

咸豐草(*Bidens pilosa* L.)及大花咸豐草(*Bidens pilosa* L. var. *radiata* Sch.)開花後不同天數之種子大小及發芽特性

侯金日 楊雅斯 王淑敏

國立嘉義大學農藝學系

摘要：以兩種鬼針屬 (*Bidens*) 植物(咸豐草 (*Bidens pilosa* L.) 及大花咸豐草 (*Bidens pilosa* L. var. *radiata* Sch.) 之種子為材料，於 1999 年 7 月兩種鬼針草屬植物開花時，在花梗上分別掛上 1-15 天標籤，以後每天採集種子 (瘦果)，行乾燥處理後並分別稱重及量其長度、寬度，後行種子之發芽能力檢定。以探討開花後不同天數之種子重量及發芽能力之關係。試驗結果如下：

1. 兩種鬼針屬植物種子在開花後第 10 天後種子重量即不再增加，而咸豐草種子百粒重較大花咸豐草種子百粒重為重，長度在兩種鬼針屬植物差異並不大，而寬度則咸豐草種子較大花咸豐草為寬。
2. 開花後 1-15 天種子之發芽能力，咸豐草種子於開花後 6 天、大花咸豐草種子於開花後 5 天，就具備發芽能力。而發芽率、發芽速率在兩種鬼針屬植物間隨著開花後天數之增加而增加，平均發芽日數則隨開花後具備發芽能力起隨開花天數之增加，平均發芽日數有縮短之現象。
3. 開花後 1-15 天種子之重量大小與發芽能力之相關而言：兩種鬼針屬植物除平均發芽日數與各性狀間呈顯著、極顯著或不顯著之負相關外，其餘各性狀 (百粒重、長度、寬度、發芽率及發芽速率) 間皆呈顯著與極顯著之正相關。

關鍵詞：咸豐草 (*Bidens pilosa* L.)、大花咸豐草 (*Bidens pilosa* L. var. *radiata* Sch.)、種子大小、開花後天數、發芽能力。

¥ ¥ ¥

Seed size and germination character of *Bidens pilosa* L. and *Bidens pilosa* L. var. *radiata* Sch. at different days after flowering

Chin Jin Hou, Ya Szu Yang and Su Min Wang

Department of Agronomy, National Chiayi University, Taiwan, Republic of China

ABSTRACT: Two species of *Bidens*, *B. pilosa* L. and *B. pilosa* L. var. *radiata* Sch. were used to study the relation between seed weight and germination ability. After flowering, on July 1999, the flower stalk of two species of *Bidens* were labeled separately every day. The seeds (achene) were collected with 1-15 days intervals. After drying, the weight, length and width of seeds were measured, and the germination ability was tested.

1. The seed weights were not increased ten days after flowering in two species of *Bidens*. *B. pilosa* L. had greater in 100-seed weight than that of *B. pilosa* L. var. *radiata* Sch. The difference of length was not significant between two species of *Bidens*, but *B. pilosa* L. was wider in seed width than *B. pilosa* L. var. *radiata* Sch..
2. *B. pilosa* L. had the germination ability six days after flowering, and it was five days after flowering in *Bidens pilosa* L. var. *radiata* Sch.. The more the days after flowering, the more germination percentage and speed of germination in two species of *Bidens*. It was found reversed in mean days to germination.
3. Except mean days to germination, correlations between characters (100-seed weight, seed length, seed width, germination percentage, and speed of germination) were positively correlated.

Key Words: *Bidens pilosa* L., *Bidens pilosa* L. var. *radiata* Sch., seed size, days after flowering, germination ability.

前言

咸豐草 (*Bidens pilosa* L.) 爲菊科 (Compositae) 一年生鬼針屬植物，植株高約 30~100cm，莖直立，方形，多分枝；葉對生，羽狀 3~5 裂，粗鋸齒緣；花頂生或腋生，花由管狀花構成，花爲黃色，全年均可開放。種子爲黑色瘦果，狹長型具四稜，因頂部具針狀逆刺，可藉由人畜傳播，爲台灣主要的雜草之一 (林, 1995; 許和邱, 1989)。

大花咸豐草 (*Bidens pilosa* L. var. *radiata* Sch.) 亦爲菊科一年生鬼針屬植物，莖直立，四季開花，頭狀花序頂出，徑約 1cm，外圍有舌狀花 5-7 片，呈白色；中央爲管狀花，黃花，瘦果黑褐色，長約 1cm，先端的宿存萼具有倒鉤刺，藉以附著人畜，其至少分佈在 41 個國家 (Holm *et al.*, 1977)。在台灣大花咸豐草生長在農田及野外荒地，分佈於全省平地、海邊至高海拔的山野。當初蜂農將大花咸豐草從琉球引入台灣，便是看上它四季開花，花粉量大，可供蜂蜜採集利用，結果強悍的繁殖力和設計精巧的種子傳播方式，使得大花咸豐草成爲平地、路邊野生植物的優勢族群 (林, 1995)。

兩種鬼針屬植物因一年四季皆可開花，且發芽率極高，往往很快的就可佔據整個耕地或荒地，形成一個群落，且很不容易防除。

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，其內貯存之養份必然較多，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 (路, 1972)。

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。

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) 等皆有學者從事研究。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，僅劉等 (1993) 有關於花生之研究，Rao and Jackson (1996) 有關於水稻之研究。而對於繁殖力甚強之鬼針屬植物 (咸豐草與大花咸豐草) 則並未加以研究。

所以本研究主要目的爲探討兩種鬼針屬植物繁殖力如此之強，是否與其種子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，以對兩種鬼針屬植物種子發芽之生物

學有進一步之了解。

材料與方法

一、試驗材料：

咸豐草 (*Bidens pilosa* L.) 與大花咸豐草種子 (*Bidens pilosa* L. var. *radiata* Sch.)

二、試驗方法：

於 1999 年 7 月在嘉義大學農場道路、田埂邊，標示兩種鬼針草屬植物之花序，在正開花之咸豐草及大花咸豐草花序下方之花梗，個別掛上標籤，每個標籤分別寫上 1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14 及 15 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 烘箱中乾燥 72 小時，乾燥完後的種子放入冰箱之冷凍櫃中保存。待 15 天後種子收集完成後即開始進行以下試驗。

1. 調查開花後不同天數兩種鬼針草屬植物種子大小（包括長及寬）及重量（以百粒重為單位）。

2. 開花後不同天數種子之發芽能力試驗：

將兩種鬼針草屬植物各別以下列方式進行。將始花後 1-15 天所採收之種子進行發芽試驗，試驗採完全隨機設計（CRD），各處理重複 3 次，共 $15 \times 3 = 45$ 個參試組合。發芽日夜溫為 25/20°C，8 小時光照/16 小時黑暗，試驗期間需每天調查其發芽

數，共兩星期。當種子胚根生長達 2 mm 時即認定其已發芽而將種子移除並記錄之。

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數之百分率

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 = $\sum fd / N$

Σ ：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：發芽速率 = $\Sigma f/d$ （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、標準偏差及做相關性之檢定。

結果與討論

咸豐草及大花咸豐草開花後 1-15 天種子之大小如圖 1 及圖 2 所示，由圖可知，兩種鬼針草屬植物開花後天數愈長種子愈成熟、愈大，且約在始花後 5、6 天時種子已定型。而兩種鬼針草屬植物開花後 1-15 天種子之百粒重、長及寬之平均值，標準偏差如表 1、表 2 所示。由表 1

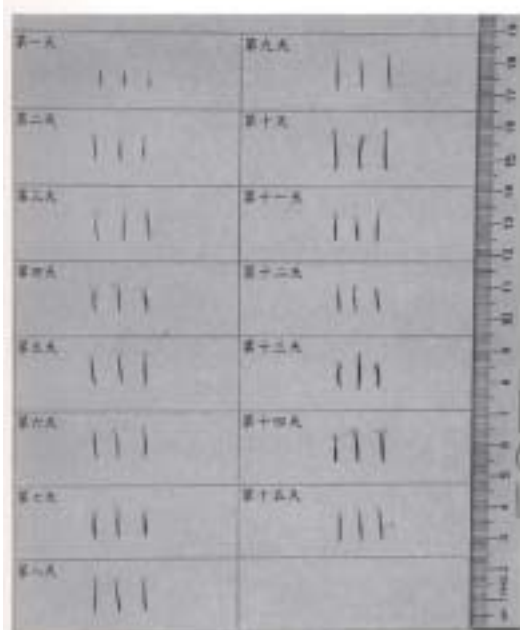


圖 1.咸豐草開花後 1-15 天種子之大小
Figure 1. Seed size of *Bidens pilosa* L. 1-15 days after flowering.

可知咸豐草開花後不同天數採收之種子重量隨著開花後天數之增加而有增加之現象，至第 10 天（百粒重 0.1347g）後種子重量之增加則相當有限，表示咸豐草種子開花後 10 天種子已成熟。就長度與寬度而言，咸豐草種子開花後 5 天，長度（0.950cm）與寬度（0.088cm）之增加即很有限。即代表咸豐草種子外型於開花後 5 天左右即已定型，而開花後 6-10 天雖然重量增加但外型並未改變。由表 2 亦可知大花咸豐草種子隨著開花天數之增加，種子之百粒重亦有增加之趨勢，至開花後 10 天（百粒重 0.0883g）後，則重量增加有限，表示大花咸豐草種子開花後 10

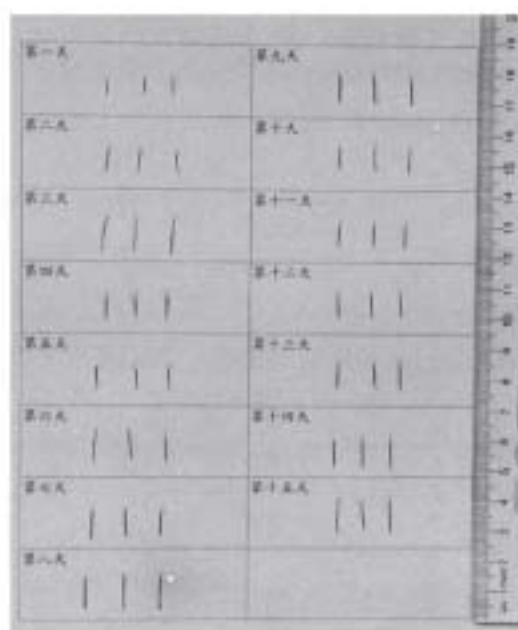


圖 2.大花咸豐草開花後 1-15 天種子之大小
Figure 2. Seed size of *Bidens pilosa* L. var. *radiata* Sch. 1-15 days after flowering.

天種子亦已成熟。就種子之長度寬度而言，大花咸豐草於開花後 5 天後種子之長度（0.983cm）、寬度（0.086cm）的變化幅度就不大，即表示種子之長寬於始花後 5 天即已定型，而開花後 6-10 天，則重量持續增加，但外型並未改變。

就兩種鬼針屬植物而言，咸豐草種子之百粒重較大花咸豐草為重，種子的寬度亦較大花咸豐草為寬，而長度則在兩種鬼針屬植物間差異不大。

由圖 1、2 及表 1、2 可知兩種鬼針屬植物種子，隨著開花後天數之增加種子之重量亦隨之增加，至開花後 10 天左右，種子重量趨穩定即增加有限。而種子之外

型（長度及寬度），則在開花後第 5 天即 並不大。
已定型，即開花後第 6 天後長及寬之變化

表 1. 咸豐草開花後 1-15 天種子之百粒重、長及寬之平均值、標準偏差

Table 1. Means and standard deviation 1-15 days after flowering 100-seed weight, length and width of *Bidens pilosa* L.

Days after	100-seed weight (g)	length (cm)	Width□Flowering (cm)
1	0.0140±0.016	0.417±0.024	0.047±0.005
2	0.0183±0.012	0.660±0.043	0.043±0.012
3	0.0380±0.016	0.773±0.045	0.063±0.012
4	0.0590±0.022	0.933±0.047	0.073±0.017
5	0.0633±0.017	0.950±0.147	0.088±0.012
6	0.0773±0.019	0.983±0.024	0.087±0.009
7	0.0940±0.059	0.897±0.082	0.097±0.005
8	0.1080±0.016	1.033±0.143	0.080±0.008
9	0.1213±0.012	1.017±0.024	0.090±0.008
10	0.1347±0.017	1.067±0.047	0.097±0.005
11	0.1360±0.016	0.960±0.050	0.093±0.005
12	0.1387±0.005	0.950±0.071	0.097±0.005
13	0.1383±0.005	1.043±0.065	0.103±0.005
14	0.1350±0.083	1.083±0.085	0.090±0.431
15	0.1347±0.019	1.017±0.062	0.097±0.017

表 2. 大花咸豐草開花後 1-15 天種子之百粒重、長及寬之平均值、標準偏差

Table 2. Means and standard deviation 1-15 days after flowering in 100-seed weight, length and width of *Bidens pilosa* L. var. *radiata* Sch..

Days after Flowering	100-seed weight (g)	length (cm)	Width (cm)
1	0.0147±0.025	0.533±0.047	0.043±0.012
2	0.0280±0.016	0.607±0.094	0.053±0.012
3	0.0440±0.016	0.700±0.082	0.053±0.009
4	0.0553±0.019	0.813±0.066	0.063±0.012
5	0.0620±0.014	0.983±0.024	0.086±0.000
6	0.0680±0.016	0.917±0.062	0.090±0.008
7	0.0733±0.025	1.017±0.024	0.087±0.009
8	0.0777±0.012	1.017±0.131	0.090±0.008
9	0.0813±0.012	0.917±0.062	0.083±0.005
10	0.0900±0.005	0.900±0.000	0.083±0.005
11	0.0893±0.009	0.940±0.029	0.080±0.000
12	0.0903±0.012	0.967±0.047	0.083±0.005
13	0.0953±0.019	1.067±0.047	0.084±0.005
14	0.0957±0.005	0.967±0.094	0.083±0.005
15	0.0956±0.025	1.100±0.000	0.083±0.005

劉等 (1993) 研究落花生種子指出，落花生台南選 9 號與台南 11 號隨著開花後不同天數之增加 (34-62 天) 種子重量有增加之趨勢，而在開花後 62 天左右種子重量仍在增加中。而 Rao and Jackson (1996) 研究日本型水稻亦指出，在 3 個不同的梗稻品種中穀粒重亦隨著始花後天數之增加而增加 (7~28 天)，但始花後 28 天到始花後 42 天種子重量並未增加，甚至有部份減少之現象。在本研究中種子百粒重隨著開花後天數之增加而增加，但當達到開花後 10 天，種子重量即不再增加，當種子成熟時，種子重量並未隨發育天數

之增加而增加，即兩種鬼針屬植物種子在開花後 10 天種子已經成熟，故此時發育天數之增加對種子之重量並無增加之效果。此與 Rao and Jackson (1996) 研究水稻之結果相似。

種子之外型 (長度及寬度) 為種子發育早期所必須完成之形態構造，本研究中兩種鬼針屬植物種子其長度及寬度約在開花後 5 天即已固定，而種子外型固定後即開始在種子內部累積大量的養份，到第 10 天左右種子成熟。故種子外型 (長度及寬度) 之發育完成要比內部 (重量) 來得早。

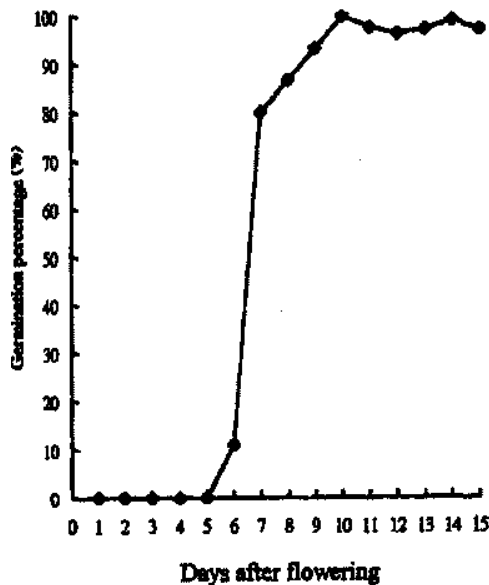


圖 3. 咸豐草開花後 1-15 天種子之發芽率
Figure 3. Seed germination percentage of *Bidens pilosa* L. 1-15 days after flowering.

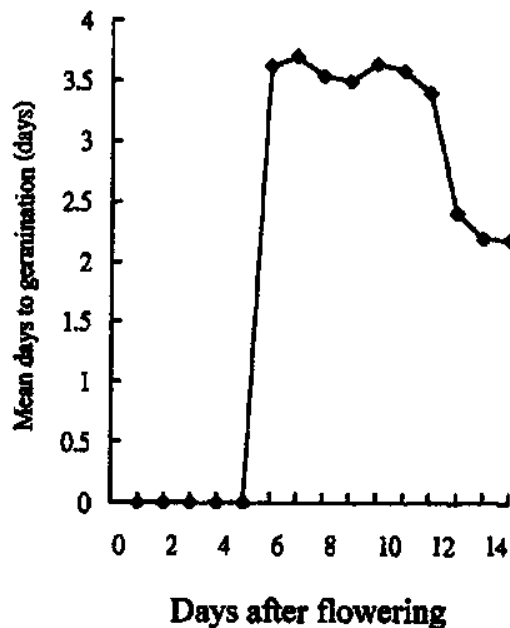


圖 4. 咸豐草開花後 1-15 天種子之平均發芽日數
Figure 4. Seed mean days to germination of *Bidens pilosa* L. 1-15 days after flowering.

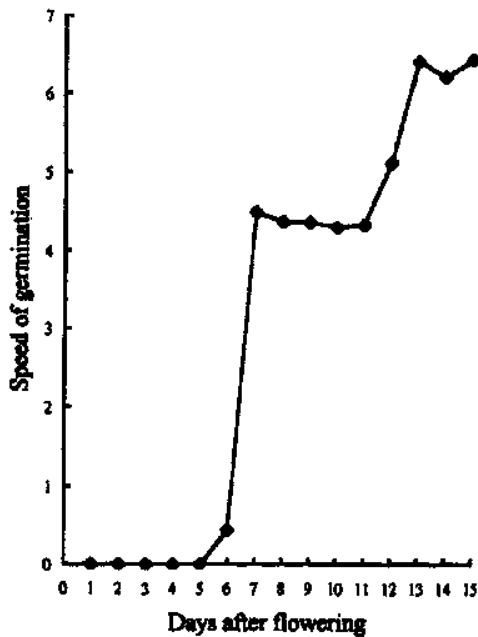


圖 5. 咸豐草開花後 1-15 天種子之發芽速率
Figure 5. Seed speed of germination of *Bidens pilosa* L. 1-15 days after flowering.

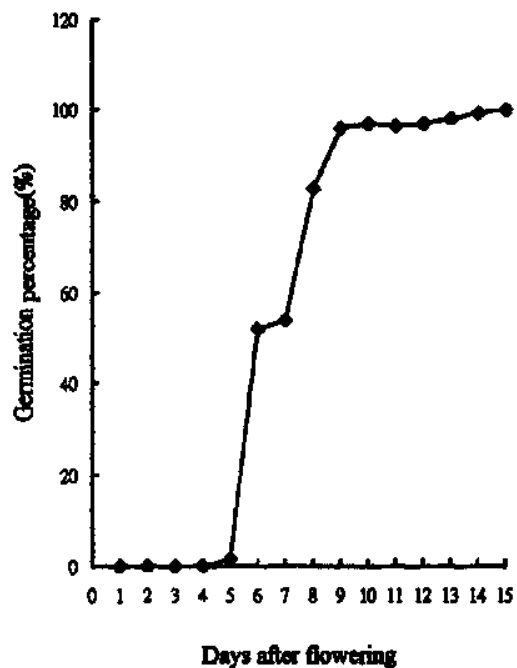


圖 6. 大花咸豐草開花後 1-15 天種子之發芽率
Figure 6. Seed germination percentage of *Bidens pilosa* L. var. radiata Sch. 1-15 days after flowering.

咸豐草開花後 1-15 天種子之發芽率、平均發芽日數及發芽速率之變化情形如圖 3-圖 5 所示，就發芽率（圖 3）而言，隨著開花天數的增加，發芽率也跟著增加。開花後 1~5 天種子不具發芽能力，開花後第 6 天種子開始具有發芽能力，但發芽率很低平均為 11.11%，開花後第 7 天時種子的發芽率已達 80%，此時的種子也開始掉落傳播，開花後 10~15 發芽率都維持在 95% 以上，顯示咸豐草種子成熟開始掉落傳播時，已具有很高的發芽率。就種子之平均發芽日數（圖 4）而言，隨著開花

後天數的增加，種子的平均發芽日數有降低的現象，由開花後 6 天的平均發芽天數為 3.72 天，至 15 天已降低至 2.19 天。種子之發芽速率（圖 5），亦隨著開花後天數的增加，發芽速率有漸漸增加的趨勢，發芽速率最高的為開花後 15 天的種子，為 6.44，即咸豐草開花後 15 天的種子發芽速率最快。

大花咸豐草開花後 1-15 天種子之發芽率、平均發芽日數、發芽速率及發芽係數之變化情形由圖 6-圖 8 所示，就發芽率（圖 6）而言，隨著開花天數的增加，發

芽率也隨著增加。開花後 1~4 天種子不具發芽率，開花後第 5 天種子開始具有發芽率，但發芽率很低，為 1.67%，開花後第 9 天時種子的發芽率已達 93.67%，此時的種子也開始掉落傳播，開花後 10~15 發芽率都維持在 95% 以上。種子之平均發芽日數（圖 7）而言，隨著開花後天數的增加平均發芽日數有降低的現象，由開花後 5 天的平均發芽日數為 4.98 天，至 15 天已降低至 2.09 天。種子之發芽速率（圖 8），隨著開花後天數的增加發芽速率有漸漸增加的趨勢，發芽速率最高為開花後 15 天的種子，為 7.11。

開花後不同天數兩種鬼針屬植物種子發芽能力之變化可知，咸豐草在開花後 6 天種子就有發芽能力，而大花咸豐草在開花後 5 天種子亦具有發芽能力，劉等（1993）研究落花生種子指出，落花生台南 11 號在開花後 30 天具有 36% 之發芽率，而台南選 9 號在開花後 30 天具有 18% 之發芽率，而開花後 42 天，兩個品種之發芽率皆達 80% 以上。Rao and Jackson（1996）研究日本型水稻亦指出，日本型水稻開花後 7 天種子就具有 1-18% 之發芽率，而開花後 21 天種子發芽率皆達 90% 以上，本研究中兩種鬼針屬植物種子之發

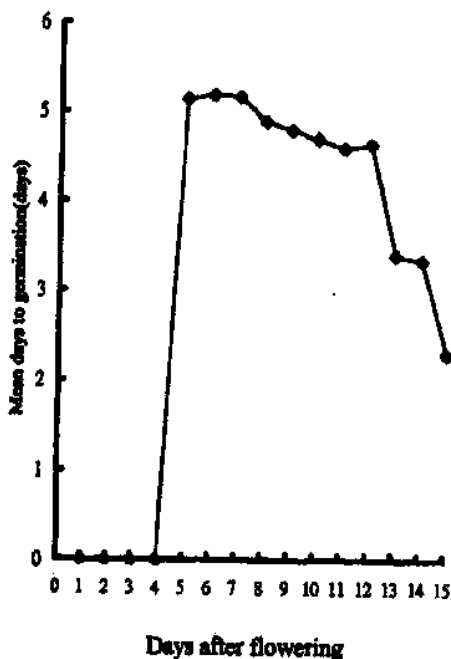


圖 7. 大花咸豐草開花後 1-15 天種子之平均發芽日數

Figure 7. Seed mean days to germination of *Bidens pilosa* L. var. *radiata* Sch. 1-15 days after flowering.

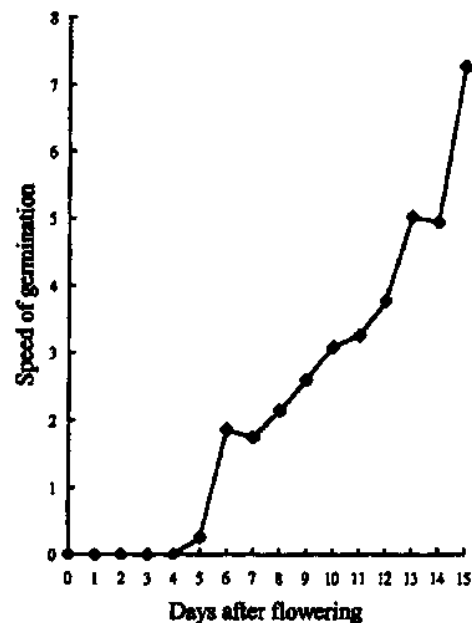


圖 8. 大花咸豐草開花後 1-15 天種子之發芽速率

Figure 8. Seed speed of germination of *Bidens pilosa* L. var. *radiata* Sch. 1-15 days after flowering.

芽能力分別為咸豐草開花後 6 天、大花咸豐草開花後 5 天就已具備。而當開花後 10 天兩種植物種子發芽率已達 95% 以上，此與上述學者之研究結果相似，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，發芽率即不再增加。

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，以豆科作物之落花生為例，種子於開花後 70 天左右（劉與劉，1991）為其收穫期，故其開花後 30 天左右才具備發芽能力（劉等，1993）。而水稻抽穗後 30-35 天為其收穫期，故其開花後 7 天左右即具備發芽能力（Rao and Jackson, 1996）。一般雜草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。因此本研究中兩種鬼針屬植物種子約在 9-10 天左右種子成熟，但種子具備發芽能力則於開花後 5-6 天就具備此能力。至

於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，究其原因可能為種子內部養份之累積與貯藏增加，相對的有助於種子快速之發芽，故始花後天數增加，種子內部養份之累積增加，進而縮短平均發芽日數，增加發芽速率。

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。在本研究中兩種鬼針屬植物種子重量大小與發芽能力之相關而言，其結果如表 3、表 4 所示；由表可知兩性狀間呈顯著或極顯著之正相關者為百粒重與長度、寬度、發芽率及發芽速率；長度與寬度、發芽率及發芽速率；寬度與發芽率及發芽速率；發芽率與發芽速率。而平均發芽日數除了在長度、寬度間呈不顯著之負相關外，其餘各性狀（平均發芽日數與百粒重、發芽率及發芽速率）間則呈顯著與極顯著之負相關。

表 3. 咸豐草開花後 1-15 天種子之重量大小與發芽能力之相關係數

Table 3. Correlation coefficient 1-15 days after flowering in seed size and germination ability of *Bidens pilosa* L.

	A	B	C	D	E	F
A	1.000					
B	0.831**	1.000				
C	0.895**	0.853**	1.000			
D	0.937**	0.660**	0.756**	1.000		
E	-0.652**	-0.453	-0.414	-0.558*	1.000	
F	0.908**	0.647**	0.743**	0.963**	-0.810**	1.000

A: 100-seed weight, B: length, C: width, D: germination percentage,

E: mean days to germination, F: speed of germination.

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

表 4. 大花咸豐草開花後 1-15 天種子之重量大小與發芽能力之相關係數

Table 4. Correlation coefficient 1-15 days after flowering in seed size and germination ability of *Bidens pilosa* L. var. *radiata* Sch..

	A	B	C	D	E	F
A	1.000					
B	0.902**	1.000				
C	0.823**	0.898**	1.000			
D	0.903**	0.724**	0.690**	1.000		
E	-0.845**	-0.440	-0.424	-0.577*	1.000	
F	0.864**	0.710**	0.577*	0.936**	-0.907**	1.000

A: 100-seed weight, B: length, C: width, D: germination percentage,

E: mean days to germination, F: speed of germination.

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

種子大小與發芽率之相關而言，種子大且重者，內部貯藏養份多，且胚較大發芽能力較強(路, 1972)。而張與劉(1988)研究花生指出小粒種子較大粒發芽率為佳。Carvalho *et al.* (1981)、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，種子愈重發芽率愈高。路(1972)研究杉木、台灣杉、台灣二葉松種子大小與發芽之關係指出，三種不同樹種中均以大種子有最高之發芽率、發芽係數及最短的平均發芽天數。Bretagnolle *et al.* (1995) 研究禾本科之雜草 *Dactylis glomerata* L. 指出 4 倍體者較二倍體者為重，其發芽率亦較二倍體為高且發芽較為快速，而二倍體之小種子，因種子數目多且輕可增加傳播之距離。劉等(1989)研究甘藍則提出種子發芽不受種子大小之影響，而 Cochran (1974) 研究

番茄、Jacobson and Globerson (1980) 研究辣椒、Bedford and Mackay (1973) 研究洋蔥等種子結果，顯示種子大小與田間萌芽率間呈正相關係。Rao and Jackson (1996) 亦指出水稻種子發芽與穀粒乾重呈正相關，即種子愈大發芽率愈高。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，即種子愈重發芽率、發芽速率愈高，而平均發芽日數與百粒重間呈負相關，即種子愈重平均發芽日數愈短。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愈重，其內所貯存之養份愈多，進而提供種子充分之養份而快速發芽。而種子輕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。

故兩種鬼針屬植物，蔓延如此快速之原因，可能與其始花後至種子具備發芽能力只需 5-6 天有關。

引用文獻

1. 林文智。1995。臺灣高山野花圖鑑。淑馨出版社。台北。
2. 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。
3. 許喬年、邱年永。1989。原色野生食用植物圖鑑。南天書局。台北。
4. 路統信。1972。杉木、臺灣杉、臺灣二葉松種子大小對於發芽之關係。台灣農業 8(2): 26-36。
5. 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。
6. 劉啓東、劉景平。1991。不同收穫時期對落花生農藝性狀之影響。嘉義農專學報 26: 89-106。
7. 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方法之探討。嘉義農專學報 32: 37-46。
8. 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. J. Nat. Inst. Agri. Bot. 13: 50-62.
9. 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.
10. Carvalho, N. M., L. M. Massoni Filho, R. Sader. 1981. Effect of peanut (*Arachis hypogaea*) seed size and position in the soil on total and speed of emergence. Seed Science and Technology 9(3): 849-853.
11. Cochran, H. L. 1974. Effect of seed size on uniformity of pimiento transplants (*Capsicum annuum* L.) at harvest time. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 99: 234-235.
12. Dharmalingam, C.; C. Romakrishnan. 1981. Studies of the relative performance of sized seed in peanut (*Arachis hypogaea*) CV. Vol. 2 Seed Research 9(1): 57-66.
13. Holm, L. G., L. Plucknett, J. V. Pancho and J. P. Herberger. 1977. The World's Worst Weeds. Distribution and Biology. Univ. Press of Hawaii, Honolulu. 609 pp.
14. Jacobson, 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. Butterworths, London.
15. 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.