....	19
4.2、夏季變溫處理對乾燥金花石蒜休眠種球抽梗之影響 .....	28
4.3、低溫長期貯藏對金花石蒜種球重量之影響 .....	36
4.4、藥劑處理對金花石蒜開花之影響 .....	37
4.4.1、益收 (Ethrel) .....	37
4.4.2、硼酸 (Boric acid) .....	37
4.4.3、STS (Silver thiosulfate, 硫代硫酸銀) .....	38
4.4.4、GA <sub>4+7</sub> .....	38
4.5、金花石蒜小球肥培管理試驗 .....	48
第五章、結論 (Concluion) .....	51
參考文獻 (Reference) .....	52
附錄 (Appendix) .....	57



## 圖目錄



圖 1、金花石蒜之生育週期圖 .....	6
FIG. 1. THE LIFE CYCLE OF <i>L. AUREA</i> .....	6
圖 2、金花石蒜種球重量與周徑之關係 (N=433) .....	22
FIG. 2. RELATIONSHIP BETWEEN THE WEIGHT AND CIRCUMFERENCE OF <i>L. AUREA</i> BULB... 22	
圖 3、種球重量對金花石蒜抽梗率之影響 (N=153) .....	23
FIG. 3. EFFECTS OF BULB WEIGHT ON THE PERCENTAGE OF BOLTING OF <i>L. AUREA</i> . ....	23
圖 4、種球周徑對金花石蒜抽梗率之影響 (N=153) .....	24
FIG. 4. EFFECTS OF BULB CIRCUMFERENC ON THE PERCENTAGE OF BOLTING OF <i>L. AUREA</i> .24	
圖 5、溫度處理對金花石蒜個別種球到梗表現之影響 .....	27
FIG. 5. EFFECTS OF TEMPERATURE ON THE BOLTING OF INDIVIDUAL BULB OF <i>L. AUREA</i> . ..	27
圖 6、20°C 變溫至 30°C 及 30°C 變溫至 20°C 之貯藏溫度與期間對金花石蒜個別種球 到梗表現之影響 (N=14) .....	32
FIG. 6. EFFECTS OF STORAGE TEMPERATURE FROM 20°C TO 30°C / FROM 30°C TO 20°C AND DURATION ON THE BOLTING DATE OF <i>L. AUREA</i> . ....	32
圖 7、20°C 變溫至 30°C 及 30°C 變溫至 20°C 之貯藏溫度與期間對金花石蒜抽梗數之 影響 (N=14) .....	33
FIG. 7. EFFECTS OF STORAGE DURATION AND TEMPERATURE FROM 20°C TO 30°C / FROM 30°C TO 20°C ON THE NUMBER OF BOLTING BULBS OF <i>L. AUREA</i> . ....	33

圖 8、30°C 變溫至 20°C 之貯藏溫度與期間對金花石蒜平均到梗天數之影響 (N=14)	34
.....	34
FIG. 8. EFFECTS OF STORAGE DURATION AND TEMPERATURE FROM 30°C TO 20°C ON THE DAYS TO BOLTING OF <i>L. AUREA</i> .	34
圖 9、金花石蒜由貯藏溫度 30°C 變溫至 20°C 之抽梗球平均到梗天數與抽梗數之關係	35
.....	35
FIG. 9. THE RELATIONSHIP BETWEEN THE DAYS TO BOLTING AND THE BOLTING NUMBERS OF THE BULBS FROM 30°C TO 20°C STORAGE TEMPERATURE OF <i>L. AUREA</i> .	35
圖 10、低溫長期貯藏對金花石蒜種球重量之影響 (N=57)	36
.....	36
FIG. 10 EFFECTS OF THE LOW TEMPERATURE FOR A LONG TIME ON THE BULB WEIGHT IN <i>L.</i> <i>AUREA</i> .	36
圖 11、益收處理對金花石蒜到梗天數之影響 (N=20)	45
.....	45
FIG. 11. THE EFFECT OF ETHREL ON THE DAYS TO BOLTING OF <i>L. AUREA</i> .	45
圖 12、硼酸處理對金花石蒜到梗天數之影響 (N=10)	46
.....	46
FIG. 12. EFFECTS OF BORIC ACID ON THE DAYS TO BOLTING OF <i>L. AUREA</i> .	46
圖 13、STS (硫代硫酸銀) 處理對金花石蒜到梗天數之影響 (N=20)	47
.....	47
FIG. 13. EFFECTS OF SILVER THIOSULFATE ON THE DAYS TO BOLTING OF <i>L. AUREA</i> .	47
圖 14、GA <sub>4+7</sub> 處理對金花石蒜到梗天數之影響 (N=20)	47
.....	47
FIG. 14. EFFECTS OF GA <sub>4+7</sub> ON THE DAYS TO BOLTING OF <i>L. AUREA</i>	47
圖 15、肥料處理對金花石蒜葉片生長之影響	50
.....	50
FIG. 15. EFFECTS OF FERTILIZER ON THE GROWTH OF LEAVES OF <i>L. AUREA</i>	50

## 表目錄



表 1、溫度處理對金花石蒜抽梗之影響 .....	20
TABLE1. EFFECTS OF TEMPERATURE TREATMENT ON THE BOLTING OF <i>L. AUREA</i> . .....	20
表 1、溫度處理對金花石蒜抽梗之影響 (續) .....	21
TABLE1. EFFECTS OF TEMPERATURE ON THE BOLTING OF <i>L. AUREA</i> . (CONTINUE) .....	21
表 2、種球重量對金花石蒜抽梗率之影響 (N=153) .....	25
TABLE2. EFFECTS OF BULB WEIGHT ON THE PERCENTAGE OF BOLTING OF <i>L. AUREA</i> . .....	25
表 3、種球周徑對金花石蒜抽梗率之影響 (N=153) .....	26
TABLE3. EFFECTS OF BULB WEIGHT ON THE PERCENTAGE OF BOLTING OF <i>L. AUREA</i> . .....	26
表 4A、由 20°C 變溫至 30°C 之貯藏溫度與期間對金花石蒜抽梗之影響 .....	30
TABLE 4A. EFFECTS OF STORAGE TEMPERATURE FROM 20°C TO 30°C AND DURATION ON THE BOLTING OF <i>L. AUREA</i> . .....	30
表 4B、由 30°C 變溫至 20°C 之貯藏溫度與期間對金花石蒜抽梗之影響 .....	31
TABLE 4B. EFFECTS OF STORAGE TEMPERATURE FROM 30°C TO 20°C AND DURATION ON THE BOLTING OF <i>L. AUREA</i> . .....	31
表 5、益收處理對金花石蒜抽梗之影響 .....	39
TABLE 5. EFFECTS OF ETHREL ON THE BOLTING OF <i>L. AUREA</i> . .....	39
表 6、硼酸處理對金花石蒜抽梗之影響。 .....	40
TABLE 6. EFFECTS OF BORIC ACID ON THE BOLTING OF <i>L. AUREA</i> . .....	40

表 7、STS (硫代硫酸銀) 處理對金花石蒜抽梗之影響 .....	41
TABLE 7. EFFECTS OF SILVER THIOSULFATE ON THE BOLTING OF <i>L. AUREA</i> .....	41
表 8、乙烯、硼酸及 STS 處理對金花石蒜抽梗之影響 .....	43
TABLE 8. EFFECTS OF ETHREL 、 BORIC ACID AND SILVER THIOSULFATE ON THE BOLTING OF <i>L. AUREA</i> .....	43
表 9、GA <sub>4+7</sub> 處理對金花石蒜抽梗之影響.....	44
TABLE 9. EFFECTS OF GA <sub>4+7</sub> ON THE BOLTING OF <i>L. AUREA</i> .....	44
表 10、肥料處理對金花石蒜葉片生長及開花之影響 .....	49
TABLE 10. EFFECTS OF FERTILIZER ON THE GROWTH OF LEAVES AND FLOWERING OF <i>L.</i> <i>AUREA</i> .....	49



## 附錄



附錄 1. 臺灣歷年金花石蒜切花出口量及出口額之趨勢..... 57

APP 1. THE TREND OF THE CUTTING FLOWERS EXPORTS THROUGH THE YEARS OF *L. AUREA*.  
..... 57



## 第一章、前言 (Introduction)

金花石蒜 (*Lycoris aurea* Herb) 為石蒜科 (Amaryllidaceae) 石蒜屬 (*Lycoris*) 植物，屬名 *lycoris* 為希臘神話的海女 *lycoris* 之名，*aurea* 為金黃色的意思，英文名稱為 *golden spider lily*，意猶如金色蜘蛛狀的百合，臺灣因其花型及開花不帶葉的特性，稱之龍爪花或忽地笑，日文名稱ショウキラン (楊，1985) 或リコリス・アウレア，中國之文獻皆直名為忽地笑。原產於中國湖南、湖北、廣東、廣西、福建、四川及雲南 (楊與譚，2003) 與臺灣北部及東部濱海山坡地、琉球、日本之九州及四國 (呂等，2002)。因其花色明亮華麗、且獨具花型、花莖不帶葉，貯運方便且瓶插壽命長，是切花、盆花及庭園佈置用的良好花材，為一極具發展潛力之球根花卉 (梁及許，1992)。石蒜鱗莖中含有石蒜鹼 (*lycorine*)、偽石蒜鹼 (*pseudolycorine*)、加蘭他敏 (*galanthamine*)、諾維定 (*narwedine*)、力可拉敏 (*lycoramine*) 等多種生物鹼；石蒜鹼及偽石蒜鹼具有抗腫瘤作用，而加蘭他敏則可治療阿茲海默症、逆轉神經肌肉阻滯、肌營養不良、重症肌無力及小兒麻痺後遺症等疾病 (謝等，2007)。

臺灣金花石蒜大量經濟栽培生產切花源於臺北淡水楓樹湖村之山坡地，1979 年已有 10 公頃之生產面積，於 1992 年面積達 40 公頃，為歷年最高。臺中后里亦有農友生產切花，於平地採用作畦栽培，開花期時採用黑紗網遮蔭，面積最高達 1 公頃。此外，苗栗南庄、臺中東勢及宜蘭地區亦有零星栽培。金花石蒜生產之切花主要供應外銷日本，少量供應內需市場 (呂等，2002)。筆者於 2007 年分別造訪淡水及南庄栽培產地，觀察淡水地區大多採以粗放栽培，且栽培面積明顯縮減，而南庄產區，已轉作休閒農場山坡地之觀賞花卉使用，另於 2010 年得知后里之農友已停止經濟栽培金花石蒜。

臺灣歷年金花石蒜切花出口量及出口額與淡水切花之產量皆有明顯縮減之趨勢 (附錄 1)。探其成因，除曾大量外銷種球至日本外，農村勞力老化、切花花價波動過大 (呂等，2002)、年產量不穩且過於集中於 8~10 月、切花品質常受日燒

影響、種球自然分球繁殖速率低(林及李, 1993)、種球長期未進行更新且栽培方式過於粗放, 均是導致切花無法大量提升品質及產量之原因。

欲解決臺灣金花石蒜切花產業所面臨之問題, 除提升經濟栽培技術外, 了解其開花生理為首要工作, 文獻指出金花石蒜種球大小與開花率呈正比關係(呂等, 2002), 且花芽的誘導、創始、分化、發育、抽梗及開花等不同生理階段皆受溫度影響(呂 1998; 1999; 呂等, 2002; 林及李, 1993; 森等, 1977; 梁及許, 1992; 歐等, 2011; 韓, 1991), 亦有研究指出化學藥劑如 BA、NAA 及 GA 可影響其開花(韓, 1991)。

本試驗之目的為於種球休眠期間, 分別以常見之化學藥劑及變溫處理, 探討對其花期之影響, 並研究種球長期貯藏之最適溫度; 於葉片生長期間, 探究肥料種類及施肥時間對其營養生長之影響, 以提供未來行促成栽培之參考, 並期望臺灣金花石蒜之切花得以周年生產。

## 第二章、前人研究 (Literature review)



### 2.1、石蒜屬植物的種類

石蒜屬 (*Lycoris*) 植物約有 10~20 種，常見之石蒜依其葉之生長習性，可分為 (森與板西，1977；林及李，1993；趙等，2008)：

- (1) 春出葉型：香石蒜 (*L. incarnata*)、長筒石蒜 (*L. longituba*)、中國石蒜 (*L. chinensis*)、血紅石蒜 (*L. sanguinea*) 及鱗石蒜 (*L. squamigera*)，此類石蒜於秋末花莖枯萎後，待至隔年 2 月葉片才自休眠之鱗莖抽出。
- (2) 秋出葉型：金花石蒜 (*L. aurea*)、紅花石蒜 (*L. radiata*)、換錦石蒜 (*L. sprengeri*)、紅藍石蒜 (*L. haywardii*) 及乳白石蒜 (*L. albiflora*)，此類石蒜於秋末開花後即抽出葉片。

### 2.2、金花石蒜的型態及特徵

金花石蒜屬有膜鱗莖 (tunicated bulb)，鱗莖外由乾枯褐色鱗片包圍。鱗莖由葉片基部肥厚的葉基 (leaf base) 組成，葉基肥厚的主因是葉片養分蓄積的結果，每一片葉片基部形成之鱗莖稱葉鱗片 (leaf scale)。鱗片在短縮莖 (基盤) 上包裹中心著生於全周。鱗片的厚度主要決定於葉片養分的供給與葉片生長的方向。當葉片形成於中心點的右邊則此葉片所形成的鱗莖則為右邊較厚，而左邊較薄。一株成熟的開花球，鱗片數目大於 16 片。葉片扁長線形或狹箭型，互生葉序。開花球鱗莖，葉片數需 8~10 片，葉長 40~70 cm 及寬 1.5~3.0 cm。花開凋謝後長葉。

花梗直立呈圓柱形，長約 40~60 cm，每一花序著生 6~8 朵金黃色小花，為頂生繖型花序，小花呈漏斗狀由 3 枚花萼及 3 枚花瓣於基部合生或離生，小花花徑約 8 cm，總花徑 18~20 cm，花瓣略向外翻捲花瓣寬約 1 cm，邊緣具有波浪狀。花被基部著生雄蕊 6 枚，花絲特別長而伸出花瓣 2~3 cm，於末端著生一長橢圓花藥。柱頭小，子房下位，3 心皮各具胚珠數枚，為異交作物 (呂等，1996；林及李，1993)。



## 2.3、金花石蒜的生育週期

金花石蒜之生育週期自每年 8~10 月開花，花莖自埋於地下之鱗莖直接抽出，因此開花時不帶葉子，花謝後於 10 月下旬開始抽出葉片，而 12 月到翌年 3 月是主要結球期，通常 4 月開始葉片漸次枯黃，5~7 月地上部完全乾枯，植株進入地上部休眠，但此時球根內部花芽及葉片能繼續分化、發育。金花石蒜生長點在 2 月即可見有花芽形成，因此花芽分化屬預生型（呂等人，2002）。

金花石蒜的生育週期可就地上部與地下部兩方面進行描述（圖 3）：

A. 地上部之生育週期（李，1999；呂及李，1996；呂等，2002；張，2002）：

### a. 開花期

金花石蒜自 8 月左右開始抽苔，9 月初至 10 月為盛花期，開花時不帶葉子，此為其最大特點「見花不見葉、見葉不見花」，單一花序壽命為 7~10 天。

### b. 營養生長期（抽葉期與綠株期）

花期過後，10 月下旬開始葉片生長，通常是 5~6 片葉片一起抽出，其葉片生長速率快，至 12 月中旬葉片已可達 60 cm 長之成熟葉，葉片從鱗莖中抽出至成熟只需一個半月，從葉片抽出至翌年 3 月為營養生長期。

### c. 落葉期

4 月開始葉片末端及邊緣出現枯黃凋萎，進入落葉期。

### d. 休眠期

約 5 月開始至 7 月，葉片完全乾枯，植株進入地上部休眠。



## B. 地下部之生育週期：

### a. 花芽生育方面

金花石蒜在地上部綠株期 2 月時，莖頂分生組織之外皮及內皮細胞核盛行分裂，頂端開始變成廣平而膨大，葉原體發生終止，開始進行生長相的轉換，視為花芽創始期。由花芽創始至抽苔開花期間甚長，學者將期間分為分生組織膨大期、分生組織伸長期、鞘葉形成期、小花始體形成期、外花被形成期、內花被形成期、雄蕊形成期、心皮形成期、子房形成期、雌蕊形成期、四分子期、花粉形成期及開花期，其中分生組織膨大期～雌蕊形成期屬於花芽分化期，雌蕊形成期～花粉形成期則屬於花芽發育期。台灣自然環境生長之金花石蒜，於七月可達雌蕊形成期、四分子期及花粉形成期。此時花芽發育完全，但仍無抽苔，可視為花芽短暫休眠，待 8 月至 10 月中旬，夏秋的雨水降下並伴隨而來的涼溫，才使花莖快速抽出地面並開花（森與板西，1977；梁與許，1992）。

### b. 葉芽生育方面

無花芽分化之莖頂，於 4 月開始分化當年生之葉片，有花芽之頂芽，4 月花芽側面之營養芽葉片亦開始分化，此芽是將於當年秋季開花後抽出葉片之側芽，一個月可分化一葉片（呂等，2002）。

### c. 鱗片肥大方面

金花石蒜的鱗莖即由葉片基部所形成，因而葉片的分化、生長與老化，均與其鱗片結球有密切關係。11 月中旬葉片基部之鮮種已開始增加，即葉基增厚呈鱗片狀，到 1 月下旬達高峰，並於 4 月中旬呈現平穩狀態，推論金花石蒜之主要結球期為 11 月至翌年 2 月（呂等，2002；李，1999）。

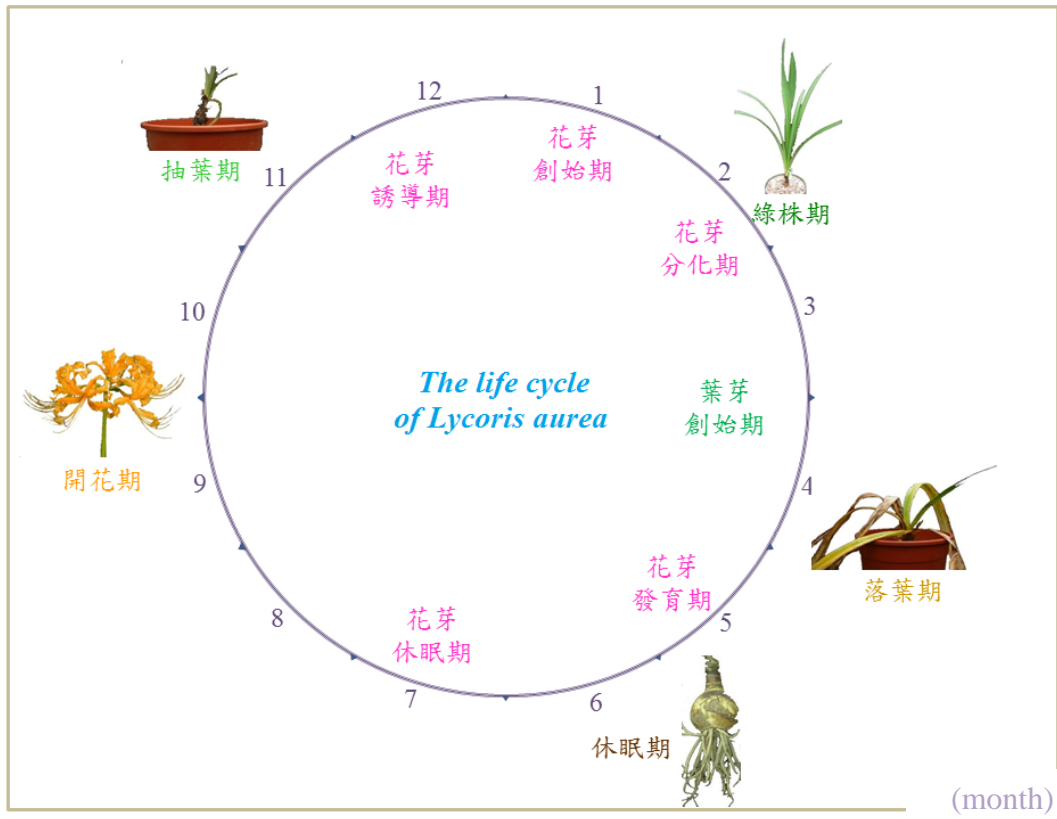


圖 1、金花石蒜之生育週期圖

Fig. 1. The life cycle of *L. aurea*.



## 2.4、石蒜屬植物生長發育過程其內源物質之動態變化

### 2.4.1、可溶性糖類

可溶性糖類在紅花石蒜花芽發育過程中，呈現先降低後增加再下降的趨勢，其含量在分生組織發育期與分生組織擴大期相較下降 14.7%，隨後在雄蕊形成期達整個花芽發育過程最大值，緊接著小孢子母細胞不斷的發育成熟，開始大量消耗能量，可溶性糖類濃度則開始下降（胡，2007）。黃等（2011）試驗指出春出葉之中國石蒜（*L. chinensis*）及秋出葉之紅花石蒜（*L. radiata*）於花芽分化前期，供植物生長所需能量的可溶性糖類明顯上升，於花芽分化後期至開花期開始下降。秋季出葉之紅花石蒜於花期過後即抽出葉片，其鱗莖內可溶性糖類亦因葉片行光合作用而快速上升，此時中國石蒜則處於休眠狀態，其可溶性糖類含量無明顯變化。

### 2.4.2、蛋白質

紅花石蒜花芽內的可溶性蛋白質於雄蕊形成期降至最低，隨後在心皮形成期又達到極大值，可能是雄蕊形成後，需消耗蛋白質及能量變少，而開始逐漸累積，待蛋白質積累特定濃度後，即進行花器官型態的轉變，因而可溶性蛋白質濃度又漸次下降（胡，2007）。研究指出石蒜於 3 月花芽分化開始時，其鱗莖內供植物體內功能活性物質-可溶性蛋白質，於此時開始上升，並於 5 月開始下降，至 7 月花芽發育完全時達到最低，而在開花期又急速上升，並於花期過後下降；而不可溶性蛋白質於秋冬季低溫前明顯升高，推測此變化能提高膜穩定性，且秋季出葉之石蒜種類較春季出葉者較為明顯（羅，2007）。

### 2.4.3、MDA、SOD 及 POD

植物體內脂質過氧化作用越強，MDA（Malondialdehyde，丙二醛）含量即越高，且 MDA 的積累亦會加重活性氧自由基對植物體的毒害作用。紅花石蒜花芽分化過程，鱗莖內的 MDA 主要受外在環境溫度影響，過度的低溫或高溫都會使其濃度提升，相反地，若環境溫度變化趨於平緩，MDA 濃度的動態變化則減緩（胡，2007）。羅（2007）指出無論春出葉或秋初葉的石蒜種類，其鱗莖內的 SOD

(Superoxide Dismutase, 超氧化物歧化酶) 及 POD (Peroxidase, 過氧化酶) 活性, 在開花期皆達到最高峰, 且 POD 活性變化表現較 SOD 活性表現晚。推測石蒜開花期間進行一系列生理反應而產生較多氧自由基, SOD 活性隨之增強, 以清除過多的氧自由基, 維持植物體的正常狀態。SOD 清除氧自由基時會產生  $H_2O_2$ , 因而 POD 活性也隨之升高, 以降解  $H_2O_2$ 。

#### 2.4.4、植物生長調節物質

IAA (Indole-3-Acetic Acid, 吲哚-3-乙酸) 及 ABA (Abscisic Acid, 離層酸) 在花芽生長過程中扮演重要的促進作用, 高比例的 ABA/GAs (Gibberellins, 激勃素) 有利於花芽的誘導, 而 ABA/GA、IAA/ZRs (Zeatin Ribosides, 玉米素核苷) 及 ABA/ZRs 比例的提高可促進花芽之分化 (王等, 2008)。金等 (2010) 指出 IAA 濃度於花芽分化初期較低, 而 iPAs (Isopentenyl Adenosines, 異戊烯基腺苷)、ABA 與 GAs 濃度較高, 於鱗莖抽梗前 IAA 濃度則出現極高值, iPAs、ABA 與 GAs 濃度則相反, 開花期 ABA 與 GAs 濃度又回升, 因此其推測高濃度 ABA 與 GAs 對兩種石蒜的開花可能有正向調控作用。分析內源激素比例之結果顯示, 高比例的 ZRs/IAA、GAs/IAA 及 ABA/GAs 有利於此兩種石蒜花芽的分化與發育, 低比例則有利葉片生長。蔡 (2012) 則認為相對高含量的 IAA、IAA/ZRs 及低濃度的 ABA 與 GAs 有利於紅花石蒜花芽型態的分化, 而高濃度的 GA 及高比例的 ABA/GA、ZRs/iPA 與 ABA/ZRs 則可促進花器官形成。

中國石蒜鱗莖內 PAs (Polyamins, 多胺) 總量由莖尖至外鱗片依次下降, 開花前後 Put (Putrescine, 腐胺) 及 Spm (Spermine, 精胺) 之濃度較 Spd (Spermidine, 亞精胺) 變化大, 並指出高濃度的 Put 有利於花芽分化, Spm 濃度的提高則可促進開花 (金等, 2007b)。而紅花石蒜莖尖與鱗片各部位於每個時期 PAs 總量的差異並不明顯, 於花芽分化前期, PAs 濃度遞增並於花芽分化後期達至高峰後開始遞減, 於開花時 Put 及 Spm 含量則大幅度下降, 雖 Put、Spm 及 Spd 於開花前後變化趨勢一致, 但 Spd 的變化幅度較小 (金等, 2007a)。



## 2.5、影響石蒜屬植物生長及開花之因素

### 2.5.1、採收期與施肥

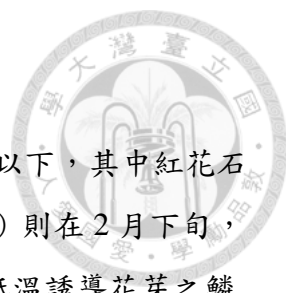
李（1999）於3月上旬及4月上旬，分別採收栽培於淡水地區的金花石蒜種球並調查其開花率，結果顯示採收期早晚對開花率並無影響，意即雖3月上旬葉片尚未完全枯黃，但其鱗莖養分已足以供應花芽分化之用。

王等（2009）指出以 N:P:K=10:30:20 之成分施用  $200 \text{ g/m}^2$ ，可促進紅花石蒜葉片生長，且磷肥含量高的比例有利於核酸合成，氮肥含量高則有利於蛋白質合成。蔡等（2009）則認為施用  $30 \text{ kg/m}^2$  的 N:P:K=1:4.37:2.32 肥料，即可有效增加紅花石蒜鱗莖鮮種。在紅藍石蒜（*L. haywardii*）方面，鮑等（2012）指出尿素含量達  $0.5 \text{ kg/m}^2$ ，植株即表現養分過量之性徵，故紅藍石蒜不宜以尿素作為氮肥施用；若施以  $0.35 \text{ kg/m}^2$  磷酸二氫鉀（ $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ）則可增加當年生葉片數。

### 2.5.2、遮光處理

在光照強度高的生長季節，適度遮光可提高金花石蒜淨光合速率（maximum net photosynthesis rate,  $P_{\max}$ ）、葉片光能利用效率（light use efficiency, LUE）及比葉重，並有利其葉片生長發育（全等，2011）。李等（2004）指出遮光對紅花石蒜切花品質影響遠大於葉片營養生長，以 60% 或 80% 遮光處理可分別提高花莖長 6.3 及 17.0 cm。蔡等（2011）則認為遮光雖可增加紅花石蒜葉片長度及寬度，但會減少葉片數。在開花品質方面，紅花石蒜的始花期、盛花期及花謝期均隨遮光程度增強而延長，開花率及單一花序可持續之開花天數皆在遮光 45% 處理下最高，而單一花序小花朵數則以 75% 遮光下最多。在紅藍石蒜（*L. haywardii*）方面，張等（2013）亦認為光照強度可增加葉片數，而葉片長度則與遮光程度呈現正向關係。

### 2.5.3、溫度



Mori and Sakanishi (1988) 指出石蒜花芽誘導適溫在 20°C 以下，其中紅花石蒜 (*L. radiata*) 的誘導期在 12 月下旬，鱗石蒜 (*L. squamigera*) 則在 2 月下旬，顯示鱗石蒜誘導花芽創始較紅花石蒜需要累積更多低溫，經過低溫誘導花芽之鱗莖，越早移入高於 20°C 之環境，則花芽發育越快速。森 (1990) 於 9 月下旬將鱗石蒜及紅花石蒜移入 25°C 恆溫及日/夜溫 20/17 及 15/12°C，觀察翌年花芽分化之現象，顯示移入 25°C 之鱗石蒜及紅花石蒜與以 20/17°C 處理之鱗石蒜皆無花芽分化，推測紅花石蒜花芽誘導的低溫上限為 20°C，鱗石蒜則為 15°C，且冬季低溫為花芽誘導之必要條件。梁和許 (1992) 觀察金花石蒜產銷地淡水楓樹湖村氣象資料，12~3 月之最高月平均氣溫為 19.6~21.5°C，接近花芽誘導之上限溫度，造成花芽創始不穩定，推測可能為每年切花量變動大的原因。

梁與許 (1992) 指出在種球休眠時期，以 20/15 及 25/20°C 溫度栽培皆可使開花期提前，但以 20/15°C 處理之種球，其花梗長度顯著較短；而以 30/25°C 處理，則可延緩開花期。若持續以上列三種溫度處理，觀察隔年開花情形，則除了 20/15°C 處理有 10% 開花率之外，其他處理皆無開花現象。經過前一季冬季自然低溫的金花石蒜鱗莖，於次年春夏季以 30/25°C 栽培之，最有利其花芽與葉芽的分化，而 25/20°C 則次之，若給予 15/13°C 之環境，則不分化；持續以 25/20°C 處理之種球，其抽花期與葉片伸長期皆較 30/25°C 提早一個月 (李，1998)。

在休眠時期，韓 (1991) 指出此時若以 7 或 13°C 貯藏，會降低其開花率。梁 (1992) 亦指出將種球分別濕藏在 5、10 及 15°C 下，雖可使花期提前，但開花率明顯下降。李 (1998) 指出於 6 月上旬以前，以 30°C 高溫處理金花石蒜種球後，再移至 25°C 之環境，可促進其抽花與葉片伸長，且以 30°C 處理之時間越長，效果越好，最早可使花期提前至 5 月。李於隔年 (1999) 亦指出於 3 月上旬至 4 月上旬從田間採收種球後，將之貯藏於 27°C 2 個月後，並持續種植於 27°C 之環境，可使花期提前至 7 月；同時，若將種球採收後，埋於 30°C 的濕潤介質中，給予暗處理，其開花率與自然光照處理效果相同，顯示金花石蒜之花芽分化與發育不需

要光線，其所需之養分來自貯藏於鱗莖之養分，與鬱金香及風信子等球根相同；於6月下旬將金花石蒜種球移至20°C，因此溫度不利花芽之心皮形成及花粉成熟，將導致開花率下降；若於此時分別將種球乾藏及濕藏於30°C高溫，則其乾藏之種球花期可延至12月中旬，較濕藏處理之種球晚1個月。

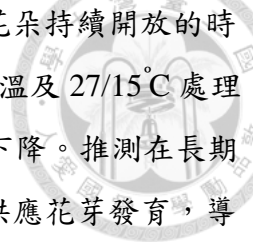
森等人(1990)指出鱗石蒜與紅花石蒜花芽分化期(分生組織膨大期~雌蕊形成期)最適合的溫度皆為30°C，花芽發育期(雌蕊形成期~花粉形成期)則分別為25及20°C，而花芽發育期之後，以25°C處理者可最早開花。若在紅花石蒜心皮形成期後利用30/20°C的變溫處理比恆溫30或20°C處理提早開花。在紅花石蒜花芽發育期若給予15°C低溫處理，則容易造成花芽枯萎。於鱗石蒜及紅花石蒜花粉形成期後，以5、10、15、20、25及30°C處理之，經5°C處理之鱗石蒜及15°C以下溫度處理之紅花石蒜皆不開花，而分別以25及20°C處理之種球，其到花日數最短，花梗長度則分別以30及25°C處理者最長(森，1990)。

任(2012)於2010/7/19~2010/8/23，每隔一週，將經由非破壞性技術檢測具花芽的金花石蒜鱗莖移入20°C，試驗顯示於8月中旬移入之鱗莖最早抽梗，其平均到梗天數為27.9天，較持續放置溫室處理者，提早63.6天。另於9月下旬，以20°C處理同樣經由非破壞性技術檢測具花芽的金花石蒜，其到梗天數較持續放置溫室者提早6.2天，花梗長度則較對照組47.6 cm短12.4 cm。

重藤等人(2006)指出於6月上旬至9月上旬，以較自然環境高1到3°C之溫度處理紅花石蒜(*L. radiata*)，對其初花至盛花期間所需日數、花朵可持續天數及小花朵數無影響。於6月下旬將紅花石蒜移入6或9°C持續4週，可分別延後到花天數19及12天，並分析花朵內源植物生長激素與到花天數之關係，推測內源IAA、ABA及ZR<sub>s</sub>可促進石蒜開花，而內源GA<sub>3</sub>對開花則無影響(王等人，2009)。

中國貴陽5月天氣平均最高溫為23.6°C，最低溫為15.5°C，歐等(2011)指出以21°C恆溫或日夜溫27/15及32/21°C，處理金花石蒜休眠鱗莖14、21及28天，結果顯示所有處理皆較種植於自然環境下之種球提前開花，最早開花者為以21°C恆溫及32/21°C處理之種球，較對照組分別提早49天(開花日期為7/20)及50天，





且在相同溫度處理下，處理時間越長，其提前開花效果越好，花朵持續開放的時間亦越長。探討以上溫度處理對抽梗率之影響，顯示以 21°C 恆溫及 27/15°C 處理之種球抽梗率最高為 85% 以上，隨處理時間越長，抽梗率逐漸下降。推測在長期高溫的貯存過程中，鱗莖內的碳水化合物消耗過快，後期無法供應花芽發育，導致抽梗率下降。於試驗處理中，隨處理溫度與時間增加，金花石蒜鱗莖內水分呈先升高後降低之趨勢、澱粉含量持續下降、澱粉酶活性呈升高-降低-升高表現及可溶性糖總含量與可溶性蛋白質總含量皆先降低後升高。

蔡等 (2012) 於 7 月中旬將紅花石蒜連同半濕潤木屑密封後進行低溫貯藏，顯示以 22°C 處理雖可使花期提前 16 天，但開花率卻不甚理想，若以 5°C 貯藏種球 30 及 45 天，雖可提高開花率，但會導致花期分別延後 12 及 30 天，若將種球放置於 14°C 的環境，則不利開花。分析經 5-14°C 冷藏後鱗莖內源物質的動態變化，顯示鱗莖芽內 IAA、ABA、iPA 含量及 ABA/GA 比例，會隨著溫度其貯藏期間的增加而提高，並推測高濃度的 ZRs 及低濃度的 GAs 可促進開花 (蔡, 2012)。

在金花石蒜葉片生長及結球方面，於 11 月至翌年 2 月為金花石蒜的結球期，若給予 30/25°C 之環境，可加速葉片之分化，25/20°C 之處理效果次之，若給予 15/13°C 之環境，葉片則不分化，而平均抽葉數與抽葉期，卻以 25/20°C 之處理效果最多且最早；將金花石蒜長期種植在 20/15、25/20、30/25 及 28±2°C 之恆溫環境下，則各處理均呈現常綠不落葉狀態 (李, 1998)。森與坂西 (1988) 則認為，在石蒜結球期，其種球周徑與低溫處理的時間成正比。

任 (2012) 指出金花石蒜花期結束後，鱗莖進入短暫休眠，此時以 20°C 處理之，可促進葉芽抽出及葉片生長，高或低於 20°C 者，皆會使鱗莖葉芽及葉片生長緩慢，且隨處理時間越久，鱗莖發生潰爛機率越大。若將鱗莖貯於高於 30°C 之環境下，葉芽雖可抽出，但葉片無法繼續抽長。於 7 月中旬開始，每隔一週，將經由非破壞性技術檢測不具花芽的金花石蒜鱗莖移入 20°C，試驗顯示於 8 月中旬移入之鱗莖最早抽出葉片，其平均到葉天數為 46.5 天，較持續放置溫室處理者，提早 53.5 天。以 7 月 19 日為起始日，同時具有花芽及葉芽之金花石蒜鱗莖，其平均

到梗日數較到葉日數提早 42.8 天，鱗莖抽梗平均所需積溫為 1038.4 °C，抽葉則需 1901.5 °C。



#### 2.5.4、藥劑

日本農民於 1986 年發現利用燃燒木材、草皮、稻稈及菊花莖所釋放的煙霧可提高水仙 (*Tazetta narcissus*) Grand Soleil d'Or 品種及鳶尾 (*Dutch iris*) deal 品種開花率，學者分析煙霧成分含有 ethylene、propylene、methane、acetylene 及 carbon monoxide，並進一步指出以 0.75  $\mu\text{L/L}$  乙烯處理 3~6 小時即可有效提升 Grand Soleil d'Or 品種之水仙的開花率及縮短其到花天數，且開花品質皆可達商業栽培水準 (Imanishi, 1997)。STS (Silver thiosulfate, 硫代硫酸銀) 為乙烯生合成之抑制劑，2~4 mM 的 Ethephon 可誘導鐵炮百合 (*Lilium longiflorum*) Nellie White 品種花芽之敗育，若給予 1~2 mM 的 STS 則可抑制經由 ethephon 誘導花芽敗育的發生 (Mason and Miller, 1991)。劉等 (2004) 指出以 500 及 4000ppm 的硼酸處理小蒼蘭 (*Fressia refracta*) 的 Red Lion 品種，可降低其開花率，並延緩開花。

Souza and Souza Alves (2010) 指出施用  $\text{GA}_3$  可代替風信子、鳶尾、百合及鬱金香等球根花卉開花時低溫之需求。雖然  $\text{GA}_3$  可以促進開花，但其效果仍較低溫處理效果差，尤其是在鬱金香。 $\text{GA}_3$  的施用可增加仙客來、大理花和鬱金香花梗長度及合果芋 White Butterfly 品種的花朵數。在杜鵑花的 Hexe 和 Sweathert-supreme 品種，於 16°C 低溫下施用 1000mg/L  $\text{GA}_3$  可使開花表現一致；結合 100-500mg/L  $\text{GA}_3$  和 100mg/L 的 kinetin 則可促進品種 Red wing 開花。

在藥劑處理對金花石蒜開花之影響方面，韓 (1991) 指出以 100 及 250 ppm 的  $\text{GA}_3$  和 BA 皆可促進其開花。王等人 (2004) 則認為以  $\text{GA}_3$  處理對紅花石蒜的花期無顯著影響，而以 100 及 250 ppm 的 Ethrel 處理則可分別使其花期提前 7 和 16 天，以 200 ppm 硼酸處理則花期可提早 5 天。於換錦花 (*L. sprengeri*) 鱗莖種球休眠時期，以針筒注射 3 mL 由 60 mg/L 6-BA (6-Benzylaminopurine、6-苄氨基腺嘌呤)、150 mg/L  $\text{GA}_3$  及 20 mg/L NAA 組合成的混合溶液至鱗莖生長點，可提高內源 IAA 含量、增加開花率與花徑，並延遲花期 10 天(王等, 2009)。李等(2011)

研究指出以 60、120 及 180 mg/L 的 6-BA、GA<sub>3</sub> 或 Ethrel 浸泡紅花石蒜種球，可提升鱗莖內可溶性糖類含量，但對換錦花則無影響。



## 2.6、水仙屬的商業栽培產期調節模式

水仙屬 (*Narcissus*) 與石蒜 (*Lycoris*) 皆屬石蒜科 (Amaryllidaceae) 植物，為一重要球根花卉作物，以產期調節方式來供應市場需求為其商業生產模式中重要的一環，依產地及品種所需，其調節方式不一。本節將整理主要之調節模式，以供金花石蒜未來進行商業栽培產期調節參考。

### 2.6.1、*N. pseudonarcissus* cv. Carlton and cv. Fortune in UK

在自然生長環境下 *N. pseudonarcissus* 的商業生產品種 cv. Carlton 及 cv. Fortune 在英國秋天時被定植，此時其根部快速生長，鱗莖內的芽隨著溫度的下降而緩慢的生長，在英國之冬末地上伸出地面，隨後進行開花。

1930 年即開始利用溫度的調控來進行花期的調節。在六月中旬採收種球，利用高溫 35°C 進行殺菌後，儲存在 17°C 待花芽發育至 Pc stage 後，依品種而定以 9°C 處理 14~16 週，隨後移入 16°C 玻璃溫室進行催花，可使花期從 2~3 月提早至 11 月底~12 月底。若在花芽發育至 Pc stage 前即以 9°C 處理會造成花梗不正常發育或死亡。Hanks and Rees (1984) 及 Rees and Hanks (1984) 指出種球經由採收後，不須待花芽發育至 Pc stage 即進行 9°C 低溫處理，不會導致花朵發育不正常，並且可使花期由 11 月底~12 月底提早至 10 月~11 月初。

### 2.6.2、*Narcissus tazetta* cv. Grand Soleil d'Or in Japan

*Narcissus tazetta* cv. Grand Soleil d'Or 在七月被採收，貯存在室溫 25°C 下至九月中旬後定植於溫室，花期為隔年 1~2 月。Imanishi (1986) 指出若在採收後利用乙烯處理 1~3 小時，則可明顯提高開花率，並使花期提早到 12 月~隔年 1 月，0.75 μl/l 的乙烯濃度即有效果。若將採收後的種球儲存在 1°C 5 個月，隨後以 30°C 貯存 7 天，再移至 25°C 至 2 月底，可使花期延緩至 5 月。若在 12 月進行乙烯處理，

則可使花期由 5 月 21 日提早至 5 月 13 日。

### 2.6.3、*Narcissus tazetta* cv. Ziva in Israel

‘Ziva’ 是以色列生產種球或切花至美國及歐洲的主要水仙品種 (Vreeburg and Dop, 1990)。種球在 6 月被採收後貯存在自然環境下，待 7 月時進行出口或於 10 月中定植於田間，11~12 月進行切花採收。若將採收後種球以高溫 30°C 處理，則可抑制其開花，但花朵數會下降，若在種植前一個月移入較低溫 25°C 可改善此問題 (Yahel and Sandler, 1986)。





### 第三章、材料與方法(Materials and Methods)

#### 3.1、夏季變溫處理對盆植金花石蒜休眠種球抽梗之影響

2008年五月下旬自后里花農購買金花石蒜種球，於臺灣大學園藝系精密溫室（以下簡稱精溫）進行種球清洗並切除老舊基盤後，調查種球之球周徑與球重，挑選單梗球及種球大小介於15~19.0公分者，種植在內含根基旺三號介質的四寸盆中，移置精溫，於5/28開始進行試驗。對照組之種球為153顆，持續放置於精溫，處理組每隔兩週（5/28、6/13、6/26、7/10、7/24、8/06、8/20）移入臺灣大學人工氣候室（以下簡稱人候室）之日夜溫20/15、25/20、30/25及35/30°C自然光照玻璃室，每個處理10顆種球，待種球抽梗後調查其抽梗日期，並移至精密溫室持續觀察抽梗日期。

#### 3.2、夏季變溫處理對乾燥金花石蒜休眠種球抽梗之影響

2010年6月上旬自后里花農購買金花石蒜種球，於精溫進行種球清洗並切除老舊基盤後，調查種球之球周徑與球重，挑選單梗球及種球大小介於15.8~20.0公分者，於2010年6月27日開始進行試驗。對照組為29顆種球，以3.5吋黑色軟盆種植於精密溫室戶外，每隔一週澆水；處理組之種球貯藏於處理室30及20°C的冷藏庫，放置於通氣的不織布袋內，每袋視為一個處理，每個處理14顆種球，每隔一週（7/3、7/10、7/17、7/24、7/31、8/7、8/15）拿14顆種球進行30及20°C變溫處理，待種球抽梗後調查其抽梗日期，將之以3.5吋黑色軟盆種植並放置於精溫，未開花者葉片抽出後，亦將之種植於精溫。

#### 3.3、低溫長期貯藏對金花石蒜種球重量之影響

2010年6月上旬自后里花農購買金花石蒜種球，於精溫進行種球清洗並切除老舊基盤後，種植於精溫至10月上旬，挑選本年度未開花之種球移至臺灣大學山地農場春陽分場進行冬季低溫處理，並於2011年2月下旬移回精室並停止水分供給，於3月26日將種球移至處理室30°C貯藏庫，待期葉片皆枯萎後於4月3日移

回精密溫室，調查其種球周徑與重量，挑選種球周徑介於 9.1 ~ 13.0 公分者，於 2011 年 4 月 30 日開始進行試驗。將種球分為四個處理、每個處理 57 顆，分別移入處理室 5、10、15 及 20°C 冷藏庫，並調查種球重量的變化。



### 3.4、藥劑處理對金花石蒜開花之影響

#### 3.4.1、益收 (Ethrel)

2008 年五月下旬自后里花農購買金花石蒜種球，於臺灣大學園藝系精密溫室（以下簡稱精溫）進行種球清洗並切除老舊基盤後，調查種球之球周徑與球重，挑選單梗球及種球大小介於 15~19.0 公分者，種植在內含根基旺三號介質的四寸盆中，移置精溫，於 7/15 開始進行試驗。對照組及處理組各為 10 盆，對照組以清水浸泡 1 小時，處理組則個別浸泡 100、200、300、400 及 500 ppm 的 Ethrel 各 1 小時；7/31 重複以上試驗，觀察其抽梗日期。

#### 3.4.2、硼酸 (Boric acid)

試驗材料如上，於 7/15 開始進行試驗。對照組及處理組各為 10 盆，對照組每盆以清水浸泡 1 小時，處理組則個別浸泡 100、200、300、400、500 及 600 ppm 的硼酸各 1 小時；7/31 重複以上試驗，觀察其抽梗日期。

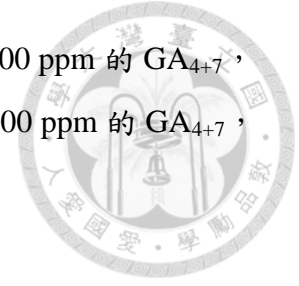
#### 3.4.3、STS (Silver thiosulfate, 硫代硫酸銀)

試驗材料如上，於 7/31 開始進行試驗。對照組及處理組各為 10 盆，對照組每盆以清水浸泡 1 小時，處理組則個別浸泡 0.5、1、2、3 及 4 mM 的 STS 各 1 小時；8/15 重複以上試驗，觀察其抽梗日期。

#### 3.4.4、GA<sub>4+7</sub>

2010 年 9 月上旬自后里花農購買金花石蒜種球，種植於精溫於 2011 年 4 月上旬調查其種球周徑，挑選周徑界於 13.7~17.2 公分且前年未開花者於 5 月 3 日進行試驗。對照組為 10 顆種球，每隔 1 週以針筒施打 1 mL 二次水於種球頸部。處理

組分為兩批，一批於 5 月 3 日開始施打 1mL 50、100、250 及 500 ppm 的 GA<sub>4+7</sub>，連續施打 4 週；另一批則於 6 月 3 日開始施打 1mL 100、250 及 500 ppm 的 GA<sub>4+7</sub>，連續施打 4 週，並觀察其抽梗日期。



### 3.5、金花石蒜小球肥培管理試驗

2010 年 6 月上旬自后里花農購買金花石蒜種球，於精溫進行種球清洗並切除老舊基盤後，調查種球之球周徑與球重，挑選單梗球及種球大小介於 13.2~13.5 公分者，種植於精溫至 10 月下旬，挑選本年度未開花之種球共 70 顆種球，分為 7 個處理、每處理 10 顆。對照組每週澆灌 100 mL 的水，其他處理則每隔 1 週澆灌 100 mg·L<sup>-1</sup>N Peters 20-20-20 或 10-30-20 (Scotts, Marysville, Ohio, U.S.A) 各 100 mL (如表 10)。定期觀察其葉片生長情形及調查抽梗日期。

## 第四章、結果與討論 (Results and discussion)



### 4.1、夏季變溫處理對盆植金花石蒜休眠種球抽梗之影響

試驗結果指出種植於精密溫室的對照組平均開花日期為 9/26，平均到梗天數為 121.5 天。在處理組中，於 6/26 以 25/20°C 處理種球可使抽梗日期提早至 7/24，為所有處理之最早抽梗日，平均到梗天數僅需 57 天；若比較 6/26、7/10、7/24、8/6、8/20 分批放入 25/20°C 之處理種球到梗天數，則顯示越晚以 25/20°C 處理者，其所需之到梗天數越長，分別為 57、76、85、86 及 92 天。以 30/25°C 處理之種球，所需最短的到梗天日為 112 天，與對照組平均到梗天數 121.5 天相近，最長則為 136 天；放置在高溫 35/30°C，無論處理日期，皆會抑制抽梗，但若隨即 (10/16) 以變溫處理放置在 25/20°C 持續五天，則可提高抽梗率至 10%，抽梗日期為 10/21。而給予低溫 20/15°C 亦可促進抽梗，平均到梗日期為 85.7 天，但其抽梗率明顯下降。本次試驗結果顯示，於金花石蒜開花前，若給予適度的低溫 25/20°C 可促進其抽梗，且隨著處理的日期越早效果越明顯；若以與對照組相近的環境 (30/25°C) 處理種球，其平均抽梗日期與對照組亦相近，顯示溫度對金花石蒜開花具有高度影響力；但若給予過低 (20/15°C) 或過高 (35/30°C) 皆會降低抽梗率 (表 1、圖 5)。

調查對照組及各處理之種球周徑及種球重量，統計結果顯示金花石蒜種球周徑及重量有高度相關性，周徑越大則重量亦越重 (圖 2)。觀察對照組之抽梗球，結果指出種球周徑及重量越大，則抽梗率有越高之趨勢，抽梗之種球最小周徑為 14.2 cm，最小重量則為 61.2 g，推測金花石蒜種球須達特定大小，才具有提供花芽分化、發育及抽梗所需養分之能力 (表 2、表 3、圖 3 及圖 4)。





表 1、溫度處理對金花石蒜抽梗之影響

Table1. Effects of temperature treatment on the bolting of *L. aurea*.

處理溫度 (day/night temperature)	處理 日期	抽梗 百分率 (%)	抽梗 日期	平均 抽梗日期	平均 到梗天數 (Day)	溫度處理 至抽梗所需 平均天數 (Day)	平均 種球周徑 (cm)	平均 種球重量 (g)
control	05/28	16	09/09 - 10/17	09 / 26	121.5 ± 9.3 <sup>a</sup>	121.5 ± 9.3	16.1 ± 2.0	83.7 ± 26.4
20/15 °C	05/28	0	-	-	-	-	15.5 ± 1.5	73.8 ± 20.4
	06/13	0	-	-	-	-	16.0 ± 1.7	84.2 ± 24.5
	06/26	0	-	-	-	-	15.6 ± 1.8	81.3 ± 26.7
	07/10	0	-	-	-	-	15.8 ± 1.6	79.9 ± 26.9
	07/24	30	08/15 - 08/22	08/21	85.7 ± 6.5 <sup>cd</sup>	28.7 ± 6.5	15.6 ± 1.5	77.0 ± 18.3
	08/06	0	-	-	-	-	15.7 ± 1.5	76.3 ± 24.9
	08/20	0	-	-	-	-	16.1 ± 1.7	87.1 ± 26.6
25/20 °C	05/28	30	08/15 - 08/17	08/16	80.0 ± 1.0 <sup>cd</sup>	80.0 ± 1.0	15.6 ± 1.5	79.2 ± 24.7
	06/13	20	08/15 - 08/25	08/20	84.0 ± 7.1 <sup>cd</sup>	68.0 ± 7.1	15.3 ± 1.5	75.9 ± 19.1
	06/26	10	07/24 - 07/24	07/24	57.0 <sup>d</sup>	28.0	15.8 ± 1.8	81.8 ± 21.7
	07/10	20	08/12 - 08/12	08/12	76.0 ± 0.0 <sup>cd</sup>	33.0 ± 0.0	15.5 ± 0.9	72.2 ± 12.6
	07/24	30	08/14 - 08/25	08/21	85.0 ± 6.1 <sup>cd</sup>	28.0 ± 6.1	15.8 ± 1.7	81.0 ± 30.4
	08/06	10	08/22 - 08/22	08/22	86.0 <sup>bcd</sup>	16.0	15.6 ± 1.2	78.3 ± 20.4
	08/20	20	08/24 - 09/01	08/28	92.0 ± 5.7 <sup>bc</sup>	8.0 ± 5.7	16.0 ± 2.0	86.3 ± 33.4



表 1、溫度處理對金花石蒜抽梗之影響 (續)

Table1. Effects of temperature on the bolting of *L. aurea*. (continue)

處理溫度 (day/night temperature)	處理日期	抽梗百分率 (%)	抽梗日期	平均抽梗日期	平均到梗天數 (Day)	溫度處理至抽梗所需平均天數 (Day)	平均種球周徑 (cm)	平均種球重量 (g)
30/25 °C	05/28	0	-	-	-	-	15.2 ± 1.1	74.8 ± 16.9
	06/13	0	-	-	-	-	15.9 ± 1.7	82.9 ± 28.2
	06/26	30	09/06 - 10/08	09/25	120.7 ± 17.2 <sup>a</sup>	91.7 ± 17.2	16.2 ± 2.3	92.7 ± 37.9
	07/10	10	10/11 - 10/11	10/11	136.0 <sup>a</sup>	93.0	15.5 ± 1.3	74.8 ± 16.2
	07/24	10	09/17 - 09/17	09/17	112.0 <sup>ab</sup>	55.0	15.5 ± 1.7	75.1 ± 19.0
	08/06	0	-	-	-	-	15.6 ± 1.9	79.5 ± 27.0
	08/20	20	09/04 - 10/14	09/24	119.0 ± 28.3 <sup>a</sup>	35.0 ± 28.3	16.2 ± 1.5	85.2 ± 22.0
35/30 °C	05/28	0	-	-	-	-	16.5 ± 2.2	87.8 ± 29.1
	06/13	0	-	-	-	-	15.5 ± 1.7	75.1 ± 25.3
	06/26	0	-	-	-	-	15.5 ± 1.1	76.3 ± 13.7
	07/10	0	-	-	-	-	16.2 ± 1.8	86.7 ± 26.3
	07/24	0	-	-	-	-	15.8 ± 1.6	84.3 ± 19.4
	08/06	0	-	-	-	-	15.8 ± 1.3	77.7 ± 14.7
	08/20	0	-	-	-	-	15.8 ± 1.1	78.0 ± 21.6

Within a column, different letters means that significantly different.(P=0.05)

處理組 n=10，對照組 n=153；試驗開始日期:2008/05/28

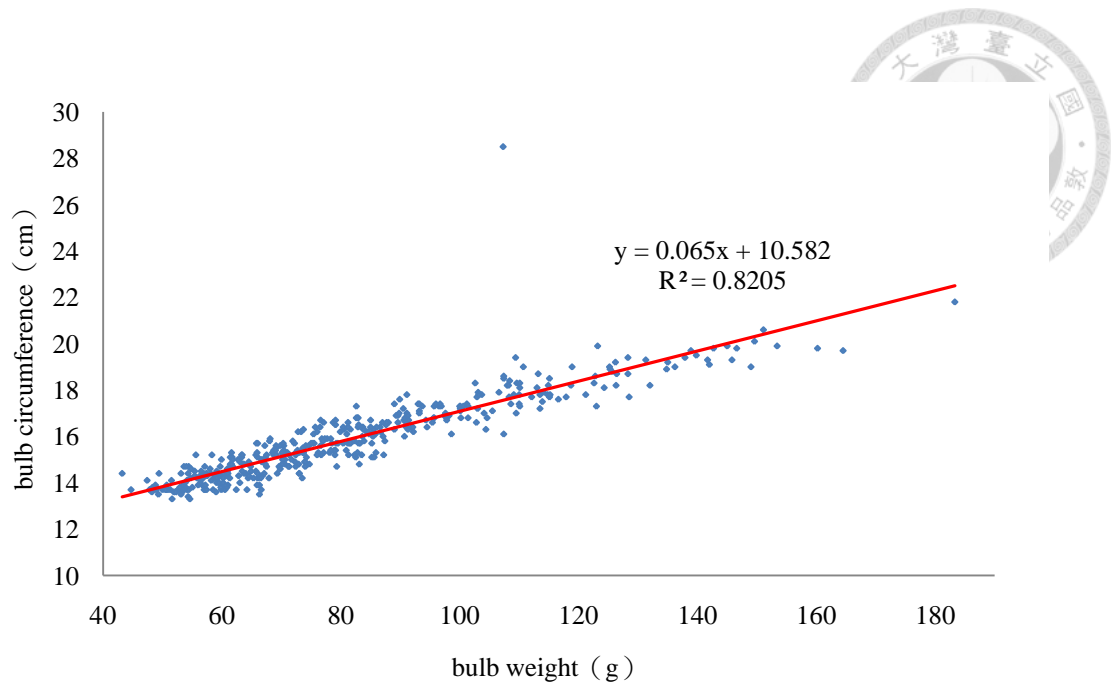
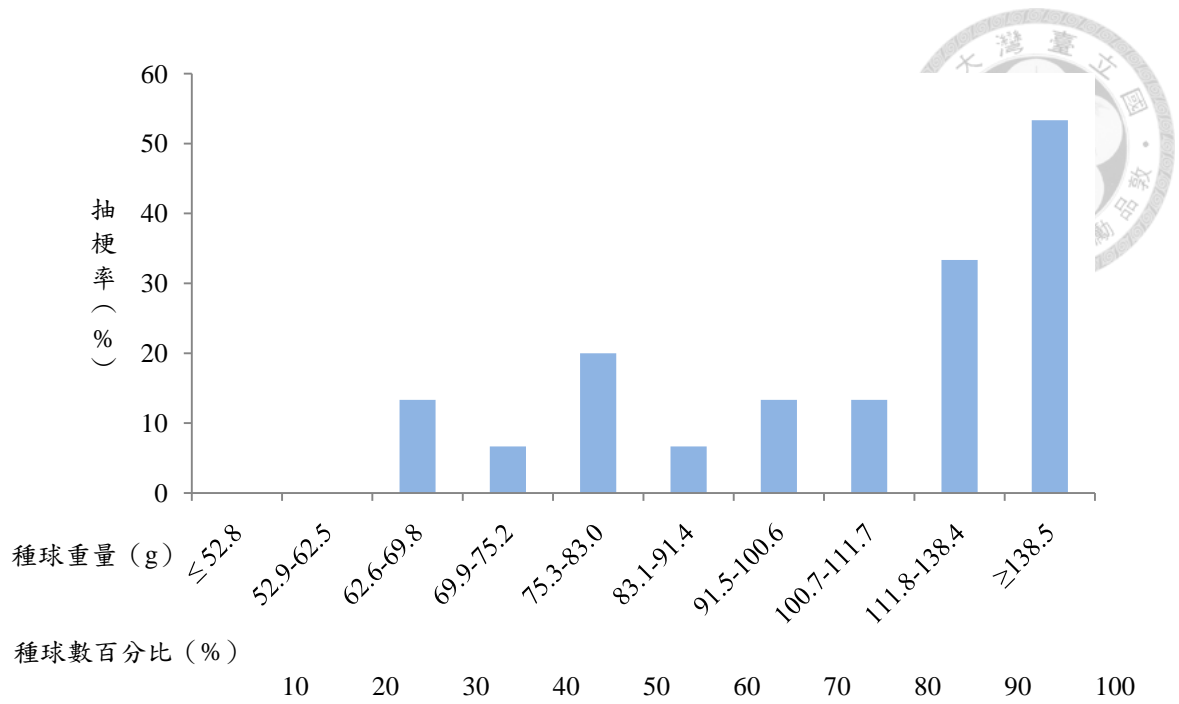
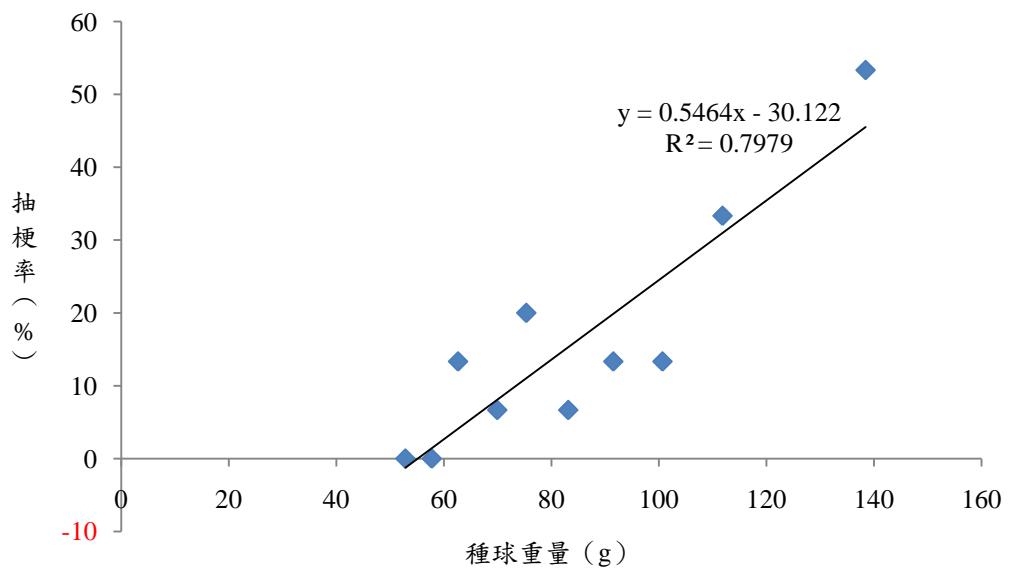


圖 2、金花石蒜種球重量與周徑之關係 (n=433)

Fig. 2. Relationship between the weight and circumference of *L. aurea* bulb.



(a)



(b)

圖 3、種球重量對金花石蒜抽梗率之影響 (n=153)

Fig. 3. Effects of bulb weight on the percentage of bolting of *L. aurea*.

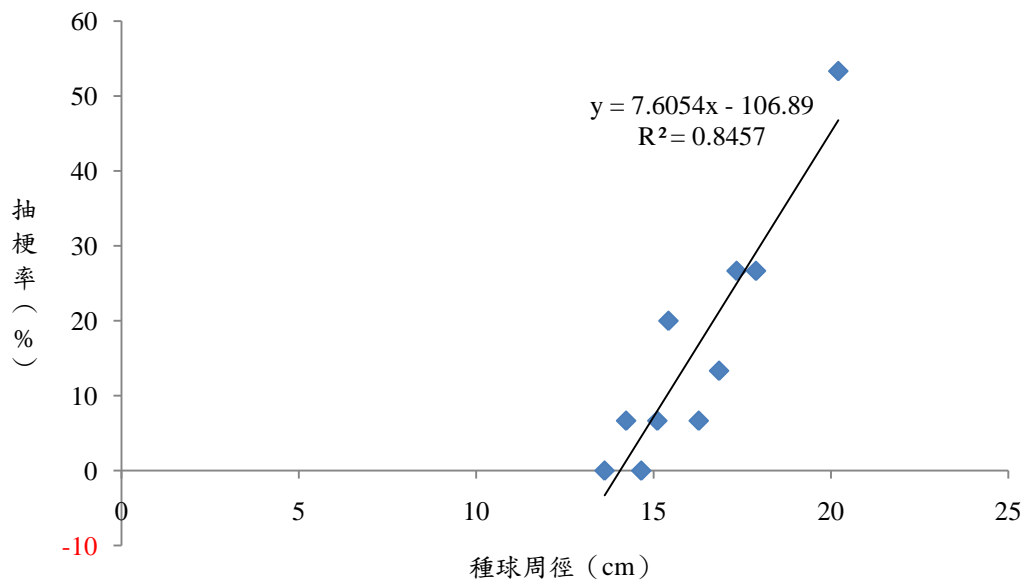
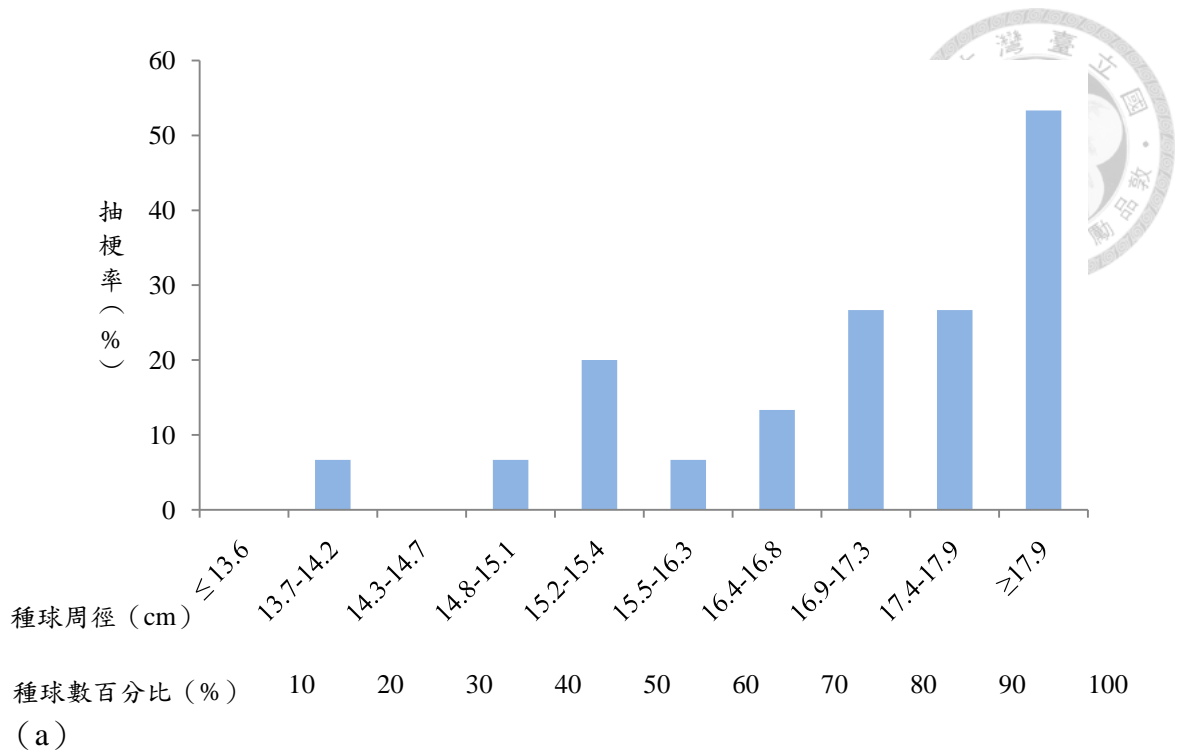


圖 4、種球周徑對金花石蒜抽梗率之影響 (n=153)

Fig. 4. Effects of bulb circumference on the percentage of bolting of *L. aurea*.


表 2、種球重量對金花石蒜抽梗率之影響 (n=153)

Table2. Effects of bulb weight on the percentage of bolting of *L. aurea*.

種球重量 (g)	種球數 (個)	開花種球數 (個)	百分比 (%)
≤50.0	5	0	0
50.1-60.0	28	0	0
60.1-70.0	21	2	9.5
70.1-80.0	27	4	14.8
80.1-90.0	17	2	11.8
90.1-100.0	14	2	14.3
100.1-110.0	17	3	17.6
110.1-120.0	10	4	40.0
120.1-130.0	5	1	20.0
130.1-140.0	2	0	0
140.1-150.0	4	3	75.0
150.1-160.0	2	2	100.0
≥160.1	1	1	100.0

表 3、種球周徑對金花石蒜抽梗率之影響 (n=153)

Table3. Effects of bulb weight on the percentage of bolting of *L. aurea*.



種球周徑 (cm)	開花種球數 (個)	種球數 (個)	百分比 (%)
≤15.0	1	51	2.0
15.1-16.0	5	31	16.1
16.1-17.0	2	24	8.3
17.1-18.0	7	29	24.1
18.1-19.0	2	6	33.3
19.1-20.0	3	8	37.5
20.1-21.0	2	2	100.0
21.1-22.0	1	1	100.0
≥22.1	1	1	100.0

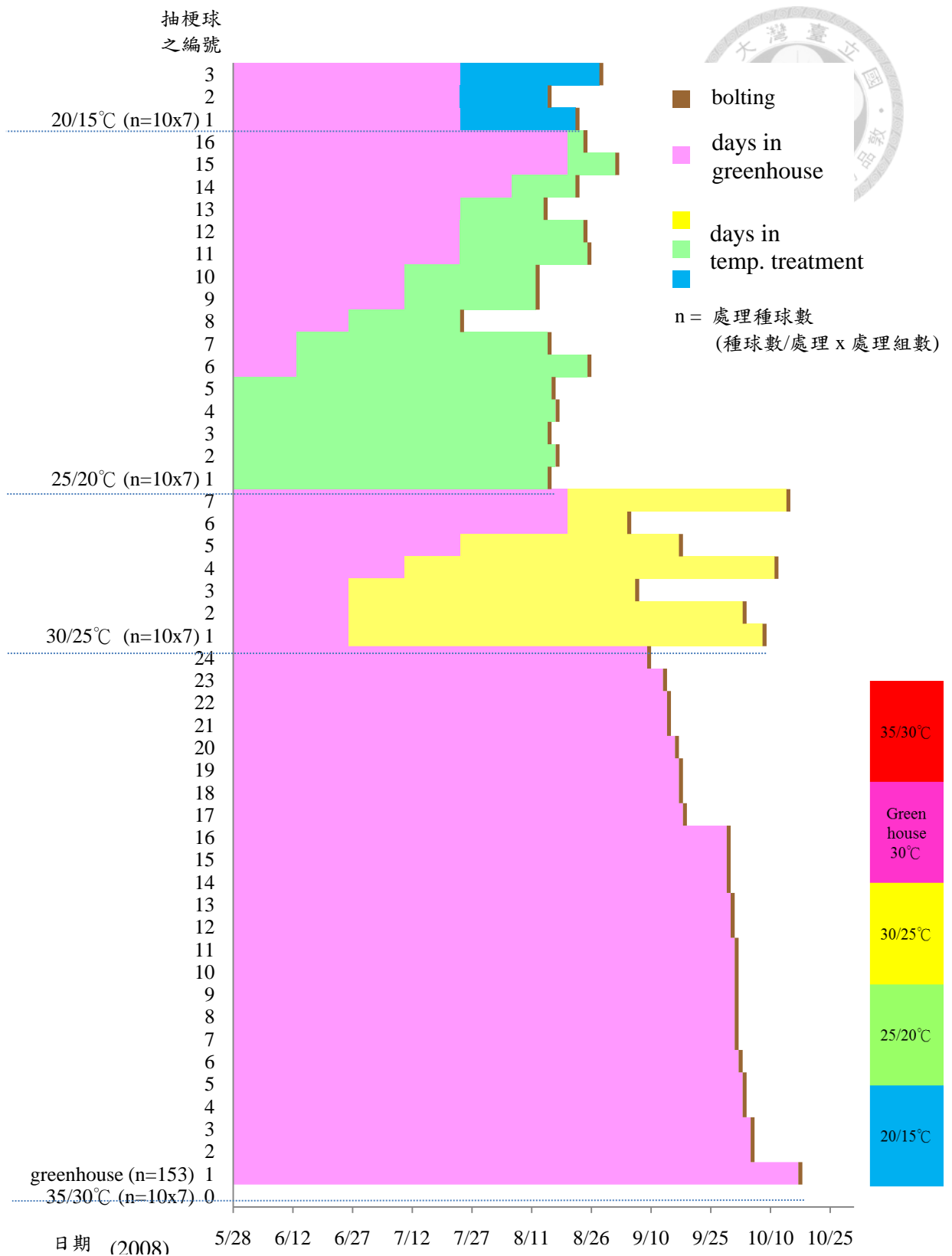


圖 5、溫度處理對金花石蒜個別種球到梗表現之影響  
 Fig. 5. Effects of temperature on the bolting of individual bulb of *L. aurea*.



#### 4.2、夏季變溫處理對乾燥金花石蒜休眠種球抽梗之影響

金花石蒜種球在自然環境（對照組）下，最早抽梗日期為 8 月 19 日，平均抽梗日期為 9 月 15 日，平均到梗天數（以處理日期 6 月 27 日視為起始日）為 80.2 天。將放置在 20°C 的種球每隔一週（7/3、7/10、7/17、7/24、7/31、8/7、8/15）進行變溫處理移至 30°C，有抽梗之種球皆為未進行變溫至 30°C 前就抽梗，最早抽梗日期及到梗天數為 7 月 15 日及 18 天，平均之抽梗日期及到梗天數則為 8 月 8 日及 42 天；最晚抽梗者其抽梗日期為 8 月 16 日。將放置在 30°C 的種球每隔一週進行變溫處理移至 20°C，最早抽梗之種球處理為以 30°C 處理兩週後變溫至 20°C，其最早抽梗日期為 8 月 4 日，此處理平均抽梗日期為 8 月 9 日，平均抽梗天數為 43 天。比較以 30°C 處理二、三、四、五及六周後再進行 20°C 變溫之處理，試驗結果顯示越晚進行低溫 20°C 變溫者，其最早抽梗日期也越晚，依序為 8/4、8/5、8/9、8/9 及 8/15。統計分析對照組與處理組之平均到梗天數具有顯著差異，處理組之平均到梗天數可較對照組提早 22.6 至 62.2 天（表 4、圖 6 及圖 7）。

在抽梗率方面，對照組之抽梗率為 17.2%，持續放置在 20°C 及 30°C 之種球，其抽梗率則分別為 21.4% 及 0%；比較以 30°C 處理 1 至 6 周後再放置 20°C 之種球抽梗率，則有逐漸上升之趨勢，分別為 14.3%、14.3%、35.2%、28.6%、50.0% 及 57.1%；以 30°C 處理 7 周後再放置 20°C 之種球抽梗率則為 0%。

觀察於 30°C 處理 3 周後移至 20°C 之抽梗球，其中有一抽梗球以 t test 檢定其到梗天數，確屬偏離值。若將此偏離值刪除進行分析，結果顯示貯藏於 30°C 之種球越晚變溫至 20°C 者，其平均到梗天數越長，且其平均到梗天數與抽梗數呈現正向關係（圖 8 及圖 9）。

若將此試驗最後放置於 30°C 未抽梗亦未抽葉者之種球，於 11 月 13 日平均分為三組，每組 43 顆種球，再以 20、25 及 30°C 進行變溫處理，其抽梗率為 12%、19% 及 12%（花苞皆乾枯），而平均到梗天數（依 11/13 為起始日）依序為 14、18 及 31 天。

綜合以上試驗結果可推論出金花石蒜開花前，以低溫 20°C 處理或給予高溫 30°C 適當期間後再以低溫 20°C 處理皆可提高抽梗率並使抽梗日期提早，持續高溫則會延緩其抽梗日期並降低抽梗率。





表 4b、由 30°C 變溫至 20°C 之貯藏溫度與期間對金花石蒜抽梗之影響



Table 4b. Effects of storage temperature from 30°C to 20°C and duration on the bolting of *L. aurea*.

處理 組別	溫度處理時間		抽梗 日期	平均 抽梗日期	平均 到梗天數 (Day)	變溫處理至抽 梗所需天數 (Day)	平均 種球周徑 (cm)	平均 種球重量 (g)
	■表 20°C 一週	■表 30°C 一週						
九	■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■	-	-	-	-	18.0 ± 0.9	116.6 ± 16.7
十	■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■	08/09 - 08/20	08/14	48.5 ± 7.8 <sup>bc</sup>	42.5	18.0 ± 1.0	114.9 ± 16.0
十一	■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■	08/04 - 08/14	08/09	43.0 ± 7.1 <sup>bcd</sup>	30.0	18.0 ± 1.2	114.1 ± 20.2
十二	■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■	08/05 - 09/26	08/23	57.6 ± 19.6 <sup>b</sup>	37.6	17.9 ± 0.9	109.7 ± 13.6
十三	■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■	08/09 - 08/25	08/15	49.5 ± 7.2 <sup>bc</sup>	22.5	17.9 ± 0.9	111.1 ± 10.1
十四	■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■	08/09 - 08/29	08/21	55.0 ± 7.0 <sup>bc</sup>	21.0	17.9 ± 0.9	112.7 ± 17.2
十五	■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■	08/15 - 09/03	08/25	59.5 ± 6.6 <sup>b</sup>	18.5	18.1 ± 0.9	111.9 ± 18.3
十六	■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■	-	-	-	-	18.0 ± 0.9	112.7 ± 16.8

Within a column, different letters means that significantly different.(P=0.05)

The number inside the brackets means a negative number.

處理組 n=14，對照組 n=29；試驗開始日期:2010/06/27

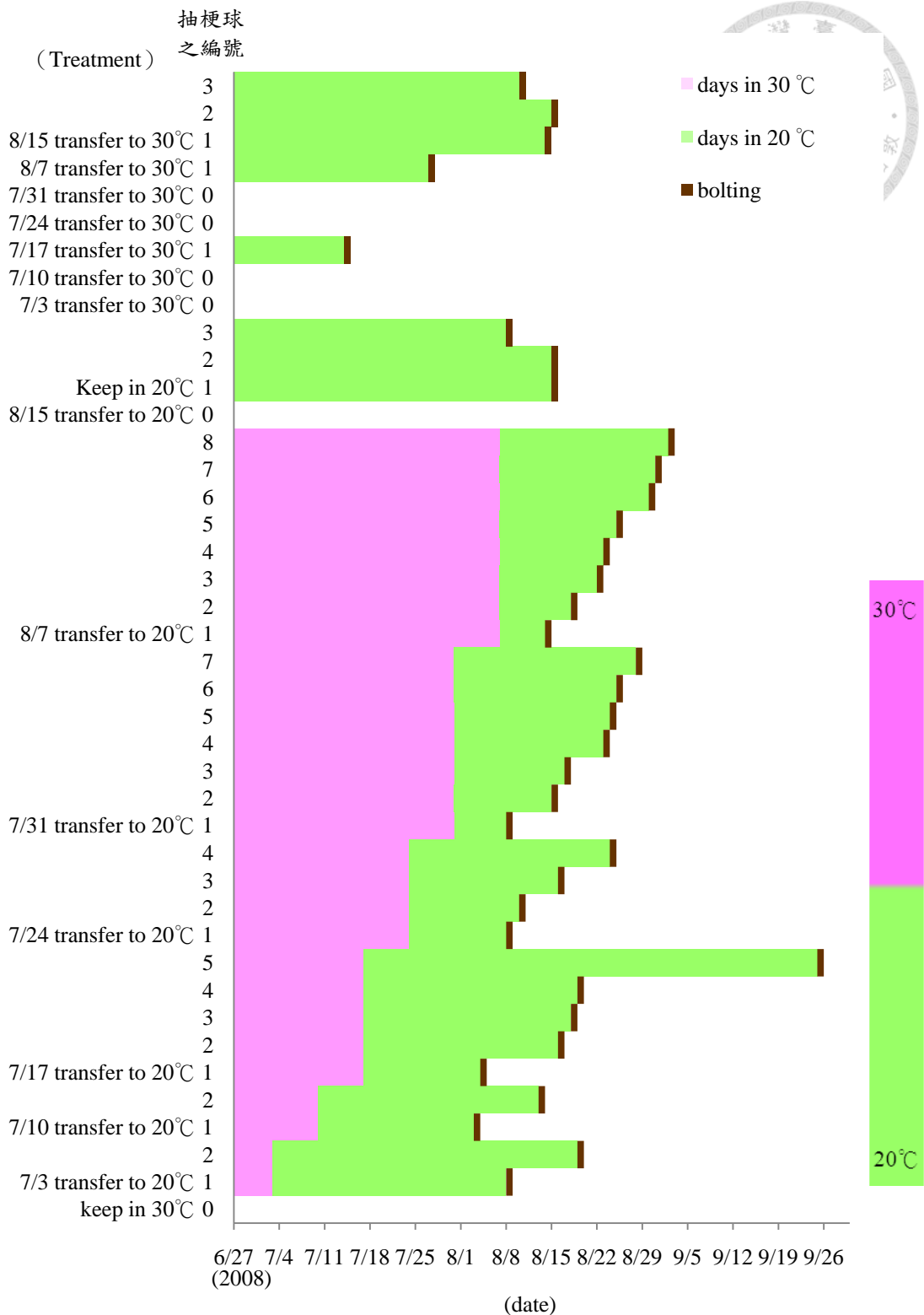


圖 6、20°C 變溫至 30°C 及 30°C 變溫至 20°C 之貯藏溫度與期間對金花石蒜個別種球到梗表現之影響 (n=14)

Fig. 6. Effects of storage temperature from 20°C to 30°C / from 30°C to 20°C and duration on the bolting date of *L. aurea*.

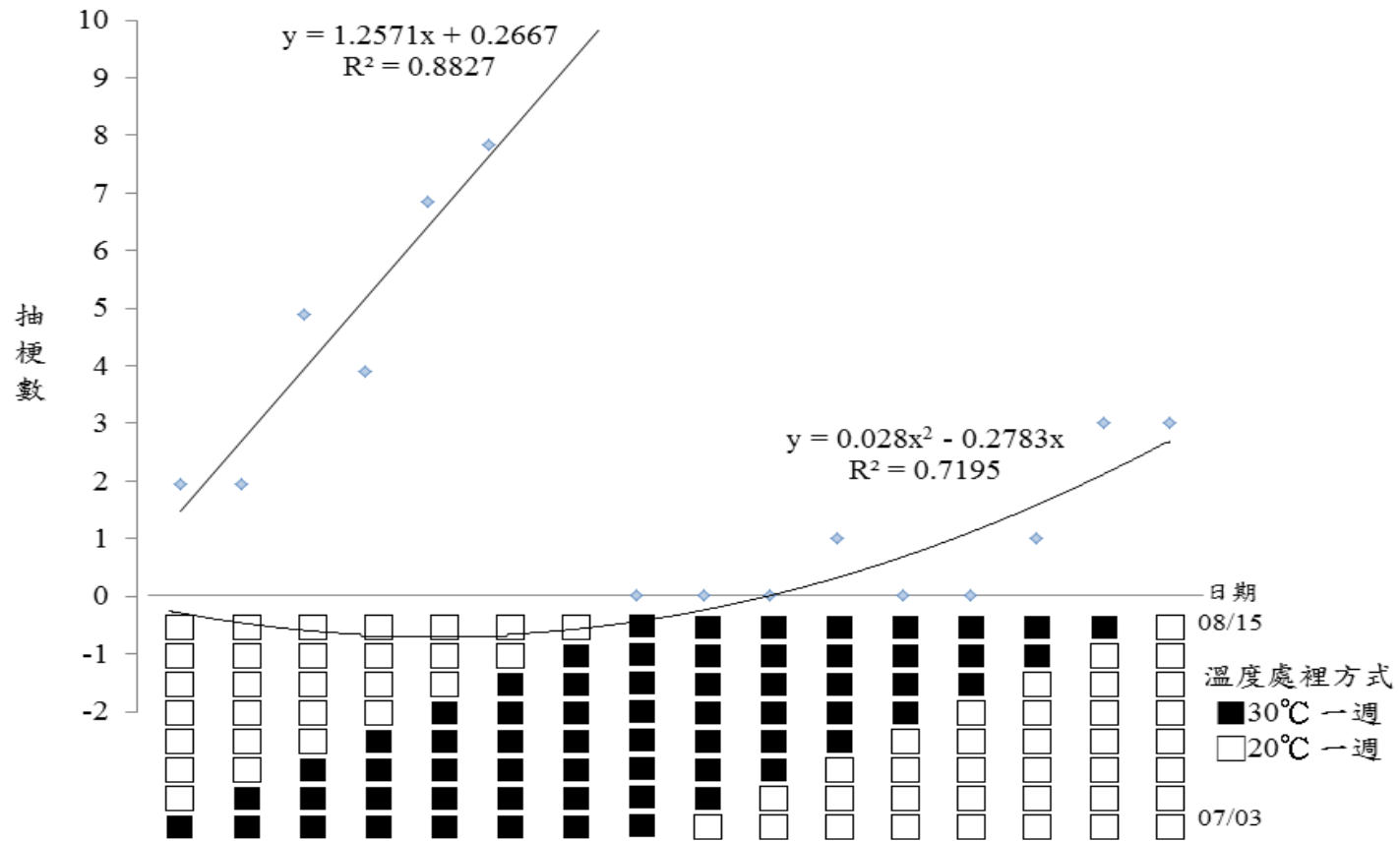


圖 7、20°C 變溫至 30°C 及 30°C 變溫至 20°C 之貯藏溫度與期間對金花石蒜抽梗數之影響 (n=14)

Fig. 7. Effects of storage duration and temperature from 20°C to 30°C / from 30°C to 20°C on the number of bolting bulbs of *L. aurea*.

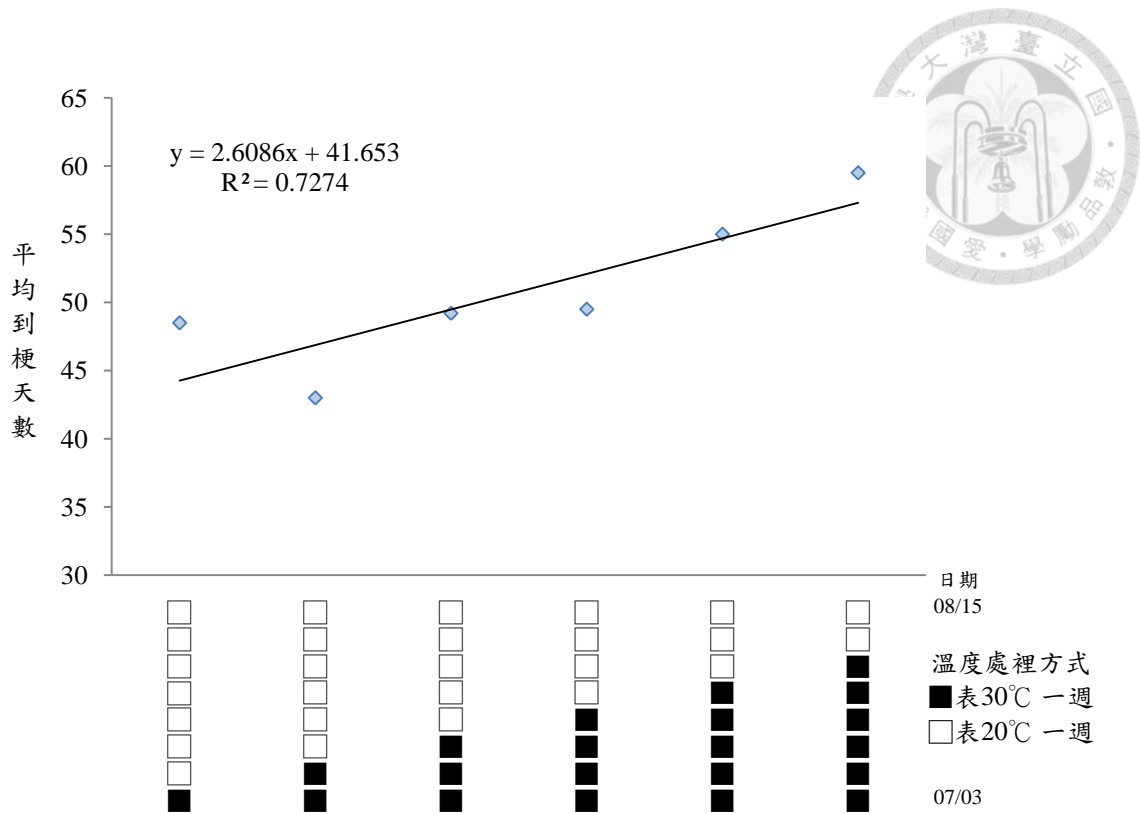


圖 8、30°C 變溫至 20°C 之貯藏溫度與期間對金花石蒜平均到梗天數之影響 (n=14)

Fig. 8. Effects of storage duration and temperature from 30°C to 20°C on the days to bolting of *L. aurea*.

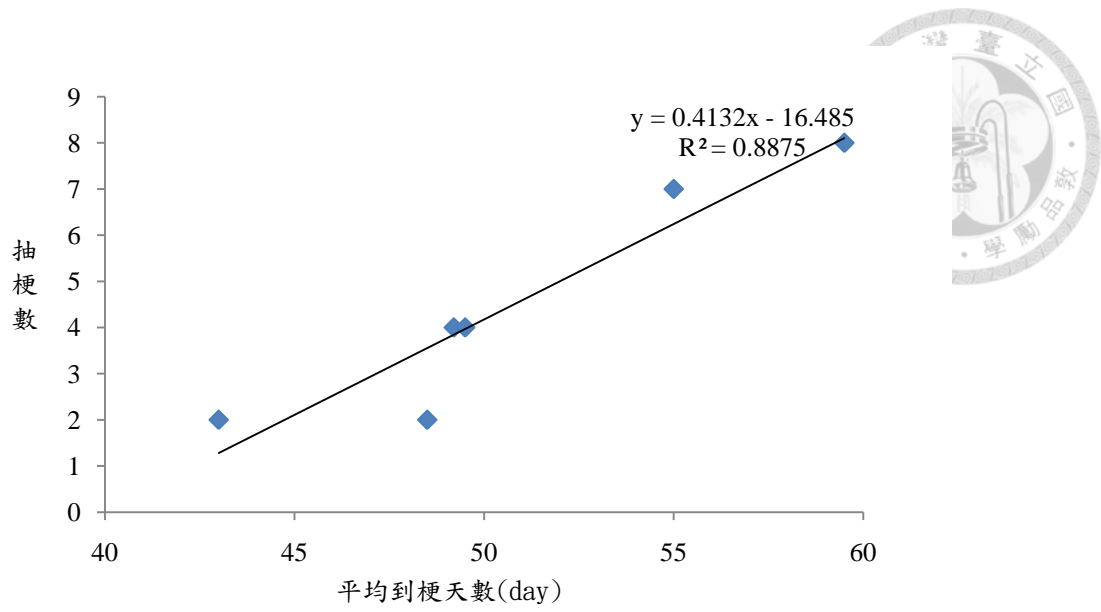


圖 9、金花石蒜由貯藏溫度 30°C 變溫至 20°C 之抽梗球平均到梗天數與抽梗數之關係

Fig. 9. The relationship between the days to boiling and the boiling numbers of the bulbs from 30°C to 20°C storage temperature of *L. aurea*.



#### 4.3、低溫長期貯藏對金花石蒜種球重量之影響

比較以 20°C 及 5、10 與 15°C 進行 8 個月長期貯藏之金花石蒜種球，其重量呈現顯著下降（圖 10）。相較於以 5 及 10°C 貯藏 4 個月之種球重量，經 15°C 貯藏 2 個月之種球，其重量已明顯下降，但隨貯藏時期增加，其重量則呈現相近之趨勢。溫度越高種球內生長代謝越快，因而養分之消耗亦越快，經由本試驗結果顯示以 20°C 貯藏之種球持續失種，而其他 3 種溫度處理之種球，於貯藏 4~8 個月期間失種極微。

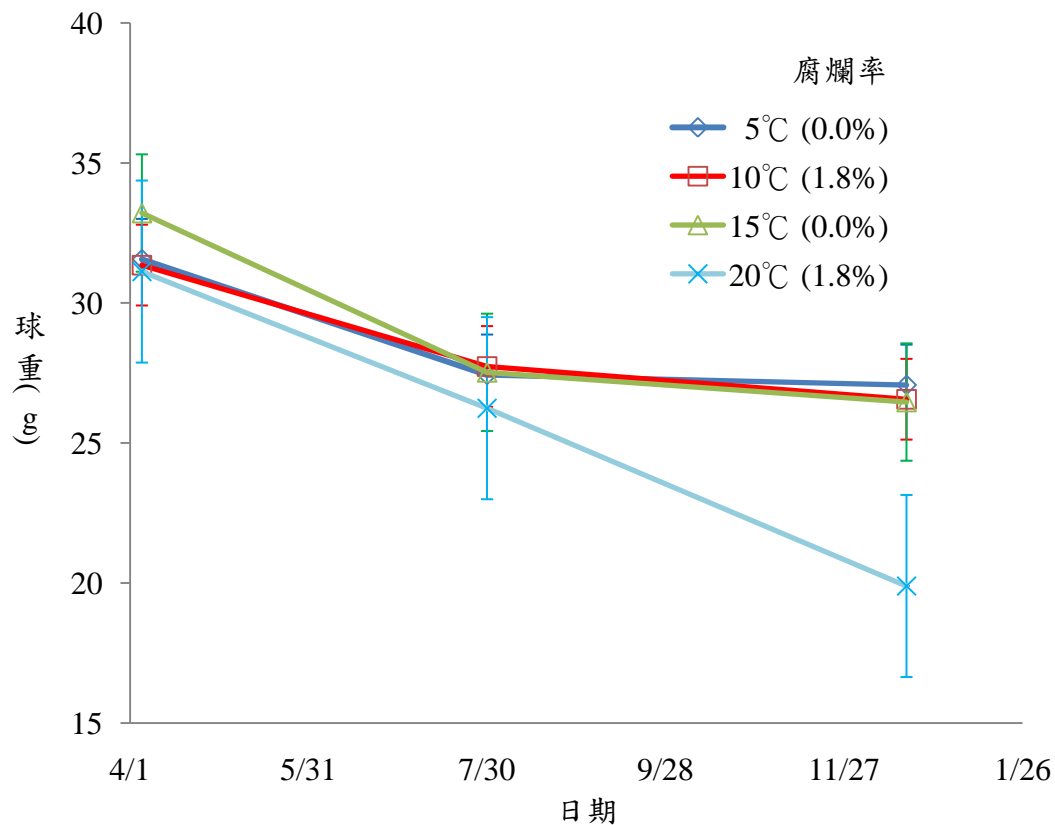


圖 10、低溫長期貯藏對金花石蒜種球重量之影響 (n=57)

Fig.10 Effects of the low temperature for a long time on the bulb weight in *L. aurea*.



#### 4.4、藥劑處理對金花石蒜開花之影響

##### 4.4.1、益收 (Ethrel)

於 7/15 以 300ppm 益收處理之種球，其平均到梗天數為 84 天，與同時間處理的對照組相近；而以 100、200、400 及 500ppm 益收處理之種球，其平均到梗天數與對照組相比分別提前 17、23、13.3 及 21.5 天。以 100 及 400ppm 乙烯處理之最早抽梗日期為 9/7 及 9/8，較對照組提早一個月（表 5）。

於 7/31 以 400ppm 益收處理之種球，其平均到梗天數為 57 天，較同時間處理之對照組提前 12 天；而以 100、300 及 500ppm 益收處理之種球其平均到梗天數與對照組相比並無顯著差異。比較各組之最早抽梗日期，以 400 及 500ppm 處理之種球為最早為 9/6，但與對照組相比僅差 2 天。

不同時間處理之對照組，其最晚抽梗日期皆為 10/6，以 100ppm 處理者為 9/21 及 9/20，以 300ppm 處理者則為 10/7 及 10/1，其他處理組則無明顯之變化趨勢。但於 7/31 以 400ppm 處理之最晚抽梗日期為 9/14，為所有處理組中之最早。

綜合以上兩組試驗結果進行分析，以不同濃度的益收浸泡金花石蒜之種球，對其提前抽梗率及抽梗日期的影響並無穩定的效果（圖 11），但所有處理組平均到梗天數之數據顯示，皆小於或等於對照組，因此益收的施用對於金花石蒜抽梗日期具有特定程度的影響，然而其濃度與施用時間尚待進一步試驗研究。

##### 4.4.2、硼酸 (Boric acid)

於 7/15 及 7/31 以 100 ~ 600ppm 硼酸處理之種球，其平均到梗天數皆較對照組早，可分別提早 7.5 ~ 19.5 及 5.2 ~ 19.8 天，且於 7/31 以硼酸處理之種球，其平均到梗天數皆較於 7/15 處理早，顯示硼酸處理時間對其到梗天數亦有影響。在最早抽梗日期方面，於 7/15 以 400 及 600ppm 硼酸處理之種球為最早，分別為 9/7 及 9/6；而於 7/31 則為以 400 及 500ppm 硼酸處理之種球為最早，分別為 9/3 及 9/5（表 6）。本試驗結果顯示，以過低或過高之硼酸濃度處理對縮短到梗天數之效果較差，

於不同時間處理，皆以 200 ~ 400ppm 硼酸處理者效果較好（圖 12）。



#### 4.4.3、STS (Silver thiosulfate, 硫代硫酸銀)

於不同時間以 STS 處理金花石蒜種球，對其平均到梗天數無影響，但於 7/31 及 8/15 以 0.5 ~ 4mM STS 處理之種球，其平均到梗天數皆較對照組短，分別可提早 4.3 ~ 16.8 及 1.7 ~ 24.2 天（表 7a）。比較各濃度處理對其平均到梗天數，結果顯示以 0.5 及 2mM 之 STS 處理之種球，可分別縮短 17.1 及 15.9 天，與對照組相比具有顯著差異（表 7b 及圖 13）。以 0.5、2、3 及 4mM STS 處理之種球，其最早抽梗日期皆與對照組相近，而以 1mM STS 處理者較對照組晚 10 天。在最晚之抽梗日期方面，各處理組皆較對照組早，以 0.5 及 2mM 之 STS 處理之種球可較對照組分別早 23 及 18 天，以 1、3 及 4mM STS 處理者則可分別提早 6、3 及 7 天。

#### 4.4.4、GA<sub>4+7</sub>

試驗結果顯示於不同時間以 50 ~ 500ppm 濃度的 GA<sub>4+7</sub> 處理金花石蒜種球，對其平均到梗天數、小花朵數、花梗長度與對照組相比均無顯著差異。比較各處理組之最早與最晚之抽梗日期，亦無穩定之變化趨勢；而經 GA<sub>4+7</sub> 處理後的種球周徑，與處理前相比，約增加 1.5 ~ 2.0 公分，但比較各處理組間的處理後之平均種球周徑並無明顯差異（表 9、圖 14）。此試驗之種球平均重量介於 56.6 ~ 69.6 之間，依本研究前述試驗結果（表 2）顯示，種球重量小於 70.0 者，其抽梗百分率僅占 9.5%。因此欲探討不同濃度 GA<sub>4+7</sub> 處理對金花石蒜抽梗之影響，應挑選較大之種球重量者，以避免種球抽梗率過低，進而影響試驗結果之差異性。

表 5、益收處理對金花石蒜抽梗之影響



Table 5. Effects of ethrel on the bolting of *L. aurea*.

處理日期 (Date)	處理濃度 (ppm)	抽梗百分率 (%)	抽梗日期	平均抽梗日期	平均到梗天數 (day)	平均種球周徑 (cm)	平均種球重量 (g)
7/15	0	10	10/06 - 10/06	10/06	83.0 <sup>a</sup>	16.8 ± 0.6	89.7 ± 10.7
	100	20	09/17 - 09/21	09/19	66.0 ± 2.8 <sup>ab</sup>	17.1 ± 1.4	89.8 ± 20.2
	200	30	09/07 - 09/17	09/13	60.0 ± 5.3 <sup>b</sup>	16.7 ± 0.9	88.8 ± 15.4
	300	10	10/07 - 10/07	10/07	84.0 <sup>a</sup>	16.8 ± 0.9	85.5 ± 11.7
	400	30	09/08 - 09/30	09/22	69.7 ± 12.7 <sup>ab</sup>	17.8 ± 0.7	101.3 ± 13.8
	500	20	09/12 - 09/17	09/14	61.5 ± 35.6 <sup>ab</sup>	16.9 ± 5.5	91.7 ± 33.3
7/31	0	40	09/08 - 10/06	09/22	69.8 ± 13.4 <sup>ab</sup>	17.7 ± 0.6	102.3 ± 13.1
	100	10	09/20 - 09/20	09/20	67.0 <sup>ab</sup>	16.9 ± 0.9	88.9 ± 17.3
	200	0	-	-	-	16.9 ± 1.0	91.5 ± 15.6
	300	60	09/14 - 10/01	09/25	72.2 ± 7.3 <sup>ab</sup>	17.3 ± 1.1	92.7 ± 15.0
	400	20	09/06 - 09/14	09/10	57.0 ± 5.7 <sup>b</sup>	16.9 ± 0.9	88.9 ± 14.5
	500	30	09/06 - 09/29	09/16	63.7 ± 11.6 <sup>ab</sup>	17.3 ± 1.1	90.4 ± 18.6

Within a column, different letters means that significantly different.(P=0.05)

N=10

表 6、硼酸處理對金花石蒜抽梗之影響。

Table 6. Effects of boric acid on the bolting of *L. aurea*.

處理日期	處理濃度 (ppm)	抽梗百分率 (%)	抽梗日期	平均抽梗日期	平均到梗天數 (day)	平均種球周徑 (cm)	平均種球重量 (g)
7/15	0	10	10/06 - 10/06	10/06	83.0 <sup>a</sup>	16.8 ± 0.6	89.7 ± 10.7
	100	40	09/18 - 09/29	09/26	73.3 ± 5.5 <sup>ab</sup>	17.3 ± 1.0	92.9 ± 10.8
	200	30	09/16 - 10/02	09/26	73.7 ± 9.2 <sup>ab</sup>	16.8 ± 0.8	92.0 ± 13.2
	300	20	09/16 - 09/17	09/16	63.5 ± 0.7 <sup>ab</sup>	17.4 ± 1.1	93.4 ± 14.2
	400	30	09/07 - 10/04	09/18	64.3 ± 14.0 <sup>ab</sup>	17.6 ± 1.1	99.8 ± 18.2
	500	20	09/28 - 09/29	09/28	75.5 ± 0.7 <sup>ab</sup>	17.1 ± 0.9	90.5 ± 19.4
	600	40	09/06 - 10/03	09/22	69.0 ± 12.6 <sup>ab</sup>	17.7 ± 1.1	97.6 ± 16.1
7/31	0	40	09/08 - 10/06	09/22	69.8 ± 13.4 <sup>ab</sup>	17.7 ± 0.6	102.3 ± 13.1
	100	10	09/16 - 09/16	09/16	63.0 <sup>ab</sup>	17.2 ± 0.9	94.4 ± 15.2
	200	10	09/06 - 09/06	09/06	53.0 <sup>ab</sup>	17.2 ± 1.1	91.6 ± 16.1
	300	0	-	-	-	16.4 ± 1.1	80.9 ± 11.9
	400	10	09/03 - 09/03	09/03	50.0 <sup>b</sup>	16.9 ± 0.7	90.8 ± 9.6
	500	20	09/05 - 09/07	09/06	53.0 ± 1.4 <sup>b</sup>	17.1 ± 0.8	86.4 ± 10.1
	600	20	09/13 - 09/14	09/13	60.5 ± 0.7 <sup>ab</sup>	17.4 ± 1.4	92.5 ± 15.6

Within a column, different letters means that significantly different.(P=0.05)

N=10



表 7、STS (硫代硫酸銀) 處理對金花石蒜抽梗之影響



Table 7. Effects of silver thiosulfate on the bolting of *L. aurea*.


(a)

處理日期	處理濃度 (mM)	抽梗百分率 (%)	抽梗日期	平均抽梗日期	平均到梗天數 (day)	平均種球周徑 (cm)	平均種球重量 (g)
7/31	0	40	09/08 - 10/06	09/22	53.8 ± 13.4 <sup>a</sup>	17.7 ± 0.6	102.3 ± 13.1
	0.5	10	09/06 - 09/06	09/06	37.0 <sup>a</sup>	16.4 ± 1.0	84.7 ± 13.7
	1	10	09/18 - 09/18	09/18	49.0 <sup>a</sup>	17.2 ± 1.2	95.5 ± 19.6
	2	20	09/16 - 09/18	09/17	48.0 ± 1.4 <sup>a</sup>	17.2 ± 0.6	91.4 ± 12.3
	3	20	09/05 - 10/02	09/18	49.5 ± 19.1 <sup>a</sup>	17.4 ± 0.7	94.0 ± 11.6
	4	20	09/07 - 09/17	09/12	43.0 ± 7.1 <sup>a</sup>	17.9 ± 1.1	101.0 ± 16.0
8/15	0	30	09/28 - 10/06	10/01	62.7 ± 4.0 <sup>a</sup>	17.0 ± 1.3	94.1 ± 19.0
	0.5	10	09/13 - 09/13	09/13	44.0 <sup>a</sup>	17.6 ± 0.9	95.1 ± 15.0
	1	10	09/30 - 09/30	09/30	61.0 <sup>a</sup>	16.8 ± 0.8	86.8 ± 10.3
	2	40	09/04 - 09/14	09/07	38.5 ± 4.5 <sup>a</sup>	17.9 ± 0.8	97.9 ± 13.8
	3	20	09/09 - 10/03	09/21	52.0 ± 17.0 <sup>a</sup>	16.5 ± 0.7	86.3 ± 13.1
	4	20	09/15 - 09/29	09/22	53.0 ± 9.9 <sup>a</sup>	17.5 ± 1.0	97.1 ± 18.5

Within a column, different letters means that significantly different.(P=0.05)

N=10

(b)




處理 濃度 (mM)	抽梗 百分率 (%)	最早 抽梗日期 (Date)	最晚 抽梗日期 (Date)	平均 抽梗日期 (Date)	平均 到梗天數 (day)	平均 種球周徑 (cm)	平均 種球重量 (g)
0	35	9/8	10/6	9/26	57.6 ± 10.1 a	17.4 ± 1.0	98.2 ± 16.0
0.5	10	9/6	9/13	9/9	40.5 ± 3.5 b	17.0 ± 1.1	89.9 ± 14.6
1	10	9/18	9/30	9/24	55.0 ± 6.0 ab	17.0 ± 1.0	91.1 ± 15.5
2	30	9/4	9/18	9/10	41.7 ± 5.5 b	17.5 ± 0.8	94.6 ± 12.8
3	20	9/5	10/3	9/19	50.8 ± 12.8ab	16.9 ± 0.8	90.1 ± 12.4
4	20	9/7	9/29	9/17	48.0 ± 7.9ab	17.7 ± 1.0	99.1 ± 16.5

Within a column, different letters means that significantly different.(P=0.05)

N=20

表 8、乙烯、硼酸及 STS 處理對金花石蒜抽梗之影響

Table8. Effects of ethrel 、boric acid and silver thiosulfate on the bolting of *L. aurea*.



處理藥劑	處理數	抽梗率 (%)	平均 到梗天數 (day)
水	30	27	74.8 <sup>a</sup>
乙烯	100	23	66.7 <sup>ab</sup>
硼酸	120	21	66.2 <sup>b</sup>
STS	100	18	52.4 <sup>b</sup>



表 9、GA<sub>4+7</sub> 處理對金花石蒜抽梗之影響

Table 9. Effects of GA<sub>4+7</sub> on the bolting of *L. aurea*.



處理日期	處理濃度 (ppm)	抽梗百分率 (%)	抽梗日期	平均抽梗日期	平均到梗天數 (day)	小花朵數 (個)	花梗長度 (cm)	平均種球重量 (g)	平均種球周徑 (cm)	處理後平均種球周徑 (cm)
5/6	0	30	10/05 - 10/08	10/07	154.0 ± 1.7 <sup>a</sup>	5.0 ± 1.0 <sup>a</sup>	51.3 ± 4.0 <sup>a</sup>	56.6 ± 7.2	15.1 ± 1.0	16.9 ± 1.5 <sup>a</sup>
	50	30	09/25 - 10/07	09/29	146.3 ± 5.9 <sup>a</sup>	4.3 ± 0.6 <sup>a</sup>	56.7 ± 5.0 <sup>a</sup>	60.6 ± 6.0	15.2 ± 1.0	16.9 ± 1.4 <sup>a</sup>
	100	20	09/26 - 09/27	09/26	143.5 ± 0.7 <sup>a</sup>	4.5 ± 0.7 <sup>a</sup>	55.5 ± 7.8 <sup>a</sup>	57.7 ± 7.4	15.2 ± 1.0	17.2 ± 1.1 <sup>a</sup>
	250	10	10/14 - 10/14	10/14	161.0 <sup>a</sup>	4.0 <sup>a</sup>	52.0 <sup>a</sup>	58.7 ± 6.1	15.2 ± 1.0	17.1 ± 1.4 <sup>a</sup>
	500	0	-	-	-	-	-	61.5 ± 5.9	15.3 ± 1.0	17.3 ± 1.0 <sup>a</sup>
6/3	100	20	10/05 - 10/10	10/07	154.5 ± 3.5 <sup>a</sup>	5.0 ± 0 <sup>a</sup>	42.0 ± 15.6 <sup>a</sup>	69.6 ± 5.6	15.3 ± 1.1	16.7 ± 1.4 <sup>a</sup>
	250	40	09/27 - 10/19	10/10	157.0 ± 10.1 <sup>a</sup>	3.7 ± 2.2 <sup>a</sup>	44.3 ± 29.9 <sup>a</sup>	58.8 ± 7.6	15.4 ± 1.1	17.2 ± 1.2 <sup>a</sup>
	500	10	09/25 - 09/25	09/25	142.0 <sup>a</sup>	6.0 <sup>a</sup>	53.0 <sup>a</sup>	60.7 ± 4.7	15.4 ± 1.1	16.9 ± 1.2 <sup>a</sup>

Within a column, different letters means that significantly different.(P=0.05)

N=10

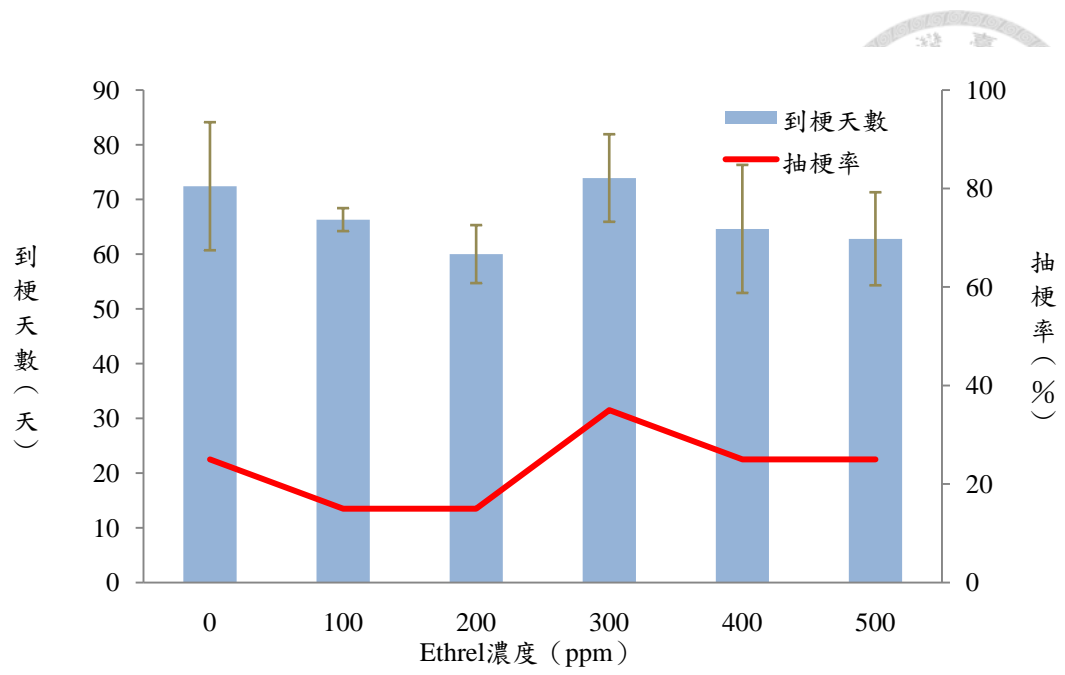
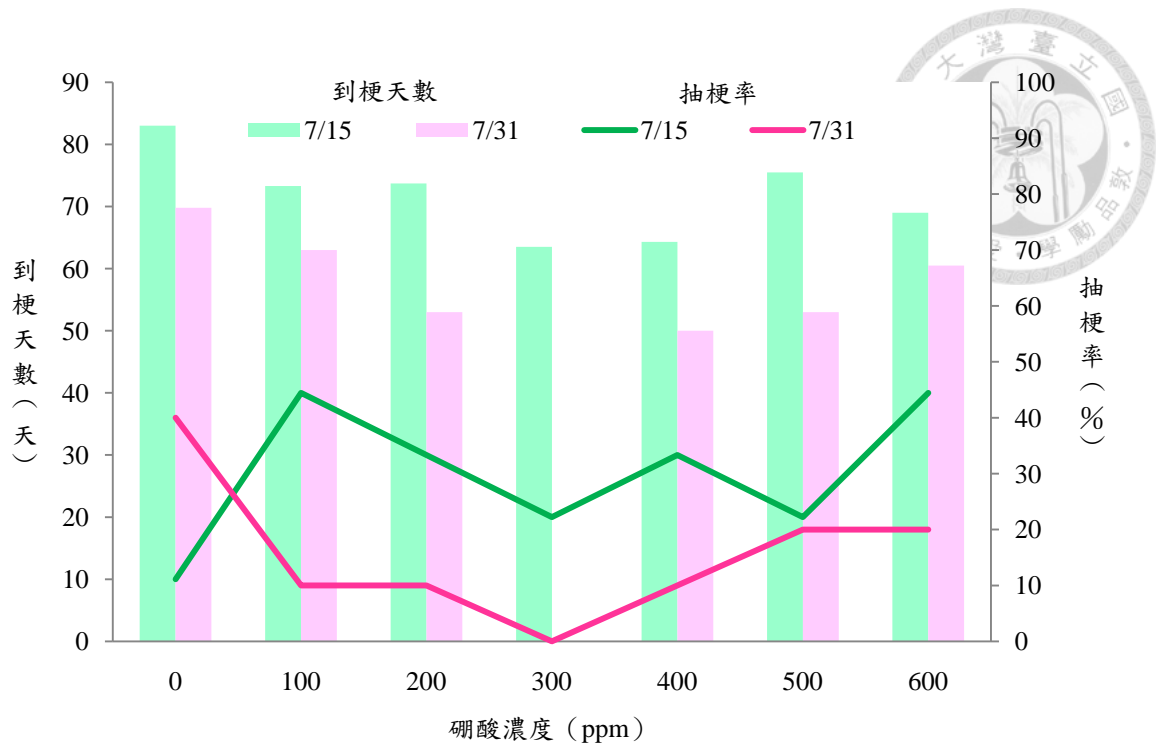
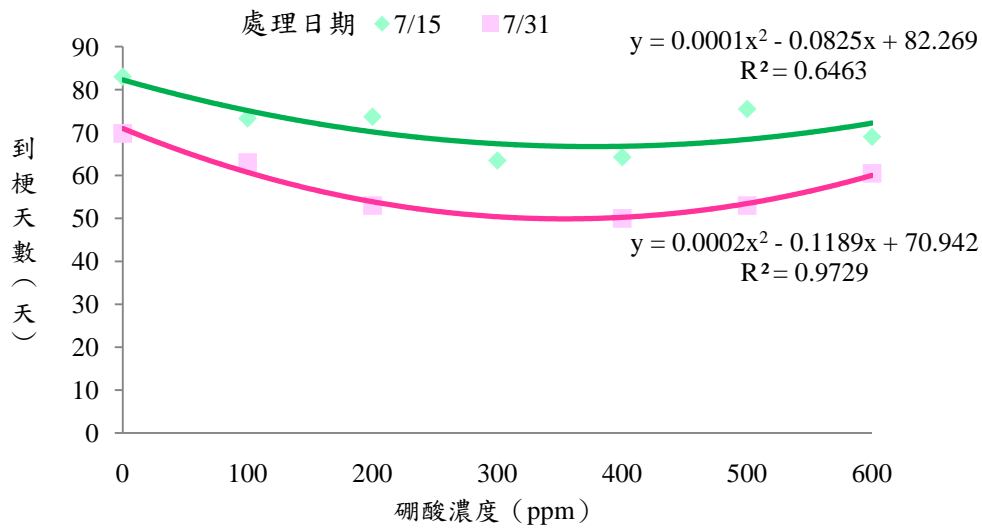


圖 11、益收處理對金花石蒜到梗天數之影響 (n=20)

Fig. 11. The effect of ethrel on the days to bolting of *L. aurea*.



(a)



(b)

圖 12、硼酸處理對金花石蒜到梗天數之影響 (n=10)

Fig. 12. Effects of boric acid on the days to bolting of *L. aurea*.

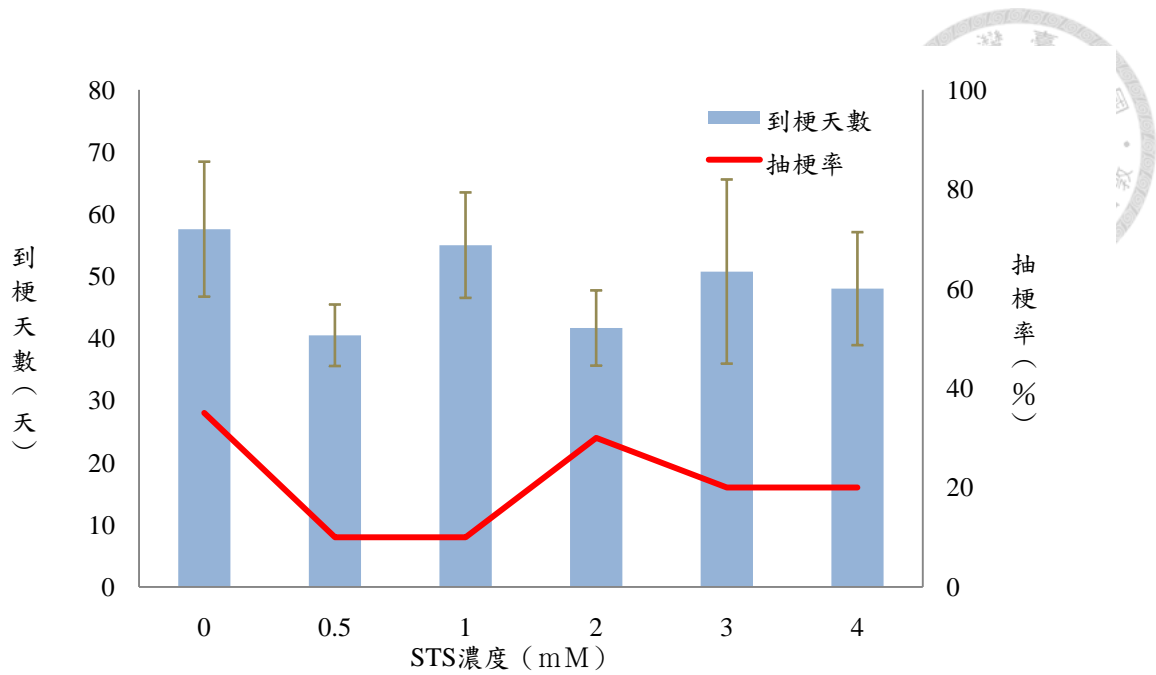


圖 13、STS (硫代硫酸銀) 處理對金花石蒜到梗天數之影響 (n=20)

Fig. 13. Effects of silver thiosulfate on the days to bolting of *L. aurea*.

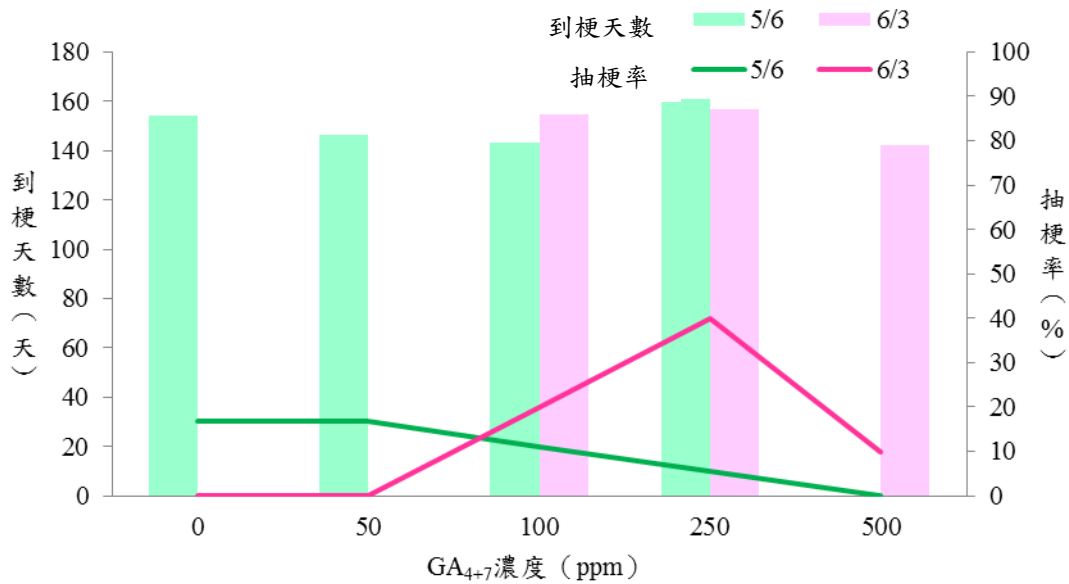



圖 14、GA<sub>4+7</sub> 處理對金花石蒜到梗天數之影響 (n=20)

Fig. 14. Effects of GA<sub>4+7</sub> on the days to bolting of *L. aurea*

#### 4.5、金花石蒜小球肥培管理試驗



在金花石蒜小種球葉片生長初期，以葉肥 (Peters 20-20-20) 或是葉肥 (Peters 20-20-20) 與水隔週交替施用 16 周，與對照組之葉片長度相比具有顯著差異 (表 10 及圖 15B)；若於葉片生長初期先以葉肥 (Peters 20-20-20) 與水隔週交替施用 8 周，再以水單獨施用 8 周，其對葉片生長之促進效果，與先施用葉肥 (Peters 20-20-20) 8 周，再施用花肥 (Peters 10-30-20) 8 周之效果一致，亦可促進葉片生長，但其促進之效果較前述處理者次之；若於葉片生長中期 (2010/2/8) 以花肥 (Peters 10-30-20) 或花肥 (Peters 10-30-20) 與水隔週施用 8 周，其葉片長度與對照組相比，亦有顯著差異，但效果較前述處理組差。顯示在葉片生長期，施用葉肥 (Peters 20-20-20) 或花肥 (Peters 10-30-20) 皆可促進葉片生長，且葉肥 (Peters 20-20-20) 較花肥 (Peters 10-30-20) 之影響較大。

在葉片數方面，以葉肥 (Peters 20-20-20) 或是葉肥 (Peters 20-20-20) 與水隔週交替施用 16 周，與對照組之葉片數相比具有顯著差異 (表 10 及圖 15A)，此結果與促進葉片長度之效果相同；若先施用葉肥 (Peters 20-20-20) 8 周，再施用花肥 (Peters 10-30-20) 8 周，或先以葉肥 (Peters 20-20-20) 與水隔週交替施用 8 周，再以水單獨施用 8 周，其對葉片生長之促進效果則次之；若僅於葉片生長中期，以花肥 (Peters 10-30-20) 與水隔週施用 8 周期效果與對照組無顯著差異。試驗結果顯示，肥料對葉片數之影響與對葉片生長之效果一致。

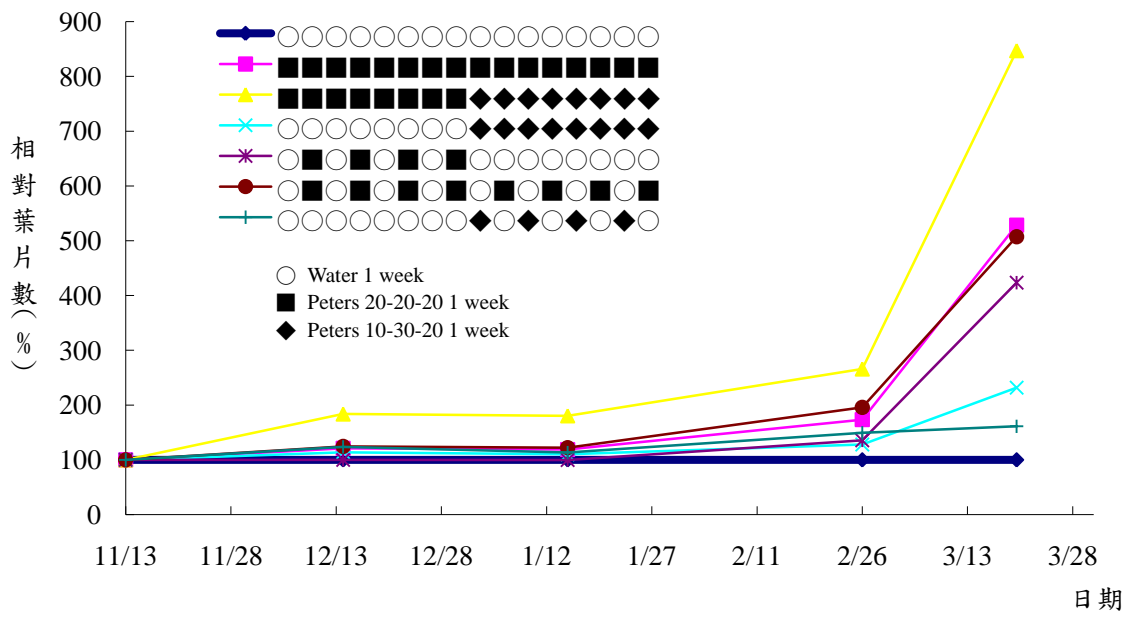


表 10、肥料處理對金花石蒜葉片生長及開花之影響

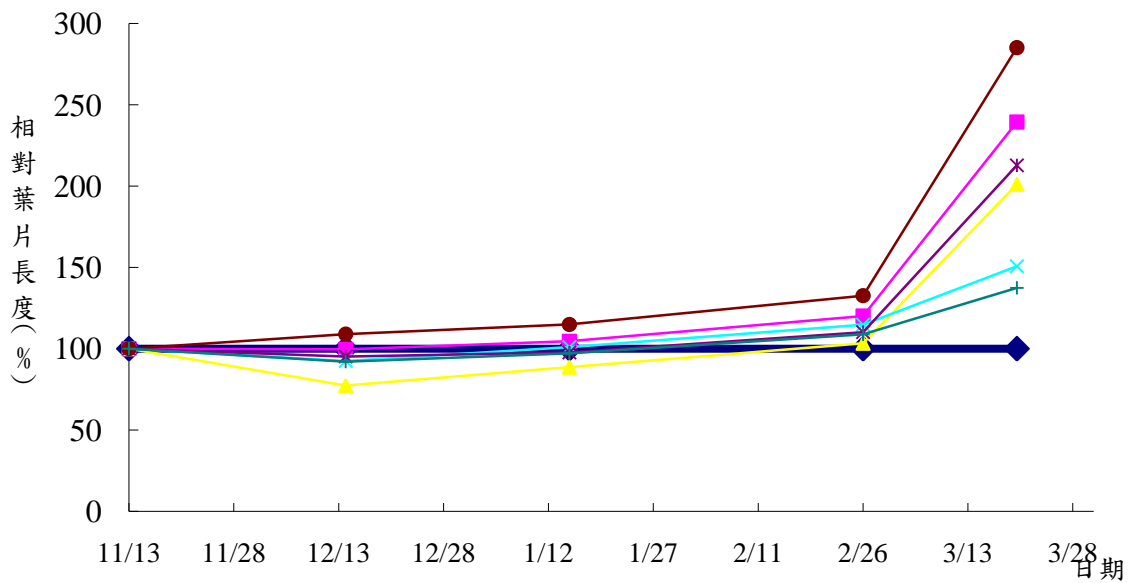
Table 10. Effects of fertilizer on the growth of leaves and flowering of *L. aurea*.

組別	處理日期 / 肥料種類																		最長葉片長度 (cm)					抽梗率 (%)	抽梗日期	花朵數 花梗 長度 (cm)
	2010									2011									Nov 13	Dec 14	2011					
	Nov 30	Dec 07	Dec 14	Dec 21	Dec 28	Jan 04	Jan 11	Jan 18	Jan 24	Jan 31	Feb 08	Feb 15	Feb 22	Mar 01	Mar 08	Mar 15	Mar 22	Mar 29			Jan 15	Feb 26	Mar 20			
對 照 組	○	○	○	○	○	○	○	○			○	○	○	○	○	○	○	○	18.1 <sup>a</sup> 3.9 <sup>a</sup>	42.4 <sup>a</sup> 5.5 <sup>b</sup>	44.4 <sup>a</sup> 5.6 <sup>b</sup>	39.8 <sup>b</sup> 3.4 <sup>c</sup>	18.7 <sup>d</sup> 0.9 <sup>c</sup>	0	-	-
一	■	■	■	■	■	■	■	■			■	■	■	■	■	■	■	■	18.6 <sup>a</sup> 4.1 <sup>a</sup>	43.4 <sup>a</sup> 7.0 <sup>a</sup>	47.7 <sup>a</sup> 7.0 <sup>a</sup>	49.1 <sup>a</sup> 6.2 <sup>ab</sup>	46.0 <sup>ab</sup> 5.0 <sup>a</sup>	11	2011 10/03	6 56.6
二	■	■	■	■	■	■	■	■			◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	9.5 <sup>a</sup> 2.2 <sup>a</sup>	35.3 <sup>a</sup> 5.7 <sup>b</sup>	42.4 <sup>a</sup> 5.7 <sup>b</sup>	44.3 <sup>ab</sup> 5.1 <sup>b</sup>	40.5 <sup>abc</sup> 4.3 <sup>ab</sup>	11	2011 09/20	5 51.0
三	○	○	○	○	○	○	○	○	中斷施肥		◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	17.6 <sup>a</sup> 4.3 <sup>a</sup>	38.1 <sup>a</sup> 6.9 <sup>a</sup>	43.6 <sup>a</sup> 6.8 <sup>ab</sup>	44.4 <sup>ab</sup> 4.8 <sup>bc</sup>	27.4 <sup>bcd</sup> 2.3 <sup>bc</sup>	0	-	-
四	○	■	○	■	○	■	○	■			○	○	○	○	○	○	○	○	19.2 <sup>a</sup> 4.4 <sup>a</sup>	42.8 <sup>a</sup> 6.2 <sup>ab</sup>	46.0 <sup>a</sup> 6.3 <sup>ab</sup>	46.5 <sup>ab</sup> 5.2 <sup>b</sup>	42.2 <sup>abc</sup> 4.3 <sup>ab</sup>	11	2011 09/16	6 40.6
五	○	■	○	■	○	■	○	■			○	■	○	■	○	■	○	■	16.5 <sup>a</sup> 4.1 <sup>a</sup>	42.1 <sup>a</sup> 7.2 <sup>a</sup>	46.5 <sup>a</sup> 7.2 <sup>a</sup>	48.1 <sup>ab</sup> 7.0 <sup>a</sup>	48.6 <sup>a</sup> 4.8 <sup>a</sup>	11	2011 09/29	7 36.3
六	○	○	○	○	○	○	○	○			◆	○	◆	○	◆	○	◆	○	18.6 <sup>a</sup> 4.3 <sup>a</sup>	40.1 <sup>a</sup> 7.5 <sup>a</sup>	44.3 <sup>a</sup> 7.0 <sup>a</sup>	44.5 <sup>ab</sup> 5.6 <sup>ab</sup>	26.5 <sup>cd</sup> 1.6 <sup>c</sup>	0	-	-

註： ○ Water 1 week ， ■ Peters 20-20-20 1 week ， ◆ Peters 10-30-20 1 week ； Within a column, different letters means that significantly different.(P=0.05) ； n=9



(A)



(B)

圖 15、肥料處理對金花石蒜葉片生長之影響

Fig. 15. Effects of fertilizer on the growth of leaves of *L. aurea*

## 第五章、結論 (Concluion)



金花石蒜於每年初秋經由自然環境的溫度下降誘導抽梗，於抽梗前給予低溫 20~25°C 可促進提前抽梗，且處理時間越早即越早抽梗；若在低溫處理前給予 30°C 變溫處理，亦可較自然環境生長之種球提早抽梗，且越晚進行 20°C 變溫者，其最早抽梗日期也越晚，此結果與直接以 20~25°C 相似，顯示溫度的下降為金花石蒜抽梗之重要促進因子。本研究亦顯示，以 30°C 處理 1~6 周後再變溫至 20°C，其抽梗率會隨著 30°C 處理時間越長而越高，但若給予 7 周的 30°C 處理，則無花梗抽出，推測高溫可能對花芽分化及發育的特定階段具有促進效果。高溫 30~35°C 除了導致延緩抽梗期外，亦會降低抽梗率，因此，溫度過高可能導致花芽在種球內敗死而無法抽出。

植物生長調節劑在許多球根花卉商業栽培模式中扮演重要角色，本研究顯示乙烯、硼酸及 STS 雖皆可縮短到梗天數，但不同濃度處理並無明顯之趨勢變化，而 GA<sub>4+7</sub> 對金花石蒜抽梗之表現則無顯著差異。試驗中，除植物生長調節劑為主要因子外，是否有其他控制抽梗表現之因子仍待進一步試驗確認。金花石蒜抽梗率隨種球周徑及重量越大而越高，本研究抽梗之種球最小周徑及重量分別為 14.2 cm 與 61.2 g，因此，先將種球培養至特定大小，具有穩定抽梗率，方能進一步探討抽梗因子之表現。


金花石蒜為臺灣特有原生之花卉，花色鮮艷，花形優美，具有發展成為國際間獨特花卉之潛在性。由於臺灣金花石蒜之種球皆源自田間之粗放栽培，遺傳質不一，因而其開花率及花期不穩，究竟是遺傳特性、環境因子或取樣誤差所導致，仍須深入探討研究。




## 參考文獻 (Reference)




1. 王磊、趙九洲、湯庚國. 2004. 幾種植物生長調節劑對石蒜生理生化特性的影響. 南京林業大學學報 (自然科學版) 28(4):39-42.
2. 王磊、湯庚國、劉彤. 2008. 石蒜花芽分化期內源激素和核酸含量的變化. 南京林業大學學報 (自然科學版) 32(4):67-70.
3. 王磊、湯庚國、劉彤. 2009. 冷藏對石蒜鱗莖休眠生理及開花的影響. 東北林業大學學報 37(12):51-53.
4. 王磊、湯庚國、劉彤. 2009. 6-BA、GA<sub>3</sub> 和 NAA 對換錦花開花特性及內源激素的影響. 南京林業大學學報 (自然科學版) 33(5):131-134.
5. 左慧、張日清、楊志玲、楊旭. 2007. 石蒜球莖生物學性狀及營養成份年變化規律. 江西農業大學學報 29:598-602.
6. 全妙華、李愛民、陸金婷、蔣愛華. 2011. 遮蔭對石蒜屬植物忽地笑光合特性的影響. 中國農學通報 27(10):144-148
7. 任心怡. 2012. 利用非破壞性技術檢測金花石蒜的生長與發育. 國立臺灣大學研究所碩士論文. 臺灣.
8. 李晔. 1998. 高低溫處理對金花石蒜結球與開花之影響 (I). 行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告.
9. 李晔. 1999. 高低溫處理對金花石蒜結球與開花之影響 (II). 行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告.
10. 李瑩、王呈偉、鄭玉紅、何樹蘭、彭峰. 2011. 植物生長調節劑浸球對花芽分化期石蒜和換錦花鱗莖生長特性的影響. 植物資源與環境學報 20(1):31-39.
11. 李玉萍、余豐、湯庚國. 2004. 遮光和栽培密度對石蒜生長及切花品質的影響. 南京林業大學學報 (自然科學版) 28(3):93-95.

- 
12. 呂美麗. 1991. 金花石蒜之栽培管理. 桃園區農業推廣簡訊 21:15-18.
  13. 呂美麗. 1995. 金花石蒜之雙鱗片繁殖. 國立臺灣大學研究所博士論文. 臺灣.
  14. 呂美麗、李文汕. 1996 金花石蒜之生長習性及繁殖技術. 球根花卉產業研討會專輯. 種苗改良場編印. p. 122-130.
  15. 呂美麗、林定勇、李晔. 2002. 金花石蒜. 財團法人臺灣區花卉發展協會. 臺灣.
  16. 林純瑛、馬朔軒. 1987. 金花石蒜的鱗片組織培養繁殖. 中國園藝 33:255-264.
  17. 林定勇、李晔. 1993. 高溫對金花石蒜促成栽培之影響. 中國園藝 39:67-72.
  18. 林定勇、李晔. 1993. 石蒜屬球根花卉之分類、形態、生長與開花. 中國園藝 39:67-72.
  19. 金雅琴、黃雪芳、李冬林、向其柏. 2007a. 石蒜花期前後鱗莖多胺含量的動態變化. 南京林業大學學報 (自然科學版) 31(5):117-120.
  20. 金雅琴、黃雪芳、李冬林、向其柏. 2007b. 中國石蒜花期前後鱗莖多胺含量的動態變化. 浙江林學院學 24:419-423.
  21. 金雅琴、黃雪芳、李冬林、向其柏. 2010. 2 種石蒜生長發育期鱗莖內源激素的動態變化. 植物研究 30:697-702.
  22. 胡曉輝. 2007. 石蒜花芽分化過程及其生理生化因子的研究. 江西農業大學碩士論文. 中國.
  23. 梁素秋、許圳塗. 1992. 金花石蒜預生花芽分化與發育特性及其誘導因素探討. 中國園藝 38:139 - 148.
  24. 張聖顯. 2002. 金花石蒜重展風貌. 花蓮區農業專訊 41:4-6.
  25. 張鵬翀、鮑淳松、江燕、周虹、馮玉. 2013. 不同土壤和光照條件對紅藍石蒜生長及光合特性的影響. 安徽農業科學 41:1023-1024.

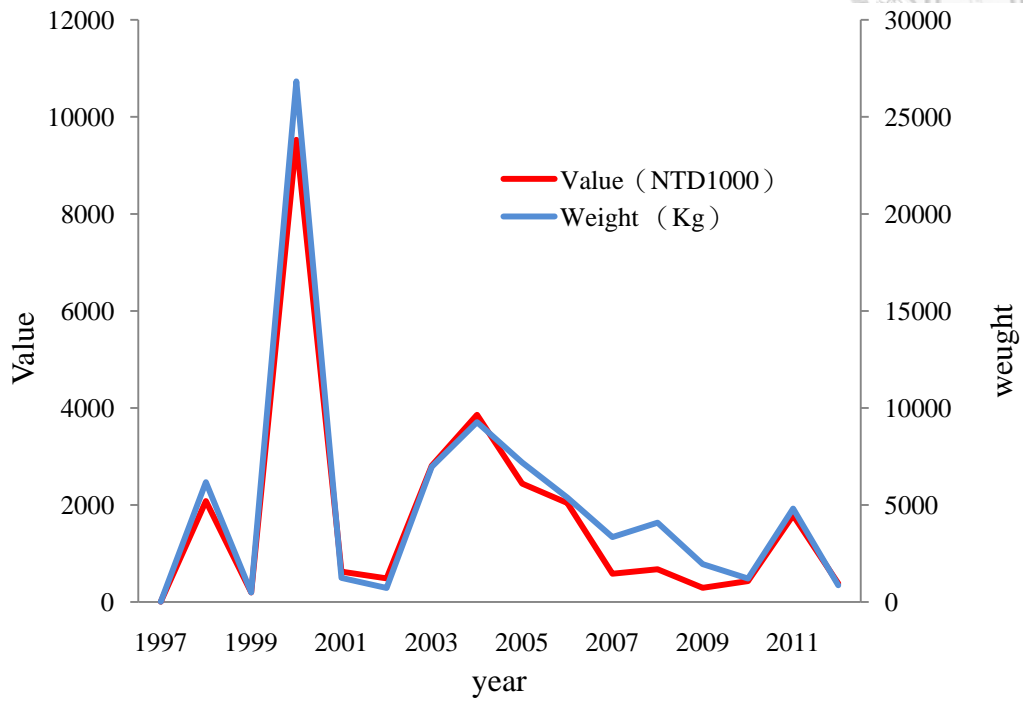
- 
26. 黃雪方、金雅琴、李冬林. 2011. 兩種石蒜生長發育期鱗莖可溶性糖、蛋白質及 POD 活性的變化. 亞熱帶植物科學 40(3):16-19.
  27. 楊恭毅. 1985. 楊氏園藝植物大名典. 中國花卉雜誌社. p. 4743-4745.
  28. 趙天榮、施永泰、蔡建崗、倪建剛. 2008. 石蒜屬植物生長發育習性的研究. 黑龍江農業科學 2008(5):85-91.
  29. 劉玉豔、於鳳鳴、李永進、賈方輝. 2004. 噴施水楊酸、硼酸和磷酸二氫鉀對小蒼蘭生長發育的影響. 河北科技師範學院學報 18(2):68-72
  30. 蔡軍火. 2012. 石蒜花發育生理及切花栽培關鍵技術研究. 江西農業大學博士論文. 中國.
  31. 蔡軍火、魏緒英、張露. 2011. 遮光對石蒜葉片生長及開花期性狀的影響. 草業科學 28:2092-2095.
  32. 蔡軍火、魏緒英、張露. 2012. 鱗莖貯藏對石蒜開花、展葉及內源激素的影響. 南京林業大學學報（自然科學版）36(5):56-60.
  33. 蔡軍火、魏緒英、謝菊英、于磊、張露. 2009. 施肥處理對石蒜繁殖能力及種球品質的影響效應研究. 江西農業大學學報（自然科學版）31:911-914.
  34. 歐靜、雷德宇、楊穎. 2011. 忽地笑鱗莖（開花種球）高溫催花過程中養分代謝與酶活性變化研究. 種子 30(9):36-39.
  35. 鮑淳松、時劍、張鵬翀、張海珍、徐藝茜. 2012. 尿素和磷酸二氫鉀對紅藍石蒜生長的影響. 浙江農林大學學報 29:41-45.
  36. 韓錦隆. 1991. 金花石蒜天然開花週期之變異及人工花期調節方法之研究. 宜蘭農工學報 3:105-121.
  37. 謝峻、談鋒、馮巍、陳斌. 2007. 石蒜屬植物分類鑒別、藥用成分及生物技術應用研究進展. 中草藥 38:1902-1905.
  38. 羅綺. 2007. 石蒜屬植物鱗莖發育生理及鹽脅迫下葉片生理變化研究. 安徽

師範大學碩士論文. 中國.

- 
39. 重藤大地、中島敦司、山本將功. 2006. 夏期の気温上昇がヒガンバナの開花に及ぼす影響. 日緑工誌 32:118-121.
40. 森源治郎. 1990. リコリスの開花生理と栽培. 農耕と園藝 12:136-139.
41. 森源治郎、板西義洋. 1977. ヒガンバナ (Amaryllidaceae) の球根植物の生育開花習性に関する研究. 日本園芸学会雑誌 45:329-336.
42. 森源治郎、今西英雄、板西義洋. 1990. *Lycoris* 属の開花に及ぼす温度の影響. 日本園芸学会雑誌 59:377-382.
43. De Hertogh, A.A. and M. Le Nard. 1993. The physiology of Flower Bulbs. Elsevier Sci. Pub. The Netherlands.
44. Hanks, G.R. 2002. Narcissus and Daffodil. The genus *Narcissus*. Taylor & Francis 11 New Fetter Lane, London.
45. Hanks, G.R. and A.R. Rees. 1984. Early forcing of narcissus: The effects of lifting date and storage of floral development at the start of cooling. Scientia Hort.26:269-278.
46. Huang, L.S., P.C. Kuo, and C.T. Shii. 2006. The programmed cell death, rescuing culture and polyploidy plantlet establishment in endosperm culture of spider lilies (*Lycoris spp.*) Acta Hort.725:101-106.
47. Imanishi, H. 1997. Ethylene as a promoter for flower induction and dormancy breaking in some flower bulbs. Acta Hort.430:79-88.
48. Mason, M.R. and W.B. Miller. 1991. Flower Bud Blast in Easter Lily Is Induced by Ethephon and Inhibited by Silver Thiosulfate. HortSci. 26:1165-1167.
49. Mori, G. and Y. Sakanishi. 1988. Effect of temperature on flower initiation and leaf emergence in *Lycoris radiate* and *L. squamigera*. Bull. Univ. Osaka Pref. Ser.

- B, Agr. and Boil.40:11-17.
50. Rees, A.R. and G.R. Hanks. 1984. Storage treatments for very early forcing of narcissus. J. Hort. Sci.59:229-239.
51. Vreeburg, P.J.M. and A.J. Dop. 1990. Culture of *Narcissus tazetta* 'Ziva' in the Netherlands. Acta Hort.266:267-272.
52. Yahel, H. and D. Sandler. 1986. Retarding the flowering of *Narcissus tazetta* cv. Ziva. Acta Hort.177:189-195.





### 附錄 (Appendix)

附錄1. 臺灣歷年金花石蒜切花出口量及出口額之趨勢

(資料來源：臺灣財政部關稅署)

App. 1. The trend of the cutting flowers exports through the years of *L. aurea*.

(source : Customs Administration Ministry of Finance of Taiwan)