

國立台灣大學農藝學系  
博士論文

Dissertation  
Department of Agronomy  
National Taiwan University

藿香薊種子發芽生態生理學及其田間建立之研究  
Ecophysiological Studies on the Seed Germination and  
Field Establishment of *Ageratum* Spp.



研究生：侯金日 (Chin Jin Hou)  
學號：D88621102

指導教授：郭華仁博士  
Advisor: Professor Dr. Warren H. J. Kuo

中華民國九十七年七月

國立臺灣大學博士學位論文  
口試委員會審定書

藿香薊種子發芽生態生理學及其田間建立之研究

Ecophysiological Studies on the Seed Germination  
and Field Establishment of *Ageratum* Spp.

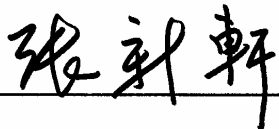
本論文係侯金日君（學號:D88621102）在國立臺灣大學  
農藝學系完成之博士學位論文，於民國 97 年 6 月 12 日承下  
列考試委員審查通過及口試及格，特此證明

口試委員：

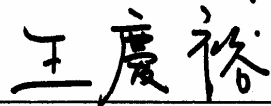
國立臺灣大學農藝學系教授  
郭華仁 博士

  
(指導教授)

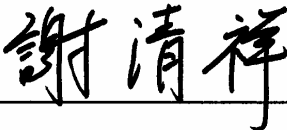
國立臺灣大學農藝學系教授  
張新軒 博士




國立中興大學農藝學系教授  
王慶裕 博士



國立屏東科技大學農園生產系教授  
謝清祥 博士



行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所研究員  
蔣慕琰 博士



## 誌謝

誠摯之感謝指導教授 郭華仁博士多年來的悉心指導，試驗與課業之指導，並於論文撰寫期間多次詳細審閱與指正；以及師母多次之鼓勵與愛護，使得忙碌的我得以順利完成學業，感恩之情永記於心。

論文初成，承蒙台灣大學張新軒博士、中興大學王慶裕博士、屏東科技大學謝清祥博士、行政院農委會農業藥物毒物試驗所蔣慕琰博士詳加審閱，細心斧正，並提供寶貴意見，使論文更臻於完善，深致謝意。

從 83 年 9 月在台大就讀碩士班開始，轉眼間已有 14 年，這 14 年中有三年回原學校任教，在台大從碩士班至博士班 11 年之時間，確實有相當值得回味之一面。感謝指導老師多方之包容，使我能結束漫長之學業生涯。

九年之博士求學生涯中，經歷了在原任教學校由講師升等為副教授，也接了行政工作，指導研究生，忙於工作、教學、研究，在博士未畢業前已指導 10 位碩士生畢業，看著自己學生畢業頗有感觸，想想自己也該結束課程之時候了，終於在 97 年 6 月 12 日通過博士論文口試，內心相當喜悅，也相當感謝周遭所有關心我的人。

承蒙嘉義大學校長 李明仁博士、副校長 沈再木博士、農學院院長 劉景平博士、農藝系前主任 李瑞興博士、農藝系全體老師及學務處課外活動組全體同事的關懷與鼓勵，得以在繁忙的教學、研究、工作中完成學業，特此一併致謝。

感謝家人之鼓勵與支持，太太與三位小孩之經常關心，使我更有動力完成台大之課業。

感恩的心，感謝所有關心我的人，人的求學旅程中，當自己已達到最高境界時，不仿謙虛的說，沒有朋友、同事、家人之鼓勵與關心，是無法達成的。願所有關心我的人多能分享我得喜悅。

# 目錄

章節	頁次
中文摘要-----	I
英文摘要-----	III
圖目錄-----	V
表目錄-----	XI
第一章.前言-----	1
第二章.前人研究-----	3
第三章.藿香薊種子發育過程發芽率之變化-----	13
一.前言-----	13
二.材料方法-----	13
三.結果-----	14
四.討論-----	20
第四章.環境因子對紫花與白花藿香薊種子發芽能力之影響-----	21
一.前言-----	21
二.材料方法-----	24
三.結果-----	29
四.討論-----	79
第五章.紫花與白花藿香薊種子發芽能力之週年變遷-----	85
一.前言-----	85
二.材料方法-----	86
三.結果-----	88
四.討論-----	108
第六章.藿香薊植物種子作為景觀植物之研究-----	114
一.前言-----	114
二.材料方法-----	115
三.結果-----	117
四.討論-----	149
第七章 綜合討論-----	152
參考文獻-----	160
附錄-----	173

## 摘要

本論文目的在於探討紫、白花藿香薊種子發芽生態生理，包括環境因子與種子發芽能力關係、種子發芽能力之周年變遷，以瞭解紫、白花藿香薊影響種子發芽的因素，並藉以建構兩種植物作為休耕地田間覆蓋植物之方法。結果如下：

恆溫下兩種植物種子發芽率均不高；30/25、35/30<sup>0</sup>C、23/13<sup>0</sup>C 等變溫環境下則容易發芽。紫花與白花藿香薊種子基礎發芽溫度(T<sub>b</sub>)分別為 6.4<sup>0</sup>C 與 6.6<sup>0</sup>C，發芽所需要之積溫紫花藿香薊為 70<sup>0</sup>Cd、白花藿香薊為 72<sup>0</sup>Cd。高水勢會影響種子發芽，溫度為 25/20<sup>0</sup>C 時紫花藿香薊在-0.8MPa 下尚有部分種子可發芽；白花藿香薊最高忍受之缺水逆境達 -1.0MPa，較紫花藿香薊更耐。紫花藿香薊種子發芽較白花藿香薊需要接收更高的光量；光照無氧下紫花藿香薊種子發芽率較高，白花藿香薊的發芽率低。土壤酸鹼度對兩種植物種子發芽的影響一致，以 pH7 下發芽率最高。埋土深度 2 公分以上藿香薊種子即不能發芽，能忍受埋土深度為 1.5 公分；溫度愈低愈不能忍受深埋。

紫花藿香薊種子發芽之基礎溫度為 7.0<sup>0</sup>C，基礎水勢  $\Psi_{b(50)}$  為 -0.436 MPa，水溫積蘊值  $\theta_{HT}$  為 25<sup>0</sup>C Mpa-day、基礎水勢變方  $\sigma_{\Psi_b}$  為 0.316 Mpa，種子發芽模式為  $\text{Probit}(G) = \left[ \Psi - 25 / (T - 7.0) T_g - (-0.436) \right] / 0.316$ 。

就種子發芽能力週年變遷而言，紫白花藿香薊種子採收後初期在黑暗下有制約休眠，紫花藿香薊制約休眠較白花藿香薊為強；不同季節之埋土試驗種子在黑暗下制約休眠差異極大。冬天進行旱田埋土試驗之種子於埋土半年後兩種藿香薊種子約有 35% 種子消失，試驗 2 年結束後約有 70% 之種子消失，埋土 1-4 個月發芽率尚達 70% 以上，試驗結束各發芽率不到 10%。夏天進行旱田埋土試驗之種子於埋土 3 個月後紫花藿香薊種子約有 10% 消失，白花藿香薊則達 15% 種子消失，紫花試驗半年、白花試驗 3 個月發芽率則低於 20%。夏天進行水田埋土試驗種子於埋土 3 個月後紫花藿香薊種子約有 5% 消失，白花藿香薊則達 8% 種子消失，紫、白花試驗 8 個月發芽率則低於 30%，水、旱田試驗顯示：水田埋土種子消失較慢，發芽率較高。兩種植物萌芽高峰期在每年 10 月。

田間犁田顯示一年 12 個月紫花與白花藿香薊皆可由田間自發。播種種子田間自然萌芽前 3 個月累計萌芽率達 80% 以上。除 12 月播種生長較慢外，其餘播種於 3 月、6 月、9 月者植株生長良好，播種後 60 天田間覆蓋率可達 77%。但 12 月份播種者生長較遲緩。不同月份播種下，紫花藿香薊單株所產生種子數差異極大介於 3000-7000 粒之間；而白花藿香薊單株種子數則介於 2000-22000 粒之間；湛水水田撒播每平方公尺 0.2 g (約 1300-1600 粒種子) 之紫、白花藿香薊種子，4 個月水田收割後每平方公尺約長出 80-100

株之藿香薊。二期作水田收割後自行長出之紫白花藿香薊全開花期為 45 天、一期作之水田收割後紫、白花藿香薊全開花期則達 80 天。

於種植玉米、落花生、田菁與休耕地等早田中撒播藿香薊種子，每平方公尺 0.05 g(約 300 粒種子)在秋作者有 89-124 粒之種子出土，可達到完整之植被景觀覆蓋，且全開花期達 60 天以上，在春作者有 57-93 粒之種子出土，可達到完整之植被景觀覆蓋，且全開花期達 80 天以上。前述早田於作物收穫後翻耕後，藿香薊田間出現率在秋作者每平方公尺在 58-116 株間，全開花期 45 天；春作者每平方公尺在 66-90 株之間，且全開花期約 72 天。

稻田收穫後施以淺耕或覆蓋，藿香薊植株出土的數量較焚燒稻草者多；秋作落花生收穫後與春作玉米收穫後的焚燒，亦會降低藿香薊植株之出現；藿香薊與田菁混植，當田菁發生嚴重蟲害時，藿香薊可發揮補償作用快速覆蓋農田。

關鍵詞:紫花藿香薊、白花藿香薊、種子發芽、種子發育、環境因子、種子萌芽模式、種子生態、溫度、種子庫、景觀植物、田間建立

## Abstract

The thesis aims to study the seed eco-physiology of *Ageratum houstonianum* Mill. and *Ageratum conyzoides* L., including how the germination was affected by various environment factors. The second propose of the thesis is to explore the possibility and method establishing these two weeds as cover plants for fallow land field.

Both the seeds of *A. houstonianum* and *A. conyzoides* were low in germination percentage under constant temperature; the percentage was higher under alternate temperatures such as 30/25, 35/30 and 23/13<sup>0</sup>C. The base temperature (T<sub>b</sub>) for the germination of *A. houstonianum* and *A. conyzoides* seeds were 6.4<sup>0</sup>C and 6.6<sup>0</sup>C respectively. The thermal time for seed germination of *A. houstonianum* was 70<sup>0</sup>Cd; for *A. conyzoides* it was 72<sup>0</sup>Cd. High water potential affected seed germination. Part of seed of *A. houstonianum* still germinated under -0.8MPa and 25/20<sup>0</sup>C regimes. Seeds of *A. conyzoides* were more tolerate to low water potential; some seeds germinated at as low as -1.0MPa. The seeds of *A. houstonianum* required more light photons to germinate than those of *A. conyzoides*. Under light and anoxia condition the germination percentage of *A. houstonianum* was higher than that of *A. conyzoides*. Soil pH showed the same effect on seed germination of both two species, the germination percentage was highest at pH7. The seeds of both species were not able to germinate at burial condition deeper than 2 cm. The lower the temperature, the less depth the seeds might tolerate in terms of germination.

The base temperature, base water potential ( $\Psi_{b(50)}$ ), hydrothermal time ( $\theta_{HT}$ ), and base water potential variance ( $\sigma_{\Psi_b}$ ) for seed germination of *A. houstonianum* were 7.0<sup>0</sup>C, -0.436MPa, 25<sup>0</sup>CMpa-day, and 0.316Mpa respectively. The seed germination model for this species was:  $\text{Probit}(G) = [\Psi - 25 / (T - 7.0) T_g - (-0.436)] / 0.316$ .

Under dark germination condition, the exhumed seed of both species showed conditional dormancy at the beginning of burial experiment; the dormancy was higher in seeds of *A. houstonianum*. Dormancy profile were different between burial experiments initiated at different season. Burial experiment initiated in winter upland showed a loss of about 35% in seeds after 6 months burial, and 70% after two years. More than 70% of the buried seeds remained germinable after 4 months burial; however, there were less than 10% at the end of the two-year experiment. Burial experiment initiated in summer upland showed a loss of 10 and 15% in seeds of *A. houstonianum* and *A. conyzoides* respectively after 3 months burial. Less than 20% seeds remained germinable after 6 and 3 months burial for *A. houstonianum* and *A. conyzoides* respectively. Burial experiment initiated in summer paddy field showed a loss of 5 and 8% in seeds of *A. houstonianum* and *A. conyzoides* respectively after 3 months burial. Less than 30% seeds remained germinable after 8 months burial for both *Ageratum* species. The disappearances of seeds were slower and the germinability higher in those seeds buried in paddy field than those in upland field. Both species showed a peak emergence in October each year.

Monthly plowing treatment showed that the seeds of both species could emerge all year round. In the field the emergence percentage of the sowed seeds of both species reached 80% after 3 months. The plants of both species grew well when sowed in March,

June, and September. Field covering rate reached 77% at 60<sup>th</sup> days after sowing. The growth appeared slower when sowed in December. Seed number produced by a single plant varied from 3000 to 7000 and from 2000 to 22000 for *A. houstonianum* and *A. conyzoides* respectively, dependent on the sowing month. In a flooding rice field, a sowing rate of approximately 1300-1600 seeds (0.2g/m<sup>2</sup>) of *Ageratum* could grow 80-100 plants after 4 months at rice harvest. Volunteer *Ageratum* appeared after the harvest of the 2<sup>nd</sup> rice crop had a flowering period of 45 days, and 80 days for those appeared after the harvest of the 1<sup>st</sup> rice crop.

In autumn crops of corn, peanut, sesbania fields or let fallow, sowing approximately 300 seeds of *Ageratum* (0.05g/m<sup>2</sup>) resulted in 89-124 plants and could reach full covering with a flowering period of 60 days. While in spring crops, the same treatment resulted in 57-93 plants and could reach full covering with a flowering period of 80 days. About 58-116 volunteer *Ageratum* per meter square appeared after the harvest and plowing of the autumn crops, with a full flowering period of 45 days; while for those of the spring season, 66-90 plants appeared with 72 days of full flowering period.

After rice harvest, more *Ageratum* appeared in the fields that were managed with shallow plowing or straw-mulching than that managed with straw-burning. In spring crop of corn and fall crop of peanut, burning the straw after harvesting also reduced the appearance of *Ageratum*. In a stand mixed sowing with sesbania and *Ageratum*, *Ageratum* could be able to grow quickly to cover the farmland if the sesbania be damaged by pests, according to the result of sesbania cutting experiment.

Key words: *Ageratum houstonianum* Mill., *Ageratum conyzoides* L. , seed germination , seed development, environment factor, seedling emergence model, seed ecology, temperature, seed banks , landscape plants, field establishment



## 圖目錄

圖 3-1. 紫花與白花藿香薊種子成熟過程乾重之累積。	
Fig. 3-1. Cumulated dry seed weight(g/1000 seeds) of <i>A. houstonianum</i> and <i>A. conyzoides</i> during seed ripening.	16
圖 3-2. 紫花與白花藿香薊種子成熟過程長度之變化。	
Fig. 3-2. Changes in the seed length of <i>A. houstonianum</i> and <i>A. conyzoides</i> during seed ripening.	16
圖 3-3. 紫花與白花藿香薊種子成熟過程寬度之變化。	
Fig. 3-3. Changes in the seed width of <i>A. houstonianum</i> and <i>A. conyzoides</i> during seed ripening.	17
圖 3-4. 紫花與白花藿香薊種子成熟過程發芽率之變化。	
Fig. 3-4. Changes in seed germination percentage of <i>A. houstonianum</i> and <i>A. conyzoides</i> during seed ripening.	17
圖 3-5. 紫花與白花藿香薊種子成熟過程之平均發芽日數。	
Fig. 3-5. Mean days to germination of the seeds of <i>A. houstonianum</i> and <i>A. conyzoides</i> during seed ripening.	18
圖 3-6. 紫花與白花藿香薊種子成熟過程之發芽速率指數。	
Fig. 3-6. Germination rate index of the seeds of <i>A. houstonianum</i> and <i>A. conyzoides</i> during seed ripening.	18
圖 4-1. 恆溫對紫花藿香薊種子平均發芽速率之影響。	
Fig. 4-1. Effects of constant temperatures on the mean germination rate of <i>A. houstonianum</i> .	45
圖 4-2. 恆溫對白花藿香薊種子平均發芽速率之影響。	
Fig. 4-2. Effects of constant temperatures on the mean germination rate of <i>A. conyzoides</i> .	45
圖 4-3. 變溫對紫花藿香薊種子發芽率之影響。	
Fig. 4-3. Effects of alternate temperatures on the germination percentages of <i>A. houstonianum</i> .	46
圖 4-4. 變溫對白花藿香薊種子發芽率影響。	
Fig. 4-4. Effects of alternate temperatures on the germination percentages of <i>A. conyzoides</i> .	46
圖 4-5. 變溫與水分潛勢對紫花藿香薊種子發芽率之影響。	
Fig. 4-5. Effects of alternate temperatures and water potentials on the germination percentages of <i>A. houstonianum</i> .	47
圖 4-6. 變溫與水分潛勢對紫花藿香薊種子發芽日數之影響。	
Fig. 4-6. Effects of alternate temperatures and water potentials on the mean days to germination of <i>A. houstonianum</i> .	47
圖 4-7. 變溫與水分潛勢對紫花藿香薊種子發芽速率指數之影響。	

Fig. 4-7. Effects of alternate temperatures and water potentials on the germination rate index of <i>A. houstonianum</i> . -----	48
圖 4-8.變溫與水分潛勢對白花藿香薊種子發芽率之影響。	
Fig. 4-8. Effects of alternate temperatures and water potentials on the germination percentages of <i>A. conyzoides</i> . -----	48
圖 4-9.變溫與水分潛勢對白花藿香薊種子發芽日數之影響。	
Fig. 4-9. Effects of alternate temperatures and water potentials on the mean days to germination of <i>A. conyzoides</i> .-----	49
圖 4-10. 變溫與水分潛勢對白花藿香薊種子發芽速率指數之影響。	
Fig. 4-10. Effects of alternate temperatures and water potentials on the germination rate index of <i>A. conyzoides</i> . -----	49
圖 4-11. 溫度與鹽分逆境對紫花藿香薊種子發芽率之影響。	
Fig. 4-11. Effects of temperatures and different concentrations of NaCl on the germination percentages of <i>A. houstonianums</i> . -----	50
圖 4-12.溫度與鹽分逆境對紫花藿香薊種子發芽日數之影響。	
Fig. 4-12. Effects of temperatures and different concentrations of NaCl on the mean days to germination of <i>A. houstonianum</i> . -----	50
圖 4-13. 溫度與鹽分逆境對紫花藿香薊種子發芽速率指數之影響。	
Fig. 4-13. Effects of temperatures and different concentrations of NaCl on the germination rate index of <i>A. houstonianum</i> . -----	51
圖 4-14.溫度與鹽分逆境對白花藿香薊種子發芽率之影響。	
Fig. 4-14. Effects of temperatures and different concentrations of NaCl on the germination percentages of <i>A. conyzoides</i> . -----	51
圖 4-15. 溫度與鹽分逆境對白花藿香薊種子發芽日數之影響。	
Fig. 4-15. Effects of temperatures and different concentrations of NaCl on the mean days to germination of <i>A. conyzoides</i> . -----	52
圖 4-16.溫度與鹽分逆境對白花藿香薊種子發芽速率指數之影響。	
Fig. 4-16. Effects of temperatures and different concentrations of NaCl on the germination rate index of <i>A. conyzoides</i> . -----	52
圖 4-17.光強對紫花與白花藿香薊種子發芽率之影響。	
Fig. 4-17. Effects of light intensity on the germination percentages of <i>A. houstonianum</i> and <i>A. conyzoides</i> . -----	53
圖 4-18.光強對紫花與白花藿香薊種子發芽日數之影響。	
Fig. 4-18. Effects of light intensity on the mean days to germination of <i>A. houstonianum</i> and <i>A. conyzoides</i> . -----	53
圖 4-19.光強對紫花與白花藿香薊種子發芽速率之影響。	
Fig. 4-19. Effects of light intensity on the germination rate index of <i>A. houstonianum</i> and <i>A. conyzoides</i> . -----	54

圖 4-20.照光長短對紫花與白花藿香薊種子發芽率之影響。	
Fig. 4-20. Effects of illumination length as represented by photo dose on the germination percentages of <i>A. houstonianum</i> and <i>A. conyzoides</i> .	-----54
圖 4-21.照光長短對紫花與白花藿香薊種子發芽日數之影響。	
Fig. 4-21. Effects of illumination length as represented by photo dose on the mean days to germination of <i>A. houstonianum</i> and <i>A. conyzoides</i> .	-----55
圖 4-22.照光長短對紫花與白花藿香薊種子發芽速率之影響。	
Fig. 4-22. Effects of illumination length as represented by photo dose on the germination rate index of <i>A. houstonianum</i> and <i>A. conyzoides</i> .	-----55
圖 4-23.光與氧氣對紫花與白花藿香薊種子發芽率之影響。	
Fig. 4-23. Effects of oxygen and light on the germination percentages of <i>A. houstonianum</i> and <i>A. conyzoides</i> .	-----56
圖 4-24.光與氧氣對紫花與白花藿香薊種子發芽日數之影響。	
Fig. 4-24. Effects of oxygen and light on the mean days to germination of <i>A. houstonianum</i> and <i>A. conyzoides</i> .	-----56
圖 4-25.氧氣與光照對紫花與白花藿香薊種子發芽速率之影響。	
Fig. 4-25. Effects of oxygen and light on the germination rate index of <i>A. houstonianum</i> and <i>A. conyzoides</i> .	-----57
圖 4-26. pH 值對紫花與白花藿香薊種子發芽率之影響。	
Fig. 4-26. Effects of pH values on the germination percentages of <i>A. houstonianum</i> and <i>A. conyzoides</i> .	-----57
圖 4-27. pH 值對紫花與白花藿香薊種子發芽日數之影響。	
Fig. 4-27. Effects of pH values on the mean days to germination of <i>A. houstonianum</i> and <i>A. conyzoides</i> .	-----58
圖 4-28. pH 值對紫花與白花藿香薊種子發芽速率之影響。	
Fig. 4-28. Effects of pH values on the germination rate index of <i>A. houstonianum</i> and <i>A. conyzoides</i> .	-----58
圖 4-29. 埋土深度對紫花與白花藿香薊種子出土率之影響。	
Fig. 4-29. Effects of buried depth on the emergence percentages of the seeds of <i>A. houstonianum</i> and <i>A. conyzoides</i> .	-----59
圖 4-30. 埋土深度對紫花與白花藿香薊種子出土日數之影響。	
Fig. 4-30. Effects of buried depth on the mean days to emergence of the seeds of <i>A. houstonianum</i> and <i>A. conyzoides</i> .	-----59
圖 4-31. 埋土深度對紫花與白花藿香薊種子出土速率指數之影響。	
Fig. 4-31. Effects of buried depth on the emergence rate index of the seeds of <i>A. houstonianum</i> and <i>A. conyzoides</i> .	-----59
圖 4-32.不同溫度在埋土深度下對紫花藿香薊種子發芽率之影響。	

Fig. 4-32. Effects of buried depth on the germination percentages of <i>A. houstonianum</i> .-----	62
圖 4-33.不同溫度在埋土深度下對白花藿香薊種子發芽率之影響。	
Fig. 4-33. Effects of buried depth on the germination percentages of <i>A. conyzoides</i> .-----	63
圖 4-34.紫花藿香薊種子在各水勢、溫度下的累積發芽率。	
Fig. 4-34. Effects of water potentials and temperatures on the cumulative germination percentages of <i>A. houstonianum</i> .-----	66
圖 4-35.紫花藿香薊種子在�不同水勢下不同發芽累積百分比發芽速率。	
Fig. 4-35. Effects of different water potentials on the germination rate of <i>A. houstonianum</i> . -----	67
圖 4-36.紫花藿香薊種子在�不同溫度下不同發芽累積百分比發芽速率。	
Fig. 4-36. Effects of different temperature on the germination rate of <i>A. houstonianum</i> .-----	68
圖 4-37. 白花藿香薊種子在�各水勢、溫度下的累積發芽率。	
Fig. 4-37. Effects of water potentials and temperatures on the cumulative germination percentages of <i>A. conyzoides</i> .-----	72
圖 4-38.白花藿香薊種子在�不同水勢下不同發芽累積百分比發芽速率。	
Fig. 4-38. Effects of different water potentials on the germination rate of germination cumulative percentages of <i>A. conyzoides</i> .-----	73
圖 4-39.白花藿香薊種子在�不同溫度下不同發芽累積百分比發芽速率。	
Fig. 4-39. Effects of different temperature on the germination rate of germination cumulative percentages of <i>A. conyzoides</i> . -----	74
圖 4-40.紫花藿香薊種子在�各水勢、溫度下的發芽率累積圖。	
Fig. 4-40. Effects of water potentials and temperatures on the cumulative germination of the seeds of <i>A. houstonianum</i> . -----	78
圖 5-1 試驗期間大氣平均溫度之變化。	
Fig. 5-1. Changes in the mean ambient temperature during the experiment.-----	94
圖 5-2 試驗期間每月累積降雨量。	
Fig. 5-2. Monthly cumulative rainfall during the experiment. -----	94
圖 5-3. 旱田每月出土紫花藿香薊種子在四種溫度加光照下的發芽率。	
Fig. 5-3. Percentage germination of <i>A. houstonianum</i> seeds exhumed monthly from upland field soil and germinated at four temperature regimes in the light.-----	95
圖 5-4. 旱田每月出土紫花藿香薊種子在四種溫度加黑暗的發芽率。	
Fig. 5-4. Percentage germination of <i>A. houstonianum</i> seeds exhumed monthly from	

upland field soil and germinated at four temperature regimes in darkness.-----95

圖 5-5. 旱田每月出土紫花藿香薊種子在四種溫度加光照下的發芽率。

Fig. 5-5. Percentage germination of *A. houstonianum* seeds exhumed monthly from upland field soil and germinated at four temperature regimes in the light.-----96

圖 5-6. 旱田每月出土紫花藿香薊種子在四種溫度加黑暗下的發芽率。

Fig. 5-6. Percentage germination of *A. houstonianum* seeds exhumed monthly from upland field soil and germinated at four temperature regimes in darkness.-----96

圖 5-7. 水田每月出土紫花藿香薊種子在四種溫度加光照下的發芽率。

Fig. 5-7. Percentage germination of *A. houstonianum* seeds exhumed monthly from paddy field soil and germinated at four temperature regimes in the light.-----97

圖 5-8. 水田每月出土紫花藿香薊種子在四種溫度加黑暗下的發芽率。

Fig. 5-8. Percentage germination of *A. houstonianum* seeds exhumed monthly from upland field soil and germinated at four temperature regimes in darkness.-----97

圖 5-9. 旱田每月出土白花藿香薊種子在四種溫度加光照下的發芽率。

Fig. 5-9. Percentage germination of *A. conyzoides* seeds exhumed monthly from upland field soil and germinated at four temperature regimes in the light.-----98

圖 5-10. 旱田每月出土白花藿香薊種子在四種溫度加黑暗下的發芽率。

Fig. 5-10. Percentage germination of *A. conyzoides* seeds exhumed monthly from upland field soil and germinated at four temperature regimes in the darkness.-----98

圖 5-11. 旱田每月出土白花藿香薊種子在四種溫度加光照下的發芽率。

Fig. 5-11. Percentage germination of *A. conyzoides* seeds exhumed monthly from upland field soil and germinated at four temperature regimes in the light.-----99

圖 5-12. 旱田每月出土白花藿香薊種子在四種溫度加黑暗下的發芽率。

Fig. 5-12. Percentage germination of *A. conyzoides* seeds exhumed monthly from upland field soil and germinated at four temperature regimes in darkness.-----99

圖 5-13. 水田每月出土白花藿香薊種子在四種溫度加光照下的發芽率。

Fig. 5-13. Percentage germination of *A. conyzoides* seeds exhumed monthly from paddy field soil and germinated at four temperature regimes in the light.-----100

圖 5-14. 水田每月出土白花藿香薊種子在四種溫度加黑暗下的發芽率。

Fig. 5-14. Percentage germination of *A. conyzoides* seeds exhumed monthly from upland field soil and germinated at four temperature regimes in darkness.-----100

圖 5-15. 旱田每月出土之紫花藿香薊種子播種於土中之出土萌芽率。

Fig. 5-15. Field emergence of the monthly exhumed seeds of *A. houstonianum* buried in upland field. -----101

圖 5-16. 旱田每月出土之紫花藿香薊種子播種於土中之出土萌芽率。

Fig. 5-16. Field emergence of the monthly exhumed seeds of *A. houstonianum* buried in upland field. -----101

圖 5-17.水田每月出土之紫花藿香薊種子播種於土中之出土萌芽率。	
Fig. 5-17. Field emergence of the monthly exhumed seeds of <i>A. houstonianum</i> buried in paddy field. -----	102
圖 5-18. 每月出土之白花藿香薊種子播種於土中之出土萌芽率。	
Fig. 5-18. Field emergence of the monthly exhumed seeds of <i>A. conyzoides</i> buried in upland field. -----	102
圖 5-19.旱田每月出土之白花藿香薊種子播種於土中之出土萌芽率。	
Fig. 5-19. Field emergence of the monthly exhumed seeds of <i>A. conyzoides</i> buried in upland field. -----	103
圖 5-20.水田每月出土之白花藿香薊種子播種於土中之出土萌芽率。	
Fig. 5-20. Field emergence of the monthly exhumed seeds of <i>A. conyzoides</i> buried in paddy field. -----	103
圖 5-21.犁田對土中紫花藿香薊種子萌芽之影響。	
Fig. 5-21. Effect of plowing time on the number of emerged seedlings of <i>A. houstonianum</i> . -----	104
圖 5-22.犁田對土中白花藿香薊種子萌芽之影響。	
Fig. 5-22. Effect of plowing time on the number of emerged seedlings of <i>A. conyzoides</i> . -----	104
圖 5-23.紫花藿香薊種子一月播種於 0.5 公分深土中每個月之萌芽數。	
Fig. 5-23. Cumulative emergence of <i>A. houstonianum</i> seedlings from seeds buried in January in 0.5 cm depth soil. -----	105
圖 5-24.白花藿香薊種子一月播種於 0.5 公分深土中每個月之萌芽數。	
Fig. 5-24. Cumulative emergence of <i>A. conyzoides</i> seedlings from seeds buried in January in 0.5 cm depth soil. -----	105
圖 5-25. 紫花藿香薊種子九月播種於 0.5 公分深土中每個月之萌芽數。	
Fig. 5-25. Cumulative emergence of <i>A. houstonianum</i> seedlings from seeds buried in September in 0.5 cm depth soil. -----	106
圖 5-26. 白花藿香薊種子一月播種於 0.5 公分深土中每個月之萌芽數。	
Fig. 5-26. Cumulative emergence of <i>A. conyzoides</i> seedlings from seeds buried in September in 0.5 cm depth soil.-----	106
圖 5-27.不同月份採收紫花藿香薊種子不同溫度下發芽率之變化	
Fig. 5-27. Germination percentage of monthly collected seeds of <i>A. houstonianum</i> under different temperature regime. -----	107
圖 5-28.不同月份採收白花藿香薊種子不同溫度下發芽率之變化	
Fig.5-28. Germination percentage of monthly collected seeds of <i>A. conyzoides</i> under different temperature regime.-----	107

## 表目錄

表 3-1. 紫花藿香薊種子成熟過程重量大小與發芽間之相關係數 Table 3-1. Correlation coefficient among seed size and germination of ripening seeds of <i>A. houstonianum</i> -----	19
表 3-2. 白花藿香薊種子成熟過程重量大小與發芽間之相關係數 Table 3-2. Correlation coefficient among seed size and germination of ripening seeds of <i>A. conyzoides</i> -----	19
表 4-1. 埋土深度對紫花藿香薊種子出土率與未出土種子活力之影響。 Table 4-1. Effects of burial depth on the emergence and viability of the seeds of <i>A.</i> <i>houstonianum</i> -----	60
表 4-2. 埋土深度對白花藿香薊種子出土率與未出土種子活力之影響 Table 4-2. Effects of burial depth on the emergence and viability of the seeds of <i>A.</i> <i>conyzoides</i> -----	61
表 4-3. 溫度與埋土深度對紫花藿香薊種子發芽率、平均發芽日數、發芽速率指數 影響 Table 4-3. Effects of burial depth on the percentage germination, mean days to germination and germination rate index of the seeds of <i>A. houstonianum</i> at different temperature-----	62
表 4-4. 溫度與埋土深度對白花藿香薊種子發芽率、平均發芽日數、發芽速率指數 影響 Table 4-4. Effects of burial depth on the percentage germination, mean days to germination and germination rate index of the seeds of <i>A. conyzoides</i> at different temperature-----	63
表 4-5. 紫花藿香薊種子在各水勢下，不同累積發芽百分比下之估算基礎溫度 Table 4-5. Estimated base temperature for different germination percentiles of the seeds of <i>A. houstonianum</i> under various water potential-----	69
表 4-6. 紫花藿香薊種子在各溫度下，不同累積發芽百分比下之估算基礎水勢 Table 4-6. Estimated base water potential for different germination percentiles of the seeds of <i>A. houstonianum</i> under various temperature-----	69
表 4-7. 白花藿香薊種子在各水勢下，不同累積發芽百分比下之估算基礎溫度 Table 4-7. Estimated base temperature( $T_b$ , °C) for different germination percentiles of the seeds of <i>A. conyzoides</i> under various water potentia-----	75
表 4-8. 白花藿香薊種子在各溫度下，不同累積發芽百分比下之估算基礎水勢 Table 4-8. Estimated base water potential( $\Psi_b$ , MPa) for different germination percentiles of the seeds of <i>A. conyzoides</i> under various temperature -----	75
表 6-1-1 播種月份與生育天數對紫花與白花藿香薊植株生長之影響：變方分析表 Table 6-1-1. Effects of sowing months and growing days on the growth of <i>A.</i> <i>houstonianum</i> and <i>A. conyzoides</i> : ANOVA table-----	125

表 6-1 播種月份與生育天數對紫花與白花藿香薊植株生長之影響 Table 6-1. Effects of sowing months and growing days on the growth of <i>A. houstonianum</i> and <i>A. conyzoides</i> -----	126
表 6-2-1 播種月份對紫花與白花藿香薊農藝性狀之影響：變方分析表 Table 6-2-1. Effects of sowing months on the agronomic traits of <i>A. houstonianum</i> and <i>A. conyzoides</i> : ANOVA table -----	127
表 6-2. 播種月份對紫花與白花藿香薊農藝性狀之影響 Table 6-2. Effects of sowing months on the agronomic traits of <i>A. houstonianum</i> and <i>A. conyzoides</i> -----	128
表 6-3-1 二期水稻收割後種子播種量對水田紫、白花藿香薊族群建立之影響(2004年)：變方分析表 Table 6-3-1. Effect of seed sowing rates on the establishment of <i>A. houstonianum</i> and <i>A. conyzoides</i> population at paddy fields after the harvest of the 2nd rice crop (2004): ANOVA table-----	129
表 6-3 二期水稻收割後種子播種量對水田紫、白花藿香薊族群建立之影響(2004年) Table 6-3. Effect of seed sowing rates on the establishment of <i>A. houstonianum</i> and <i>A. conyzoides</i> population at paddy fields after the harvest of the 2nd rice crop (2004)-----	130
表 6-4-1 一期水稻收割後種子播種量對水田紫、白花藿香薊族群建立之影響(2005年)：變方分析表 Table 6-4-1. Effect of seed sowing rates on the establishment of <i>A. houstonianum</i> and <i>A. conyzoides</i> population at paddy fields after the harvest of the 1st rice crop (2005): ANOVA table-----	131
表 6-4 一期水稻收割後種子播種量對水田紫、白花藿香薊族群建立之影響(2005年) Table 6-4. Effect of seed sowing rates on the establishment of <i>A. houstonianum</i> and <i>A. conyzoides</i> population at paddy fields after the harvest of the 1 <sup>st</sup> rice crop (2005)-----	131
表 6-5. 旱田作物種植前藿香薊播種量對作物生長期間藿香薊生長之影響(2004年秋作)：變方分析表 Table 6-5. Effect of seed sowing rates of <i>Ageratum</i> before planting of upland crops on the growth of <i>Ageratum</i> during the cropping season (2004, fall crop): ANOVA table-----	132
表 6-6.1 旱田作物種植前紫花藿香薊播種量對作物生長期間藿香薊族群出現之影響(2004年秋作) Table 6-6.1. Effect of seed sowing rates of <i>A. houstonianum</i> before planting of upland crops on the growth of <i>Ageratum</i> during the cropping season (2004, fall crop)-----	133
表 6-6.2 旱田作物種植前白花藿香薊播種量對作物生長期間藿香薊族群出現之影響(2004年秋作)	



Table 6-6.2. Effect of seed sowing rates of <i>A. conyzoides</i> before planting of upland crops on the growth of <i>Ageratum</i> during the cropping season (2004, fall crop)-----	134
表 6-7. 秋季旱田作物種植前藿香薊播種量對作物採收耕犁後田間藿香薊族群建立之影響：變方分析(2005 年 1 月耕犁)	
Table 6-7. Effect of seed sowing rates of <i>Ageratum</i> before planting of autumn upland crops on the growth of <i>Ageratum</i> after the harvest and plowing of autumn crops (plowing time: January 2005): ANOVA table-----	135
表 6-8.1. 秋季旱田作物種植前紫花藿香薊播種量對作物採收耕犁後田間藿香薊族群建立之影響 (2005 年 1 月耕犁)	
Table 6-8.1. Effect of seed sowing rates of <i>A. houstonianum</i> before planting of autumn upland crops on the growth of <i>Ageratum</i> after the harvest and plowing of autumn crops (plowing time: January 2005)-----	136
表 6-8.2. 秋季旱田作物種植前白花藿香薊播種量對作物採收耕犁後田間藿香薊族群建立之影響 (2005 年 1 月耕犁)	
Table 6-8.2. Effect of seed sowing rates of <i>A. conyzoides</i> before planting of autumn upland crops on the growth of <i>Ageratum</i> after the harvest and plowing of autumn crops (plowing time: January 2005) -----	137
表 6-9. 旱田作物種植前藿香薊播種量對作物生長期間藿香薊生長之影響(2005 年春作):變方分析表	
Table 6-9. Effect of seed sowing rates of <i>Ageratum</i> before planting of upland crops on the growth of <i>Ageratum</i> during the cropping season (2005, spring crop): ANOVA table-----	138
表 6-10.1 旱田作物種植前紫花藿香薊播種量對作物生長期間藿香薊族群出現之影響(2005 年春作)	
Table 6-10.1. Effect of seed sowing rates of <i>A. houstonianum</i> before planting of upland crops on the growth of <i>Ageratum</i> during the cropping season (2005, spring crop)-----	139
表 6-10.2 旱田作物種植前白花藿香薊播種量對作物生長期間藿香薊族群出現之影響(2005 年春作)	
Table 6-10.2. Effect of seed sowing rates of <i>A. conyzoides</i> before planting of upland crops on the growth of <i>Ageratum</i> during the cropping season (2005, spring crop)-----	140
表 6-11. 春季旱田作物種植前藿香薊播種量對作物採收耕犁後田間藿香薊族群建立之影響：變方分析(2005 年 7 月耕犁)	
Table 6-11. Effect of seed sowing rates of <i>Ageratum</i> before planting of spring upland crops on the growth of <i>Ageratum</i> after the harvest and plowing of spring crops (plowing time: July 2005): ANOVA table-----	141
表 6-12.1. 春季旱田作物種植前紫花藿香薊播種量對作物採收耕犁後田間藿香薊族群建立之影響(2005 年 7 月耕犁)	
Table 6-12.1. Effect of seed sowing rates of <i>A. houstonianum</i> before planting of spring upland crops on the growth of <i>Ageratum</i> after the harvest and plowing of spring	

crops (plowing time:July 2005)-----142

表 6-12.2. 春季旱田作物種植前白花藿香薊播種量對作物採收耕犁後田間藿香薊族群建立之影響(2005 年 7 月耕犁)

Table 6-12.2. Effect of seed sowing rates of *A. conyzoides* before planting of spring upland crops on the growth of *Ageratum* after the harvest and plowing of spring crops (plowing time:July 2005) -----143

表 6-13-1. 一期水稻收穫後田間管理方式對藿香薊族群建立、生質量及礦物質成分之影響(2005 年)：變方分析表

Table 6-13-1. Effect of field managements on the population establishment, biomass and mineral contents of *Ageratum* after the harvest of 1<sup>st</sup> rice crop (2005): ANOVA table-----144

表 6-13. 一期水稻收穫後田間管理方式對藿香薊族群建立、生質量及礦物質成分之影響(2005 年)

Table 6-13. Effect of field managements on the population establishment, biomass and mineral contents of *Ageratum* after the harvest of 1<sup>st</sup> rice crop (2005) -----144

表 6-14-1. 二期水稻收穫後田間管理方式對藿香薊族群建立、生質量及礦物質成分之影響(2005 年)：變方分析表

Table 6-14-1. Effect of field managements on the population establishment, biomass and mineral contents of *Ageratum* after the harvest of 2<sup>nd</sup> rice crop (2005): ANOVA table-----145

表 6-14. 二期水稻收穫後田間管理方式對藿香薊族群建立、生質量及礦物質成分之影響(2005 年)

Table 6-14. Effect of field managements on the population establishment, biomass and mineral contents of *Ageratum* after the harvest of 2<sup>nd</sup> rice crop (2005)---145

表 6-15-1. 秋作落花生收穫後旱田休耕地田間管理方式對藿香薊族群建立、生質量及礦物質成分之影響(2005 年 7 月)：變方分析表

Table 6-15-1. Effect of field managements on the population establishment, biomass and mineral contents of *Ageratum* in fallow upland after the harvest peanut of fall crop (2005 of July): ANOVA table-----146

表 6-15. 秋作落花生收穫後旱田休耕地田間管理方式對藿香薊族群建立、生質量及礦物質成分之影響(2005 年 7 月)

Table 6-15. Effect of field managements on the population establishment, biomass and mineral contents of *Ageratum* in fallow upland after the harvest peanut of fall crop. (2005 of July)-----146

表 6-16-1. 春作玉米收穫後旱田休耕地田間管理方式對藿香薊族群建立、生質量及礦物質成分之影響(2006 年 3 月)：變方分析表

Table 6-16-1. Effect of field managements on the population establishment, biomass and mineral contents of *Ageratum* in fallow upland after the harvest corn of spring crop (2006 of March): ANOVA table-----147

表 6-16. 春作玉米收穫後旱田休耕地田間管理方式對藿香薊族群建立、生質量及

礦物質成分之影響(2006年3月)

Table 6-16. Effect of field managements on the population establishment, biomass and mineral contents of *Ageratum* in fallow upland after the harvest corn of spring crop. (2006 of March) -----147

表 6-17-1. 不同田菁刈留高度對藿香薊生物量之影響(2005年春作，兩種植物混種)：變方分析表

Table 6-17-1. Effect of sesbania cutting heights on the biomass of *Ageratum* in the mixture stand of the two plants (2005 spring crops): ANOVA table-----148

表 6-17. 不同田菁刈留高度對藿香薊生物量之影響(2005年春作，兩種植物混種)

Table 6-17. Effect of sesbania cutting heights on the biomass of *Ageratum* in the mixture stand of the two plants (2005 of spring crops)-----148

## 第一章 前言

農田雜草管理是農民栽培作物上相當困擾之問題，1970年代起由於農機具的進步及化學藥劑的開發已取代傳統的人工除草，除草劑的快速發展的確帶給農民有效而經濟的雜草防除方法。但已有學者(彭，1982)發現，在長期且大量使用的情形下，會使部分草相發生改變以及種內抗性增加，致使藥效降低。這些特性顯示了雜草具有適應自然及人為壓力的高度潛力。

種子大小影響種子之發芽，各種植物種子會隨著開花後天數之增加，而種子逐漸肥大，當種子重量與長寬達到能夠發芽之條件時，此種子就具有生命，且能夠繁殖其後代。雜草種子具備快速繁殖能力，其開花至種子具備發芽能力時間相當短，一般5-8天(侯等，1999)，因此當農民忽略除草工作時，雜草種子即可快速成熟延續生命。

土中雜草種子的萌芽具有季節性，有些固定在春、夏、秋或冬天出土，有些則在一年之中不定時發芽。Taylorson (1970)提出埋土種子發芽季節性變遷的報告。其先將種子埋在戶外田間，每隔一段時間挖出，並在實驗室內檢定種子休眠狀態。結果顯示，許多埋於土中的雜草種子會經歷休眠與非休眠之循環。

雜草對環境具有極強之適應能力，當農田休耕與路邊裸露荒廢之土地，在合適之環境下各種雜草種子萌芽，適應各種環境之能力較作物為強，因此快速佔領生育地乃為雜草具備之特性之一(楊等，2004)。

農田休耕地之景觀植物栽植，為近年來政府大力推廣之農村特色美化項目之一，目前田野中推廣之景觀植物皆為農民撒播所栽培，包括大波斯菊、向日葵、油菜等植物，種子費用與所耗費之人力相當可觀。純粹靠人為播種之景觀植物亦增加農民成本之負擔，自播性之雜草從土中自然萌芽成長，此種野花對環境適應力強、花期長、抗病蟲害、對逆境之適應能力佳，極有利用價值。野花之栽培在英國極為盛行，英國自然保護評議會則研究本土野花種子採種，而美國加州對野花之保育更是大力推動(郭，1992；郭，1995)。

紫花藿香薊(*Ageratum houstonianum*) 與白花藿香薊 (*Ageratum conyzoides*) 皆為菊科一年生草本植物，於台灣各地一年四季皆可生長；生長於荒地、道路邊、果園及農田之處，開花期為一年四季皆可，種子產量極高，種子先端還有可隨風飄散之冠毛，因此往往可快速佔領各生育地，兩種雜草皆會形成大的群落，一旦佔領生育地，其他草類難以抗衡。於秋作各項旱田作物之中晚期(玉米、蔬菜、大豆、

落花生)及春作各種旱田作物種植之初期生長期，兩種雜草為害甚大(楊等，2004)。另外其開花期相當長，是一種很有潛力之野花植物。兩種雜草分佈於台灣平地至低海拔山野，且見於一年四季中(張與張，1997)。

紫花藿香薊與白花藿香薊通常於每年冬季至初春時，約在二期水稻收割後，遍佈於北部或南部之農田休耕地，且在旱田之休耕地或旱作之田區中，一年四季亦經常有此兩種雜草出現。其開花期甚長，花色有紅紫色(紫花藿香薊)與白色(白花藿香薊)極為美麗。在歐美各國，甚至有改良之雜交品種，應用於花壇佈置，庭院美化之景觀植物，在台灣視為雜草之兩種藿香薊，若能好好利用其在農田季節性之萌芽，發展為農田休耕地或野地之景觀植物，則對於農村之美化，生態之保育或地力之維持皆有直接之幫助。

王等(1978)研究蔗田主要雜草生態指出，於旱作之蔗田中紫花藿香薊與白花藿香薊普遍存在，對秋植與春植之甘蔗造成生長競爭，最後導致蔗糖產量之減少。胡(1982)研究瓊麻園雜草種類亦指出，藿香薊(紫花與白花)生長於坡地之瓊麻園，對瓊麻之生長造成危害，故如何噴施除草劑來防除為其研究之主要目的。兩種雜草與作物之競爭，造成作物產量之減少(Singh *et al.*,1989)、或除草劑對兩種雜草之防除效果(胡，1982)等皆有學者從事研究。但對兩種雜草種子發芽之生理生態特性與農田應用之建立則尚無進行研究。

本研究擬從紫、白花藿香薊種子發芽之生態生理著手，包括開花後不同天數之種子成熟度與發芽能力之關係、環境因子與雜草種子發芽能力之關係、種子發芽能力之周年變遷；進一步進行農田應用之建立，包括做為景觀植物之研究。這些研究所得之結果將有助於紫、白花藿香薊種子發芽生態之了解，並作為建構兩種植物為休耕地田間覆蓋之景觀、野花與綠肥植物，提供農民休耕地自播性綠肥之選擇，對未來農村之整體發展將有所助益。

## 第二章 前人研究

土中雜草種子的萌芽具有季節性，有些固定在春、夏、秋或冬天出土，有些則在一年之中不定時發芽。在七十年代研究者就提出埋土種子發芽季節性變遷的報告(Courteny,1968；Schafer and Chilcote,1970；Taylorson,1970)。他們先將種子埋在戶外田間，每隔一段時間挖出，並在實驗室內檢定種子休眠狀態。結果顯示，許多埋於土中的種子會經歷休眠與非休眠之循環，並非單純如 Wesson & Wareing(1969)所指出的埋土種子的發芽是受光線所控制。自1970年後，有關『一年生植物之掩埋種子表現休眠與無休眠的循環』，這類的報告陸續出現；同時植物生理學家也開始從事有關誘導種子休眠與解除休眠之生理方面的研究，試圖找出埋土種子解除及誘導休眠之機制(Karssen，1982)。

所謂休眠種子(dormant seed)一般是指具有活力(viability)的成熟種子，在適當的環境下，即溫度、水分及氧氣皆適當之供給時，種子仍未能發芽的特性。

Baskin and Baskin (1989b)將耕地中雜草種子休眠的型式分為五大類:形態休眠型、物理休眠型、生理休眠型、形態—生理休眠型及物理—生理休眠型，此分類主要依據：(一)種皮滲透性(二)胚發育完整性(三)胚具生理性休眠。而處於種子庫(seed bank)的一年生雜草種子，絕大部分是由生理休眠型所控制。另外，土壤中種子休眠特性並非一成不變，其程度會隨著埋在土中時間的增長而有所變化，甚至具有休眠的循環。Badkin and Baskin (1985b)認為休眠循環由以下三部分所構成：(1)先天性(初生)休眠：種子已完全成熟，但受內在生理所調控，在正常條件下亦無發芽能力；(2)無休眠：休眠種子經由後熟作用(after ripening)，休眠已完全解除，可發芽溫度達最大範圍，此時即為無休眠狀態；(3)制約性休眠(conditional dormancy)：統括休眠到無休眠部分，種子正在後熟作用，可能在某環境底下不發芽，但移到特殊環境條件就能解除休眠並發芽，故制約性休眠之種子遇到特殊環境下才有明顯的交感作用(Simpson, 1990)。無休眠的種子在土壤中，假若有抑制種子發芽的氣體、有機物質，或種子遇到過高或過低的不適溫度，都會使種子誘導進入強迫休眠(制約性休眠或二次休眠)。二次休眠的種子需再一次經歷後熟作用才能再次成為無休眠種子，制約性休眠種子發芽與否需視環境而定。故在土中種子的休眠變化可能是循環性的。

根據Baskin and Baskin (1988)對溫帶地區土壤內種子所作之研究發現，種子庫內的種子，大部份都具有生理性休眠，其次是物理性休眠，而生理性休眠是影響

田間種子季節性萌芽的內在因素。當生理性休眠的種子埋在土中時會經過後熟作用而轉變成制約休眠狀態 (Vegis, 1964)。當後熟作用持續進行，種子會變成無休眠。假如這時無休眠種子遇到不適合的環境條件如黑暗、乾燥、缺水或不適的溫度時，都可能誘導無休眠種子再次進入休眠狀態，中間經歷了制約休眠的階段，因此種子內部是進行著連續性生理改變 (Baskin and Baskin, 1985b)。

種子處於休眠循環的何種程度，關係著種子是否發芽。處於完全休眠狀態的種子，不具有發芽能力，發芽率很低；而處於無休眠狀態的種子，發芽率很高。介於完全休眠及無休眠間則是制約休眠的狀態，在制約休眠狀態下的種子具有發芽能力，但只在特定的環境下發芽。深度休眠狀態的種子任何自然環境的溫度下皆不能發芽。而處於無休眠狀態的種子在合理的溫度下都能發芽。制約狀態下的種子發芽適溫範圍之大小則介於兩者之間。

Karssen (1982)指出，種子在土中季節性的周年變化與田間雜草萌芽季節性週期性有關。而在有關種子周年休眠循環的研究中，以Baskin等的成果最為豐碩，他們針對溫帶地區所收集的311種草本植物種子作研究，結果將不同植物依其種子發芽季節的不同分為以下數類：

(1) 秋季發芽的絕對冬季一年生植物：例如 *Lamium purpureum* 種子在春季採收，未經理土時呈休眠狀態，而在夏季時解除休眠，冬天又進入二次休眠，次年又經過相同循環 (Baskin and Baskin, 1988)。

(2) 春季發芽的夏季一年生植物：例如 *Polygonum aviculare* (Baskin and Baskin, 1990) 種子與鴨舌草【*Monochoria vaginalis* (Burm. f.) Presl. var. *plantaginea* Solms.】(陳, 1995)種子周年休眠循環與絕對冬季型植物相反，休眠誘導發生是在夏季，而解除是在冬季。

(3) 春、秋季發芽的兼性冬季一年生植物：以薺 (*Capsella bursa-pastoris*) 種子 (Baskin and Baskin, 1989a) 及看麥娘種子 (*Alopecurus aequalis* Sobol.) (林與郭, 1996) 而言，在夏天種子休眠解除，但在冬季並未進入休眠，是在制約休眠狀態，此與絕對冬季型植物不同。

(4) 春、夏季發芽的夏季一年生植物：Baskin and Baskin (1983a) 對 *Solanum sarrachoides* 種子及林與郭 (1996) 對芒稷 (*Echinochloa colona* L.) 種子進行的研究顯示，這類種子無休眠的狀態發生在春、夏季，制約休眠發生在冬季，與春季發芽的夏季一年生植物不同的是，此類植物在夏、秋季高溫下仍然可發芽，是處在制約休眠之狀態。

(5) 多年生植物，為一年四季若環境適合，都可發芽的多年生植物，以皺葉酸模(*Rumex crispus*)種子為例,種子剛成熟時為制約休眠,但經埋土4個月後種子則一直處在無休眠之狀態(Baskin and Baskin, 1985a)，所以此類之植物不論任何季節，只要環境適合下都可以發芽。

根據以上的討論可知，雜草的周年萌芽是因土中種子的休眠程度呈現周期性的起伏，而造成土中種子的周期萌芽(Baskin and Baskin,1985b；1989a)，但除此之外，另一個決定因子，則是受環境因素的影響，包括光(Hilton,1985);、溫度與水分含量(Finch—Savage and Phelps,1993); 土中氧氣含量、硝酸離子濃度及耕種方式犁田等(Fenner, 1992 ; Mohler, 1993 ; Roberts, 1984a; Robert and Benjamin,1979) 。

環境因素對雜草種子季節性萌芽的影響，可能是經由單因子或多因子控制(Koller and Hadas, 1982)，經研究分述如下：

#### 1.土壤水分 (Stoller and Wax, 1973):

土壤水分含量之高低，不僅影響出土植物的種類，而且會調節植物的發芽時間(Roberts,1984b)，尤其對處在乾旱或半乾旱的熱帶地區雜草種子尤其重要 (Sharma,1973) 。為了在實驗室模擬乾旱逆境與雜草種子發芽的關係，一般是將種子浸在不同水分潛勢下觀察其發芽之表現(Bewley and Black,1982);但也有研究認為棲地水分含量多寡與種子發芽水分潛勢並無關係(Evans and Etherington,1990) 。

彭(1982)提出適應旱地及鹽分地的雜草比生長在潮濕地帶者，在較低水分潛勢下即可發芽。一般植物生長發育受水分影響甚大，種子從萌芽至生長發育，水分扮演很重要的角色，且植物種類之不同，所受水分之影響亦不同(Hegarty,1977)。

種子之吸水可分為三個階段：第一階段(phase I)：快速吸水期為急劇吸水之物理過程(鮮重明顯增加)；第二階段(phase II)：為吸水之停滯期(lag phase)；第三階段(phase III)：為胚根露出後出現另一個迅速吸水之代謝過程(劉，1988)，每一個階段所經歷的時間都受到外界水分潛勢之影響，當外界之水分潛勢愈低，影響種子萌芽程度愈大。

植物種子對鹽害的忍受性，因不同物種而異，如高耐鹽植物為百慕達草(*Cynodon L.C. Rich.*)、黑麥草(*Lolium perenne*)；中度耐鹽植物為大豆(*Glycine max*)、高粱(*Sorghum bicolor L.*)；中度敏感植物為玉米(*Zea mays L.*)、水稻(*Oryza sativa*)；高度敏感植物為菜豆(*Phaseolus vulgaris L.*)、草莓(*Fragaria ananassa*)



Duch.) (朱、1988)。大部分植物種子遭受鹽害時，依本身對鹽分之耐性或敏感性，其萌芽能力受到不同的影響，當遭受鹽害時，萌芽率會隨著鹽分濃度之增加而下降 (Gulzar *et al.*, 2001)。

2. 季節性溫度 (Baskin and Baskin, 1985b; Karssen *et al.*, 1988; Roberts and Neilson, 1982; Sawhney *et al.*, 1984) :

季節溫度改變種子休眠及發芽型式又可區別為低溫、高溫(Baskin and Baskin, 1985b)及變溫的效果(Thomposon *et al.*, 1977)。溫帶地區植物種子常須低溫層積一段期間，種子才具有發芽能力，某些種子可經由感應周圍日夜變溫而決定何時適合發芽(Ghersa *et al.*, 1990; Kuo, 1994)。一般變溫的組成，包括五種重要的特性：最高溫、最低溫、平均溫、溫差及溫期(Murdoch *et al.*, 1989)；而乾燥種子貯藏在高於室溫的環境下亦有解除休眠的效果(Roberts, 1988)。

田間雜草種子在自然環境下之萌芽情況常受到外界溫度高溫、低溫及日夜變溫之影響。不同植物其種子萌芽的溫度範圍不同，在萌芽最適的溫度範圍中，種子的發芽率達到最高 (Koller, 1972)。Steinbauer and Grigsby (1957) 針對15科85種植物種子進行探討，發現超過80%的種子，在變溫條件下發芽率更高 (Steinbauer and Grigsby, 1957)。另外, Thompson. (1974) 亦指出日夜變溫可促進種子發芽。

3. 光線：

光是促進種子發芽的因子之一，Wesson and Wareing (1969)亦發現種子埋土後被誘導產生需光性。無休眠種子不能夠發芽之主要原因，大多是因為缺少光線之故(Baskin and Baskin, 1983a; 1984; 1985b)。而一些種類的種子在光線下也有週年之變遷循環，例如 *Ambrosia artemisifolia* (Baskin and Baskin, 1980)於冬天時在黑暗下即具有發芽能力，但春、夏天則喪失。光線對種子的影響主要在改變種子胚中光敏素(phytochrome)的組成比例，因此紅光與遠紅光的比例，是影響種子發芽與否的關鍵(Pons, 1992)。耕犁後常有大量雜草出現，此可能是深埋在土中的雜草翻至土面，只要短暫照光即可促使發芽，但種子需光的程度也不同，芒草只要一天照光5分鐘即可達到促進發芽的效果(許, 1992)。而有一類種子在光照下反而發芽率低，如紅莧菜(*Amaranthus caudatus*) (Kendrick *et al.*, 1969)。有些植物種子在過度曝光下也會誘導其進入

二次休眠(Bewley and Black,1982)。

大多數的雜草種子必須照光才能萌芽 (Pons,1992a; 1992b)。在光照處理下，通常能誘導許多一年生雜草種子之發芽，且有些雜草種子只要經由短暫照光，可以誘導種子發芽 (Milberg et al.,1996)；有些種子必須照光才能解除休眠而發芽，稱之需光性 (positively photoblastic) 種子，例如：萵苣(*Lactuca sativa* L.)、*Amaranthus caudatus*；反之，種子在白光之連續照射下，發芽會受阻，稱之嫌光性 (negatively photoblastic) 種子，例如：黑種草 (*Nigella sativa*)、*Amaranthus retroflexus*；另外，種子之發芽與光無關，稱為光中性 (non-photoblastic) 種子，例如：大豆、稻 (朱，1988)。

光可以改變種子胚中光敏素(Pr/Pfr)之比例。有關種子對光的需求可從發芽期間光線影響種子胚中之光敏素紅光吸收型態 (Pr) 及遠紅外光型態 (Pfr) 的比例決定 (Pons,1992a; 1992b)。一般而言，光敏素兩種型態的生理反應，依受光後可有回復性可分為三個型式：(1)非常低光量反應：光量在  $1 \mu \text{mol/m}^2$  以下，紅光啟動的生理反應不受遠紅光照射而回復。(2)低光量反應：光量在  $1 \mu \text{mol/m}^2$  以上，所啟動的生理反應可受遠紅光回復。(3)高光量反應：光量高於  $1 \mu \text{mol/m}^2$ ，所啟動的生理反應不具有回復性，需長時間的曝光 (Scopel et al.,1991)。

#### 4.種子埋土深度：

King (1966)報告指出，種子越重之草類越容易自深層土壤中長出地面。根據蔣(1983)整理一些研究指出，一年生水田雜草種子僅能自土表1—2 cm以內之氧化層中發芽，而旱田雜草之可萌芽深度在種間差異較大，例如藿香薊 (*Ageratum conyzoides* L.)、馬齒莧(*Portulaca oleracea* L.)僅能自2 cm以內，而稗草類之萌芽深度可達8—10cm。

土壤的埋土深度會影響雜草種子發芽和幼苗之生長。埋土種子之發芽率受光、溫度、土壤水份含量、氧及土壤之緊密度等因子之影響。在埋土環境中，由於光只能穿透土表數公釐，埋土較深之種子照不到光，故埋土種子之發芽主要受光之影響(Cussans et al.,1996)。

埋土種子除了受光因子之影響造成無法發芽，另一原因可能是土壤壓力的關係，當埋土深度越深，土壤中的壓力越大，造成種子的胚無法抵抗土壤的壓力而突出地表。Milberg et al., (2000) 報告也指出，種子越重之草類越

容易自深層土壤中發芽，此與抗土壓的能力有關，當種子越大抵抗能力越強，該學者研究54種植物種子的發芽特性更指出，大種子較小種子需光性低。

## 5. 氧氣

水田一年生雜草多僅自表土1-2 cm之氧化層中發芽，而旱田雜草種子在湛水下多無法發芽，其主要係氧氣不足之故（蔣與蔣，1983引植木邦與松中昭之報告）。但有學者指出稗子(*Echinochloa crus-galli*)和水稻一樣皆可在嫌氧狀態下萌芽，而且萌芽速度比水稻更快(Kennedy *et al.*,1983引自陳，1995)。

種子發芽過程必需消耗能量，在呼吸代謝中，若缺乏足夠氧氣，造成種子行無氧呼吸，使發芽受阻，發芽速率下降。大多數的種子必需在有氧的環境下才能萌芽，僅有少數種子如稻、鴨舌草、稗草等，可以在完全無氧的情況下萌芽（Benvenuti and Macchia.,1997）。

一般田間的容氧量不低於19%，若土壤表層太乾、太硬其容氧量可能低於10%，且當田間含水量過多時，容氧量降低，萌芽率亦下降（劉，1988）。

## 6. 酸鹼度（pH 值）

不同之生物有其適合生長之土壤 pH 值範圍，例如：*Campsis radicans* 及 *Pueraria lobate* 種子可發芽之範圍為 pH 5-9 之間（Chachalis and Reddy ,2000. Susko and Mueller,1999）、*Scoparia dulcis* 種子在 pH 值 4-10 都能發芽，（Jain and Singh,1989），另外 *Dogfennel* 及 *Yankeweed* 種子可在 pH 值 6-10 之間發芽（Macdonald *et al.*,1992）。

酸鹼度一般以 pH 值來表示，其對作物生長發育和土壤微生物活動有密切關係，是作物種植時土壤理化性質之基本指標。一般土壤 pH 值介於 6.5-8.0 之間，當土壤太酸時，磷會被固定，且鹼性離子如鈣、鎂、鉀、鈉等，會有流失的情形。當土壤太鹼時，含有充足鈣和鎂，有些地區鎂含量太高而引起鈣的限制，而氮和磷含量通常不足以維持生長（朱，1990）。

## 7. 土壤硝酸離子濃度：

土壤硝酸離子濃度隨季節、生物活動及耕作、施肥而改變，一般來說，土壤中硝酸離子濃度變動範圍約在0-0.05 M(Young and Aldag, 1982)。外加硝酸離子可刺激某些種子發芽(Pons,1989)，外加硝酸離子對種子休眠的解除可能與呼

吸代謝的轉變有關(Hilton and Thomas, 1986)。而且對藜*Chenopodium album* (Saini *et al.*,1985)及*Sisymbrium officinale* (Bouwmeester, 1990；Hilhorst,1990)種子的研究，發現種子的內生硝酸離子的濃度變動對某些雜草發芽有生態意義。

從休眠的季節性變化可以看出溫度為解除和誘導休眠的主要因子之一；高溫可以解除冬季一年生植物阿拉伯芥(*Arabidopsis thaliana*) 的休眠(Baskin and Baskin,1983b；1985b)，而低溫可解除夏季一年生植物*Ambrosia artemisiifolia*種子的休眠(Baskin and Baskin,1980)，在春秋兩季最適於此二類植物生存時其休眠最低，一旦在這季節裡由於缺乏發芽的誘發因子如光或變溫、或埋土過深、氧氣不足、缺水等，則種子進入二次休眠。Karssen(1982)也發現，有些植物在若干年之休眠期間，休眠性之誘導與解除是持續出現。所以要了解種子在土中動態，除對種子本身休眠程度變化進行探討外，對其所處棲地環境也須加以研究。

Baskin and Baskin (1985b)研究，指出季節性的溫度變化才是影響種子休眠與發芽的重要因子，該學者經由掩埋試驗研究雜草種子的休眠與發芽，証實秋天發芽的冬季一年生雜草和春天發芽的夏季一年生雜草種子需分別經歷夏季和冬季附近的季節性溫度，才能完成整個後熟作用(Baskin and Baskin ,1978、1986、1987a)；而誘導冬季和夏季一年生雜草種子進入二次休眠的溫度，兩者卻完全相反。秋天發芽的冬季雜草種子若長期處在低溫濕潤環境且無發芽機會，則在春天會被誘導成二次休眠，如阿拉伯芥(*Arabidopsis thaliana*) (Baskin and Baskin,1983b)；反之夏天過高溫度引起的乾旱環境會抑制春天發芽的夏季雜草種子發芽，並誘導二次的休眠，如豬草(*Ambrosia artemisiifolia*) (Baskin and Baskin,1980)。春、夏季發芽的兼性夏季一年生雜草及春、秋季發芽的兼性冬季一年生雜草，受季節溫度影響休眠與發芽的型式與前面兩種雜草種子有所不同，譬如春、夏季發芽的兼性夏季一年生雜草，在夏季高溫下依然可發芽，那是因為此時種子是處於二次制約休眠，但當時溫度尚可配合種子在夏季發芽，如*Solanum sarrachoides* (Baskin and Baskin,1983a)；春、秋季發芽的兼性冬季一年生雜草與秋天發芽的冬季一年生雜草與秋天發芽的冬季一年生雜草不同點在於，春、秋季發芽的兼性冬一年生雜草種子在春季是處於二次制約休眠，尚具發芽能力，如薺(*Capsella bursa-pastoris*) (Baskin and Baskin, 1989a)。另外有一類多年生雜草，不管在何時，只要休眠或制約休眠種子一落入土中，經過後熟作用成無休眠狀態，就能一直保持無休眠，不再改變，如縐葉酸模(*Rumex crispus*)(Baskin and Baskin,1985a)

在1979年Totterdell and Robert就提出一個假說，認為田間溫度對種子休眠性的改變是經由溫度解除休眠以及溫度誘導二次休眠所共同決定。另一方面，Baskin and Baskin (1980, 1981, 1983a, 1984a)研究結果顯示，深淺不同的休眠性種子，進行發芽的溫度需求並不一致，無休眠的種子能發芽的溫度範圍較寬，而休眠性較深的種子，發芽的溫度範圍較窄。Bouwmeester and Karssen (1992)將這些前人假說及休眠深淺改變發芽溫度範圍的概念合併，以田間溫度的一體二面來解釋其原因：溫度一方面推動種子休眠性改變(改變發芽的溫度範圍)；另一方面田間溫度能否與種子萌芽適宜溫度相重疊，亦為種子萌芽季節的重要關鍵。例如夏季一年生雜草春蓼，種子在秋天是處於休眠狀態，歷經冬天低溫的後熟作用逐漸解除休眠，最後達無休眠狀態(休眠性變遷可由不同掩埋時期種子在相同溫度下的發芽率變化而顯現出來)，但冬天田間溫度太低，無法與春蓼種子發芽溫度重疊，故冬天春蓼種子不會發芽，當春天來臨，田間溫度能夠吻合種子發芽所需溫度，則春蓼大量集中於春天發芽；假如種子一直無發芽，春末、夏初的高溫將誘導春蓼種子進入二次休眠；雖然夏末、秋初這時的田間溫度與春天田間溫度相似，但種子已進入二次休眠，故夏、秋兩季不見春蓼的發芽。所以田間溫度對土壤種子的季節性萌芽居於主導的地位。因不易掌握，常造成除草工作人力及物力的浪費。

根據2007年台灣農業年報的統計,我國農家支付人工及機工的費用佔作物生產總支出中相當大的比例。假使吾人能對田間埋藏的雜草種子，其發芽率季節性變化的模式和造成發芽率季節性變化的原因有所了解，將有助於土壤中雜草種子的控制，達成作物低生產成本及省工栽培的目標。

田野中一年生雜草，除一些整年皆可發芽外，大多數都具有季節性發芽的現象(Baskin and Baskin, 1985b; Roberts and Potter, 1980; Roberts and Neilson, 1982)。雜草種子成熟掉落後，經耕犁而混入土壤中，而形成土壤種子庫。研究耕地及草地內種子庫的問題已經有一段相當長的歷史(Brenchley, 1918; Lewis, 1973)。雜草季節性發芽受種子本身遺傳及環境因子所影響甚深(Baskin and Baskin, 1985b)，有些種子成熟時具有休眠習性，混入土壤種子庫後，受各種環境的刺激，休眠性可能保持原狀或開始進行轉變。故種子季節性萌芽，是雜草隨環境所分化的結果(彭, 1982)。早田雜草的種類繁多，並涉及各不同季節、地形、土壤條件下作物的栽培。據林(1968)『台灣耕地之雜草』中所記錄之早田雜草多達345種。而在耕地或野地中，藜科及菊科植物是常見的雜草，其一般特性為植株生長期短、耐貧瘠土壤、對作物具極強競爭力、種子數目多且具休眠等習性。

因此要全盤了解雜草季節性發芽與雜草和作物之競爭等因素，進而發展出有效的農地雜草管理策略，就必先對各種雜草特性有徹底的了解，才能訂出有效的管理計畫。

紫花藿香薊(*Ageratum houstonianum* Mill.)及白花藿香薊(*Ageratum conyzoides* L.) 屬於菊科藿香薊屬，一年生草本植物，雌雄同株，莖直立，全株密生軟毛，可為藥用，早期引入台灣作觀賞植物，結果後來到處滋生，成為台灣平地至中低海拔山區到處可見的野花之一，兩种植物的花期為在台灣一年四季皆可見其存在，種子產量多，種子頂上的冠毛極易隨風飄散，所以才能很快的佔領各處生育地。植株通常紫花藿香薊較大，紫花藿香薊比較喜愛生長在潮濕而肥沃的土壤中，而白花藿香薊則大多生長在比較潮濕而貧瘠的土壤上，因此專家們會以這兩者作為土壤狀況或氣候因子的「指標植物」。兩种植物於台灣各地一年四季皆可生長，且一年四季皆可開花；一般生長於荒地、道路邊、果園與及農田之處，種子產量極高，種子先端還有可隨風飄散之冠毛，因此往往可快速佔領各生育地，兩種雜草皆會形成大的群落佔領生育地，使其他草類難以抗衡。兩種雜草於秋作各項旱田作物之中晚期(玉米、蔬菜、大豆、落花生)，冬裡作旱田作物之全生育期，及春作各種旱田作物種植之初期生長期，為害甚大。另外其開花期相當長，是一種很有潛力之野花植物。

王等(1978)研究指出，紫色藿香薊種子，千粒重為0.15g，每株種子重為0.30g，播種深度0.5 cm發芽率58%，播種深度1 cm發芽率只有24%，而白花藿香薊，千粒重為0.10g，每株種子重2.20g，播種深度0.5 cm，發芽率為60%，播種深度1 cm則發芽率只有24%。而兩種雜草分佈於台灣平地至低、中海拔山野，且大都見於一年四季中(張與張, 1997)。

兩種藿香薊雜草目前國外之研究而言，紫花藿香薊在歐美各國當作花壇植物，亦為良好之景觀植物，其在種子之研究則主要在pH值以5-9皆可發芽(Shoemaker and Carlson,1990)；儲藏在高溫下種子發芽率降低(Carpenter *et al.*,1995)；低溫10<sup>0</sup>C種子發芽率降低(Thompson and Cox,1979)。白花藿香薊則較偏重於雜草與作物之競爭，造成作物產量降低(Singh *et al.*,1989)、發育過程中產生之酚類化合物會增加(Ladeira *et al.*,1987)、做為果園中覆蓋作物有極佳之效果(Liang and Huang,1994)，而有關兩種雜草週年性季節性之變遷與種子發芽之生理生態學之研究，國內外則尚無研究，故有加以研究探討之必要。

紫花藿香薊又稱墨西哥藍薊，1年生草本，原產墨西哥，主要為觀花，1911年

由日本首度引進(陳與胡, 1976)。白花藿香薊由南美引進時是作為觀賞植物(張與張, 1997)。其開花期甚長, 花色有紅紫色(紫花色藿香薊)與白色(白花藿香薊), 花色極為美麗。王等(1978)研究蔗田主要雜草生態指出, 紫色藿香薊與白花藿香薊於旱作之蔗田中普遍存在, 對秋植與春植之甘蔗造成生長競爭, 最後導致蔗糖產量之減少。胡(1982)研究瓊麻園雜草種類亦指出, 藿香薊(紫花與白花)生長於坡地之瓊麻園, 對瓊麻之生長造成危害, 可噴施除草劑來加以防除。

故在前人之研究中, 主要針對此兩種雜草與作物之競爭, 造成作物產量之減少(Singh *et al.*, 1989)、或除草劑對兩種雜草之防除效果(胡, 1982)等作研究, 而有關於兩種雜草種子做為休耕地田間覆蓋之景觀與野花植物, 則甚少有研究報告討論, 故建立兩種雜草種子, 在田間適量之種子庫與了解外界環境對兩種雜草種子萌芽與發育之影響, 實為應用兩種雜草種子作為田間景觀及覆蓋植物的可行性方法。

### 第三章 藿香薊種子發育過程發芽率之變化

#### 一、前言

種子之大小，係以種子之長度、寬度與厚度來表示，重量則以每千粒重或百粒重來表示。通常種子豐滿、大且重者，其內貯存之養分必然較多，胚亦相對較大，發芽能力強，生長迅速，反之若種子粒小且輕者，則內容欠充實，種子多不健全。

種子大小影響種子之發芽，各種植物種子會隨著開花後天數之增加，而種子逐漸肥大，當種子重量與長寬達到能夠發芽所具備之條件時，此種子就具有生命，且能夠繁殖其後代(路，1972)。

有關種子大小與發芽之關係，以往在農藝作物之落花生(張與劉，1988)，園藝作物之甘藍(劉等，1989)、番茄(Cochran,1974)、椒辣(Jacobson and Globerson,1980)、洋蔥(Bedford and Mackay,1973)、禾本科之 *Dactylis glomerata* L. 雜草種子 (Bretagnolle *et al.*,1995) 皆有學者從事研究。但這些研究並未考慮到始花後不同天數之種子大小與發芽之關係；有關始花後不同天數種子大小與發芽能力之關係，侯等(1999)研究菊科之咸豐草(*Bidens pilosa* L.)與大花咸豐草(*Bidens pilosa* L. var. *radiata* Sch)指出咸豐草開花後 6 天、大花咸豐草開花後 5 天種子就具備發芽能力；劉等(1993)有關於花生之研究指出開花後不同發育階段之種子成熟度，種子愈重發芽率愈高，而開花後 30 天就具有 18-36%之發芽率，開花後 46 天即可達到 100%之發芽率。

所以本研究主要目的為探討兩種藿香薊屬植物繁殖力強，是否與其植株開花後到具備發芽能力之時間相當短有關，並了解種子大小與發芽能力之相關性，以對兩種藿香薊屬植物種子發芽之生物學有進一步之了解。

#### 二、材料與方法

##### (一)試驗材料:

紫花藿香薊與白花藿香薊種子於 2004 年 5 月嘉義大學農場道路、田埂邊，標示兩種藿香薊屬植物之花序，在正開花之紫花藿香薊及白花藿香薊花序下方之花梗，個別掛上標籤，每個標籤分別寫上 2、4、6、8、10、12、14、16、18、20、22、24、26、28 及 30 天，每個天數 3 重複，每重複掛 5 朵花，以後每天進行種子之採集工作，收集完的種子先放入 30°C 烘箱乾燥 72 小時，



乾燥完後的種子放入冰箱之冷凍櫃中保存。

(二)試驗方法:取出採集後置於冷凍櫃中之種子進行以下試驗:

- 1.調查開花後不同天數兩種藿香薊屬植物種子大小(包括長度及寬度)及重量(以千粒重為單位)。
- 2.開花後不同天數種子之發芽能力試驗:將兩種藿香薊屬植物各別以下列方式進行。將始花後 2-30 天所採收之種子進行發芽試驗，試驗採完全逢機設計(CRD)，各處理重複 3 次，共  $15 \times 3 = 45$  個參試組合。(放進生長箱以溫度  $25/20^{\circ}\text{C}$  及光照 8 小時/黑暗 16 小時下進行發芽試驗)，試驗期間需每天調查其發芽數，持續兩星期。當種子胚根生長達 2mm 時即認定其已發芽而將種子移除並紀錄之。

(三)發芽能力調查:

種子發芽率:發芽期間之種子數佔總播種種子之百分率。

平均發芽日數:由所有發芽種子數依發芽所需天數加權平均之，以下列公式計算:

平均發芽日數 =  $\Sigma fd/N$

$\Sigma$ :總和

f:播種後第 d 天發芽之種子數

d:播種後天數

N:總發芽種子數

發芽速率指數(Maguire,1962):發芽速率指數(Germination rate index)

$=\Sigma(f/d)$ (符號同上)

(四)統計分析方法:所得資料以電腦套裝軟體 SAS 做各處理之平均值、標準偏差及作相關之檢定，並用 Excel 繪圖。

### 三、結果

紫花與白花藿香薊開花後 2-30 天種子成熟過程乾重之累積(圖 3-1)、長度(圖 3-2)及寬度(圖 3-3)之變化平均值，如圖所示，由圖可知在開花後天數越長種子外型越來越大且重量也會漸漸增加，紫花與白花藿香薊種子約在始花後第 12 及 14 天以後之長度與寬度的變化幅度不大。在開花第 14 天時種子外型不變但重量仍有增加之趨勢，且紫花於第 20 天後、白花於 16 天後重量趨於固定增加有限，表示

種子已達成熟。

就兩種藿香薊屬植物千粒重而言而言，紫花藿香薊較白花藿香薊約重 0.01 克，種子之長與寬度差異則不大。種子之外型(長度與寬度)為種子發育早期所必須完成之形態構造，本研究中兩種藿香薊屬植物種子其長度及寬度約在 14 天即固定，而種子外型固定後即開始在種子內部累積大量的養分。故種子外型(長度及寬度)之發育完成要比內部(重量)來得早。

紫花與白花藿香薊種子成熟過程中發芽能力之變化由圖 3-4 至 3-6 所示，由圖可知隨著開花日數的增加，紫花和白花藿香薊的發芽率也跟著增加。紫、白藿香薊在開花後 2~4 天種子不具發芽能力，開花後 6 天種子開始具有發芽能力，但發芽能力很低，白花藿香薊的發芽率平均才只有 20.7%，紫花藿香薊的發芽率平均為 45.3%。直到開花後第 16~30 天，紫、白藿香薊的發芽率都能維持在 80%以上的表現，此時的種子也開始成熟且掉落傳播，顯示紫、白藿香薊種子在掉落傳播時已具有很高的發芽率。

而平均發芽日數紫花藿香薊在開花後第 6 天的平均發芽日數 6.1 天，至開花後 30 天已降至為 3.6 天。而白花藿香薊開花後 6 天的平均發芽日數為 9.8 天，至開花後 30 天已降低至為 6.2 天，可知隨著開花日數的增加，種子的平均發芽日數有縮短的現象(圖 3-5)。

種子之發芽速率指數亦隨開花日數的增加，發芽速率有漸漸增加的趨勢(圖 3-6)。紫花藿香薊在開花後第 6 天，種子之發芽速率指數即隨著開花日數的增加有增加的情形，且在開花後第 30 天時種子之發芽率達到最高，為 14.3。而白花藿香薊也有同樣的情形發生，在開花後第 6 天，種子之發芽速率指數亦隨著開花日數的增加而增加，且也是在開花後第 30 天之種子發芽速率達到最高，為 9.7。

性狀間之相關係數，一般為表示兩性狀間之各別關係，藉由相關分析了解各性狀間彼此影響之程度。兩種藿香薊種子成熟過程重量大小與發芽間之相關，呈顯著或極顯著之正相關的有：發芽率與發芽速率指數、百粒重、長及寬；發芽速率指數與百粒重、長、寬及發芽率；百粒重與長、寬、發芽率及發芽速率指數；長與寬、發芽率、發芽速率指數及百粒重；寬與發芽率、發芽速率指數、百粒重及長。而平均發芽日數除與長及寬呈顯著負相關，其餘各性狀(發芽速率指數、百粒重、發芽率)都呈不顯著負相關，另外發芽率在紫花藿香薊則與平均發芽日數呈顯著負相關(表 3-1.3-2)。

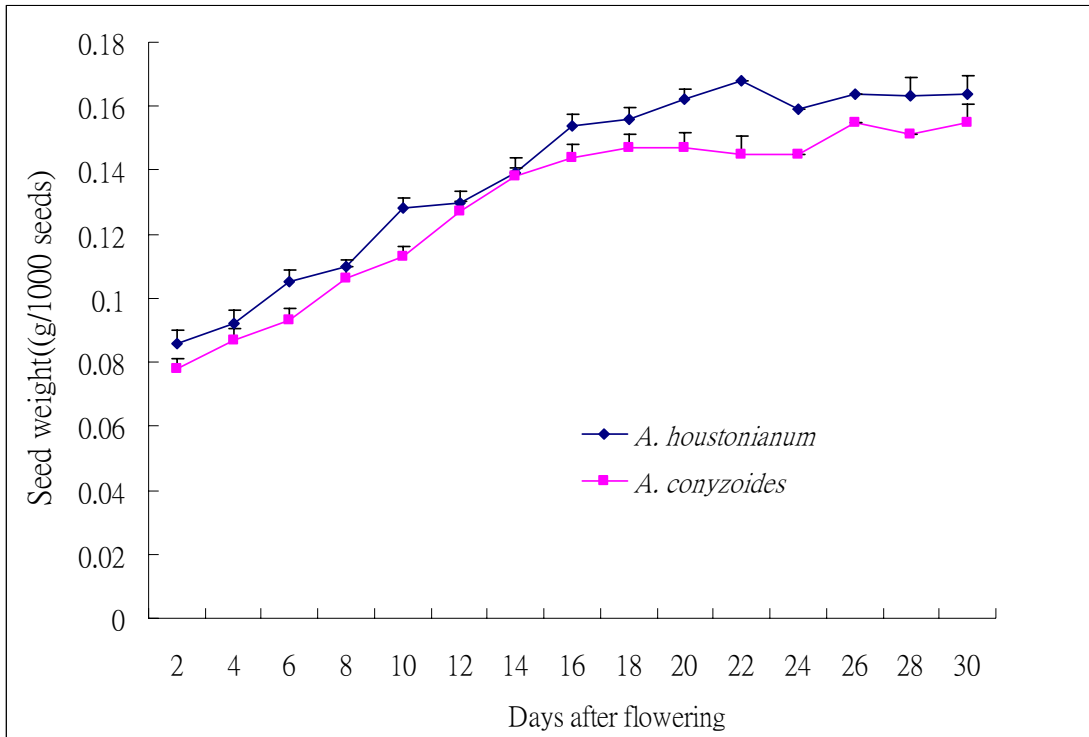


圖 3-1. 紫花與白花藿香薊種子成熟過程乾重之累積。  
 Fig. 3-1. Cumulated dry seed weight(g/1000 seeds) of *A. houstonianum* and *A. conyzoides* during seed ripening.

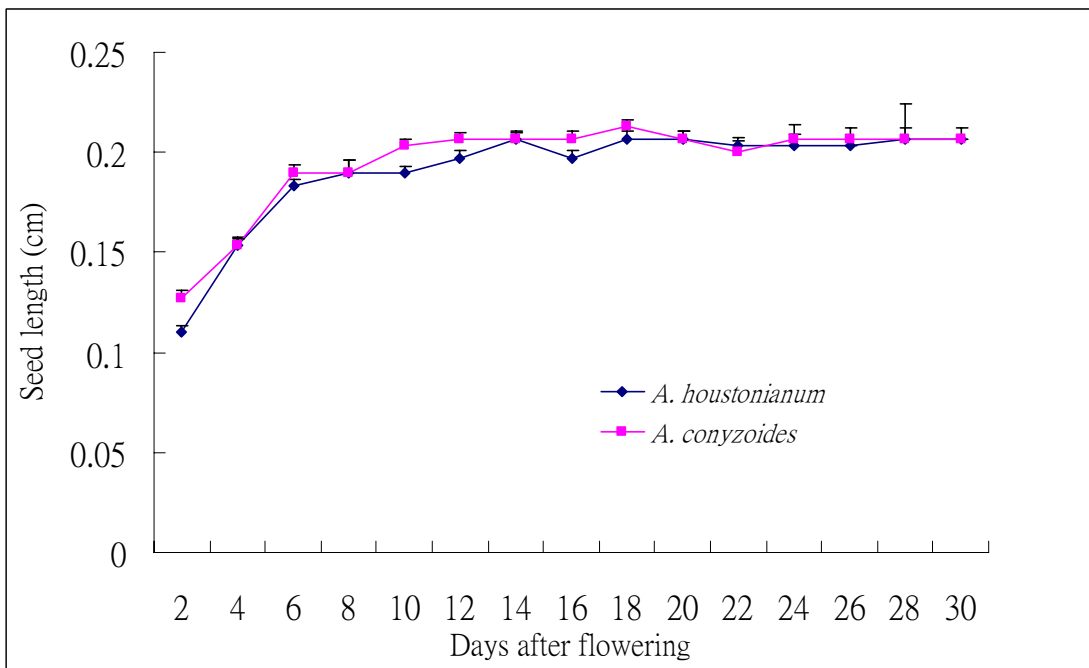


圖 3-2. 紫花與白花藿香薊種子成熟過程長度之變化。  
 Fig. 3-2. Changes in the seed length of *A. houstonianum* and *A. conyzoides* during seed ripening.

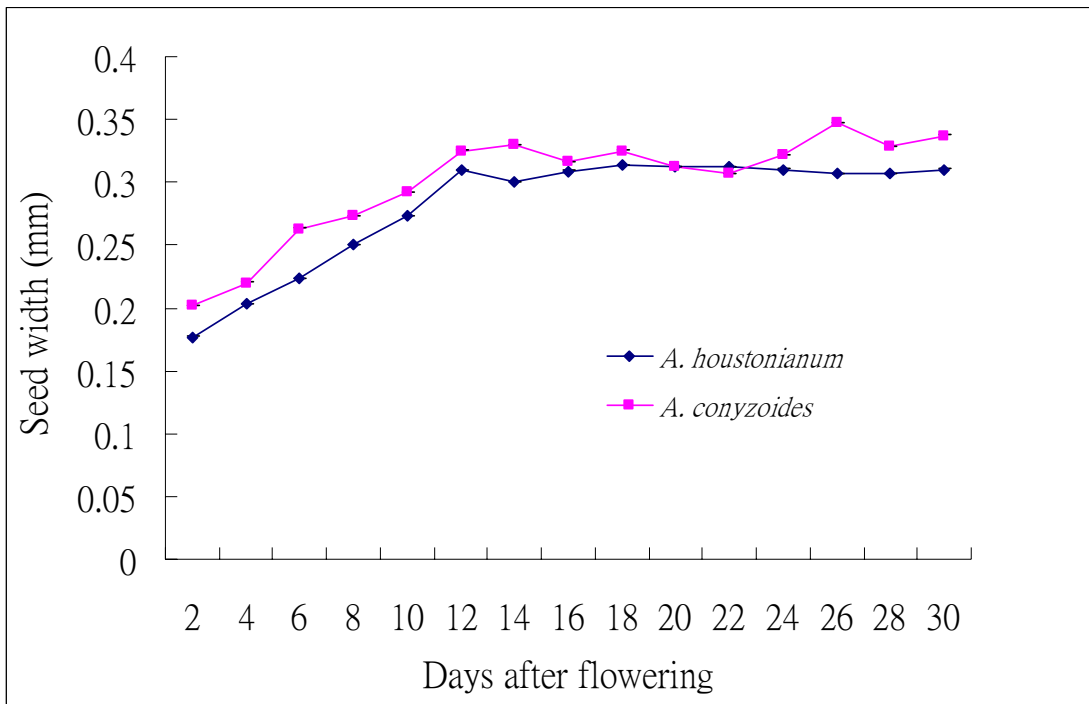


圖 3-3. 紫花與白花藿香薊種子成熟過程寬度之變化。  
 Fig. 3-3. Changes in the seed width of *A. houstonianum* and *A. conyzoides* during seed ripening.

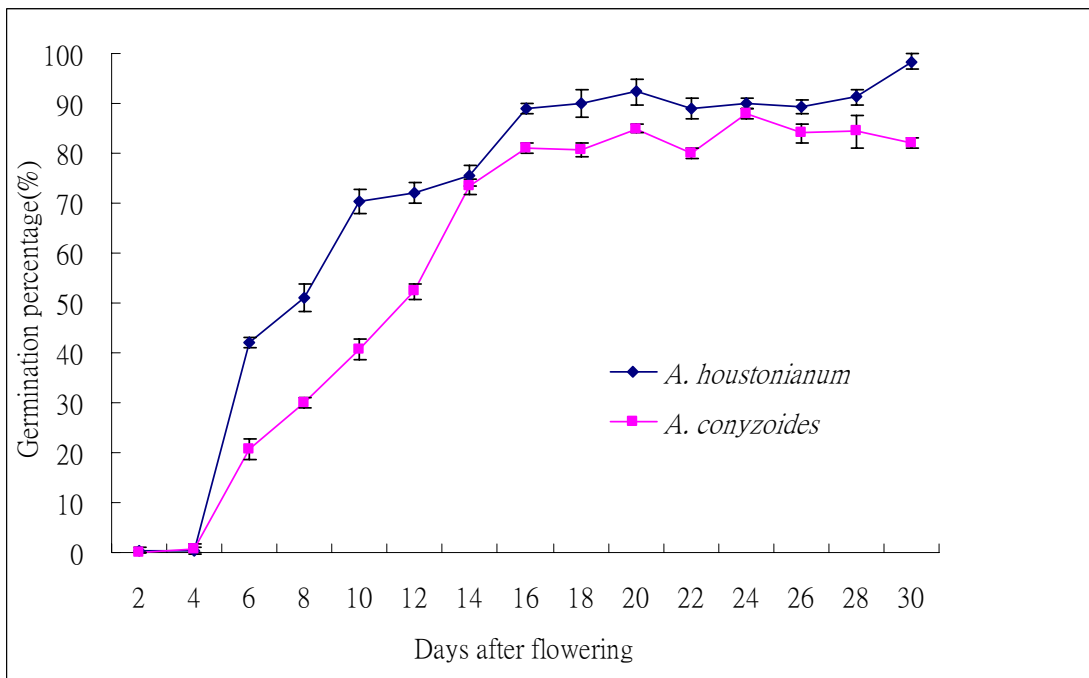


圖 3-4. 紫花與白花藿香薊種子成熟過程發芽率之變化。  
 Fig. 3-4. Changes in seed germination percentage of *A. houstonianum* and *A. conyzoides* during seed ripening.

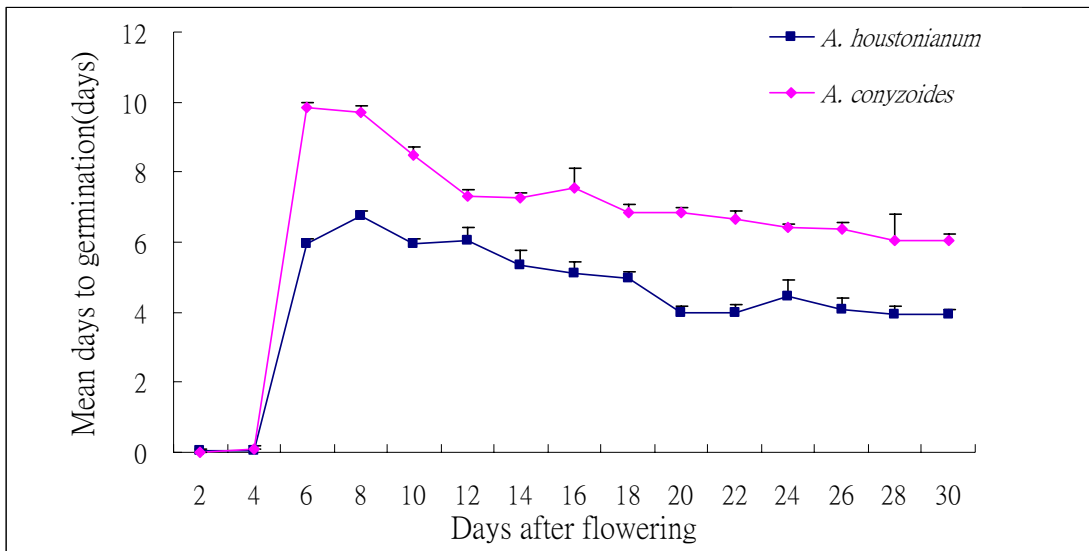


圖 3-5. 紫花與白花藿香薊種子成熟過程之平均發芽日數。  
 Fig. 3-5. Mean days to germination of the seeds of *A. houstonianum* and *A. conyzoides* during seed ripening.

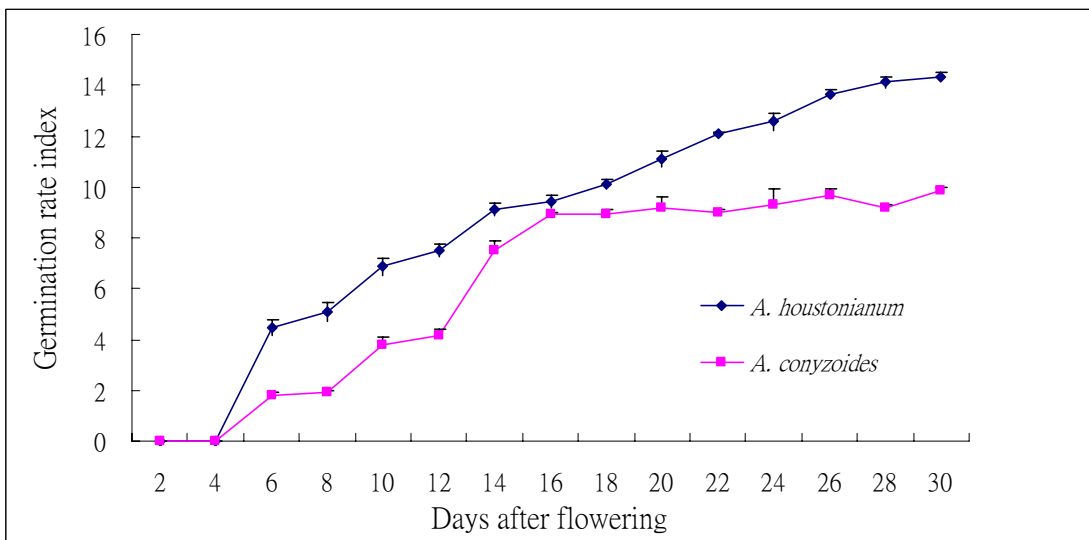


圖 3-6. 紫花與白花藿香薊種子成熟過程之發芽速率指數。  
 Fig. 3-6. Germination rate index of the seeds of *A. houstonianum* and *A. conyzoides* during seed ripening.

表 3-1. 紫花藿香薷種子成熟過程重量大小與發芽間之相關係數

Table 3-1. Correlation coefficient among seed size and germination of ripening seeds of *A. houstonianum*

	A	B	C	D	E	F
A	1.0000					
B	-0.5772*	1.0000				
C	0.9629**	-0.4778	1.0000			
D	0.9407**	-0.3244	0.9335**	1.0000		
E	0.9734**	-0.5561*	0.9028**	0.9273**	1.0000	
F	0.7855**	-0.6821**	0.7442**	0.7238**	0.8166**	1.0000

A: germination percentage, B: mean days to germination, C: germination rate index

D: 1000-seed weight, E: seed length, F: seed width.

\*, \*\*: Significant at 5% and 1% level, respectively. (n=15)

表 3-2. 白花藿香薷種子成熟過程重量大小與發芽間之相關係數

Table 3-2. Correlation coefficient among seed size and germination of ripening seeds of *A. conyzoides*

	A	B	C	D	E	F
A	1.0000					
B	-0.4089	1.0000				
C	0.9837**	-0.2925	1.0000			
D	0.9764**	-0.4640	0.9507**	1.0000		
E	0.7669**	-0.5600*	0.7290**	0.7477**	1.0000	
F	0.8370**	-0.7690**	0.7673**	0.8939**	0.8205**	1.0000

A: germination percentage, B: mean days to germination, C: germination rate index

D: 1000-seed weight, E: seed length, F: seed width.

\*, \*\*: Significant at 5% and 1% level, respectively. (n=15)

#### 四.討論

種子始花後多少天就具備發芽能力，因物種之不同及種子發育成熟日期之不同而有差異，一般種子為了延續其生命，從開花到種子成熟週期相當短，而開花後到種子具備發芽能力之時間更短(侯等，1999)。本研究中兩種藿香薊屬植物種子約在 16 天成熟，但種子具備發芽能力則於開花後 5~6 就具備此能力。而平均發芽日數隨開花後天數之增加種子之平均發芽日數有縮短之現象及發芽速率、發芽係數隨開花後天數之增加而增加，其原因可能為種子內內部養分之累積與貯藏增加，相對的有助於種子快速之發芽，故始花後天數增加，種子內部養分之累積增加進而縮短平均發芽日數，增加發芽速率指數。此與(劉等，1993)研究落花生種子，Rao and Jackson(1996)研究日本型水稻、侯等(1999)研究兩種鬼針屬植物等之研究結果相似，即種子之發芽率會隨開花天數之增加而增加，但當種子已成熟或已具備發芽之各種條件時，發芽率即不增加。

種子大小與發芽率之相關而言，種子大且重者內部貯藏養分多，且胚較大發芽能力較強(路，1972)。Carvalho *et al.*(1981)及 Dharmalingam and Ramakrishnan(1981)研究花生則認為大種子較小種子有較高之田間出土率。劉等(1993)亦指出開花後不同發育階段之種子成熟度，種子越重發芽率越高。Samarah *et al.*(2004) 研究野豌豆不同種子成熟度指出綠色莢果、淡綠色種子成熟度差，發芽率最高只有 6%，而黃色與褐色莢果發芽率則達 100%。在蕃茄(Cochran,1974)、辣椒(Jacobson and Globerson,1980)及洋蔥(Bedford and Mackay,1973)之種子材料中，均顯示種子大小與田間萌芽率間呈正相關。侯等(1999)研究咸豐草與大花咸豐草種子指出種子大小重量與發芽率呈正相關；Rao and Jackson (1996)亦指出水稻種子發芽與穀粒乾重呈正相關，即種子越大發芽率越高。在本研究中，開花後不同天數之種子大小重量與發芽能力間亦呈正相關，即種子越重、發芽速率指數越高，而平均發芽日數與百粒重間呈負相關，即種子越重平均發芽日數越短。此與上述大部分學者在不同植物間所做的研究結果相似。造成此原因乃因種子越重，其內所貯存之養分越多，進而提供種子充分之養分而快速發芽。而種子發芽率低甚至不發芽之原因為胚之發育不完全或不充實所致。

所以兩種藿香薊屬植物，植株開花後結成種子，種子具備發芽能力所需時間較短，開花後只需 5-6 天之種子發育，種子就具備發芽能力。

## 第四章 環境因子對紫花與白花藿香薊種子發芽能力之影響

### 一.前言

紫花藿香薊及白花藿香薊種子飛散到處滋生，成為台灣平地至中低海拔山區到處可見的野花之一，兩种植物的花期在台灣一年四季皆可見其存在。而其種子對環境之適應，成為提高發芽與出土之重要因素。

種子之發芽受許多環境因子之影響如恆溫、變溫、水分潛勢、鹽分濃度、光線、氧氣、土壤酸鹼度（pH 值）、埋土深度皆對雜草種子發芽造成相當大之影響（Dyer,1995）。

田間雜草種子在自然環境下之萌芽情況常受到外界溫度變化之影響。不同植物其種子萌芽的溫度範圍不同，在最適的溫度範圍中，種子的萌芽率達到最高（Koller,1972）。土壤水分含量的變化，不僅影響出土植物的種類，而且會調節植物萌芽的時間（Roberts,1984）。種子發芽過程中土壤中水份之變化影響種子萌芽之表現，當外界之水分潛勢愈低，影響種子萌芽程度愈大。植物種子對鹽害的忍受性依本身對鹽分之耐性程度，其萌芽能力受到不同的影響，當遭受鹽害時，萌芽率會隨著鹽分濃度之增加而下降（Gulzar *et al.*, 2001）。光是促進或抑制種子萌芽的因子之一（Macdonald *et al.*, 1992），每種植物種子對光各有其有特殊之需求，包括光照時間長短、光量及光質（Pons, 1991）。種子發芽過程必需消耗能量，在呼吸代謝中，若缺乏足夠氧氣，造成種子行無氧呼吸，使發芽受阻，發芽速率下降。大多數的種子必需在有氧的環境下才能萌芽，僅有少數種子如稻、鴨舌草、稗草等，可以完全無氧的情況下萌芽（Benvenuti and Macchia, 1997）。不同之生物有其適合生長之土壤 pH 值範圍，例如：*Campsis radicans* 及 *Pueraria lobate* 種子可發芽之範圍為 pH 5-9 之間（Chachalis and Reddy, 2000；Susko and Mueller, 1999）、*Scoparia dulcis* 種子在 pH 值 4-10 都能發芽（Jain and Singh, 1989），另外 *Dogfennel* 及 *Yankeweed* 種子可在 pH 值 6-10 之間發芽（MacDonald *et al.*, 1992）。埋土深度會影響雜草種子發芽和幼苗之生長，埋土種子之發芽率受光、溫度、土壤水份含量、氧及土壤之緊密度等因子之影響。在埋土環境中，由於光只能穿透土表數公釐，埋土較深之種子照不到光，故埋土種子之發芽主要受光之影響（Cussans *et al.*, 1996）。埋土種子可能也受到土壤壓力的影響，當埋土深度越深，土壤中的壓力越大，造成種子的胚無法抵抗土壤的壓力而無法突出地表。

種子發芽速率模式:種子發芽速率模式，乃基於環境因子與種子發芽的關係，



以及種子生理假說，利用數學函數，來模擬植物種子的發芽時機；而模擬所使用的因子有很多，諸如 Covell *et al.*(1986)、Garcia-Huidobro *et al.*(1982) 利用恆溫對於種子發芽的影響，提出的發芽模式；Vleeshouwers and Bouwmeester(2001)利用季節性變溫來模擬埋土種子季節性休眠與發芽的變化；Bradford(1990, 1995)提出利用水勢對於種子發芽的影響，進而提出模擬公式。

積熱  $\theta_T$ (thermal time):

所謂積熱是每日平均溫度減掉基礎溫度累加至發芽日而得，公式為

$$\theta_T = (T_1 - T_b) + (T_2 - T_b) + \dots + (T_n - T_b) + \dots + (T_t - T_b)$$

$T_b$  為基礎溫度， $T_n$  為每日平均溫度。設每日溫度相同， $\theta_T = (T - T_b) \times t$ 。

而 Garcia-Huidobro (1982)指出，種子的發芽速率會與溫度之間成一個線性關係，

而 Covell *et al.*(1987) 更一步指出每粒種子達到發芽所需的積熱( $\theta_T$ )

呈現一個常態分佈，因此經過機率值(probit)轉換後，可以得到：

$$\text{Probit}(G) = K + (1/\sigma) \times \theta_T \dots \dots \dots (1)$$

$G$  = 藿香薊種子發芽率

$\sigma$  = 積熱常態分佈標準偏差值

再將(1)與  $\theta_T = (T - T_b) \times t$  結合，即可得到：

$$1/t = (T - T_b) / ((\text{Probit}(G) - K) / \sigma) \dots \dots \dots (2)$$

蘊水(hydrotime)(Bradford, 1990, 1995) :

所謂蘊水每日環境水勢減掉基礎水勢累加至發芽日而得，公式為

$\theta_H = (\Psi_1 - \Psi_b) + (\Psi_2 - \Psi_b) + \dots + (\Psi_n - \Psi_b)$ , 其中  $\Psi_b$  為基礎水勢， $\Psi_n$  為每日水勢。設每

日水勢相同， $\theta_H = (\Psi - \Psi_b) \times t$ 。

Gummerson (1986)及 Dahal and Bradford (1994)則是結合前面積熱與蘊水值，提出水熱積蘊值(hydrothermal time)的觀念，當種子所處的環境溫度與水勢超過基礎溫度與基礎水勢時，即會累積水熱值，此水熱值累加至發芽日，即稱之為水熱積蘊值  $\theta_{HT}$ (hydrothermaltime)，其公式如下：

$$\theta_{HT} = (T - T_b) (\Psi - \Psi_b) \times t \dots \dots \dots (3)$$

如果水熱值累積到一定的大小之後，種子就會發芽。

Gummerson(1986)並認為每粒種子為  $\Psi_b$  常態分佈，可得到：

$$\Psi_b = \text{Probit}(G) \times \sigma_{\Psi_b} + \Psi_b (50)$$

$\sigma_{\Psi_b}$  = 基礎水勢變方

$\Psi_{b(50)}$  = 發芽率達 50% 時之基礎水勢

並將之帶入水熱積蘊值公式(1)，進而推導出種子發芽速率模式：

$$\text{Probit}(G) = \left[ \Psi - \theta_{HT} / (T - T_b) t_g - \Psi_{b(50)} \right] / \sigma_{\Psi_b} \text{----(4)}$$

$t_g$  = 發芽達到某個百分位數的天數：

(1)、累積發芽模式的適配：

Weibull 分佈函數最早是被使用在工業統計上，後來被證實能夠有效的適配種子發芽曲線(Brown, 1987；Dumur *et al.*, 1990)

$$Y = M \times (1 - \exp(-K \times (t - z)^c))$$

該函數使用了 M(最終發芽率)、z(第一顆種子所需的發芽時間)、t(時間)、K(發芽速率常數)、c(種子發芽率增加形式)四個函數進行模擬，如 M 和 z 能夠有效的接近實際觀測值，K 能夠提供發芽率良好的估算，c 值能夠提供模擬線的曲度，也因此能夠更加的吻合實際發芽曲線。

(2)、估算基礎溫度：

將實際實驗中所得到的發芽達到某個百分位數的天數(t)與試驗溫度帶入公式(2)，在輸入假設的基礎溫度  $T_b$ ，求得具有最小殘差值的基礎溫度即為共同基礎溫度。

(3)、估算發芽率達 50% 時的基礎水勢( $\Psi_{b(50)}$ )、水熱積蘊值( $\theta_{HT}$ )與水勢變方( $\sigma_{\Psi_b}$ )：

估算出基礎溫度之後，即可估算發芽率達 50% 時的基礎水勢( $\Psi_{b(50)}$ ) 水熱積蘊值( $\theta_{HT}$ )與水勢變方( $\sigma_{\Psi_b}$ ) 的估算，以多個溫度與水勢進行發芽速率的測定，將所得數據與估算出的  $T_b$  帶回公式(4)，同樣的計算具有最小殘差平方和的水熱積蘊值( $\theta_{HT}$ )，估算出  $\theta_{HT}$  後，此時公式(2)，若經過轉換後，估算具有最小殘差平方和的水熱積蘊值時所得到的係數值，b 等於  $1/\sigma_{\Psi_b}$ ，而 a 等於  $\Psi_{b(50)}/\sigma_{\Psi_b}$ ，再運算後，即可以獲得  $\Psi_{b(50)}$ 、 $\theta_{HT}$  與  $\sigma_{\Psi_b}$ ，然後帶回公式(4)，及可依照土壤的實際溫度與水勢預估種子發芽時機。

因此本研究採用恆溫、變溫、水分潛勢、鹽分濃度、光線、氧氣、土壤酸鹼

度 (pH 值)、埋土深度對此兩種雜草種子發芽影響加以探討比較，並進行種子發芽速率模式預測，以進一步了解紫花藿香薊及白花藿香薊對環境因子適應狀況，提供作為景觀植物栽培管理技術參考。

## 二.材料與方法

### 供試材料與方法

#### (一).供試材料:

本試驗所需材料於 1999 年 10 月至 2000 年 2 月採集，在嘉義大學農場及嘉義地區農田與道路邊收集紫花藿香薊及白花藿香薊種子供試驗用。已採收之新鮮種子，先置於乾燥箱中風乾，直到種子充分乾燥含水量降至 10% 以下，再將種子與枝梗分離後，進行風選法篩除未成熟種子及雜質。將種子存放於冰箱-20<sup>0</sup>C 冷凍庫中待用，以便進行環境因子(恆溫、變溫、水勢與溫度、鹽分與溫度、光、氧氣、pH 值、埋土深度。)對紫花藿香薊及白花藿香薊種子發芽之影響與種子發芽模式之建立。

#### (二).發芽能力調查：

將環境因子對紫、白花藿香薊種子發芽率之影響每天所調查之數據，帶入下列公式:

$$1.發芽率 = n/N \times 100\%$$

N：總處理種子數

n：總發芽種子數

$$平均發芽日數 = \Sigma fd/n$$

$$發芽速率指數 = \Sigma f/d$$

$\Sigma$ ：總和

d：播種後天數

f：播種後第 n 天發芽之種子數

#### (三)、統計分析方法

最後所得資料以 SAS 電腦套裝軟體做變方分析，採用最小顯著差異測驗法 (Least Signigcant Difference Test)，以比較處理平均值間差異。

環境因子對紫花藿香薊及白花藿香薊種子發芽之影響

### (一) 恆溫對紫花藿香薊及白花藿香薊種子發芽之影響

將冷凍庫中紫花藿香薊及白花藿香薊種子取出，分別以恆溫 10、15、20、25、30、35 及 40°C 等 7 種處理，採複因子 CRD 設計，3 重複，每重複放入 50 顆種子於植物生長箱中進行發芽試驗，每天按時記錄發芽種子數目，凡種子胚根突出 2 mm 時即認定其已發芽而將種子移除並紀錄之，共計調查 21 天。

試驗結束後，依據下列公式求出最低發芽溫度。

平均發芽時間(mean germination time:MGT,單位為天)(Ellis,1981)

$$MGT = \frac{\sum (t \times n)}{N} \quad \text{式中}$$

t: 置床後的天數

n: 置床後第 t 天之發芽種子數

N: 發芽試驗期間之總發芽數

平均發芽速率(mean germination rate:MGR)

平均發芽速率,1/天(days)=1/MGT

所謂發芽最低溫度是指在此溫度時，發芽速率為 0，其測定可由溫度和發芽時間的關係推算。

$\theta = t(T - T_b)$ ，由之可改寫為下列直線迴歸模式： $1/t = K + (1/\theta)T$  上式中

t 為發芽所需時間(天, d)，T 發芽溫度(°C)， $T_b$  為基礎溫度(base temperature)， $\theta$  為累積溫度(thermal time, °Cd)，K 為截距。即若將發芽速率  $1/t$ (單位為:1/day)為縱座標，發芽溫度(T)為橫座標，則發芽速率與發芽溫度應是直線關係。而此直線之斜率(1/θ)恰是發芽所需的累積溫度 θ 之倒數，而由直線之斜率與對縱作標之截距 K，可計算出  $T_b$ ，故由發芽速率與溫度之直線迴歸模式可以求得紫花藿香薊與白花藿香薊種子之最低發芽溫度及累積溫度(Kanemasu *et al.*, 1975 引自陳，1995)

### (二) 變溫對紫花藿香薊及白花藿香薊種子發芽之影響

將冷凍庫中紫花藿香薊及白花藿香薊種子取出，分別置於 15/10、20/15、25/20、30/25、35/30°C 等溫差 5°C 之變溫組合及 20/10、23/13、30/20、35/25、40/30°C 等溫差 10°C 之變溫組合，共計 10 個組合，其變溫組合低溫部分以黑暗 16 小時，高溫則以光照 8 小時處理，採複因子 CRD 設計，3 重複，每重複置入 50 顆種子於生長箱中進行發芽試驗，每天按時記錄種子發芽數目，凡種子胚根突出 2 mm 時即認定其已發芽而將種子移除並紀錄之，共計調查 14 天。

### (三) 水分潛勢及變溫對紫花藿香薊及白花藿香薊種子發芽之影響

將紫花藿香薊及白花藿香薊種子取出，分別以 7 種水分潛勢 5 種變溫組合，置於培養皿內，進行發芽試驗。7 種水分潛勢：以聚二乙醇 PEG 6000 (郭與朱, 1981) 配製不同濃度溶液 0、-0.1、-0.2、-0.4、-0.6、-0.8 及 -1.0MPa，其配製方法依郭與朱 (1981) PEG6000 濃度與滲透勢換算單位，依溫度 (例如：日/夜溫度 25/20°C，光照 8 小時/黑暗 16 小時，故溫度為 21.7°C) 與不同滲透勢而加以換算。5 種變溫組合：為 20/15、25/20、30/25、35/30、40/35°C，其變溫組合低溫部分以黑暗 16 小時，高溫則以光照 8 小時處理。紫花藿香薊及白花藿香薊種子分別採複因子 CRD 設計，3 重複，每重複放入 50 顆種子於生長箱進行發芽試驗，每天按時記錄種子發芽數目，凡種子胚根突出 2 mm 時即認定其已發芽而將種子移除並紀錄之，共計調查 14 天。

### (四) 鹽分濃度及溫度對紫花藿香薊及白花藿香薊發芽之影響

將紫花藿香薊及白花藿香薊種子取出，分別以 9 種鹽分濃度 5 種變溫組合，置於培養皿內，進行發芽試驗。六種鹽分濃度為以 NaCl 配製成 0、0.1、0.2、0.4、0.6、0.8、1、1.2 及 1.4% 等不同濃度之鹽分溶液。5 種變溫組合為 20/15、25/20、30/25、35/30、40/35°C，其變溫組合如上述水分潛勢之處理方式。紫花藿香薊及白花藿香薊種子分別採複因子 CRD 設計，3 重複，每重複放入 50 顆種子於生長箱中進行發芽試驗，每天按時記錄種子發芽數目，凡種子胚根突出 2mm 時即認定其已發芽而將種子移除並紀錄之，共計調查 14 天。

### (五) 光對紫花藿香薊及白花藿香薊種子發芽之影響

#### 1. 光強度對紫花藿香薊與白花藿香薊種子發芽之影響：

將兩種藿香薊種子分別放置在 25/20°C (晝/夜) 的生長箱中進行發芽試驗，在白光【以波長 400-700nm，旭光 FL 38 D/38，換算光量  $1\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}=75.13\text{ lux}$ (陳, 2007)】下，利用光測定計(TES-1332)測定置於離光源不同距離的處理種子之光強度，依離光源由遠至近光強度分別為： $11.5\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ 、 $15.8\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ 、 $26.0\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ 、 $35.5\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ 、 $56.8\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$  計 5 種為處理，每天白天照射 8 小時不同光強度，夜間 16 小時黑暗，本試驗採完全逢機設計，每種處理 3 重複，每重複逢機採 50 粒種子，每天調查一次，共調查 14 天，調查種子發芽數目時則在極微弱綠光下進行，

凡種子胚根生長達到 2mm 時即認定種子已發芽而將種子移除並紀錄之。

## 2. 光照時間長短對紫花藿香薊與白花藿香薊種子發芽之影響：

將兩種藿香薊種子以白光【以波長 400-700nm，旭光 FL 38 D/38，換算光量  $1\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}=75.13\text{ lux}$ (陳, 2007)】及光強度 4270Lux ( $56.8\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ ) 處理不同照光時間: 0 秒(黑暗)、5 秒 (累積光量  $284\mu\text{mol}/\text{m}^2$ )、15 秒 (累積光量  $852\mu\text{mol}/\text{m}^2$ )、30 秒 (累積光量  $1704\mu\text{mol}/\text{m}^2$ )、1 分鐘 (累積光量  $3408\mu\text{mol}/\text{m}^2$ )、5 分鐘 (累積光量  $17040\mu\text{mol}/\text{m}^2$ )、15 分鐘 (累積光量  $51120\mu\text{mol}/\text{m}^2$ )、30 分鐘 (累積光量  $102240\mu\text{mol}/\text{m}^2$ )、1 小時 (累積光量  $204480\mu\text{mol}/\text{m}^2$ ) 等不同光照(黑暗)時間處理，處理完後於培養皿外圍包上一層鋁薄紙，阻隔所有光線，分別放置 25/20°C (晝/夜) 的生長箱中進行發芽試驗本試驗採完全逢機設計，每種處理各 3 重複，每重複逢機採 50 粒種子，每天調查一次，共調查 14 天，調查種子發芽數目時則在極微弱綠光下進行，凡種子胚根生長達到 2mm 時即認定種子已發芽而將種子移除並紀錄之。光量資料經對數轉換後再做分析。

## (六) 光與氧氣對紫花藿香薊及白花藿香薊種子發芽之影響

將冷凍庫中紫花藿香薊及白花藿香薊種子取出，以不同氧氣及光照狀態處理：氧氣控制條件依據 Kubota et al.(1994)之處理方式：氧氣狀態(5cm 培養皿放入濾紙+2cc 蒸餾水，水未高過種子)+正常光照 8 小時黑暗 16 小時、嫌氧狀態(5cm 培養皿放入濾紙+10 cc 蒸餾水，以透明塑膠膜包覆培養皿周圍)+正常光照 8 小時黑暗 16 小時、無氧狀態(以 100cc 三角瓶+100cc 蒸餾水+0.0728g/L  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ ，以透明塑膠膜完全密封封口)+正常光照 8 小時黑暗 16 小時；不同氧氣及黑暗狀態處理放置於 25/20°C 之生長箱中進行發芽試驗。採複因子 CRD 設計，3 重複，每重複放入 50 顆種子，氧氣及嫌氧狀態有光照處理部份，每天按時記錄種子發芽數目，完全包鋁薄紙及無氧狀態黑暗處理部份，則於夜間極微弱之暗綠光下，每天紀錄種子發芽數目，共計調查 14 天。

## (七) 酸鹼度對紫花藿香薊及白花藿香薊種子發芽之影響

以 potassium hydrogen phthalate、MES【(2-N-morpholinyl)ethanesulfonic acid】、HEPES【N-(2-hydroxymethyl) piperazine-N'-(2-ethanesulfonic acid)】、tricine 配製成不同 pH 濃度之溶液(Chachalis and Reddy, 2000; MacDonald et al., 1992; Reddy and Singh, 1992)，分別為 pH 4、pH 5、pH 6、pH 7、pH 8、pH 9、pH 10 等 7 種處

理。將冷凍庫中紫花藿香薊及白花藿香薊種子取出，分別置於各種不同 pH 溶液(各不同處理之培養皿加入各種不同 pH 溶液 5cc)後，放入 25/20°C 生長箱中進行發芽試驗，低溫部分以黑暗 16 小時，高溫則以光照 8 小時處理，採複因子 CRD 設計，3 重複，每重複放入 50 顆種子，每天按時記錄種子發芽數目，凡種子胚根突出 2 mm 時即認定其已發芽而將種子移除並紀錄之，共計調查 14 天。

#### (八) 埋土深度對紫花藿香薊及白花藿香薊種子發芽及休眠之影響

##### 1. 埋土深度對紫花藿香薊及白花藿香薊種子發芽之影響：

將冷凍庫中紫花藿香薊及白花藿香薊種子取出，取已裝土壤的黑色塑膠盆，每盆放入 50 顆種子，再分別敷蓋上 0、0.2、0.4、0.6、0.8、1.0、1.5、7.5 與 10cm 土，於自然環境下進行出土試驗，採複因子 CRD 設計，3 重複，每天按時記錄種子出土數目，凡種子胚根突出 2 mm 時即認定其已出土而將種子移除並紀錄之，共計調查 30 天。

埋土試驗結束後，將黑色塑膠盆內沒有出土發芽之種子，利用尼龍網篩出，將種子置於培養皿中，並放置在 25/20°C 之生長箱中進行發芽試驗，低溫部分以黑暗 16 小時，高溫則以光照 8 小時處理，於 14 天後調查發芽數目。而未能發芽之種子如已腐爛則為死亡種子。

##### 2. 不同溫度與埋土深度對紫花藿香薊及白花藿香薊種子發芽之影響

將紫花藿香薊與白花藿香薊種子從冷凍庫中取出；取已裝土的黑色塑膠盒，每盒放入 50 顆種子，再分別覆土 0、0.5、1.0、1.5 及 2 cm，計 5 種處理，將各處理置於 15/10、20/15、25/20、30/25°C 四種不同溫度下進行出土試驗，採複因子 CRD 設計，3 重複，每天按時紀錄種子出土數目，凡種子胚根突出 2 mm 時即認定其出土而將種子移除並紀錄，共計調查 30 天。

以水分潛勢與溫度建立紫花藿香薊與白花藿香薊種子發芽預測模式：

種子發芽預測模式之建立乃利用公式(4)來預測播種後種子發芽的時機。其中  $\theta_{HT}$ 、 $T_b$ 、 $\Psi_{b(50)}$ 、 $\sigma_{\Psi b}$  為未知數，因此在使用該公式前，必須使用已知的數據計算以上四個未知數，才能進行模擬。而在此的模擬使用的已知數據為前述的水勢(0、-0.1、-0.2、-0.4、-0.6、-0.8 及 -1.0MPa)與溫度(為 20/15、25/20、30/25、35/30 及 40/35°C)對紫、白花藿香薊種子發芽影響複因子試驗所提供各溫度、各水勢下藿香

薊種子累積發芽率。

A、發芽累積曲線之適配：

以 Weibull 分佈函數  $Y = M \times (1 - \exp(-K \times (t - z)^c))$ ，來適配種子發芽曲線。將前述水勢與溫度複因子試驗得到四十種不同處理下各調查時間及該時間的累積發芽率，利用 Weibull 進行估算，可得到紫、白花藿香薊種子各 30 條發芽曲線之  $M$ 、 $K$ 、 $z$ 、 $c$  值，再將之帶回 Weibull 中，計算在發芽達到 10、20、30、40、50、60、70、80% 時之發芽天數( $t$ )兩種子各 128 點，再以溫度與發芽速率( $1/t$ )進行迴歸分析，求出基礎溫度分佈。再以水勢與發芽速率進行迴歸分析，即可得到該溫度下，該發芽百分率之基礎水勢，據此可估算水勢分佈。

B、基礎溫度( $T_b$ )之估算：

將試驗溫度、水勢複因子試驗數據利用帶入公式(2)中，接著帶入估計的基礎溫度( $T_b$ )，假設基礎溫度為 3~10°C 之間，先以 1°C 為間隔分別帶入，再縮小範圍至 0.5、0.01 直到得到具有最小殘差平方和或最高  $R^2$  之估計數值，即做為共同之基礎溫度。

C、累積發芽率達 50% 時的基礎水勢( $\Psi_{b(50)}$ )、水熱積蘊值( $\theta_{HT}$ )與基礎水勢變方( $\sigma_{\Psi_b}$ )之估算：

此步驟使用公式為(4)，將先前所得出的與  $T_b$  已知  $\Psi$ 、 $T$ 、 $T_b$ 、 $t_g$  與水勢與溫度交感試驗資料帶入後，同樣的設定  $\theta_{HT}$  的範圍，如 20~80°C-MPa-day，先以每 10°C-MPa-day 之區隔利用 SAS 統計軟體帶入公式(2)中，接者在縮小範圍以 5、1°C-MPa-day 為間隔帶入，直到得到具有最小殘差平方和或最高  $R^2$  之估計數值，即做為共同水熱積蘊值，在此同時可求出基礎水勢( $\Psi_{b(50)}$ )與水勢變方( $\sigma_{\Psi_b}$ )，即完成本公式內所有未知數之估算。

### 三.結果

#### A.環境因子對紫白花藿香薊種子發芽之影響

(一) 恆溫對紫花藿香薊及白花藿香薊種子平均發芽速率之影響

在 10°C-30°C 及 30°C-40°C 兩範圍內，紫花藿香薊與白花藿香薊種子分別以各溫度條件之平均發芽速率( $1/t$ )和溫度求得之直線迴歸(圖 4-1 及 4-2)，其中  $X$  為溫度， $Y$  為發芽速率，其低溫與高溫兩部份之直線迴歸模式分別為：

紫花藿香薊：



$$Y=-0.0909+0.0142X (R^2=0.9534)-----1$$

$$Y=0.8234-0.0154X (R^2=0.9953)-----2$$

白花藿香薊:

$$Y=-0.0914+0.0139X (R^2=0.9782)-----3$$

$$Y=1.385-0.0345X (R^2=0.9975)-----4$$

由兩迴歸方程式外差，可以得到紫花與白花藿香薊種子最低發芽溫度(Tb)分別為 6.4<sup>0</sup>C 與 6.6<sup>0</sup>C(模式 1、3 中，Y=0，X 之值)，發芽所需要之積溫紫花藿香薊為 70<sup>0</sup>Cd、白花藿香薊為 72<sup>0</sup>Cd(模式 1、3 中斜率之倒數)，發芽之最適溫度紫花藿香薊為 30.5<sup>0</sup>C，白花藿香薊則為 30.2<sup>0</sup>C(兩條迴歸線交叉點)。由結果可知紫花與白花藿香薊種子恆溫下進行發芽試驗所得到之發芽能力表現，無論是基礎溫度(Tb)、積溫與最適發芽溫度兩者間差異並不大。

## (二) 溫度對紫花藿香薊及白花藿香薊種子發芽之影響

溫度對紫花香薊種子發芽率之影響由圖 4-3 所示，由圖可之變溫較恆溫下種子發芽率為高，其中以 25/20<sup>0</sup>C(平均溫 21.7<sup>0</sup>C)、23/13<sup>0</sup>C(平均溫 16.3<sup>0</sup>C) 與 30/25<sup>0</sup>C(平均溫 26.7<sup>0</sup>C)最高達 80%以上，另外其它溫度【20/10<sup>0</sup>C(平均溫 13.3<sup>0</sup>C)、20/15<sup>0</sup>C(平均溫 16.7<sup>0</sup>C)、30/20<sup>0</sup>C(平均溫 23.3<sup>0</sup>C)、35/30<sup>0</sup>C(平均溫 28.3<sup>0</sup>C)、40/30<sup>0</sup>C(平均溫 33.3<sup>0</sup>C)】，發芽率介再 53-75%之間，最低為 15/10<sup>0</sup>C(平均溫 11.7<sup>0</sup>C)為 23%；恆溫下發芽率較低，最高為恆溫 20<sup>0</sup>C處理下發芽率為 36.5%，在恆溫 15<sup>0</sup>C處理發芽率為 28.3%次之；恆溫處理 35、30 及 25<sup>0</sup>C下，發芽率分別為 12.3、8.5 與 7.8%；在恆溫 40<sup>0</sup>C處理下，種子發芽率則只有 4%，發芽率最差(圖 4-3)。

紫花藿香薊種子在溫差 5<sup>0</sup>C之處理 30/25<sup>0</sup>C、35/30<sup>0</sup>C與溫差 10<sup>0</sup>C之處理 23/13<sup>0</sup>C發芽率較高，皆可達 80%以上；溫差 5<sup>0</sup>C之處理 15/10<sup>0</sup>C發芽率分為 23%最低；溫差 10<sup>0</sup>C則以 20/10<sup>0</sup>C發芽率較低為 58%(圖 4-3)。變溫與恆溫對紫花藿香薊種子發芽率之比較，以變溫發芽率較恆溫為佳。因此變溫環境下有助於紫花藿香薊種子發芽能力之表現，而溫差 5<sup>0</sup>C與 10<sup>0</sup>C間之變溫表現則差異不大，

溫度對白花香薊種子發芽率之影響由圖 4-4 所示，由圖可之變溫較恆溫下種子發芽率為高，其中以 25/20<sup>0</sup>C(平均溫 21.7<sup>0</sup>C)、23/13<sup>0</sup>C(平均溫 16.3<sup>0</sup>C)、30/25<sup>0</sup>C(平均溫 26.7<sup>0</sup>C)與 20/15<sup>0</sup>C(平均溫 16.7<sup>0</sup>C)最高達 78%以上，另外其它溫度【30/20<sup>0</sup>C(平均溫 23.3<sup>0</sup>C)、35/30<sup>0</sup>C(平均溫 28.3<sup>0</sup>C)、40/30<sup>0</sup>C(平均溫 33.3<sup>0</sup>C)】，發芽率在 53-65%之間，最低為 15/10<sup>0</sup>C(平均溫 11.7<sup>0</sup>C)為 9%；恆溫下發芽率較低，最高為恆溫 20<sup>0</sup>C

處理下發芽率為 28%，在恆溫 15°C 處理發芽率為 18% 次之；恆溫處理 10°C 與 35°C 下，發芽率分別為 3% 與 2%；恆溫處理 40°C 下白花藿香薊種子則不發芽。(圖 4-4)。由圖可知白花藿香薊種子在接近相同之溫度處理下，所有變溫處理發芽率皆較恆溫處理為高(圖 4-4)。此與紫花藿香薊之結果相似，但其在低溫(低恆溫與低變溫)之發芽率較紫花藿香薊為低。

白花藿香薊在溫差 5°C 之處理 30/25°C、35/30°C 與溫差 10°C 之處理 23/13°C 發芽率較高，皆可達 80% 以上；溫差 5°C 之處理 15/10°C 發芽率分為 9% 最低，其間亦有顯著差異。溫差 10°C 則以 20/10°C 發芽率較低 53%(圖 4-4)。

溫度對紫花藿香薊及白花藿香薊兩種種子發芽率之比較，以紫花藿香薊較耐低溫，而高溫(40/35°C)部分兩者間差異並不大。

### (三) 水分潛勢及變溫對紫花藿香薊及白花藿香薊種子發芽之影響

為探討溫度與水勢之關係，進行變溫及水分潛勢對紫、白花藿香薊種子發芽之影響。

#### 1. 變溫及水分潛勢對紫花藿香薊種子發芽之影響

變溫及水分潛勢對紫花藿香薊種子發芽之影響在變溫 15/10°C 處理下，水份潛勢處理只有在對照組 0、-0.1、-0.2 及 -0.4 MPa 下有種子發芽，發芽率則從 33% 至 15% 遞減，其間有顯著差異，以對照組最佳；水勢處理 -0.8 MPa 時則於 25/20°C 處理中尚有 12.6% 之發芽率，其餘之發芽率則為 0。變溫處理 30/25°C 下，紫花藿香薊種子發芽率依序由 0、-0.1、-0.2 及 -0.4 Mpa 由高至低，其間有顯著差異，以對照組發芽率最高 83%。(圖 4-5)。

水份潛勢 0 Mpa 之對照組在 20/15、25/20、30/25 及 35/30°C 不同變溫處理下，發芽率皆在 74% 以上，其間有顯著差異；在低溫 20/15°C 處理發芽率較差，為 33%。水份潛勢 -0.1 Mpa 處理下，在 25/20°C 與 30/25°C 發芽率最高，分別為 78% 及 80%，其間無顯著差異；以 20/15°C 處理發芽率最低，僅有 22%。水份潛勢 -0.2 Mpa 處理下，以 25/20°C 變溫處理發芽率最佳，為 62%；同樣以低溫 20/15°C 處理發芽率最低，僅有 23%。水份潛勢 -0.4 Mpa 處理下，以 25/20°C 處理發芽率較其它變溫處理高，為 58%；在低溫 20/15°C 處理發芽率為 13%。紫花藿香薊種子在水份潛勢 -0.6 Mpa 同樣以 25/20°C 發芽率最高，為 44%，而 20/15°C 則無發芽率。而水份潛勢在 -0.8 Mpa 下僅 25/20°C 及 30/25°C，尚有 2-4% 發芽率，其餘處理均無發芽率。水份潛勢 -1.0 Mpa 處理則種子皆無法發芽(圖 4-5)。

變溫 15/10°C 處理下水分潛勢在 0Mpa 處理下平均發芽日數最短為 8.5 天，變溫 20/15°C 處理下，亦隨水分潛勢負值之提高平均發芽日數有延遲之現象，而且 0Mpa 最短只有 5.8 天；變溫在 25/20°C、30/25°C 皆隨水分潛勢負值之提高平均發芽日數有延遲之現象(圖 4-6)。

水分潛勢 0、-0.1、-0.2、-0.4 及 -0.6Mpa 之處理中，平均發芽日數在 15/10、20/15、25/20、30/25°C 之溫度條件下隨處理溫度之提高平均發芽日數有縮短之現象，其中以 0Mpa 之水分潛勢下 30/25°C 之處理環境中平均發芽日數最短為 3.75 天。而水分潛勢 -0.8Mpa 處理下則除 25/20°C 及 30/25°C 下平均發芽日數為 8.5 及 7.8 天外，其餘則無平均發芽日數。水分潛勢 -1.0Mpa 下因無發芽率，故無平均發芽日數(圖 4-6)。

變溫處理在 15/10°C 下，水分潛勢除 0、-0.1、-0.2 與 -0.4Mpa 尚有發芽速率指數外，其餘水分潛勢並無發芽速率指數存在。變溫處理 20/15°C 下，水份潛勢處理在 0 Mpa 與 -0.1 Mpa 時之發芽速率最快，其間有顯著差異。變溫處理 25/20°C 下，以對照組與 -0.1 Mpa 水份潛勢處理發芽速率指數最快，為 11 與 9.7，其間有顯著差異；-0.2 Mpa 處理次之；而 1.0 Mpa 處理下種子無法發芽。變溫 30/25°C 處理下，紫花藿香薊種子發芽速率指數與變溫處理 25/20°C 變化相似。變溫處理 35/30°C 下，紫花藿香薊種子發芽速率依序由 0 Mpa、-0.1 Mpa、-0.2 Mpa、-0.4 Mpa、-0.6Mpa 由快至慢，其間有顯著差異，以對照組發芽速率最快 14.3，而 -0.6 Mpa 發芽速率最慢僅有 1.63；而 -0.8 Mpa 及 -1.0 Mpa 處理下種子無法發芽 (圖 4-7)。

水份潛勢 0 Mpa 下，變溫處理在 30/25°C 及 35/30°C 之紫花藿香薊種子發芽速率指數最快，為 12.6 及 12.8；而 15/10°C 處理發芽速率最慢。水份潛勢 -0.1 Mpa 下，以 35/30°C 種子發芽速率指數最快，為 11.2；變溫 30/25°C、25/20°C 處理次之，其間發芽速率指數無顯著差異；而以變溫 15/10°C 發芽速率指數最慢僅為 1.6；水份潛勢 -0.2 Mpa 處理下，以 30/25°C 種子發芽速率指數最快，為 10.2；而 15/10°C 發芽速率指數最慢僅有 1.6；在水份潛勢 -0.4 Mpa 處理，以 30/25°C 發芽速率指數最快，為 4.8；而在 15/10°C 處理下發芽速率指數為 0.4；水份潛勢下 -0.6 Mpa 與 -0.8 Mpa 處理皆以 25/20°C 發芽速率指數最快，而水分潛勢於 -1.0Mpa 處理下，在五種變溫處理，皆無種子發芽 (圖 4-7)。

## 2. 變溫及水分潛勢對白花藿香薊種子發芽之影響

變溫及水分潛勢對白花藿香薊種子發芽之影響在變溫處理 15/10°C，水分潛勢

僅在 0 與 -0.1 Mpa 處理下有發芽率，其餘處理均無發芽率；變溫處理 20/15°C 下，水份潛勢處理在對照組 0 Mpa、-0.1 Mpa、-0.2 Mpa 與 -0.4 Mpa 下有種子發芽，發芽率分別為 78%、65%、43% 與 17%，其處理間有顯著差異，以 0 Mpa 在純水中處理最佳；其於處理 -0.6 Mpa、-0.8 Mpa 及 -1.0 Mpa 中皆無種子發芽；變溫處理 25/20°C 下，以 0 Mpa、-0.1 Mpa、-0.2 Mpa 三水份潛勢處理最佳，發芽率分別為 82%、72%、63%；在 -0.6 Mpa、-0.8 Mpa 及 1.0 Mpa 處理發芽率較差。變溫處理 30/25°C 下，水分潛勢在 0 Mpa、-0.1 Mpa、-0.2 Mpa 處理，其發芽率最佳，為 80%、75%、62%，其間無顯著差異；水分潛勢在 -0.4 Mpa、-0.6 Mpa 及 -0.8 Mpa 處理，其發芽率依序由高向低遞減，在 -1.0 Mpa 下已無種子發芽。變溫處理 35/30°C 下，水分潛勢在 0 Mpa、-0.1 Mpa 處理，其發芽率最佳，皆為 67%。在 -0.6 Mpa 之員值以上者，皆無種子發芽為最差（圖 4-8）。

水份潛勢 0 Mpa 與 -0.1 Mpa 處理，除了在 15/10°C 變溫處理下，發芽率較差以外，其餘各變溫處理之發芽率皆在 82% 到 63% 之間，其間無顯著差異。在水份潛勢 -0.2 Mpa 處理下，變溫 25/20°C 及 30/25°C 處理，發芽率最佳，分別為 63%、64%，其間無顯著差異；變溫 20/15°C 處理下發芽率為 43% 及 45%。在水份潛勢 -0.4 Mpa、-0.6 Mpa 及 -0.8 Mpa 處理下，皆以變溫 25/20°C 處理，發芽率最佳；水份潛勢 -1.0 Mpa 處理下，各變溫處理，種子皆無法發芽（圖 4-9）。

變溫 15/10°C 下，平均發芽日數在 0 與 -0.1 Mpa 較慢達 12.5 與 13.1 天；而變溫 20/15、25/20、30/25 及 35/30°C 之溫度處理下皆隨水分潛勢員值之提高平均發芽日數在延遲之現象，其中以 0 Mpa 在 30/25°C 及 25/20°C 下平均發芽日數最短為 4.2 天與 4.5 天（圖 4-9）。各不同水分潛勢（0、-0.1、-0.2、-0.4 Mpa）處理，皆隨溫度之提高，平均發芽日數有縮短之現象，但 35/30°C 之處理則表現得較不一致（圖 4-9）。

變溫 15/10°C 下水份潛勢只在 0、-0.1 Mpa 發芽速率指數最低只 0.2；變溫 20/15°C 下，水份潛勢處理在 0 Mpa 之發芽速率指數最快，為 8.1；其餘各水份潛勢處理間之發芽速率指數則隨水分潛勢員值之增加而變慢。變溫 25/20°C 下，水份潛勢在 0 Mpa 發芽速率指數最快為 11.1，其餘各處理間發芽速率指數則隨水分潛勢員值之增加而變慢；而變溫 30/25°C 與 35/30°C 下皆以 0 Mpa 發芽速率指數最快，其餘處理則與 20/15°C、25/20°C 之處裡有相同之現象，即隨著水分潛勢員值之增加，發芽速率指數有變慢之現象（圖 4-10）。

水份潛勢處理對白花藿香薊種子發芽速率指數之影響。在水份潛勢 0 Mpa 下，變溫 35/30°C 與 30/25°C 處理之種子發芽速率指數最快，為 12.5 及 12；而低變

溫 15/10°C 發芽速率最慢，僅有 0.2。水份潛勢 -0.1 Mpa、-0.2 Mpa、-0.4Mpa、-0.6Mpa 及 -0.8Mpa 下，則皆以變溫處理 25/20°C 處理下，發芽速率指數最快。而 -1.0Mpa 下各溫度處理間則已無種子發芽(圖 4-10)。

#### (四) 鹽分濃度 (NaCl) 及變溫對紫花藿香薊及白花藿香薊種子發芽之影響

為探討溫度與鹽分濃度對種子發芽之關係，進行變溫及鹽分濃度對紫、白花藿香薊種子發芽之影響。

##### 1. 變溫及鹽分濃度對紫花藿香薊種子發芽之影響：

變溫與鹽份濃度對紫花 7 藿香薊種子發芽率之影響，在變溫處理 15/10°C 下，鹽分濃度處理在 0~0.4% 間有發芽率，其中以 0%、30% 最高，而 0.6% 以上則不發芽。變溫處理 20/15°C 下，鹽分濃度處理在 0% 與 0.1%，發芽率為 67% 與 68% 最佳，其餘處理則隨鹽分濃度之提高發芽率則有下降之現象，鹽分濃度為 1.2% 時則無發芽；變溫 25/20°C 處理下，鹽分濃度處理依序由低至高 0%、0.1%、0.2%、0.4% 下，發芽率相反依序由高至低為 88%、85%、84%、78%，其間無顯著差異；而 0.6% 以後則隨鹽分濃度之提高發芽率有下降之現象；變溫 30/25°C 處理，鹽分濃度處理依序由低至高 0%、0.1%、0.2%、0.4%、0.6% 與 0.8% 下。發芽率依序由高至低為 81%、70%、60%、41% 及 35%，其間有顯著差異，而 1.0% 及 1.2% 則不發芽；變溫 35/30°C 處理，鹽分濃度 0%、0.15 及 0.2% 處理下，發芽率分別為 78%、69% 及 68%，其餘處理發芽率則迅速下降(圖 4-11)。

鹽分濃度 0% 之對照組在 25/20°C 與 30/25°C 處理，其發芽率最佳，分別為 88% 及 81%；而以 15/10°C 處理下，發芽率最低為 30%。鹽分濃度 0.1%、0.2% 及 0.4% 處理下之發芽率變化與鹽份濃度 0% 處理有相同之現象皆以 25/20°C 表現最佳。15/10°C 則為最差。隨著在鹽分濃度越高 0.6%、0.8%、1.0% 及 1.2% 之處理下，各變溫處理之發芽率以 25/20°C 處理最高，其次為 30/25°C 及 35/30°C，而 15/10°C 已無發芽率存在，鹽分濃度在 1.2% 處理下，僅有在變溫 25/20°C 處理有 8% 種子發芽(圖 4-11)。

變溫對紫花藿香薊種子平均發芽日數影響，在變溫 15/10°C 處理下，隨著鹽分濃度之提高平均發芽日數有延遲之現象，而 20/15°C 下也有相同之結果。另外在 25/20°C、30/25°C、35/30°C 之三種溫度平均發芽日數最短介於 2.8~3.4 天，另外隨著鹽分濃度之增加、溫度之提高，平均發芽日數有越延遲之現象，整理而言平均發芽日數在不同鹽分處理中以 25/20°C 表現最佳(圖 4-12)。

各不同鹽分濃度中，不管以任何溫度處理，平均發芽日數皆隨鹽濃度之提高，平均發芽日數有延遲現象，整理而言 0%、0.1%及 0.2%之平均發芽數最短，其餘則隨鹽分濃度之提高，平均發芽日數有延遲之現象(圖 4-12)。

變溫 15/10°C 時鹽分濃度 0.01%、0.2% 時發芽速率指數為 2.1 及 0.5；變溫 20/15°C，鹽分濃度在 0.0% 處理下，發芽速率指數最快，為 6.0；在鹽分濃度在 0.1% 處理下發芽速率為 5.4 次之；其餘各鹽分濃度處理濃度越高，發芽速率指數越慢。變溫 25/20°C，鹽分濃度在 0.0% 處理下，發芽速率為 22 最快；在鹽分濃度在 0.1% 處理下發芽速率指數為 18.6 次之；鹽分濃度 0.2% 之處理下，發芽速率指數為 15 再次之；其餘各鹽分濃度 0.4%、0.6% 及 0.8%、1.0% 及 1.2% 處理間則濃度越高發芽速率越慢。變溫 30/25°C 處理，依各鹽分濃度低至高，發芽速率指數亦由快到慢，其間由顯著差異；但在鹽分濃度 1.0% 處理下，發芽速率指數為 0%。在變溫 35/30°C 處理，鹽分濃度處理為 0.0% 及 0.1% 下，其發芽速率指數為 15.4 與 14.3 最快，其間無顯著差異；鹽分濃度 0.2% 之處理下，發芽速率為 13.8 次之；在 1.0% 以上之鹽分濃度處理下，發芽速率指數為 0 (圖 4-13)。

鹽分濃度處理對紫花藿香薊種子發芽速率指數影響。在鹽分濃度 0% 下，各變溫處理依序為 25/20°C、30/25°C、35/30°C、20/15°C、15/10°C，發芽速率亦依序由快至慢，為 22、17、15.5、6.1、2，其間有顯著差異。

鹽分濃度 0.1、0.2、0.4、0.6、0.8 及 1.0% 下，各變溫處理皆以 25/20°C 表現最佳，其次為 30/25°C 其中 15/10°C 表現最差。當鹽分濃度 1.2% 時，僅有變溫處理在 25/20°C 下有種子發芽，發芽速率指數只為 2.6。

## 2. 變溫及鹽分濃度對白花藿香薊發芽之影響

變溫對白花藿香薊種子發芽率影響，變溫 15/10°C 下鹽分濃度在 0、0.1 及 0.2% 發芽率分別為 12%、8%、3%，0.4% 以上則不發芽。變溫處理 20/15°C 下，發芽率隨鹽分濃度之增加而降低其中以 0%、70% 最高，以 1.0% 及 1.2% 處理下則不發芽。變溫 25/20、30/25 及 35/30°C 下則隨鹽分濃度之增加發芽率依次遞減，在鹽分濃度 1% 則除 30/25°C、25/20°C 處理及 1.2% 除 25/20°C 處理尚有發芽，而其餘溫度則並未有發芽率出現 (圖 4-14)。

變溫對白花藿香薊種子平均發芽日數之影響：在變溫 15/10°C 下，鹽分濃度在 0.01%、0.2% 平均發芽日數則達 11.6~13.5 天之間。變溫在 20/15°C 則隨鹽分濃度之提高平均發芽日數有延遲之現象。至 1.0% 以上之鹽分濃度時並不發芽。變溫

25/20°C、30/25°C、35/30°C 三者間在各鹽分濃度處理下，平均發芽日數無顯著差異，但整體而言以 25/20°C 及 30/25°C 之平均發芽日數最短(圖 4-15)。

鹽分濃度處理對白花藿香薊種子平均發芽日數有顯著影響，在各鹽分濃度處理中皆以 25/20°C、30/25°C 及 35/30°C 平均發芽日數最短，而溫度越低平均發芽日數在各鹽分濃度處理中則有延遲之現象(圖 4-15)。

變溫 15/10°C 鹽分濃度在 0%、0.1%、0.2% 處理下，發芽速率指數差異不大；變溫 20/15°C，鹽分濃度在 0.0% 處理下，發芽速率指數最快，為 6.3；在鹽分濃度在 0.1% 處理下發芽速率為 5.8 次之；其餘隨鹽分濃度提高發芽速率指數減慢。變溫 25/20°C 處理下，以鹽分濃度 0% 之發芽速率 13.21 最高；在鹽分濃度 0.1% 之發芽速率次之，為 12.48；在鹽分濃度為 0.2% 處理下，其發芽速率分別為 11.1；而在鹽分濃度 0.4%、0.6%、0.8%、1.0% 及 1.2% 處理下，則隨鹽分濃度之提高，發芽速率指數有變慢之現象。同樣在變溫處理 30/25°C 下，同樣以 0%、0.1% 及 0.2% 之鹽分濃度處理之發芽速率指數最快，而鹽分濃度越高發芽速率指數越慢(圖 4-16)。

在各鹽分濃度處理下，皆以 25/20°C 變溫處理下，發芽速率指數最快；且皆以 15/10°C 之低變溫處理下，發芽速率指數最慢 (圖 4-16)。

#### (五) 光對紫花藿香薊及白花藿香薊種子發芽之影響

##### 1. 不同光強度對紫花藿香薊與白花藿香薊種子之發芽影響。

光強度長短對紫花藿香薊與白花藿香薊種子之發芽影響結果如圖 4-17 所示。紫花藿香薊種子在每天 1.63 mol/m<sup>2</sup> 的光強度照射後，發芽率達到最高為 82.5%，接受每天 1.02 mol/m<sup>2</sup> 的光強度照射後，發芽率達到 69.5%，接受每天 0.75 mol/m<sup>2</sup> 的光強度照射後，發芽率達到 57%，接受每天 0.46 mol/m<sup>2</sup> 的光強度照射後，發芽率達到 58.5%，接受每天 0.33 mol/m<sup>2</sup> 的光強度照射後，發芽率只達到 39%。而白花藿香薊種子的發芽率在每天 1.63 mol/m<sup>2</sup> 的光強度照射後，發芽率達到最高為 92.5%，接受每天 1.02 mol/m<sup>2</sup> 的光強度照射後，發芽率達到 88.5%，接受每天 0.75 mol/m<sup>2</sup> 的光強度照射後，發芽率達到 83%，接受每天 0.46 mol/m<sup>2</sup> 的光強度照射後，發芽率達到 75.5%，接受每天 0.33 mol/m<sup>2</sup> 的光強度照射後，發芽率達到 75%；兩者藿香薊種子接受光照強度增加，則發芽率也隨著上升，但白花差異不顯著，紫花則隨照光強度之增加而有顯著提升發芽率之現象。

光強度對紫花藿香薊與白花藿香薊種子之平均發芽日數在兩種藿香薊有顯著

差異(表 4-18)。紫花藿香薊種子在接受每天  $1.63 \text{ mol/m}^2$  的光強度照射後，平均發芽日數為 5.17 天，接受每天  $1.02 \text{ mol/m}^2$  的光強度照射後，平均發芽日數為 5.28 天，接受每天  $0.75 \text{ mol/m}^2$  的光強度照射後，平均發芽日數為 5.57 天，接受每天  $0.46 \text{ mol/m}^2$  的光強度照射後，平均發芽日數為 5.50 天，接受每天  $0.33 \text{ mol/m}^2$  的光強度照射後，平均發芽日數為 5.50 天。而白花藿香薊種子的發芽率在接受每天受  $1.63 \text{ mol/m}^2$  的光強度照射後，平均發芽日數為 3.82 天，接受每天  $1.02 \text{ mol/m}^2$  的光強度照射後，平均發芽日數為 3.78 天，接受每天  $0.75 \text{ mol/m}^2$  的光強度照射後，平均發芽日數為 3.92 天，接受每天  $0.46 \text{ mol/m}^2$  的光強度照射後，平均發芽日數為 4.26 天，接受每天  $0.33 \text{ mol/m}^2$  的光強度照射後，平均發芽日數為 4.38 天；白花藿香薊種子在相同光強度照射下，平均發芽日數為 3~4 天；而紫花藿香薊種子在相同光強度照射下，平均發芽日數比較長為 5~6 天。

不同光強度對紫花藿香薊與白花藿香薊種子之發芽速率指數結果如圖 4-19 所示。紫花藿香薊種子接受每天  $1.63 \text{ mol/m}^2$  的光強度照射後，發芽速率指數為 16.32，接受每天  $1.02 \text{ mol/m}^2$  的光強度照射後，發芽速率指數為 11.51，接受每天  $0.75 \text{ mol/m}^2$  的光強度照射後，發芽速率指數為 8.18，接受每天  $0.46 \text{ mol/m}^2$  的光強度照射後，發芽速率指數為 8.18，接受每天  $0.33 \text{ mol/m}^2$  的光強度照射後，發芽速率指數為 4.16。白花藿香薊種子接受每天  $1.63 \text{ mol/m}^2$  的光強度照射後的發芽速率指數為 17.46，接受每天  $1.02 \text{ mol/m}^2$  的光強度照射後，發芽速率指數為 16.01，接受每天  $0.75 \text{ mol/m}^2$  的光強度照射後，發芽速率指數為 11.95，接受每天  $0.46 \text{ mol/m}^2$  的光強度照射後，發芽速率指數為 10.52，接受每天  $0.33 \text{ mol/m}^2$  的光強度照射後，發芽速率指數為 9.09；白花藿香薊種子在光強度處理下，發芽速率指數都高於紫花藿香薊種子。

## 2. 照光時間長短對紫花藿香薊與白花藿香薊種子之發芽影響。

紫花藿香薊完全黑暗下時發芽率為 22.67%，經照光 5 秒( $0.000284 \text{ mol/m}^2$ )時發芽率為 32.67%，經照光 15 秒( $0.000852 \text{ mol/m}^2$ )為 38.67%，經照光 30 秒( $0.001704 \text{ mol/m}^2$ )時發芽率為 45%，經照光 1 分鐘( $0.003408 \text{ mol/m}^2$ )時發芽率為 48.34%，經照光 5 分鐘( $0.01704 \text{ mol/m}^2$ )時發芽率為 51.33%，經照光 15 分鐘( $0.05112 \text{ mol/m}^2$ )時發芽率為 61.67%，經照光 30 分鐘( $0.10224 \text{ mol/m}^2$ )時發芽率為 68%，經照光 1 小時( $0.20448 \text{ mol/m}^2$ )發芽率為 83.33%。而白花藿香薊完全黑暗下時發芽率為 26.67%，經照光 5 秒( $0.000284 \text{ mol/m}^2$ )時發芽率為 37.33%，經照光 15 秒( $0.000852$



mol/m<sup>2</sup>)發芽率為 38.67%，經照光 30 秒(0.001704 mol/m<sup>2</sup>)發芽率為 45.33%，經照光 1 分鐘(0.003408 mol/m<sup>2</sup>)發芽率為 49.33%，經照光 5 分鐘(0.01704 mol/m<sup>2</sup>)發芽率為 58.67%，經照光 15 分鐘(0.05112 mol/m<sup>2</sup>)發芽率為 61.33%，經照光 30 分鐘(0.10224 mol/m<sup>2</sup>)時發芽率為 73.33%，經照光 1 小時(0.20448 mol/m<sup>2</sup>)發芽率為 84%。不同照光時間長短對紫花藿香薊與白花藿香薊種子之發芽影響而言，紫花藿香薊和白花藿香薊都需照射 15 分鐘(0.05112 mol/m<sup>2</sup>)發芽率才會達到 60%以上，而兩者也都需要照射 1 小時(0.20448 mol/m<sup>2</sup>)發芽率才會達到 80%，而在黑暗下發芽率皆低於 30%(圖 4-20)。

照光時間長短對紫花藿香薊與白花藿香薊種子之平均發芽日數之影響結果如圖 4-21 所示。紫花藿香薊在完全黑暗下平均發芽日數為 6.52 天，經照光 5 秒(0.000284 mol/m<sup>2</sup>)平均發芽日數為 6.43 天，經照光 15 秒(0.000852 mol/m<sup>2</sup>)時平均發芽日數為 6.2 天，經照光 30 秒(0.001704 mol/m<sup>2</sup>)平均發芽日數為 6.03 天，經照光 1 分鐘(0.003408 mol/m<sup>2</sup>)平均發芽日數為 5.63 天，經照光 5 分鐘(0.01704 mol/m<sup>2</sup>)時平均發芽日數為 5.52 天，經照光 15 分鐘(0.05112 mol/m<sup>2</sup>)平均發芽日數為 5.48 天，經照光 30 分鐘(0.10224 mol/m<sup>2</sup>)平均發芽日數為 4.94 天，經照光 1 小時(0.20448 mol/m<sup>2</sup>)平均發芽日數為 3.77 天。而白花藿香薊在完全黑暗下時平均發芽日數為 6.46 天，經照光 5 秒(0.000284 mol/m<sup>2</sup>)時平均發芽日數為 5.55 天，經照光 15 秒(0.000852 mol/m<sup>2</sup>)平均發芽日數為 5.38 天，經照光 30 秒(0.001704 mol/m<sup>2</sup>)平均發芽日數為 5.24 天，經照光 1 分鐘(0.003408 mol/m<sup>2</sup>)平均發芽日數為 4.99 天，經照光 5 分鐘(0.01704 mol/m<sup>2</sup>)平均發芽日數為 4.87 天，經照光 15 分鐘(0.05112 mol/m<sup>2</sup>)時平均發芽日數為 4.21 天，經照光 30 分鐘(0.10224 mol/m<sup>2</sup>)平均發芽日數為 4.04 天，經照光 1 小時(0.20448 mol/m<sup>2</sup>)平均發芽日數為 3.88 天；由上可知不同照光時間對紫花藿香薊與白花藿香薊種子之平均發芽日數影響來說，紫花藿香薊種子所需要的發芽日數比白花藿香薊種子所需要的發芽日數還要長。

照光時間長短對紫花藿香薊與白花藿香薊種子之發芽速率指數有顯著之影響結果如圖 4-22 所示。

紫花藿香薊種子在完全黑暗下時發芽速率為 2.54，經照光 5 秒(0.000284 mol/m<sup>2</sup>)發芽速率為 4.32，經照光 15 秒(0.000852 mol/m<sup>2</sup>)發芽速率為 5.0，經照光 30 秒(0.001704 mol/m<sup>2</sup>)發芽速率為 5.49，經照光 1 分鐘(0.003408 mol/m<sup>2</sup>)發芽速率為 6.5，經照光 5 分鐘(0.01704 mol/m<sup>2</sup>)發芽速率為 7.19，經照光 15 分鐘(0.05112 mol/m<sup>2</sup>)發芽速率為 8.79，經照光 30 分鐘(0.10224 mol/m<sup>2</sup>)時發芽速率為 11.96，經

照光 1 小時( $0.20448 \text{ mol/m}^2$ )發芽速率為 16.52。而白花藿香薊種子在完全黑暗下時發芽速率為 2.36，經照光 5 秒( $0.000284 \text{ mol/m}^2$ )發芽速率為 4.62，經照光 15 秒( $0.000852 \text{ mol/m}^2$ )發芽速率為 5.79，經照光 30 秒( $0.001704 \text{ mol/m}^2$ )發芽速率為 6.79，經照光 1 分鐘( $0.003408 \text{ mol/m}^2$ )發芽速率為 7.32，經照光 5 分鐘( $0.01704 \text{ mol/m}^2$ )時發芽速率為 8.49，經照光 15 分鐘( $0.05112 \text{ mol/m}^2$ )時發芽速率為 9.31，經照光 30 分鐘( $0.10224 \text{ mol/m}^2$ )發芽速率為 12，經照光 1 小時( $0.20448 \text{ mol/m}^2$ )發芽速率為 15.78。由不同照光時間長短對紫花藿香薊與白花藿香薊種子之發芽速率指數影響可知，白花藿香薊種子經照光 1 分鐘( $0.003408 \text{ mol/m}^2$ )以上的時間，發芽速率指數都達到 7 以上，紫花藿香薊種子需照光超過 5 分鐘( $0.01704 \text{ mol/m}^2$ )以上，發芽速率才會超過 7。兩種藿香薊種子在黑暗下的發芽速率指數最慢。

#### (六) 光與氧氣對紫花藿香薊及白花藿香薊種子發芽之影響

紫花藿香薊種子在光照+全氧、光照+嫌氧、與光照+無氧時皆有最高發芽率表現達 87-92%之間；白花藿香薊種子在光照+全氧與光照+嫌氧下尚有 81-87%發芽率，但於光照+無氧下則只有 39%發芽率(圖 4-23)。

紫花藿香薊種子在黑暗全氧、黑暗嫌氧與黑暗無氧下發芽率之比較，紫花藿香薊皆較白花藿香薊發芽率為高，其中最高者為紫花藿香薊，黑暗嫌氧下為 33%；而黑暗無氧下兩種藿香薊種子發芽率皆在 3%左右，就光照與黑暗而言，兩種藿香薊種子需要照光促進其發芽，全氧與嫌氧對藿香薊種子發芽影響不大，而無氧下對白花藿香薊種子發芽有顯著影響，會抑制其種子之發芽率(圖 4-23)。紫花藿香薊及白花藿香薊兩種種子發芽率之比較，以紫花藿香薊在每一處理下發芽率皆較白花藿香薊為高(圖 4-23)。

光與氧氣對紫花藿香薊與白花藿香薊種子平均發芽日數之影響，整體而言，平均發芽日數在紫、白花藿香薊間以光照+嫌氧平均發芽日數最短，介於 3.48~3.77 天之間，其次依序為光照+全氧、光照+無氧、黑暗+嫌氧、黑暗+全氧，而以黑暗+無氧發芽日數最慢達 8~8.47 天(圖 4-24)。

紫花藿香薊種子在光照下無論是全氧、嫌氧、無氧下發芽速率指數皆較在黑暗下快；而白花藿香薊種子也有相同之現象。紫花藿香薊種子於光照無氧下，發芽速率指數(10.63)較白花藿香薊種子(3.53)為快。在黑暗下除黑暗無氧外，紫花藿香薊種子無論是在全氧與嫌氧下發芽速率指數皆較白花藿香薊為快(圖 4-25)。

紫花藿香薊及白花藿香薊兩種種子在相同氧氣與光照處理下發芽速率之比

較，發現紫花藿香薊明顯較白花藿香薊發芽速率為快。

#### (七) 酸鹼度 (pH 值) 對紫花藿香薊及白花藿香薊種子發芽之影響

紫花藿香薊種子在 pH7 及 pH6 處理下，發芽率最高，分別為 86%、77%，其間有顯著差異；在 pH5 處理之發芽率為 60% 次之；而在 pH8 處理下發芽率再次之，為 45%；在 pH9 及 pH4 處理下發芽率僅有 22% 及 19%，其間無顯著差異；在 pH10 處理下發芽率最差，只有 9.3%。在白花藿香薊種子方面，同樣以 pH7 及 pH6 之處理發芽率最佳，為 85% 及 79% 其間無顯著差異，其次為 pH5 與 pH8，發芽率為 54 與 34%；而 pH4、pH9 及 pH11，發芽率則皆在 16% 以下(圖 4-26)。

就結果可知兩種藿香薊種子對土壤酸鹼度之適應兩者差異不大，皆以 pH6 及 pH7 最佳，且隨著 pH 值之提升或減少發芽率則有降低之現象。不同 pH 值處理對紫白花藿香薊種子平均發芽日數之影響，整體而言，紫、白花藿香薊種子平均發芽日數最短者為 pH6 及 pH7，而隨著 pH 值之增加與降低平均發芽日數有延遲之現象。其中最長者為 pH4 與 pH10(圖 4-27)。

紫花藿香薊種子在 pH7 及 pH6 處理下，種子發芽速率指數最快，為 13.9 及 12.21，其間有顯著差異；而 pH5 及 pH8 處理下發芽速率為 9.39 與 9.67 次之，其間無顯著差異；以 pH10 處理下發芽速率指數最慢，僅有 0.66。在白花藿香薊種子方面，於 pH7、pH6、pH5 三個處理下，種子發芽速率指數最快，分別為 14.15、11.47 與 9.37，其間有顯著差異；而在 pH10 處理下最慢，為 0.79 (圖 4-28)。

紫花藿香薊及白花藿香薊兩種種子在各種不同 pH 值處理下發芽速率之比較，發現兩者間在較適合之 pH 值間(pH7、pH6、pH5)兩者差異不大，但在 pH4 與 pH8 則紫花較白花佔有較大之發芽速率指數。

#### (八) 種子埋土深度對紫花藿香薊及白花藿香薊種子出土及休眠之影響

埋土深度對紫、白花藿香薊種子出土之影響。不同埋土深度對紫花藿香薊及白花藿香薊種子出土率有顯著之影響，紫花藿香薊種子在埋土深度 0 cm、0.2 cm、0.4 cm 處理出土率最高，分別為 86%、60% 及 55%，其間有顯著差異；埋土深度 0.6 cm、0.8 cm、1.0 cm 處理出土率依序為 35%、18% 及 15%，埋土深度超過 2 cm 以上則皆無種子出土；於埋土深度 1.5 cm 則出土率為 6%。在白花藿香薊方面，在埋土深度 0 cm、0.2 cm 及 0.4 cm 處理，出土率分別為 79%、70% 與 59%，其間有顯著差異；埋土深度 0.6 cm、0.8 cm、1.0 cm 處理出土率依序為 19%、19% 與 16%，

其間無顯著，埋土深度 1.5 cm 時則出土率為 5%，當埋土深度為 2 cm 以上之處理時，則已無種子出土（圖 4-29）。

由紫花藿香薊及白花藿香薊兩種種子不同埋土深度對其出土率之比較可知，兩者間差異並不大。

不同埋土深度處理對紫花藿香薊與白花藿香薊種子平均發芽日數之影響，由結果(圖 4-30)得知兩種藿香薊種子皆隨埋土深度之增加平均發芽日數有延遲之現象，其中以埋土 0 cm 最短，在 8.2 與 8.6 天之間，而埋土 1.5 cm 則達 16 天。

不同埋土深度處理對紫花藿香薊及白花藿香薊種子出土速率之影響，由結果得知兩種藿香薊種子，皆隨埋土深度之增加出土速率有降低之現象。其中以埋土 0 cm，出土速率指數最快為 10.3，而埋土 1.5 cm 時，出土速率則降為 0.4 以下(圖 4-31)。紫花藿香薊及白花藿香薊兩種種子在各種不同埋土深度處理下出土速率指數之比較，得知兩者間差異並不大。

為探討埋土深度對紫花與白花藿香薊種子出土率及未能出土種子之發芽率，將未出土之種子挖出進行種子休眠性與發芽能力檢定，經由結果得知(表 4-1)紫花藿香薊種子出土率及未能出土種子之發芽率方面，發現未覆土 0 cm 出土率為 86%，隨著埋土深度增加出土率漸漸減少，至埋土深度 2 cm 時，紫花藿香薊已無種子出土。而將未出土之種子挖出且清洗後置於 25/20°C 之生長箱中進行室內發芽率之檢測，未覆土 0 cm 尚有 7% 發芽率，而隨著埋土深度之增加，挖出種子之發芽率則顯著提高，而埋土 1.5 cm 深以上，發芽率則介於 79-89% 之間。而未能發芽之死亡種子，則介於 7-21% 之間，埋土越深則死亡種子有略為增加之現象，而有活力種子之總發芽率則介於 79-93% 之間。白花藿香薊種子出土率與未能出土種子之發芽率(表 4-2)方面，同樣未覆土 0 cm 出土率為 79%，隨著埋土深度之增加出土率有減少之現象，埋土深度 2 cm 以上則未有種子出土。未能出土之種子挖出後進行室內發芽率檢測得知埋土深度越深，未出土之種子越多，進行室內發芽率檢測後發芽率越高，從未覆土 0 cm 之 16% 至埋土深度 1.5 cm 增加為 81%，而埋土 1.5 cm 至 10 cm 發芽率則介於 75-81% 之間。未發芽之死亡種子百分率除為覆土 0 cm 之 5% 外，其餘死亡種子百分率則介於 11-22% 之間，埋土深度越深，死亡種子百分率略有增加之現象，而有活力種子之總發芽率則介於 75-95% 之間。另外埋土 10 cm 後未能出土之紫花藿香薊與白花藿香薊種子進行未出土種子休眠性檢測(表 4-1, 4-2)。得知埋土 10 cm 於一個月後，挖出種子進行發芽率檢測發芽率介於 78-79% 間，死亡種子則有 21~22% 之多。

溫度與埋土深度對紫、白花藿香薊種子出土能力之影響，由結果得知紫花藿香薊(表 4-3)，於不同溫度下之埋土深度所得之出土率 15/10°C 之低溫下，無論在何種埋土深度出土率最低最高為未覆土之 0 cm 15%，而 1.5 cm 之埋土深度種子即無法出土。20/15°C 之溫度下出土率最高為未覆土之 0 cm 達 43%，而埋土 2 cm 則種子即無法出土。25/20°C 之溫度下未覆土 0 cm 出土率達 68%，而隨埋土深度之增加，出土率有遞減之現象，而在埋土深度為 2 cm 下則尚有 8% 出土率。在 30/25°C 之溫度下未覆土 0 cm 出土率達 73%，埋土深度 0.5 cm 尚有 55% 之出土率，而埋土深度 1.5 cm 則有 15% 出土率。由溫度曲線得之 25/20°C 為紫花藿香薊種子最適合之埋土溫度(圖 4-32)。平均出土日數對紫花藿香薊種子而言，溫度越低出土日數越延遲。埋土越深出土日數越長，整體而言，以未覆土 0 cm 30/25°C 出土日數最短約 8.5 天，而以 15/10°C 之低溫埋土深度 1.0 cm 下達 24 天最長。出土速率指數以高溫 30/25°C 最快達 7.15，最慢則為低溫 15/10°C 在埋土深度 1.0 cm 下只有 0.07。

白花藿香薊種子在不同溫度下埋土深度所得之出土率(表 4-4)，在 15/10°C 之低溫下除 0 cm 未覆土及 0.5 cm 之埋土深度尚有種子出土外，其餘之埋土深度皆無種子出土。在 20/15°C 下出土率也不高，0 cm 未覆土出土率為 37%；而埋土深度 1.5 cm 則只有 2%。在 25/20°C 之溫度下 0 cm 未覆土出土率達 70%；埋土 0.5 cm 深尚有 61%，埋土 1.5 cm 則降為 10%，在 30/25°C 下 0 cm 未覆土者出土率達 65%，隨著埋土深度增加出土率有減少之現象，當埋土深度為 2.0 cm 深時，則尚有 8% 之出土率，由溫度曲線得之 30/25°C 及 25/20°C 為白花藿香薊種子最適合之埋土溫度(圖 4-33)。就平均出土日數與出土速率而言，其表現與紫花藿香薊相似，即溫度越高(30/25°C)與埋土深度越淺(0 cm 未覆土)則平均出土天數越短、出土速率指數越快，而低溫 20/15°C 下則平均出土日數在各個不同埋土深度下皆較高溫為慢。

## B. 以水勢與溫度對紫、花藿香薊種子發芽模式之建立

### (一). 基礎溫度( $T_b$ )、基礎水勢( $\Psi_b$ )分佈與基礎溫度( $T_b$ )之估算:

紫花藿香薊種子在各種不同水勢、溫度下累積之發芽百分率由圖 4-34 所示，在純水 0MPa 下 15/10°C 於第 7 天具備發芽率，其餘 -0.1MPa、-0.2MPa、-0.4MPa 則 15/10°C 於第 7 天具備發芽率，-0.6MPa 低水勢下 15/10°C 則不發芽；而各種不同之水勢下皆以 25/20°C 與 30/25°C 具備最高之累積發芽百分率，由其在水勢愈低下最適溫度尚有發芽表現。

以 Weibull 函數適配不同溫度、不同水勢下紫花藿香薊之發芽曲線，並計算每

條曲線上發芽率達 10、20、30、40、50、60、70、80%時所需之時間(Tg)，再將溫度與發芽速率(1/Tg)進行迴歸分析(圖 4-35 a-d 與圖 4-36 a-d)，即可求出各發芽百分位的基礎溫度分布約在 0.90-10.81<sup>0</sup>C 間(表 4-5)，在經估算後可得到最小殘差之變方 Tb 為 7.0<sup>0</sup>C(R<sup>2</sup>=0.767)。另外若以水勢與發芽速率(1/Tg)進行迴歸分析，即可求出基礎水勢分佈與在-0.27~-2.01MPa(表 4-6)。

白花藿香薊種子在各種不同水勢、溫度下累積之發芽百分率由圖 4-37 所示，在純水 0MPa 下 15/10<sup>0</sup>C 於第 12 天具備發芽率，其餘-0.1MPa 於第 14 天具備發芽率，-0.2MPa 低水勢下 15/10<sup>0</sup>C 則不發芽；而各種不同之水勢下皆以 25/20<sup>0</sup>C 與 30/25<sup>0</sup>C 具備最高之累積發芽百分率，尤其在水勢愈低下最適溫度尚有發芽表現。

以 Weibull 函數適配不同溫度、不同水勢下白花藿香薊之發芽曲線，並計算每條曲線上發芽率達 10、20、30、40、50、60、70、80%實所需之時間(Tg)，再將溫度與發芽速率(1/Tg)進行迴歸分析(圖 4-38 a-d 與圖 4-39 a-d)，即可求出各發芽百分位的基礎溫度分布約在 1-11.6<sup>0</sup>C 間(表 4-7)。在經估算後可得到最小殘差之變方 Tb 為 8.5<sup>0</sup>C(R<sup>2</sup>=0.774)。另外若以水勢與發芽速率(1/Tg)進行迴歸分析，即可求出基礎水勢分佈與在-0.36~-1.82MPa(表 4-8)。

(二).發芽率累積達 50%時基礎水勢( $\Psi_{b(50)}$ )、水熱積蘊值( $\theta_{HT}$ )與水勢變方( $\sigma_{\Psi b}$ )估算：

當得到紫花藿香薊基礎溫度值 Tb 為 7.0<sup>0</sup>C 即可將之與溫度、水勢複因子試驗結果帶入公式(2)，在紫花藿香薊種子可得到具有最小殘差平方和之水熱積蘊值( $\theta_{HT}$ )為 25<sup>0</sup>C Mpa-day(R<sup>2</sup>=0.903)，所以水勢變方水勢變方( $\sigma_{\Psi b}$ )=0.316Mpa，而 a=發芽率達 50%時基礎水勢發芽率累積達 50%時基水勢( $\Psi_{b(50)}$ )=-0.436MPa，將 4 個未知數帶入發芽模式，可以得到一完整公式：

$$\text{Probit}(G)=\left[\Psi-25/(T-7.0)Tg-(-0.436)\right]/0.316。$$

將各溫度與水勢處理帶入以上公式，可以預測紫花藿香薊之累計發芽率，並同時與實測值做比較，就結果(圖 4-40)而言，發現在水勢最高 0 MPa(圖 4-40a)時預測值與實測值相當準確，在 5 種不同溫度下皆有相當符合之趨勢，模擬狀況相當良好；在水勢最高-0.2Mpa(圖 4-40b)時除 20/15<sup>0</sup>C 預測值於發芽後期高估，模擬發芽會比實際發芽快 3 天外，其餘溫度與實測值相較皆相當準確；在水勢為

-0.2MPa(圖 4-40c)時，五種溫度下模擬狀況良好，在水勢為-0.4MPa(圖 4-40c)時，五種溫度中 25/20<sup>0</sup>C 預測值與實側值相較則有低估之現象，其餘溫度模擬狀況良好。

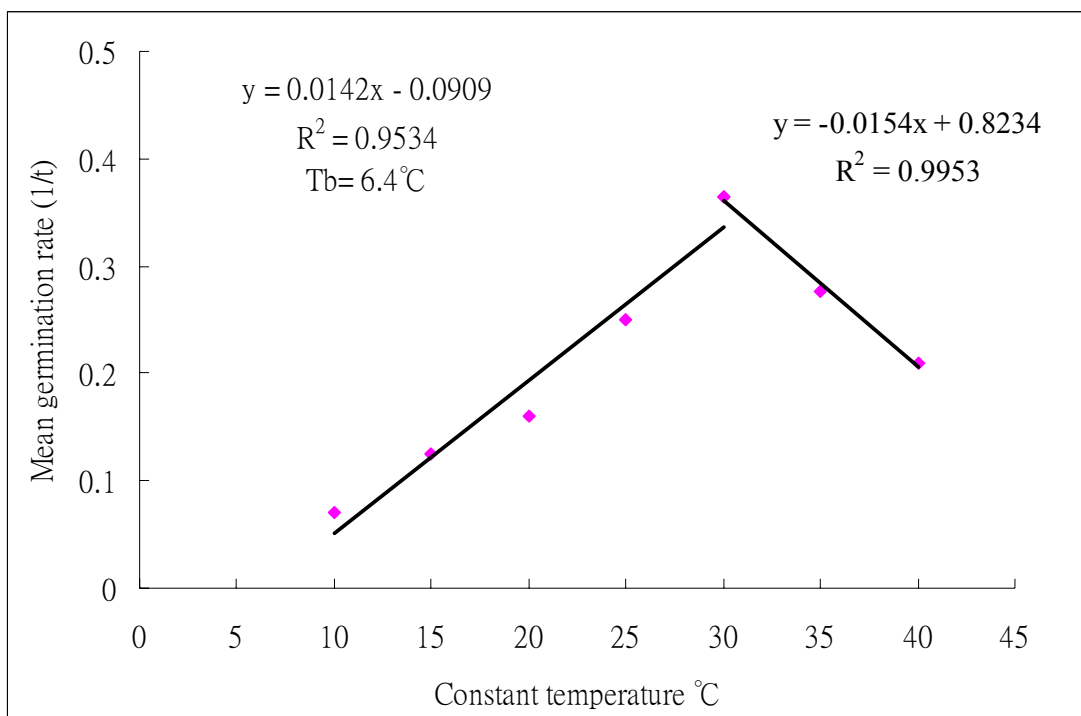


圖 4-1. 恆溫對紫花藿香薊種子平均發芽速率之影響。

Fig. 4-1. Effects of constant temperatures on the mean germination rate of *A. houstonianum*.

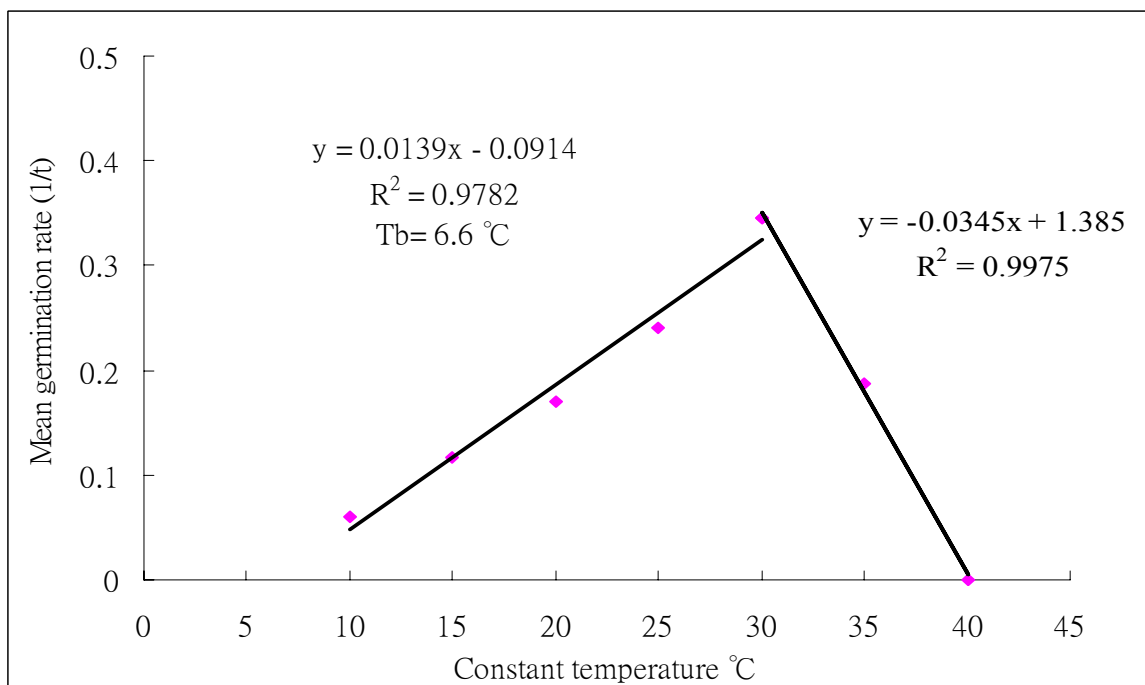


圖 4-2. 恆溫對白花藿香薊種子平均發芽速率之影響。

Fig. 4-2. Effects of constant temperatures on the mean germination rate of *A. conyzoides*.



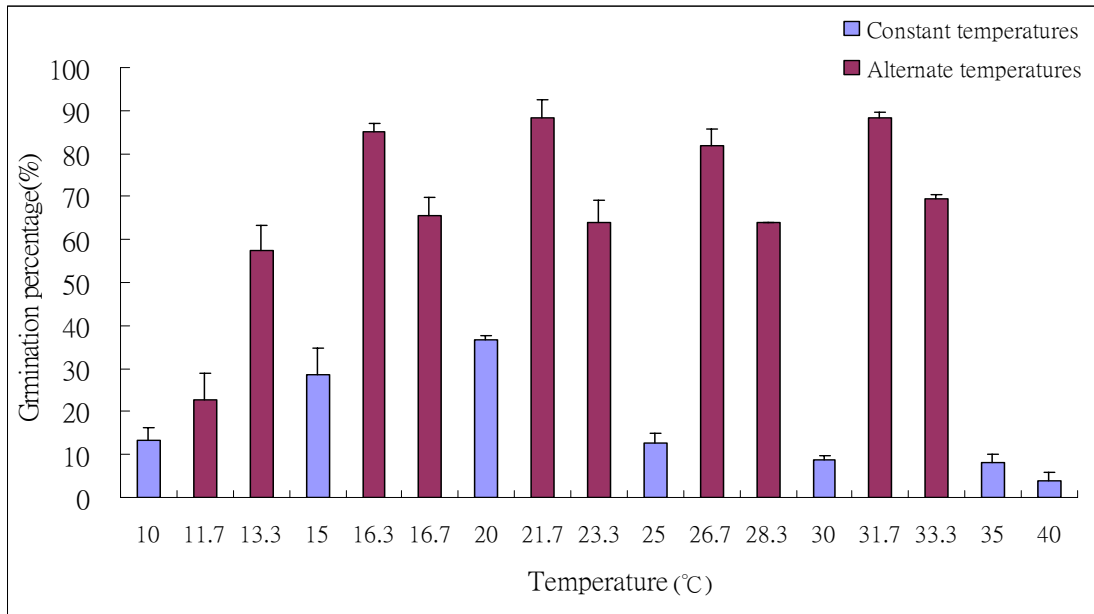


圖 4-3. 變溫對紫花藿香薊種子發芽率之影響。(變溫溫度:11.7(15/10)、13.3(20/10)、16.3 (23/13)、16.7(20/15)、21.7(25/20)、23.3(30/20)、26.7(30/25)、28.3(35/25)、31.7(35/30)、33.3(40/30<sup>0</sup>C) ; (恆溫  $LSD_{0.05}=5.23\%$  變溫  $LSD_{0.05}=7.23\%$ )

Fig. 4-3. Effects of alternate temperatures on the germination percentages of *A. houstonianum*. (Alternate temperature: 11.7(15/10)、13.3(20/10)、16.3 (23/13)、16.7(20/15)、21.7(25/20)、23.3(30/20)、26.7(30/25)、28.3(35/25)、31.7(35/30)、33.3(40/30<sup>0</sup>C) (Vertical lines denote SE; Constant temperature  $LSD_{0.05}=5.23\%$ ; Alternate temperature  $LSD_{0.05}=7.23\%$ ).

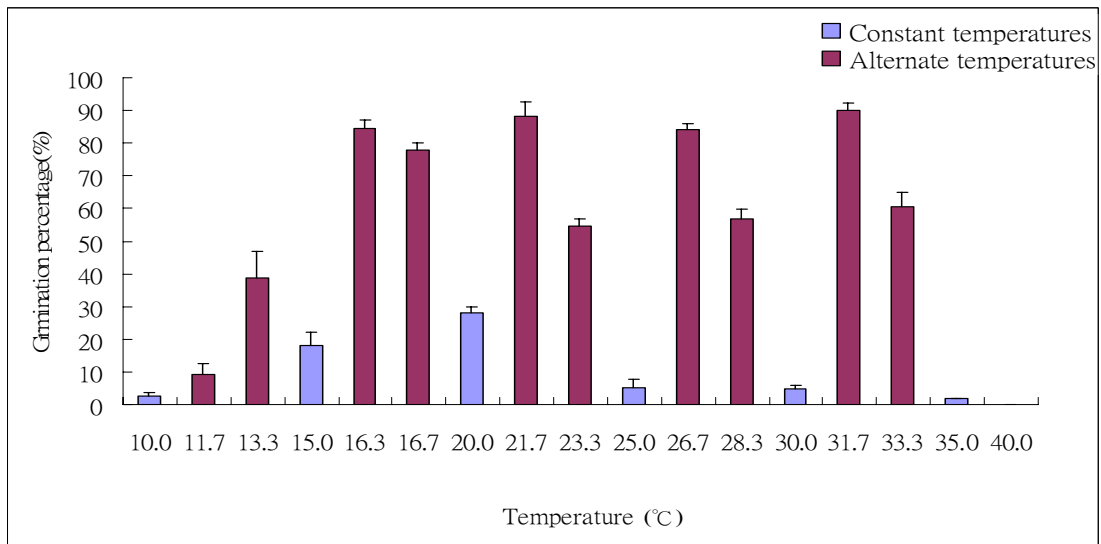


圖 4-4. 變溫對白花藿香薊種子發芽率影響。(變溫溫度:11.7(15/10)、13.3(20/10)、16.3 (23/13)、16.7(20/15)、21.7(25/20)、23.3(30/20)、26.7(30/25)、28.3(35/25)、31.7(35/30)、33.3(40/30<sup>0</sup>C) ; (恆溫  $LSD_{0.05}=3.5\%$  變溫  $LSD_{0.05}=6.72\%$ )

Fig. 4-4. Effects of alternate temperatures on the germination percentages of *A. conyzoides*. (Alternate temperature: 11.7(15/10)、13.3(20/10)、16.3 (23/13)、16.7(20/15)、21.7(25/20)、23.3(30/20)、26.7(30/25)、28.3(35/25)、31.7(35/30)、33.3(40/30<sup>0</sup>C) (Vertical lines denote SE; Constant temperature  $LSD_{0.05}=3.5\%$ ; Alternate temperature  $LSD_{0.05}=6.72\%$ )

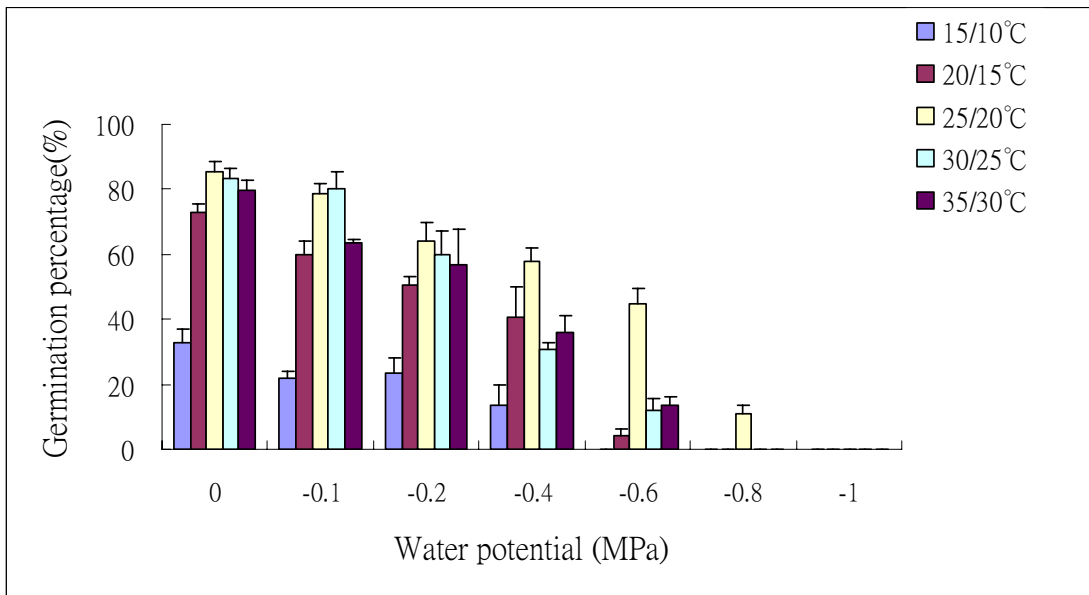


圖 4-5.變溫與水分潛勢對紫花藿香薊種子發芽率之影響。

Fig. 4-5. Effects of alternate temperatures and water potentials on the germination percentages of *A. houstonianum*. (Bars denote SE).

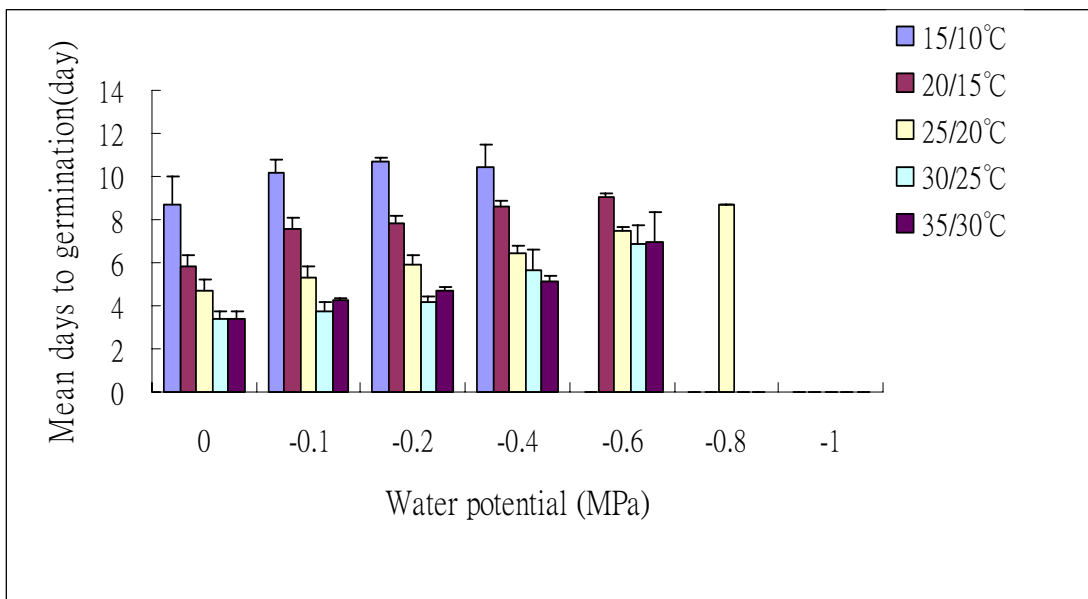


圖 4-6.變溫與水分潛勢對紫花藿香薊種子發芽日數之影響。

Fig. 4-6. Effects of alternate temperatures and water potentials on the mean days to germination of *A. houstonianum*. (Bars denote SE).

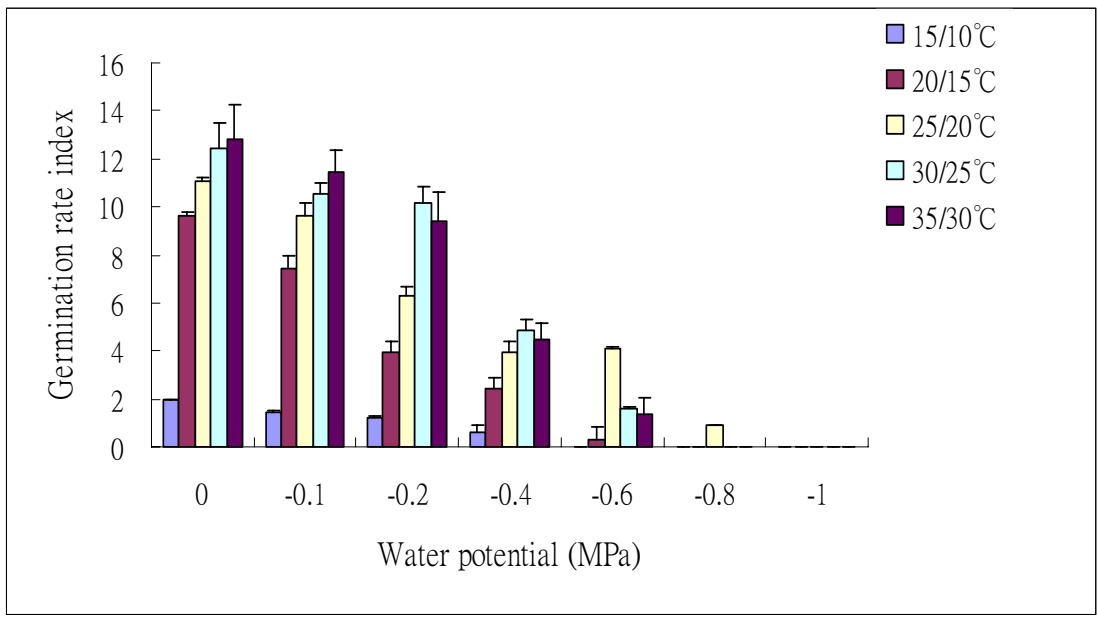


圖 4-7.變溫與水分潛勢對紫花藿香薊種子發芽速率指數之影響。  
 Fig. 4-7. Effects of alternate temperatures and water potentials on the germination rate index of *A. houstonianum*. (Bars denote SE).

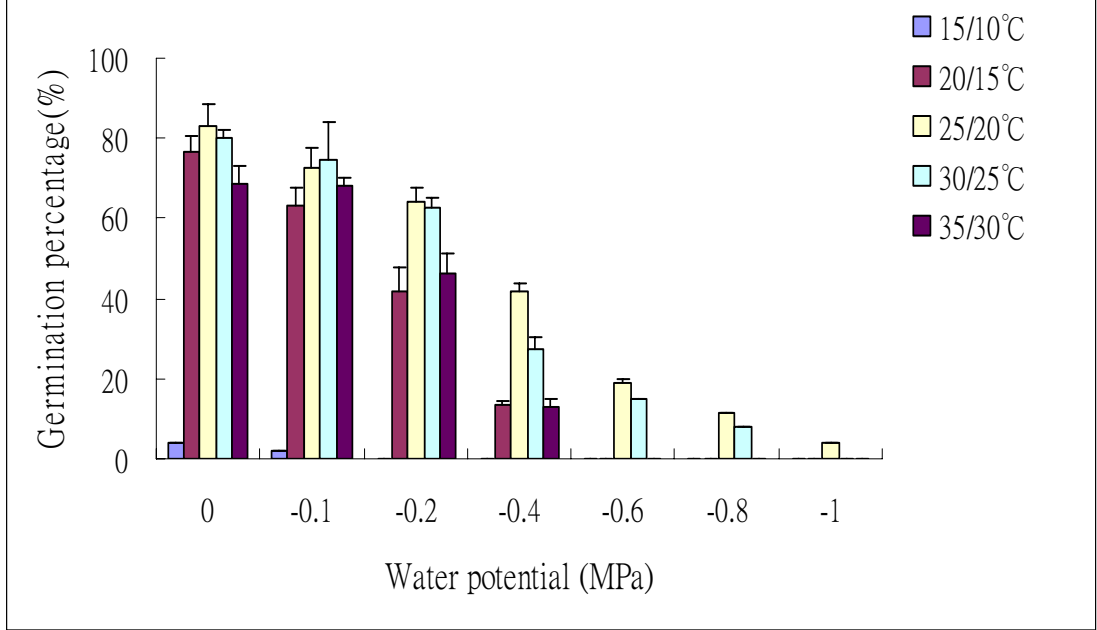


圖 4-8.變溫與水分潛勢對白花藿香薊種子發芽率之影響。  
 Fig. 4-8. Effects of alternate temperatures and water potentials on the germination percentages of *A. conyzoides*. (Bars denote SE).

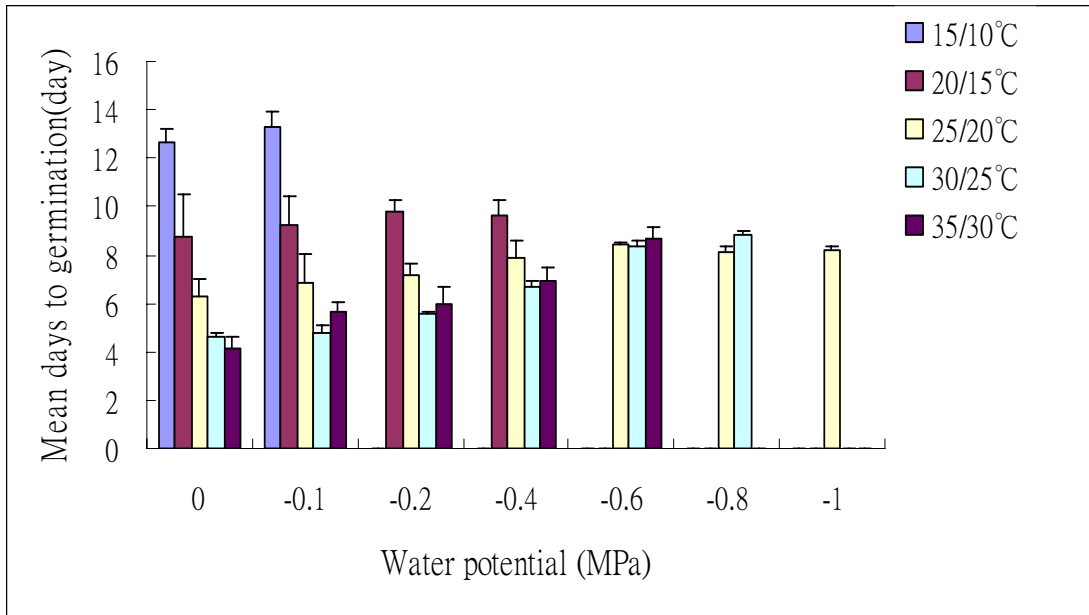


圖 4-9. 變溫與水分潛勢對白花藿香薊種子發芽日數之影響。

Fig. 4-9. Effects of alternate temperatures and water potentials on the mean days to germination of *A. conyzoides*. (Bars denote SE).

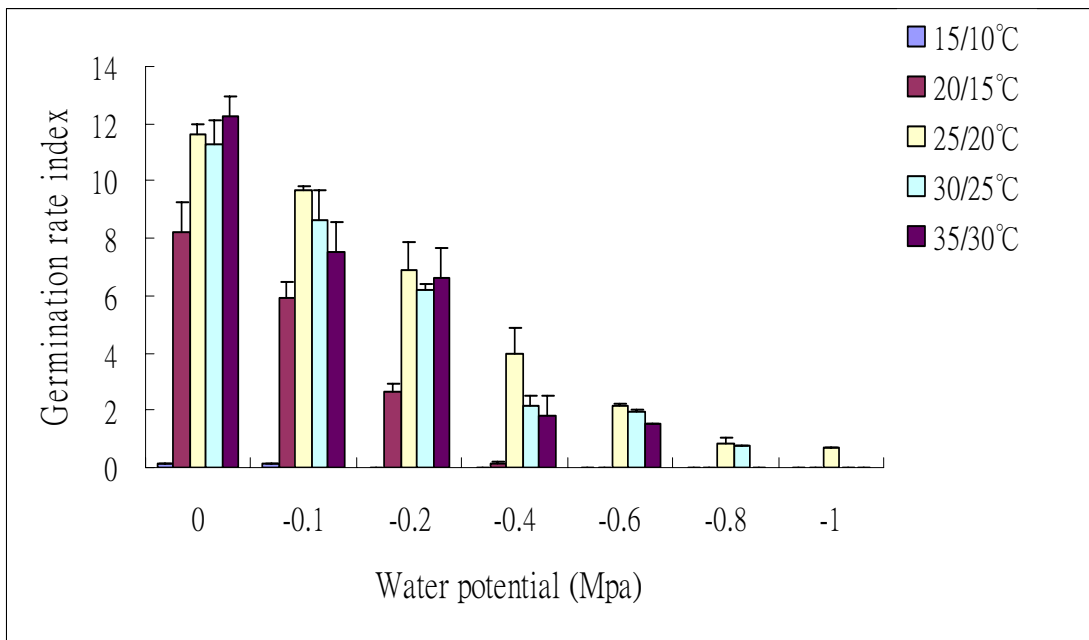


圖 4-10. 變溫與水分潛勢對白花藿香薊種子發芽速率指數之影響。

Fig. 4-10. Effects of alternate temperatures and water potentials on the germination rate index of *A. conyzoides*. Bars denote SE).

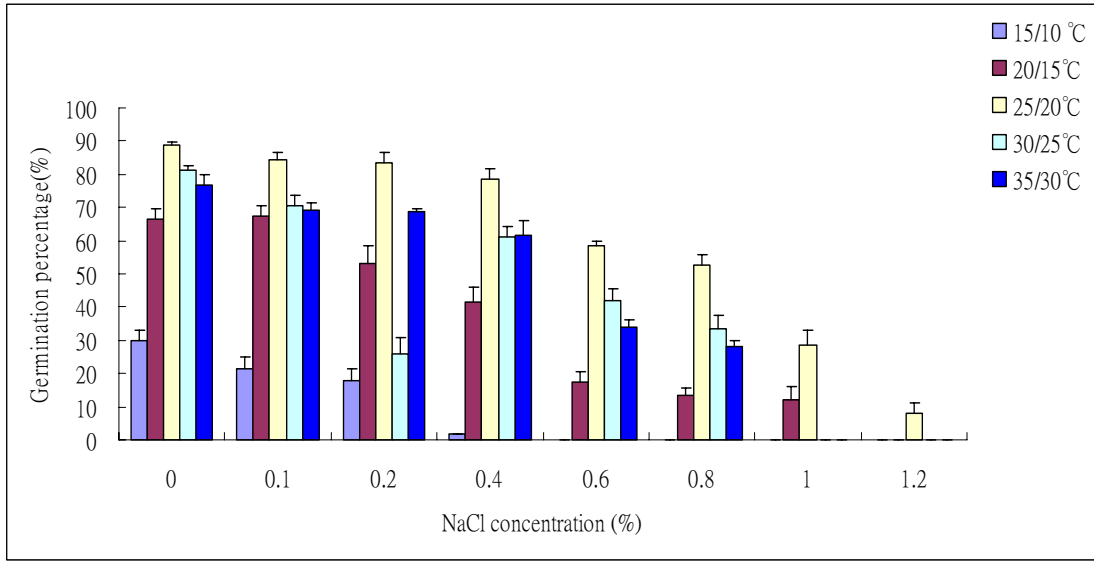


圖 4-11. 溫度與鹽分逆境對紫花霍香薊種子發芽率之影響。

Fig. 4-11. Effects of temperatures and different concentrations of NaCl on the germination percentages of *A. houstonianum*s. (Bars denote SE).

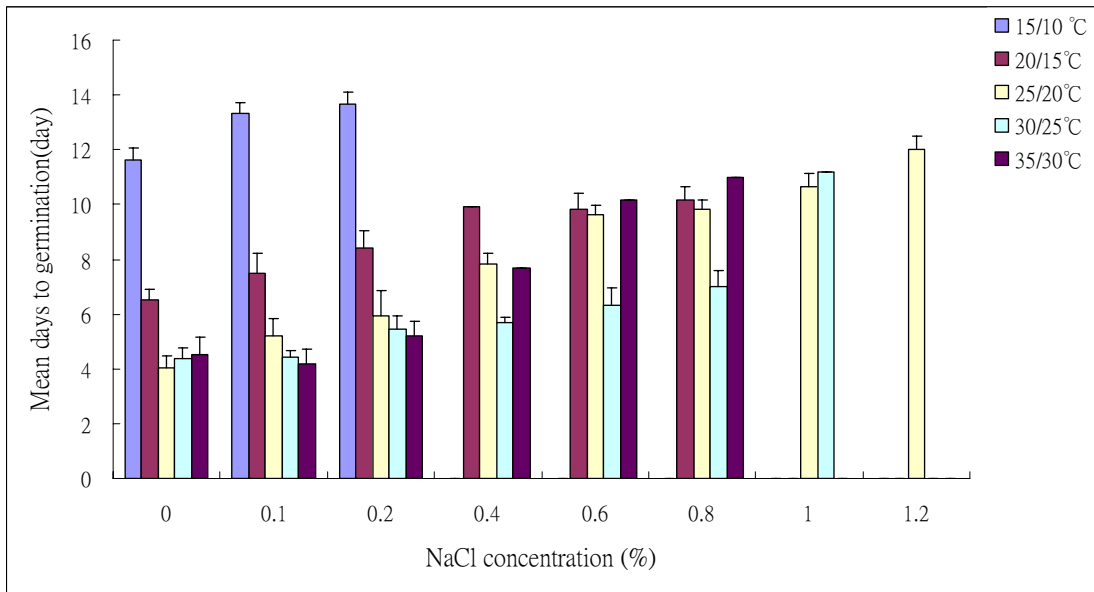


圖 4-12. 溫度與鹽分逆境對紫花霍香薊種子發芽日數之影響。

Fig. 4-12. Effects of temperatures and different concentrations of NaCl on the mean days to germination of *A. houstonianum*l. (Bars denote SE).

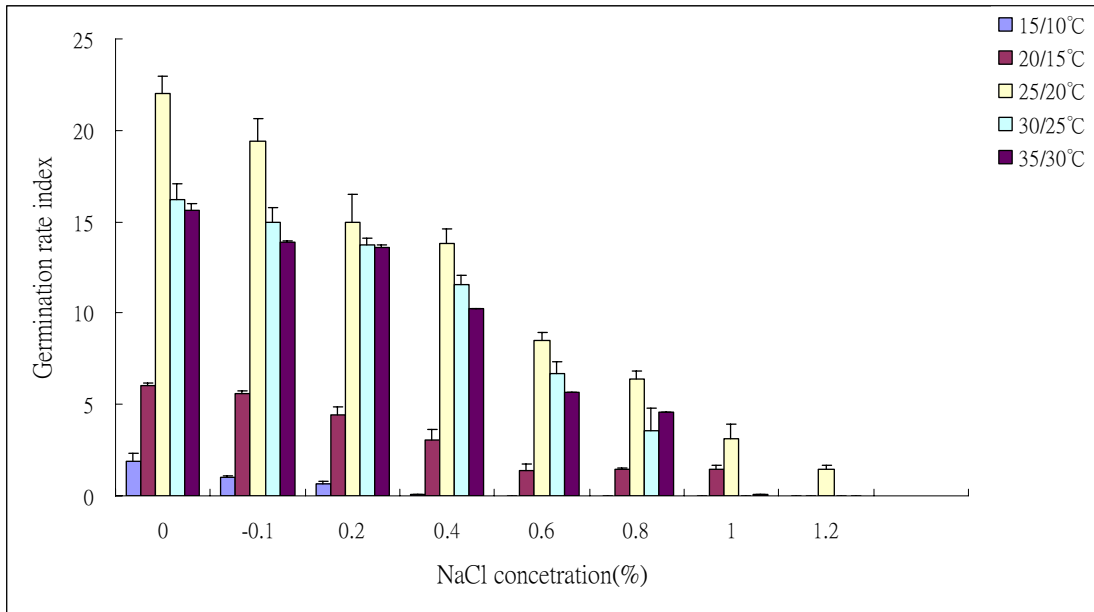


圖 4-13. 溫度與鹽分逆境對紫花霍香薊種子發芽速率指數之影響。  
 Fig. 4-13. Effects of temperatures and different concentrations of NaCl on the germination rate index of *A. houstonianum*. (Bars denote SE).

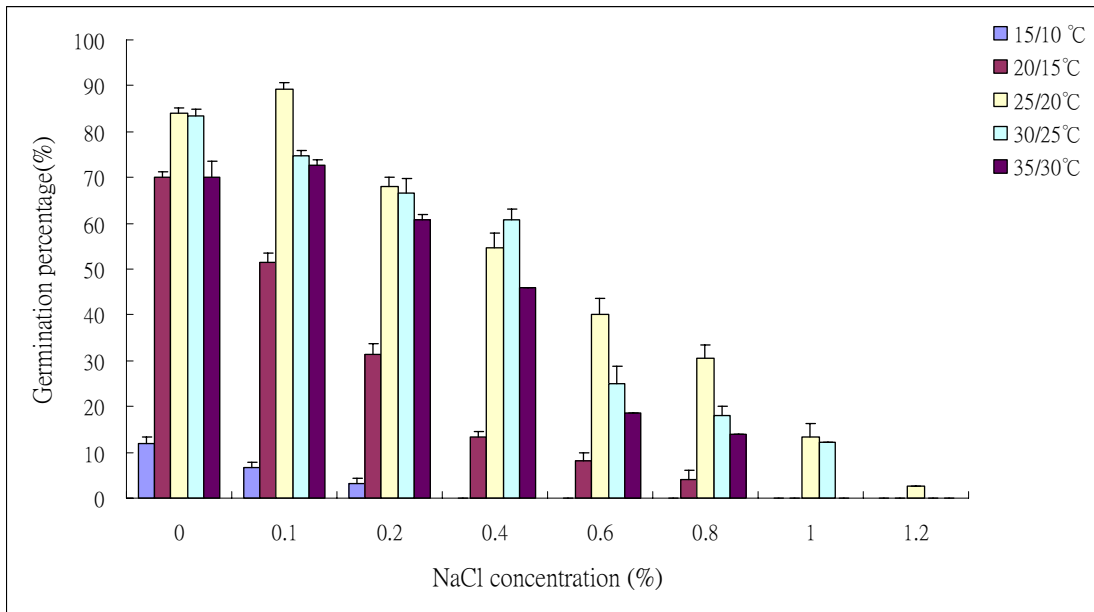


圖 4-14. 溫度與鹽分逆境對白花霍香薊種子發芽率之影響。  
 Fig. 4-14. Effects of temperatures and different concentrations of NaCl on the germination percentages of *A. conyzoides*. (Bars denote SE).

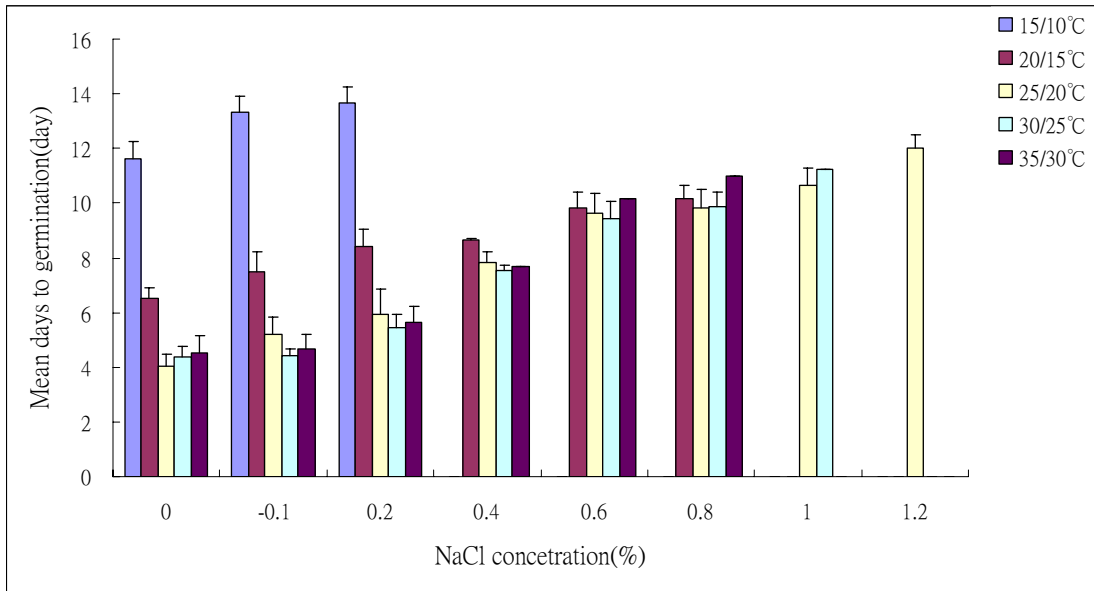


圖 4-15. 溫度與鹽分逆境對白花霍香薊種子發芽日數之影響。

Fig. 4-15. Effects of temperatures and different concentrations of NaCl on the mean days to germination of *A. conyzoides*. (Bars denote SE).

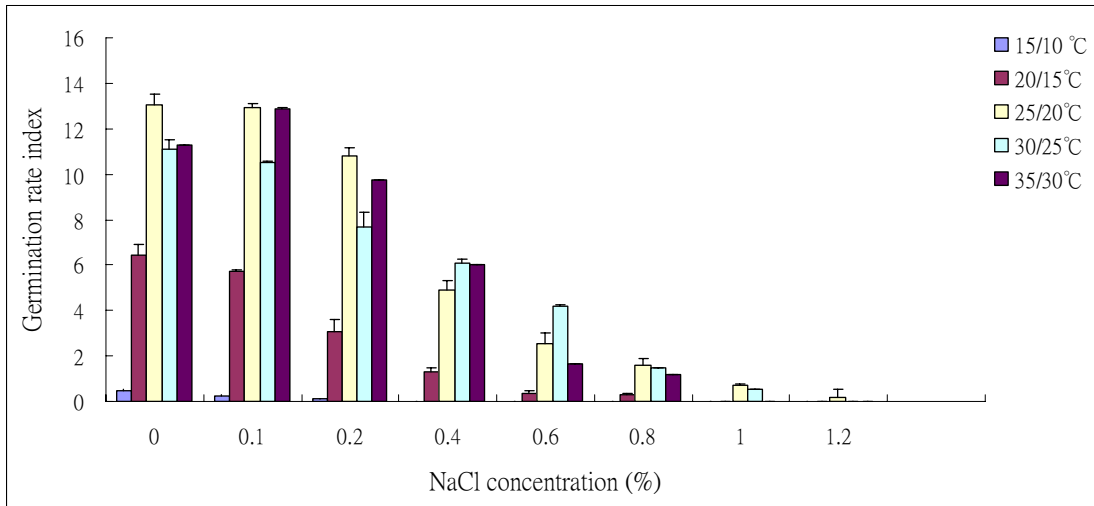


圖 4-16. 溫度與鹽分逆境對白花霍香薊種子發芽速率指數之影響。

Fig. 4-16. Effects of temperatures and different concentrations of NaCl on the germination rate index of *A. conyzoides*. (Bars denote SE).

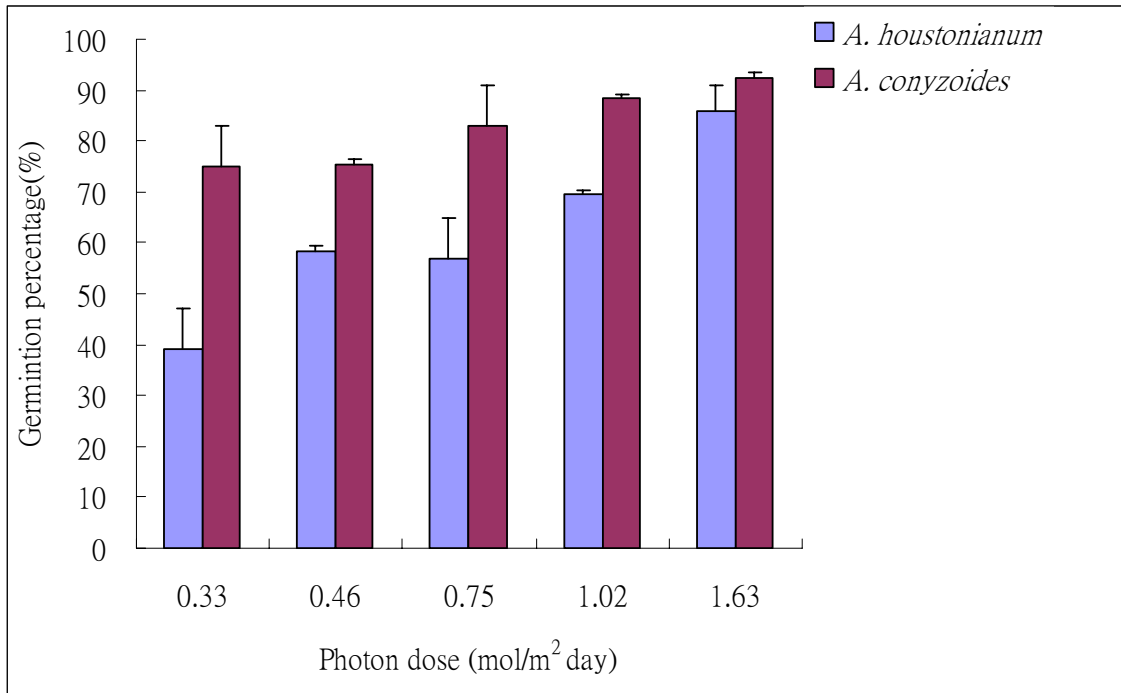


圖 4-17.光強對紫花與白花藿香薊種子發芽率之影響。

Fig. 4-17. Effects of light intensity on the germination percentages of *A. houstonianum* and *A. conyzoides*. (Bars denote SE).

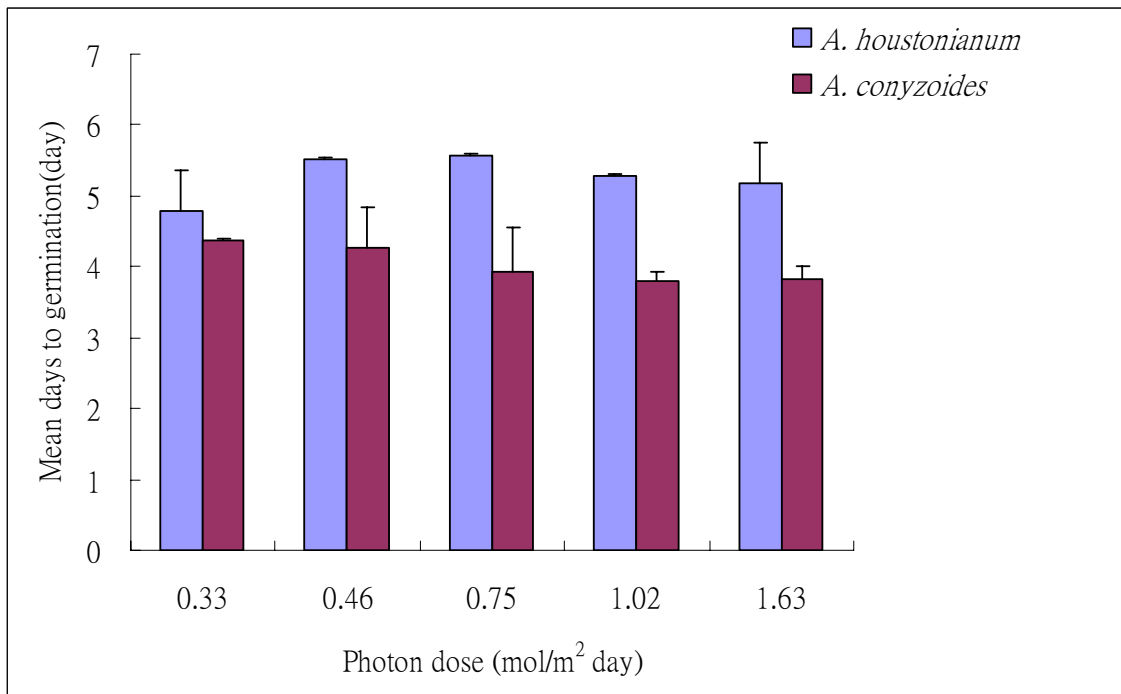


圖 4-18.光強對紫花與白花藿香薊種子發芽日數之影響。

Fig. 4-18. Effects of light intensity on the mean days to germination of *A. houstonianum* and *A. conyzoides*. (Bars denote SE).



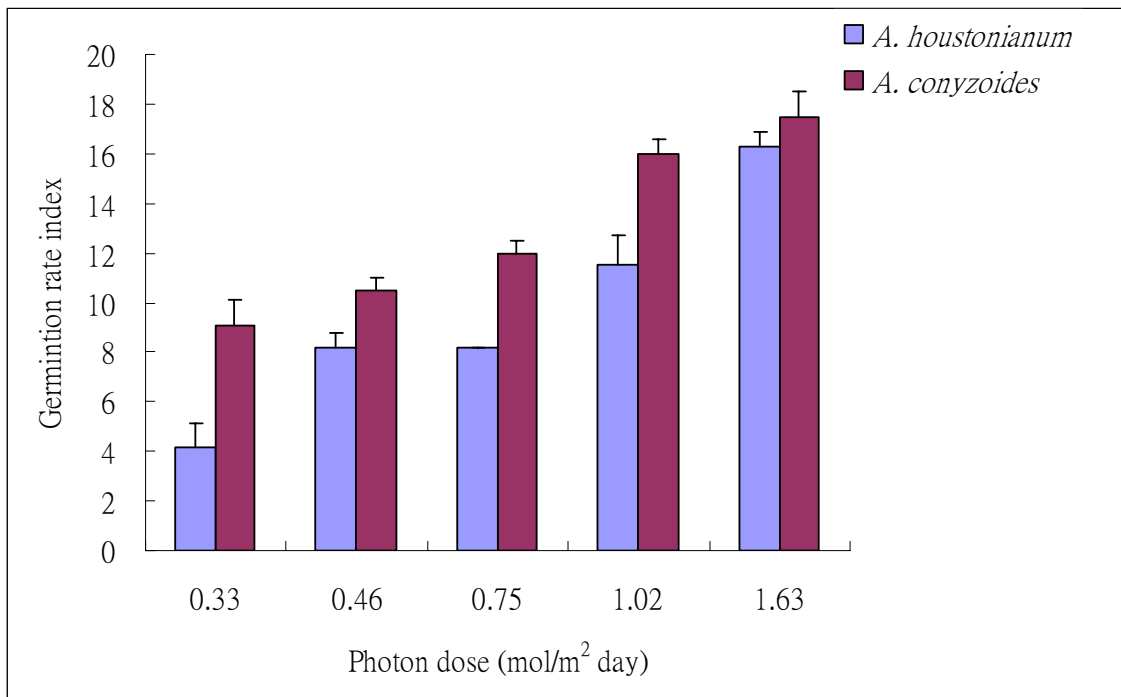


圖 4-19.光強對紫花與白花藿香薊種子發芽速率之影響。  
 Fig. 4-19. Effects of light intensity on the germination rate index of *A. houstonianum* and *A. conyzoides*. (Bars denote SE).

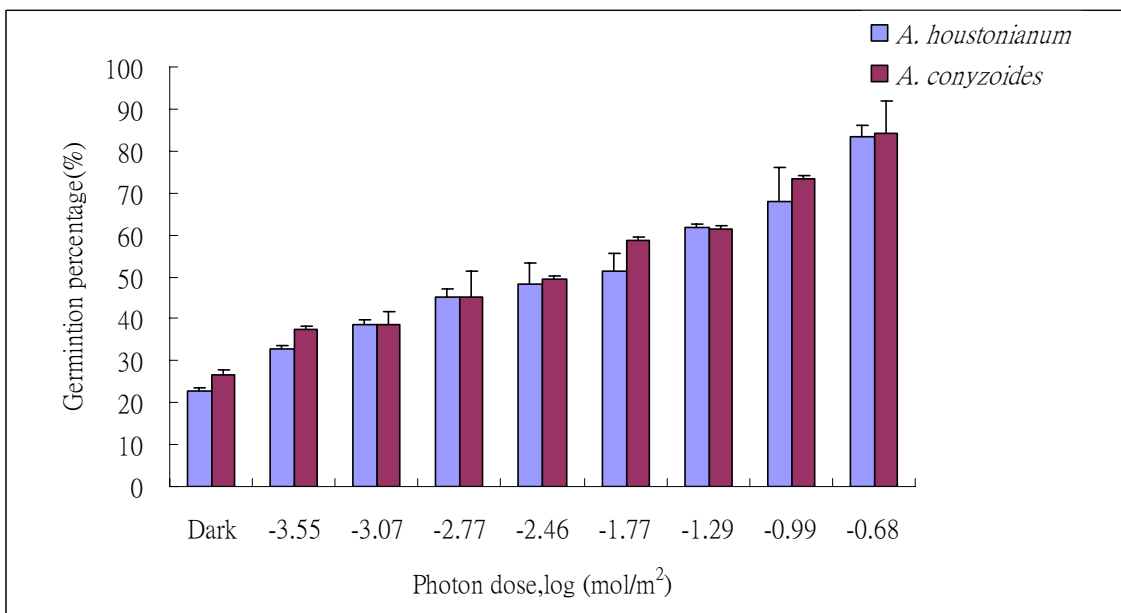


圖 4-20.照光長短對紫花與白花藿香薊種子發芽率之影響。  
 Fig. 4-20. Effects of illumination length as represented by photo dose on the germination percentages of *A. houstonianum* and *A. conyzoides*. (Bars denote SE).

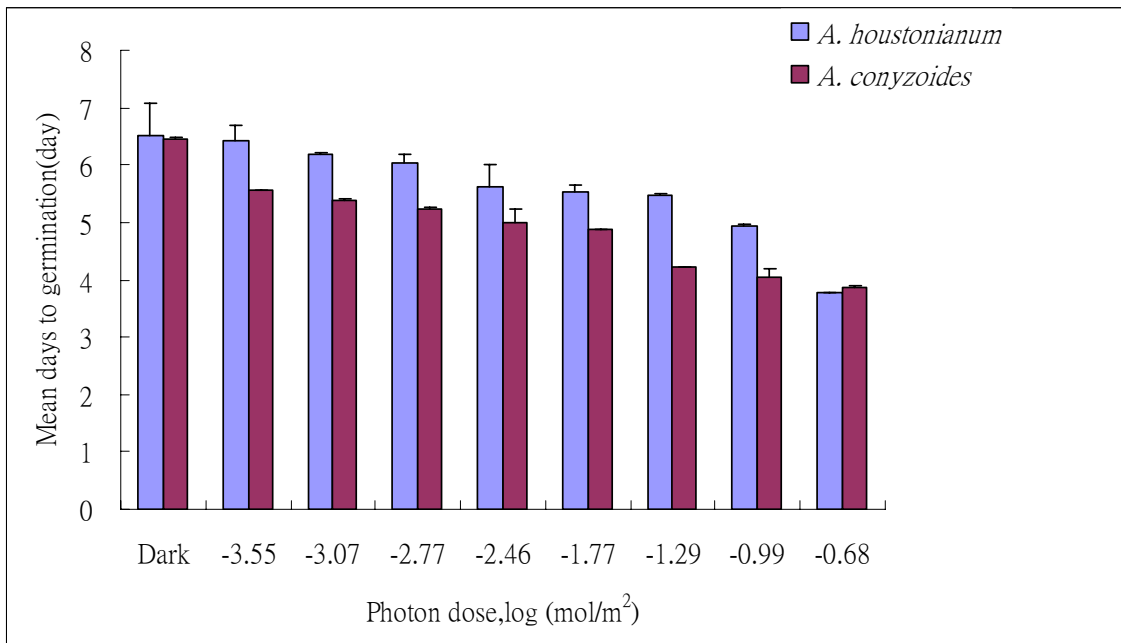


圖 4-21.照光長短對紫花與白花藿香薊種子發芽日數之影響。

Fig. 4-21. Effects of illumination length as represented by photo dose on the mean days to germination of *A. houstonianum* and *A. conyzoides*. (Bars denote SE).

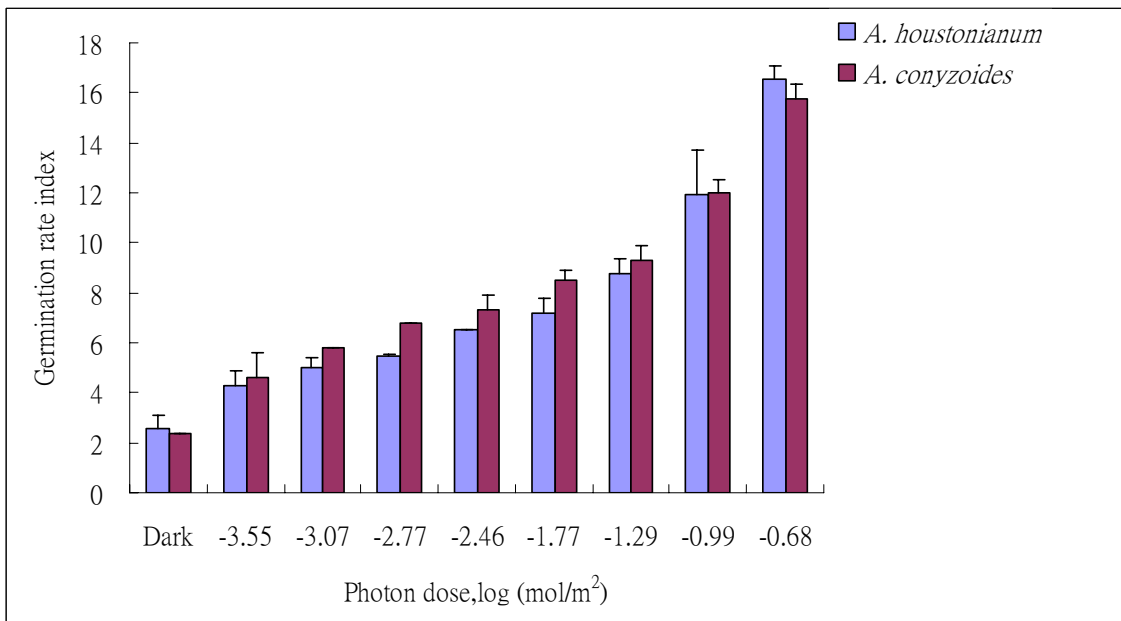


圖 4-22.照光長短對紫花與白花藿香薊種子發芽速率之影響。

Fig. 4-22. Effects of illumination length as represented by photo dose on the germination rate index of *A. houstonianum* and *A. conyzoides*. (Bars denote SE).

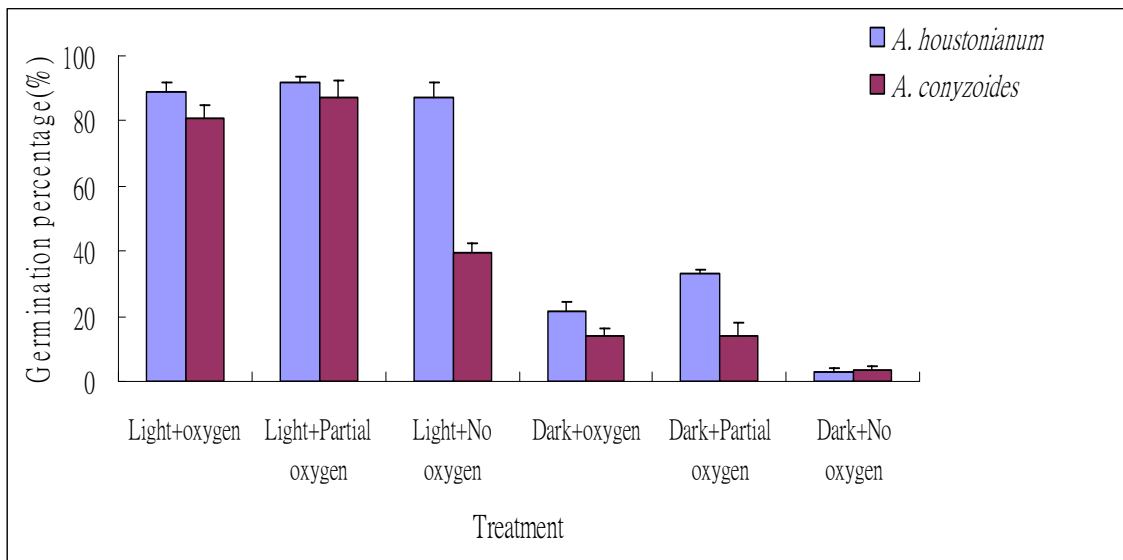


圖 4-23.光與氧氣對紫花與白花藿香薊種子發芽率之影響。  
 Fig. 4-23. Effects of oxygen and light on the germination percentages of *A. houstonianum* and *A. conyzoides*. (Bars denote SE).

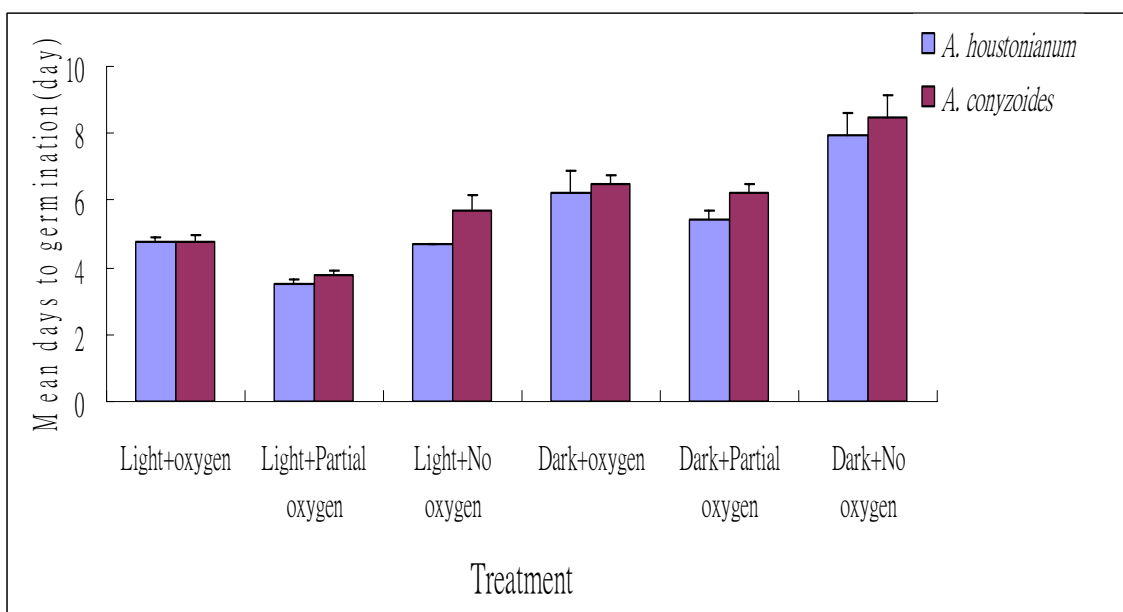


圖 4-24.光與氧氣對紫花與白花藿香薊種子發芽日數之影響。  
 Fig. 4-24. Effects of oxygen and light on the mean days to germination of *A. houstonianum* and *A. conyzoides*. (Bars denote SE).

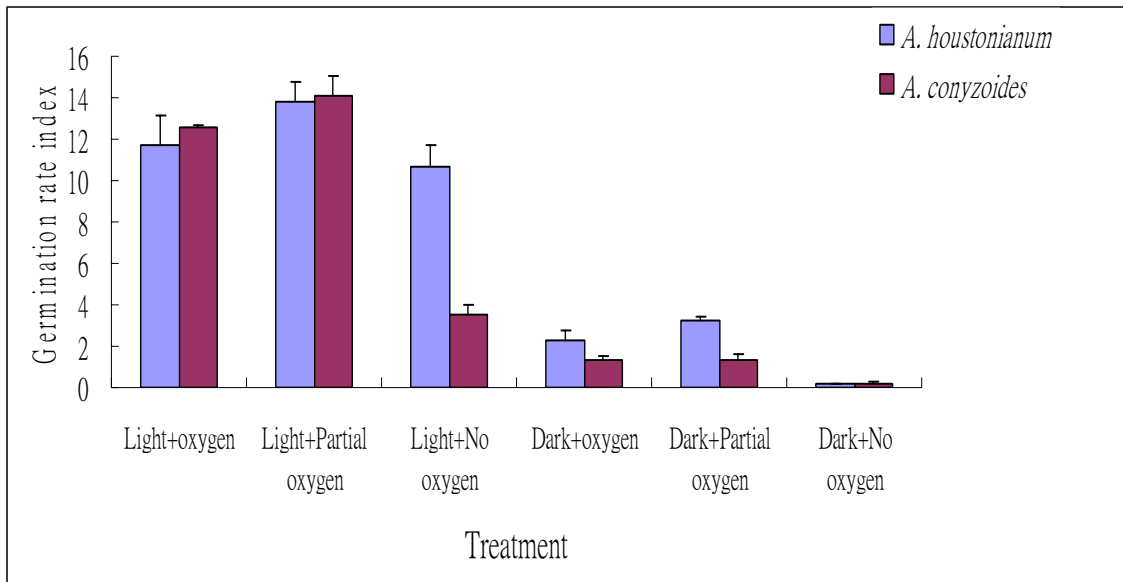


圖 4-25. 氧氣與光照對紫花與白花藿香薊種子發芽速率之影響。  
 Fig. 4-25. Effects of oxygen and light on the germination rate index of *A. houstonianum* and *A. conyzoides*. (Bars denote SE).

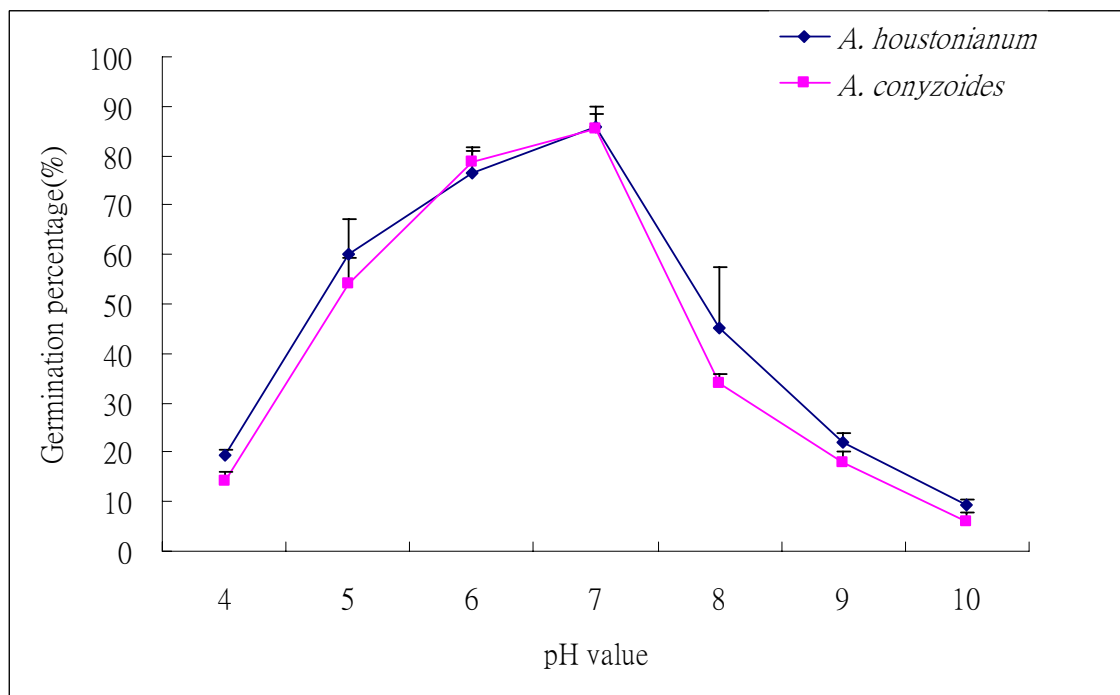


圖 4-26. pH 值對紫花與白花藿香薊種子發芽率之影響。  
 Fig. 4-26. Effects of pH values on the germination percentages of *A. houstonianum* and *A. conyzoides*. (Bars denote SE).

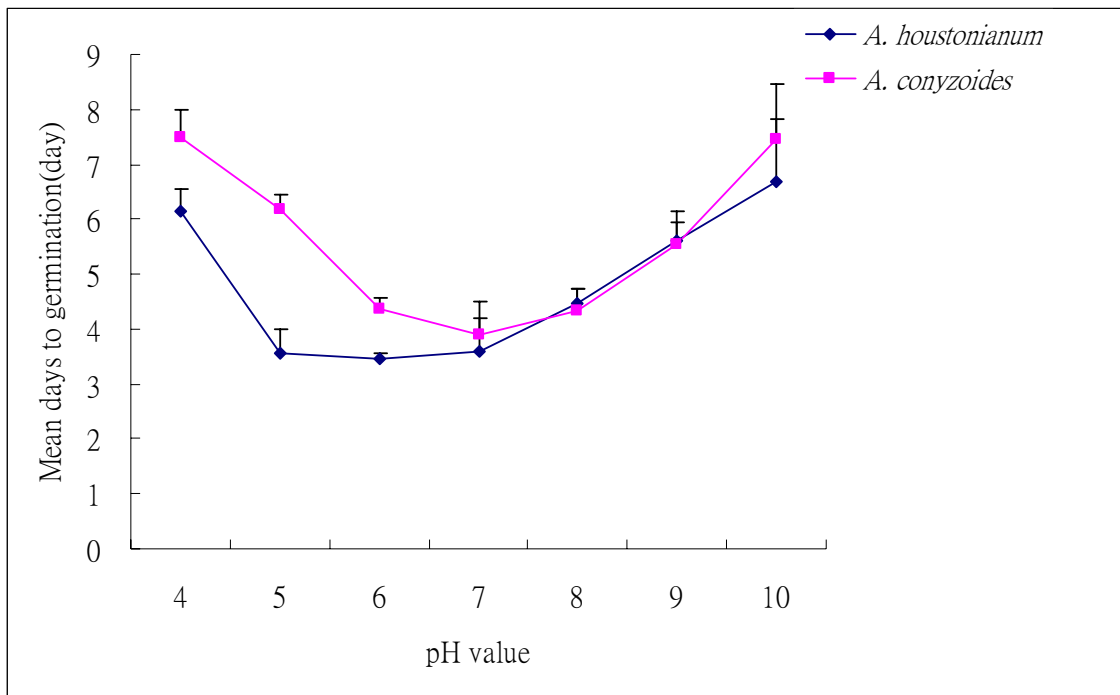


圖 4-27. pH 值對紫花與白花藿香薊種子發芽日數之影響。  
 Fig. 4-27. Effects of pH values on the mean days to germination of *A. houstonianum* and *A. conyzoides*. (Bars denote SE).

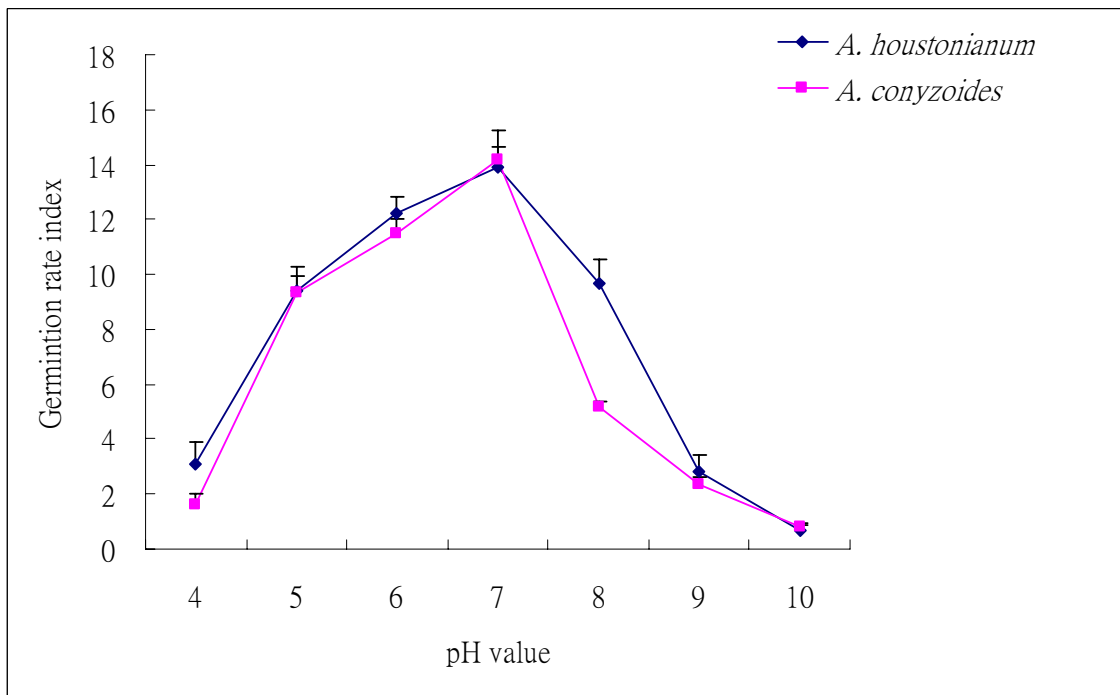


圖 4-28. pH 值對紫花與白花藿香薊種子發芽速率之影響。  
 Fig. 4-28. Effects of pH values on the germination rate index of *A. houstonianum* and *A. conyzoides*. (Bars denote SE).

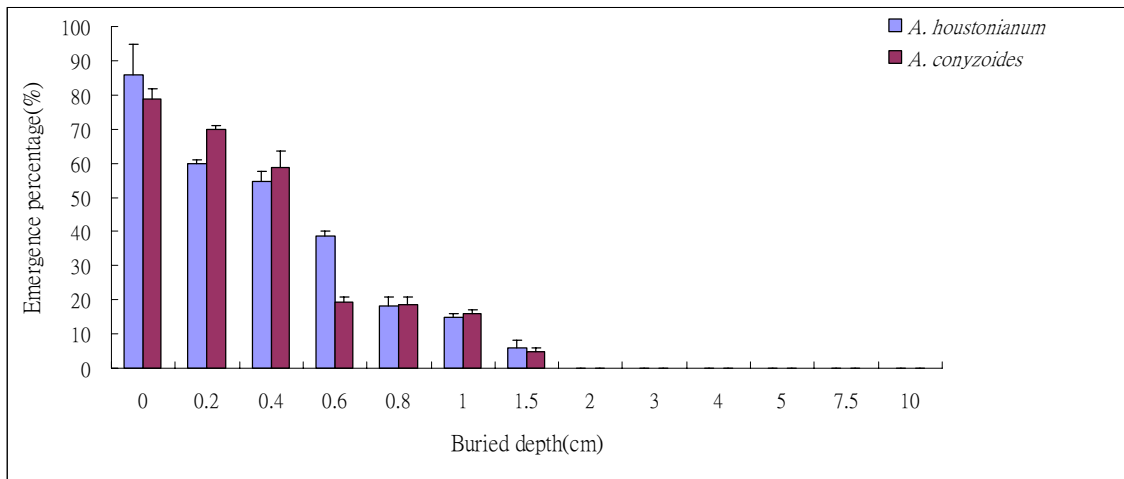


圖 4-29. 埋土深度對紫花與白花藿香薊種子出土率之影響。

Fig. 4-29. Effects of buried depth on the emergence percentages of the seeds of *A. houstonianum* and *A. conyzoides*. (Bars denote SE).

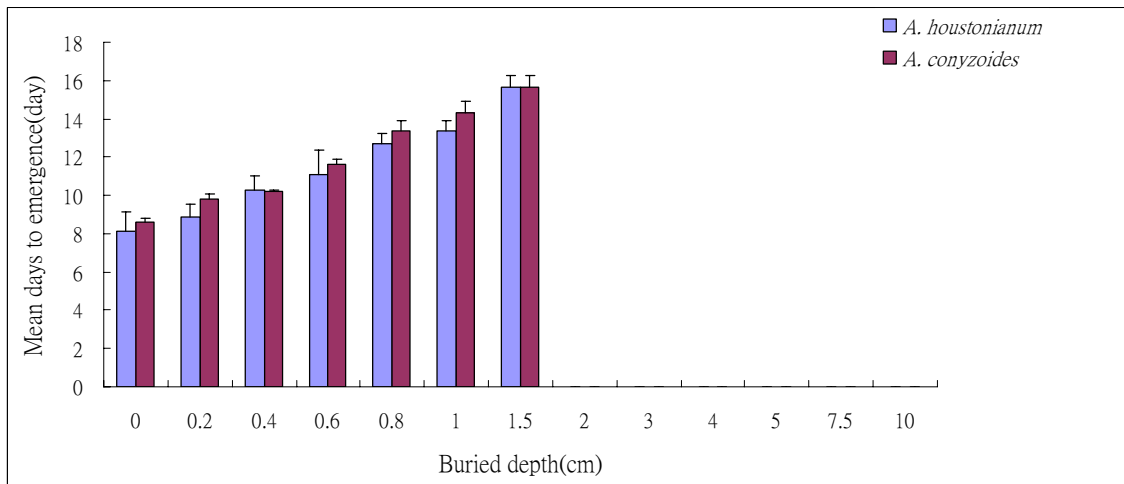


圖 4-30. 埋土深度對紫花與白花藿香薊種子出土日數之影響。

Fig. 4-30. Effects of buried depth on the mean days to emergence of the seeds of *A. houstonianum* and *A. conyzoides*. (Bars denote SE).

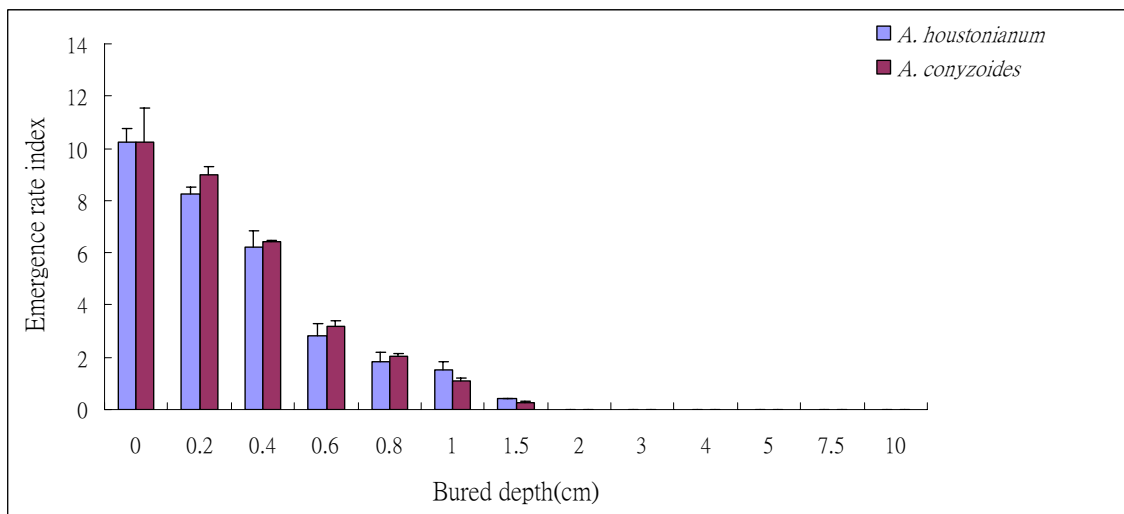


圖 4-31. 埋土深度對紫花與白花藿香薊種子出土速率指數之影響。

Fig. 4-31. Effects of buried depth on the emergence rate index of the seeds of *A. houstonianum* and *A. conyzoides*. (Bars denote SE).

表 4-1.埋土深度對紫花藿香薊種子出土率與未出土種子活力之影響

Table 4-1. Effects of burial depth on the emergence and viability of the seeds of *A. houstonianum*

Buried depth (cm)	Emergence* (%)	Germination** (%)	Dead seeds*** (%)
0.0	86a	7g	7e
0.2	60b	29f	11cde
0.4	55c	34f	11cde
0.6	35d	53e	12cde
0.8	18e	66d	16bcd
1.0	15e	69d	16bcd
1.5	6f	78bcd	16bcd
2.0	0g	85a	15bcd
3.0	0g	85a	15bcd
4.0	0g	83ab	17abc
5.0	0g	83abc	17abc
7.5	0g	81abc	19ab
10.0	0g	79bc	21a

\*: Emerged seedlings were counted and removed duration the 30 days burial experiment.

\*\* : Results of germination test of those un-germinated seeds covered at the end of the 30 day burial experiment.

\*\*\*: Rotted seeds that failed to germinate in the above germination test.

表 4-2.埋土深度對白花藿香薊種子出土率與未出土種子活力之影響

Table 4-2. Effects of burial depth on the emergence and viability of the seeds of *A. conyzoides*

Buried depth (cm)	Emergence* (%)	Germination** (%)	Dead seeds*** (%)
0.0	79a	16f	5f
0.2	70b	19f	11ef
0.4	59c	27e	14cde
0.6	36d	51d	13de
0.8	19e	66c	15bcde
1.0	16e	67c	17bcde
1.5	5f	81a	14cde
2.0	0g	79ab	21abc
3.0	0g	81a	19abcd
4.0	0g	76ab	24a
5.0	0g	79ab	21ab
7.5	0g	75b	25a
10.0	0g	78ab	22ab

\*, \*\*, \*\*\*: Legends as in Table 4.1



表 4-3.溫度與埋土深度對紫花藿香薷種子發芽率、平均發芽日數、發芽速率指數影響

Table 4-3. Effects of burial depth on the percentage germination, mean days to germination and germination rate index of the seeds of *A. houstonianum* at different temperature

	Temperature	Buried depth(cm)				
		0.0	0.5	1.0	1.5	2.0
Germination percentage(%)	15/10°C	15a	7b	3bc	0c	0c
	20/15°C	43a	31b	29b	13c	0d
	25/20°C	68a	57b	25c	14d	8d
	30/25°C	73a	55b	19c	15c	0d
Mean days to germination(day)	15/10°C	17.0c	21.8b	24.0a	0.0d	0.0d
	20/15°C	13.2c	14.2bc	16.4b	19.9a	0.0d
	25/20°C	10.0c	10.4bc	11.3b	14.3a	15.3a
	30/25°C	8.5b	9.0b	9.2b	10.7a	0.0c
Germination rate Index	15/10°C	0.46a	0.18b	0.07bc	0.00c	0.00c
	20/15°C	1.80a	1.23b	1.18b	0.54c	0.00d
	25/20°C	4.48a	3.49b	1.79c	0.72d	0.55d
	30/25°C	7.15a	5.96b	1.57c	0.78d	0.00e

Mean followed by the same letter in the same column are not significantly different at 5% level.

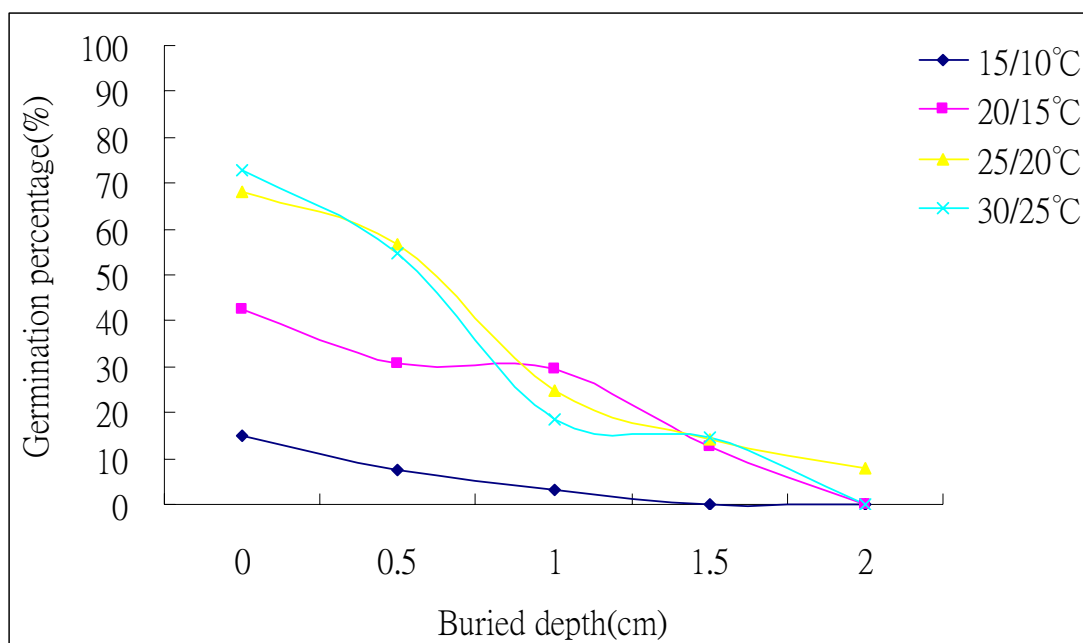


圖 4-32.不同溫度在埋土深度下對紫花藿香薷種子發芽率之影響。

Fig. 4-32. Effects of buried depth on the germination percentages of *A. houstonianum*. (LSD<sub>0.05</sub>=7%)

表 4-4.溫度與埋土深度對白花藿香薊種子發芽率、平均發芽日數、發芽速率指數影響  
 Table 4-4. Effects of burial depth on the percentage germination, mean days to germination and germination rate index of the seeds of *A. conyzoides* at different temperature

	Temperature	Buried depth(cm)				
		0.0	0.5	1.0	1.5	2.0
Germination percentage(%)	15/10°C	8a	4a	0a	0a	0a
	20/15°C	37a	22b	11c	2d	0e
	25/20°C	70a	61b	33c	10c	0d
	30/25°C	65a	59a	33b	17c	8d
Mean days to germination(day)	15/10°C	18.6a	21.3a	0a	0a	0a
	20/15°C	17.15b	18.64a	19.67a	0.00c	0.00c
	25/20°C	12.07d	13.80c	16.83b	18.67a	0.00e
	30/25°C	11.64c	11.73c	13.60c	16.51b	20.85a
Germination rate Index	15/10°C	0.31a	0.1a	0.0a	0.0a	0.0a
	20/15°C	1.4a	0.8b	0.2c	0.0d	0.0d
	25/20°C	4.6a	3.6b	1.1c	0.1d	0.0d
	30/25°C	5.6a	4.3b	1.8c	0.5d	0.2d

Mean followed by with the same letter in the same column are not significantly different at 5% level.

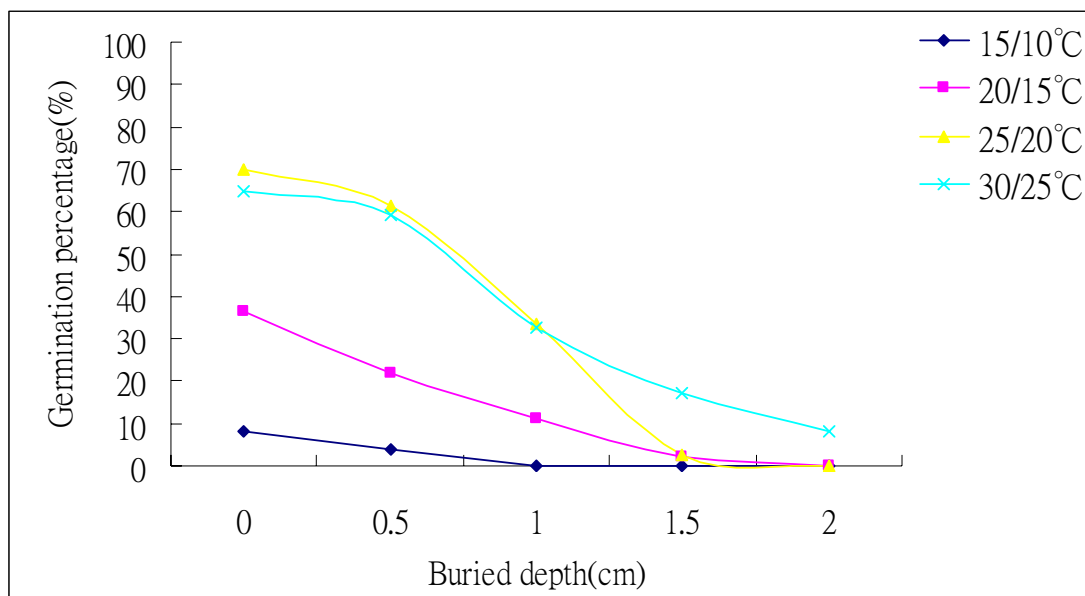
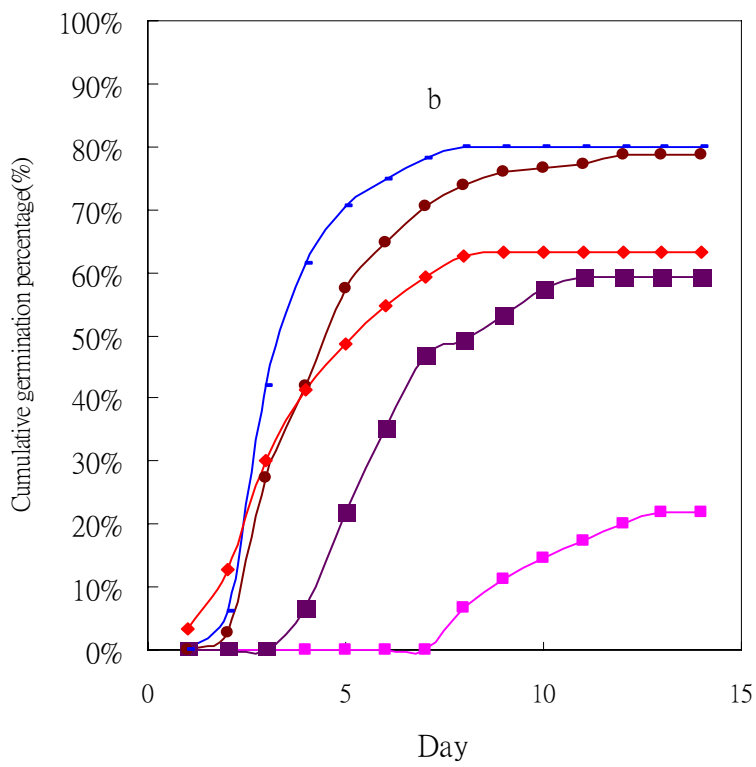
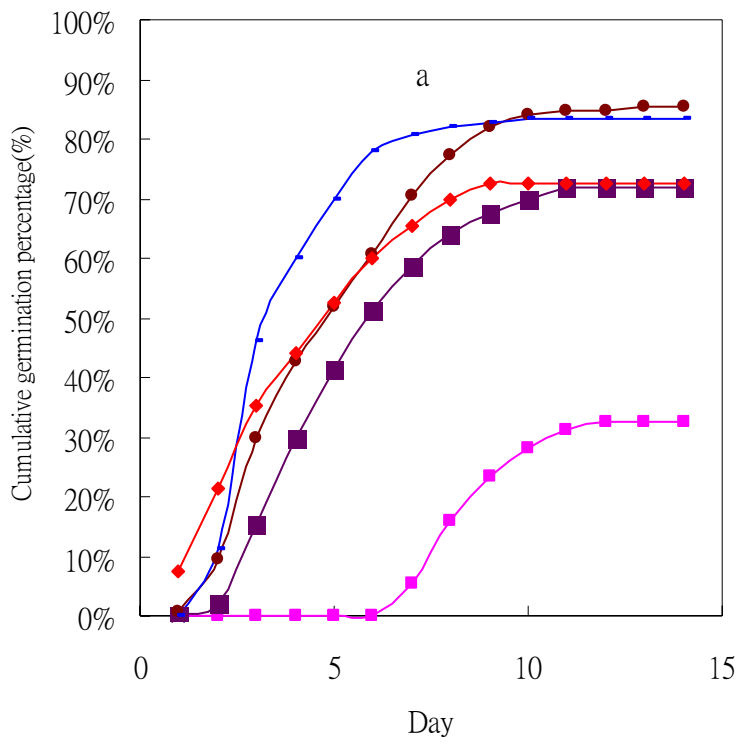
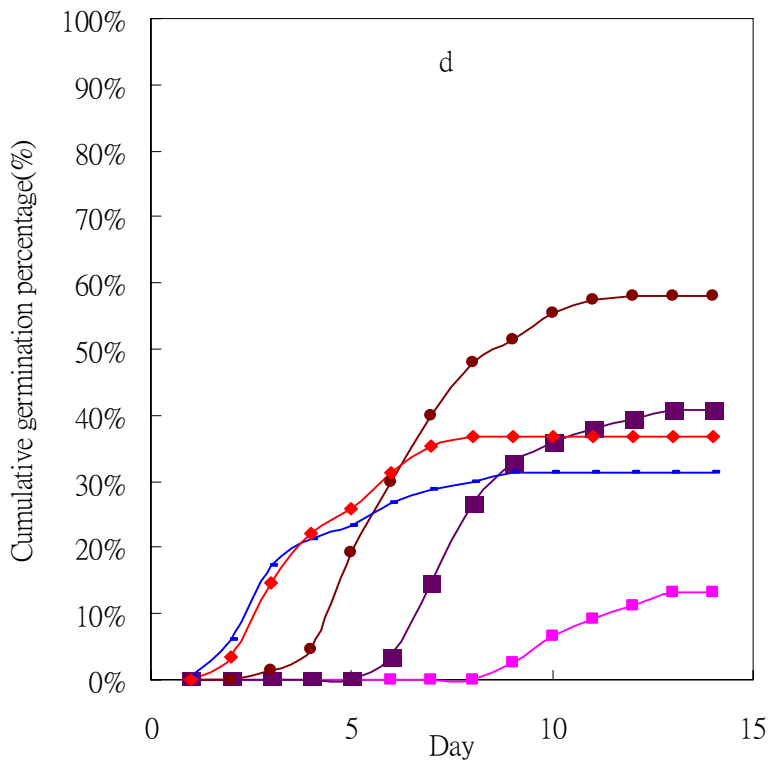
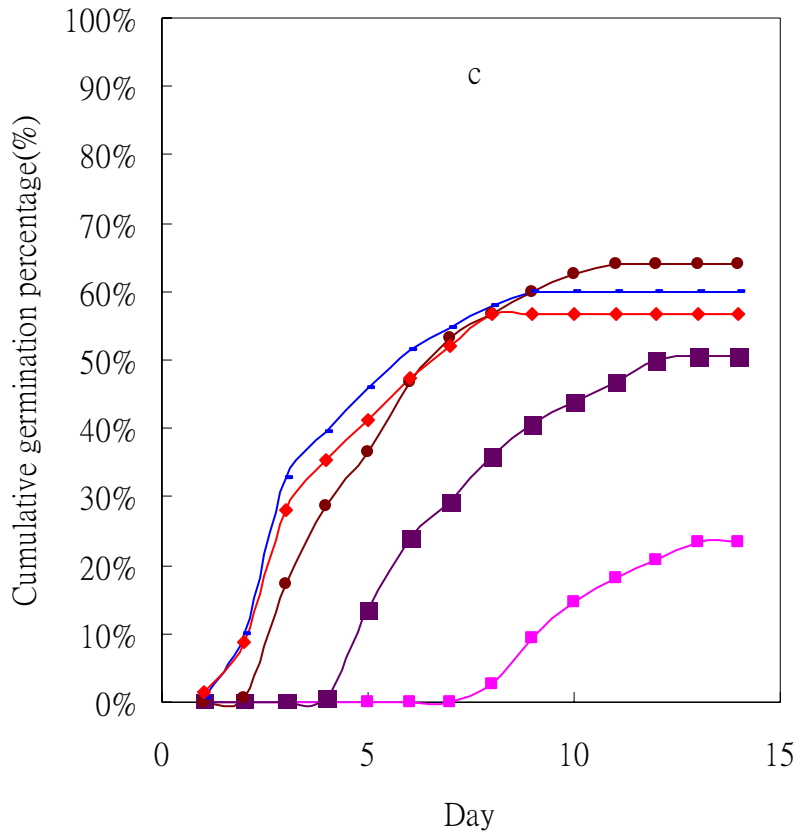


圖 4-33.不同溫度在埋土深度下對白花藿香薊種子發芽率之影響。(LSD<sub>0.05</sub>=8%)  
 Fig. 4-33. Effects of buried depth on the germination percentages of *A. conyzoides*. (LSD<sub>0.05</sub>=8%).





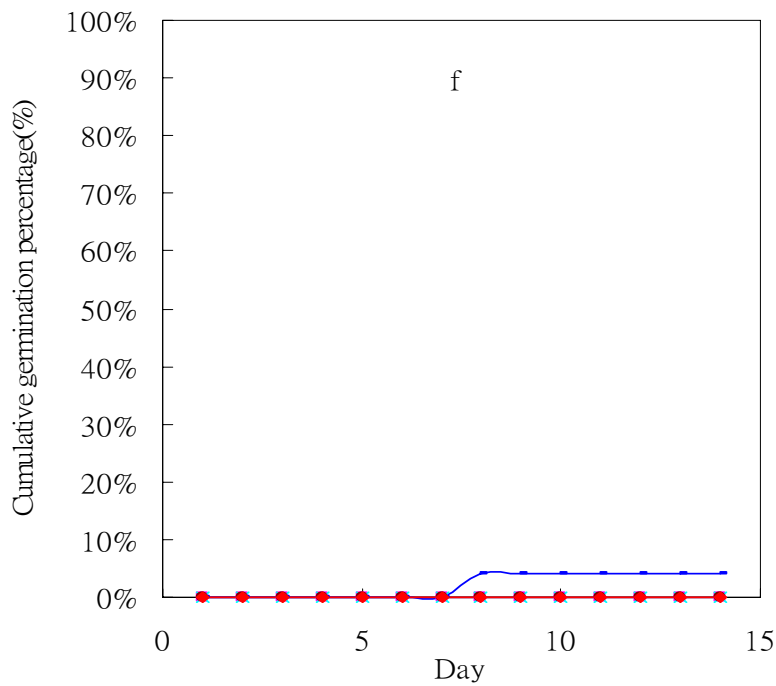
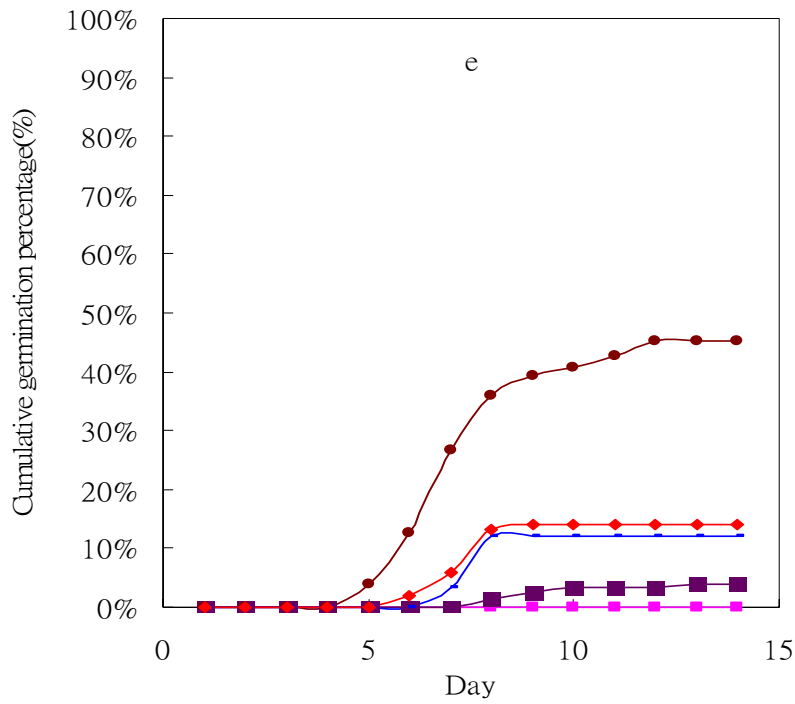


圖 4-34. 紫花藿香薊種子在各水勢、溫度下的累積發芽率。

(a) 0 MPa (b) -0.1 MPa (c) -0.2 MPa (d) -0.4 MPa (e) -0.6 MPa (f) -0.8 Mpa  
 (■ 15/10°C、× 20/15°C、● 25/20°C、- 30/25°C、◆ 35/30°C)

Fig. 4-34. Effects of water potentials and temperatures on the cumulative germination percentages of *A. houstonianum*.

(a) 0 MPa (b) -0.1 MPa (c) -0.2 Mpa (d) -0.4 MPa (e) -0.6 MPa (f) -0.8 MPa  
 (■ 15/10°C、× 20/15°C、● 25/20°C、- 30/25°C、◆ 35/30°C)

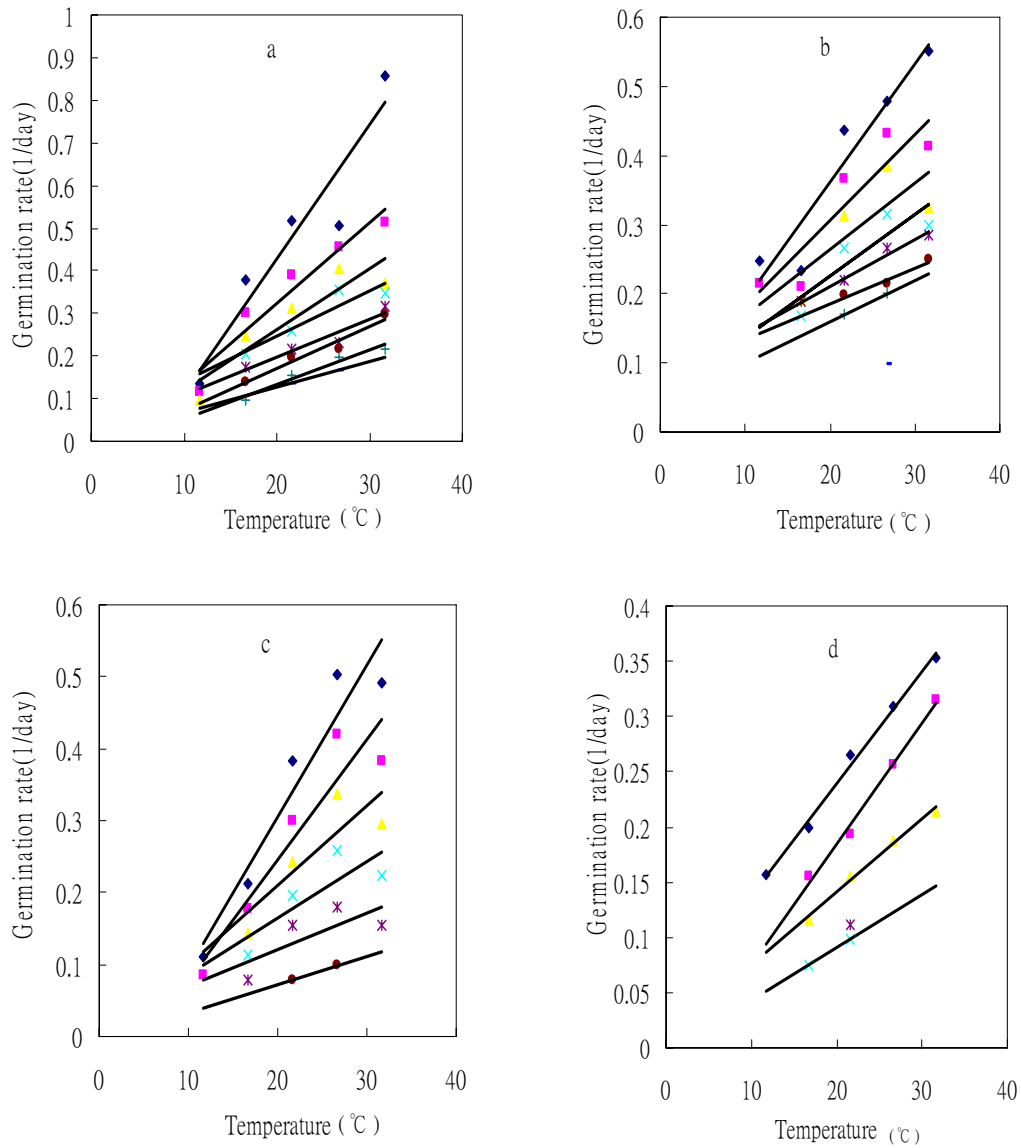


圖 4-35.紫花藿香薷種子在不同水勢下不同發芽累積百分比發芽速率。

( a ) 0.0 MPa ( b ) -0.1 MPa ( c ) -0.2 Mpa ( d ) -0.4Mpa 。

(◆ 10%、■ 20%、▲ 30%、× 40%、\* 50%、● 60%、+ 70%、- 80%)

Fig. 4-35. Effects of different water potentials on the germination rate of *A. houstonianum*.

( a ) 0.0 Mpa ( b ) -0.1 MPa ( c ) -0.2 Mpa ( d ) -0.4Mpa 。

(◆ 10%、■ 20%、▲ 30%、× 40%、\* 50%、● 60%、+ 70%、- 80%)

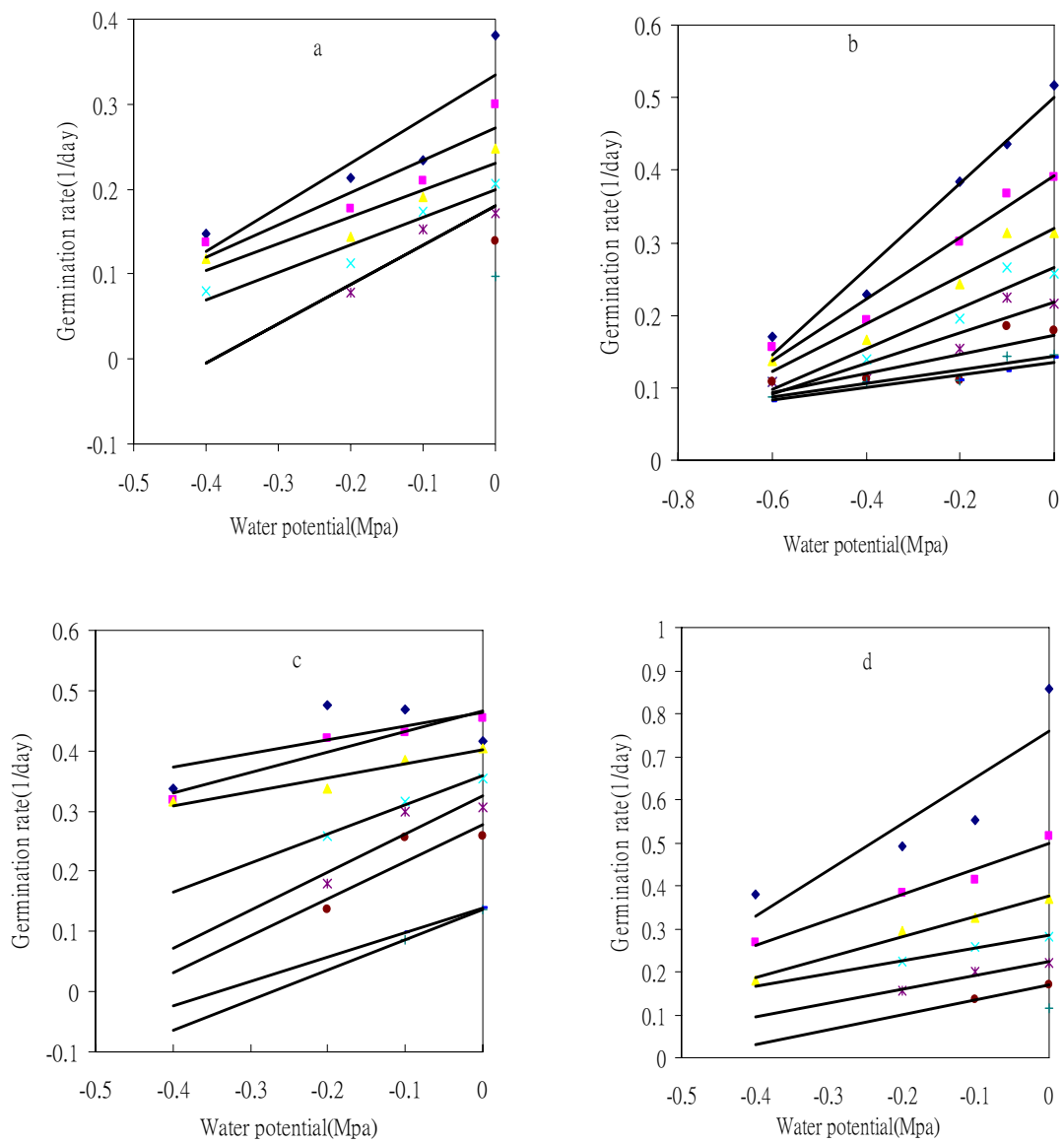


圖 4-36. 紫花藿香薊種子在不同溫度下不同發芽累積百分比發芽速率。

(a) 16.67<sup>0</sup>C (b) 21.67<sup>0</sup>C (c) 26.67<sup>0</sup>C (d) 31.67<sup>0</sup>C

(◆ 10%、■ 20%、▲ 30%、× 40%、\* 50%、● 60%、+ 70%、- 80%)

Fig. 4-36. Effects of different temperature on the germination rate of *A. houstonianum*.

(a) 16.67<sup>0</sup>C (b) 21.67<sup>0</sup>C (c) 26.67<sup>0</sup>C (d) 31.67<sup>0</sup>C

(◆ 10%、■ 20%、▲ 30%、× 40%、\* 50%、● 60%、+ 70%、- 80%)

表 4-5. 以 Weibull 函數分析紫花藿香薊種子在各水勢下，不同累積發芽百分比下之估算基礎溫度( $T_b$ , °C)

Table 4-5. Estimated base temperature( $T_b$ , °C) for different germination percentiles of the seeds of *A. houstonianum* under various water potential as calculated using Weibull function

Cumulative percentage (%)	water potential (Mpa)			
	0	-0.1	-0.2	-0.4
10	6.46	1.11	5.57	3.74
20	2.92	4.82	5.34	3.00
30	3.14	10.81	1.07	1.38
40	3.61	5.64	0.76	0.98*
50	2.66	6.17	3.47	—
60	2.71	5.20	1.73*	—
70	3.19	6.63*	—	—
80	0.90*	—	—	—

— : Not available

\* : Two observations only.

表 4-6. 以 Weibull 函數分析紫花藿香薊種子在各溫度下，不同累積發芽百分比下之估算基礎水勢( $\Psi_b$ , MPa)

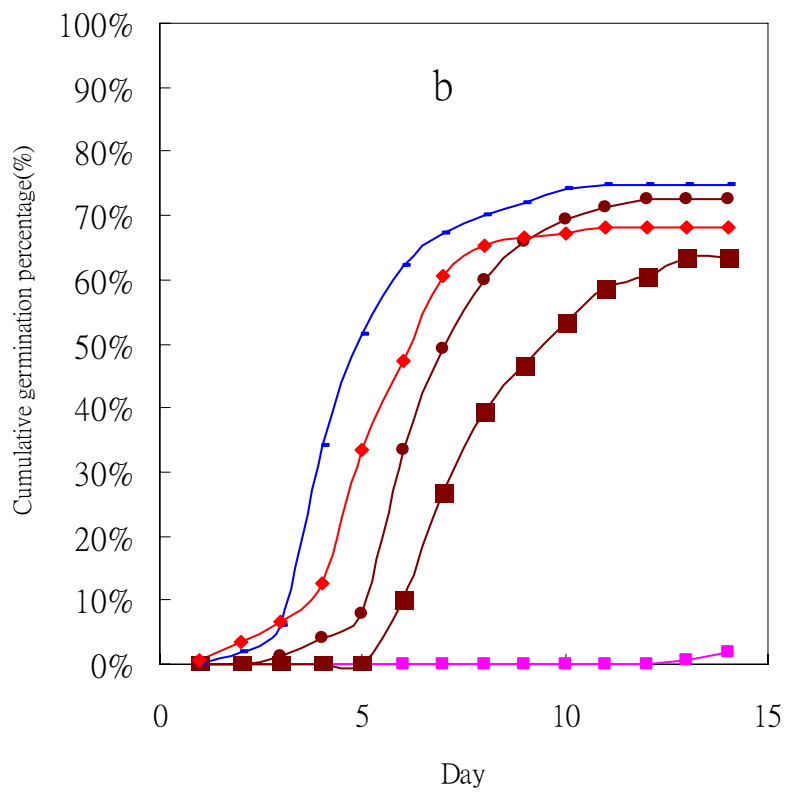
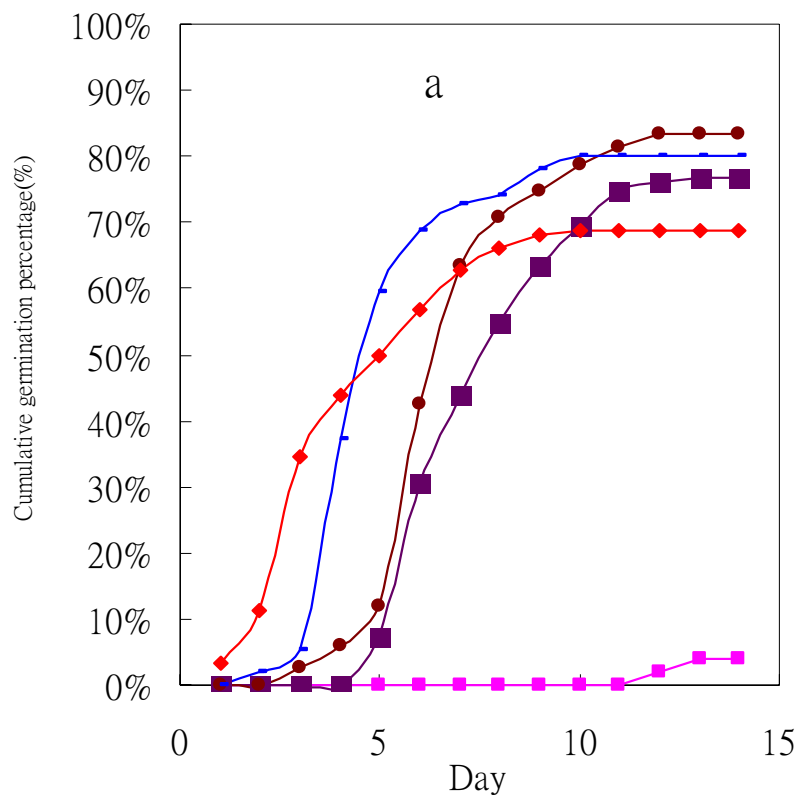
Table 4-6 . Estimated base water potential( $\Psi_b$ , MPa) for different germination percentiles of the seeds of *A. houstonianum* under various temperature as calculated using Weibull function

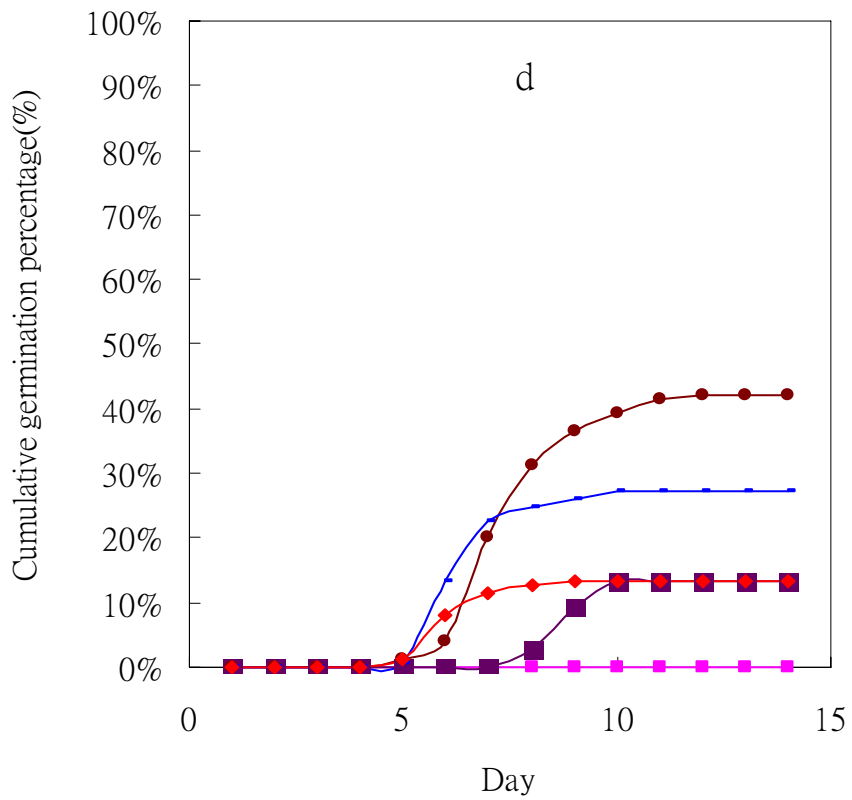
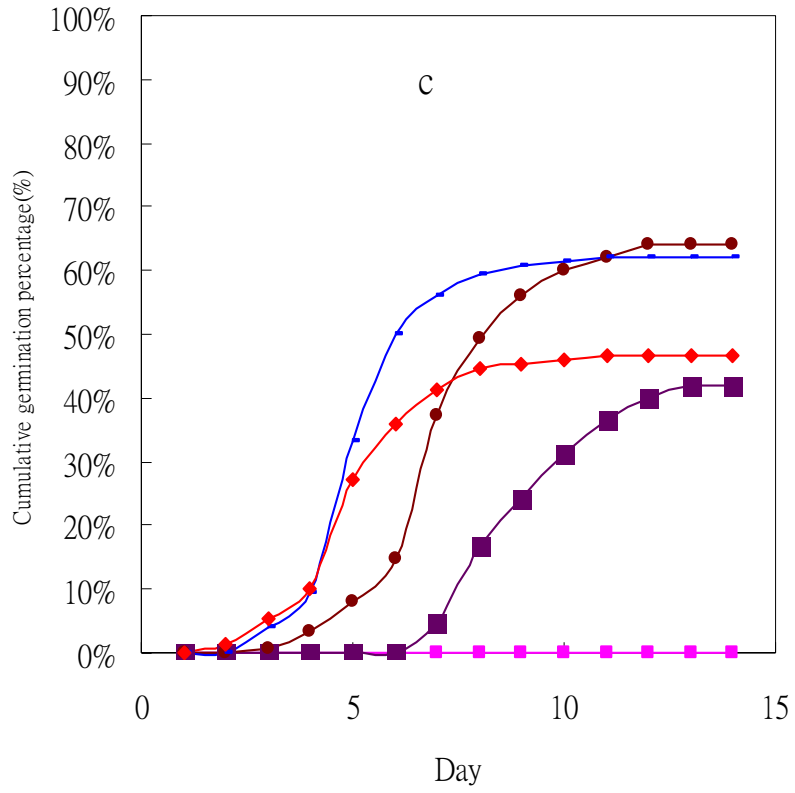
Cumulative percentage (%)	Temperature, °C			
	16.67	21.67	26.67	31.67
10	-0.64	-0.85	-2.01	-0.71
20	-0.72	-0.93	-1.36	-0.84
30	-0.73	-0.97	-1.76	-0.80
40	-0.62	-0.95	-0.74	-0.97
50	-0.39	-1.03	-0.52	-0.68
60	—	-1.32	-0.45	-0.48*
70	—	-1.5	-0.27*	—
80	—	-1.53	-0.34*	—

— : Not available

\* : Two observations only.







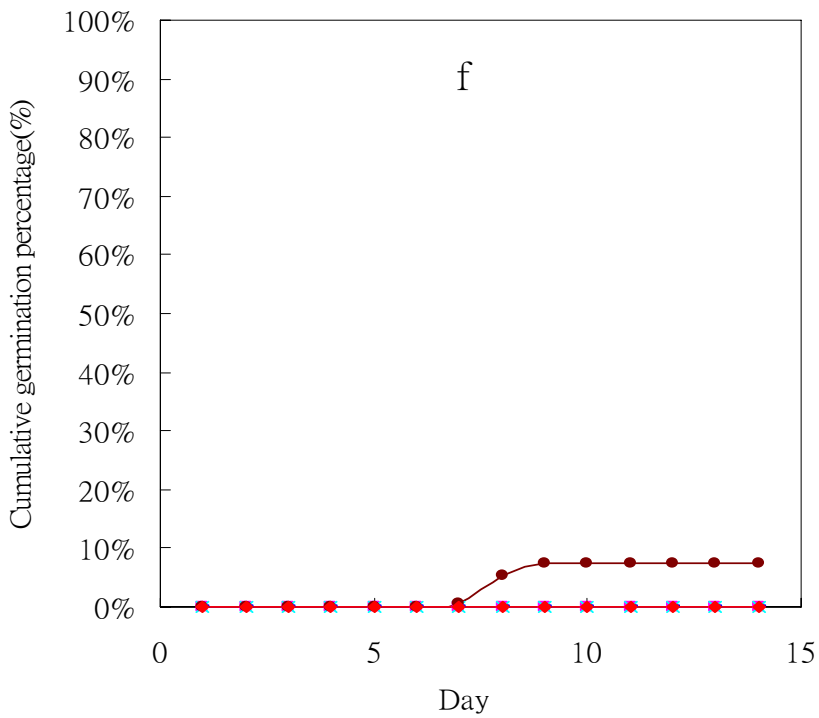
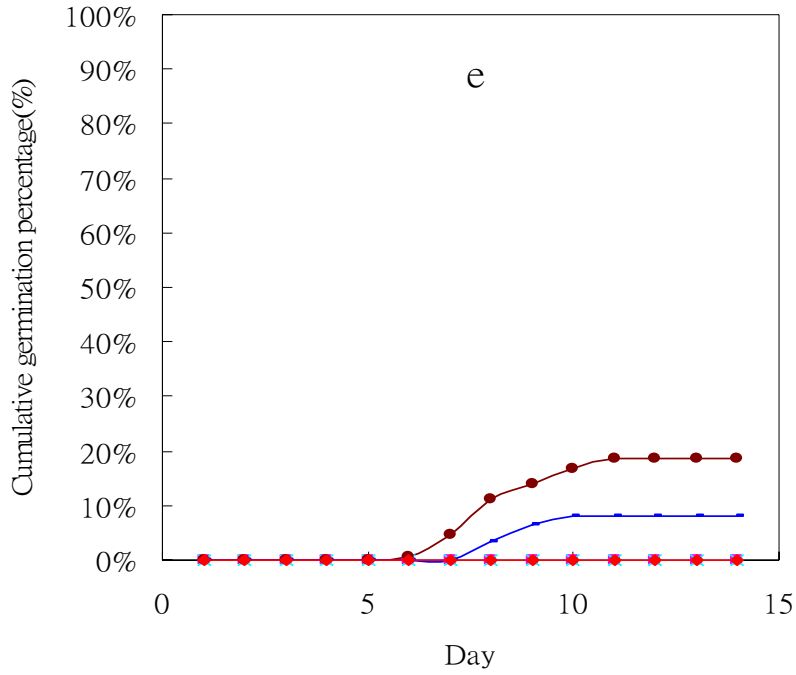


圖 4-37. 白花藿香薊種子在各水勢、溫度下的累積發芽率。

(b) 0 MPa (b) -0.1 MPa (c) -0.2 MPa (d) -0.4 MPa (e) -0.6 MPa (f) -0.8 MPa  
 (■ 15/10°C、× 20/15°C、● 25/20°C、— 30/25°C、◆ 35/30°C)

Fig. 4-37. Effects of water potentials and temperatures on the cumulative germination percentages of *A. conyzoides*.

(a) 0 Mpa (b) -0.1 Mpa (c) -0.2 Mpa (d) -0.4 Mpa (e) -0.6 Mpa (f) -0.8 Mpa  
 (■ 15/10°C、× 20/15°C、● 25/20°C、— 30/25°C、◆ 35/30°C)

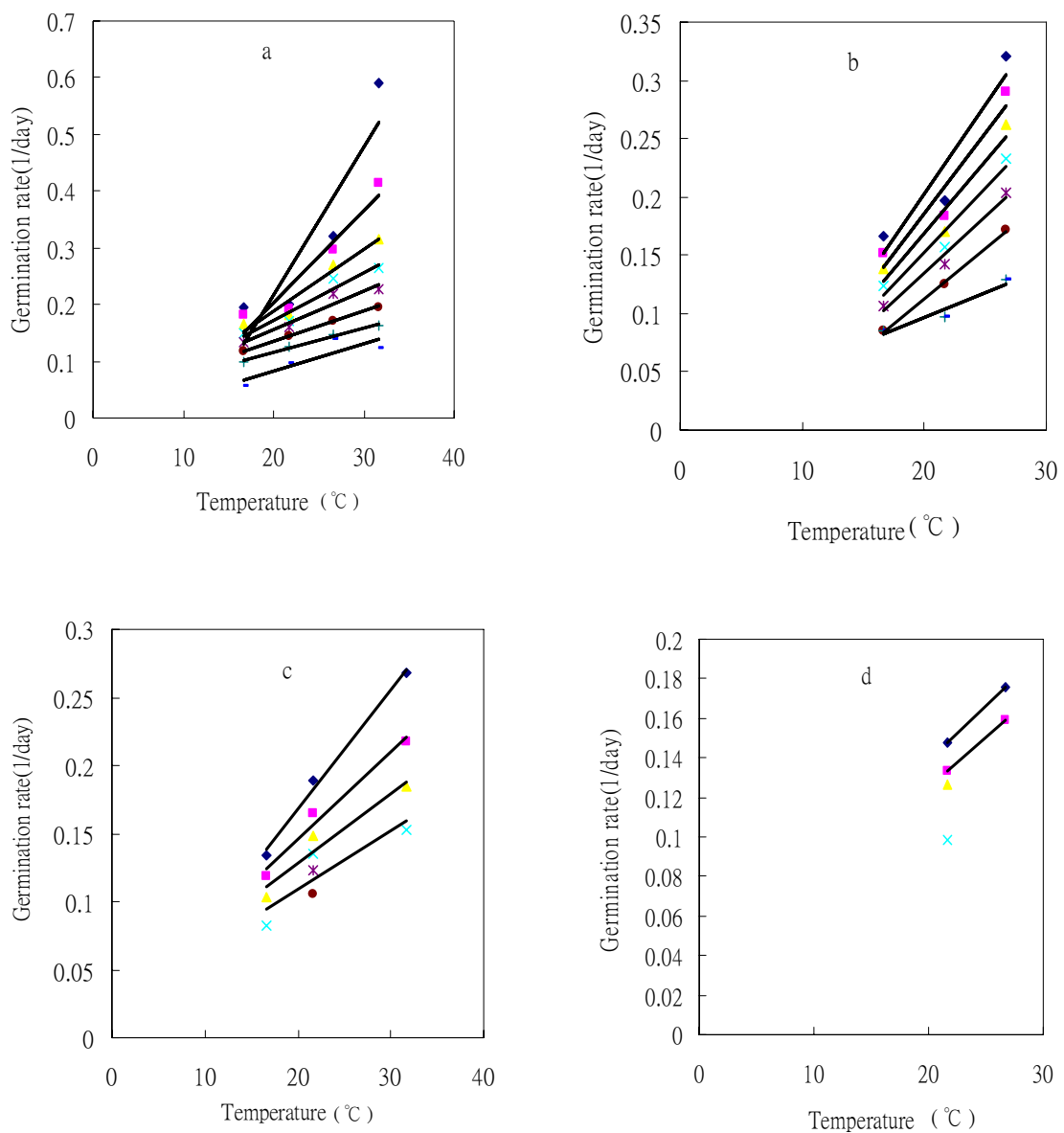


圖 4-38.白花藿香薊種子在不同水勢下不同發芽累積百分比發芽速率。

(a) 0.0 MPa (b) -0.1 MPa (c) -0.2 Mpa (d) -0.4Mpa。

(◆ 10%、■ 20%、▲ 30%、× 40%、\* 50%、● 60%、+ 70%、- 80%)

Fig. 4-38. Effects of different water potentials on the germination rate of germination cumulative percentages of *A. conyzoides*. (a) 0.0 MPa (b) -0.1 MPa (c) -0.2 Mpa (d) -0.4Mpa。 (◆ 10%、■ 20%、▲ 30%、× 40%、\* 50%、● 60%、+ 70%、- 80%)

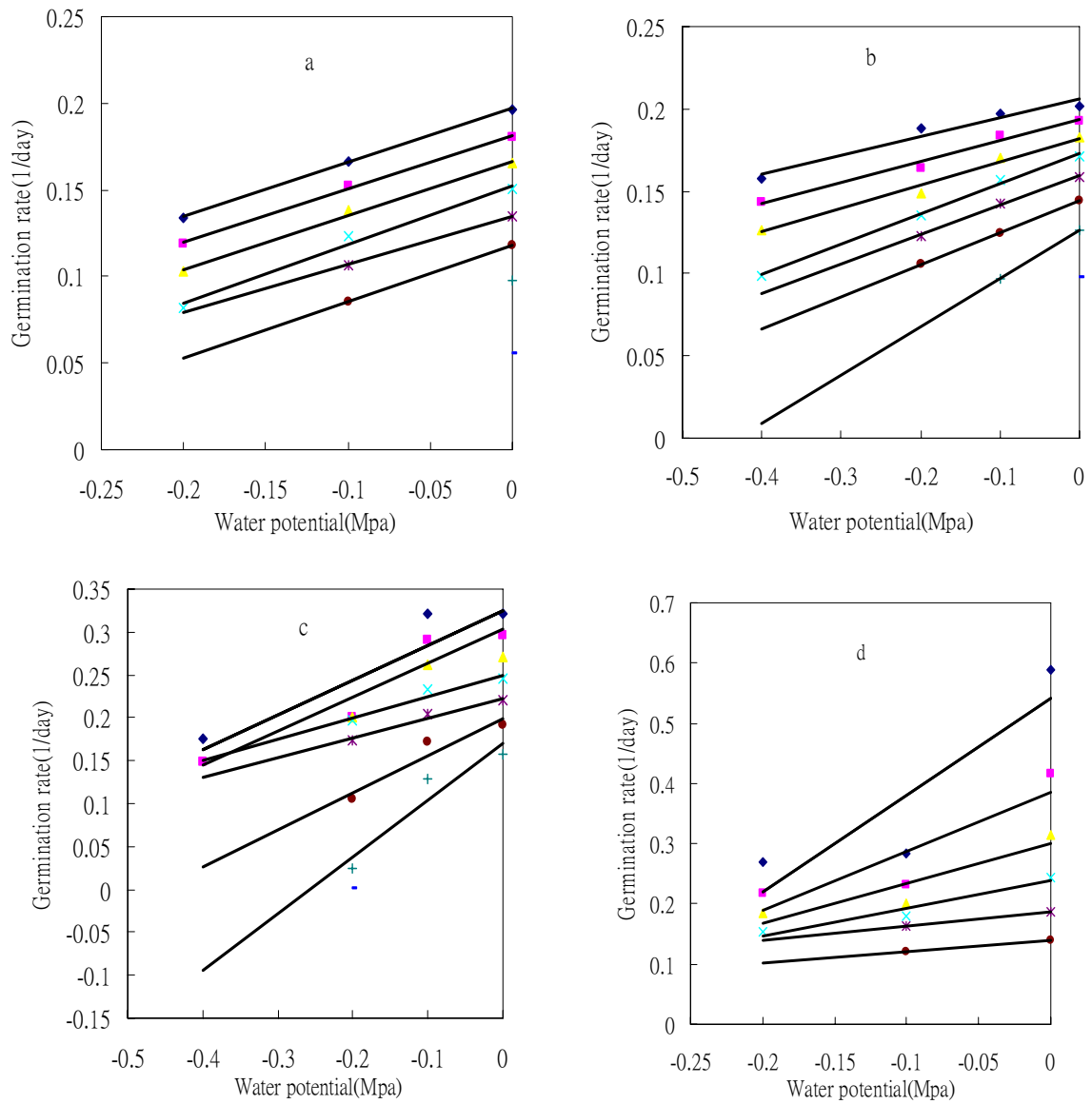


圖 4-39.白花藿香薊種子在不同溫度下不同發芽累積百分比發芽速率。

(a) 16.67<sup>0</sup>C (b) 21.67<sup>0</sup>C (c) 26.67<sup>0</sup>C (d) 31.67<sup>0</sup>C

(◆ 10%、■ 20%、▲ 30%、× 40%、\* 50%、● 60%、+ 70%、- 80%)

Fig. 4-39. Effects of different temperature on the germination rate of germination cumulative percentages of *A. conyzoides*.

(a) 16.67<sup>0</sup>C (b) 21.67<sup>0</sup>C (c) 26.67<sup>0</sup>C (d) 31.67<sup>0</sup>C

(◆ 10%、■ 20%、▲ 30%、× 40%、\* 50%、● 60%、+ 70%、- 80%)

表 4-7. 以 Weibull 函數分析白花藿香薊種子在各水勢下，不同累積發芽百分比下之估算基礎溫度( $T_b$ , °C)

Table 4-7. Estimated base temperature( $T_b$ , °C) for different germination percentiles of the seeds of *A. conyzoides* under various water potential as calculated using Weibull function

Cumulative percentage (%)	water potential (Mpa)			
	0	-0.1	-0.2	-0.4
10	11.56	6.82	1.02	4.79*
20	7.39	6.59	2.63	3.88*
30	2.45	6.31	4.75	—
40	4.27	6.13	5.42	—
50	3.43	6.14	—	—
60	5.98	6.95	—	—
70	6.84	2.28	—	—
80	3.48	2.28	—	—

— : Non-observation value

\* : Two observations only

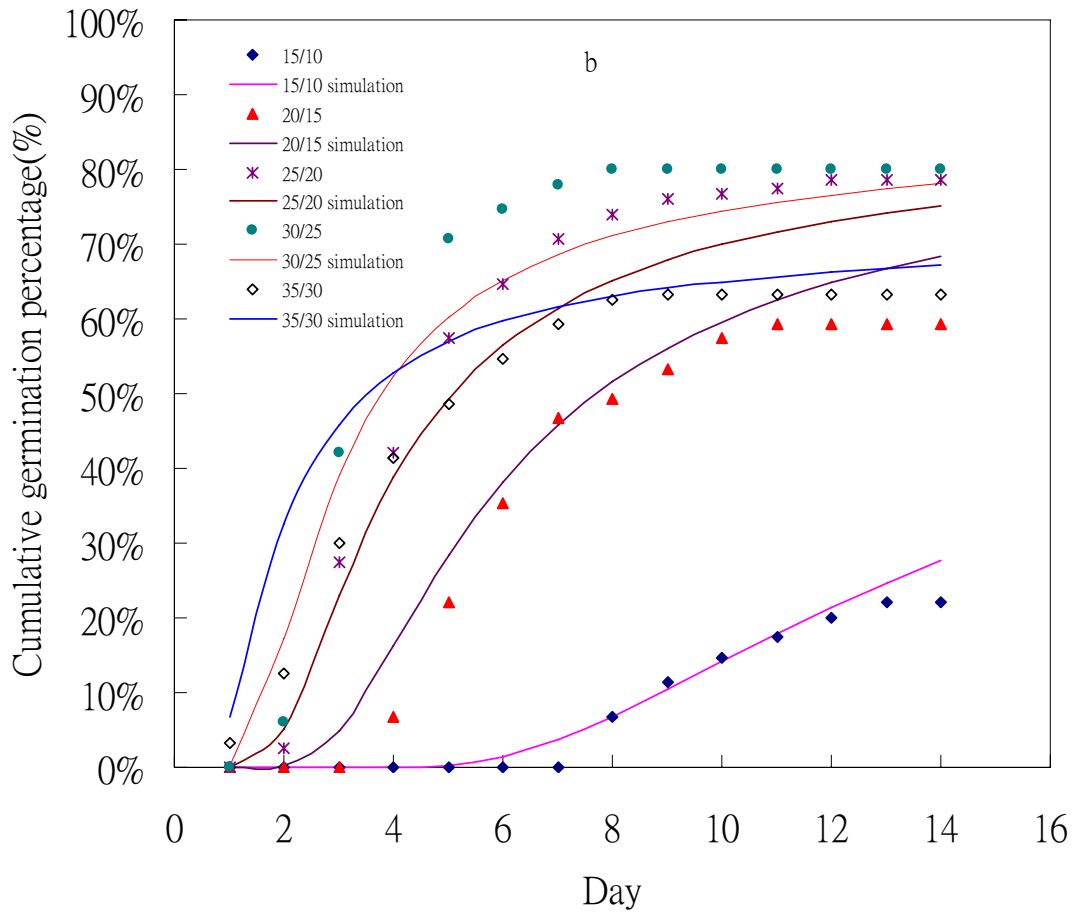
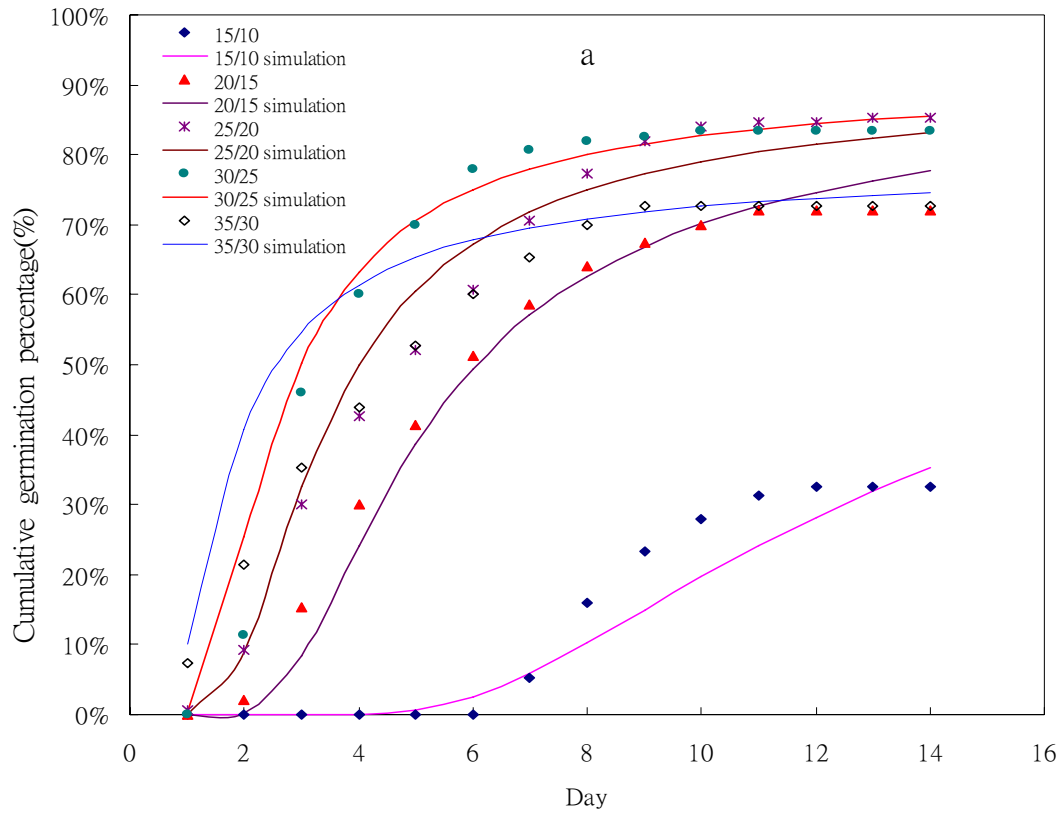
表 4-8. 以 Weibull 函數分析白花藿香薊種子在各溫度下，不同累積發芽百分比下之估算基礎水勢( $\Psi_b$ , MPa)

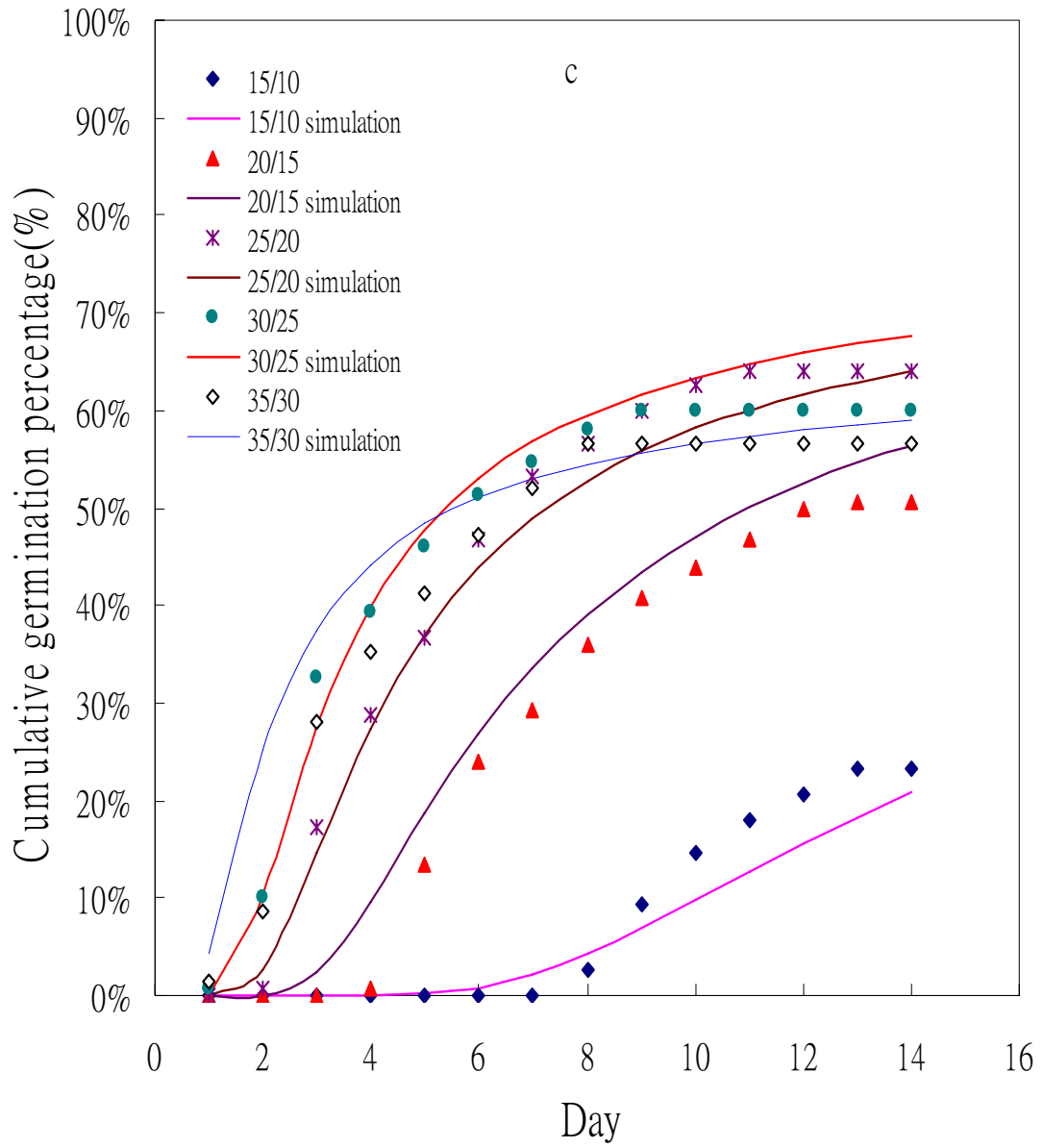
Table 4-8 . Estimated base water potential( $\Psi_b$ , MPa) for different germination percentiles of the seeds of *A. conyzoides* under various temperature as calculated using Weibull function

Cumulative percentage (%)	Temperature, °C			
	16.67	21.67	26.67	31.67
10	-0.63	-1.82	-0.80	-0.34
20	-0.59	-1.52	-0.76	-0.39
30	-0.53	-1.28	-0.80	-0.46
40	-0.45	-0.94	-1.01	-0.52
50	-0.48*	-0.89	-0.98	-0.79*
60	-0.36*	-0.74	-0.46	-0.71*
70	—	-0.43*	-0.26	—
80	—	—	—	—

— : Non-observation value

\* : Two observations only







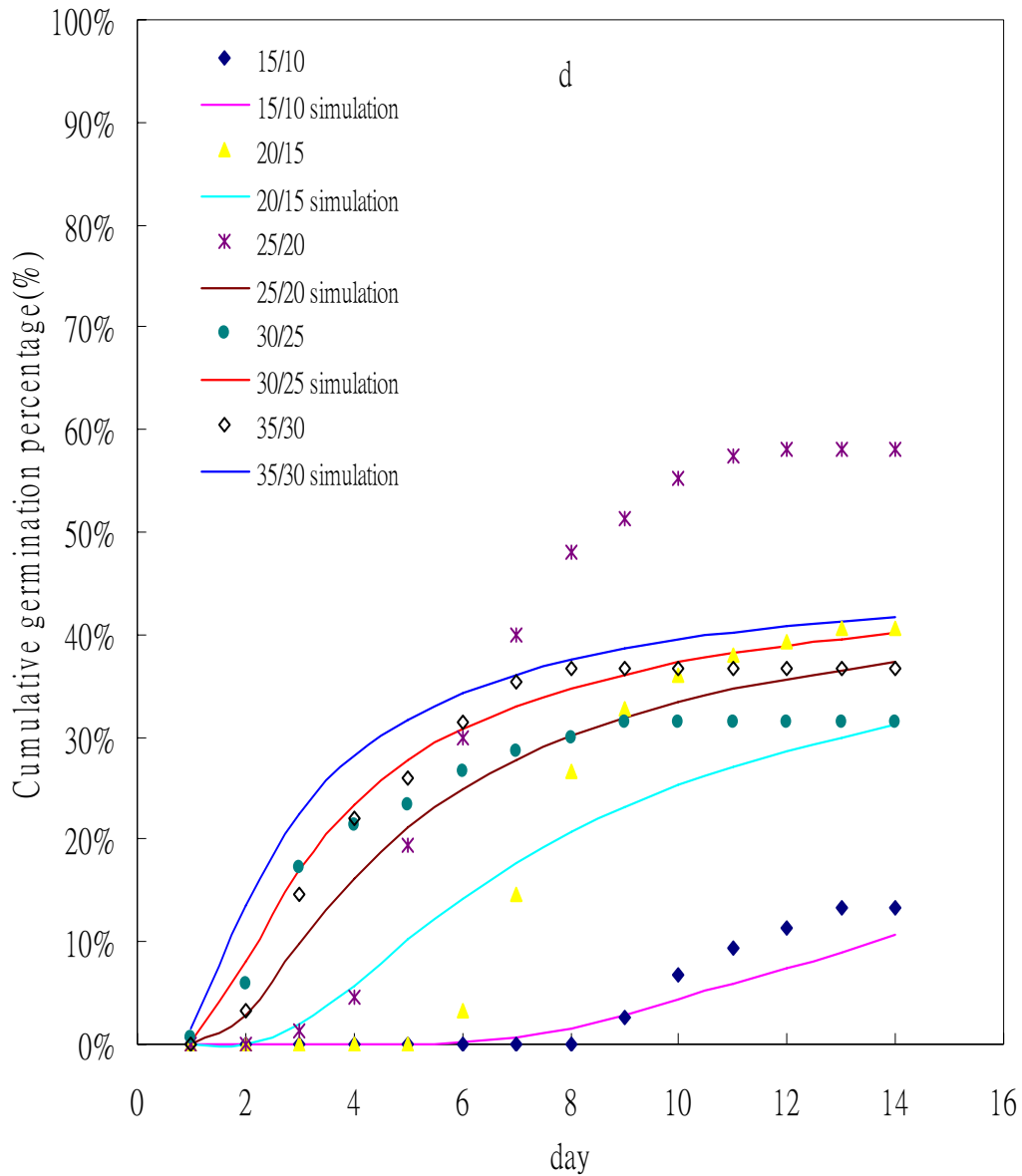


圖 4-40. 紫花藿香薊種子在各水勢、溫度下的發芽率累積圖。各點為實測值，實線為公式之預測值： $T_b=7.0^{\circ}\text{C}$ ， $\Psi_b(50)=-0.436\text{Mpa}$ ， $\theta_{HT}=25^{\circ}\text{C MPa-day}$ ， $\sigma_{\Psi_b}=0.316\text{ MPa}$ ，公式  $\text{Probit}(G) = [\Psi - 25 / (T - 7.0) t_g - (-0.436)] / 0.316$ 。圖(a) 0 MPa (b) -0.1 MPa (c) -0.2 MPa (d) -0.4 MPa。

Fig. 4-40. Effects of water potentials and temperatures on the cumulative germination of the seeds of *A. houstonianum*. The dots represented observed data, while the solid line was plotted by the following parameters and equation:  $T_b=7.0^{\circ}\text{C}$ ， $\Psi_b(50)=-0.436\text{Mpa}$ ， $\theta_{HT}=25^{\circ}\text{C MPa-day}$ ， $\sigma_{\Psi_b}=0.316\text{ MPa}$ ，Formula:  $\text{Probit}(G) = [\Psi - 25 / (T - 7.0) t_g - (-0.436)] / 0.316$ 。 Fig. (a) 0 MPa (b) -0.1 MPa (c) -0.2 Mpa (d) -0.4 MPa。

#### 四. 討論

環境因子對無休眠紫花藿香薊及白花藿香薊種子的發芽有很大的關連性，例如高低溫、水分多寡、光照不同及各種土壤環境等皆影響其發芽。

##### (一)、環境因子對紫花藿香薊及白花藿香薊種子發芽之影響

大多數的雜草種子在變溫環境下能促進種子發芽，而恆溫下對一般栽培作物發芽影響不大，對田野中之雜草種子發芽則有降低之現象。Chachalis and Reddy (2000) 報告中顯示 *Campsis radicans* 種子在變溫下的發芽率較恆溫為高。在本研究中紫花藿香薊及白花藿香薊種子於變溫處理下之發芽率、發芽速率指數及平均發芽日數均較恆溫的處理為高，而造成此原因可能與田野中之紫、白花藿香薊長期在自然環境下生長，已適應日夜溫差變化之環境，因而在恆溫下之發芽率反而不如在變溫下之發芽率。此發芽能力之試驗結果與 Chachalis and Reddy (2000)、吳(2003)、吳(2006)、羅(2007)研究不同之雜草與草坪種子發芽所得之結果相似。

紫花藿香薊及白花藿香薊兩種種子發芽率之比較，紫花藿香薊較白花藿香薊種子在低恆溫與高恆溫有較高之發芽能力(圖 4-3, 圖 4-4)。在較高溫度之變溫處理下(25/20°C、30/25°C 及 35/30°C、30/20°C、35/20°C)發芽率兩者差異不大(圖 4-3, 圖 4-4)，而紫花藿香薊在低變溫下 15/10°C、20/15°C、20/10°C 發芽率較白花藿香薊為高。顯示紫花藿香薊與白花藿香薊種子兩者皆能適應較高之變溫環境下發芽；而紫花藿香薊較白花藿香薊種子耐低溫下發芽，兩種子在 40/30°C 處理下之發芽率均低，即太高溫或太低溫皆不利藿香薊種子之發芽。

Tigabu and Oden (2001) 指出 *Albizia gummifera* 和 *A. grandibracteata* 種子在 20°C 和 25°C 時發芽率最高，但 *A. gummifera* 種子發芽之適溫範圍大，且發芽率較高。Macdonald *et al.* (1992) 指出 *Eupatorium capillifolium* 和 *E. compositifolium* 種子在 10~30°C 均能發芽，但 *E. compositifolium* 種子發芽率較高。Lowe *et al.* (1999) 以 *Kyllinga brevifolia*、*K. squamulate* 和 *K. pumila* 種子之發試驗亦指出：*K. brevifolia* 種子之發芽率比 *K. squamulate* 及 *K. pumila* 高。Aufhammer *et al.* (1998) 利用不同物種之莧科雜草在不同恆溫處理下，其結果在恆溫 35°C 處理時發芽率最高。而 Bello *et al.* (2000) 指出 *Eriocbloa villosa* 種子在恆溫 15-40°C 都能發芽，其中以 25-35°C 之發芽率較高且發芽速率較快。Ghorbain *et al.* (1999) 研究 *Amaranthus retroflexus* 在不同恆溫 5-40°C 處理下對發芽之影響，在恆溫 25-40°C 發芽率高且迅速，在低溫 10°C 處理下，發芽率低於 10% 且發芽速率慢，在 5°C 處理下無種子發芽。本研究於恆溫處理下發現，紫花藿香薊種子發芽範圍在恆溫在 10-40°C 之間，

白花藿香薊種子則可在 10-35°C 之間，而在恆溫 40°C 處理下白花藿香薊種子無法發芽，此與 Ghorbain *et al.* (1999)、Macdonald *et al.* (1992) 及 Bello *et al.* (2000) 研究相似。

一般而言溫帶植物發芽之基礎溫度較低，而熱帶植物則基礎溫度較高(郭，2008)，本研究中紫花與白花藿香薊種子最低發芽溫度(Tb)分別為 6.4°C 與 6.6°C，發芽所需要之積溫紫花藿香薊為發芽所需要之積溫紫花藿香薊為 70°Cd、白花藿香薊為 72°Cd，發芽之最適溫度紫花藿香薊為 30.5°C，白花藿香薊則為 30.2°C。此基礎溫度與栽培之小麥 (3-5°C)、大麥 (3-5°C)、燕麥 (3-5°C)、大豆 (4°C) 略高，而與甜椒 (6.7°C)、番茄 (7.7°C) 有相似之現象(郭，2008)，究其原因小麥、大麥、燕麥、大豆為溫帶植物，有較低之基礎溫度，而甜椒、番茄為亞熱帶植物基礎溫度較高。發芽之積溫則與萵苣(71°Cd)、蘿蔔(75°Cd)相似(郭，2008)。楊(2001)研究兩耳草與類地毯草發芽之基礎溫度，兩耳草最低發芽溫度為 15.5°C、類地毯草則為 12.5°C，而陳(1995)研究鴨舌草也指出鴨舌草最低發芽溫度為 12.7°C，此與本研究中紫白花藿香薊所得之最低發芽溫度為高，究其原因乃兩耳草與類地毯草為熱帶地區之旱田雜草、而鴨舌草為熱帶地區之水田雜草，這些雜草在台灣最適合萌芽季節在夏季，故其最低發芽溫度較高，而紫、白花藿香薊在台灣一年四季皆可萌芽，屬於廣溫型之雜草，其最低發芽溫度較兩種夏季型之雜草為低。

水分在植物生長發育過程中，扮演著很重要的角色，所以當種子在發芽時，需要水分的協助才能進行各項生理活動，使種子順利發芽。侯和王 (2000) 研究不同水分潛勢對大花咸豐草種子發芽之影響指出；以 0 Mpa 及 -0.2 Mpa 之發芽率最高，在水勢 -0.4 Mpa 以下發芽率顯著下降，而在水勢為 -1.0 Mpa 處理時種子就無種子發芽。Reddy and Singh (1992) 研究 *Bidens pilosa* 種子在水勢 0 Mpa、-0.05 Mpa、-0.1 Mpa、-0.2 Mpa、-0.45 Mpa 及 -0.75 Mpa 處理下之發芽率其結果指出，在 -0.2 Mpa 時發芽率明顯較 0 Mpa 低，在 -0.75 Mpa 時發芽率不及 3%。Susko and Mueller (1999) 亦指出 *Pueraria lobata* 種子在水勢低於 -0.4 Mpa 時發芽率明顯減少，在水勢 -1.3 Mpa 時發芽率為 0。而 Webster and Cardina (1999) 研究 *Apocynum cannabinum* 種子在水勢 -0.2 Mpa 及 0 Mpa 發芽率為 80% 以上，隨著水勢之降低，在 -0.6 Mpa 時發芽率只有 0 Mpa 之一半，當在 -1.0 Mpa 時發芽率僅剩 4%。在本研究中溫度及水分潛勢對紫花藿香薊及白花藿香薊種子發芽率之比較，發現在五種不同溫度處理下，在水勢 0 Mpa、-0.1 Mpa 與 -0.2 Mpa 之發芽率較高外，其餘水勢處理之發芽率同樣隨著水勢降低而減少，且發芽速率指數亦隨之減低，紫花藿香

薊種子在-1.0 Mpa 時就無種子發芽，白花藿香薊在 25/20°C 及 30/25°C 在-0.8 Mpa 處理下尚有 8-10%的發芽率，於-1.0 處理下白花藿香薊於 25/20°C 下尚有 4%之發芽率。此與上述前人研究大略相似，當水分潛勢越低時種子發芽率就越低，但對水勢的忍受性方面：發現白花藿香薊在合適之溫度下較紫花藿香薊種子忍受低水分潛勢，因此可知台灣中南部因較乾旱，秋冬季節適合白花藿香薊之生長，而北部秋冬潮溼且較低溫適合紫花藿香薊生長，而春夏季高溫多溼，兩種藿香薊植物在台灣各地生長相當普遍。

一般種子在含有鹽分地生長時，由於鹽分濃度若太高時影響到種子吸水能力，種子之發芽將明顯受到抑制。一些耐鹽性植物之發芽率受鹽分濃度和溫度之相互影響(Khan and Ungar,1996)。Khan and Ungar(1998)指出 *Polygonum aviculare* L.種子在各溫度處理中，種子之發芽率、發芽速率會隨著鹽分濃度之增加而減少。Gulzar *et al.* (2001) 亦指出 *Urochondra setulose* 種子對溫度的改變相當敏感，在種子發芽之適溫比低溫較耐鹽分逆境；而 *S. fruticose* 種子當溫度改變時會影響發芽。Ghoulam and Fares (2001) 研究 *Beta vulgaris* L.在高鹽分處理下指出，在高鹽分逆境下，其發率、發芽速率明顯受到抑制。另外 Yucel (2000) 以六種 *Salvia* 種子利用鹽分處理其結果指出：低之鹽分濃度 (0.5~1%) 對發芽沒有影響，而高的濃度 (1~3%) 則會抑制發芽。紫花藿香薊及白花藿香薊種子對鹽分逆境的反應與上述前人研究相似。在較適合發芽的溫度 25/20°C 及 30/25°C 處理下，在鹽分濃度 1.0% 處理時，兩者尚有發芽率約 12-28%；而在 1.2% 之鹽分濃度處理下，25/20°C 環境中紫、白花藿香薊種子各有 3-6%之發芽率。在低溫 15/10°C 處理下，白花藿香薊對不同鹽分濃度之忍受能力較紫花藿香薊為低。由上述結果可知紫花藿香薊與白花藿香薊種子發芽能忍受 1.2%之鹽分濃度，兩者對鹽分逆境的忍受性高，此為在台灣部分濱海地區可看到兩種藿香薊族群之主要原因。

光會影響許多小型之雜草種子發芽 (Dyer,1995)。陳(1995)研究無休眠之鴨舌草種子指出，該種子發芽需要光照，光需求量甚低且不受高度照射效應之影響，在每天照光 8 小時，光強度範圍為 4.88-0.276 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ ，種子仍有 83-95%之發芽率，種子發芽並不受高強度光照之影響，但發芽之需光量很低，每天只要照射光量 0.00035  $\text{mol}/\text{m}^2$  即可提高發芽率達 50%，而本研究中紫花藿香薊種子在每天光照 8 小時，光強度範圍 11.5 -56.8 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ ，種子之發芽率紫花藿香薊介於 39-82%、白花藿香薊則介於 75-92%，此結果較陳(1995)之鴨舌草需光量為高，究其原因乃物種間對光之需求度不同所致。而兩者藿香薊種子接受光照強度增加，則發芽率

也隨著上升，但白花差異不顯著，紫花則隨照光強度之增加而有顯著提升發芽率之現象；另外紫花藿香薊完全黑暗下時發芽率為 22.67%，經照光 5 秒(0.000284 mol/m<sup>2</sup>)時發芽率為 32.67%，經照光 1 小時(0.20448 mol/m<sup>2</sup>)發芽率為 83.33%。而白花藿香薊完全黑暗下時發芽率為 26.67%，經照光 5 秒(0.000284 mol/m<sup>2</sup>)時發芽率為 37.33%，經照光 1 小時(0.20448 mol/m<sup>2</sup>)發芽率為 84%。因此發芽試驗初期短暫照光，對發芽之促進是有幫助，此與陳(1995)研究鴨舌草種子有相似之結果。

部分種子發芽過程中需要有足夠的氧氣供應，才可進行有氧呼吸，進而進行各項代謝活動而使種子順利發芽，若缺氧氣的供應便會使發芽受阻。*Eriocbloa villosa* 種子在缺氧之狀態下，發芽率受抑制，但在高氧濃度下，發芽率增加 (Bello *et al.*, 2000)。Gutterman *et al.* (1992) 指出 *Amaranthus caudatus* 種子在缺氧狀態下 (氧濃度為 5%)，不管是光照或黑暗處理，發芽率皆低於 50%。大多數的種子在缺氧之環境下無法發芽，只有 *Echinochloa* 和水稻 (*Oryza sativa* L.) 種子可以在缺氧之環境下發芽 (Benvenuti and Macchia, 1997)。本研究之紫花藿香薊及白花藿香薊種子對氧氣的需求，在光照無氧的環境下，白花藿香薊發芽明顯受到抑制但紫花藿香薊則未受到影響。在厭氧與全氧的處理下發現兩種藿香薊種子的發芽率不受影響。而光照之有無對兩種雜草種子的影響相當大，黑暗下無論是全氧、嫌氧、無氧在兩種藿香薊種子中發芽率皆受到明顯抑制。但白花藿香薊受到抑制之效果則大於紫花藿香薊。此結果與 Gutterman *et al.* (1992) 研究莧屬植物之結果相似。

徐 (2000) 指出，pH 值之變化對野莧及刺莧種子之發芽率之影響不大。*Bidens pilosa* 種子在 pH 值 4~9，發芽率約 78~90% 在極端之 pH 值下，發芽受抑制 (Reddy and Singh, 1992)。*Campsis radicans* 和 *Pueraria lobate* 種子 pH 5~9 為發芽之範圍 (Chachalis and Reddy, 2000；Susko and Mueller, 1999)。不同的 pH 值處理紫花藿香薊及白花藿香薊的試驗中，發現結果與 Reddy and Singh(1992)、Chachalis and Reddy(2000)及 Susko and Mueller(1999)相似，適合發芽的範圍在 pH4~10 之間，但以 pH6-7 發芽率最高。兩種藿香薊種子適應土壤之酸鹼值差異不大。

在種子埋土深度方面，種子的發芽受到土壤中光線、溫度、土壤水分、氧氣、土壤酸鹼度與土壤緊密度等因子的影響。Benvenuti and Miele (2001) 研究 20 種雜草種子萌芽與埋土深度結果指出：種子萌芽與埋土深度呈負相關性，埋土種子之發芽率、發芽速率會因埋土深度之增加而下降。Chachalis and Reddy (2000) 研究 *Campsis radicans* 種子指出：埋土深度 1 cm 內，發芽率達 70%，當埋土深度 4 cm，

發芽率為 0。另外，Letchamo and Gosselin (1996) 研究 *Taraxacum officinale* 種子指出埋土深度在 2.5 cm 內，發芽率達 80% 以上，當埋土深度 4 cm 時，發芽率下降至 50%，埋土深度 8 cm 時，發芽率為 0%。自然界土壤中之種子部份接近土表，在土上之種子每日接受 9 小時以上之長光期照射，因長時期照射導致種子不克發芽，此為典型高照射反應(HIR, high-irradiation reaction; 郭, 2008)。本研究中紫花藿香薊及白花藿香薊種子，於埋土 0-1.5 cm 下發芽率由 85% 下降至 5%，而在未埋土之 0 公分，並未因高光強度之照射反應導致發芽率降低，而由先前光強度之結果得知紫、白花藿香薊種子能忍受高光量之照射，此與本結果未埋土 0 公分下發芽率最高之結果相似；而由光與氧氣之研究得知紫白花藿香薊在黑暗下無論是嫌氧、無氧其發芽率皆不高，因此當埋土深度為 2 cm 時，兩種藿香薊種子已無法正常發芽出土，此與黑暗及氧氣較不足導致種子無法萌芽有關。除此之外藿香薊種子極小千粒重僅 0.15g，造成無法忍受較深之埋土，此結果與 Benvenuti and Miele (2001) 及 Letchamo and Gossein (1996) 研究結果相似。

## (二).以水勢與溫度對紫、花藿香薊種子發芽模式之建立

種子萌芽模式，在以  $\Psi_b$  為常態分布之前提下，利用 Gummerson(1986)，Covell *et al.*(1986) 和 Dahal and Bradford(1994) 機率分析方法，分析種子累積發芽率在 5%~95% 範圍內，種子發芽與水溫積蘊值間的關係，並估算出種子發芽的  $T_b$ 、 $\Psi_{b(50)}$ 、 $\theta_{HT}$ 、 $\sigma_{\Psi_b}$  各值。比較實際發芽曲線與模擬曲線，根據統計分析結果，以此模式描述種子發芽時程與實際觀測值相比較，發現紫花藿香薊種子在水勢最高 0 MPa 時預測值與實測值相當準確，在 5 種不同溫度下皆有相當符合之趨勢，模擬狀況相當良好；在水勢最高 -0.2 MPa 時除 20/15<sup>0</sup>C 預測值於發芽後期高估，模擬發芽會比實際發芽快 3 天外，其餘溫度與實測值相較皆相當準確；在水勢為 -0.2 MPa 時，五種溫度下模擬狀況良好，在水勢為 -0.4 MPa 時，五種溫度中除 25/20<sup>0</sup>C 預測值與實測值相較則有低估之現象，其餘溫度模擬狀況良好。Dahal *et al.* (1990a, b) 和 Dahal and Bradford (1994) 研究蕃茄 (*Lycopersicon esculentum* Mill.) 種子指出：蕃茄種子在  $T_b$  變化小，但是在低於最適溫下的各種溫度範圍，種子在較高與較低的水勢環境下， $\Psi_{b(50)}$  值並非定值，在低溫之下其  $\Psi_{b(50)}$  較低，而本研究中無論是紫花藿香薊或白花藿香薊種子在�不同水勢下累積發芽百分率之  $T_b$  值變化較大，紫花藿香薊介於 0.9-10.8<sup>0</sup>C、白花藿香薊介於 1.0-11.6<sup>0</sup>C 之間，楊(2001)研究類地毯草

(*Axonopus affinis* Chase)與兩耳草(*Paspalum conjugatum* Berg.)結果得知，類地毯草  $T_b$  值介於 10.5-17.6<sup>0</sup>C、兩耳草  $T_b$  值介於 10-16.9<sup>0</sup>C；余(2003) 研究小花蔓澤蘭  $T_b$  值介於 2.5-9.5<sup>0</sup>C，此結果較上述兩位學者研究所得之  $T_b$  差距為大，究其原因可能為試驗重複間誤差較大，導致部分數據準確度稍差，使各水勢下  $T_b$  值之表現並不一致，因此致使模擬之發芽率與實測發芽率相較有部分高估(-0.2 Mpa，20/15<sup>0</sup>C)及部分低估(-0.4 Mpa，25/20<sup>0</sup>C)之現象。Dahal and Bradford (1994)與 Roman *et al.*(1999)提出蕃茄、灰藿(*Chenopodium serotinu* L.)等種子在高、低水勢下具有不同的  $\Psi_b$  值，而  $T_b$  及  $\Psi_b$  在各種處理下呈現高度變異，可能是溫度與水勢間的交感效應所致，因此建議需區分成最適發芽水勢與大於最適發芽水勢兩條直線來進行模擬，而余(2003)研究小花蔓澤蘭似有此趨勢，因此該學者認為進行模擬時，應就最適發芽水勢與大於最適發芽水勢分別進行討論，而當水勢大於最適發芽水勢後，種子  $\Psi_b$  分佈不是呈現常態分佈，Gummerson(1986)假設種子  $\Psi_b$  分佈為常態分佈，但水勢太低時， $\Psi_b$  分佈不為常態分佈，導致預估之萌芽日期產生差異。本研究中紫花藿香薊種子呈現出模擬之發芽率與實測發芽率表現相當準確，雖-0.2 MPa 與 20/15<sup>0</sup>C 下模擬發芽率較實測發芽率為早而有高估現象；在-0.4MPa 與 25/20<sup>0</sup>C 下模擬發芽率較實測發芽率為晚而有低估現象，但整體而言在紫花藿香薊種子萌芽模式之建立準確度相當高。楊(2001)研究類地毯草與兩耳草種子萌芽模式指出，變溫效應可提高相同平均溫的發芽率，認為除溫度與水勢間的交感效應外，變溫效應可能是影響  $T_b$  及  $\Psi_b$  在各種發芽率呈現變異的原因。而本研究中無論是紫花藿香薊種子在各個不同溫度、水勢之累積發芽率間其  $T_b$  及  $\Psi_b$  呈現出相當大之變異，可能因此導致種子發芽模式在不同水勢環境下的配適度有部分表現不一致之原因，此結果與楊(2001)研究之結果部份之論點相似。

## 第五章 紫花藿香薊(*A. houstonianum* Mill.)與白花藿香薊(*A. conyzoides* L.)種子發芽能力之週年變遷

### 一.前言

耕地雜草的發芽季節之不同 (Baskin and Baskin, 1988), 對田間管理及農民造成管理上的不便。故若能對田間埋藏的雜草種子, 其發芽率季節性變化的模式和造成發芽率季節性變化的原因有所了解, 將有助於土壤中雜草種子的控制, 調整作物播種期達成作物低生產成本及省工栽培的目標。

有關種子周年休眠循環的研究中, 以 Baskin and Baskin (1984、1985a、1989) 的成果最為豐碩, 他們針對溫帶地區所收集的 311 種草本植物種子作研究, 結果將不同植物依其種子發芽季節的不同分為以下數類:

(1) 春季發芽的絕對夏季一年生植物: 種子在春天發芽, 植株在秋天下霜前完成整個生活史。在冬季時解除休眠, 春季無休眠狀態; 而夏季時為休眠誘導, 秋季為休眠狀態。(2) 春、夏季發芽的兼性夏季一年生植物: 種子在春、夏季都能發芽, 植株在秋天下霜前完成生活史。春季、夏季是無休眠狀態, 在秋季、冬季為制約休眠。(3) 春、秋季發芽的兼性冬季一年生植物: 在春、秋兩季都能發芽, 秋天發芽的種子, 其生活史與絕對冬季一年生植物相同。而春天發芽的種子, 直到春末、夏初才完成整個休眠史。夏天種子休眠解除, 秋季為無休眠狀態, 但是冬季為制約休眠狀態。(4) 秋季發芽的絕對冬季一年生植物: 種子在夏季時解除休眠, 秋天發芽, 春天產生種子, 冬天進入二次休眠狀態。(5) 多年生植物: 為一年四季若環境適合, 都可發芽, 但種子剛成熟時為制約休眠, 一旦解除休眠, 在任何生長季節都能發芽。

當雜草種子成熟掉落後, 經耕犁而混入土壤中, 故土壤可稱為雜草種子庫, 而研究耕地及草地內種子庫的問題已有段相當長的歷史 (Lewis, 1973)。雜草季節性萌芽受種子本身遺傳及環境因子所影響甚深 (Baskin and Baskin, 1985), 故種子季節性萌芽, 是雜草隨環境分化的結果 (彭, 1982)。因此要全盤了解雜草季節性萌芽因素, 進而發展出有效的農地雜草管理策略, 就必先對各種雜草特性有徹底的了解, 才能定出有效的防治計劃。

紫花藿香薊與白花藿香薊皆為菊科一年生草本植物, 於全省各地每年各季節皆有其分布; 一般生長在荒地路邊果園檳榔園區及部分休耕之農田中, 部份於栽培作物之旱田中出現更與作物競爭日光、養分及空間, 造成作物產量之減少。



兩種植物種子產量極高，種子先端還有可隨風飄散之冠毛，因此往往可快速佔領各生育地，兩種雜草皆會形成大的群落，一旦佔領生育地，其他草類是難以抗衡的。兩種雜草於春、秋作各項旱田作物（玉米、蔬菜、大豆、落花生），之全生育期，為害甚大。故兩種雜草分佈於全省平地至低、中海拔山野，且依年四季皆能見其存在(張與張, 1997)。

兩種藿香薊雜草目前研究而言並無相關之周年變遷報告，故有加以研究探討之必要。

## 二.材料方法

### (一).種子材料

紫花藿香薊(*Ageratum houstonianum* Mill.) 與白花藿香薊 (*Ageratum conyzoides* L.) 種子為採收自嘉義大學農場及嘉義附近農田。種子是在 1999 年 11 月、12、2000 年 1 月採收，採收後先放在室內風乾二天，然後再置於乾燥箱中，進一步降低種子含水率至 10%以下。處理好的種子就一直乾貯在-25℃冰櫃中，直到實驗前才取出，由於在此低溫下，種子的休眠性變動很小，因此取出的種子仍可稱為新鮮種子。

### (二).一般發芽試驗方法

選定三種溫度進行發芽: 30℃/25℃、25℃/20℃、23℃/13℃、20℃/15℃(日/夜為 8/16 小時):每一發芽溫度，再分成種子接受黑暗處理及每日照光 8 小時處理兩種。照光處理是在培養箱中裝置白光(旭光 FL 38D/38)，以定時器在早上 9 點啟動日光燈及下午 5 點關掉光源。黑暗處理是在發芽培養皿外包兩層鋁箔以隔絕光線。種子發芽試驗採用的程序是:每個培養皿各置放 50 粒種子、4 重覆來進行發芽試驗。照光處理種子，每 7 天調查一次發芽數; 黑暗處理發芽種子至 28 天才調查發芽數，凡種子胚根突出 0.2cm 以上即認為發芽。發芽試驗期間共計 28 天。

### (三).土中種子發芽能力之週年變遷

1.掩埋試驗:掩埋試驗紫花藿香薊與白花藿香薊種子從 1999 年 12 月開始進行，自冷凍櫃取出處理好之種子，以每批種子數 4000 粒為 1 包，共 30 包，裝於 0.06 平方公厘孔目之細尼龍網袋並封口，於嘉義大學農場試驗田挖掘 10 公分溝深，將細尼龍網袋平放於溝中並覆土，然後澆水使土壤密合，於田間接受季節性之自然環境。每月月初各挖出一小包細尼龍網袋，先以清水沖洗種子，然後放室

內風乾 2 天再進行一般發芽試驗。另於 2000 年 8 月進行第二次埋土試驗，自冷凍櫃取出處理好之種子，分為水田及早田埋土，同樣於嘉義大學農場試驗田挖掘 10 公分溝深，將細尼龍網袋平放於溝中並覆土，然後澆水使土壤密合，水田埋土之管理方式為終年湛水狀態，旱田埋土管理方式則於田間接受季節性之自然環境，兩種埋土皆以每批種子數 4000 粒為 1 包，每處理各 15 包，裝於 0.06 平方公厘孔目之細尼龍網袋並封口，其餘步驟同 1999 年 12 月。

第一次埋土於埋土後四個月(2000 年 4 月)、第二次埋土於埋土後 2 個月，以後出土之種子，發現每月挖出種子量與原理土種子量有減少之現象，於是進行消失種子量之計算：

消失種子百分率(VS) = (原理土種子數 - 每月挖出之種子數 / 原理土種子數) X 100%

## 2. 掩埋後出土種子在田間之萌芽試驗

利用 1999 年 12 月與 2000 年 8 月開始進行之埋土試驗中發芽試驗剩餘之同批紫花與白花藿香薊種子，每個月取 200 粒 (4 重複，每重複 50 粒)，埋在試驗盆栽中，土深約 0.3~0.4cm，每 15 天調查其發芽數目。田間萌芽試驗所用之土，須經高溫滅菌完全之無菌土，以減少土中原有之其他雜草種子干擾。

### (四). 田間自然萌芽

(1) 不同月分犁田對紫花藿香薊與白花藿香薊幼苗出土的影響：

在 2000 年 1 月於嘉義市國立嘉義大學農場進行週年犁田試驗。選擇之試區；據以往觀察此兩塊田，其中一塊紫花藿香薊經常出現，另一塊則白花藿香薊經常出現，為往後調查方便及準確性將試驗田各分為 36 個小區，小區面積  $2.5 \times 3 \text{m}^2$ ，每月逢機取 3 個小區整地 (四重複)，整地過的小區放任各種雜草生長，等 1 個月後再以  $0.5 \text{m} \times 0.5 \text{m}^2$  的小木框調查紫花藿香薊與白花藿香薊，在各不同犁田試區中植株出現之數目，每小區逢機調查 4 個位置。

(2) 播種後種子之季節性自然萌芽：

在 2000 年 1 月與 2000 年 9 月開始，將每處理 3000 粒之紫花藿香薊與白花藿香薊種子分別播種在距土表 0.4cm 的位置，3 重複，每重複 1000 粒，試驗周圍經常保持無植物的狀態，使種子能接受自然溫度和光照在田間萌芽，每 15 天記錄其萌芽數。

### (五).不同月份採收之紫、白花藿香薊種子發芽能力之變化

兩雜草種子分別於 1999 年 10 月至 2000 年 9 月期間每月採收，採收之種子於四種溫度進行發芽試驗: 30°C/25°C、25°C/20°C、23°C/13°C、20°C/15°C(日/夜為 8/16 小時):本試驗採完全逢機設計，每處理 3 重複，每重複 50 粒種子。試驗期間 2 週，每天調查一次發芽數，凡種子胚根突出 0.2cm 以上即認為發芽。

### (六).統計分析方法

所得資料以電腦套裝軟體 SAS 進行統計分析，若有顯著則採用鄧肯氏多變域分析法或最少顯著差異測驗法來計算。並以 Excell 做圖進行差異性比較。

### (七).氣象資料收集

收集嘉義地區 1999 年 12 月至 2001 年 12 月試驗期間平均最高溫度、最低溫度及平均溫度。

## 三.結果

### (一)、氣象資料收集

嘉義地區 1999 年 12 月至 2001 年 12 月平均最高溫度、最低溫度及平均溫度的分佈，由圖 5-1 所示，由圖可看出周年的氣溫呈有規則的變動。平均溫度最高集中在 6、7、8、9 月，以 8 月最高為 28.2°C，而平均溫度最低則為 12、1、2 月，其中以 89 年 1、2 月最低為 16.8 及 16.3°C。嘉義地區 1999 年 12 月至 2001 年 12 月每月之降雨量如圖 5-2 所示，由圖可看出每月累積雨量變動極大。大部分集中於 6、7、8、9 月，2001 年 9 月更達 1350mm 最高。

### (二)、土中種子發芽能力之週年變遷

#### 1.土中種子發芽能力之週年變遷：

##### 1).紫花藿香薊種子於不同溫度種子發芽箱中進行光照與黑暗發芽試驗

紫花藿香薊種子種於 1999 年 12 月開始進行旱田掩埋試驗。一個月後取出(2000 年 1 月)，進行發芽試驗，在光照環境下初期採收種子在不同溫度下種子呈現出無休眠之狀態，經埋土一個月後種子亦為無休眠之狀態，而持續至 2000 年 3 月，至埋土 4 個月後(2000 年 4 月)發芽率下降，最高為 20/15<sup>0</sup>C 發芽率為 78%，其餘溫

度發芽率則介於 60-72%之間，而此時約有 10%種子消失。埋土 5 月後(2000 年 5 月)約有 25%之埋土種子消失，此時挖出土中之種子再各個不同溫度下之萌芽率皆在 50%以下，而消失種子持續增加，至 2001 年 12 月試驗結束約有 70%之種子已消失。雖消失種子持續增加，但由圖中約略可看出其萌芽之高峰在每年之 6 月與 10 月，可之紫花藿香薊種子較適合夏、秋季之溫度(圖 5-3)。而紫花藿香薊種子於 1999 年 12 月開始進行旱田掩埋試驗。一個月後取出(2000 年 1 月)，在黑暗下進行發芽試驗，初期採收種子在不同溫度下種子呈現完全休眠之狀態，在各不同溫度下種子皆不發芽，經埋土一個月至四個月(2000 年 1 月至 4 月)後種子呈現制約休眠之狀態，最高發芽溫度為 25/20<sup>0</sup>C，發芽率在 65 至 75%之間。埋土 5 月後(2000 年 5 月)約有 25%之埋土種子已消失，此時挖出土中之種子在各個不同溫度下之萌芽率皆在 50%以下，而消失種子持續增加。雖消失種子持續增加，但由圖中約略可看出其萌芽之高峰在每年之 6 月與 10 月，可知紫花藿香薊種子較適合夏、秋季之溫度(圖 5-4)。

紫花藿香薊種子另一批於旱田 2000 年 8 月開始進行掩埋試驗。一個月後取出(2000 年 9 月)，進行發芽試驗，在光照環境下初期採收種子不同溫度下種子呈現無休眠之狀態，在各個不同溫度(30<sup>0</sup>C/25<sup>0</sup>C、25<sup>0</sup>C/20<sup>0</sup>C、23<sup>0</sup>C/13<sup>0</sup>C、20<sup>0</sup>C/15<sup>0</sup>C)下最低發芽率達 70%以上，經埋土一個月後種子發芽率呈現下降之現象，最高為 30/25<sup>0</sup>C 僅 63%最低為 23/13<sup>0</sup>C 僅 43%。經埋土 2 月後(2000 年 10 月)，各不同溫度下之發芽率也呈現出下降之現象，此時約有 5%之種子消失，而埋土半年後(2001 年 2 月)約有 25%之種子消失，而種子出土率迅速降低。至 2001 年 6 月後消失種子數達 36%以上，挖出種子於不同溫度下之發芽率則在 10%以下。(圖 5-5)。而紫花藿香薊種子另一批於旱田 2000 年 8 月開始進行掩埋試驗。一個月後取出(2000 年 9 月)，在黑暗下進行發芽試驗，初期採收種子不同溫度下種子呈現出制約休眠之狀態，溫度愈低(20<sup>0</sup>C/15<sup>0</sup>C)制約休眠性愈強，高溫差(23<sup>0</sup>C/13<sup>0</sup>C)環境下制約休眠性較弱。埋土 1 至 5 月(2000 年 9 月至 2001 年 1 月)，在各不同溫度下皆呈現出制約休眠之現象。而埋土半年後(2001 年 2 月)約有 25%之消失種子，而種子出土率迅速降低。至 2001 年 6 月後消失種子數達 36%，挖出種子於不同溫度下之發芽率則在 5%以下。(圖 5-6)。

紫花藿香薊種子同時間另一批於水田 2000 年 8 月開始進行掩埋試驗。一個月

後取出(2000年9月)，進行發芽試驗，在光照環境下初期採收種子在不同溫度下種子雖呈現出制約休眠之狀態，但在各個不同溫度(30°C/25°C、25°C/20°C、23°C/13°C、20°C/15°C)下最低發芽率尚達68%以上，經埋土一個月後種子發芽率大部分呈現下降之現象，僅25/20°C上升為80%，最低為23/13°C僅53%。經埋土2個月後(2000年10月)，各不同溫度下之發芽率也呈現出下降之現象，經3個月埋土後此時約有5%之種子消失，而埋土半年後(2001年2月)約有15%之種子消失，而種子出土率迅速降低。至2001年6月後消失種子數達28%以上，挖出種子於不同溫度下之發芽率最高則在20/15°C僅54%。(圖5-7)。而紫花藿香薊種子同時間另一批於水田2000年8月開始進行掩埋試驗。一個月後取出(2000年9月)，在黑暗下進行發芽試驗，初期採收種子在不同溫度下種子呈現出制約休眠之狀態，溫度低(23°C/13°C)制約休眠性愈強。埋土1至5月(2000年9月至2001年1月)，在各不同溫度下皆呈現出制約休眠之現象。而埋土半年後(2001年2月)約有25%之消失種子，而種子出土率迅速降低。至2001年6月後消失種子數達15%，挖出種子於不同溫度下之發芽率則在49%。(圖5-8)。

## 2). 白花藿香薊種子於不同溫度種子發芽箱中進行光照與黑暗之發芽試驗

白花藿香薊種子種於1999年12月開始進行旱田掩埋試驗。一個月後取出(2000年1月)，進行發芽試驗，在光照環境下初期採收種子在不同溫度下種子發芽率皆在82%以上，呈現出無休眠之狀態，經埋土一個月至四個月(2000年1月至4月)後種子也呈現出無休眠之狀態，在各個不同溫度下發芽率皆在80%以上，此時尚未有消失種子出現。在2000年5月至9月挖出種子在各不同溫度下呈現出持續下降之現象，2000年10月與2001年10月則有2個種子發芽高峰在30%左右，消失種子在2000年11月後則達42%，試驗於2001年12月結束消失種子則達69%，此時挖出種子在不同溫度下之發芽能力幾乎接近0。雖消失種子持續增加，但由圖中約略可看出其萌芽之高峰在每年之10月，可知白花藿香薊種子較適合秋天之溫度發芽(圖5-9)。白花藿香薊種子種於1999年12月開始進行旱田掩埋試驗。一個月後取出(2000年1月)，在黑暗下進行發芽試驗，初期採收種子在不同溫度下呈現出制約休眠之現象，除高溫差(23/13°C)環境有28%之發芽率外，其餘溫度皆不發芽。經埋土一個月至四個月(2000年1月至4月)後種子也呈現出無休眠之狀態，在各個不同溫度下發芽率除20/15°C在2月低於60%以下外，其餘發芽率皆在60%以上，此時尚未有消失種子。在2000年5月至9月挖出種子在各不同溫度下呈現

出持續下降之現象，2000年10月有1個種子發芽高峰在30%左右，消失種子在2000年11月後則達46%，試驗於2001年12月結束消失種子則達69%，此時挖出種子在溫度下之發芽能力幾乎接近0。雖消失種子持續增加，但由圖中約略可看出其萌芽之高峰在每年之10月，可知白花藿香薊種子較適合秋天之溫度發芽(圖5-10)。

白花藿香薊種子另一批於旱田2000年8月開始進行掩埋試驗。一個月後取出(2000年9月)，進行發芽試驗，在光照環境下初期採收種子在溫度下種子發芽率皆在82%以上，並未呈現出制約休眠而為無休眠之狀態，經埋土一個月後種子發芽率呈現下降之現象，最高為25/20<sup>0</sup>C僅68%、最低為20/15<sup>0</sup>C僅39%。經埋土2月後(2000年10月)，各不同溫度下之發芽率也呈現出下降之現象，此時約有5%之消失種子，而埋土半年後(2001年2月)約有25%之消失種子，而種子出土率迅速降低。至2001年6月後消失種子數達40%以上，挖出種子於不同溫度下之發芽率則在10%以下(圖5-11)。而白花藿香薊種子另一批於旱田2000年8月開始進行掩埋試驗。一個月後取出(2000年9月)，在黑暗下進行發芽試驗，初期採收種子在溫度下種子發芽率呈現出制約休眠之現象，低溫(20/15<sup>0</sup>C)制約休眠性較強發芽率只有6%，其餘三中溫度發芽率皆在72%以上，而以高溫(30/25<sup>0</sup>C)下發芽率達91%最高。經埋土一個月後種子發芽率呈現下降之現象，最高為30/25<sup>0</sup>C僅74%、最低為20/15<sup>0</sup>C僅44%。經埋土2月後(2000年10月)，各不同溫度下之發芽率也呈現出下降之現象，此時約有5%之死亡種子出現，而埋土半年後(2001年2月)約有25%之消失種子，而種子出土率迅速降低。至2001年6月後消失種子數達40%以上，挖出種子於不同溫度下之發芽率則在10%以下。(圖5-12)。

白花藿香薊種子同時間另一批於水田2000年8月開始進行掩埋試驗。一個月後取出(2000年9月)，進行發芽試驗，在光照環境下初期採收種子在溫度下種子發芽率皆在78%以上，呈現出無休眠之狀態，經埋土一個月後種子發芽率呈現下降之現象，最高為25/20<sup>0</sup>C為76%、最低為23/13<sup>0</sup>C為61%。經埋土2月後(2000年10月)，各不同溫度下之發芽率也呈現出下降之現象，而埋土半年後(2001年2月)約有18%之消失種子，而種子出土率迅速降低。至2001年6月後消失種子數達34%以上，挖出種子於不同溫度下之發芽率最高為25/20<sup>0</sup>C為24%。(圖5-13)。而白花藿香薊種子同時間另一批於水田2000年8月開始進行掩埋試驗。一個月後

取出(2000年9月),在黑暗下進行發芽試驗,初期採收種子在不同溫度下種子發芽率呈現出制約休眠之現象,低溫(23/13<sup>0</sup>C)制約休眠性較強發芽率只有36%,其餘三種溫度發芽率皆在71%以上,而以高溫(30/25<sup>0</sup>C)下發芽率達87%最高。經埋土一個月後種子發芽率呈現下降之現象,最高為30/25<sup>0</sup>C僅68%、最低為20/15<sup>0</sup>C僅43%。經埋土3月後(2000年11月),各不同溫度下之發芽率也呈現出下降之現象,此時約有8%之死亡種子出現,而埋土半年後(2001年2月)約有18%之消失種子,而種子出土率迅速降低。至2001年6月後消失種子數達34%以上,挖出種子於不同溫度下之發芽率則在27%以下。(圖5-14)。

## 2.每月土中種子於土中之自然萌芽

埋土試驗過程中每個月所挖掘出土的種子,經清洗、風乾,立即播種於土壤中,調查其田間的幼苗出土率。就紫花藿香薊而言1999年12月份進行調查時,初期萌芽率75%,埋土一至三個月(2000年1至3月)挖出種子萌芽率皆在60%以上,埋土四個月後萌芽率迅速下降,而爾後萌芽率除10月份10%以上外,其餘萌芽率皆在10%以下(圖5-15);2000年8月份另一批從旱田挖出紫花藿香薊種子進行調查時,初期萌芽率為62%,埋土一至四個月(2000年9至12月)挖出種子萌芽率則在33-49%之間,埋土五個月後萌芽率迅速下降,皆在15%以下,而埋土11個月以後(2001年7-9月)則並沒有萌芽出現(圖5-16);而2000年8月同時間另一批從水田挖出紫花藿香薊種子進行調查時,初期萌芽率為67%,埋土一至四個月(2000年9至12月)挖出種子萌芽率則在35-53%之間,埋土五個月後萌芽率迅速下降為29%,而埋土11個月以後(2001年7-9月)則尚有14%萌芽出現(圖5-17)。

就白花藿香薊而言1999年12月份進行調查時,初期萌芽率70%,埋土一至三個月(2000年1至3月)挖出種子萌芽率皆在65%以上,埋土四個月後萌芽率迅速下降,而爾後萌芽率除10月份10%以上外,其餘萌芽率皆在10%以下(圖5-18);2000年8月份另一批從旱田挖出白花藿香薊種子進行調查時,初期萌芽率為51%,埋土一個月(2000年9月)挖出種子萌芽率尚有48%,埋土2個月後迅速下降,埋土五個月(2001年1月)以後萌芽率皆在5%以下;2000年8月份同時間另一批從水田挖出白花藿香薊種子進行調查時,初期萌芽率為55%,埋土一個月(2000年9月)挖出種子萌芽率尚有44%,埋土2個月後迅速下降,埋土五個月(2001年1月)以後萌芽率在20%以下,但較旱田挖出種子萌芽率為高(圖5-20)。

### (三).不同月份犁田對紫花藿香薊與白花藿香薊幼苗田間出土之影響

在嘉義大學農場試驗田區，於2000年1月至2000年12月期間，每月月初逢機選取紫花藿香薊與白花藿香薊出現田區各三塊小區，計六小區加以整地，等二個月後才調查紫花藿香薊與白花藿香薊植株之數目。數據顯示(圖5-21、圖5-22)經過耕犁後，紫花藿香薊與白花藿香薊於一年12個月內，每個月都有藿香薊植株出現，其出現較多之月份為1、2、11、12月，而3至10月出現之比例也不低，每平方公尺達22-35株之間。故就不同月份犁田對紫白花藿香薊田間幼苗出土之影響，可知兩種藿香薊植物一年四季每個月皆可在犁田後之農田萌芽。

### (四).播種種子之周年萌芽

在2000年1月將紫、白花藿香薊種子各3000粒，每重複1000粒，播種於0.4公分深之土壤中，每月調查幼苗出土數。就紫花藿香薊(圖5-23)而言，播種後第一個月萌芽之幼苗數可達500株，第2個月累計萌芽之幼苗數達750株，播種後第三個月萌芽數趨緩每月萌芽幼苗數皆在30株以下，播種後6個月後每月萌芽數則在10株以下。就白花藿香薊(圖5-24)而言，播種後第一個月萌芽之幼苗數可達545株，第2個月累計萌芽之幼苗數達770株，播種後第三個月以後萌芽數趨緩每月萌芽幼苗數皆在30株以下，播種後6個月後每月萌芽數則在10株以下。而2000年9月將紫、白花藿香薊同樣進行上述之研究，由結果(圖5-25、圖5-26)可知與2001年1月之研究結果相似，故由播種後種子之週年萌芽可知，紫、白花藿香薊萌芽之高峰期在播種後1-2月內，而前2個月近80%種子萌芽完成後，往後土中種子田間之出土率並不高。

### (五).不同月份採收之紫、白花藿香薊種子發芽能力之變化

不同月份採收種子對紫花藿香薊種子發芽的影響如圖5-27所示。由圖中可看出紫花藿香薊種子在30/25°C、20/15°C下的發芽率，在各月份都有較低現象而以2、3月採收種子發芽率最低。

不同月份採收種子對白花藿香薊種子發芽的影響如圖5-28所示。在圖中10、11、12、1、3、5、6、7、8及9月等月份所採的種子，發芽率在4種變溫下皆很高且差異不大，而2月採收的種子在30/25°C、20/15°C下的發芽率分別為31.3%、28.7%最低，可能是種子在成熟過程中受低溫影響造成休眠性增強。



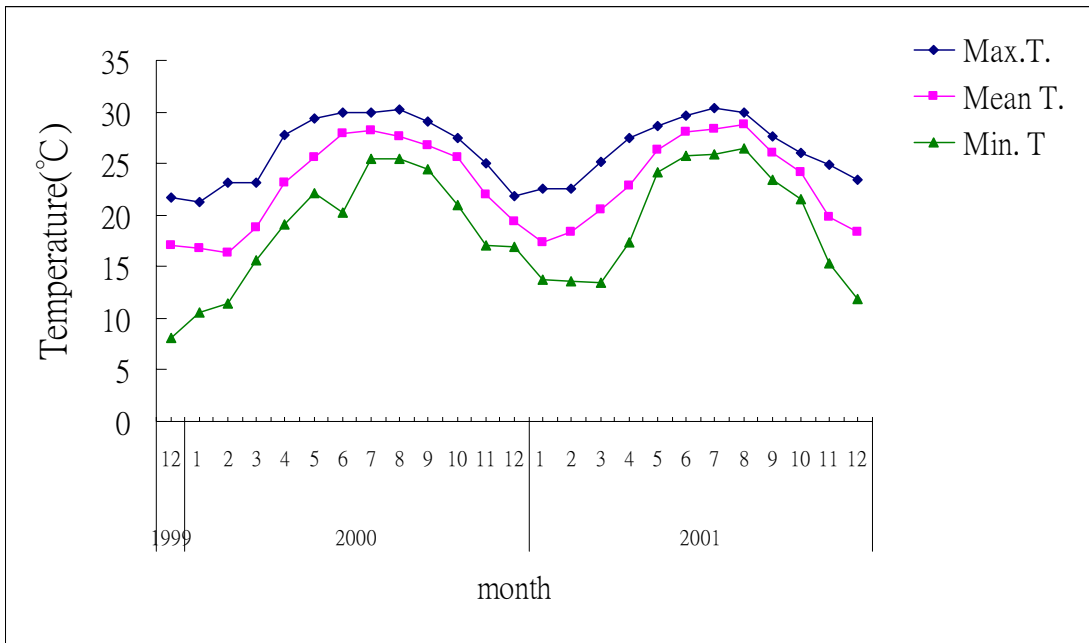


圖 5-1 試驗期間大氣平均溫度之變化(從 1999 年 12 月~2001 年 12 月)  
 Fig. 5-1. Changes in the mean ambient temperature during the experiment. (Dec, 1999 to Dec, 2001)

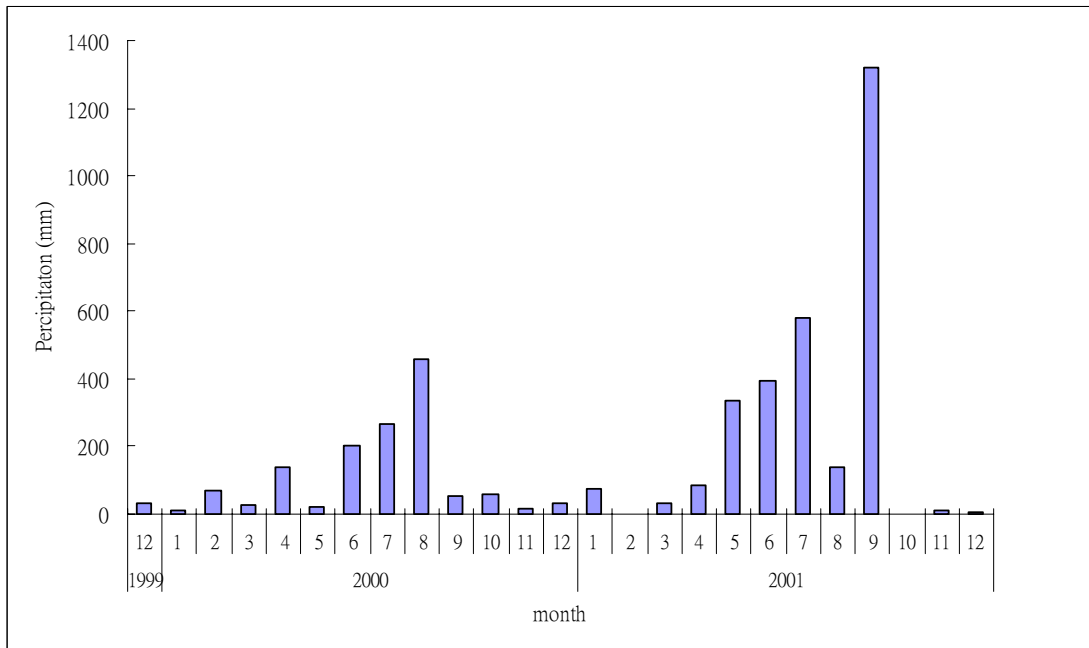


圖 5-2 試驗期間每月累積降雨量 (從 1999 年 12 月~2001 年 12 月)  
 Fig. 5-2. Monthly cumulative rainfall during the experiment. (Dec, 1999 to Dec, 2001)

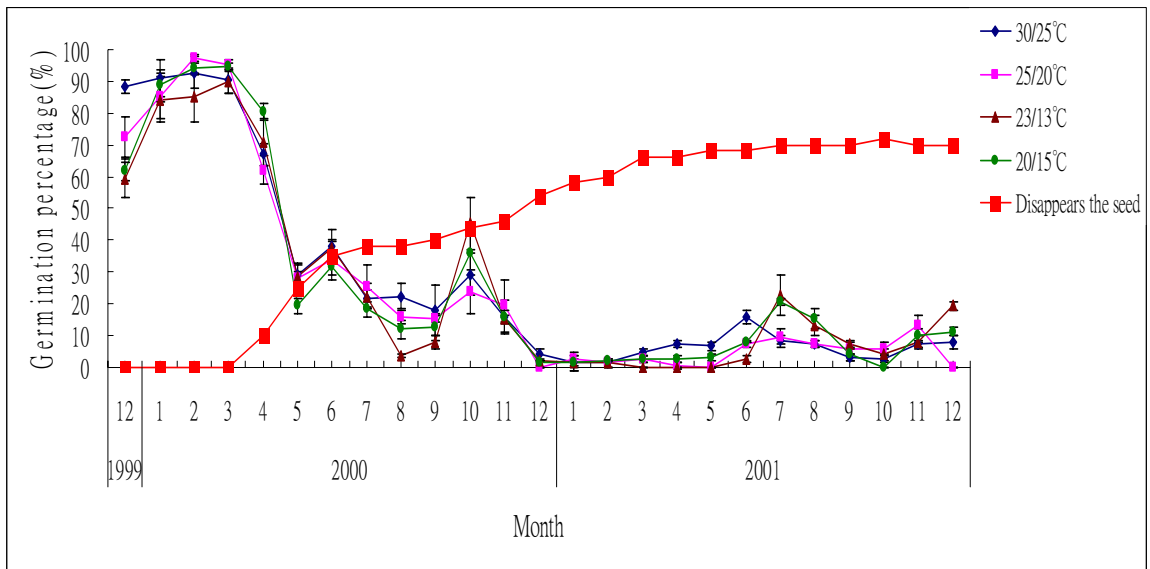


圖 5-3. 旱田每月出土紫花藿香薊種子，在四種溫度加光照下的發芽率，試驗期間 1999 年 12 月至 2001 年 12 月，發芽試驗期間 28 天

Fig. 5-3. Percentage germination of *A. houstonianum* seeds exhumed monthly from upland field soil and germinated at four temperature regimes in the light for 28 days. (Dec, 1999 to Dec, 2001, bars denote SE, if > 5%)

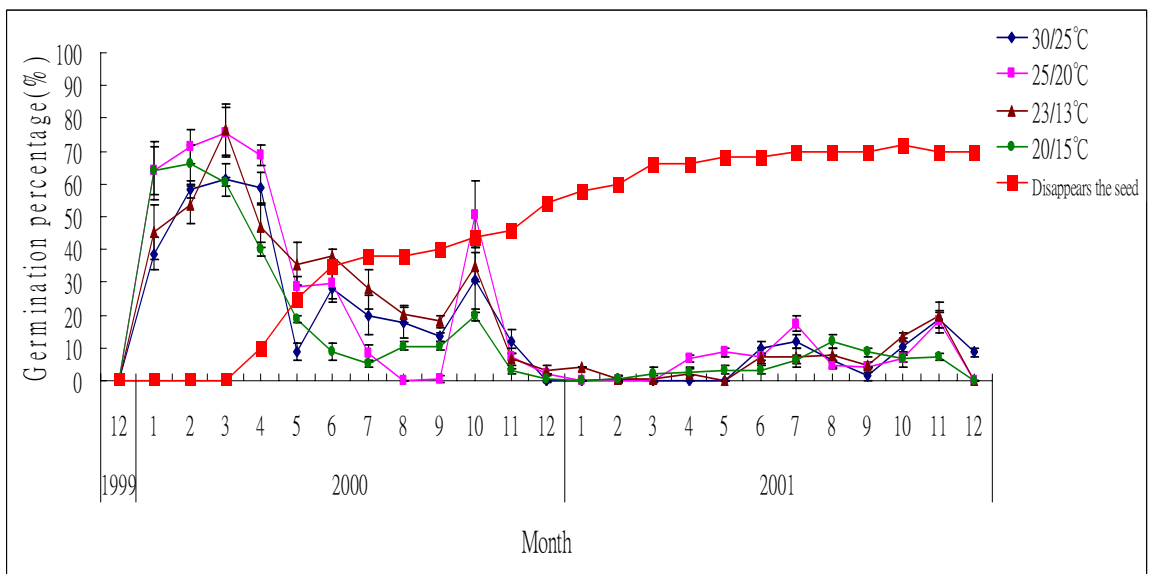


圖 5-4. 旱田每月出土紫花藿香薊種子，在四種溫度加黑暗的發芽率，試驗期間 1999 年 12 月至 2001 年 12 月，發芽試驗期間 28 天

Fig. 5-4. Percentage germination of *A. houstonianum* seeds exhumed monthly from upland field soil and germinated at four temperature regimes in darkness for 28 days. (Dec, 1999 to Dec, 2001, bars denote SE, if > 5%)

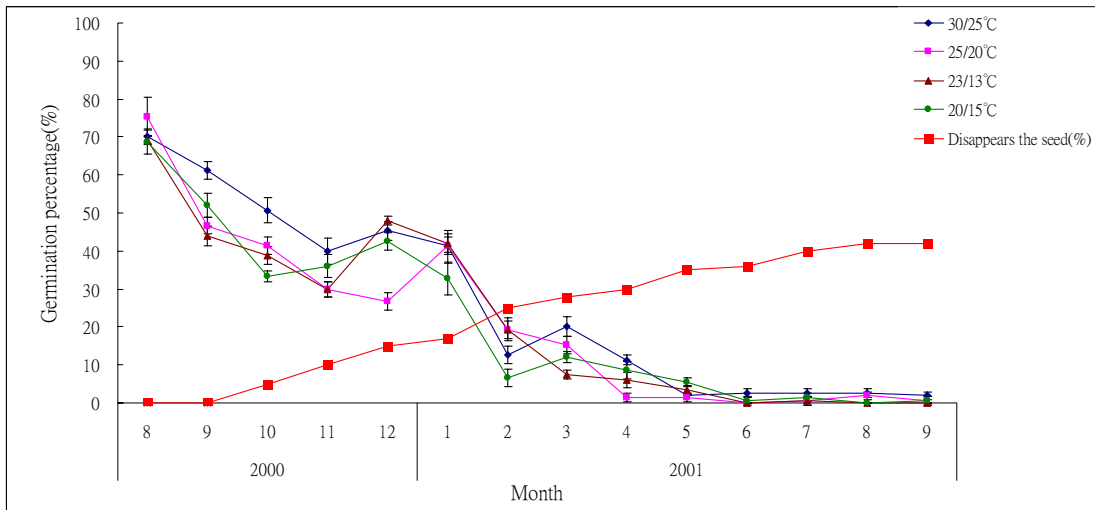


圖 5-5. 旱田每月出土紫花藿香薊種子在四種溫度加光照下的發芽率，試驗期間 2000 年 8 月至 2001 年 9 月，發芽試驗期間 28 天

Fig. 5-5. Percentage germination of *A. houstonianum* seeds exhumed monthly from upland field soil and germinated at four temperature regimes in the light for 28 days. (Aug, 2000 to Sept, 2001, bars denote SE, if > 5%)

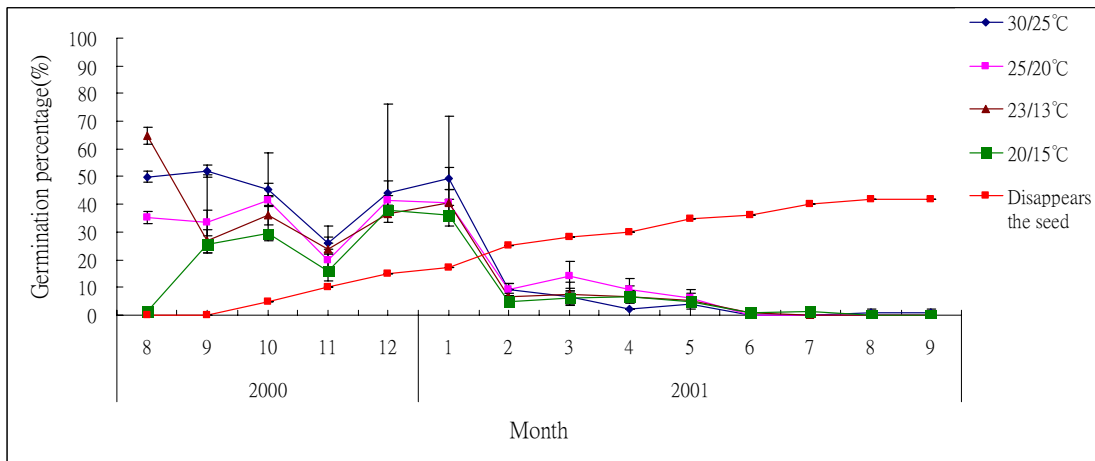


圖 5-6. 旱田每月出土紫花藿香薊種子在四種溫度加黑暗下的發芽率，試驗期間 2000 年 8 月至 2001 年 9 月，發芽試驗期間 28 天

Fig. 5-6. Percentage germination of *A. houstonianum* seeds exhumed monthly from upland field soil and germinated at four temperature regimes in darkness for 28 days. (Aug, 2000 to Sept, 2001, bars denote SE, if > 5%)

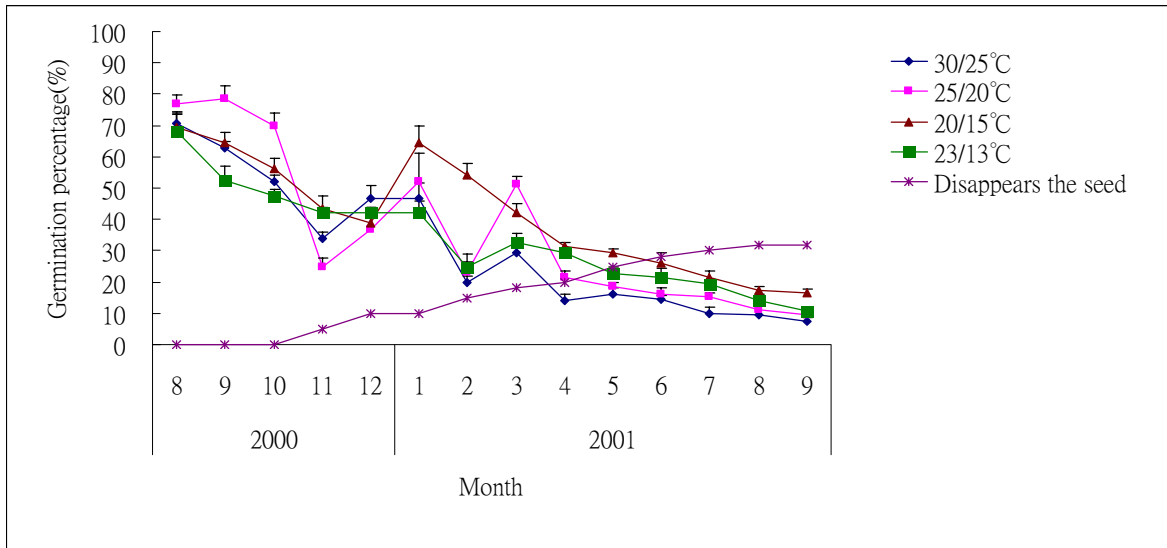


圖 5-7. 水田每月出土紫花藿香薊種子四種溫度加光照下的發芽率，試驗期間 2000 年 8 月至 2001 年 9 月，發芽試驗期間 28 天

Fig. 5-7. Percentage germination of *A. houstonianum* seeds exhumed monthly from paddy field soil and germinated at four temperature regimes in the light for 28 days. (Aug, 2000 to Sept, 2001, bars denote SE, if > 5%)

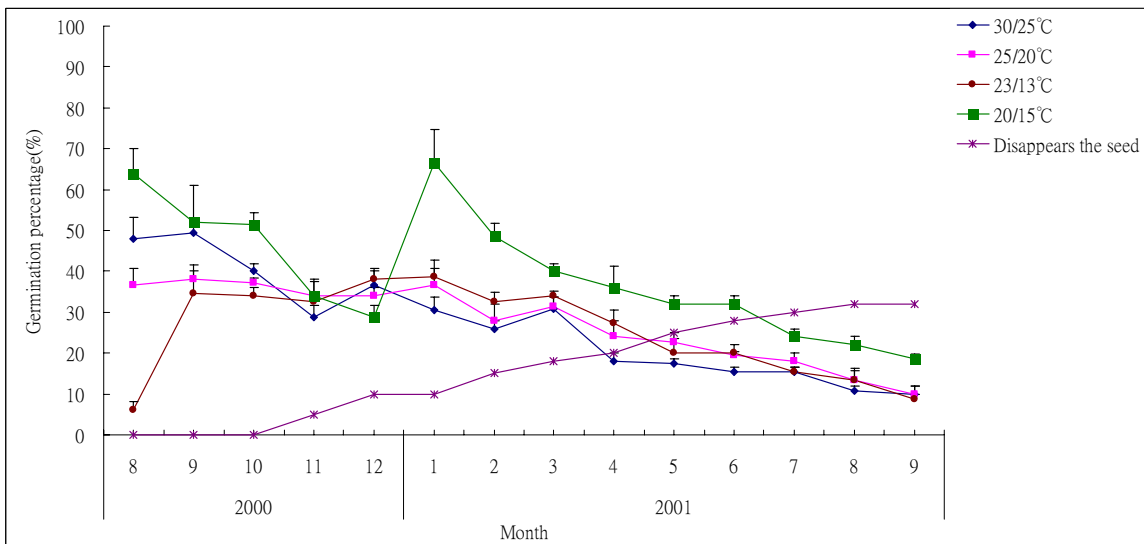


圖 5-8. 水田每月出土紫花藿香薊種子四種溫度加黑暗下的發芽率，試驗期間 2000 年 8 月至 2001 年 9 月，發芽試驗期間 28 天

Fig. 5-8. Percentage germination of *A. houstonianum* seeds exhumed monthly from upland field soil and germinated at four temperature regimes in darkness for 28 days. (Aug, 2000 to Sept, 2001, bars denote SE, if > 5%)

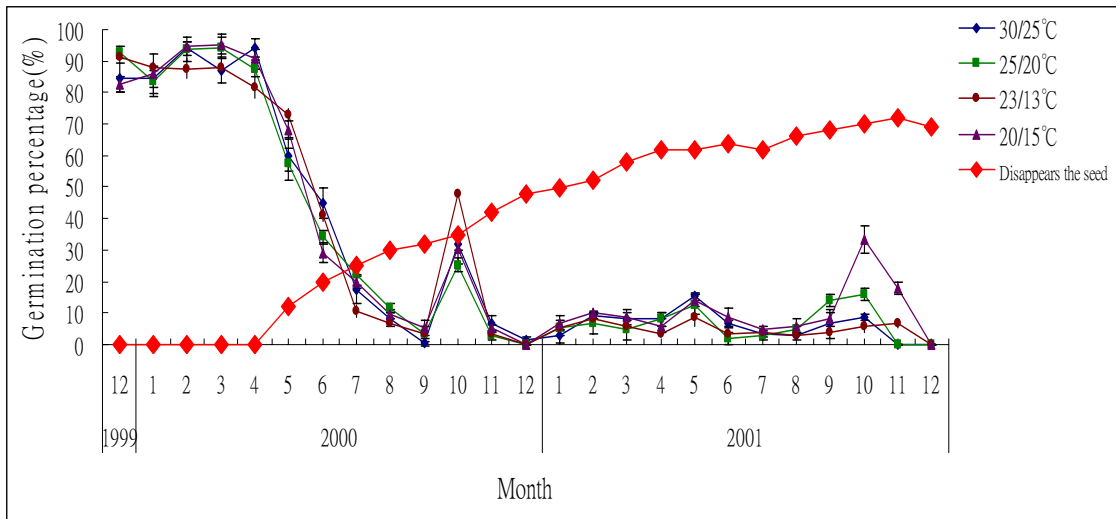


圖 5-9. 旱田每月出土白花藿香薊種子在四種溫度加光照下的發芽率，試驗期間 1999 年 12 月至 2001 年 12 月，發芽試驗期間 28 天

Fig. 5-9. Percentage germination of *A. conyzoides* seeds exhumed monthly from upland field soil and germinated at four temperature regimes in the light for 28 days. (Dec, 1999 to Dec, 2001, bars denote SE, if > 5%)

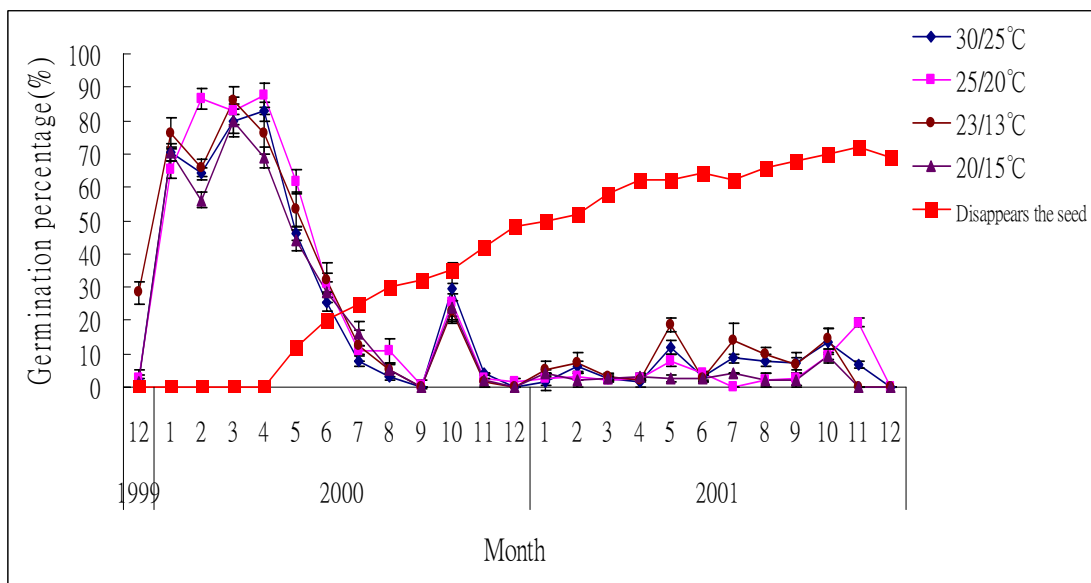


圖 5-10. 旱田每月出土白花藿香薊種子在四種溫度加黑暗下的發芽率，試驗期間 1999 年 12 月至 2001 年 12 月，發芽試驗期間 28 天

Fig. 5-10. Percentage germination of *A. conyzoides* seeds exhumed monthly from upland field soil and germinated at four temperature regimes in the darkness for 28 days. (Dec, 1999 to Dec, 2001, bars denote SE, if > 5%)

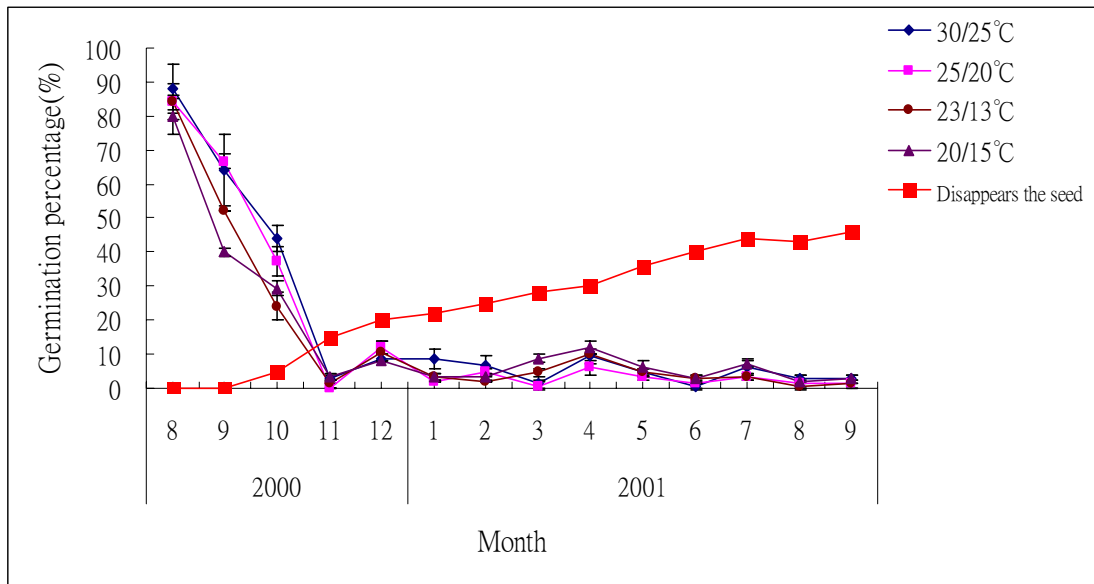


圖 5-11. 旱田每月出土白花藿香薊種子，在四種溫度加光照下的發芽率，試驗期間 2000 年 8 月至 2001 年 9 月，發芽試驗期間 28 天

Fig. 5-11. Percentage germination of *A. conyzoides* seeds exhumed monthly from upland field soil and germinated at four temperature regimes in the light for 28 days. (Aug, 2000 to Sept, 2001, bars denote SE, if > 5%)

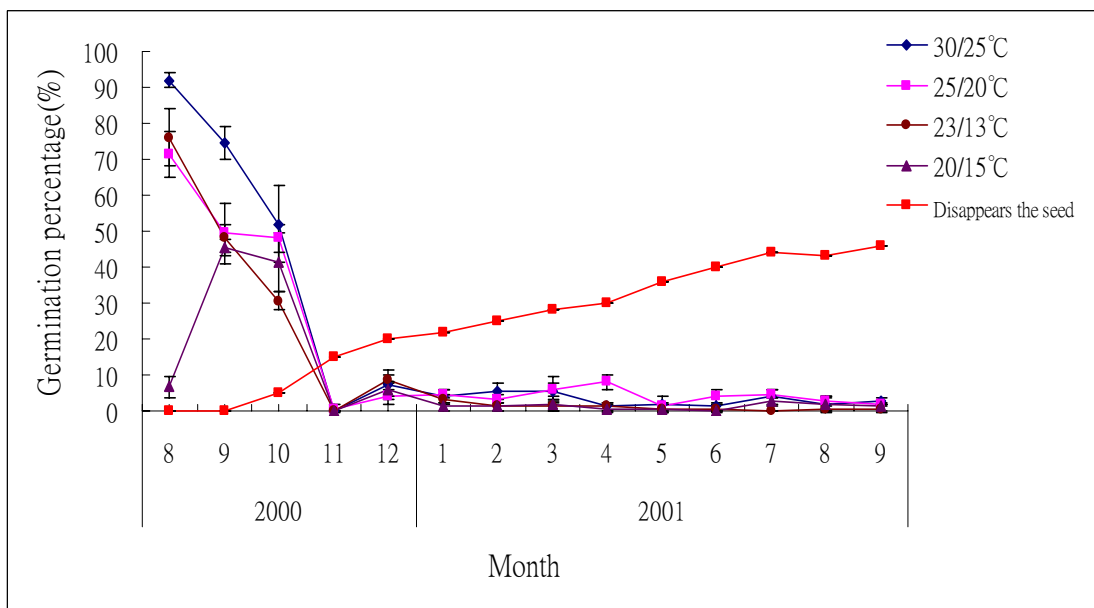


圖 5-12. 旱田每月出土白花藿香薊種子，在四種溫度加黑暗下的發芽率，試驗期間 2000 年 8 月至 2001 年 9 月，發芽試驗期間 28 天

Fig. 5-12. Percentage germination of *A. conyzoides* seeds exhumed monthly from upland field soil and germinated at four temperature regimes in darkness for 28 days. (Aug, 2000 to Sept, 2001, bars denote SE, if > 5%)

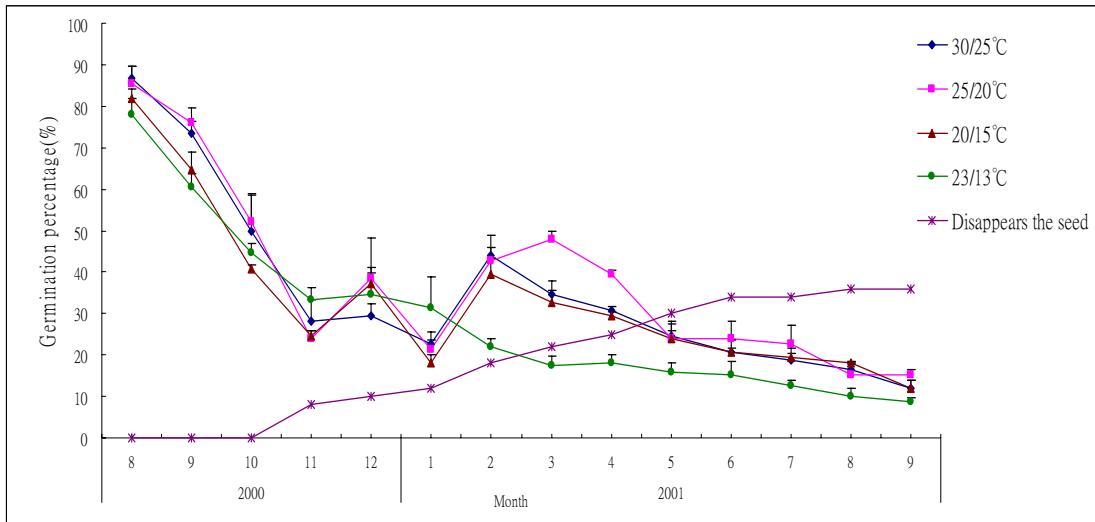


圖 5-13. 水田每月出土白花藿香薊種子在四種溫度加光照下的發芽率，試驗期間 2000 年 8 月至 2001 年 9 月，發芽試驗期間 28 天

Fig. 5-13. Percentage germination of *A. conyzoides* seeds exhumed monthly from paddy field soil and germinated at four temperature regimes in the light for 28 days. (Aug, 2000 to Sept, 2001, bars denote SE, if > 5%)

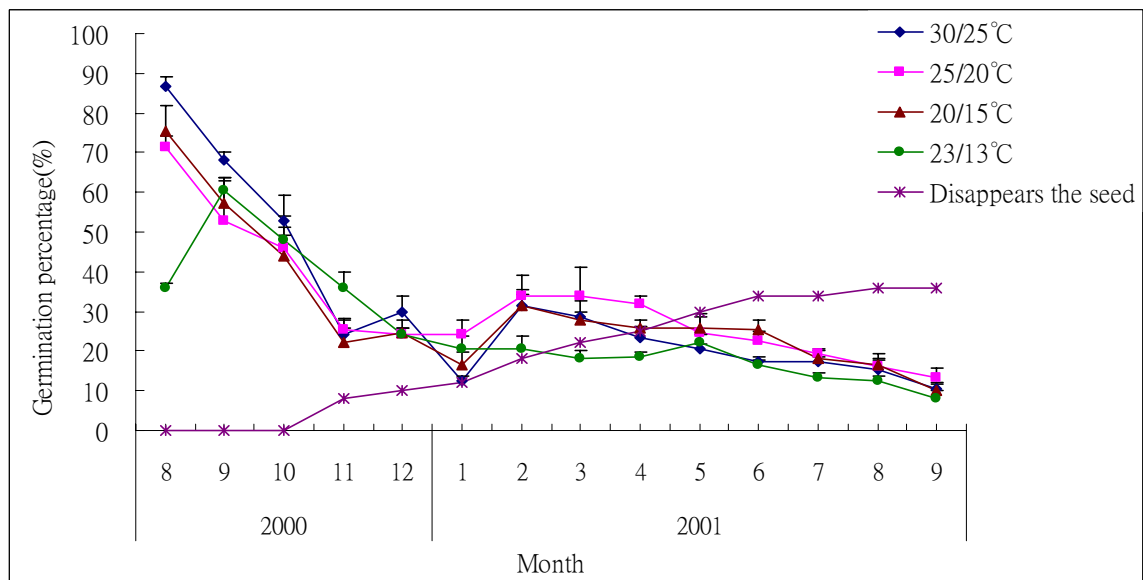


圖 5-14. 水田每月出土白花藿香薊種子在四種溫度加黑暗下的發芽率，試驗期間 2000 年 8 月至 2001 年 9 月，發芽試驗期間 28 天

Fig. 5-14. Percentage germination of *A. conyzoides* seeds exhumed monthly from upland field soil and germinated at four temperature regimes in darkness for 28 days. (Aug, 2000 to Sept, 2001, bars denote SE, if > 5%)

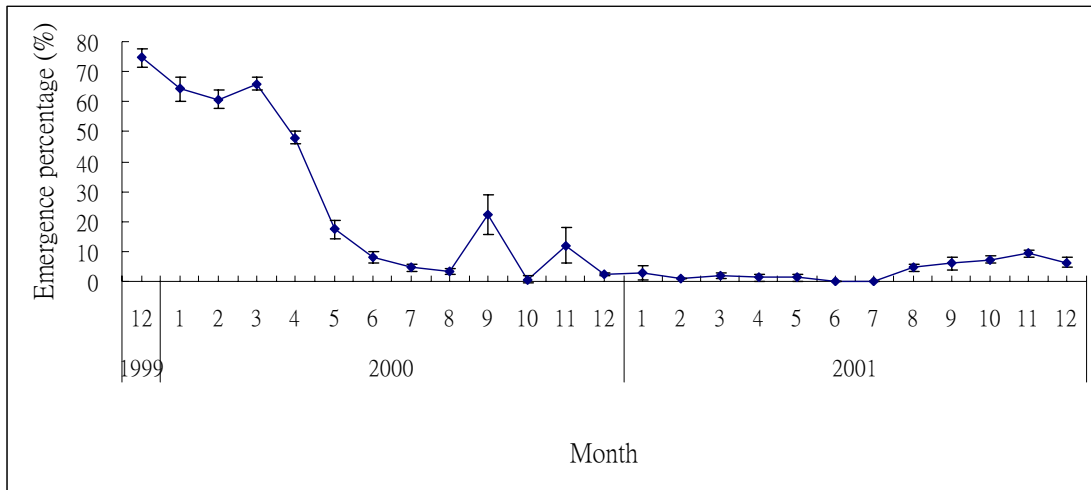


圖 5-15.早田每月出土之紫花藿香薊種子播種於土中之出土萌芽率，播種後 30 天計算苗數(1999 年 12 月開始)

Fig. 5-15. Field emergence of the monthly exhumed seeds of *A. houstonianum* buried in upland field (the same samples as in figure 5-3 and 5-4). The exhumed seeds were planted in 0.5 cm depth soil and percentage emergence counted 30 days. (bars denote Standard Error, if > 5%)

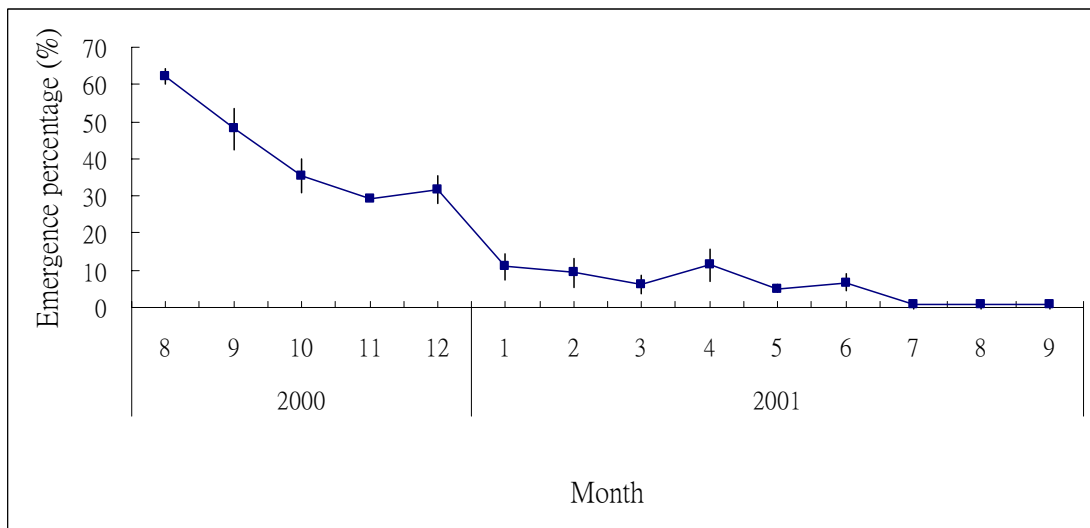


圖 5-16.早田每月出土之紫花藿香薊種子播種於土中之出土萌芽率，播種後 30 天計算苗數(2000 年 8 月開始)

Fig. 5-16. Field emergence of the monthly exhumed seeds of *A. houstonianum* buried in upland field (the same samples as in figure 5-5 and 5-6 ). The exhumed seeds were planted in 0.5 cm depth soil and percentage emergence counted 30 days. (bars denote Standard Error, if > 5%)



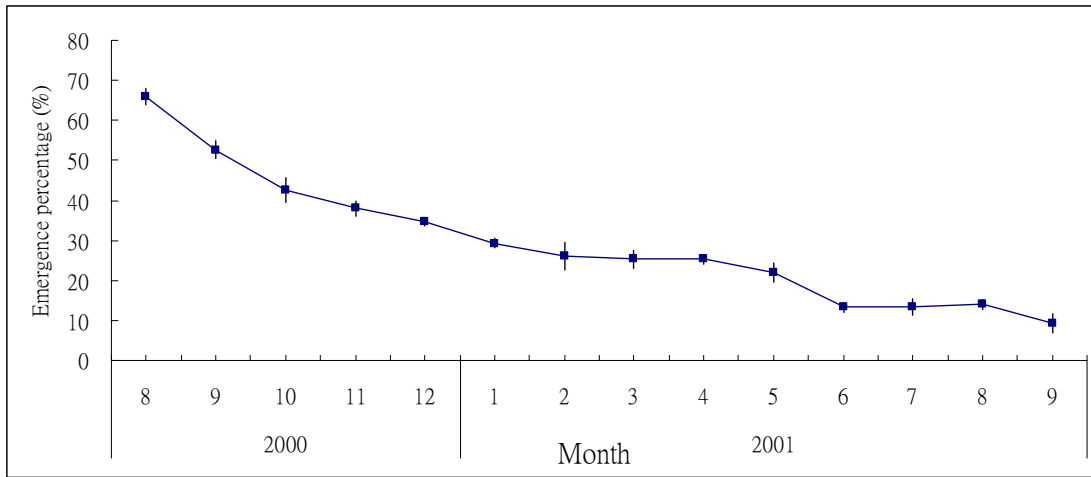


圖 5-17.水田每月出土之紫花藿香薊種子播種於土中之出土萌芽率，播種後 30 天計算苗數(2000 年 8 月開始)

Fig. 5-17. Field emergence of the monthly exhumed seeds of *A. houstonianum* buried in paddy field (the same samples as in figure 5-7 and 5-8 ). The exhumed seeds were planted in 0.5 cm depth soil and percentage emergence counted 30 days. (bars denote Standard Error, if > 5%)

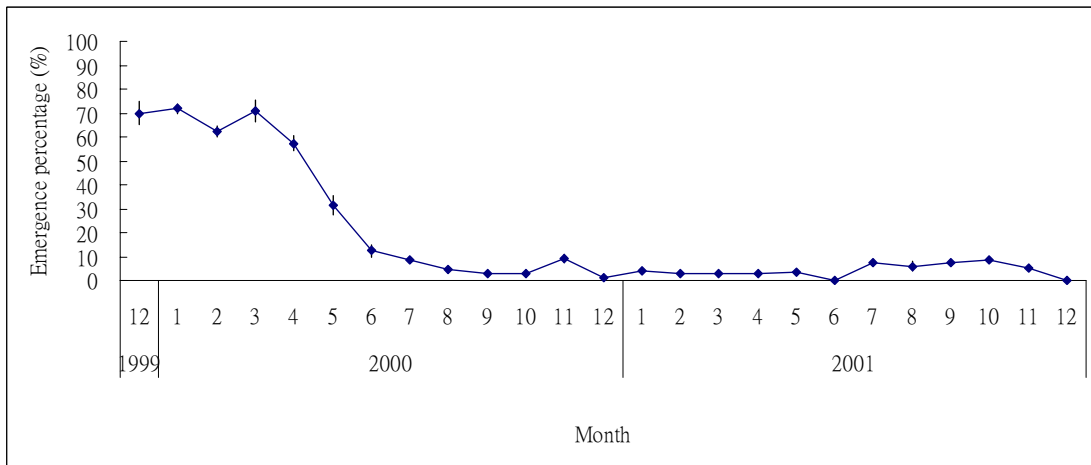


圖 5-18. 每月出土之白花藿香薊種子播種於土中之出土萌芽率，播種後 30 天計算苗數 (1999 年 12 月開始)

Fig. 5-18. Field emergence of the monthly exhumed seeds of *A. conyzoides* buried in upland field (the same samples as in figure 5-9 and 5-10). The exhumed seeds were planted in 0.5 cm depth soil and percentage emergence counted 30 days. (bars denote Standard Error, if > 5%)

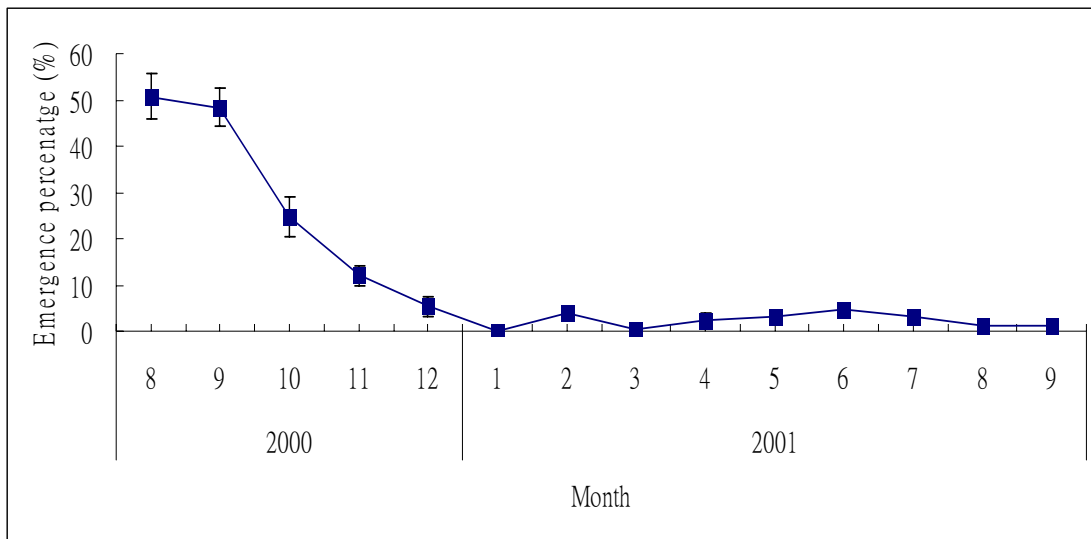


圖 5-19.早田每月出土之白花藿香薊種子播種於土中之出土萌芽率，播種後 30 天計算苗數(2000 年 8 月開始)

Fig. 5-19. Field emergence of the monthly exhumed seeds of *A. conyzoides* buried in upland field (the same samples as in figure 5-11 and 5-12 ). The exhumed seeds were planted in 0.5 cm depth soil and percentage emergence counted 30 days. (bars denote Standard Error, if > 5%)

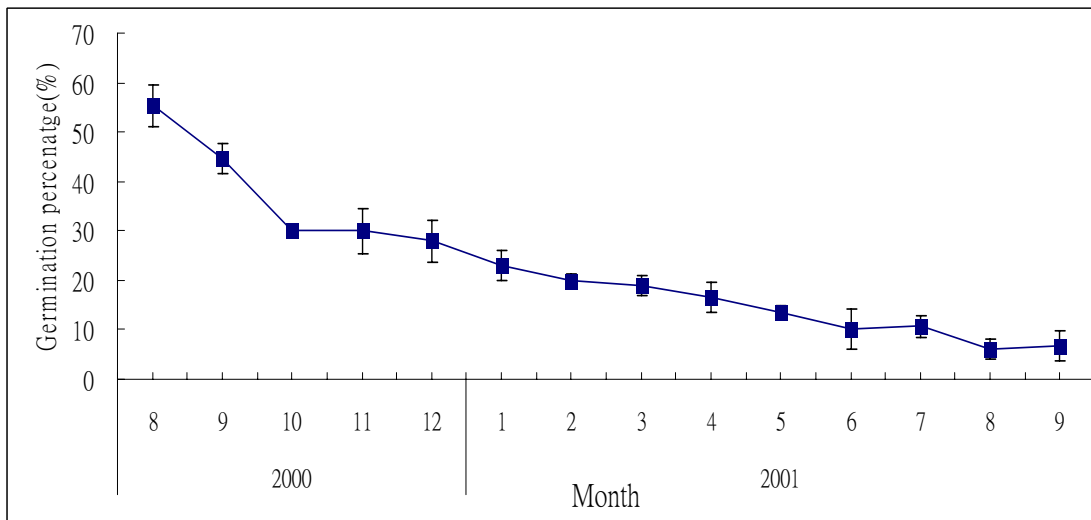


圖 5-20.水田每月出土之白花藿香薊種子播種於土中之出土萌芽率，播種後 30 天計算苗數(2000 年 8 月開始)

Fig. 5-20. Field emergence of the monthly exhumed seeds of *A. conyzoides* buried in paddy field (the same samples as in figure 5-13 and 5-14 ). The exhumed seeds were planted in 0.5 cm depth soil and percentage emergence counted 30 days. (bars denote Standard Error, if > 5%)

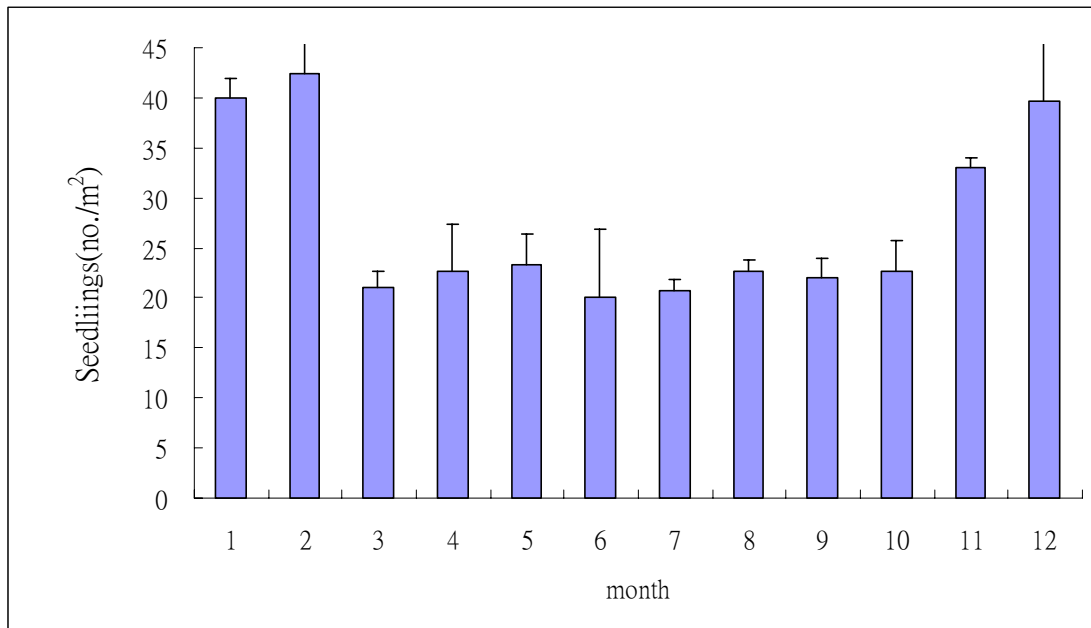


圖 5-21.犁田對土中紫花藿香薊種子萌芽之影響，犁田後一個月調查田間植株數(2000年1月開始)

Fig. 5-21. Effect of plowing time on the number of emerged seedlings of *A. houstonianum*. number of plants was counted one month after plowing. (bars denote Standard Error, if > 5%)

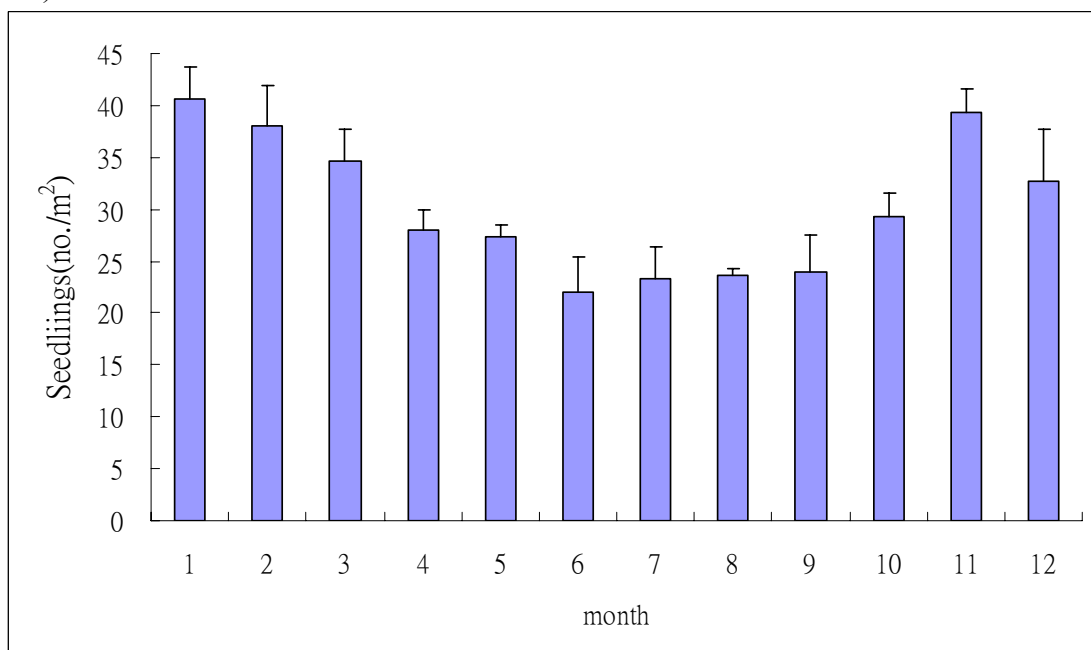


圖 5-22.犁田對土中白花藿香薊種子萌芽之影響，犁田後一個月調查田間植株數(2000年1月開始)

Fig. 5-22. Effect of plowing time on the number of emerged seedlings of *A. conyzoides*. Number of plants was counted one month after plowing. (bars denote Standard Error, if > 5%)

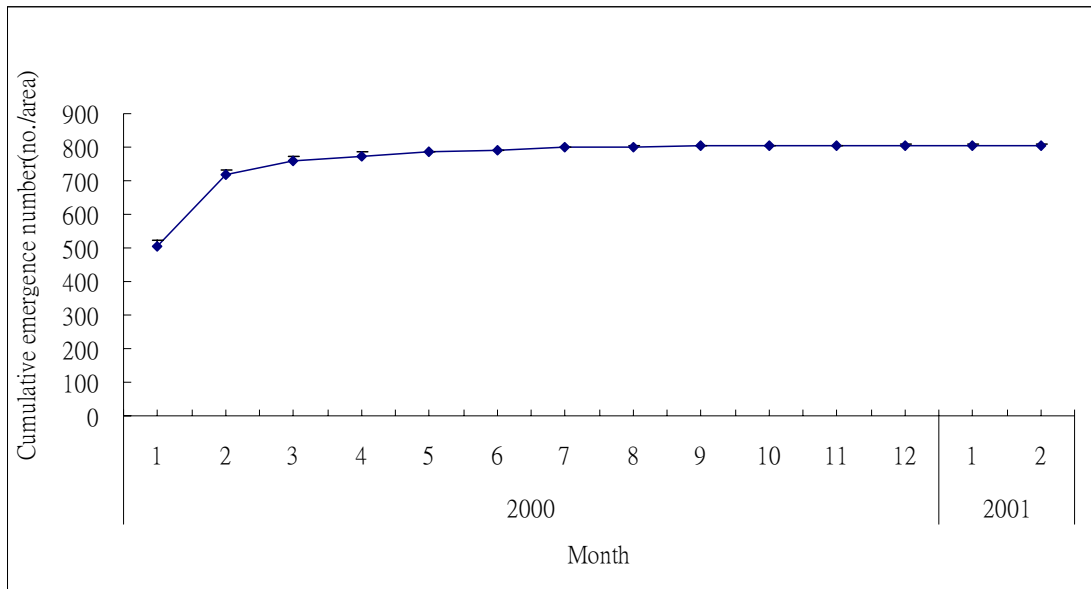


圖 5-23. 紫花藿香薊種子在 2000 年 1 月播種於 0.5 公分深土中每個月之萌芽數，每月底計算並拔出幼苗。(種子 3000 粒，每重覆 1000 粒)

Fig. 5-23. Cumulative emergence of *A. houstonianum* plants in the field. The 3000 seeds (with 3 replications by 1 replications 1000 seed ) were planted in 0.5 cm depth soil on Jan. 2000. Number of seedings were counted and removed at the end of each month. (bars denote Standard Error, if > 5%)

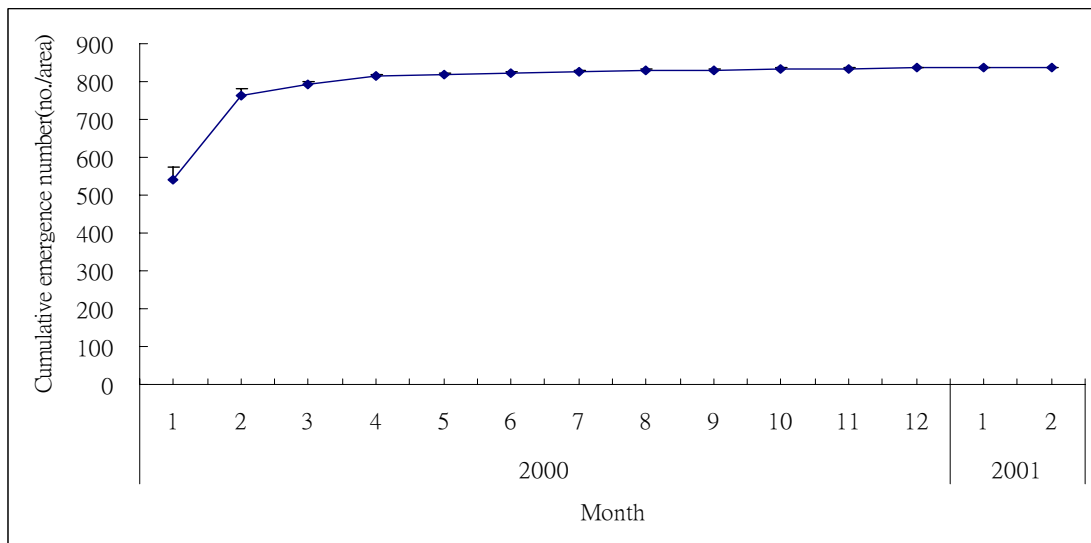


圖 5-24. 白花藿香薊種子在 2000 年 1 月播種於 0.5 公分深土中每個月之萌芽數，每月底計算並拔出幼苗。(種子 3000 粒，每重覆 1000 粒)

Fig. 5-24. Cumulative emergence of *A. conyzoides* plants in the field. The 3000 seeds (with 3 replications by 1 replications 1000 seed ) were planted in 0.5 cm depth soil on Jan., 2000. Number of seedings were counted and removed at the end of each month. (bars denote Standard Error, if > 5%)

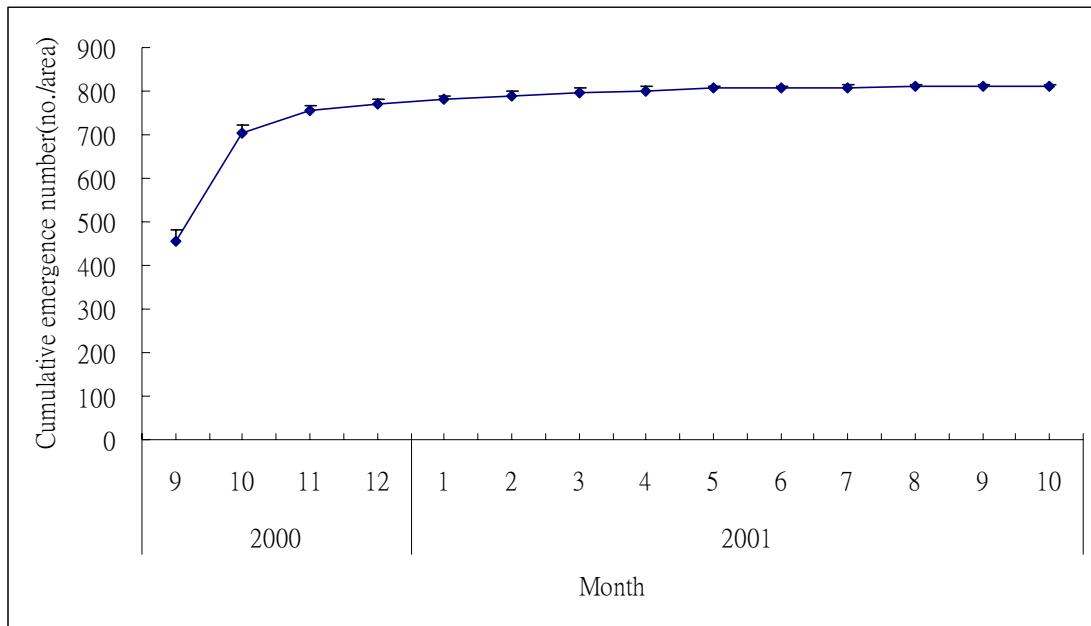


圖 5-25. 紫花藿香薊種子在 2000 年 9 月播種於 0.5 公分深土中每個月之萌芽數，每月底計算並拔出幼苗。(種子 3000 粒，每重覆 1000 粒)

Fig. 5-25. Cumulative emergence of *A. houstonianum* plants in the field. The 3000 seeds (with 3 replications by 1 replications 1000 seed ) were planted in 0.5 cm depth soil on **Sept.** 2000. Number of seedlings were counted and removed at the end of each month. (bars denote Standard Error, if > 5%)

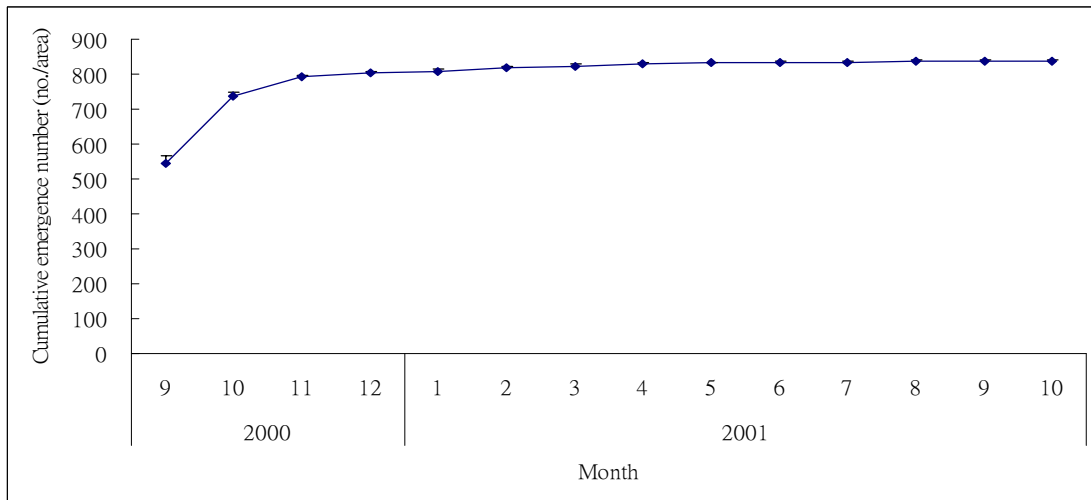


圖 5-26. 白花藿香薊種子在 2000 年 9 月播種於 0.5 公分深土中每個月之萌芽數，每月底計算並拔出幼苗。(種子 3000 粒，每重覆 1000 粒)

Fig. 5-26. Cumulative emergence of *A. conyzoides* plants in the field. The 3000 seeds (with 3 replications by 1 replications 1000 seed ) were planted in 0.5 cm depth soil on **Sept.** 2000. Number of seedlings were counted and removed at the end of each month. (bars denote Standard Error, if > 5%)

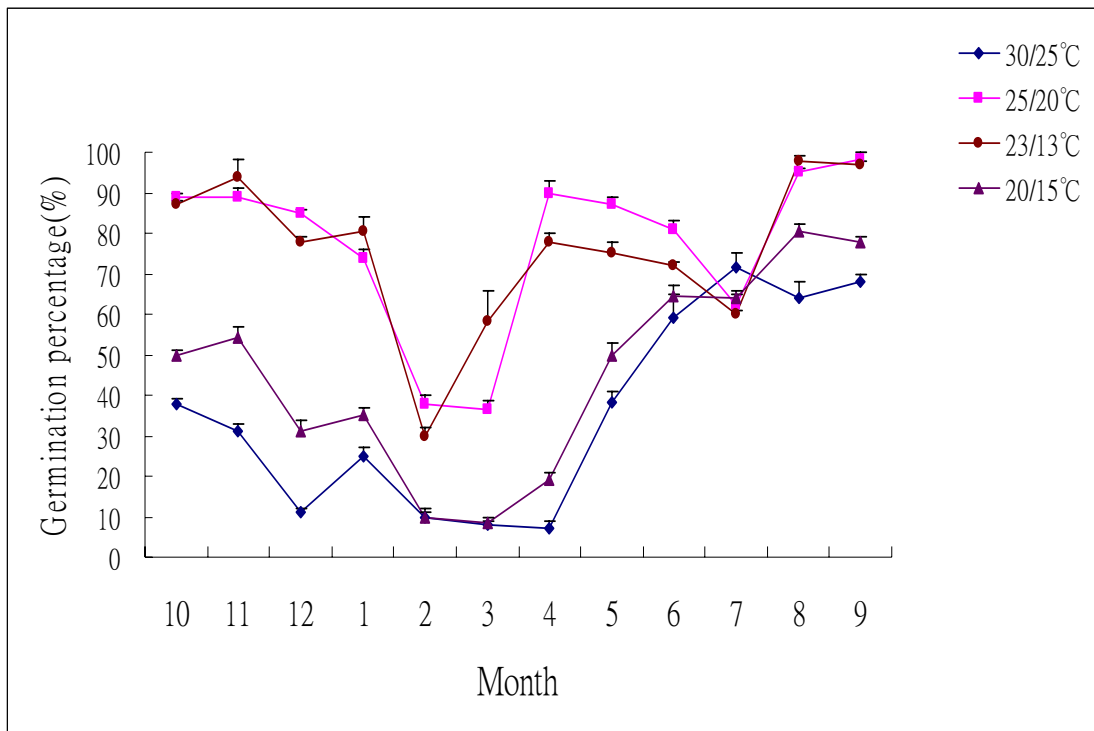


圖 5-27. 不同月份採收紫花藿香薷種子在不同溫度下發芽率之變化  
 Fig. 5-27. Germination percentage of monthly collected seeds of *A. houstonian* under different temperature regime.

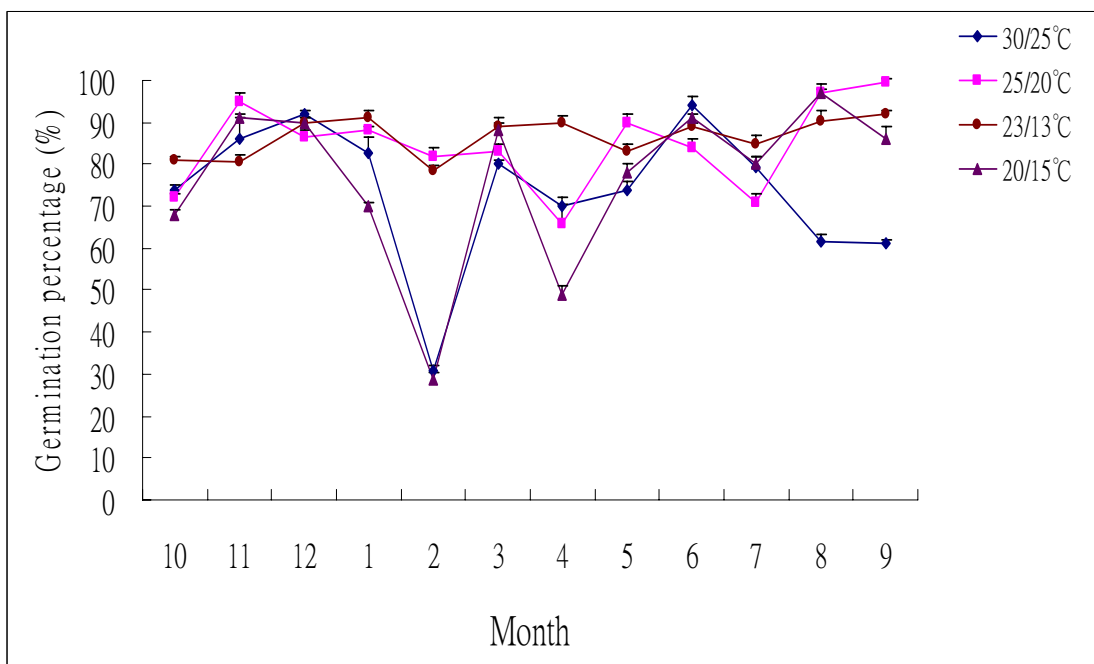


圖 5-28. 不同月份採收白花藿香薷種子在不同溫度下發芽率之變化  
 Fig. 5-28. Germination percentage of monthly collected seeds of *A. conyzoides* under different temperature regime.

#### 四. 討論

本試驗於 1999 年 12 月及 2000 年 8 月以紫花藿香薊及白花藿香薊種子進行週年性發芽能力，發現紫花藿香薊與白花藿香薊子初期採收之種子光照下略呈制約休眠或無休眠狀態，而黑暗下呈制約休眠，光照下休眠性較弱、黑暗下制約休眠性較強，可能由於田間種子季節性萌芽主要受到生理性休眠之影響(Baskin and Baskin, 1988)，當休眠種子埋在土中時，經由後熟作用轉變成無休眠之狀態(Vegis, 1964)。故紫花藿香薊與白花藿香薊種子經掩埋一個月後，在光照下呈現出無休眠狀態，在適合之環境條件下發芽率高，於 4 種不同溫度下，發芽率皆達 80%以上。而在黑暗下休眠性則有減弱之現象。

Weaver and Thomas(1986)指出:在所有溫度處理下，不管何種生物型或物種，其在光/黑暗下之發芽率比絕對黑暗高。紫花及白花藿香薊種子在光照與黑暗處理(短暫曝光之黑暗處理)之發芽率，黑暗處理各溫度處理之發芽率明顯較光照處理低，與 Kendrick *et al.*(1969)指出 *Amaranthus caudatus* 在黑暗處理下發芽率低及吳(2003)指出野莧(*Amaranthus viridis* L.)及刺莧(*A. spinosus* L.)種子黑暗下較光照下發芽率為低之結果相似。Milberg *et al.*(1996)研究 44 種雜草種子在短日照光之發芽率指出，短暫之照光可以誘導一些雜草種子之發芽之結果相似；Schonbeck and Egley(1980)亦提出:在埋土期間，一些雜草種子變成短暫之感光性以促進發芽。本研究中紫花藿香薊種子在黑暗處理下，種子在適合之溫度下(25/20°C)下埋土後前 4 個月發芽率可達 60%以上，可能是在出土時及種子分裝於培養皿時，短暫之照光，已經吸收足以促進發芽之光量，此與上述學者研究相似。

雜草種子在土中出現之模式，可分為暫時性(transient)與持續性(persistent)種子庫。暫時性指種子在土中之時間低於 1 年；持續型又可分為短暫持續型及長持續型，短暫持續型指種子可在土中持續 1 至 5 年，而種子可在土中持續 5 年以上，稱為長持續型(郭，2000)。紫花藿香薊及白花藿香薊種子之週年變遷試驗中，1999 年 12 月之埋土種子在掩埋五個月後(2000 年 5 月以後)，不管是光照或黑暗處理及田間出土試驗，紫花藿香薊發芽率明顯下降至 40%，而白花藿香薊種子，在掩埋 5 個月後，則發芽率呈急速下降，埋土 6 個月後不論是光照或黑暗處理及田間出土試驗，發芽率皆低於 45%以下，而紫花藿香薊種子在 2001 年 12 月兩年之試驗結束之最後一次調查中，雖有 70%之種子已消失，但在光照 23/13<sup>0</sup>C 下尚有 20%發芽率(圖 5-3);白花藿香薊種子在 2001 年 12 月兩年之試驗結束之最後一次調查中，雖有 69%之種子已消失，但在黑暗 30/25<sup>0</sup>C 下尚有 10%發芽率(圖 5-12)，兩年之試

驗期間種子仍可在土中發芽，因此符合短暫持續型指種子可在土中持續 1 至 5 年，故推論紫花與白花藿香薊種子為短暫持續型種子。

而由週年之埋土試驗結果顯示紫花藿香薊種子於埋土半年後，約有 30% 種子於土中未出土前消失，挖出之埋土種子只剩 70% 種子數，而白花藿香薊種子也有相同之現象。至 2 年之週年變遷試驗結束，種子之存活種子數則約只剩 30%，70% 以上之種子皆已消失。

埋土之季節性是否影響埋土種子之休眠性，本研究於 2000 年 8 月再新埋一批紫、白花藿香薊種子，且分為水田與旱田兩部份埋土，了解是否因埋土季節性之不同與不同之水、旱田埋土，兩雜草種子休眠性表現是否有所差異，結果顯示在旱田下兩種種子在夏天埋土，未埋土前黑暗下制約休眠性較高，之後種子之休眠性並未解除，發芽率一樣不高，而埋土後第二個月，約有 5% 左右之種子於土中未出土前萌芽消失，挖出之埋土種子只剩 95% 之種子數。而埋土後半年紫花藿香薊挖出埋土種子之種子數只剩 75%，其餘 25% 於土中未出土前即已消失。而白花藿香薊挖出之埋土種子則只剩 75% 之存活量，種子於前三個月未出土之埋土種子則消失更快，約有 15% 種子於土中，未出土前即消失，之後則兩種藿香薊種子持續消失。而在水田下兩種種子在夏天埋土，同樣的未埋土前黑暗下制約休眠性較高，之後種子之休眠性並未解除，發芽率一樣不高，而埋土後第三個月，約有 5% 左右之種子於土中未出土前萌芽消失，挖出之埋土種子只剩 95% 之種子數。而埋土後半年紫花藿香薊挖出埋土種子之種子數只剩 85%，其餘 15% 於土中未出土前即已消失。而白花藿香薊挖出之埋土種子則只剩 82% 之存活量，種子於前三個月未出土之埋土種子則消失更快，約有 18% 種子於土中，未出土前即消失，之後則兩種藿香薊種子持續消失。而由水、旱田之埋土試驗結束(2001 年 9 月)可知，水田下種子消失之速度(介於 32-34% 之間)較旱田為慢(介於 42-46% 之間)，其可能原因為水田氧氣較少，其種子劣變消失較慢，而由第四章氧氣與兩種藿香薊植物發芽得知在黑暗無氧下，兩種植物發芽率只有 3%，而在黑暗嫌氧下發芽率介於 18-33% 間，上述試驗結果與水田埋土試驗結果有相符合之現象。Zorner et al.(1984)以野燕麥種子為材料研究指出埋於 10 公分深之種子，處於無休眠狀態者較休眠狀態者容易在土中發芽而減低土中種子數目，而蘇(1995)研究早苗蓼種子亦指出，旱田早苗蓼種子處於制約休眠狀態，在合適溫度下仍會在土中發芽，因而減少種子庫之存量，而在浸水狀態下，種子雖也在制約休眠狀態，但因氧氣不足，而能保有較多之種子量，此與本研究中紫、白花藿香薊在水田中保有較多之種子數，而旱田中種子



消失較多之結果相似。

本研究中白花藿香薊消失之速度較紫花藿香薊差異不大，是否因紫花藿香薊種子較白花藿香薊為大，較能忍受深埋之環境、但白花藿香薊在黑暗嫌氧下發芽率較紫花藿香薊為低，兩種子影響因子相互抵銷。因此在土中種子之消失量兩者差異不大。

每月出土種子田間之自然萌芽與週年變遷有相似之現象，1999年12月埋土試驗，埋土後4個月內紫花藿香薊與白花藿香薊尚有50%以上之土中萌芽率，埋土6個月後土中之萌芽率則在20%以上，在每年之10月則有較高之出土率，紫花藿香薊為25%；白花藿香薊為20%。2000年8月另一批埋於水田與旱田種子，旱田挖出種子土中之出土率也與1999年12月埋土種子之土中出土率有相似之現象。於埋土後5個月出土率皆降為10%以下，而白花藿香薊較紫花藿香薊下降為快，而水田挖出種子之出土率紫花藿香薊則於埋土後9個月出土率才降為20%以下，白花藿香薊則於埋土後8個月出土率才降為15%以下，此是否因水田中庫存較多之種子數，且種子呈現休眠後劣變較慢，反而挖出種子有較高之田間出土率，而白花藿香薊是否因種子較紫花藿香薊為小較不耐高溫潮溼之埋土環境，則有待進一步探討。

陳(1995)研究鴨舌草種子指出，鴨舌草為水田常見之雜草，進行鴨舌草種子水田與旱田埋土後取出種子，在不同溫度下進行發芽試驗，皆顯示水田埋土皆較旱田埋土有最高之發芽率；蘇(1995)研究旱田雜草早苗蓼種子指出，早苗蓼種子進行水田與旱田埋土後取出種子，進行不同溫度下發芽試驗，也顯示水田埋土較旱田埋土取出種子在相同溫度下有最高之發芽率，本研究以2000年8月同時期紫、白花藿香薊水旱田埋土試驗相較也顯示水田埋土下，在各個不同溫度間發芽率皆較旱田為佳，此與上述學者研究相似。而水田埋土下發芽率較旱田為高，可能也與消失種子有關，本研究中水田埋土6個月消失種子為15-18%，而旱田埋土消失種子則達25%，消失種子多顯示埋於土中之藿香薊種子劣化較快，因而發芽率較低。

犁田對紫、白花藿香薊種子周年出土之試驗顯示，兩種雜草種子屬於周年皆可萌芽生長之種子，田間季節性之變化差異不大，與台灣一年四季田野中皆有紫、白花藿香薊在田野中出現之情形類似。其種子在一年中各個月中休眠性較低，週年皆可萌芽。侯與顏(2001)研究龍葵指出犁田試驗顯示龍葵一年四季皆可出現，但夏季犁田出土較低，冬季則出土較多，此結果與本研究之結果相似。

不同月份採收之紫花與白花藿香薊種子在相同溫度下，發芽能力之變化結果

得知，紫花藿香薊種子較白花藿香薊種子具有較高之休眠性，紫花藿香薊種子在低溫 20/15°C 及高溫 30/25°C 下，10 月至第二年 5 月呈現制約休眠現象，6-9 月則呈現出無休眠現象，且在 2~3 月 4 種不同溫度下制約休眠性較強，尤其 2 月份 4 種不同溫度下發芽率皆在 40% 以下。而白花藿香薊不同月份採收之成熟種子，得知 2 月份在低溫 20/15°C 及高溫 23/13°C 制約休眠性較強，發芽率在 40% 以下，4 月份在低溫 20/15°C 發芽率在 50% 以下外，其餘 1 年 12 個月不同月份採收之成熟種子發芽率皆在 60% 以上。

種子休眠性，可能受種子開花至成熟期間氣象條件之影響，成熟期間高低溫之變化，雨量之多寡、光照等因子對種子成熟採收後休眠性之有很大之影響。Egli et al.(2005)研究大豆種子充實期間大氣溫度與種子發芽及活力之表現指出，大豆種子充實期間 26-29°C 之環境，對種子之休眠性沒有影響，發芽率皆在 95% 以上，而充實期溫度超過 30°C 以上至 35°C 之間則栽培地點、年代或種之不同，發芽率介於 45-95% 之間顯現有制約休眠現象，本研究中不同月份採收之紫花藿香薊種子可能 2-3 月採收之種子成熟期溫度較低，而在不同溫度下制約休眠性較強之結果相似。

Baskin and Baskin(1985a)研究蓼科酸模屬(*Rumex crispus*)植物之週年變遷指出：種子剛掩埋時處於制約休眠，在 20/10~35/20°C 處理下，發芽率為 75~95% 之間，而 15/6°C 之低溫處理下，發芽率為 45%；經由掩埋 4 個月後，種子之休眠已完全解除，在五種溫度處理下，種子發芽率皆很高。故 *Rumex crispus* 種子剛掩埋時呈現制約休眠，一旦解除休眠後種子全年皆可發芽。另外，侯和顏(2001)研究龍葵種子之週年變遷亦指出：龍葵種子在掩埋 1 個月後發芽率並不高，之後 2 年期間每個月挖出之埋土種子在四種溫度下種子發芽率則在 70~100% 之間。本試驗中，紫花藿香薊及白花藿香薊種子，經掩埋 1-4 個月後，紫花藿香薊種子在光照下於 30/25、25/20 及 23/13、20/15°C 處理下，發芽率為 60~92% 之間；而白花藿香薊種子經埋土 1~4 月，在 30/25、25/20、23/13 及 20/15°C 處理下，光照環境下發芽率皆在 80% 以上，而黑暗下發芽率則介於 58~85% 之間。由出土之試驗顯示，在台灣除了冬季寒流來襲，其終年之氣溫幾乎符合紫花及白花藿香薊種子之發芽最適溫之範圍，故一年四季在田間或路邊，都可發現兩者之植株。因此推論紫花與白花藿香薊種子呈現全年皆可發芽的現象。

根據田間觀察的經驗，全省各地耕地、果園、休耕地、田野、道路邊、山坡地之護坡經常有紫花藿香薊與白花藿香薊兩種雜草出現、且其季節性之週年變遷並不明顯，種子成熟後休眠性弱掉落於土壤表面後，若環境適合即可立即萌芽出

土。不論是出土的種子立即播種（圖 5-15、16、17、18、19、20）、一次播種後的週年萌芽（圖 5-23、24、25、26）、或是週年的耕犁試驗（圖 5-21、22）都顯示紫花藿香薊與白花藿香薊全年皆可出現，而秋、冬兩季出現較多。

紫花藿香薊與白花藿香薊植株的季節性生長可以由種子生態學的研究加以解釋或預測。雜草自土中萌芽的可能性，需要三個要素的配合，第一、土中需要有種子，第二、該等種子需具備立即發芽的能力，第三、環境條件適合該等種子的發芽。在有種子的情況下，許多雜草會集中於某季節萌芽，部分雜草種子則全年皆可萌芽（Baskin and Baskin, 1985a; 1985b; Prober, 1992; 郭, 1996）。

光照是控制土中種子發芽的重要因素，特別是小粒種子常需要光照的刺激才能發芽，以做為測量種子本身埋土深度的機制（Pons, 1992a）；因為埋土太深而發芽，則幼苗尚未能出土行光合作用之前，就可能因本身儲存的養分用罄而死。本埋土試驗所出土的種子在進行各溫度下的發芽試驗時，也將種子分成兩部分，分別在培養箱的照光下與黑暗中（培養皿外包以鋁箔防光）進行，結果顯示在黑暗中的發芽能力有時較照光下為差，尤其是在夏季高溫（30/25 和 25/20°C）及變溫較大（23/13°C）下，黑暗處理較照光處理發芽率差。似乎表示紫、白花藿香薊種子在無休眠時照光處理具有促進發芽之效果，尤其在田間高溫（夏季）環境下之種子，在較高溫度下發芽，更須具備照光處理。Bouwmeester and Karssen（1992）將種子袋先埋入黑色塑膠盆內，再將整個塑膠盆埋入田間。種子袋挖掘出土時，是連整個塑膠盆挖出來，外面並覆一層黑色塑膠布，可使種子袋在挖掘過程徹底隔絕光線對種子的影響；種子分裝時也在暗綠光下進行，故黑暗處理與照光處理的種子發芽率，可相差達 100%；鴨舌草子經由同樣的預防措施，則埋土一年中所出土的種子在黑暗下完全無發芽能力；若不做預防措施，則無休眠狀況的種子在黑暗下發芽率可高達 40%（Chen and Kuo, 1999），而本研究中埋土種子是在無遮蔭且僅靠自然降雨之田間進行，挖取種子及種子分送於培養皿時並沒有經過預防措施，故並非完全之黑暗處理，因而可能亦影響到其發芽表現，其結果與上述學者發芽之表現有很大差異。但本結果與林(1995)研究芒稷與看麥娘種子，進行周年埋土試驗黑暗處理因挖取種子並沒有經過預防措施，不能控制種子是否已經受到光線之刺激，黑暗下仍有相當高之發芽率之結果相似。而往後為求試驗之精準度，在研究雜草種子在田間休眠與發芽情形，可參考 Bouwmeester and Karssen（1992）的方法，避免調理過程光照之干擾。

綜合以上之討論，可提供更多紫花藿香薊與白花藿香薊種子的生理生態之特

性的了解，將可藉著將種子在土中深埋而促使其於土中未能出土而萌芽，減少土中種子庫，因而減少兩種雜草在田間之種子量，而加以有效控制兩種雜草在農田中之族群數量。

## 第六章 藿香薊植物種子作為景觀植物之研究

### 一.前言

雜草種子成熟掉落後，經耕犁而混入土壤中，故土壤可稱為雜草種子庫。研究耕地及草地內種子庫的問題已有段相當長的歷史 (Lewis, 1973)。

野生植物在野外生長，經常被利用作為食物、觀賞、藥用、建築材料或燃料之來源(Dzerefos et al., 1999; Luoga et al., 2000; Williams et al., 2000)。野花植物之利用，目前在世界各國相當受到重視，英國野花種子生產販賣相當普遍(郭，1992)，而在英國由於觀念之改變及經濟上之需求，已野花草地代替傳統草地逐漸增加，因此如何生產本地休閒草及野花之種子成為當地研究之新課題(郭，1995)，而英國野花之播種，利用禾本科草類植物與闊葉草類植物80:20之混合比例混合播種(Hitchmough, 2000)，混合草種之組成也有以本地原生種與非本地種混合組成對野花草地植被之建立將有更大之幫助(Janes and Hayes, 1999)；在瑞士2000年實施農業環境計劃，利用原生草地、傳統果園、綠籬與野花條帶構成生態組成區域，總計超過12萬公頃之土地被利用(Jeanneret et al., 2003)；而澳洲最近這10多年來對農田或草地對野花種子之利用與需求愈來愈受到重視(Lamont et al., 2001)。該作者利用數學模式去評估野花種子農田與草地上幼苗生產及消失情形。

紫花藿香薊與白花藿香薊種子，通常於每年冬季至初春時，約在二期水稻收割後，於北部或南部之農田休耕地，經常農田佈滿藿香薊之族群，且在旱田之休耕地或旱作之田區中，亦經常有此兩種雜草之出現。而紫花藿香薊又稱墨西哥藍薊，1911年由日本首度引進主要為觀花植物(陳與胡，1976)。白花藿香薊由南美引進時是作為觀賞植物(張與張，1997)。其開花期甚長，花色有紅紫色(紫花藿香薊)與白色(白花藿香薊)，花色極為美麗。在歐美各國，甚至有改良之雜交品種，應用於花壇佈置，庭院美化之景觀植物，在台灣視為雜草之兩種藿香薊，若能好好利用其在農田季節性之萌芽，發展為農田休耕地或野地之景觀植物，則對於農村之美化，生態之保育或地力之維持皆有直接之幫助。

王等(1978)研究蔗田主要雜草生態指出，紫色藿香薊與白花藿香薊於旱作之蔗田中普遍存在，對秋植與春植之甘蔗造成生長競爭，最後導致蔗糖產量之減少。胡(1982)研究瓊麻園雜草種類亦指出，藿香薊(紫花與白花)生長於坡地之瓊麻園，對瓊麻之生長造成為害，如何噴施除草劑來防除為其研究之主題。在前人之研究中，主要針對此兩種雜草與作物之競爭，造成作物產量之減少(Singh

et al, 1989)、或除草劑對兩種雜草之防除效果(胡, 1982) 等作研究, 而有關於兩種雜草種子做為休耕地田間覆蓋之景觀與野花植物, 則甚少有研究報告討論, 故建立兩種雜草種子, 在水旱田間適量之種子庫與了解其作為景觀植物之可行性, 實為應用兩種雜草種子作為農田景觀植物的可行性方法。

台灣加入 WTO 已有數年, 在政府取消保證價格收購及水稻田維持 30 萬公頃之栽培面積下, 農田休耕地日增, 純粹靠人為播種之綠肥亦增加農民成本之負擔, 若能對自播性之紫花及白花藿香薊從土壤種子庫之建立加以應用, 使其兼具景觀、覆蓋植物之功能, 則對農村景觀之美化、降低農民種植景觀植物之成本等皆能有所助益。

本研究以紫花及白花藿香薊為材料, 進行水、旱田自播性之景觀植物之研究, 初期以土壤種子庫之建立為準則, 模擬不同作物與不同期作下應用於夏季及冬季自播性之景觀植物之可行性。

## 二.材料與方法

### (一).不同月份撒播之藿香薊植株生長勢調查:

將藿香薊種子(紫花與白花)種子於 3、6、9、12 月月初撒播於田間, 每平方公尺( $m^2$ ) 0.02g(約 150 粒種子)種子量, 調查各植物田間生長情形, 並於種植後 30、60、90 天取 5 株調查植株之株高、分枝數、植體鮮重、乾重、葉面積(取綠色葉片以 $\Delta T$  葉面積儀測定)、覆蓋率(以樣方框調查之, 樣方框面積  $0.5 \times 0.5 m = 0.25 m^2$ , 一個大正方形框, 框內有 25 個同樣大小的細正方形, 每個細正方形為 4% 覆蓋率, 細正方形可以用繩和釘製作, 計算框內藿香薊之面積與裸露土壤之比), 生育期間調查始花期、盛花期、成熟期、全生育期。且每小區逢機取 3 株, 於開花至植株完全成熟期累計調查單株籽粒數、單株籽粒重及千粒重, 植株成熟收穫時調查株高及分枝數等。另外於盛花期時取植株經風乾、磨粉後進行植體成份分析, 分析項目包括植體鮮重、乾重及營養成分(N、P、K)含量。營養成分 N 之定量採用凱氏氮蒸餾法, 磷之定量採用白雷氏第一法(Bray No1 method), 鉀元素測定採用原子吸光法分析。

本試驗採逢機完全區集設計(CRD), 重複 3 次、每小區寬 2m、長 2m, 小區面積  $4 m^2$ 。以撒播方式播種。

### (二).水田之耕作方式對藿香薊族群建立之影響:

取一塊從未有紫花及白花藿香薊族群出現之農田，將藿香薊種子依不同之種子量(0.2 g/m<sup>2</sup>、0.4 g/m<sup>2</sup>、0.8 g/m<sup>2</sup>)於2004年二期作與2005年一期作時，於水田插秧前撒播於水田中，用鐵耙子將種子與土壤充分拌合並耙平田面，三重複、之後進行水稻插秧，田間栽培管理依一般農家慣行法行之，於一、二期水田之稻作收穫後之休耕地中調查小區藿香薊之出土日數、植株數目、始花期、盛花期、終花期、全生育期等。

本試驗採逢機完全區集設計(CRD)，重複3次、每小區寬2m、長4m，小區面積8m<sup>2</sup>。以撒播方式均勻撒播於水田中。

### (三).早田或休耕地不同之耕作方式對藿香薊族群建立之影響:

- 1.取一塊從未有紫花及白花藿香薊族群出現之農田，將農田依不同之種植方式2004年秋作玉米、落花生、田菁、休耕地計四處理；2005年春作玉米、落花生、田菁、青皮豆及休耕地計五處理，播種前將藿香薊種子依不同之種子量(0.05 g/m<sup>2</sup>、0.1 g/m<sup>2</sup>、0.2 g/m<sup>2</sup>)撒播於田中，三重複，田間雜草管理方式為將藿香薊以外之雜草除之，採用最少整地栽培法管理，調查早田區中藿香薊種子之出土日數、植株數目、始花期、盛花期、終花期、全生育期。
- 2.秋作與春作各作物收穫後，翻耕藿香薊成熟植株進行冬季與夏季農田休耕，調查原先之早田作物中藿香薊種子之出土日數、植株出現數目、始花期、盛花期、終花期、全生育期等等。

### (四).水稻收割後不同之田間管理對藿香薊族群建立之影響：

在2004年2期作與2005年一期作已建立好藿香薊族群之水田區中(土中種子庫經調查介於400-925粒/m<sup>2</sup>)，於2005年二期作與2006年一期作不同塊水稻收割後在試驗田區中逢機區隔出原已建立之紫、白花藿香薊田區各12小區，進行翻犁、焚燒稻草、覆蓋稻草及對照等四種處理，三重複，處理後1個月調查每小區藿香薊族群之植株數目，並於處理後80天，取樣調查植株鮮重、乾重、植體營養成份(N、P、K)等。

### (五).早田休耕地不同之田間管理對藿香薊族群建立之影響：

在2004年秋作與2005年春作已建立好藿香薊族群之早田區(土中種子庫經調查介於850-1560粒/m<sup>2</sup>)，於2005年不同塊田區中春作栽培玉米及秋作栽培花生

收穫後，在試驗田區中逢機區隔出原已建立之紫、白花藿香薊田區各9小區，進行翻犁、焚燒植體及對照等三種處理，三重複，處理後1個月調查每小區藿香薊族群之植株數目，並於處理後80天，取樣調查植株鮮重、乾重植體之營養成份(N、P、K)等。

#### (六.) 田菁刈取保留高度對藿香薊田間生物量之影響

藉由模擬蟲咬田菁後對藿香薊田間生物量之影響，於2005年春作將田菁與紫、白花藿香薊種子各混合播種(每平方公尺藿香薊100粒、田菁50粒混合)於田區中，紫、白花藿香薊田區各12小區，以田菁保留高度10、20、30、40cm為處理，待田菁生長至50公分時，進行不同高度之刈取處理，三重複，處理後50天，取樣調查田菁植株鮮重、乾重；藿香薊植株鮮重、乾重；及藿香薊對田菁割取後之補償作用。

### 三.結果

播種月份與生育天數對紫花與白花藿香薊植株生長影響之變方分析，由表6-1-1所示，由表可知就生育30天、60天、90天而言，有不同月份間分枝數、株高、地上部乾重、根乾重、葉面積、覆蓋率皆呈極顯著之差異。生育30天在物種間除分枝數、地上部乾重、根乾重，呈不顯著差異外，其餘各性狀與生育60天所有性狀及生育90天所有性狀皆呈顯著或極顯著差異。而物種與月份之交感則在生育30天之分枝數、地上部乾重；生育90天之株高與葉面積呈不顯著交感外，其餘在生育30天、60天、90天所有性狀皆呈顯著性之交感存在，表示不同生育間兩藿香薊與不同月份播種間呈顯著差異。

播種月份與生育天數對紫花與白花藿香薊植株生長之影響，由表6-1所示，紫花藿香薊在生育30天，不同月份植株生長勢之表現，以6月及9月表現最佳，6月份有最高之株高。地上部乾重與覆蓋率；9月份則有最佳之分枝數與葉面積，12月則因溫度較低植株生長勢表現較弱，各性狀之表現皆為最低。白花藿香薊在生育30天不同月份植株生長勢之表現則以3月份播種表現最佳，在株高、地上部乾重、根乾重、葉面積及覆蓋率皆有最佳之表現，9月份播種則在分枝數、葉面積及覆蓋率也有不錯之表現。同樣12月份播種則生長勢弱，各性狀之表現皆為最低。紫花藿香薊在生育60天不同月份播種植株之表現，以6月份播種表現最佳。



葉面積達 1186cm，覆蓋率則達 100%，而 9 月份播種覆蓋率也達 98%；表現次之。而白花藿香薊在生育 60 天，不同月份播種植株生長勢之表現，則以 9 月份播種表現最佳，有最高之株高、根乾重、葉面積，6 月份有最高之分枝數、地上部乾重與覆蓋率。12 月份則表現最低之植株生長勢。紫花藿香薊與白花藿香薊在生育 90 天後不同月份播種之植株生長勢，皆以 6 月份播種最佳，無論是分株數、株高、地上部乾重、根乾重、葉面積皆表現，而覆蓋率在生育 90 天後 3 月份、6 月份、9 月份播種皆達完全覆蓋 100%；而 12 月播種之紫、白花藿香薊種子在生育 90 天後整體植株生長勢表現最弱。

播種月份對紫花與白花藿香薊農藝性狀影響之變方分析表，由表 6-2-1 所示，由表可知不同月份播種除 N 含量呈不顯著外，其餘株高、分株數、單株結果數、單株種子數、單株種子重、千粒重、始花期、盛花期、成熟期、全生育期 P，K 含量皆呈顯著或極顯著差異；物種間則除株高、始花期、N、P 含量外其餘性狀皆呈顯著或極顯著差異。

播種月份對紫花與白花藿香薊農藝性狀之影響，由表 6-2 所示，由表可知就 3 月份而言，紫花較白花有較高佳之株高、單株花序數、單株種子重、千粒重與 P 含量，且有較早之始花期、盛花期較長之成熟期與全育期。就 6 月份而言則白花藿香薊在株高、單株花序數、單株種子數、單株種子重較紫花藿香薊有更佳之表現，而紫花藿香薊則有較早之始花期與盛花期及較高之千粒重與 K 含量。

9 月份播種之紫花與白花藿香薊農藝性狀之表現則白花藿香薊在單株種子數、單株種子重與 N 含量較紫花藿香薊為高，紫花藿香薊則有較早之盛花期與較重之千粒重。12 月播種之紫、白花藿香薊則紫花藿香薊在株高、分株數、單株花序數、單株種子數、單株種子重、千粒重與全生育期皆表現較白花為佳，而白花藿香薊則有較早始花期及成熟期之現象。

綜合上述可知紫花藿香薊在 12 月及 3 月農藝性狀表現較白花藿香薊為佳，有較多之花序數與種子數，而白花藿香薊在 6 月及 9 月農藝性狀表現較紫花藿香薊為佳。

為建立水稻田收穫後，田間藿香薊族群於土中自然之出土，特別於水稻插秧前田間撒播不同播種量之紫、白花藿香薊種子，於水稻收割後調查田間自播性藿香薊萌芽情形，以了解藿香薊族群建立之概況。由表 6-3-1 顯示水田插秧前不同紫、白花藿香薊種子播種量對二期水稻收割後族群建立影響之變方分析表，由表可知物間間在出土日期、植株數目、始花期、盛花期、終花期、全生育期皆呈極

顯著差異，而在不同播種量間除植物數目外皆呈不顯著差異。而經由差異顯著性測驗結果(表 6-3)得知，不同播種量之紫花藿香薊以每平方公尺 0.8g 植株數目最多，達 227 株，白花藿香薊也是以每平方公尺 0.8g 植株數目最多達 173 株。就紫、白花之整體表現而言，紫花有較快之出土日期、較多之植株數目，較長之終花期與全生育期，而白花藿香薊有較早之始花期與盛花期。

水田插秧前不同紫、白花藿香薊種子播種量對一期水稻收割後族群建立影響之變方分析，由表 6-4-1 所示，由表可知物種間在出土日期、始花期、盛花期、終花期、全生育期皆呈極顯著差異。不同播種量間除始花期外，也都呈現出極顯著之差異。經由差異顯著性測驗(表 6-4)得知，就紫花藿香薊而言，隨著播種量增加，在每平方公尺 0.8g 時出土日期縮短，始花期、盛花期、終花期有提早之現象，而每平方公尺 0.2g 時則始花、盛花、終花與全生育期皆有延遲之現象。就白花藿香薊而言，也以每平方公尺 0.8g 有較短之出土日期、較多之植株數目，較晚之始花期與較短之終花期及最短之全生育期。每平方公尺 0.2g 時則有較早之始花期、終花期與較長之全生育期。

旱田種植前不同紫、白花藿香薊播種量對秋作玉米、落花生、田菁、休耕地中藿香薊族群出現影響之變方分析，由表 6-5 所示，由表可知就玉米而言，無論是在物種或播種量中出土日期、植株數目、始花期、盛花期、終花期、全生育期皆呈顯著或極顯著差異。就落花生而言，除出土日期在不同播種量間呈不顯著差異外，其餘所有調查性狀在物種與播種量間皆呈顯著或極顯著差異。就田菁而言，除了物種在植株數目、播種量在出土日期呈不顯著差異外，其餘所有調查性狀在物種與播種量間皆呈極顯著差異。就休耕地而言則與田菁有相同之現象，即在物種間除植株數目，播種量間除出土日期外，其餘各性狀皆呈極顯著之差異。

2004 年秋作旱田種植前，不同紫花藿香薊播種量對玉米、落花生、田菁、休耕地紫花藿香薊族群出現之影響，由表 6-6.1 所示，由表可知就玉米而言，播種量以每平方公尺 0.2g 為最多，達 127 株，始花期、盛花期也以每平方公尺 0.2g 之播種量最早，而終花期或全生育期則以每平方公尺 0.05g 為最長。落花生田區藿香薊植株之數目以每平方公尺 0.2g 之播種量為最多達 186 株，始花期、盛花期也以每平方公尺 0.2g 較早，終花期與全生育期則以每平方公尺 0.05g 較長。就田菁、休耕地中紫花藿香薊不同播種也以所得之結果與玉米、落花生田區相似。及植株數目以每平方公尺 0.2g 最多在田菁區達 201 株，在休耕地中則達 224 株，而同樣也有較早之始花期與盛花期，另外終花期及全生育期也以每平方公尺 0.05g

為最長；休耕地全生育期達 130 天，田菁生育期則達 142 天。

2004 年秋作不同白花藿香薊播種量對玉米、落花生、田菁及休耕地中白花藿香薊族群出現之影響，如表 6-6.2 所示，由表可知無論玉米、落花生、田菁或休耕地田區中，皆以每平方公尺播種 0.2g 有最高之白花藿香薊植株數目，其中休耕地有最高之植株數目達 214 株，其次為田菁區 197 株，而以玉米田區藿香薊較少尚有 137 株；而 4 個田區中也以每平方公尺播種 0.2g 有較早之始花期與盛花期；4 個田區中，終花期與全生育期則以每平方公尺播種 0.05g 較長，介於 111-128 天之間。

將 2004 年秋作不同播種量紫、白花藿香薊建立於玉米、落花生、田菁、休耕地之田區中於 2005 年 1 月作物採收後耕犁使其紫、白花藿香薊於原來之田區中生長調查其對藿香薊族群建立之影響，由表 6-7 所示變方分析表之結果如下：玉米、落花生、田菁、休耕地而言，物種間除玉米、田菁與休耕地之盛花期間呈不顯著差異外，其餘出土日期、植株數目、始花期、終花期、全生育期則呈顯著或極顯著差異。而不同播種量則除落花生之全生育期、田菁之植株數目與休耕地之植株數目呈顯著差異外，其餘在各不同田區所建立之藿香薊族群調查個性狀間則呈不顯著差異。經由各別差異顯著性測驗(表 6-8.1)得知，紫花藿香薊不同播種量播種於玉米、落花生、田菁及休耕地中，作物採收耕犁後除在休耕地之植株數目，以每平方公尺 0.2g 達 92 株外與每平方公尺 0.1g 87 株及每平方公尺 0.05g 83 株為高外，其餘在出土日期、植株數目、始花期、盛花期、終花期、全生育期中皆呈現沒有差異之現象。顯示從每平方公尺 0.05g~0.2g 之不同播種量對紫花藿香薊族群之建立差異並不大，倒是不同田區間紫花藿香薊族群之建立差異較大，尤其落花生田區建立之紫花藿香薊之植株數目有較其他作物田區為多之現象。

而白花藿香薊不同播種量播種於玉米、落花生、田菁及休耕地中作物收穫耕犁後白花藿香薊族群建立影響之差異顯著性測驗，由表 6-8.2 所示，由表可知除田菁田區不同播種量每平方公尺 0.2g 及 0.1g 有 95 株之植株數目較每平方公尺 0.05g 之 84 株為高，且有顯著差異及落花生不同播種量每平方公尺 0.2g 及 0.1g 下全生育期為 112 天及 111 天較 109 天為長外，其餘各性狀無論在玉米、落花生、田菁、休耕地則不同播種量間差異並不大。由紫、白花藿香薊種子不同播種量對秋作早田作物玉米、落花生、田菁、休耕地田區族群建立可知初期播種族群數且隨播種量之增加而增加，而在早田作物將原本作物殘株與藿香薊開花成熟之植株耕犁翻入土中，而在同一田區再次萌芽出土時則不同播種量間幾乎皆呈不顯著之

差異，可見於秋作早田中每平方公尺 0.05g 之藿香薊種子作為田間藿香薊族群之建立已足夠。

早田種植前不同紫、白花藿香薊播種量對春作玉米、落花生、田菁、青皮豆及休耕地藿香薊族群建立影響之變方分析，由表 6-9-1 所示，由表可知在物種間除落花生之始花期；田經之出土數目與始花期；大豆之植株數目、始花期、盛花期；休耕地之始花期、盛花期外其餘各性狀在紫、白花藿香薊間皆呈顯著藿及顯著差異。不同播種量間出土日期則在玉米、田菁、綠肥大豆、休耕地呈不顯著差異；不同播種量終花期在田菁也呈不顯著差異外，其餘播種量在玉米、落花生、田菁、青皮豆、休耕地田區之植株數目、始花期、盛花期、終花期及全生育期皆呈顯著或極顯著差異。由於早田作物中大部分不同播種量間皆呈顯著或極顯著差異，因此進行各處理間之差異比較，表 6-10.1 為不同播種量之紫花藿香薊於春作玉米、落花生、田菁、青皮豆及休耕地田區中藿香薊族群建立之影響，由表可知，在不同田區間播種量之紫花藿香薊出土日期，彼此間差異不大，介於 5.3-6.3 天之間，不同播種量之植株數目在玉米、落花生、田菁、青皮豆、休耕地田區中皆以每平方公尺 0.2g 之植株數目最多，其中以玉米區達 185 株，其次為落花生區達 143 株。

而每平方公尺 0.05g 之播種量在各田區中植株數目最少。始花期與盛花期在各田區中皆以每平方公尺 0.2g 有較早之始花期與盛花期，終花期與全生育期則在不同之早作田區中皆以每平方公尺 10.05g 有較長之終花期與全生育期。表 6-10.2 為不同播種量之白花藿香薊於春作玉米、落花生、田菁、青皮豆及休耕地田區中白花藿香薊族群建立之影響，由表可知，不同播種量對白花藿香薊種子出土日期在不同田區間差異不大，介於 7.0~8.3 天之間。

不同播種量之植株數目，在玉米、落花生、田菁、青皮豆及休耕地之田區中皆以每平方公尺 0.2g 為最多，其中花生區中達 148 株，其次為休耕地區 127 株、玉米區 123 株。而每平方公尺 0.05g 之播種量在各田區間白花藿香薊植株數目最少；始花期與盛花期在各田區中皆以每平方公尺 0.2g 有較早之始花期與盛花期；而終花期與全生育期則在不同早作田區中皆以每平方公尺 0.05g 有較長之終花期與全生育期。

春作栽培之玉米、落花生、田菁、青皮豆及休耕地與不同播種量之藿香薊族群混植，早作收穫後田區耕犁對藿香薊族群建立影響之變方分析，由表 6-11 所示，由表可知物種間在玉米始花期；落花生植株數目、始花期；田菁植株數目；

青皮豆植株數目與休耕地出土日期外，其餘物種間各性狀在不同田區間皆呈顯著或極顯著差異。播種量在玉米與落花生之出土日期、終花期與全生育期；田菁之出土期、盛花期、終花期及全生育期、青皮豆之出土日期植株數目、終花期與全生育期；休耕地之出土日期、植株數目、終花期與全生育期呈不顯著外，其餘各性狀在不同之旱作中皆呈顯著或極顯著之差異。而紫花藿香薊經由差異顯著性測驗(表 6-12.1)得知，紫花藿香薊於各個不同旱作田區中出土日期在各不同播種量間差異並不大。

不同播種量之植株數目則在各田區間，除落花生與田菁田區在不同播種量每平方公尺 0.2g 時有最高之植株數目分別為 103 株與 84 株，而春作作物採收翻耕後，不同播種量之紫花藿香薊出土植株數目，以田菁田區每平方公尺 0.05g 為 66 株最少。始花期於玉米、落花生及休耕地田區中有較早之現象，其餘田菁與青皮豆田區不同播種量間始花期差異不大。而盛花期、終花期與全生育期則在不同田區中，不同播種量之紫花藿香薊種子植株耕犁後，藿香薊生長之盛花、終花與全生育期彼此間並無差異。

而白花藿香薊經由差異顯著測驗(表 6-12.2)得知，白花藿香薊於各個不同旱作田區中，出土日期在不同播種量間介於 5.7~7.0 天之間，植株數目在各個不同田區中不同播種量間除玉米及田菁以每平方公尺 0.2g 達 83 株外，其餘各田區間皆無明顯差異介於 58.33~98 株之間。始花期與盛花期在各不同處理田區中，不同播種量以每平方公尺 0.2g 最早達到始花期與盛花期，約提早 3 天左右。而終花期與全生育期在各不同處理田區中，不同播種量間則彼此差異不大，終花期介於 110~113 天，全生育期則介於 123-125 天之間。

一期水稻收穫後田間管理方式對藿香薊族群建立、生質量及礦物質成分影響之變方分析，由表 6-13-1 所示，由表可知物種間在出土數目、地上部乾重及鉀含量有極顯著差異，不同之田間管理則在出土數目、地上部乾重、N%、P%與 K 含量皆呈及顯著之差異。經由差異顯著性測驗(表 6-13)得知，紫、白花藿香薊出土數目皆以對照組為最多，在紫花為 105 株，在白花為 123 株，其次在紫花為覆蓋稻草，白花為翻耕土壤出土藿香薊植株數目次之；就地上部乾重而言，紫、白花藿香薊田區中皆以焚燒稻草地上部乾重最高達 818g/m<sup>2</sup> 及 653 g/m<sup>2</sup>，而 N、P、K 含量在紫花藿香薊及白花藿香薊各處理間皆以覆蓋稻草有最高之 N、P、K 含量，其中 N 含量分別為 3.12%及 3.09%，P 含量則同為 0.04%，K 含量則分別為 2.67%及 2.43%。

二期水稻收穫後田間管理方式對藿香薊族群建立、生質量及礦物質成分之影響變方分析，由表 6-14-1 所示，由表可知在物種間除出土數目與地上部乾重呈顯著差異外，其餘 N、P、K 含量在物種間則呈不顯著差異。而不同之田間管理方式則與一期作相似在所有性狀間皆呈極顯著差異。經由差異顯著測驗(表 6-14)結果得知，二期作紫花田區出土數目以對照組表現最佳，為 109 株，白花田區出土數目也以對照組 99 株最高，而除對照組外另 3 種管理方式則以覆蓋稻草在紫、白花藿香薊中有最高之出土數目。

而就地上部乾重而言，在兩種藿香薊之處理田區中皆以焚燒稻草處理有最高之地上部乾重。而 N、P、K 含量在紫、白花藿香薊之田區中以焚燒稻草有最佳之 N、P、K 含量。秋作落花生與春作玉米後早田休耕地，不同之田間管理對藿香薊族群建立、生質量及礦物質成分影響之變方分析，如表 6-15-1 與 6-16-1 所示，由表可知秋作落花生田區在物種間除 P 含量呈不顯著差異外，其餘出土數目地上部乾重、N、K 之含量皆呈顯著與極顯著差異外，而在不同管理方式也與物種間有相同之現象，即除 P 含量呈不顯著差異外，其餘性狀皆呈極顯著差異。春作玉米田區中則在物種間出土數與地上部乾重間呈極顯著之差異；不同管理方式則在所有性狀間皆呈極顯著差異。經由差異顯著性測驗(表 6-15 與 6-16)結果得知，無論秋作落花生或春作玉米之紫、白花藿香薊之田區中皆以對照組之出土數目最多，其次為田間翻耕，而焚燒植體後則出土數目最少；地上部乾重在秋作落花生與春作玉米中，皆以焚燒植體產生最重之地上部乾重；N 與 K 在秋作落花生中以焚燒稻草有最高之 N 及 K 含量；春作玉米中藿香薊植體 N、P、K 含量則皆以焚燒稻草所得之量為最高。

田菁保留高度來模擬蟲咬田菁對藿香薊田區生物量影響之變方分析，由表 6-17-1 所示，藿香薊鮮重與田菁乾重呈顯著與極顯著。其餘田菁鮮重與藿香薊乾重在物種間則呈不顯著差異，蟲咬高度在田菁鮮重與乾重，藿香薊鮮重與乾重皆呈極顯著差異。

經由差異顯著性測驗(表 6-17)結果得知，田菁保留高度(蟲咬高度)越高，田菁鮮重與乾重比例越大，藿香薊無論是白花或紫花其鮮重與乾重之比例則隨割取高度之增加而減少。且田菁乾鮮重與藿香薊乾鮮重隨田菁割取高度之增加而呈比例性之增加與減少。當割取高度只保留田菁 10 公分時，則藿香薊幾乎取代田菁在鮮重部份紫花藿香薊佔 93%；而田菁只佔 7%；而白花藿香薊當田菁割取只剩 10 cm 時，白花藿香薊鮮重佔總收量之 94%，而田菁鮮重只佔 6%。當割取高度能保留田菁

高度為 20 cm 時，則田菁鮮重與藿香薊所佔之比例相當，分別為 52% 之田菁鮮重及 48% 之紫花藿香薊鮮重；及 50% 田菁鮮重及 50% 之白花藿香薊鮮重。

當割取高度為保留田菁高度為 30cm 時，則田菁所佔之比例增加藿香薊所佔之比例減少，分別為在紫花藿香薊為 73 比 27%；白花藿香薊為 64% 比 36%。由表 6-17 顯示，當田菁被蟲咬後，田菁鄰近之藿香薊則迅速生長當到補償效果，當田菁被咬到只剩骨頭時(約割取到只剩下 10 公分時)藿香薊則快速成長，進而覆蓋整個農田。被咬之田菁，因有藿香薊之存在而達到迅速補償之效果，對於農田中之景觀之建立將大有助益。

表 6-1-1 播種月份與生育天數對紫花與白花藿香薊植株生長之影響：變方分析表

Table 6-1-1. Effects of sowing months and growing days on the growth of *A. houstonianum* and *A. conyzoides*: ANOVA table

30days		M.S.					
S.O.V.	D.F.	Branch number	Plant height	Shoot dry weight	Root dry weight	Leaf area	Covering rate
Species	1	5.04	121.5**	0.002	0.000004	874.7*	416.7**
Month	3	19.48**	149.9**	0.110**	0.005**	5241.7**	3572.2**
Species × Month	3	1.48	83.9**	0.010	0.003**	566.2**	84.7**
Error	16	1.25	2.3	0.004	0.0002	103.0	7.3
60days		M.S.					
S.O.V.	D.F.	Branch number	Plant height	Shoot dry weight	Root dry weight	Leaf area	Covering rate
Species	1	28.16**	1885.1**	13.65**	0.31**	643475.3**	330.1**
Month	3	76.11**	1708.2**	39.39**	0.48**	500252.2**	12247.4**
Species × Month	3	38.94**	558.7**	3.00**	0.11**	345052.7**	72.8**
Error	16	2.75	20.2	0.06	0.02	1971.7	4.2
90days		M.S.					
S.O.V.	D.F.	Branch number	Plant height	Shoot dry weight	Root dry weight	Leaf area	Covering rate
Species	1	287.04**	1002.3**	160.16**	1.16**	77310.5**	112.6**
Month	3	787.93**	3631.1**	141.12**	1.72**	2433643.6**	12066.7**
Species × Month	3	235.70**	100.7	37.42**	0.62**	16297.0	40.3**
Error	16	5.62	32.6	2.14	0.01	5998.5	6.5

M.S.: Mean square, S.O.V.: Source of variable, D.F.: Degree of freedom

\*, \*\*: Significant at 5% and 1% level, respectively.



表 6-1 播種月份與生育天數對紫花與白花藿香薊植株生長之影響

Table 6-1. Effects of sowing months and growing days on the growth of *A. houstonianum* and *A. conyzoides*

30 days after sowing							
Species	Sowing month	Branch number (no.)	Plant height (cm)	Shoot dry weight(g)	Root dry weight(g)	Leaf area cm <sup>2</sup>	Covering rate(%)
<i>A. houstonianum</i>	March	4.5b	13.3b	0.30a	0.10a	61.3c	38c
	June	4.5b	24.6a	0.35a	0.05b	70.0b	63a
	September	6.3a	13.8b	0.31a	0.06b	80.3a	60a
	December	3.0c	4.9c	0.04b	0.02c	12.3c	27c
<i>A. conyzoides</i>	March	5.0b	15.5a	0.41a	0.12a	66.6a	45a
	June	6.0ab	8.4b	0.20b	0.03b	43.2b	38b
	September	7.5a	8.5b	0.29b	0.03b	67.7a	45a
	December	2.3c	4.4c	0.03c	0.01b	7.9c	16c
60 days after sowing							
Species	Month	Branch number (no.)	Plant height (cm)	Shoot dry weight(g)	Root dry weight(g)	Leaf area cm <sup>2</sup>	Covering rate(%)
<i>A. houstonianum</i>	March	10.5b	45.7c	1.7c	0.26b	255.1c	85b
	June	19.8a	77.1a	8.3a	0.70a	1186.0a	100a
	September	11.0b	63.8b	4.6b	0.93a	443.0b	98a
	December	6.0c	23.4d	0.4c	0.11b	49.1d	62c
<i>A. conyzoides</i>	March	9.0a	32.3b	0.9b	0.31c	161.0b	77b
	June	11.0a	32.5b	4.1a	0.42b	223.3a	97a
	September	10.0a	52.7a	3.6a	0.59a	258.8a	89a
	December	7.3b	17.8c	0.3b	0.08d	47.0c	50c
90 days after sowing							
Species	Month	Branch number (no.)	Plant height (cm)	Shoot dry weight(g)	Root dry weight(g)	Leaf area cm <sup>2</sup>	Covering rate(%)
<i>A. houstonianum</i>	March	11.0b	72.8b	3.9b	0.38c	400.1b	100a
	June	26.3a	92.8a	15.7a	1.82a	1528.9a	100a
	September	13.5b	88.4a	12.5a	1.40b	175.0c	100a
	December	9.0b	29.5c	0.7c	0.27c	86.9c	85b
<i>A. conyzoides</i>	March	11.5b	57.2c	2.3c	0.42b	209.7b	100a
	June	16.5a	80.0a	10.1a	0.71a	1384.4a	100a
	September	11.5b	69.5b	5.0b	0.93a	132.0c	100a
	December	8.0c	28.3d	0.5c	0.10c	62.8d	74b

Mean followed by the same letter in the same column are not significantly different at 5% level.

表 6-2-1 播種月份對紫花與白花藿香薊農藝性狀之影響：變方分析表

Table 6-2-1. Effects of sowing months on the agronomic traits of *A. houstonianum*. and *A. conyzoides*: ANOVA table

M.S.								
S.O.V.	D.F.	Plant height	Branch number	Inflorescence no./plant	Seed no./plant	Seed weight/plant	1000-seed weight	
Month	3	2774.06**	32.72*	34466.5**	118038284**	14.14**	0.008**	
Species	1	133.48	96.0**	14602.66**	25161728**	3.81**	0.017**	
Month×Species	3	819.44**	2.55	16285.00**	92801465**	10.38**	0.0004	
Error	16	59.97	6.29	562.45	634822	0.13	0.0002	
S.O.V.	D.F.	Days to first flower	Days to full flower	Days to first mature seed	Days to total growing	N	P	K
Month	3	299.59**	363.44**	394.27**	144.05**	6.44	6.50**	10.27**
Species	1	0.04	66.66**	60.16**	280.16**	0.66	0.16	28.16**
Month×Species	3	44.7**	12.55**	61.61**	152.72**	9.77*	0.94	22.50**
Error	16	1.37	0.91	3.25	2.08	3.00	0.45	1.62

M.S.: Mean square, S.O.V.: Source of variable, D.F.: Degree of freedom

\*, \*\*: Significant at 5% and 1% level, respectively.

表 6-2. 播種月份對紫花與白花藿香薊農藝性狀之影響

Table 6-2. Effects of sowing months on the agronomic traits of *A. houstonianum*. and *A. conyzoides*

sowing month	Species	Plant height (cm)	Branch number (no.)	Inflorescence		Seed no. /plant (no.)	Seed weight/ plant(g)	1000-seed Weight (g)	Days to first flower (day)
				no./ plant (no.)					
March	<i>A. houstonianum</i>	77.8a	14.5a	50.5a		2989.8a	0.51a	0.165a	30.3b
	<i>A. conyzoides</i>	55.5b	13.0a	44.3b		2046.0b	0.20b	0.136b	31.0a
June	<i>A. houstonianum</i>	98.6b	17.0a	128.4b		6907.3b	1.25b	0.172a	35.8b
	<i>A. conyzoides</i>	111.8a	12.8b	368.5a		22218.0a	3.49a	0.153b	42.5a
September	<i>A. houstonianum</i>	74.1a	12.8a	100.2a		6053.5b	1.01b	0.152a	45.3a
	<i>A. conyzoides</i>	68.9a	9.5a	154.3a		9311.5a	1.38a	0.140b	43.0b
December	<i>A. houstonianum</i>	67.7a	13.0a	120.3a		6485.5a	0.98a	0.147a	48.3a
	<i>A. conyzoides</i>	49.8b	8.0b	91.5b		2195.0b	0.34b	0.120b	44.3a
sowing month	Species	Days to Full flower (day)	Days to first mature seed (day)	Total growing days (day)	N (Kg/ha)	P (Kg/ha)	K (Kg/ha)		
March	<i>A. houstonianum</i>	48.5b	77.5a	116.0a	68.0a	16.8b	99.3a		
	<i>A. conyzoides</i>	52.5a	72.8b	102.3b	65.8a	18.3a	97.5a		
June	<i>A. houstonianum</i>	47.3b	78.0a	119.5a	65.8a	17.1a	99.5a		
	<i>A. conyzoides</i>	54.5a	80.8a	121.5a	63.5a	16.5a	92.5b		
September	<i>A. houstonianum</i>	65.5b	93.5a	117.3a	63.0b	15.3a	98.5a		
	<i>A. conyzoides</i>	67.8a	94.5a	118.3a	65.8a	15.5a	98.3a		
December	<i>A. houstonianum</i>	59.0a	89.8a	122.0a	64.5a	15.8a	98.5a		
	<i>A. conyzoides</i>	59.0a	77.0b	105.0b	65.3a	15.5a	98.8a		

Mean followed by the same letter in the same column are not significantly different at 5% level.

表 6-3-1 二期水稻收割後種子播種量對水田紫、白花藿香薊族群建立之影響(2004 年)：  
變方分析表

Table 6-3-1. Effect of seed sowing rates on the establishment of *A. houstonianum* and *A. conyzoides* population at paddy fields after the harvest of the 2<sup>nd</sup> rice crop (2004): ANOVA table

S.O.V.	D.F.	M.S.					
		Days to emergence	Plant number	Days to first flower	Days to Full flower	Days to last flower	Total growing days
Species	1	2.205**	3784.5**	84.5**	14.22**	249.38**	722**
Sowing rate	2	0.06	17713.16**	1.5	2.05	5.05	3.16
Species × Sowing rate	2	0.18	675.5	3.16	5.38	7.38	12.16
Error	12	0.09	184.22	2.05	1.83	2.38	4.77

M.S.: Mean square, S.O.V.: Source of variable, D.F.: Degree of freedom  
\*, \*\*: Significant at 5% and 1% level, respectively.

表 6-3 二期水稻收割後種子播種量對水田紫、白花藿香薊族群建立之影響(2004 年)  
 Table 6-3. Effect of seed sowing rates on the establishment of *A. houstonianum* and *A. conyzoides* population at paddy fields after the harvest of the 2<sup>nd</sup> rice crop (2004)

Species and sowing rate	Days to emergence (day)	Plant number (no. /m <sup>2</sup> )	Days to first flower (day)	Days to full flower (day)	Days to last flower (day)	Total growing days (day)
<i>A. houstonianum</i>						
0.2g/m <sup>2</sup>	7.3a	101.0c	57.3a	65.0a	99.0a	115.0a
0.4g/m <sup>2</sup>	7.8a	153.3b	59.0a	67.0a	97.0a	118.0a
0.8g/m <sup>2</sup>	7.8a	226.7a	59.7a	68.0a	100.0a	118.0a
<i>A. conyzoides</i>						
0.2g/m <sup>2</sup>	8.4a	81.7c	54.7a	65.3a	89.7a	105.3a
0.4g/m <sup>2</sup>	8.3a	139.0b	54.0a	64.7a	92.0a	105.0a
0.8g/m <sup>2</sup>	8.3a	173.3a	54.3a	64.7a	92.0a	102.7a

Mean followed by the same letter in the same column are not significantly different at 5% level.

表 6-4-1 一期水稻收割後種子播種量對水田紫、白花藿香薊族群建立之影響  
(2005 年)：變方分析表

Table 6-4-1. Effect of seed sowing rates on the establishment of *A. houstonianum* and *A. conyzoides* population at paddy fields after the harvest of the 1<sup>st</sup> rice crop (2005): ANOVA table

S.O.V.	D.F.	M.S.					
		Days to emergence	Plant number	Days to first flower	Days to Full flower	Days to last flower	Total growing days
Species	1	13.34**	112.5	186.88**	280.05**	68.05**	34.72**
Sowing rate	2	0.52**	3221.05**	0.22	6.88**	54.88**	51.16**
Species× Sowing rate	2	0.08	83.16	16.88**	3.55**	0.22	1.05
Error	12	0.03	35.66	0.44	0.72	2.27	1.27

M.S.: Mean square, S.O.V.: Source of variable, D.F.: Degree of freedom

\*, \*\*: Significant at 5% and 1% level, respectively.

表 6-4 一期水稻收割後種子播種量對水田紫、白花藿香薊族群建立之影響(2005 年)  
Table 6-4. Effect of seed sowing rates on the establishment of *A. houstonianum* and *A. conyzoides* population at paddy fields after the harvest of the 1<sup>st</sup> rice crop (2005)

Species and Sowing rate	Days to emergence (day)	Plant number (no. /m <sup>2</sup> )	Days to first flower (day)	Days to full flower (day)	Days to last flower	Total growing days (day)
<i>A. houstonianum</i>						
0.2g/m <sup>2</sup>	4.8a	80.3c	37.0a	48.0a	115.3a	128.0a
0.4g/m <sup>2</sup>	4.4b	106.0b	35.7a	47.7a	112.0b	124.0b
0.8g/m <sup>2</sup>	4.2c	121.3a	33.3a	44.7b	109.3b	121.7b
<i>A. conyzoides</i>						
0.2g/m <sup>2</sup>	6.4a	83.0c	40.3c	55.0a	111.7a	124.3a
0.4g/m <sup>2</sup>	6.4a	105.0b	41.7b	54.7a	107.7b	122.0b
0.8g/m <sup>2</sup>	5.8b	134.7a	43.3a	54.3a	105.7b	119.0c

Mean followed by the same letter in the same column are not significantly different at 5% level.

表 6-5. 旱田作物種植前藿香薊播種量對作物生長期間藿香薊生長之影響(2004 年秋作):  
變方分析表

Table 6-5. Effect of seed sowing rates of *Ageratum* before planting of upland crops on the growth of *Ageratum* during the cropping season (2004, fall crop): ANOVA table

Maize				M.S.			
S.O.V.	D.F.	Days to emergence	Plant number	Days to first flower	Days to full flower	Days to last flower	Total growing days
Species	1	10.88**	826.88**	128.00**	75.23**	660.05**	575.73**
Sowing rate	2	0.26*	5241.55**	20.66**	22.12**	73.50**	107.06**
Species × Sowing rate	2	0.15	666.88**	0.66	0.57	17.05**	8.40**
Error	12	0.04	55.33	1.77	0.69	1.94	0.60
Peanut				M.S.			
S.O.V.	D.F.	Days to emergence	Plant number	Days to first flower	Days to full flower	Days to last flower	Total growing days
Species	1	7.60**	2200.05**	56.88**	47.36**	566.72**	470.22**
Sowing rate	2	0.09	9120.16**	32.72**	19.32*	55.38**	89.55**
Species × Sowing rate	2	0.03	262.38*	0.05	0.54	6.05	1.55
Error	12	0.11	66.61	2.38	1.06	2.27	1.61
Sesbania				M.S.			
S.O.V.	D.F.	Days to emergence	Plant number	Days to first flower	Days to full flower	Days to last flower	Total growing days
Species	1	10.12**	76.05	35.28**	16.05**	910.22**	938.88**
Sowing rate	2	0.20	13774.05**	22.20**	13.62**	88.38**	79.38**
Species × Sowing rate	2	0.01	2.05	0.04	0.93	0.38	2.05
Error	12	0.09	27.27	1.29	1.19	2.66	1.50

M.S.: Mean square, S.O.V.: Source of variable, D.F.: Degree of freedom

\*, \*\*: Significant at 5% and 1% level, respectively.

表 6-6.1 旱田作物種植前紫花藿香薊播種量對作物生長期間藿香薊族群出現之影響(2004 年秋作)

Table 6-6.1. Effect of seed sowing rates of *A. houstonianum* before planting of upland crops on the growth of *Ageratum* during the cropping season (2004, fall crop)

Crop and Sowing rate	Days to emergence (day)	Plant number (no. /m <sup>2</sup> )	Days to first flower (day)	Days to full flower (day)	Days to last flower	Total growing days(day)
<b>Corn</b>						
0.05g/m <sup>2</sup>	5.1a	88.7c	45.3a	53.0a	105.0a	120.3a
0.1g/m <sup>2</sup>	4.9a	116.0b	42.7ab	50.0ab	101.7b	116.3b
0.2g/m <sup>2</sup>	4.7a	127.3a	41.0b	48.8b	101.0b	114.3c
<b>Peanut</b>						
0.05g/m <sup>2</sup>	5.3a	101.3c	52.7a	59.3a	121.3a	135.3a
0.1g/m <sup>2</sup>	5.1a	128.7b	50.7ab	57.3b	120.0ab	132.7b
0.2g/m <sup>2</sup>	5.1a	186.7a	48.0b	55.7c	117.3b	128.7c
<b>Sesbania</b>						
0.05g/m <sup>2</sup>	5.0a	107.7c	50.3a	57.0a	129.0a	142.0a
0.1g/m <sup>2</sup>	5.3a	136.0b	48.3b	56.0ab	127.0a	140.0a
0.2g/m <sup>2</sup>	5.0a	201.3a	46.7b	54.2b	122.0b	136.0b
<b>Fallow farmlands</b>						
0.05g/m <sup>2</sup>	5.0a	124.3c	46.3a	55.0a	116.7a	130.7a
0.1g/m <sup>2</sup>	4.8ab	174.0b	44.7a	51.3b	114.3a	128.3b
0.2g/m <sup>2</sup>	4.6b	224.0a	42.0b	49.5c	111.7b	125.3c

Mean followed by the same letter in the same column are not significantly different at 5% level.



表 6-6.2 旱田作物種植前白花藿香薊播種量對作物生長期間藿香薊族群出現之影響(2004 年秋作)

Table 6-6.1. Effect of seed sowing rates of *A. conyzoides* before planting of upland crops on the growth of *Ageratum* during the cropping season (2004, fall crop)

Crop and Sowing rate	Days to emergence (day)	Plant number (no. /m <sup>2</sup> )	Days to first flower (day)	Days to full flower (day)	Days to last flower	Total growing days(day)
<b>Corn</b>						
0.05g/m <sup>2</sup>	6.3a	58.0c	50.0a	56.4a	95.0a	111.4a
0.1g/m <sup>2</sup>	6.8a	96.0b	48.0b	54.7b	91.3b	105.0b
0.2g/m <sup>2</sup>	6.2a	137.3a	47.0b	53.0c	85.0c	100.7c
<b>Peanut</b>						
0.05g/m <sup>2</sup>	6.5a	80.7c	56.3a	62.1a	112.0a	126.0a
0.1g/m <sup>2</sup>	6.6a	119.0b	54.0ab	61.3a	109.0a	122.7a
0.2g/m <sup>2</sup>	6.3a	150.7a	51.6b	58.7b	104.0b	117.3b
<b>Sesbania</b>						
0.05g/m <sup>2</sup>	6.6a	104.7c	53.3a	59.5a	115.3a	128.7a
0.1g/m <sup>2</sup>	6.8a	130.7b	51.0ab	57.0b	112.7a	125.7b
0.2g/m <sup>2</sup>	6.4a	197.3a	49.3b	56.3b	107.3b	120.3c
<b>Fallow farmlands</b>						
0.05g/m <sup>2</sup>	6.0a	116.0c	50.9a	58.7a	106.0a	120.0a
0.1g/m <sup>2</sup>	6.3a	173.0b	49.3ab	56.7b	103.7a	117.3b
0.2g/m <sup>2</sup>	6.5a	214.0a	47.7b	53.7c	98.0b	112.7c

Mean followed by the same letter in the same column are not significantly different at 5% level.

表 6-7. 秋季旱田作物種植前藿香薊播種量對作物採收耕犁後田間藿香薊族群建立之影響：變方分析(2005 年 1 月耕犁)

Table 6-7. Effect of seed sowing rates of *Ageratum* before planting of autumn upland crops on the growth of *Ageratum* after the harvest and plowing of autumn crops (plowing time: January 2005): ANOVA table

Maize		M.S.					
S.O.V.	D.F.	Days to emergence	Plant number	Days to first flower	Days to full flower	Days to last flower	Total growing days
Species	1	6.72**	312.5**	107.55**	0.88	450.00**	522.72**
Sowing rate	2	0.16	64.1	0.05	0.05	2.16	2.66
Species × Sowing rate	2	1.05	43.2	0.05	0.72	7.16	3.55
Error	12	0.27	28.5	1.22	0.77	3.11	1.94
Peanut		M.S.					
S.O.V.	D.F.	Days to emergence	Plant number	Days to first flower	Days to full flower	Days to end flower	Total growing days
Species	1	4.50**	953.38**	102.72**	4.5*	760.50**	364.5**
Sowing rate	2	0.22	41.05	0.5	2.0	2.72	5.16*
Species × Sowing rate	2	0	91.72	0.05	0	1.5	2.16
Error	12	0.22	23.83	0.55	0.66	7.16	1.11
Sesbania		M.S.					
S.O.V.	D.F.	Days to emergence	Plant number	Days to first flower	Days to full flower	Days to end flower	Total growing days
Species	1	2.88**	382.72**	80.22**	0.50	734.72**	460.05**
Sowing rate	2	0.40	84.38*	0.72	0.88	1.50	0.38
Species × Sowing rate	2	0.38	45.72	0.72	2.0	5.05*	1.72
Error	12	0.29	13.5	1.72	1.27	0.88	0.44
fallow farmlands		M.S.					
S.O.V.	D.F.	Days to emergence	Plant number	Days to first flower	Days to full flower	Days to end flower	Total growing days
Species	1	5.55**	200.00**	112.5**	1.38	566.72**	840.50**
Sowing rate	2	0.05	69.55*	0.66	0.38	4.66	1.55
Species × Sowing rate	2	0.38	18.0	0.66	0.72	0.88	0.66
Error	12	0.16	16.0	0.77	0.33	4.38	2.61

M.S.: Mean square, S.O.V.: Source of variable, D.F.: Degree of freedom  
\*, \*\*: Significant at 5% and 1% level, respectively.

表 6-8.1. 秋季旱田作物種植前紫花藿香薊播種量對作物採收耕犁後田間藿香薊族群建立之影響 (2005 年 1 月耕犁)

Table 6-8.1. Effect of seed sowing rates of *A. houstonianum* before planting of autumn upland crops on the growth of *Ageratum* after the harvest and plowing of autumn crops (plowing time: January 2005)

Crop and sowing rate	Days to emergence (day)	Plant number (no./m <sup>2</sup> )	Days to first flower (day)	Days to full flower (day)	Days to last flower (day)	Total growing days(day)
<b>Corn</b>						
0.05g/m <sup>2</sup>	8.3a	84.0a	60.0a	69.3a	102.7a	115.0a
0.1g/m <sup>2</sup>	8.3a	90.0a	59.7a	69.7a	100.7a	115.7a
0.2g/m <sup>2</sup>	9.0a	87.3a	60.0a	70.0a	99.7a	115.0a
<b>Peanut</b>						
0.05g/m <sup>2</sup>	7.3a	100.0a	62.3a	73.0a	106.3a	119.0a
0.1g/m <sup>2</sup>	7.3a	109.0a	62.3a	73.0a	106.7a	119.3a
0.2g/m <sup>2</sup>	7.0a	112.7a	62.0a	72.0a	106.7a	119.7a
<b>Sesbania</b>						
0.05g/m <sup>2</sup>	7.3a	99.3a	62.0a	72.0a	105.0a	118.3a
0.1g/m <sup>2</sup>	7.3a	99.3a	62.0a	72.3a	105.0a	119.0a
0.2g/m <sup>2</sup>	7.3a	103.3a	62.0a	72.0a	103.7a	117.6a
<b>Fallow farmlands</b>						
0.05g/m <sup>2</sup>	9.0a	82.7c	59.0a	70.0a	101.0a	115.0a
0.1g/m <sup>2</sup>	8.7a	86.7b	60.3a	70.3a	101.7a	115.0a
0.2g/m <sup>2</sup>	9.3a	92.0a	59.7a	69.7a	102.7a	116.3a

Mean followed by the same letter in the same column are not significantly different at 5% level.

表 6-8.2. 秋季旱田作物種植前白花藿香薊播種量對作物採收耕犁後田間藿香薊族群建立之影響 (2005 年 1 月耕犁)

Table 6-8.2. Effect of seed sowing rates of *A. conyzoides* before planting of autumn upland crops on the growth of *Ageratum* after the harvest and plowing of autumn crops (plowing time: January 2005)

Crop and Sowing rate	Days to emergence (day)	Plant number (no. /m <sup>2</sup> )	Days to first flower (day)	Days to full flower (day)	Days to last flower (day)	Total growing days(day)
<b>Corn</b>						
0.05g/m <sup>2</sup>	10.3a	75.0a	55.0a	70.3a	90.7a	106.0a
0.1g/m <sup>2</sup>	9.7a	76.7a	55.0a	70.3a	90.3a	104.0a
0.2g/m <sup>2</sup>	9.3a	84.7a	55.0a	69.7a	92.0a	103.3a
<b>Peanut</b>						
0.05g/m <sup>2</sup>	8.3a	94.0a	57.7a	72.0a	92.3a	108.7b
0.1g/m <sup>2</sup>	8.3a	92.7a	57.7a	72.0a	93.7a	110.7a
0.2g/m <sup>2</sup>	8.0a	91.3a	57.0a	71.0a	94.7a	111.7a
<b>Sesbania</b>						
0.05g/m <sup>2</sup>	8.7a	84.3b	58.3a	73.0a	90.3a	108.7a
0.1g/m <sup>2</sup>	8.0a	95.3a	57.0a	71.3a	92.3a	107.7a
0.2g/m <sup>2</sup>	7.7a	94.7a	58.0a	73.0a	92.7a	108.3a
<b>Fallow farmlands</b>						
0.05g/m <sup>2</sup>	10.0a	80.0a	54.7a	70.0a	89.3a	101.3a
0.1g/m <sup>2</sup>	10.3a	78.0a	54.7a	70.7a	91.3a	102.0a
0.2g/m <sup>2</sup>	10.0a	83.3a	54.7a	71.0a	91.0a	102.0a

Mean followed by the same letter in the same column are not significantly different at 5% level.

表 6-9. 旱田作物種植前藿香薊播種量對作物生長期間藿香薊生長之影響(2005 年春作) :  
變方分析表

Table 6-9. Effect of seed sowing rates of *Ageratum* before planting of upland crops on the growth of *Ageratum* during the cropping season (2005, spring crop): ANOVA table

Maize		M.S.					
S.O.V.	D.F.	Days to emergence	Plant number	Days to first flower	Days to full flower	Days to end flower	Total growing days
Species	1	10.27**	11909.4**	16.05**	20.05**	24.50*	29.38**
Sowing rate	2	0.57	9762.1**	5.05**	5.38*	63.38**	80.72**
Species × Sowing rate	2	0.37	195.38*	0.38	0.38	0.5	2.72
Error	12	0.39	42.94	0.44	0.88	3.16	2.83
Peanut		M.S.					
S.O.V.	D.F.	Days to emergence	Plant number	Days to first flower	Days to full flower	Days to end flower	Total growing days
Species	1	9.38**	1682.0**	0.50	18.00**	220.5**	206.72**
Sowing rate	2	0.88*	9438.0**	13.16**	19.5**	58.16**	55.38**
Species × Sowing rate	2	0.22	266.0	1.16	2.16*	1.50	1.72
Error	12	0.22	147.50	0.44	0.55	2.38	2.72
Sesbania		M.S.					
S.O.V.	D.F.	Days to emergence	Plant number	Days to first flower	Days to full flower	Days to end flower	Total growing days
Species	1	24.50**	6.72	0.22	5.55**	234.7**	234.72**
Sowing rate	2	0.05	3846.5**	10.50**	11.55**	26.7	26.05**
Species × Sowing rate	2	0.16	10.05	0.72	0.22	1.38	1.38
Error	12	0.27	48.05	0.44	0.38	8.38	3.5
Soybean		M.S.					
S.O.V.	D.F.	Days to emergence	Plant number	Days to first flower	Days to full flower	Days to end flower	Total growing days
Species	1	18.0**	5.55	0.50	0.05	296.05**	280.05**
Sowing rate	2	0.22	4193.16**	11.55**	12.5**	46.22**	38.88*
Species × Sowing rate	2	0.66	0.72	0.66	0.72	2.88	1.55
Error	12	0.44	32.22	1.0	1.66	3.55	6.88
Fallow farmlands		M.S.					
S.O.V.	D.F.	Days to emergence	Plant number	Days to first flower	Days to full flower	Days to end flower	Total growing days
Species	1	10.88**	206.72**	0.23	0.16	72.0**	72.0**
Sowing rate	2	0.72	2381.72**	8.22**	12.05*	140.38**	145.16**
Species × Sowing rate	2	0.38	37.72	0	0.16	48.16**	46.5*
Error	12	0.55	19.05	0.66	1.72	5.38	7.22

M.S.: Mean square, S.O.V.: Source of variable, D.F.: Degree of freedom

\*, \*\*: Significant at 5% and 1% level, respectively.

表 6-10.1 旱田作物種植前紫花藿香薊播種量對作物生長期間藿香薊族群出現之影響(2005 年春作)

Table 6-10.1. Effect of seed sowing rates of *A. houstonianum* before planting of upland crops on the growth of *Ageratum* during the cropping season (2005, spring crop)

Crop and Sowing rate	Days to emergence (day)	Plant number (no. /m <sup>2</sup> )	Days to first flower (day)	Days to full flower (day)	Days to end flower (day)	Total growing days(day)
<b>Corn</b>						
0.05g/m <sup>2</sup>	5.5	93.3c	35.7a	52.7a	112.3a	126.7a
0.1g/m <sup>2</sup>	6.3a	141.3b	34.3b	51.0a	108.7b	122.0b
0.2g/m <sup>2</sup>	5.7a	185.3a	33.3b	51.0a	105.3c	119.3b
<b>Peanut</b>						
0.05g/m <sup>2</sup>	6.0a	57.3b	35.7a	52.0a	118.7a	132.0a
0.1g/m <sup>2</sup>	6.3a	75.3b	35.7a	51.3a	114.3b	128.3b
0.2g/m <sup>2</sup>	5.3a	143.3c	33.7b	49.7b	113.0b	127.0b
<b>Sesbania</b>						
0.05g/m <sup>2</sup>	5.3a	57.3c	36.3a	52.3a	123.3a	136.7a
0.1g/m <sup>2</sup>	5.3a	78.7b	36.0a	51.7a	120.7a	134.7a
0.2g/m <sup>2</sup>	5.7a	109.7a	33.3b	50.0b	120.0a	133.3a
<b>Soybean</b>						
0.05g/m <sup>2</sup>	5.7a	63.3c	35.7a	52.0a	122.0a	135.0a
0.1g/m <sup>2</sup>	5.7a	91.7b	35.3a	52.7ab	117.0b	131.0a
0.2g/m <sup>2</sup>	6.0a	115.7a	33.7b	50.0b	115.3b	129.0a
<b>Fallow farmlands</b>						
0.05g/m <sup>2</sup>	6.0a	78.0c	35.7a	52.0a	118.7a	132.7a
0.1g/m <sup>2</sup>	6.0a	101.0b	34.3b	51.0ab	110.7b	124.0b
0.2g/m <sup>2</sup>	6.3a	115.0a	33.3b	49.3b	103.3c	117.3b

Mean followed by the same letter in the same column are not significantly different at 5% level.

表 6-10.2 旱田作物種植前白花藿香薊播種量對作物生長期間藿香薊族群出現之影響(2005 年春作)

Table 6-10.2. Effect of seed sowing rates of *A. conyzoides* before planting of upland crops on the growth of *Ageratum* during the cropping season (2005, spring crop)

Crop and Sowing rate	Days to emergence (day)	Plant number (no. /m <sup>2</sup> )	Days to first flower (day)	Days to full flower (day)	Days to end flower (day)	Total growing days(day)
<b>Corn</b>						
0.05g/m <sup>2</sup>	7.0a	54.0c	37.0a	54.7a	109.3a	123.3a
0.1g/m <sup>2</sup>	7.3a	88.3b	36.3a	53.7a	106.7ab	121.0a
0.2g/m <sup>2</sup>	7.7a	123.3a	35.7a	52.7a	103.3b	116.0b
<b>Peanut</b>						
0.05g/m <sup>2</sup>	7.7a	80.0c	37.0a	55.0a	111.7a	126.0a
0.1g/m <sup>2</sup>	7.3a	106.0b	35.7a	53.7a	108.3b	122.0b
0.2g/m <sup>2</sup>	7.0a	148.0a	33.3b	50.3b	105.0c	119.0b
<b>Sesbania</b>						
0.05g/m <sup>2</sup>	7.7a	59.3c	36.3a	53.7a	116.7a	130.0a
0.1g/m <sup>2</sup>	8.0a	82.0b	35.7a	53.0a	114.0a	128.0ab
0.2g/m <sup>2</sup>	7.7a	108.0a	34.3b	50.7b	111.7a	125.0b
<b>Soybean</b>						
0.05g/m <sup>2</sup>	8.3a	62.0c	36.7a	52.7a	112.3a	126.0a
0.1g/m <sup>2</sup>	7.7a	90.0b	35.7ab	52.0a	109.3b	123.3ab
0.2g/m <sup>2</sup>	7.3a	115.3a	33.3b	49.7a	108.3b	122.0b
<b>Fallow farmlands</b>						
0.05g/m <sup>2</sup>	7.0a	84.3c	35.7a	52.3a	109.0a	122.7a
0.1g/m <sup>2</sup>	8.0a	103.0b	34.3a	50.7a	106.7a	121.0a
0.2g/m <sup>2</sup>	8.0a	127.0a	33.3a	49.3a	105.0a	118.3b

Mean followed by the same letter in the same column are not significantly different at 5% level.

表 6-11. 春季旱田作物種植前藿香薊播種量對作物採收耕犁後田間藿香薊族群建立之影響：變方分析(2005 年 7 月耕犁)

Table 6-11. Effect of seed sowing rates of *Ageratum* before planting of spring upland crops on the growth of *Ageratum* after the harvest and plowing of spring crops (plowing time: July 2005): ANOVA table

Maize		M.S.					
S.O.V.	D.F.	Days to emergence	Plant number	Days to first flower	Days to full flower	Days to end flower	Total growing days
Species	1	5.55**	1901.38**	2.0	12.50**	22.22*	64.22**
Sowing rate	2	0.22	423.38**	8.72**	4.22**	0.38	1.16
Species × Sowing rate	2	0.22	118.72*	1.16	0	4.05	5.38
Error	12	0.38	29.55	1.0	0.38	2.94	3.38
Peanut		M.S.					
S.O.V.	D.F.	Days to emergence	Plant number	Days to first flower	Days to full flower	Days to end flower	Total growing days
Species	1	5.55**	14.22	0.50	5.55*	72.0**	33.6**
Sowing rate	2	0.72	88.22*	10.88**	3.72*	0.16	3.55
Species × Sowing rate	2	0.05	57.55*	0.66	2.05	1.50	0.20
Error	12	0.5	13.33	0.5	0.61	2.72	1.11
Sesbania		M.S.					
S.O.V.	D.F.	Days to emergence	Plant number	Days to first flower	Days to full flower	Days to end flower	Total growing days
Species	1	2.72*	24.50	16.05**	56.88**	64.22**	93.38**
Sowing rate	2	2.05	911.72**	11.16*	1.55	0.38	0.16
Species × Sowing rate	2	0.38	40.16	2.05	1.55	2.05	0.38
Error	12	0.44	26.83	1.66	1.33	1.77	1.66
Soybean		M.S.					
S.O.V.	D.F.	Days to emergence	Plant number	Days to first flower	Days to full flower	Days to end flower	Total growing days
Species	1	1.38	14.22	8.0**	40.50**	14.22**	43.55**
Sowing rate	2	2.72	176.88	5.16**	3.50*	0.66	2.16
Species × Sowing rate	2	0.05	14.22	0.16	1.16	1.55	0.38
Error	12	0.33	54.66	0.27	0.55	1.11	1.11
Fallow farmlands		M.S.					
S.O.V.	D.F.	Days to emergence	Plant number	Days to first flower	Days to full flower	Days to end flower	Total growing days
Species	1	0.88	420.5**	10.88**	22.22**	64.22**	60.50**
Sowing rate	2	0.05	15.72	12.38**	10.16**	0.66	0.50
Species × Sowing rate	2	0.38	76.16*	0.05	1.05	0.22	0.50
Error	12	0.33	16.83	0.44	1.44	3.00	2.83

M.S.: Mean square, S.O.V.: Source of variable, D.F.: Degree of freedom  
\*, \*\*: Significant at 5% and 1% level, respectively.



表 6-12.1. 春季旱田作物種植前紫花藿香薊播種量對作物採收耕犁後田間藿香薊族群建立之影響(2005 年 7 月耕犁)

Table 6-12.1. Effect of seed sowing rates of *A. houstonianum* before planting of spring upland crops on the growth of *Ageratum* after the harvest and plowing of spring crops (plowing time: July 2005)

Crop and Sowing rate	Days to emergence (day)	Plant number (no. /m <sup>2</sup> )	Days to first flower (day)	Days to full flower (day)	Days to end flower (day)	Total growing days(day)
<b>Corn</b>						
0.05g/m <sup>2</sup>	5.3a	90.7a	42.0ab	50.0a	115.3a	129.3a
0.1g/m <sup>2</sup>	5.0a	92.0a	42.7a	50.7a	113.3a	126.7a
0.2g/m <sup>2</sup>	5.3a	102.0a	40.0b	49.0a	115.0a	128.7a
<b>Peanut</b>						
0.05g/m <sup>2</sup>	5.0a	90.0b	43.3a	50.7a	116.0a	130.0a
0.1g/m <sup>2</sup>	5.0a	94.7b	44.0a	51.7a	115.3a	128.7a
0.2g/m <sup>2</sup>	5.7a	103.3a	41.3b	50.7a	116.7a	129.3a
<b>Sesbania</b>						
0.05g/m <sup>2</sup>	5.3a	66.0b	42.3a	49.7a	116.3a	128.7a
0.1g/m <sup>2</sup>	5.7a	82.7a	41.0a	49.3a	114.7a	128.0a
0.2g/m <sup>2</sup>	6.0a	84.0a	40.3a	49.3a	115.3a	128.7a
<b>Soybean</b>						
0.05g/m <sup>2</sup>	5.0a	71.3a	41.3a	49.3a	114.0a	128.0a
0.1g/m <sup>2</sup>	6.0a	81.3a	40.3a	49.0a	114.0a	128.0a
0.2g/m <sup>2</sup>	6.3a	77.3a	39.3a	47.7a	112.7a	126.7a
<b>Fallow farmlands</b>						
0.05g/m <sup>2</sup>	5.3a	76.0a	41.7a	50.0a	114.0a	128.0a
0.1g/m <sup>2</sup>	5.7a	86.0a	40.7a	50.7a	114.7a	128.0a
0.2g/m <sup>2</sup>	6.0a	83.3a	39.0b	48.0a	115.0a	128.0a

Mean followed by the same letter in the same column are not significantly different at 5% level.

表 6-12.2. 春季旱田作物種植前白花藿香薊播種量對作物採收耕犁後田間藿香薊族群建立之影響(2005 年 7 月耕犁)

Table 6-12.2. Effect of seed sowing rates of *A. conyzoides* before planting of spring upland crops on the growth of *Ageratum* after the harvest and plowing of spring crops (plowing time: July 2005)

Crop and Sowing rate	Days to emergence (day)	Plant number (no. /m <sup>2</sup> )	Days to first flower (day)	Days to full flower (day)	Days to end flower (day)	Total growth days(day)
<b>Corn</b>						
0.05g/m <sup>2</sup>	6.0a	60.7b	43.3a	51.7ab	112.0a	124.0a
0.1g/m <sup>2</sup>	6.3a	79.7a	42.3a	52.3a	113.0a	125.0a
0.2g/m <sup>2</sup>	6.7a	82.7a	41.0a	50.7b	112.0a	124.3a
<b>Peanut</b>						
0.05g/m <sup>2</sup>	6.0a	96.0a	43.7a	53.0a	112.0a	124.0a
0.1g/m <sup>2</sup>	6.3a	99.3a	43.0a	52.7a	112.3a	125.3a
0.2g/m <sup>2</sup>	6.7a	98.0a	41.0b	50.7b	111.7a	124.0a
<b>Sesbania</b>						
0.05g/m <sup>2</sup>	5.7a	58.3b	44.3a	53.0a	111.3a	123.7a
0.1g/m <sup>2</sup>	6.3a	85.3a	44.0a	54.0a	112.0a	124.0a
0.2g/m <sup>2</sup>	7.3a	82.0a	41.0b	52.0a	111.7a	124.0a
<b>Soybean</b>						
0.05g/m <sup>2</sup>	5.7a	71.3a	42.3a	51.3a	111.3a	125.0a
0.1g/m <sup>2</sup>	6.3a	81.3a	42.0a	52.7a	112.0a	124.3a
0.2g/m <sup>2</sup>	7.0a	82.7a	40.7b	51.0a	112.0a	124.0a
<b>Fallow farmlands</b>						
0.05g/m <sup>2</sup>	6.3a	93.7a	43.3a	53.0a	110.7a	124.0a
0.1g/m <sup>2</sup>	6.0a	90.0a	42.3a	52.0ab	110.7a	124.0a
0.2g/m <sup>2</sup>	6.0a	90.7a	40.3b	50.3b	111.0a	125.0a

Mean followed by the same letter in the same column are not significantly different at 5% level.

表 6-13-1. 一期水稻收穫後田間管理方式對藿香薊族群建立、生質量及礦物質成分之影響(2005 年): 變方分析表

Table 6-13-1. Effect of field managements on the population establishment, biomass and mineral contents of *Ageratum* after the harvest of 1<sup>st</sup> rice crop (2005): ANOVA table

S.O.V.	D.F.	M.S.				
		Emergence number	Shoot dry weight	N%	P%	K%
Species	1	1380.16**	69552.66**	0.01	0.00002	0.09**
Field management	3	1188.94**	45237.88**	0.67**	0.0008**	0.20**
Species × Field management	3	142.27*	8822.77	0.0004	0.00001	0.02
Error	16	32.12	4327.08	0.003	0.00001	0.007

M.S.: Mean square, S.O.V.: Source of variable, D.F.: Degree of freedom  
\*, \*\*: Significant at 5% and 1% level, respectively.

表 6-13. 一期水稻收穫後田間管理方式對藿香薊族群建立、生質量及礦物質成分之影響 (2005 年)

Table 6-13. Effect of field managements on the population establishment, biomass and mineral contents of *Ageratum* after the harvest of 1<sup>st</sup> rice crop (2005)

Species and farm management	Emergence number (no./m <sup>2</sup> )	Shoot dry weight (g/m <sup>2</sup> )	N %	P %	K %
<i>A. houstonianum</i>					
Plowing	81.0bc	666.7a	2.43c	0.02c	2.16c
Burning	76.0c	818.7a	2.84b	0.03b	2.49b
Mulching	84.7b	546.7b	3.12a	0.04a	2.67a
Control	105.7a	748.3a	2.46c	0.02c	2.21c
<i>A. conyzoides</i>					
Plowing	107.3b	5.7a	2.40c	0.02b	2.17bc
Burning	88.7c	653.0a	2.80b	0.03a	2.31ab
Mulching	89.3c	452.0a	3.09a	0.04a	2.42a
Control	122.7a	568.0a	2.39c	0.02b	2.13c

Mean followed by the same letter in the same column are not significantly different at 5% level.

表 6-14-1. 二期水稻收穫後田間管理方式對藿香薊族群建立、生質量及礦物質成分之影響(2005 年)：變方分析表

Table 6-14-1. Effect of field managements on the population establishment, biomass and mineral contents of *Ageratum* after the harvest of 2<sup>nd</sup> rice crop (2005): ANOVA table

S.O.V.	D.F.	M.S.				
		Emergence number	Shoot dry weight	N%	P%	K%
Species	1	48.16	3060.04**	0.0006	0.0000006	0.03
Field management	3	749.94**	971.04**	0.16**	0.00007**	0.12**
Species × Field management	3	94.38*	236.93**	0.003	0.000003	0.02
Error	16	17.83	30.12	0.005	0.000005	0.006

M.S.: Mean square, S.O.V.: Source of variable, D.F.: Degree of freedom

\*, \*\*: Significant at 5% and 1% level, respectively.

表 6-14. 二期水稻收穫後田間管理方式對藿香薊族群建立、生質量及礦物質成分之影響(2005 年)

Table 6-14. Effect of field managements on the population establishment, biomass and mineral contents of *Ageratum* after the harvest of 2<sup>nd</sup> rice crop (2005)

Species and farm management	Emergence number (no./m <sup>2</sup> )	Shoot dry weight (g/m <sup>2</sup> )	N %	P %	K %
<i>A. houstonianum</i>					
Plowing	82.0c	107.3c	2.32b	0.02b	1.79c
Burning	84.7c	143.7a	2.61a	0.03a	2.07a
Mulching	90.7b	105.7c	2.42b	0.02b	1.96ab
Control	109.3a	126.7b	2.29b	0.02b	1.83bc
<i>A. conyzoides</i>					
Plowing	90.0b	97.3b	2.27c	0.02b	1.83b
Burning	82.0c	106.7a	2.67a	0.02a	2.07a
Mulching	94.7b	86.0c	2.47b	0.02b	2.11a
Control	98.7a	106.0a	2.28c	0.02b	1.83b

Mean followed by the same letter in the same column are not significantly different at 5% level.

表 6-15-1. 秋作落花生收穫後旱田休耕地田間管理方式對藿香薊族群建立、生質量及礦物質成分之影響(2005 年 7 月)：變方分析表

Table 6-15-1. Effect of field managements on the population establishment, biomass and mineral contents of *Ageratum* in fallow upland after the harvest peanut of fall crop (2005 of July): ANOVA table

S.O.V.	D.F.	M.S.				
		Emergence number	Shoot dry weight	N%	P%	K%
Species	1	1120.22**	3990.22**	0.06**	0.000006	0.025*
Field management	2	2155.05**	2196.22**	0.12**	0.000002	0.07**
Species × Field management	2	165.38*	33.55	0.0006	0.000003	0.003
Error	12	30.38	75.05	0.004	0.000007	0.003

M.S.: Mean square, S.O.V.: Source of variable, D.F.: Degree of freedom  
\*, \*\*: Significant at 5% and 1% level, respectively.

表 6-15. 秋作落花生收穫後旱田休耕地田間管理方式對藿香薊族群建立、生質量及礦物質成分之影響(2005 年 7 月)

Table 6-15. Effect of field managements on the population establishment, biomass and mineral contents of *Ageratum* in fallow upland after the harvest peanut of fall crop. (2005 of July)

Species and farm management	Emergence number (no. /m <sup>2</sup> )	Shoot dry weight (g/m <sup>2</sup> )	N %	P %	K %
<i>A. houstonianum</i>					
Plowing	110.7c	206.0b	2.29b	0.02a	1.84b
Burning	102.7b	245.3a	2.57a	0.03a	2.07a
Control	127.0a	216.0a	2.33b	0.02a	1.87b
<i>A. conyzoides</i>					
Plowing	97.0c	175.3c	2.43b	0.02a	1.90c
Burning	90.3b	211.3a	2.67a	0.02a	2.11a
Control	105.7a	191.3b	2.44b	0.02a	2.00b

Mean followed by the same letter in the same column are not significantly different at 5% level.

表 6-16-1. 春作玉米收穫後旱田休耕地田間管理方式對藿香薊族群建立、生質量及礦物質成分之影響(2006 年 3 月)：變方分析表

Table 6-16-1. Effect of field managements on the population establishment, biomass and mineral contents of *Ageratum* in fallow upland after the harvest corn of spring crop (2006 of March): ANOVA table

S.O.V.	D.F.	M.S.				
		Emergence number	Shoot dry weight	N%	P%	K%
Species	1	910.22**	46005.55**	0.0006	0.00002	0.01
Field management	2	1807.16**	27293.05**	0.26**	0.0002**	0.13**
Species ×						
Field management	2	24.38	154.38	0.0004	0.0000001	0.005
Error	12	32.22	957.22	0.005	0.00001	0.005

M.S.: Mean square, S.O.V.: Source of variable, D.F.: Degree of freedom

\*, \*\*: Significant at 5% and 1% level, respectively.

表 6-16. 春作玉米收穫後旱田休耕地田間管理方式對藿香薊族群建立、生質量及礦物質成分之影響(2006 年 3 月)

Table 6-16. Effect of field managements on the population establishment, biomass and mineral contents of *Ageratum* in fallow upland after the harvest corn of spring crop. (2006 of March)

Species and field management	Emergence number (no./m <sup>2</sup> )	Shoot dry weight (g/m <sup>2</sup> )	N %	P %	K %
<i>A. houstonianum</i>					
Plowing	95.3c	610.0b	2.43b	0.02b	2.23b
Burning	92.0b	736.7a	2.79a	0.03a	2.50a
Control	107.0a	691.3a	2.43b	0.02b	2.22b
<i>A. conyzoides</i>					
Plowing	89.7c	610.0c	2.45b	0.02b	2.25b
Burning	84.3b	657.0a	2.81a	0.03a	2.54a
Control	97.7a	620.3b	2.42b	0.02b	2.35b

Mean followed by the same letter in the same column are not significantly different at 5% level.

表 6-17-1. 不同田菁刈留高度對藿香薊生物量之影響(2005 年春作，兩種植物混種)：  
變方分析表

Table 6-17-1. Effect of sesbania cutting heights on the biomass of *Ageratum* in the mixture stand of the two plants (2005 spring crops): ANOVA table

S.O.V.	D.F.	M.S.			
		Sesbania fresh weight	<i>Ageratum</i> fresh weight	Sesbania dry weight	Weed dry weight
Species	1	47882.70	16224.00**	4232.07*	48.17
Cutting height	3	39385292.70**	1546114.33**	5163903.93**	16350.78*
Species × remain height	3	11662.70**	76977.00**	8830.01**	3386.06**
Error	16	115911.80	1387.50	617.59	140.96

Sesbania cutting heights: representing the extents of pest infection of sesbania.

M.S.: Mean square, S.O.V.: Source of variable, D.F.: Degree of freedom

\*, \*\*: Significant at 5% and 1% level, respectively.

表 6-17. 不同田菁刈留高度對藿香薊生物量之影響(2005 年春作，兩種植物混種)

Table 6-17. Effect of sesbania cutting heights on the biomass of *Ageratum* in the mixture stand of the two plants (2005 of spring crops)

Species	Sesbania cutting height(cm)	Sesbania fresh weight (g/m <sup>2</sup> )	<i>Ageratum</i> fresh weight (g/m <sup>2</sup> )	Sesbania dry weight (g/m <sup>2</sup> )	<i>Ageratum</i> dry weight (g/m <sup>2</sup> )
<i>A. houstonianum</i>	10	76.7c*(7%)**	1069.3a(93%)	38.3d(15%)	227.7a(85%)
	20	866.7b(52%)	806.7b(48%)	245.0c(59%)	171.7b(41%)
	30	1093.3b(73%)	408.3c(27%)	316.7b(78%)	86.7c(22%)
	40	5704.0a(97%)	190.3d(3%)	1975.0a(97%)	64.3d(3%)
<i>A. conyzoides</i>	10	46.7d(6%)	760.0a(94%)	17.1d(9%)	178.3a(91%)
	20	646.7c(50%)	638.3b(50%)	136.7c(48%)	146.7b(52%)
	30	1030.0b(64%)	590.0b(36%)	265.0b(68%)	123.3c(32%)
	40	5660.0a(95%)	278.3c(5%)	2050.0a(95%)	113.3d(5%)

Sesbania cutting heights: representing the extents of pest infection of sesbania.

\*: Means followed by the same letter within a column are not significant at 5% level.

\*\* : Numerals in parenthesis denote relative weight of *Ageratum* and *Sesbania*.

#### 四. 討論

景觀植物係指以主觀角度認定植物可俱觀賞性者(張等, 2006), 可觀賞性認定因人、因時、因地之不同而有差異, 因此景觀植物具多方面之觀賞性, 一般可分為觀花、觀葉、觀果與香花植物, 景觀植物對於營造農村特殊景觀、美化鄉村田園景致、增進國人景觀視覺空間將有所助益(張等 2006)。

陳等(2006)研究景觀栽培技術及應用指出休耕地種植景觀植物, 不僅可供綠肥增加地力、覆蓋表土減少沖刷、避免雜草叢生、增加農村景致美觀、營造良好生態環境並保育生物多樣性。該等學者研究台灣馴化之野花 20 種篩選出白花藿香薊、紫花藿香薊與長穗木較具觀賞價值, 是值得推廣之景觀植物。周(2001)研究景觀綠肥作物開發利用指出紫花藿香薊為適合之景觀植物之一, 花顏色紫色。吳與連(2003)研究綠肥景觀植物收集與選育也將紫花藿香薊列為重要之景觀植物, 但相關結果之表現並無完整之紀錄。

本研究探討自播性之紫、白花藿香薊作為景觀植物之研究, 探討兩植物一年四季之生育概況, 並由水、旱田間土壤種子庫之適度建立, 而於水旱田休耕地中自播性之萌芽, 從而建立自播性之紫、白花藿香薊之景觀植物期望能於休耕地中扮演農村美化之角色。由不同月份之播種之紫花與白花藿香薊植株生長勢得知無論是 3 月、6 月、9 月或 12 月播種皆隨生育天數之增加, 分枝數、株高、地上部乾重、根乾重、葉面積、覆蓋率皆有增加之現象。但以 3 月、6 月、9 月播種之紫白花藿香薊覆蓋效果較佳, 12 月播種因溫度低覆蓋率稍差, 可提高播種量達到完整之景觀覆蓋。

紫、白花藿香薊在景觀植物之具體表現主要在花期之長短, 3 月、6 月、9 月播種, 兩種植物花期之表現皆達 50 天以上, 而 12 月播種紫、白花花期較短約 32-41 天, 從結果也顯示 12 月播種紫花花期表現較白花為長, 顯示紫花在較低溫下適應力較白花為佳, 故有較長之花期表現。

雜草種子成熟掉落後, 經耕犁而混入土壤中, 形成土壤中之雜草種子庫, 有些種子成熟時具有休眠習性, 混入土壤種子庫後, 受各種環境的刺激, 休眠性可能保持原狀或開始進行轉變。故種子季節性萌芽, 是雜草隨環境分化的結果(彭, 1982)。本研究首先建立水、旱田中雜草種子庫, 水田中藉由湛水狀態下部份種子呈現制約休眠, 而於水田收割後自播性之長出, 達到一、二期水田收割後紫白花藿香薊自播性之



長出、覆蓋植被、開花，從而建立自播性之景觀植物。由水田種子發芽能力周年變遷之結果得知(圖 5-7、5-8、5-13、5-14)，在 8 月分進行水田埋土，埋土 4-5 個月後約有 10-15%之種子從土壤中消失，因此一、二期水田收割後田間尚有相當大之種子庫以供萌芽出土，由結果顯示不同播種量(0.2g/m、0.4g/m、0.8g/m)紫、白花藿香薊皆能建立良好之紫、白花藿香薊種子庫，而於一、二期水稻收割後之休耕地中達到良好之植株覆蓋，且開花期於二期水稻收割後之休耕地達 45 天、一期水稻收割後之休耕地紫、白花藿香薊之開花期更達 70-80 天，對景觀植物而言花期愈長、可利用性愈佳。吳與連(2003)指出春作綠肥景觀植物以青箱花期最長達 75 天，秋作以紅花青箱表現最佳，為適合做為景觀綠肥植物，此與本研究中紫、白花藿香薊於一期水稻收割後之休耕地自播性之生長開花期達 70-80 天適合作景觀植物之結果相似。

旱田種植前田間將不同量(0.05g/m、0.1g/m、0.2g/m)之紫、白花藿香薊撒播於不同旱田作物之田區中，藉此建立旱田土壤種子庫。由結果顯示每平方公尺 0.05g(約 400-500 粒)之種子即可達到良好之種子庫之建立，且春、秋作旱田作物收穫後，輕度耕犁紫、白花藿香薊翻埋土中即可自播性適度萌芽出土，達到極佳之植株生育，花期長，在春、秋作旱田作物收穫後紫白花藿香薊構成良好之景觀植被效果極佳，雖建立初期與旱田作物生長造成部份旱田作物(落花生)產量降低，但對高莖玉米影響則較小，而對休耕地中土壤種子庫之建立，則造成單一化之休耕地植被景觀也產生相當良好之效果。因此紫白花藿香薊為相當值得推廣為旱田休耕地自播性之景觀植物。

良好之田間管理是否能對藿香薊族群之建立有更好之影響？蘇等(1996)研究田間管理對早苗蓼生長指出翻耕土壤早苗蓼植株數最多，焚燒到草地上鮮重產量最高，此與本研究中一、二期水稻收割後不同之田間管理方式對藿香薊族群建立及質體生質量影響顯示除對照組外耕犁出土數較多，且焚燒到草地上部乾重較重之結果相似。而焚燒稻草導致紫白花藿香薊出土率較低可能部份表土種子於焚稻草中燒掉，而導致出土率較低有關。Kataoka and Kim(1978)土壤表面有充足之光照與氧氣適合雜草種子之萌芽，此與本研究中翻耕或對照組種子暴露於土壤表面易於種子發芽之結果相似。旱田作物中不同之田間管理方式對藿香薊族群建立及質體生質量影響也顯示除對照組外，耕犁出土數較多，且焚燒到草地上部乾重較重與水田收穫後不同之田間管理方式對藿香薊族群建立所得到之結果相似。

田間綠肥作物田菁之種植於生育期間容易遭受豆莢螟幼蟲之危害發生高峰期，每株田菁上的幼蟲數目高達 40 隻左右，導致危害期間 3-5 天田菁即被啃食光，而造成

綠肥作物栽培之損失，鄰近之大豆田與甘薯田更受到影響，且由於蟲卵保持於田間嚴重影響到後作幼苗之生長(廖，2000)。本研究模擬田菁被蟲咬高度與田間紫、白花藿香薊之生長之關係，結果顯示藿香薊於被蟲啃食之田菁中，當田菁被啃食愈嚴重時，藿香薊之補償與取代效果愈大，可達到快速之田間覆蓋，構成良好之田間景觀植物。

綜合以上之討論可知紫花藿香薊與白花藿香薊無論在水田休耕地或旱田休耕地皆可作為相當良好之景觀覆蓋植物，其一年四季皆可開花，花期在一個半月至2個半月(45-75天)間，較向日葵之2-3週之花期(陳等，2006)而言，已經具備良好之景觀植物條件。郭(2002)台灣加入WTO後需減少耕地面積釋放大量休閒地，休閒地可種植綠肥增進土壤地力、可種植覆蓋景觀植物豐富田園自然景觀。郭(2000)也指出耕地過剩時可作為休閒、景觀與生態復育等用途，並將休閒地之管理邁入以生活導向為主。本研究中紫、白花藿香薊在休耕之農田中自播性之生長構成之田間自然景觀植物，則可在未來休耕地之景觀植物利用中扮演重要之角色。

## 第七章 綜合討論

農田雜草管理一直是農民栽培作物上相當重視之問題，近年來環保意識抬頭，除草劑用量漸減，如何進行非化學性之田間雜草管理，透過了解雜草種子發芽生態生理特性，調整作物播種期也為可行之方式。農田休耕地之景觀植物栽植，為近年來政府大力推廣之農村特色之美化項目之一，目前田野中推廣之景觀植物皆為農民撒播所栽培，純粹靠人為播種之景觀植物亦增加農民成本之負擔，自播性之雜草從土中自然萌芽成長，對環境適應力強、花期長、抗病蟲害，有利用的價值。野花之栽培在英國極為盛行，而美國加州對野花之保育更是大力推動(郭，1992；郭，1995)。在台灣視為雜草之兩種藿香薊，若能好好利用其在農田季節性之萌芽，發展為農田休耕地或野地之景觀植物，則對於農村美化，生態保育或地力維持皆有直接之幫助。

本研究從紫、白花藿香薊種子發芽之生理生態著手，進一步進行農田應用之建立。這些研究所得之結果將有助於紫、白花藿香薊種子發芽生態之了解，並作為建構兩種植物為休耕地田間覆蓋之景觀、野花植物，提供農民休耕地自播性綠肥之選擇。以下將以藿香薊種子發芽生態與田間管理兩部分加以探討。

### 一. 藿香薊種子發芽生理生態方面:

紫花藿香薊與白花藿香薊於全國各地一年四季皆可生長；生長於荒地、道路邊、果園及農田之處，開花期為一年四季皆可，開花期相當長，是一種很有潛力之野花植物。兩種植物的花期為在台灣一年四季皆可見其存在，種子產量多，種子頂上的冠毛極易隨風飄散，所以才能很快的佔領各處生育地。植株通常紫花藿香薊較白花藿香薊為大，紫花藿香薊比較喜愛生長在潮濕而肥沃的土壤中，而白花藿香薊則大多生長在比較潮濕而貧瘠的土壤上。在台灣南部冬天乾旱農田休耕地經常佈滿白花藿香薊於田野中，而夏天紫花藿香薊與白花藿香薊於中低海拔之丘陵地、檳榔園與道路邊普遍分布，且該兩種植物種子落地後，於田野觀察發覺其能萌芽快速生長，或者田野藿香薊植株開花被除草劑除死後，短時間藿香薊幼苗持續長出，而能形成持續穩定一大族群，該兩種植物卓實有特有之發芽生態適應及繁殖能力。

一般雜草為延續其生命，植株生長開花到種子成熟期時間相當短，而開花後到種子具備發芽能力之時間更短，因此能快速在全台各地快速蔓延生長。雜草植株開

花後種子成熟度與其具備發芽能力所需之時間之長短，影響該雜草在農田之生長(侯等，1999)。本研究發現兩種藿香薊屬植物種子於開花後 6 天開始具備發芽能力，因此有助於兩種雜草種子快速發芽蔓延各地，其情形與大花咸豐草種子差異不大(侯，1999)。

雜草具有複雜之生長習性、驚人之繁殖能力、廣泛之散播方法及高度之環境適應性(曾與吳，1996)，紫花藿香薊及白花藿香薊種子的發芽受各項環境因子之影響，例如高低溫、水分多寡、光照不同及各種土壤環境等皆影響其發芽。

雜草種子長期經由日夜不同溫差條件下馴化，在變溫下發芽能力較恆溫為佳，恆溫下對一般栽培作物發芽影響不大，對田野中雜草種子發芽則有降低之現象。本研究中紫花藿香薊及白花藿香薊種子於恆溫下發芽率較變溫處理下發芽率為低。不過各物種對溫度之反應差異相當大，Lowe *et al.* (1999) 以溫度對 *Kyllinga brevifolia*、*K. squamulate* 和 *k. pumila* 種子之發芽試驗亦指出高溫下：*K. brevifolia* 種子之發芽率比 *K. squamulate* and *K. pumila* 高。溫度對紫花藿香薊及白花藿香薊兩種種子發芽率顯示兩者皆能適應較高之變溫環境下發芽；而紫花藿香薊較白花藿薊種子耐低溫下發芽，而本研究中紫花與白花藿香薊種子最低發芽溫度(Tb)分別為 6.4<sup>0</sup>C 與 6.6<sup>0</sup>C，發芽所需要之積溫紫花藿香薊為發芽所需要之積溫紫花藿香薊為 70<sup>0</sup>Cd、白花藿香薊為 72<sup>0</sup>Cd，發芽之最適溫度紫花藿香薊為 30.5<sup>0</sup>C，白花藿香薊則為 30.2<sup>0</sup>C，此與田野中紫、白花藿香薊在一年四季皆能生長之現象有相同之情形。

楊(2001)研究兩耳草與類地毯草發芽之基礎溫度，兩耳草最低發芽溫度為 15.5<sup>0</sup>C、類地毯草則為 12.5<sup>0</sup>C，較本研究中紫、白花藿香薊所得最低發芽溫度為高，究其原因乃兩耳草與類地毯草為熱帶地區之旱田雜草，這些雜草在台灣最適合萌芽季節在夏季，故其最低發芽溫度較高，而紫、白花藿香薊在台灣一年四季皆可萌芽，屬於廣溫型之雜草，故其最低發芽溫度較兩種夏季型之雜草為低。

水份為種子發芽之所必需，種子在乾旱之環境下，發芽必然受到限制。Webster and Cardina (1999) 研究 *Apocynum cannabinum* 種子在水勢-0.2 Mpa 及 0 Mpa 發芽率為 80% 以上，隨著水勢之降低，在-0.6 Mpa 時發芽率只有 0 Mpa 之一半，當在-1.0 Mpa 時發芽率僅剩 4%。在本研究中發現在五種不同溫度處理下，在水勢 0 Mpa、-0.1 Mpa 與-0.2 Mpa 之發芽率較高外，其餘水勢處理之發芽率同樣隨著水勢降低而減少，紫花藿香薊種子在-1.0 Mpa 時就無種子發芽，白花藿香薊在-1.0 處理下於 25/20<sup>0</sup>C 下尚有 4%之發芽率。此與上述前人研究大略相似，當水分潛勢越低時種子

發芽率就越低，但對水勢的忍受性方面：發現白花藿香薊較紫花藿香薊種子忍受低水分潛勢，此結果可以推知台灣南部秋冬季節因較乾旱，農田所見白花生長較紫花藿香薊為多，因而在休耕農田中經常可見到大片白花藿香薊族群，而北部秋冬潮溼且較低溫適合紫花藿香薊生長，紫花藿香薊族群在北部休耕農田中也經常出現紫色之花海。而春夏季高溫多溼，兩種藿香薊植物在台灣各地生長相當普遍，但因春夏季高溫為禾本科雜草最適生長季節，藿香薊競爭較弱，除非土壤種子庫中有相當多量之藿香薊種子，否則夏天藿香薊族群在農田休耕地中大都只有零星分布。

種子萌芽模式，在以  $\Psi_b$  為常態分布之前提下，利用 Gummerson(1986) Covell *et al.*(1986) 和 Dahal and Bradform(1994) 機率分析方法，分析種子累積發芽率在 5%~95% 範圍內，種子發芽與水溫積蘊值間的關係，並估算出種子發芽的  $T_b$ 、 $\Psi_{b(50)}$ 、 $\theta_{HT}$ 、 $\sigma_{\Psi_b}$  各值。比較實際發芽曲線與模擬曲線，本研究中發現紫花藿香薊種子在水勢最高 0Mpa 時預測值與實測值相當準確，模擬狀況相當良好；在水勢最高 -0.1Mpa 時除 20/15<sup>0</sup>C 預測值於發芽後期高估，模擬發芽會比實際發芽快 3 天外，其餘溫度與實測值相較皆相當準確；在水勢為 -0.2MPa 時，五種溫度下模擬狀況良好，在水勢為 -0.4MPa 時，五種溫度中除 25/20<sup>0</sup>C 預測值與實測值相較則有低估之現象，其餘溫度模擬狀況良好。因此紫花藿香薊在田野中之萌芽出土可以以溫度與水勢之種子萌芽模式來加以預測，而白花藿香薊在相同水勢下累計發芽百分率之基礎溫度差異較大，適用性則有待評估。

藿香薊族群可於沿海部分農田中發現，沿海附近農田鹽分濃度含量高，藿香薊必有其適當之耐鹽性，才能萌芽生長。一些耐鹽性植物之發芽率受鹽分濃度和溫度之相互影響 (Khan and Ungar, 1996)。Ghoulam and Fares (2001) 研究 *Beta vulgaris* L. 在高鹽分處理下指出，在高鹽分逆境下，其發芽率、發芽速率明顯受到抑制。紫花藿香薊及白花藿香薊種子對鹽分逆境的反應與上述前人研究相似。在較適合發芽的溫度 25/20<sup>0</sup>C 及 30/25<sup>0</sup>C 處理下，在鹽分濃度 1.0% 處理時，兩者尚有發芽率約 12-28%；而在 1.2% 之鹽分濃度處理下，25/20<sup>0</sup>C 環境中紫、白花藿香薊種子各有 3-6% 之發芽率。在低溫 15/10<sup>0</sup>C 處理下，白花藿香薊對不同鹽分濃度之忍受能力略較紫花藿香薊為低。但紫花藿香薊與白花藿香薊種子發芽都能忍受 1.2% 之鹽分濃度，兩者對鹽分逆境的忍受性高，此為在台灣部分濱海地區可看到兩種藿香薊族群之主要原因。

陳(1995)研究無休眠之鴨舌草種子指出，該種子發芽需要光照，光需求量甚低

且不受高度照射效應之影響，在每天照光 8 小時，光強度範圍為  $4.88-0.276\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ ，種子仍有 83-95%之發芽率，發芽之需光量很低，每天只要照射光量  $0.00035\text{ mol}/\text{m}^2$  即可提高發芽率達 50%，而本研究中紫花藿香薊種子在接受每天光照 8 小時，光強度範圍  $11.5 -56.8\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ ，種子之發芽率紫花藿香薊介於 39-82%、白花藿香薊則介於 75-92%，此結果較陳(1995)之鴨舌草需光量為高，究其原因乃物種間對光之需求度不同所致。兩者藿香薊種子接受光照強度增加，則發芽率也隨著上升，因此發芽試驗初期短暫照光，對發芽之促進是有幫助，Chou and Yang,(1982)研究白花藿香薊在不同林相下之幼苗數，在孟宗竹林遮光下白花藿香薊有最高之幼苗數，而台灣中低海拔之山上(300-1500m)之道路邊、兩邊孟宗竹林或其他林相植物中度遮光，紫、白花藿香薊仍然能在道路兩旁生長，且種子掉落於植株旁，植株遮蔭下藿香薊種子依然可以萌芽生長，本研究發現藿香薊種子發芽對光量需求並不高，此結果與中低海拔山上之道路邊藿香薊成群生長之現象符合。

農田湛水狀態下缺氧導致部份雜草種子無法發芽，*Eriocbloa villosa* 種子在缺氧之狀態下，發芽率受抑制，但在高氧濃度下，發芽率增加 (Bello *et al.*,2000)。Gutterman *et al.* (1992) 指出 *Amaranthus caudatus* 種子在缺氧狀態下 (氧濃度為 5%)，不管是光照或黑暗處理，發芽率皆低於 50%。本研究之紫花藿香薊及白花藿香薊種子對氧氣的需求，在光照無氧的環境下，白花藿香薊發芽明顯受到抑制但紫花藿香薊則未受到影響。在嫌氧與全氧的處理下發現兩種藿香薊種子的發芽率不受影響。而光照之有無對兩種雜草種子的影響相當大，黑暗下無論是全氧、嫌氧、無氧在兩種藿香薊種子中發芽率皆受到明顯抑制。但白花藿香薊受到抑制之效果則大於紫花藿香薊。黑暗下發芽率明顯受到抑制，推測藿香薊種子埋於土中因黑暗或無氧無法發芽而能而土中形成種子庫。

種子發芽除受土壤中光線、溫度、水分、氧氣、酸鹼度與土壤緊密度之影響外，埋土深度亦為重要之影響因子，本研究中紫花及白花藿香薊，於埋土 0-1.5 cm 下發芽率由 85%下降至 5%；但當埋土深度為 2 cm 時，兩種花藿香薊種子已無法正常發芽出土。此乃因藿香薊種子極小千粒重僅 0.14g，無法忍受較深之埋土。農田中藿香薊族群藉由農民翻耕土壤而能於淺層土壤中出土外，中低海拔山區之道路邊藿香薊成熟種子掉落後裸露於土表，而能萌芽出土，應屬於表土與近表土的種子。

季節性之週年變遷試驗的結果發現紫花藿香薊與白花藿香薊種子初期採收之種子在黑暗下制約休眠性較強，光照下制約休眠性較弱，這可能由於田間種子季節

性萌芽主要受到生理性休眠之影響(Baskin and Baskin,1988)。當生理性休眠種子埋  
在土中時，經由後熟作用轉變成無休眠狀態(Vegis,1964)。故紫花藿香薊與白花藿香  
薊種子經掩埋一個月後，在光照下呈現出無休眠狀態，在適合之環境條件下發芽率  
高，於4種不同溫度下，發芽率皆達80%以上。

週年犁田試驗結果顯示兩種藿香薊種子周年皆可萌芽生長，田間季節性之變化  
差異不大，與台灣一年四季田野中皆有紫、白花藿香薊在田野中出現之情形類似。  
其種子成熟後在一年各個月中休眠性較低，週年皆可萌芽。同樣的，侯與顏(2001)  
犁田試驗也顯示龍葵一年四季皆可出現，但夏季犁田出土較低，冬季則出土較多。

根據田間觀察的經驗，全省各地耕地、果園、休耕地、田野、道路邊、山坡地  
之護坡經常有紫花藿香薊與白花藿香薊兩種雜草出現、且其季節性之周年變遷並不  
明顯，種子成熟後休眠性弱掉落於土壤表面後，若環境適合即可立即萌芽出土。不  
論是出土的種子立即播種、一次播種後的週年萌芽、或是週年的耕犁試驗都顯示紫  
花藿香薊與白花藿香薊全年皆可出現，而秋、冬兩季出現較多。紫花藿香薊或白花  
藿香薊在田野中能經常維持大之族群出現，與土中種子庫有極大關係。

雜草種子在土中出現之模式，可分為暫時性(transient)與持續性(persistent)種子  
庫。暫時性指種子在土中之時間低於1年；持續型又可分為短暫持續型及長持續型，  
短暫持續型指種子可在土中持續1至5年，而種子可在土中持續5年以上，稱為長  
持續型(郭，2000)。紫花藿香薊及白花藿香薊種子之週年變遷試驗中，兩年之試驗  
結束之最後一次調查中，雖有70%之種子已消失，但在光照23/13<sup>0</sup>C下尚有20%發  
芽率(圖5-3)；白花藿香薊種子在2001年12月兩年之試驗結束之最後一次調查中，  
雖有69%之種子已消失，但在黑暗30/25<sup>0</sup>C下尚有10%發芽率(圖5-12)，兩年之試  
驗期間種子仍可在土中發芽，因此符合短暫持續型指種子可在土中持續1至5年，  
故推論紫花與白花藿香薊種子為短暫持續型種子，此類種子庫與田野中與藿香薊形  
成相當大之族群應有很大之關係。

而研究中亦得知水田進行埋土，土中種子消失量較旱田進行埋土為低，此現象  
也印證台灣二期水稻收割後，部分農田會出現藿香薊之族群，與水田中藿香薊種子  
消失較慢有很大之關係。Zorner et al.(1984)以野燕麥種子為材料研究指出埋於10公  
分深之種子，處於無休眠狀態者較休眠狀態者容易在土中發芽而減低土中種子數  
目。蘇(1995)研究早苗蓼(*Polygonum lappathifolium*)種子指出，旱田早苗蓼種子處於  
制約休眠狀態，在合適溫度下仍會在土中發芽，因而減少種子庫之存量，而在浸水

狀態下，種子雖也在制約休眠狀態，但因氧氣不足，而能保有較多之種子量，以致在土中形成大量的種子庫，相同的情形也出現於鴨舌草種子(Chen and Kuo, 1999；郭與陳，2003)。此與本研究中紫、白花藿香薊在水田中保有較多之種子數，而旱田中種子消失較多之結果相似。

## 二. 藿香薊之田間管理:

紫、白花藿香薊種子發芽生態之了解，將可作為田間管理方法之依據，以下就分別以作為景觀植物之影響加以討論。

景觀植物須具多方面之觀賞性，一般可分為觀花、觀葉、觀果與香花植物，景觀植物對於營造農村特殊景觀、美化鄉村田園景致、增進國人景觀視覺空間將有所助益(張等 2006)。陳等(2006)研究景觀栽培技術及應用指出休耕地種植景觀植物，不僅可供綠肥增加地力、覆蓋表土減少沖刷、避免雜草叢生、增加農村景致美觀。該學者並研究台灣馴化之野花 20 種篩選出白花藿香薊、紫花藿香薊較具觀賞價值，是值得推廣之景觀植物。周(2001)研究景觀綠肥作物開發利用指出紫花藿香薊為適合之景觀植物之一，花顏色紫色。本研究探討自播性之紫、白花藿香薊作為景觀植物之研究，探討兩植物一年四季之生育概況，並由水、旱田間土壤種子庫之適度建立，而於水旱田休耕地中自播性之萌芽，從而建立自播性之紫、白花藿香薊之景觀植物期望能於休耕地中扮演農村美化之角色。由不同月份之播種之紫花與白花藿香薊植株生長勢得知無論是 3 月、6 月、9 月或 12 月播種皆隨生育天數之增加覆蓋率有增加之現象。但以 3 月、6 月、9 月播種之紫、白花藿香薊覆蓋效果較佳，12 月播種因溫度低覆蓋率稍差，可提高播種量達到完整之景觀覆蓋。紫、白花藿香薊在景觀植物之具體表現主要在花期之長短，3 月、6 月、9 月播種，兩種植物花期之表現皆達 50 天以上，而 12 月播種紫、白花花期較短約 32-41 天，從結果也顯示 12 月播種紫花花期表現較白花為長，顯示紫花在較低溫下適應力較白花為佳，故有較長之花期表現，此現象與台灣田野間紫、白花藿香薊生長所觀察出之結果相似，尤其北部冬天紫花藿香薊有較南部為多之現象，乃因北部冬天較冷所導致之現象。

由於湛水狀態下部份種子呈現制約休眠，而於水田收割後自播性之長出，達到一、二期水田收割後紫、白花藿香薊自播性之長出、覆蓋植被、開花，可以建立自播性之景觀植物。由水田種子發芽能力周年變遷之結果得知 8 月分進行水田埋土，埋土 4-5 個月後約有 10-15%之種子從土壤中消失，因此二期水田收割後田間尚



有相當大之種子庫以供萌芽出土，結果也顯示不同播種量(0.2g/m<sup>2</sup>、0.4g/m<sup>2</sup>、0.8g/m<sup>2</sup>)紫、白花藿香薊皆能建立良好之族群，而於一、二期水稻收穫後之休耕地中達到良好之植株覆蓋，且開花期於二期水稻收割後之休耕地達 45 天、一期水稻收割後之休耕地紫、白花藿香薊開花期更達 70-80 天，對景觀植物而言花期愈長、可利用性愈佳。

早田種植前田間將不同量(0.05g/m<sup>2</sup>、0.1g/m<sup>2</sup>、0.2g/m<sup>2</sup>)之紫、白花藿香薊撒播於不同早田作物之田區中，藉此建立早田土壤種子庫。結果顯示 0.05g/m<sup>2</sup>(約 400-500 粒)之種子即可建立良好之族群，且春、秋作早田作物收穫後，輕度耕犁紫、白花藿香薊翻埋土中即可自播性適度萌芽出土，達到極佳之植株生育，且花期長。雖建立初期與早田作物生長造成部份早田作物(落花生)產量降低，但對高莖玉米影響則較小，而對休耕地中土壤種子庫之建立，則造成單一化之休耕地植被景觀也產生相當良好效果。因此紫白花藿香薊為相當值得推廣為早田休耕地自播性之景觀植物。

田間管理是否能對藿香薊族群之建立有更好之影響？蘇等(1996)研究田間管理對早苗蓼生長指出翻耕土壤早苗蓼植株數最多，焚燒稻草地上鮮重產量最高，本研究中一、二期水稻收穫後不同之田間管理方式對藿香薊族群建立及質體生質量影響，顯示除對照組外耕犁出土數較多，且焚燒稻草地上部乾重較重之結果相似。而焚燒稻草導致紫白花藿香薊出土率較低可能部份表土種子於焚稻草中燒掉，而導致出土率較低有關，但焚燒稻草可能因增加土壤中鉀之養分含量，而有較重之地上部。早田作物中不同之田間管理方式對藿香薊族群建立及質體生質量影響也顯示與水田收穫後不同之田間管理方式對藿香薊族群建立所得到之結果相似。

田間綠肥作物田菁於生育期間容易遭受豆莢螟幼蟲之危害發生高峰期，每株田菁上的幼蟲數目高達 40 隻左右，導致危害期間 3-5 天田菁即被啃食光，而造成綠肥作物栽培之損失，鄰近之大豆田與甘藷田更受到影響(廖，2000)。本研究中當田菁被蟲咬後，田間野生之紫、白花藿香薊得到適當之生長，達到田間補償與取代之效果，快速覆蓋田間，構成良好之田間景觀植物。

紫花藿香薊與白花藿香薊無論在水田休耕地或早田休耕地皆可作為相當良好之景觀覆蓋植物，其一年四季皆可開花，花期在一個半月至 2 個半月(45-75 天)間，較向日葵之 2-3 週之花期(陳等，2006)而言，已經具備良好之景觀植物條件。台灣加入 WTO 後需減少耕地面積釋放大量休閒地，休閒地可種植綠肥增進土壤地力、可種植覆蓋景觀植物豐富田園自然景觀(2002)。郭(2000)也指出耕地過剩時可作為休

間、景觀與生態復育等用途，並將休閒地之管理邁入以生活導向為主。本研究中紫、白花藿香薊在休耕之農田中自播性之生長構成之田間自然景觀植物，則可在未來休耕地之景觀植物利用中扮演重要之角色。

因此就藿香薊田間建立之應用面而言，在田間管理上水田藿香薊族群之建立以  $0.2\text{g}/\text{m}^2$  (約 1600-2000 粒) 種子水田插秧前建立，旱田藿香薊族群之建立以  $0.05\text{g}/\text{m}^2$  (約 400-500 粒) 種子在旱田(落花生、玉米、田菁、青皮豆與休耕地)作物整地後播種前建立，建立後之族群可藉由翻耕土壤達到理想之族群出現。而就已建立完成農田之藿香薊族群，當農田恢復各種作物之栽培，藿香薊族群該如何做妥善處理，可由水、旱田雜草管理系統中可藉由深埋 10cm 以上，而 2 年後約可消失 60-70% 之種子庫，田間藿香薊族群在土壤中之種子庫能有效之降低，族群數量減少，達到田間藿香薊管理之目的。

## 參考文獻:

- 王健次、涂連財、彭聲揚。1978。台灣蔗田主要雜草生態之研究。臺灣糖業研究所研究彙報 81:1~10。
- 朱鈞。1988。作物學通論。台灣商務印書館發行。台北市。
- 朱德民。1990。植物與環境逆境。國立編譯館。台北市。
- 吳晶綉。2003。野萵及刺萵種子生理及生態之研究。國立嘉義大學農學所碩士論文。嘉義。
- 吳昭慧、連大進。2003。覆蓋作物品種改良及栽培技術研究。雜糧作物試驗研究年報 92:279-286。
- 吳瑰琦。2006。土牛膝及紫莖牛膝種子生理生態之研究。國立嘉義大學農學所碩士論文。嘉義。
- 余宣穎。2003。小花蔓澤蘭種子的發芽生態學。國立台灣大學農藝學研究所碩士論文。台北市。
- 周明和。2001。景觀綠肥作物開發利用研究。雜糧作物試驗研究年報 90:289-291。
- 林正義。1968。台灣耕地之雜草。台灣大學農學院農藝系。台北市。
- 林瑞振。1995。埋土芒稷和看麥娘種子發芽能力的週年變遷。國立台灣大學農藝學研究所碩士論文。台北市。
- 林瑞振、郭華仁。1996。土中芒稷和看麥娘種子發芽能力的週年變遷。台大農學院研究報告 36 (3):232-244。
- 侯金日、楊雅斯、王淑敏。1999。咸豐草及大花咸豐草後不同天數之種子大小及發芽特性。中華民國雜草學會會刊 20:61-65。
- 侯金日、王淑敏。2000。水分及鹽分逆境對不同來源之大花咸豐草種子之發芽效應。植物種苗 2:119-134。
- 侯金日、顏照軒。2001。龍葵種子發芽能力之週年變遷。中華民國雜草學會會刊 22:101-114。
- 胡敏夫。1982。瓊麻園雜草種類及施用殺草劑效果之評價。中華農業研究 31 (3):199~208。
- 徐玲明。2000。草坪雜草系列之十二~野萵和刺萵。農業世界雜誌 208:105-107。
- 張平順、劉景平。1988。種子大小對落花生發芽率及產量構成因子之影響。嘉義農專學

- 報 17:43-50。
- 張碧員、張蕙芬。1997。台灣野花 365 天秋冬篇。大樹文化事業有限股份公司。P106-107。  
台北市。
- 張銘文、鄭書杏、張素貞。2006。苗栗地區景觀綠肥作物試作評估。苗栗區農業專訊  
34:24-25。
- 許福星。1992。芒草種子發芽之特性。種苗通訊 9：6—9。
- 郭華仁。1992。談野花種子。台灣之種苗 1:14-15。
- 郭華仁。1994。薺 (*Capsella bursa-pastoris*) 種子在變溫條件下的發芽。台大農學研究  
報告 34 (1) 9：6-9。
- 郭華仁。1995。野花種子:英國之經驗。種苗通訊 22:3-5。
- 郭華仁。1996。種子生態學及其應用。雜草學會第八屆研討會「除草劑安全使用  
及草類利用管理」專刊，頁 37-61。藥物毒物試驗所，台中。
- 郭華仁。2000。植物產業與永續農地之利用。國立台灣大學農業陳列館。
- 郭華仁。2008。網路種子學 <http://seed.agron.ntu.edu.tw>。
- 郭華仁、朱鈞。1981。種子滲調法。科學農業 29：381-383。
- 郭華仁、陳博惠。2003。水田土中鴨舌草種子數目的季節性變化。中華民國雜草學會  
會刊 24：1-8。
- 郭瓊瑩。2002。農村土地利用方向新思維。造園季刊 42:35-48。
- 陳德順、胡大維。1976。台灣外來觀賞植物名錄。川流出版社。台北市。
- 陳博惠。1995。鴨舌草種子發芽與休眠之生理生態學之研究。國立台灣大學農藝學系碩  
士論文。台北市。
- 陳俊仁、孫文章、胡文若、王瑞章、江文錦。2006。休閒景觀植物栽培技術及應用。台  
南區農業專訊 55:4-8。
- 陳加忠。2007。設施與環境工程--溫室微氣候感測器的使用技術。國立中興大學生物機  
電學系授課講義。
- 彭聲揚。1982。蔗田雜草生態與化學防除。台灣商務印書館。台北市。
- 曾富生、吳詩都。1996。農藝。三民書局。台北市。
- 楊純明、王慶裕、林俊義。2004。雜草學與雜草管理。行政院農委會農業試驗所出版。  
台中市。
- 楊軒昂。2001。類地毯草及兩耳草種子的發芽生態學。國立台灣大學農藝學系碩士論文。

- 台北市。
- 路統信。1972。杉木、台灣杉、台灣二葉松種子大小對於發芽之關係。台灣農業 8(2):26-36。
- 廖君達。2000。從蟲害管理的觀點看綠肥栽培。台中區農業改良場專訊 30:24-26。
- 臺灣農業年報。2007。行政院農委會。台北市。
- 劉英德。1988。種子生理。五洲出版社印行。P：93-99。
- 劉政道、華愛瑪、柯俐荷、卡森。1989。甘藍種子大小對發芽與活力之影響。中國園藝 35(4):261-268。
- 劉景平、侯金日、張平順。1993。落花生加速世代之探討 II.未成熟種子發芽促進法之探討。嘉義農專學報 32:37-46。
- 蔣慕琰、蔣永正。1983。台灣旱田雜草之種類、生態及危害。中華民國雜草學會會刊 4(1)：30-41。
- 蔣慕琰。1983。十一種水田雜草在兩季中之萌芽、生長及繁殖。中華民國雜草學會會刊 4(1)：1—18。
- 羅資政。2007。台灣常見草坪草種子發芽生理生態特性之研究。國立嘉義大學農學所碩士論文。嘉義市。
- 蘇育菽。1995。水稻田用早苗蓼作為綠肥之研究。國立台灣大學農業化學研究所博士論文。台北市。
- 蘇育菽、黃振增、郭華仁、鍾仁賜。1996。田間管理對早苗蓼生長的影響。中國農業化學會誌 34(3):292-297。
- Aufhammer, W., D. Czuczorova, H. P. Kaul and M. Kruse. 1998. Germination of grain amaranth(*Amaranthus hypochondriacus* x *A. hybridus*): effects of seed quality, temperature, light, and pesticides. *European Journal of Agronomy*, 8:127-135.
- Baskin, J. M. and C. C. Baskin. 1978. Temperature requirements for after-ripening of seeds of a winter annual induced into secondary dormancy by low winter temperature. *Bulletin of the Torrey Botanical Club*, 105:104-107.
- Baskin, J. M. and C. C. Baskin. 1980. Ecophysiology of secondary dormancy in seed of *Ambrosia artemisiifolia*. *Ecology*, 61:475-480.
- Baskin, J. M. and C. C. Baskin. 1981. Seasonal change in germination responses of buried seeds of *Verbascum thapsus* and *V. blattaria* and ecological implications. *Canadian Journal of Botany*, 59:1769-1775.
- Baskin, J. M. and C. C. Baskin. 1983a. Field emergence and temperature requirement for

- germination in *Solanum sarrachoides* Sendt. Weed Research, 23:247-252.
- Baskin, J. M. and C.C. Baskin. 1983b. Seasonal change in germination responses of buried seeds of *Arabidopsis thaliana* and ecological interpretation. Botanical Gazette, 144:540-543.
- Baskin, J. M. and C. C. Baskin. 1984. Effect of temperature during burial on dormant and non-dormant seeds of *Lamium amplexicaule* L. and ecological implications. Weed Research, 24:333-339.
- Baskin, J. M. and C. C. Baskin. 1985a. Does seed dormancy play a role in germination ecology of *Rumex crispus*? Weed Science, 33:340-343.
- Baskin, J. M. and C. C. Baskin. 1985b. The annual dormancy cycle in buried weed seeds: A continuum. BioScience, 35:492-498.
- Baskin, J. M. and C. C. Baskin. 1986. Temperature requirements for seeds of nine winter annual. Weed Science, 26:375-380.
- Baskin, J. M. and C. C. Baskin. 1987a. Temperature requirement for after-ripening in buried seeds of four summer annual weeds. Weed Science, 27:385-389.
- Baskin, J. M. and C. C. Baskin. 1989b. Physiology of dormancy and germination in relation to seed bank ecology. In M. A. Leck, V. T. Parker and R. L. Simpson eds. Ecology of Soil Seed Banks, pp. 53-66. Academic Press, New York.
- Baskin, J. M. and C. C. Baskin. 1990. The role of light and alternating temperatures on germination of *Polygonum aviculare* seeds exhumed on various dates. Weed Research, 30:397-402.
- Baskin, J. M. and C. C. Baskin. 1989a. Germination responses of buried seeds of *Capsella bursa-pastoris* exposed to seasonal temperature changes. Weed Science, 29:205-212.
- Baskin, C. C. and J. M. Baskin. 1988. Germination ecophysiology of herbaceous plant species in temperate region. American Journal of Botany, 75:286-305.
- Bedford, L. V. and D. B. Mackay. 1973. The value of laboratory germination and weight measurements in forecasting emergence of onion and carrot seed in the field. Journal of the National Institute of Agriculture Botany, 13:50-62.
- Bello, I. A., H. Hatterman-Valenti and M. D. K. Owen. 2000. Factors affecting germination and seed production of *Eriochloa villosa*. Weed Science, 48:749-754.
- Benvenuti, S. and M. M. Miele. 2001. Quantitative analysis of emergence of seedlings from buried weed seeds with increasing soil depth. Weed Science, 49:528-535.
- Benvenuti, S. and M. Macchia. 1997. Germination ecophysiology of bur beggarticks (*Bidens tripartita*) as affected by light and oxygen. Weed Science, 45:696-700.

- Bewley, J. D. and M. Black. 1982. *Physiology and Biochemistry of Seeds in Relation to Germination*, Vol 2. Springer-Verlag, Berlin.
- Bouwmeester, H. J. and C. M. Karssen. 1992. The dual role of temperature in the regulation of the seasonal change in dormancy and germination of seeds of *Polygonum persicaria* L. *Oecologia*, 90:88-94.
- Bouwmeester, H. J. 1990. The effect of environmental conditions on the seasonal dormancy and germination of weed seed. Ph. D. thesis, Agriculture University, Wageningen, The Netherlands.
- Bradford, K. J. 1990. Water relation analysis of seed germination rates. *Plant Physiology*, 94:840-849.
- Bradford, K. J. 1995. Water relations in seed germination. In J. Kingel and G. Galili (eds.) *Seed Development and Germination*. Marcel Dekker, New York. pp.351-396.
- Brenchley, W. E. 1918. Buried weed seeds. *Journal of Agricultural Science*, 9:1-31.
- Bretagnolle, F., J. D. Thompson and R. Lumaret. 1995. The influence of seed size variation on seed germination and seedling vigour in diploid and tetraploid *Dactylis glomerata* L.. *Annals of Botany*, 76:607-615.
- Brown, R. F. 1987. Germination of *Aristida armata* under constant and alternating temperatures and its analysis with the cumulative Weibull distribution as a model. *Australian Journal of Botany*, 35:581-591.
- Buhler, D. D., R. G. Hartzler and F. Forcella. 1997a. Implications of weed seed bank dynamics to weed management. *Weed Science*, 45:329-336.
- Carvalho, N. M., L. M. Massoni-Fillho, R. Soder. 1981. Effect of peanut (*Arachis hypogaea*) seed size and position in the soil in total and speed of emergence *Seed Science and Technology*, 9(3):849-853.
- Carpenter, W. J., E. R. Ostmark and J. A. Cornell. 1995. Evaluation of temperature and moisture content during storage on the germination of flowering annual seed. *HortScience*, 30(5):1003-1006.
- Chachalis, D. and K. N. Reddy. 2000. Factors affecting *Campsis radicans* seed germination and seedling emergence. *Weed Science*, 48:212-216.
- Chandra, S., A. K. Shahi, P. Dutt and A. Tava. 1996. Essential oil composition of *Ageratum houstonianum* Mill. *Journal of Essential Oil Research*, 8(2):129-134.
- Chen, P. H. and W. H. J. Kuo. 1999. Seasonal changes in the germination of the buried seeds of *Monochoria vaginalis*. *Weed Research*, 39:107-115.
- Chou, C. H. and C. M. Yang. 1982. Allelopathic research in Taiwan II. Comparative exclusion

- of understory by *Phyllostachys edulis* and *Cryptomeria japonica*. *Journal of Chemical Ecology*, 12:1489-1507.
- Cochran, H. L. 1974. Effect of seed size on uniformity of pimiento transplants(*Capsicum annuum* L.) at harvest time. *Journal of the American Society Horticultural Science*, 99:234-235.
- Courteny, A. D. 1968. Seed dormancy and field emergence in *Polygonum aviculare*. *Journal of Apply Ecology*, 5:675-684.
- Covell, S., R. H. Ellis, E. H. Roberts and R. J. Summerfield. 1986. The influence of temperature on seed germination rate in grain legumes. I. A comparision of chickpea, lentil, soybean and cowpea at constant temperatures. *Journal of Experimental Botany*, 37:705-715.
- Cussans, G. W., S. Raudonius, P. Brain and S. Cumberworth. 1996. Effects of depth of seed burial and soil aggregates size on seedling emergence of *Alopecurus myosuroides*, *Galium aprine*, *Stellaria media* and wheat. *Weed Science*, 36:133-141.
- Dahal, P., K. J. Bradford, R. A. and R. A. Jones. 1990a. Effects of priming and endosperm integrity on germination retes of tomato genotypes. I. Germination at suboptimal temperature. *Journal of Experimental Botany*, 41:1431-1439.
- Dahal, P., K. J. Bradford, R. A. and R. A. Jones. 1990b. Effects of priming and endosperm integrity on germination rates of tomato genotypes. II. Germination at reduced water potential. *Journal of Experimental Botany*, 41:1441-1453.
- Dahal, S. P. and K. J. Bradford. 1994. Hydrothermal time analysis of tomato seed germination at suboptimum temperature and reduced water potential. *Seed Science Research*, 4:71-80.
- Dharmalingam, C. and C. Romakrishnan. 1981. Studies of the relative performance of sized seed in peanut (*Arachis hypogaea*) CV.Vol.2. *Seed Research*, 9(1):57-66.
- Dumur, D., C. J. Pilbeam and J. Craigon. 1990. Use of the Weibull function to calculate cardinal temperatures in faba bean. *Journal of Experimental Botany*, 41:1423-1430.
- Dyer, W. 1995. Exploiting weed seed dormancy and germination requirements through agronomic practices. *Weed Science*, 43:498-503.
- Dzerefos, C. M., C. M. Shackleton and E. T. F. Witkowski. 1999. Sustainable utilization of woodrose-producing mistletoes (Loranthaceae) in South Africa. *Economic Botany*, 53:439-447.
- E gli, D. B., I. M. TeKrony, J. J. Heitholt and J. Rupe. 2005. Air temperature during seed



- filling and soybean seed germination and vigor. *Crop Science*, 45:1329-1335.
- Ellis, R. H. 1981. The quantification of ageing and survival in orthodox seed. *Seed Science and Technology*, 9:373-409.
- Evans, C. E. and J. R. Etherington. 1990. The effect of soil water potential on seed germination of some British plants. *New Phytologist*, 115:539-548.
- Fenner, M., ed. 1992. *Seeds: The Ecology of Regeneration in Plant Communities*. CAB International, Wallingford.
- Finch-Savage, W. E. and K. Phelps. 1993. Onion (*Allium cepa* L.) seedling emergence patterns can be explained by the influence of soil temperature and water potential on seed germination. *Journal of Experimental Botany*, 44:407-414.
- Gallagher, R. S. and J. Cardina. 1998a. Phytochrome-mediated *Amaranthus* germination I: Effect of seed burial and germination temperature. *Weed Science*, 46:48-52.
- Gallagher, R. S. and J. Cardina. 1998b. Phytochrome-mediated *Amaranthus* germination II: Development of very low fluence sensitivity. *Weed Science*, 46:53-58.
- Garcia-Huidobro, J., J. L. Montheith and G. B. Squire. 1982. Time, temperature and germination of pearl millet (*Pennisetum typhoides* S.& H.). I. Constant temperature. *Journal of Experimental Botany*, 33:288-296.
- Ghersa, C. M., E. H. Satorre, M. L. Vanesse, A. Pataro and R. Elizagaray. 1990. The use of thermal calendar models to improve the efficiency of herbicide application in *Sorghum halepense* (L.) Pers. *Weed Science*, 30:153-160.
- Ghorbain, R. S. and W. leifert. 1999. Effect of environmental factors on germination and emergence of *Amaranthus retroflexus*. *Weed Science*, 47(5):505-510.
- Ghoulam, C. and K. Fares. 2001. Effect of sugar beet (*Beta vulgaris* L.). *Seed Science and Technology*, 29:357-364.
- Gulzar, S., M. A. Khan and I. A. Ungar. 2001. Effect of salinity and temperature on the germination of *Urochondra setulosa* (Trin.) C. E. Hubbard. *Seed Science and Technology*, 29:21-29.
- Gummerson, G. J. 1986. The effects of constant temperatures and osmotic potential on the germination of sugar beet. *Journal of Experiment Botany*, 37:719-741.
- Gutterman, Y., F. Corbineau and D. Come. 1992. Interrelated effects of temperature, light and oxygen on *Amaranthus caudatus* L. seed germination. *Weed Research*, 32:111-117.
- Hegraty, M. 1977. Seed activation and seed germination under moisture stress. *New Phytologist*, 78:341-359.
- Hilhorst, H. W. M. 1990. Dose-response analysis of factors involved in germination and

- secondary dormancy of seed of *Sisymbrium officinale*. II . Nitrate. *Plant Physiology*, 86:591-597.
- Hilton, J. R. 1985. How light affects weed seed germination. *Span*, 28:95-97.
- Hilton, J. R. and J. A. Thomas. 1986. Regulation of pregerminative rates of respiration in seeds of various weed species by potassium nitrate. *Journal of Experimental Botany*, 37:1516-1524.
- Hitchmough, J. D. 2000. Establishment of cultivated herbaceous perennials in purpose-sown native wildflower meadows in south-west Scotland. *Landscape and Urban Planning*, 51:37-51.
- Jacodson, R. and D. Globerson. 1980. *Daucus carota* (carrot) seed quality: I. Effects of seed size on germination, emergence and plant growth under subtropical conditions and II. The importance of the primary umbel in carrot-seed production. In: *Seed Production* (P. D. Hebblethwaite ed.), pp:637-646.
- Jain, R. and M. Singh. 1989. Factors affecting goatweed (*Scoparia Dulcis*) seed germination. *Weed Science*, 37:766-770.
- Jeanneret, P., B. Schupbach, L. Pfiffner, F. Herzog and T. Walter. 2003. The Swiss agri-environmental programme and its effects on selected biodiversity indicators. *Journal Nation Conservation*, 11:213-220.
- Janes A. T. and M. J. Hayes. 1999. Increasing floristic diversity in grassland: The effects of management regime and provenance on species introduction. *Biological Conservation*, 87: 381-390.
- Karssen, C. M. 1982. Seasonal patterns of dormancy in weed seeds. In (A.A. Khan ed.) *The Physiology and Biochemistry of Seed Development, Dormancy and Germination*, pp. 243-270. Elsevier Biomedica Press, Amsterdam.
- Karssen, C. M., M. P. M. Derkx and B. J. Post. 1988. Study of seasonal variation in dormancy of *Spergula arvensis* L. seeds in a condensed annual temperature cycle. *Weed Science*, 28:449-457.
- Kataoka, T. and S. Y. Kim. 1978. Emergence depth of seeds of several weeds. *Weed Research*, 23(1): 9-12.
- Miyahara, M. 1983. Studies on ecology and control of *Echinochloa crus-galli* Beauv. var. *oryzicola* Ohwi, and other annual weeds in paddy fields. *Weed Research*, 28:1-11.
- Kendrick, R. E., C. J. P. Spruit and B. Frcankland. 1969. Phytochrome in seeds *Amaranthus caudatus*. *Planta*, 88:293-302.
- Khan, M. A. and I. A. Ungar. 1996. Influence of salinity and temperature on the germination

- of *Haloxylon recurvum* Bunge. Ex. Boiss. Annals of Botany, 78:547-551.
- Khan, M. A. and I. A. Ungar. 1998. Seed germination and dormancy of *Polygonum aviculare* L. as influenced by salinity, temperature, and gibberellic acid. Seed Science and Technology, 26:107-117.
- King, L. J. 1966. Weeds of the world, biology and control. Lenard Hill Books.
- Koller, D and A. Hadas. 1982. Water relations in the germination of seed. In (O.L. Lange, P.S. Nobel, C.B. Osmond and H. Ziegler eds.) Encyclopedia of Plant Physiology, 12B, pp.401-432 Springer- Verlag, New York.
- Koller, D. 1972. Environmental control of seed germination. In: Seed Biology ( II ). Academic Press, New York.
- Kubota, F., Y. Takada, W. Agata and K. Ishimaru. 1994. Evaluation of the seed germination vigor of rice varieties by sodium dithionite treatment. Journal Faculty of Agriculture., Kyushu University, 38:183-192.
- Kuo, W. H. J. 1994. Seed germination of *Cyrtococcum patens* under alternating temperature regimes. Seed Science and Technology, 22:43-50.
- Ladeira, A. M., L. B. P. Zaidan and R. deC. L. Figueiredo-Ribeiro. 1987. *Ageratum conyzoides* L. (Compositae): germination, flowering and occurrence of phenolic derivatives in different developmental stages. *Hoehnea. Sao Paulo: Instituto de Botanica.* 14:53-63.
- Lamont, B. B. R. Marsula, N. J. Enright and E. T. F. Witkowski. 2001. Conservation requirements of an exploited wildflower: Modelling the effects of plant age, growing conditions and harvesting intensity. Biological Conservation, 99:157-168.
- Letchamo, W. and A. Gosselin. 1996. Light temperature and duration of storage govern the germination and emergence of *Taracacum officinale* seed. Journal of Horticultural Science, 71:373-377.
- Lewis, J. 1973. Longevity of crop and weed seeds: Survival after 20 years in soil. Weed Research, 13:179-191.
- Liang, W. and M. Huang. 1994. Influence of citrus orchard ground cover plants on arthropod communities in China: a review. Agriculture Ecosystems and Environment, 50(1):29-37.
- Lowe, D. B., T. Whitwell and W. C. Bridges. 1999. *Kyllinga brevifolia*, *K. squamulata*, and *K. pumila* seed germination as influenced by temperature, light, and nitrate. Weed Science, 47:657-661.
- Luoga, E. J., E. T. F. Witkowski and K. Balkwill. 2000. Subsistence use of wood products and shifting cultivation within a miombo woodland of eastern Anzania, with some notes on

- commercial uses. South African Journal of Botany, 66:72-85.
- Macdonald, G. E., B. J. Brecke and D. G. Shilling. 1992. Factors affecting germination of dogfennel (*Eupatorium capillifolium*) and yankeeweed (*Eupatorium compositifolium*). Weed Science, 40:424-428.
- Maguire, J. D. 1962. Speed of germination in selection and evaluation for seeding emergence and vigor. Crop Science, 2:176-177.
- Milberg, P., L. Andersson and K. Thompson. 2000. Large-seeds species are less dependent on light for germination than small-seeded ones. Seed Science Research, 10:99-104.
- Milberg, P., L. Andersson and A. Noronha. 1996. Seed germination after short-duration light exposure: implications for the photo-control of weeds. Journal of Applied Ecology, 33:1469-1478.
- Murdoch, A. J., E. H. Roberts and C. O. Goedert. 1989. A model for germination response to alternating temperatures. Annals of Botany, 63:97-111.
- Mohler, C. L. 1993. A model of the effects of tillage on emergence of weed seedling. Ecological Application, 3:53-73.
- Pons, T. L. 1991. Induction of dark-dormancy in seeds, its importance for the seed bank in the soil. Functional Ecology, 5:669-675.
- Pons, T. L. 1989. Breaking of seed dormancy by nitrate as a gap detection mechanism. Annals of Botany, 63:139-143.
- Pons, T. L. 1992a. Seed responses to light. in (M. Fenner, ed.) seeds: The Ecology of Regeneration in Plant Communities. CAB International. Press, Wallingford. UK. pp. 231-259.
- Pons, T. L. 1992b. Seed responses to light. In Fenner, M., ( ed. ) Seeds: The Ecology of Regeneration in Plant Communities. CAB International, Wallingford, UK. pp.259-284.
- Prober, R. J. 1992. The role of temperature in germination ecophysiology. In Fenner, M., ( ed. ) Seeds: The Ecology of Regeneration in Plant Communities. CAB International, Wallingford, UK. pp.285-325.
- Rao, N. K. and M. T. Jackson. 1996. Seed production environment and storage longevity of japonica rice (*Oryza sativa* L.). Seed Science Research, 6:17-21.
- Reddy, K. N. and M. Singh. 1992. Germination and emergence of hairy beggarticks (*Bidens pilosa*). Weed Science, 40:195-199.
- Roberts, E. H. 1962. Dormancy in rice seed. III. The influence of temperature, moisture and gaseous environment. Journal of Experimental Botany, 13:75-94.

- Roberts, E. H. 1965. Dormancy in rice seed. IV. Varietal response to storage and germination temperature. *Journal of Experimental Botany*, 16:341-349.
- Roberts, E. H. 1988. Temperature and seed germination. In (S.P. Long and I. Woodward, eds.) *Plants and Temperature*. Symposia of the Society of Experimental Biology, pp.109-132.
- Roberts, E. H. and S. K. Benjamin. 1979. The interaction of light, nitrate and alternating temperature on the germination of *Chenopodium album*, *Capsella bursa-pastoris* and *Poa annua* before and after chilling. *Seed Science and Technology*, 7:379-392.
- Roberts, H. A. 1984a. Crop and weed emergence patterns in relation to time of cultivation and rainfall. *Annal Applicational Biology*, 20:377-386.
- Roberts, H. A. and J. E. Neilson. 1982. Seasonal changes in the temperature requirements for germination of buried seeds of *Aplanes arvensis* L. *New Phytologist*, 92:159-166.
- Roberts, H. A. and M. E. Potter. 1980. Emergence pattern of weed seedling in relation to cultivation and rainfall. *Weed Research*, 20:377-386.
- Roman, E. S., A. G. Thomas and C. J. Swanton. 1999. Modeling germination and shoot-radicle elongation of common lambsquarters (*Chenopodium album* L.). *Weed Science*, 47: 557-562.
- Saini, H. S. and M. S. Spencer. 1985. Seed germination in *Chenopodium album* L.: Relationships between nitrate and the effects of plant hormone. *Plant Physiology*, 77:940-943.
- Saini, H. S. P. K. Bassi and M. S. Spencer. 1985. Interactions among ethephon, nitrate and after ripening in the release of dormancy of wild oat (*Avena fatua*) seed. *Weed Science*, 34:43-47.
- Samarah, N. H., N. Allataifeh, M. A. Turk and A. M. Tawaha. 2004. Seed germination and dormancy of fresh and air-dried seeds of common vetch (*Vicia sativa* L.) harvested at different stages of maturity. *Seed Science and Technology*, 32:11-19.
- Sawhney, R., A. I. Hsiao and W. A. Quick. 1984. Temperature control of germination and its possible role in the survival of non-dormant population of *Avena fatua*. *Physiological Plantarum*, 61:331-336.
- Schafer, D. E. and D. O. Chilcote. 1970. Factors influencing persistence and depletion in buried seed populations. *Crop Science*, 10:342- 345.
- Schonbeck, M. W. and G. H. Egley. 1980. Redroot rigweed (*Amaranthus retroflexus*) seed responses on after ripening temperature, ethylene, and some other environmental factors. *Weed Science*, 28:543-548.

- Scopel, A. L., C. L. Ballare and R. A. Sanchez. 1991. Induction of extreme light sensitivity in buried weed seeds and its role in the perception of soil cultivations. *Plant Cell Environment*, 14:501-508.
- Sharma, M. L. 1973. Simulation of drought and its effect on germination of five pasture species. *Agronomy Journal*, 65:982-987.
- Shoemaker, C. A. and W. H. Carlson. 1990. PH affects seed germination of eight bedding plant species. *HortScience*, 25(7):762-764.
- Simpson, G. M. 1990. *Seed Dormancy in Grasses*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Singh, S. P., U. R. Pal and K. Luka. 1989. Allelopathic effect of three serious weeds of *Nigerian savanna* on germination and seedling vigour of soybean and maize. *Z. Acker. Pflanzenbau*, 162(4):236-240.
- Steinbauer, G. P. and B. Grigsby. 1957. Interactions of temperature, light and moistening agent in the germination of weed seeds. *Weed*, 5:681-688.
- Stoller, E.W. and L.M. Wax. 1973. Periodicity of germination and emergence of some annual weeds. *Weed Science*, 21:574-580.
- Susko, D. J. and J. P. Mueller. 1999. Influence of environmental factor on germination and emergence of *Pueraria lobata*. *Weed Science*, 47:585-588.
- Taylorson, R.B. 1970. Change in dormancy and viability of weed seeds in soils. *Weed Science*, 18:265-269.
- Thompson, K., J. P. Grime and G. Mason. 1977. Seed germination in response to diurnal fluctuations of temperature. *Nature*, 267:147-149.
- Thompson, P. A. and S. A. Cox. 1979. Germination responses of half-hardy annuals. I. *Ageratum houstonianum*. *Seed Science and Technology*, 7(2):195-199.
- Thompson, P. A. 1974. Effects of fluctuating temperatures on germination. *Journal of Experimental Botany*, 25:164-175.
- Tigabu, M. and P. C. Oden. 2001. Effect of scarification, gibberellic acid and temperature on seed germination of two multipurpose *Albizia* species from Ethiopia. *Seed Science and Technology*, 29:11-20.
- Torterdell, S. and E. H. Roberts. 1979. Effect of low temperature on the losses of innate dormancy in seeds of *Rumex obtusifolius* and *Rumex crispus* L. *Plant Cell and Environment*, 2:131-137.
- Vegis, A. 1964. Dormancy in higher plants. *Annual Review of Plant Physiology*, 15:185-215.
- Vleeshouwers, L. M. and H. J. Bouwmeester. 2001. A simulational model for seasonal changes in dormancy and germination of weed seeds. *Seed Science Research*, 11:77-92.

- Weaver, S. E. and A. G. Thomas. 1986. Germination response to temperature of Atrazine-resistant and susceptible biotypes of two pigweed (*Amaranthus*) species. *Weed Science*, 34:865-870.
- Webster, T. M. and J. Cardina. 1999. *Apocynum cannabinum* seed germination and vegetative shoot emergence. *Weed Science*, 47:524-528.
- Wesson, G. and P. F. Wareing. 1969. The induction of light sensitivity in weed seeds by burial. *Journal of Experimental Botany*, 20:414-425.
- Williams, V. L., K. Balkwill and E. T. F. Witkowski. 2000. Unraveling the commercial market for medicinal plants and plant parts on the witwatersrand. *Economic Botany* 54(3):310-327.
- Young, J. L. and R. W. Aldag. 1982. Organic forms of nitrogen in soils. In (F.J. Stevenson, ed.) *Nitrogen in Agricultural Soils*. American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Asociety of America, Madison.
- Yucel, E. 2000. Effects of different salt (NaCl), nitrate (KNO<sub>3</sub>) and acid (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) concentrations on the germination of some *Salvia* species seeds. *Seed Science and Technology*, 28:853-860.
- Zorner, B. P. S., R. L. Zimdahl and E. E. Schweizer. 1984. Sources of viable seed loss in buried dormant and non-dormant populations of wild oat (*Avena fatua* L.) seed in Colorado. *Weed Research*, 24:143-150.

## 附錄

附錄表 4-1. 恆溫對紫花與白花藿香薊種子發芽發芽率、平均發芽日數、發芽速率指數影響之變方分析

Table 4-1. ANOVA for germination percentage, mean days to germination and germination rate index of *A. houstonianum* and *A. conyzoides* seeds in constant temperatures

S.O.V.	D.F.	M.S.		
		Germination percentage	Mean days to germination	Germination rate index
Species	1	564.66**	0.08	3.78**
Constant temperature	6	743.55**	49.04**	3.10**
Species × constant temperature	6	12.00	10.95**	0.26
Error	28	6.47	1.80	0.16

\*, \*\*: significant at 5% and 1% level, respectively.

附錄表 4-2. 變溫對紫花與白花藿香薊種子發芽率、平均發芽日數、發芽速率指數影響之變方分析

Table 4-2. ANOVA for germination percentage, mean days to germination and germination rate index of *A. houstonianum* and *A. conyzoides* seeds in alternate temperatures

S.O.V.	D.F.	M.S.		
		Germination percentage	Mean days to germination	Germination rate index
Species	1	421.35**	0.02	56.08**
Alter. temperature	9	3671.01**	20.29**	104.72**
Species × Alter. temperature	9	119.83**	0.89*	21.19**
Error	40	19.45	0.39	1.50

\*, \*\*: significant at 5% and 1% level, respectively.



附錄表 4-3. 變溫與水分潛勢對紫花藿香薊種子發芽率、平均發芽日數、發芽速率指數影響之變方分析

Table 4-3. ANOVA for germination percentage, mean days to germination and germination rate inde of *A. houstonianum* seeds under different alternate temperatures and water potential

S.O.V.	D.F.	M.S.		
		Germination percentage	Mean days to germination	Germination rate index
Alter. temperature	4	3534.15**	18.56**	96.31**
Water potential	6	11902.13**	95.26**	235.13**
Alter. temperature × Water potential	24	338.42**	25.47**	13.48**
Error	70	27.47	0.27	0.32

\*, \*\*: significant at 5% and 1% level, respectively.

附錄表 4-4.溫度與水分潛勢對白花藿香薊種子發芽率、平均發芽日數、發芽速率指數影響之變方分析

Table 4-4. ANOVA for germination percentage, mean days to germination and germination rate inde of *A. conyzoides* seeds under different alternate temperatures and water potential

S.O.V.	D.F.	M.S.		
		Germination percentage	Mean days to germination	Germination rate index
Alter. temperature	4	5091.06**	34.18**	75.10**
Water potential	6	10686.61**	135.01**	175.35**
Alter. temperature × Water potential	24	673.53**	36.72**	13.27**
Error	70	8.53	0.28	0.34

\*, \*\*: significant at 5% and 1% level, respectively.

附錄表 4-5. 溫度與鹽份逆境對紫花藿香薊種子發芽率、平均發芽日數、發芽速率指數影響之變方分析

Table 4-5. ANOVA for germination percentage, mean days to germination and germination rate index of *A. houstonianum* seeds under different alternate temperatures and different NaCl concentrations.

S.O.V.	D.F.	M.S.		
		Germination percentage	Mean days to germination	Germination rate index
Alter. temperature	4	7077.84**	93.07**	415.90**
NaCl concentration	8	10210.12**	94.48**	309.13**
Alter. temperature × NaCl concentration	32	549.10**	33.18**	35.79**
Error	90	22.96	0.51	0.49

\*, \*\*: significant at 5% and 1% level, respectively.

附錄表 4-6. 溫度與鹽份逆境對白花藿香薊種子發芽率、平均發芽日數、發芽速率指數影響之變方分析

Table 4-6. ANOVA for germination percentage, mean days to germination and germination rate index of *A. conyzoides* seeds under different alternate temperatures and different NaCl concentrations

S.O.V.	D.F.	M.S.		
		Germination percentage	Mean days to germination	Germination rate index
Alter. temperature	4	6070.02**	24.73**	131.08**
NaCl concentration	8	8893.60**	156.99**	191.51**
Alter. temperature × NaCl concentration	32	725.58**	39.22**	16.50**
Error	90	10.10	0.20	0.35

\*, \*\*: significant at 5% and 1% level, respectively.

附錄表 4-7. 光強對紫花與白花藿香薊種子發芽率、平均發芽日數、發芽速率指數影響之變方分析

Table 4-7. ANOVA for germination percentage, mean days to germination and germination rate inde of *A. houstonianum* and *A. conyzoides* seeds in different light intensity.

S.O.V.	D.F.	M.S.		
		Germination percentage	Mean days to germination	Germination rate index
Species	1	3286.53**	11.39**	83.43**
light intensity	4	895.13**	0.15	96.65**
Species ×				
Luminous intensity	4	178.28**	0.34	3.70**
Error	20	28.51	0.14	0.59

\*, \*\*: significant at 5% and 1% level, respectively.

附錄表 4-8. 照光時間長短對紫花與白花藿香薊種子發芽率、平均發芽日數、發芽速率指數影響之變方分析

Table 4-8. ANOVA for germination percentage, mean days to germination and germination rate inde of *A. houstonianum* and *A. conyzoides* seeds in different illumination length

S.O.V.	D.F.	M.S.		
		Germination percentage	Mean days to germination	Germination rate index
Species	1	88.01	5.80**	2.87*
Illumination length	8	2038.58**	3.97**	103.32**
Species ×Illumination length	8	11.80	0.27**	0.69
Error	36	13.17	0.03	0.40

\*, \*\*: significant at 5% and 1% level, respectively.

附錄表 4-9. 光及氧氣對紫花與白花藿香薊種子發芽率、平均發芽日數、發芽速率指數影響之變方分析

Table 4-9. ANOVA for germination percentage, mean days to germination and germination rate index of *A. houstonianum* and *A. conyzoides* seeds in different light and oxygen

S.O.V.	D.F.	M.S.		
		Germination percentage	Mean days to germination	Germination rate index
Species(S)	1	1877.77**	19.49**	2.13**
Light(L)	1	3737.7**	834.34**	45.81**
Oxygen(O)	2	1807.58**	65.76**	11.75**
SXL	1	300.44**	2.77*	0.01
SXO	2	203.36**	10.02**	0.29
LXO	2	39.36*	18.00**	1.56**
S×L×O	2	822.69**	20.44**	0.19
Error	24	9.83	0.45	0.15

\*, \*\*: significant at 5% and 1% level, respectively.

附錄表 4-10. pH 值對紫花與白花藿香薊種子發芽率、平均發芽日數、發芽速率指數影響之變方分析

Table 4-10. ANOVA for germination percentage, mean days to germination and germination rate index of *A. houstonianum* and *A. conyzoides* seeds in different pH values

S.O.V.	D.F.	M.S.		
		Germination percentage	Mean days to germination	Germination rate index
Species	1	176.09**	7.17**	10.02**
Soil pH value	6	5698.63**	10.77**	159.20**
Species × soil pH value	6	26.76	1.35**	4.09**
Error	28	21.71	0.32	0.40

\*, \*\*: significant at 5% and 1% level, respectively.

附錄表 4-11. 埋土深度對紫花與白花藿香薊種子發芽率、平均發芽日數、發芽速率指數影響之變方分析

Table 4-11. ANOVA for emergence percentages, mean days to emergence and emergence rate index of *A. houstonianum* and *A. conyzoides* seeds at different buried depths

S.O.V.	D.F.	M.S.		
		emergence percentage	Mean days to emergence	emergence rate index
Species	1	36.01*	0.01	1.48**
Buried depth	12	4964.95**	235.72**	69.87**
Species × buried depth	12	33.70**	1.13	2.33**
Error	52	5.56	0.82	0.11

\*, \*\*: significant at 5% and 1% level, respectively.

附錄表 4-12. 埋土深度對紫花與白花藿香薊種子出土率與未能出土種子之發芽率之變方分析

Table 4-12. ANOVA for emergence percentage and germination percentages of unemerged seeds of *A. houstonianum* and *A. conyzoides* being buried at different soil depths

S.O.V.	D.F.	M.S.		
		Germination percentage	Death seed percentage	No death seed total percentage
Species	1	434.05**	340.62**	429.34**
Buried depth	12	4238.57**	110.26**	115.43**
Species × buried depth	12	45.94**	50.54**	60.92**
Error	52	20.20	19.74	20.51

\*, \*\*: significant at 5% and 1% level, respectively.

附錄表 4-13. 溫度與埋土深度對紫花藿香薊種子發芽率、平均發芽日數、發芽速率指數影響之變方分析

Table 4-13. ANOVA for emergence percentage, mean days to emergence and emergence rate index of *A. oustonianum* seed after incubation at different temperature at increasing soil depths.

S.O.V.	D.F.	M.S.		
		Germination percentage	Mean days to germination	Germination rate index
Alter. temperature	3	0.27**	95.45**	25.77**
Buried depth	4	0.46**	234.82**	24.83**
Alter. temperature × buried depth	12	0.04**	140.65**	5.71**
Error	40	0.001	0.92	0.06

\*, \*\*: significant at 5% and 1% level, respectively.

附錄表 4-14. 溫度與埋土深度對白花藿香薊種子發芽率、平均發芽日數、發芽速率指數影響之變方分析

Table 4-14. ANOVA for emergence percentage, mean days to emergence and emergence rate index of *A. onyzoides* seed after incubation at different temperature at increasing soil depths.

S.O.V.	D.F.	M.S.		
		Germination percentage	Mean days to germination	Germination rate index
Alter. Temperature	3	0.44**	646.25**	20.38**
Buried depth	4	0.39**	92.67**	19.25**
Alter. temperature × buried depth	12	0.06**	141.21**	4.03**
Error	40	0.001	0.60	0.04

\*, \*\*: significant at 5% and 1% level, respectively.