中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）36(3)：258～266（1987）

柴胡種子發芽勢之改良研究[1]

黃漢津　劉新裕[2]

摘要：發芽起始日數長及發芽不整齊爲柴胡發芽特性之一，本研究主要探討改良柴胡發芽勢之方法及適合之發芽溫度，其結果如下：柴胡可在 pH 值 4 至 9 之蒸餾水添加液中順利發芽，其發芽溫度以16°C 較爲恰當，20°C 以上則有明顯的抑制現象。日夜溫差有利於柴胡發芽，當夜溫 16—20°C而日溫 24—28°C 時有明顯的促進作用，但低夜溫（12°C或以下）較不適宜，顯示柴胡之播種期在秋末冬初或冬末春初較爲恰當。硝酸鉀（0.2，1.0%）溶液對柴胡發芽有不良影響，激勃素（GA_3）1000, 500ppm 與細胞分裂素（Kinetin）100, 50, 10 ppm 單獨或混合浸種24小時，對柴胡發芽並無促進作用，但經流水浸種後浸泡於激勃素 1000, 100ppm 24小時，却有增進發芽率的現象，此外單獨應用流水浸種處理亦可促進柴胡之發芽，而柴胡之種子浸出液有延遲發芽及降低發芽率等現象，顯示浸種處理有洗濾柴胡種子之發芽抑制物質的效果。低溫層育（0—4°C）對柴胡之胚發育及發芽有明顯的促進作用；經 8 星期層育後，其胚長度增爲對照之 3 倍，且到達最終發芽總數 9/10（T_{90}）的時間縮短至 4 天左右較對照之15天明顯快速，且高溫（24°C）亦可促進較長期的層育種子早日發芽而不再是限制因子。柴胡發芽率亦因低溫層育而增加，但 6 — 8 星期之層育有降低發芽率的趨勢。

柴胡爲繖形科多年生草本植物，神農本草經列爲上品，根爲主要藥用部位，其藥性苦、平、無毒，主治胸脇苦滿及肝膽疾病等，另有抗炎、鎮靜、抗過敏、解熱、鎮痙、鎮痛等作用[1,6]。本省每年需要量極多，大多仰賴進口，據國貿局海關73年統計資料，柴胡進口量爲67,941公斤，耗外匯15,200,000元（臺幣）。

柴胡於本省栽培年代甚短，栽培方法均仿效日本，然而日本之栽培亦未十分成功[6]。柴胡栽培常以大量種子先行育苗後，選擇生育期相近的植株移植，如此其種子用量及工作成本均相對的增加，且因移植時，主根易受傷害致其根形粗短、支根多、而影響市場價格。雖有研究指出栽培方法以移植法較直播法爲佳[2]，但究其原因可能在於無法克服柴胡種子發芽不整齊及其後期管理不便的緣故。因此改良柴胡發芽勢是爲柴胡直播栽培及改善品質的先決條件。

繖形科植物之種子於脫離母株時其胚通常尚未發育成熟，在發芽前必須經過一段時日之胚後熟作用[8]。但因胚發育程度之差異或內部生理活性之差別，造成發芽不整齊的現象[4]。本研究主要探討改善柴胡發芽不整齊之方法，以俾利柴胡之栽培。

材料與方法

1.臺灣省農業試驗所。研究報告第 1359 號。
2.本所農藝系助理　副研究員　臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

（1）試驗材料：以本所（臺中）12月中旬採收之三島柴胡（*Bupleurum falcatum L.*）成熟種子爲試驗材料。種子陰乾後以封口塑膠袋封存於0—4°C之冷藏庫貯存備用。

（2）試驗方法：發芽試驗：柴胡種子先以1%次氯酸鈉（NaHClO）浸種消毒10分鐘，復以蒸餾水清洗，浸泡10分鐘後置於上覆一層Whatman No. 1長型濾紙之壓克力發芽床上（已置入直徑15公分養皿中），每處理4重複，每重複40粒種子，培養皿中添加二次蒸餾水（pH 4.5—4.8）120ml，後加蓋以保持濕度，移入恆溫箱中行暗室紙上發芽，每日檢視發芽（胚根突出種皮）數目，三星期後統計其發芽率並計算T10、T50及T90；其各爲到達發芽總數 10/1、10/5及10/9的時間，用以表示其發芽速度 [10]。浸種處理：在室溫下以流水浸種 2—6日後進行發芽試驗。硝酸鉀（KNO_3）或種子浸出液處理：培養皿中添加硝酸鉀（0.2 %及1%）溶液或以種子浸種之濾液代替二次蒸餾水。日夜溫差處理：以日溫（16、20、24及28°C）8小時與夜溫（12、16、20及24°C）16小時組合處理。pH值處理：以HCl或NaOH調整蒸餾水之 pH 值爲2至9，以進行發芽試驗。GA_3及Kinetin 處理：種子消毒清洗後浸泡於不同濃度之GA_3或Kinetin或其混合溶液中（4.5<pH<5），24小時（16°C）再進行發芽試驗。低溫層育處理：種子消毒清洗後，置於前述培養皿中，於0—4°C下置放 1—8星期，發芽培養前取出復行消毒、清洗。胚長度測定：利用接目鏡附有標尺刻度表（micrometer）之光學顯微鏡測胚長度，每處理40粒種子。

結果與討論

（1）流水浸種與日夜溫差處理對柴胡發芽之影響：

在柴胡發芽過程中，往往發現濾紙上殘留黃棕色之潰跡，顯然柴胡在發芽過程中釋出某些物質。利用洗濾處理通常可去除種皮或種子內部之發芽抑制物質。本試驗應用流水浸種2天之結果如表1所示。表1中可明顯得知16°C爲柴胡發芽之較適溫度，溫度愈高發芽率愈低而到達 T50 的時間亦愈增長，此與黃等 [4] 之結果類似，但兩者之發芽起始日數却有明顯出入。郭 [3] 曾指出母株之生育環境對種子發芽有甚大之影響。本次試驗材料爲12月採收之種子，而黃等 [4] 之材料爲6月採收，是否因生育環境不同，有待進一步研究。在12°C之結果不如 16°C或20°C，唯仍優於 24°C或28°C，在24°C及

Table 1. Influence of pre-soaking and temperature treatments on the germination of *Bupleurum falcatum* L. seeds

Character	Duration of Pre-soaking* (day)	Germination Temperature (°C)				
		12	16	20	24	28
Germination Rate (%)	0	57.5d**	80.0a	65.6bcd	21.9f	5.6g
	2	56.9d	76.3ab	62.5cd	36.3e	13.1fg
Days to Beginning Germination	0	8	5	6	11	13
	3	8	5	5	6	6
Day to 50% of Final Germination Rate (T-50)	0	16.1a	10.9b	10.5b	16.4a	—
	2	14.8a	8.5c	8.6c	11.5b	—

*Seeds were soaked in running tap water.

**Means with the same letter across temperature and presoaking treatments for each character are not significantly different at 5% level by Duncan's New Multiple Rang Test.

28°C之發芽率僅及16°C之1/4或1/15且其 T50 明顯延長，顯示高溫抑制柴胡之發芽。邱[2]著稱柴胡發芽溫度約在18°C, Atwater[8] 亦謂20°C 左右爲繖形科及其它線狀胚種子(linear embryo)之適當發芽溫度均與本試驗之結果相近。流水浸種 2 天之發芽率與對照組之趨勢一致，無太大的差異，只在24°C及28°C 有較好的表現，但是到達 T50 的時間却有明顯的縮短現象，此可能與發芽培養前 2 天之浸潤 (imbibition) 有關。但是從發芽起始日數 (days to germinate) 探討。16°C 之條件下流水浸種及對照組同爲第 5 天開始發芽，而到達 T50 的平均日數在對照組爲 6 天左右 (10.9—5)，流水浸種則僅有3.5天 (8.5—5) 兩者差異顯著。此外，發芽溫度愈高時流水浸種與對照之發芽起始日數差距愈爲明顯。顯示流水浸種之效果將不僅僅是種子提早浸潤而已。欲明瞭是否有抑制物質被洗濾的作用，因此應用較長時間之流水浸種處理及其種子浸出液進行發芽，結果如表 2。比較表 1，表 2 之對照組，於24°C下之發芽率及T50有明顯的不同，此可能與後者曾經較長期之低溫貯藏而促進胚後熟作

Table 2. Influence of different presoaking treatments and seed leachate on the germination of *Bupleurum falcatum* L. seeds

Treatment*	Temperature (°C)	Germination Rate (%)	Days to% of Final Germ. Rate 10(T-10)	Days to% of Final Germ. Rate 50(T-50)	Days from T-10 to T-50
CK	16	75.0ab**	5.84b	8.66b	2.82ab
	24	59.4cdef	6.24b	9.44b	3.20a
S—2	16	71.9abc	3.36cde	4.86e	1.50d
	24	68.1bcde	2.51f	5.15e	2.64abcd
S—4	16	81.3a	3.58cde	5.21e	1.63d
	24	78.8ab	2.90ef	5.7ɕde	2.83abc
S—6	16	66.9bcd	3.81cd	5.49de	1.68cd
	24	68.8abcd	2.78ef	5.40de	2.62abcd
CK(L)	16	58.8def	7.56a	10.51a	2.95ab
	24	47.5f	8.18a	11.47a	3.30a
S—6(L)	16	66.9bcd	4.41c	6.27cd	1.86bcd
	24	55.6ef	4.21c	6.80c	2.65abcd

*CK, S-2, S-4 and S-6: pre-soaking in running tap water for 0, 2, 4 and 6 days, respectively, CK (L) and S-6(L): pre-soaking in running tap water fro 0 and 6 days, respectively, and watered with seed leachate afterwards.

**Means with the same letter within each collumn are not significantly different at 5%evel by Duncan's New Multiple Range Test.

用有關。種子浸出液對於柴胡發芽之影響（表 2），不論是否先經流水浸種處理，均有延長 T50的現象，而其原因主要在於延長發芽初期（培養至 T10）所需要的時間，對於 T10至T50之影響不大。就發芽溫度而言，高溫 (24°C) 之 T50仍然有較長的現象。此外，發芽率亦因種子浸出液處理而降低。顯示柴胡發芽初期及發芽率明顯受到種子浸出液的抑制。流水浸種（2，4，6天）之處理，其T50皆顯著的減少，究其原因乃由於發芽初期及T10至T50之發芽時間皆明顯縮短的緣故。但發芽初期(培養至 T10) 以24°C較16°C快速，與對照組因高溫而延長其 T50的時間迥然不同。T10至 T50之時間則以16°C較爲快速。比較不同天數流水浸種之結果，發現 4 天之處理效果較佳，其發芽率在 2 種溫度下

表現最爲良好，過長之浸種處理可能影響種子活之力。綜合以上結果，顯示流水浸種下，發芽抑制物質確有被洗濯的現象。柴胡之主要藥效成分爲皂苷素 [1,2,3] (saponin)。Nord *et al.* [14] 曾提出皂苷素爲種子發芽抑制物質之一。且另有報告指出由柴胡種子可分離出柴胡苷 (saikosides) [11]，這是多種苷的總稱，因此柴胡種子是否因累積此類物質而抑制胚發育及發芽，有待進一步研究。

自然的條件下日溫通常高於夜溫，且國際種子檢查規則中種子的發芽一般亦以日夜溫差處理。應用不同的日夜溫差之組合，進行柴胡發芽試驗，結果如表 3。比較表 1、表 3 之結果，發現以日夜溫

Table 3. Effect of different day/night temperatures on the germination of *Bupleurum falcatum* L. seeds

Temperature (°C)		Germination Rate (%)	Days to 50% of Final Germination Rate (T-50)
Day	Night		
16	12	54.4d*	13.6b
20	12	71.9bc	15.1a
20	16	72.5bc	8.8d
24	12	77.5ab	15.8a
24	16	75.0abc	8.4d
24	20	70.6bc	12.1c
28	12	63.8cd	15.1a
28	16	86.9a	11.7c
28	20	81.9ab	11.7c
28	24	24.4e	15.3a

*Means with the same letter within each column are not significantly different at 5% level by Duncan's New Multiple Range Test.

差處理之發芽率普遍高於以日溫或夜溫之恆溫處理，而到達 T50的時間亦有縮短的現象，顯示日夜溫差較利於柴胡之發芽。此與 Davis [11] 及Naylor *et al.* [13] 在其他種子發芽試驗之結果相類似。但是以日溫28°C、夜溫24°C之組合，其發芽及發芽勢 (T50) 仍然不理想。此外以夜溫12°C之各組合，其到達 T50之時間普遍延長，且與日溫16°C之組合，發芽率明顯的低於 16°C之恆溫處理 (表 1)，顯示低夜溫不利於柴胡之發芽。夜溫16°C之各處理組合表現良好，尤與日溫20°C及24°C之組合，到達T50之時間僅須8.4—8.8天，最爲快速，而與日溫 28°C之組合，雖然 T50略長於 16°C之恆溫處理，但其發芽率高達86.9%，顯著優於其他之組合，另外日溫 28°C與夜溫 20°C之組合，其發芽率亦高達81.9%，明顯的高於28或20°C之恆溫處理 (表 1)。綜合上述，可知日夜溫差在12—8°C，而夜溫爲16—20°C，對於柴胡發芽有明顯的促進作用。其促進機制可能在於溫差變化促使膜之通透性改良 [12]，而在較適之溫度中 (18°C或20°C) 發芽。

(2) 硝酸鉀、激勃素與細胞分裂素對柴胡發芽之影響：

硝酸鉀可促進某些繖形科植物之種子發芽 [8]，本研究以硝酸鉀0.2%及1.0%溶液代替蒸餾水添加於培養皿中，其結果如表 4 所示，硝酸鉀對於柴胡發芽有不良的影響，且其不良影響隨著濃度或溫度的升高而更加明顯，顯示柴胡種子應用硝酸鉀處理似無必要。

激勃素 (GAs) 在突破種子生理性及胚形態休眠上應用頗爲廣泛，而細胞分裂素 (Cytokinins)

Table 4. Infuence of temperature and concentrations of potassium nitrate on the germination of *Bupleurum falcatum* L. seeds

KNO3 (%)	Temperature (°C)				
	12	16	20	24	28
0.0	57.5bc*	80.0a	65.6b	21.9e	5.6fg
0.2	53.1bc	63.8bc	61.3bc	8.8fg	0.6g
1.0	38.1d	54.4bc	11.9ef	0.0g	0.0g

*Means with the same letter across temperature and concentration treatments are not significantly different at 5% level by Duncan's New Multiple Rnage Test.

在此方面並無太大的功效，但是當種子內部存在離層酸 (ABA) 之類似物質時，細胞分裂素之使用却是必要的 [5,7]。本研究使用激勃素 (GA_3) 1000, 500ppm 及細胞分裂素 (Kinetin) 100、50、10ppm單獨或混合浸種。由於細胞分裂素僅溶於强酸或强驗中，爲避免酸鹼值影響柴胡之發芽，因此，以NaOH 或 HCl調整蒸餾水之pH值，進行酸鹼度對柴胡種子發芽之試驗，結果如表 5 所示，柴胡

Table 5. Influence of different pH values on the germination of germination of *Bupleurum falcatum* L. seeds

Character	pH							
	2	3	4	5	6	7	8	9
Germination Rate (%)	0c*	70.0b	72.5ab	77.5ab	76.9ab	76.9ab	81.9a	75.0ab
Days to 50% of FinalGerm. Rate	—	10.0a	9.7a	9.9a	9.5a	10.2a	9.1a	9.7a

*Mean with the same letter within each row are not significantly different at 5% level by Duncan's New Multiple Range Test.

種子在 pH 值 4 — 9 間之酸鹼度中，其發芽並無明顯差異，顯示柴胡在弱酸至微鹼的環境中均可順利發芽。激勃素及細胞分裂素溶液之 pH 值依此結果調整爲4.5—5.0之間。將消毒，清洗後之柴胡種子於 16°C 下不同濃度組合之溶液中（表 6）浸泡24小時之後在 16°C 下培養，其結果如表 6，激勃素處理效果不彰，而細胞分裂素之使用，在高濃度下 (100, 50ppm) 有明顯不良影響。且細胞分裂素 (100ppm) 與激勃素 (1000、500ppm(之組合，其影響似乎更爲不利。由上顯示，柴胡之發芽不整齊現象，內生荷爾蒙可能不是一個主要限制因素。柴胡可能之發芽抑制物質可經由流水浸種被洗濯出來，已如前述，將流水浸種後之種子給予GA_3不同濃度浸泡處理，其結果如表 7，表 7 中 GA_3單獨處理之效果仍然不彰，而經流水浸種處理 6 天後應用GA_3 100ppm浸泡，其發芽初期較爲快速，而GA_3 1000ppm處理則有延長T_{10}的現象。但前文中述及因 6 天流水浸種後發芽率降低的現象，可由 GA_3 浸泡處理提昇，顯示GA_3在種子活力增强的效果。

（3）低溫層育對於柴胡胚發育及發芽之影響：

低溫層育 (0—4°C) 處理對柴胡發芽已有初步成效 [4]，本次試驗結果更證明低溫層育可明顯促進柴胡胚發育及快速的芽發（表 8）。Bryant [9] 指出低溫層育 (5°C以下)促使繖形科之*Heracleum sphondylium* 未成熟胚快速成熟，Simmands *et. al* [15] 亦指出低溫層育可增加糖槭 (*Acer sacch-*

Table 6. Influence of GA-3 and kinetin on the germination of *Bupleurum falcatum* L. seeds

Conc. (ppm) of GA-3	Conc. (ppm) of kinetin	Germination Rate (%)	Days to 10% of Final Germ. Rate	Days to 50% of Final Germ. Rate
0	0	77.5a*	6.73ab	9.15bcd
0	10	79.4a	6.12b	8.73cd
0	50	60.6cde	6.73ab	10.00ab
0	100	61.9bcde	6.80ab	10.01ab
500	0	76.3ab	6.06b	9.13bcd
500	10	66.3abcd	6.12b	8.37d
500	50	68.0abcd	6.62ab	9.38bc
500	100	51.3e	6.97a	10.57a
1,000	0	74.4abc	6.32ab	8.67cd
1,000	10	70.6abc	6.30ab	8.50cd
1,000	50	69.4abc	6.06b	8.73c
1,000	100	55.0de	7.04a	d9.98ab

*Means with the same letter within each column are not significantly different at 5% elvel by Duncan's New Multiple Range Test.

Table 7. Effect of pre-soaking and GA-3 treatments on the germinatio of *Bupleurum falcatum* L. seeds

Days of Presoaking	Days of GA-3 Treat. 100ppm	Days of GA-3 Treat. 1,000ppm	Germination Temp. (°C)	Days to 10% Final Germ. Rate	Days from T-10 to T-50	Germination Rate (%)
0	0	0	16	5.84a*	2.82ab	75.0abc
0	0	0	24	6.24a	3.20a	59.4def
0	1		16	5.75a	2.32ab	63.8cdef
0	1		24	6.34a	3.23a	53.0f
0		1	16	5.83a	2.71ab	67.5bcde
0		1	24	6.27a	3.14a	56.3ef
6	0	0	16	3.81b	1.68b	66.9bcde
6	0	0	24	2.78c	2.62ab	68.8abcd
6	1		16	2.32c	1.80b	76.9ab
6	1		24	2.05c	2.26ab	73.8abc
6		1	16	4.30b	1.86b	81.3a
6		1	24	4.24b	2.33ab	73.1abc

*Means with the sanme lettter within each c olumn are not sigfiicantly different at 5% level by Duncan's New Multiple Range Test,

arum) 胚軸的生長潛力 (growth potential)，糖槭之胚軸於 5°C 層育 10天後即逐漸的生長。柴胡種子經低溫層育處理其胚長度，在初期（1—2 星期）並無增加，但 3 星期後即有明顯的差異，尤其後期呈現快速的成長。經 8 星期層育後，其胚長度增爲對照之 3 倍左右。柴胡之發芽速度，一般而言，亦因層育的延長而加快；經過 1—2 星期層育之柴胡種子，雖然胚長度並無增加，但發芽速度仍然優於對照組，而 8 星期層育處理後，培養至最終發芽總數 9/10 (T90) 的時間僅需 4 天左右，較對照之15天 (16°C與24°C之平均) 明顯快速。此外，亦較對照組由培養至發芽初期 (T10) 所需要的時間 (6.5天) 短，顯示經長期低溫層育者已至發芽未了，而未經處理者却尚未發芽。前已述及柴胡之發芽溫度以16°C較爲恰當，20°C以上則有延遲發芽的現象，比較低溫層育種子在16°C與24°C之發芽速度發現，經 3 星期以上之層育種子在發芽初期 (T10) 不但不受高溫抑制，反有被促進的現象；8 星期層育處理者在 24°C下，其 T10 僅需0.4天而在16°C下却達0.9天，差異顯著。但隨著培育時間的延續，高溫不利發芽的現象又逐漸顯示出來，除了最終發芽率遍普低於16°C者外，其到達T90的時間亦有較長的趨勢。顯示高溫在基本上不利於柴胡發芽，但却可促進較長期層育種子早日發芽。此外，低溫層育亦可增進柴胡之發芽率（表 8），此與Thaphliyal*et. el.* [16] 謂低溫層育 (3—9°C) 可提高雪

Table 8. Effect of durations of cold stratification on the embryo development and germination of *Bupleurum falcatum* L. seeds

Stratification Period (week)	Embryo Length* (mm)	Germination Rate (%)**		Days to % of Final Germination Rate**					
				10(T-10)		50(T-50)		90(T-90)	
		16°C	24°C	16°C	24°C	16°C	24°C	16°C	24°C
0	0.46d	75.0abc	66.3c	6.4a	6.7a	9.0ab	9.3a	13.4b	16.7a
1	0.43d	80.6ab	68.8bc	5.1c	6.0b	7.3c	8.6b	11.3cd	12.6bc
2	0.47d	85.0a	75.6abc	4.3d	4.9c	6.7c	7.3c	10.9cd	10.5de
3	0.62c	77.5abc	73.8abc	3.8e	3.2f	5.8d	5.6d	8.0fg	9.1ef
4	0.79b	81.3ab	77.5ab	2.6g	2.1h	3.9e	4.1e	6.3h	7.5gh
6	0.82b	76.3c	67.5bc	2.4gh	2.4gh	4.3e	3.9e	6.4gh	7.0gh
8	1.48a	65.0c	64.4c	0.9i	0.4j	1.9f	1.7f	4.0i	4.0i

*Embryo length was measured after stratification, means with the same letter are not s ignificantly different at 5% level by Duncans New Multiple Range Test.

**For germination rate and days to % of final germination rate, means with the same letter across temperature treatments (16 and 24°C) are not significantly different at 5% levll by Duncan's New Multiple Range Test.

松 (*Cedusdeocara*) 之發芽率及發芽速度之結果相類似。但柴胡種子經 6—8 星期層育處理後，其發芽率有降低的現象，此與黃等 [4] 結果類似，顯示長期之層育處理會影響種子之活力，其原因可能與層育時之高濕環境及層育前之種子消毒不够徹底而導致發霉有關。

結 論

柴胡種子發芽不整齊造成栽培管理不便，因此柴胡發芽勢之改良實屬必要，經由各種處理發現，日夜溫差較利於柴胡發芽，於夜溫16—20°C而溫差12—8°C之條件下發芽情形雖爲良好而低溫 (12°C 或以下) 較不適宜，顯示柴胡適當播種期在秋末冬初或冬末春初。柴胡發芽勢可經由長期低溫乾燥貯

arum) 胚軸的生長潛力 (growth potential)，糖槭之胚軸於 5°C 層育 10天後即逐漸的生長。柴胡種子經低溫層育處理其胚長度，在初期（1—2 星期）並無增加，但 3 星期後即有明顯的差異，尤其後期呈現快速的成長。經 8 星期層育後，其胚長度增爲對照之 3 倍左右。柴胡之發芽速度，一般而言，亦因層育的延長而加快；經過 1—2 星期層育之柴胡種子，雖然胚長度並無增加，但發芽速度仍然優於對照組，而 8 星期層育處理後，培養至最終發芽總數 9/10 (T90) 的時間僅需 4 天左右，較對照之15天 (16°C與24°C之平均) 明顯快速。此外，亦較對照組由培養至發芽初期 (T10) 所需要的時間 (6.5天) 短， 顯示經長期低溫層育者已至發芽未了，而未經處理者却尚未發芽。前已述及柴胡之發芽溫度以16°C較爲恰當，20°C以上則有延遲發芽的現象，比較低溫層育種子在16°C與24°C之發芽速度發現，經 3 星期以上之層育種子在發芽初期 (T10) 不但不受高溫抑制，反有被促進的現象；8 星期層育處理者在 24°C下，其 T10 僅需0.4天而在16°C下却達0.9天，差異顯著。但隨著培育時間的延續，高溫不利發芽的現象又逐漸顯示出來，除了最終發芽率遍普低於16°C者外，其到達T90的時間亦有較長的趨勢。顯示高溫在基本上不利於柴胡發芽，但却可促進較長期層育種子早日發芽。此外，低溫層育亦可增進柴胡之發芽率（表 8），此與Thaphliyal*et. el.* [16] 謂低溫層育 (3—9°C) 可提高雪

Table 8. Effect of durations of cold stratification on the embryo development and germination of *Bupleurum falcatum* L. seeds

Stratification Period (week)	Embryo Length* (mm)	Germination Rate (%)**		Days to % of Final Germination Rate**					
				10(T-10)		50(T-50)		90(T-90)	
		16°C	24°C	16°C	24°C	16°C	24°C	16°C	24°C
0	0.46d	75.0abc	66.3c	6.4a	6.7a	9.0ab	9.3a	13.4b	16.7a
1	0.43d	80.6ab	68.8bc	5.1c	6.0b	7.3c	8.6b	11.3cd	12.6bc
2	0.47d	85.0a	75.6abc	4.3d	4.9c	6.7c	7.3c	10.9cd	10.5de
3	0.62c	77.5abc	73.8abc	3.8e	3.2f	5.8d	5.6d	8.0fg	9.1ef
4	0.79b	81.3ab	77.5ab	2.6g	2.1h	3.9e	4.1e	6.3h	7.5gh
6	0.82b	76.3c	67.5bc	2.4gh	2.4gh	4.3e	3.9e	6.4gh	7.0gh
8	1.48a	65.0c	64.4c	0.9i	0.4j	1.9f	1.7f	4.0i	4.0i

*Embryo length was measured after stratification, means with the same letter are not s ignificantly different at 5% level by Duncans New Multiple Range Test.

**For germination rate and days to % of final germination rate, means with the same letter across temperature treatments (16 and 24°C) are not significantly different at 5% levll by Duncan's New Multiple Range Test.

松 (*Cedusdeocara*) 之發芽率及發芽速度之結果相類似。但柴胡種子經 6—8 星期層育處理後，其發芽率有降低的現象，此與黃等 [4] 結果類似，顯示長期之層育處理會影響種子之活力，其原因可能與層育時之高濕環境及層育前之種子消毒不够徹底而導致發霉有關。

結　論

柴胡種子發芽不整齊造成栽培管理不便，因此柴胡發芽勢之改良實屬必要，經由各種處理發現，日夜溫差較利於柴胡發芽，於夜溫16—20°C而溫差12—8°C之條件下發芽情形雖爲良好而低溫 (12°C或以下) 較不適宜，顯示柴胡適當播種期在秋末冬初或冬末春初。柴胡發芽勢可經由長期低溫乾燥貯

藏，流水浸種及低溫層育而加以改良，其中以低溫層育效果最佳，而以流水浸種處理所需時間較短。硝酸鉀、激餾素及細胞分裂素之使用似無必要。柴胡可在 pH 值 4 至 9 之環境中發芽，然而栽培柴胡以何種酸鹼值之土壤爲佳，應另行探討。

致　謝

本文承蒙劉大江博士、王强生先生斧正，資料分析蒙蕭柊瓊小姐協助，特此致謝。

參 考 文 獻

1.中藥大辭典・1978・昭人出版社・臺中・pp. 2816～2825.

2.邱年永・1973・藥用植物栽培法・大學圖書出版社・臺北・pp. 204～209.

3.郭華仁・1985・充實期環境因素與成熟種子發芽能力・科學農業 33（1—2）：9—13。

4.黃漢津、胡敏夫、劉新裕・1986・藥用植物種子形態與發芽研究・中華農業研究 35：449—459

5.楊秋忠・1973・種子休眠及發芽與植物荷爾蒙相互作用之關係・科學農學業 21（11—12）：375—381。

6.賴榮祥・1984・柴胡・胸脇苦滿與肝炎。臺北醫學院演講稿。

7.劉景平、朱鈞・1983・從分子觀點解釋荷爾蒙及其他化學物質對於解除種子休眠之作用・科學農業 31（1—2）：39—43。

8. Atwater, B. R. 1980. Germination, dormancy and morphology of the seeds of herbaceous ornamental plants. Seed Sci. & Technol. 8 : 523-573.

9. Bryant, J. A. 1985. Maturation of the embryo. *In* : Seed Physiology (Ed. by Bryant, J. A.). p. 21. Edward Amold Co., Ltd. London.

10. Coolbear, P., D. Grierson and W. Heydecker. 1980. Osmotic presowing treatments and nucleic acid accumulation in tomato seeds (*Lycopersicon lycopersicum*). Seed Sci. & Technol. 8 : 289-303.

11. Davis, W. E. 1930. Primary dormancy, after-ripening, and the development of secondary dormancy in embryos of *Ambrosia trifida*. Amer. J. Bot. 17 : 58-76.

12. Hendricks, S. B. and R. B. Taylorson. 1975. Variation in germination and amino acid leakage of seeds with temperature related to membrane phase change. Plant Physiol. 53 : 7-11.

13. Naylor, R. E. L. and A. F. Abdalla. 1982. Variation in germination behavious. Seed Sci. & Technol. 10 : 67-76.

14. Nord, E. C. and G. R. V. Atta. 1960. Saponin——A seed germination inhibitor. Forest Sci. 6(4) : 350-353.

15. Simmonds, J. A. and E. B. Dumberoff. 1974. High energy charge as a requirement for axis elongation in response to gibberellic acid and kinetin during stratification of *Acer saccharum* seeds. Plant Physiol. 53 : 91-95.

16. Thapliyal, R. C. and B. N. Gupta. 1980 Effect of seed source and stratification on the germination of deodar seed. Seed Sci. & Technol. 8 : 145-150.

Studies on the Improvement of Seed Germination of *Bupleurum falcatum* L.[1]

H. C. Huang and S. Y. Liu[2]

Summary

Bupleurum falcatum L. is an important medicina species under the family of Umbelliferae. Physiological immature embryo in the seeds of this family generally require an after-ripening period to germinate. The purposes of this experiment were to find ways to improve the germinating vigor of this species. Optimal temperatures for the germination of *B. falcatum* L. seeds were 16°C followed by 20°C. Germination rates at the two temperateurs were 80 and 65.5% and days needed to 50% gemination of final rates (T-50) were 10.9 and 10.5, respectively. Alternating day/night temperatures accelerated seed germination. Night temperature of 16 or 20°C and difference between day and night temperatures of 8 and 12°C were particularly effective. Presoaking seeds in running tap water for 4 days could increase germination rate singificantly at 24°C, presumably the result of leaching out some inibitory substances from the seeds. Soaking the seeds in GA-3 (500 or 1,000ppm) and/or kinetin (10, 50 or 100ppm) solutions or addition of potassium nitrate (0.2 or 1.0%) to the germination medium showed no positive effect on the germination performance of *B. falcatum* seeds. Cold stratification at 0—4°C, on the other hand, was of prominent importance in improving seed germination. After eight-week cold stratification, embryo length was three times longer than that of the untreated check treatment and time needed to reach T-90 was only 4 days, or 11 days shorter than the check. Cold stratification for eight weeks also enable seeds to germinate even at the unfavorable high temperature of 24°C. Germination rate also increased as a result. The most suitable duration of cold stratification was found to be four weeks.

1. Contribution No. 1359 from Taiwan Agricultural Research Institute.

2. Research assistant and agronomist, respectively, Department of Agronomy, TARI, Wufeng, Taichung Hsien 41301, Taiwan, ROC.