

播種前低温, GA₃ 및 光處理가 柴胡의 發芽에 미치는 影響

姜晉鎬* · 金東一* · 柳沃炅* · 金恩實* · 金榮光**

Effect of Seed Pretreatment with Chilling, GA₃ and Light on *Bupleurum falcatum* Germination

Jin Ho Kang*, Dong Il Kim*, Ok Gyeong Ryu*,
Eun Sil Kim* and Yeung Gwang Kim**

ABSTRACT: In the cultivation of *Bupleurum falcatum*, one of the problems to surmount is long-term germination period and unstable germination. This experiment was done to examine the effect of GA₃ concentration [0(water), 0.01, 0.1mM], chilling, their treatment period [2, 4, 8 days(GA₃) : 0, 2, 4 weeks (chilling)] and light quality (red, white, dark) given during the period as pretreatment before sowing on the seed germination of its two cultivars (cv. Jaerae, cv. Jangsu). Light treatment was given during all the periods of GA₃ treatment or for 0, 2, 4 days at the end of the chilling treatment.

There was no difference in the mean germination rate between the levels of all the treatments except the GA₃ concentration meaning that water imbibition and GA₃ treatment had the same effect. As light quality treatment during the water imbibition was forced, the mean germination rate of Jaerae, 2 to 4 days imbibition period or red light was more increased or accelerated compared to the other levels of the same treatment, respectively. The rate of Jaerae not affected by the light quality was the greatest in the 2 days water imbibition while the rate of Jangsu was the greatest when water-imbibed for 4 days or treated by red light. No chilling before sowing showed the highest rate due to the light quality and white light forced after sowing had greater rate than the dark treatment. Although there was no difference between the rates of light quality treatment levels in the condition of no chilling before sowing and white light treatment after sowing, the rate of Jangsu was enhanced or accelerated only under illumination during 2 days water imbibition before sowing.

Key words : *Bupleurum falcatum*, Germination, Prechilling, Light quality, GA₃.

柴胡는 뿌리를 건조하여 生藥劑로 이용되는 傘形科의 다년생 초본식물로, 뿌리에는 fatty acid, saikoside A, B, C, saponin 계통의 성분들이 함유되어 있어 解熱, 解毒, 鎮靜, 痛症緩和, 抗 vi-

rus 등의 약리작용으로 漢方에서는 중요한 生藥劑의 하나로 취급되고 있다^{4,5)}.

현재 시호는 國內產과 外國產의 輸出入이 동시에 이루어지고 있으나 國內產의 輸出單價가 外國

* 慶尙大學校 農學科 (Dept. of Agronomy, Gyeongsang Nat'l. University, Chinju 660-701, Korea)

** 慶南農村振興院 (Gyeongnam Provincial RDA, Chinju 660-370, Korea)

〈'97. 2. 19 接受〉

産의 輸入單價에 비하여 거의 10배에 달하는 것으로 집계되고 있어서 高附加 價値를 가진 作物으로 인식되고 있다. 그러나 高附加와 競爭力을 더욱 향상시키기 위하여는 재배의 省力化와 함께 재배 과정에서 빈번하게 부딪히는 發芽不良에 의한 立苗 失敗를 극복하여야만 할 것이다⁸⁾.

발아에 크게 영향을 미치는 種子休眠은 온도, 수분 및 광 등 外部 環境要因이 종자 발아에 부적절하기 때문에 일어나는 他發的 休眠과 胚, 種皮 등 종자 자체가 가지고 있는 缺陷으로 인하여 일어나는 自發的 休眠으로 구분할 수 있으며, 他發的 休眠은 종자발아에 영향을 주는 外的 要因들을 적절히 조절할 수 있다면 발아될 수 있고 自發的 休眠은 발아를 유도하기 위한 인위적 처리가 필요하다^{2,3)}. 종자 자체에 의한 自發的 休眠은 未成熟 胚 또는 胚의 형태는 완전하나 胚乳에 저장된 물질을 이용하지 못함으로서 後熟을 필요로 하거나 種皮의 機械的 抵抗으로 인한 수분, 산소의 不透過性 또는 胚와 種皮에 존재하는 發芽 抑制物質에 의하여 일어난다고 할 수 있다³⁾.

시호 종자는 登熟期間이 50일 이하일 경우 발아는 거의 일어나지 않으며, 60일과 70일에서의 발아율은 각각 70와 80%로 登熟期間에 따라 많은 차이를 보이는 것으로 보고되고 있다⁴⁾. 登熟期間에 따른 이러한 시호의 발아율 변화는 胚乳는 형성되나 胚가 없는 無胚種子¹²⁾ 또는 胚乳가 완전히 형성되었다 하더라도 未成熟胚가 주요한 원인으로 未成熟胚의 성장을 위하여 약 5개월의 後熟을 요하고 光發芽 種子라고 하나 파종 전의 종자처리 조건에 따라 광에 대한 발아반응은 다른 것으로 알려져 있다^{6,9,10,13)}.

한편 시호 종자의 休眠은 未成熟胚 뿐만 아니라 胚가 완전히 형성되었다라도 種皮의 機械的 抵抗으로 산소의 공급이 제한되기 때문에 일어나며¹⁴⁾ 未成熟胚의 成熟 또는 休眠打破를 위하여는 4~8 주간의 低溫 또는 層積處理를 요하는 것으로 알려져 있다^{4,6,10)}. 그러나 파종 전의 이러한 처리들은 처리기간이 긴 단점 때문에 未成熟胚의 後熟과 發芽促進을 위하여 生長調節劑 GA(gibberellin)이 많이 이용되고 있다. 그러나 저온 또는 GA 처리와 처리기간중 주어지는 光質과 日長 등 光條件에

따라 발아율은 크게 영향을 받는 것으로 요약되고 있다^{9,13)}.

최근 영남농업시험장에서 根重收量이 많은 '장수시호'를 育成·品種으로 등록¹⁵⁾한 바 있으나, 재래시호와 마찬가지로 立苗 不良, 즉 발아가 저조한지에 대하여는 검정된 바 없다. 따라서 신품종 장수시호의 발아율과 발아율 향상에 관한 정보를 제공하고자 파종 전 저온 또는 GA₃ 처리시 주어지는 光條件이 시호의 발아율에 어떤 영향을 미치는가를 검토하기 위하여 本試驗을 실시하였다.

材料 및 方法

本試驗은 1996년 3월부터 10월까지 慶尙大學校 農學科 工藝作物學實驗室에서 種子發芽床을 이용하여 실시되었다. 시험에 이용된 종자는 嶺南農業試驗場으로부터 1995년 10월에 70일 이상 登熟된 종자를 분양받아 精選를 통하여 小粒種子 또는 異物質을 제거한 후 -5℃로 조절된 냉동고에 보관하였다. 발아 시험은 직경 9cm의 petri dish에 吸濕紙 1매를 깔고 발아 전 아래의 試驗內容과 같이 처리된 종자를 발아 최적온도 20℃⁶⁾로 고정된 발아상에 置床한 후 매일 수분을 공급하는 방법으로 수행하였다. 기타 試驗節次는 AOSA¹⁾ 또는 ISTA⁷⁾ rule에 준하여 실시하였다.

시호 품종 중에서 최근 嶺南農業試驗場에서 육성된 장수시호와 재래시호를 供試한 후 2개 항목으로 분리하여 시험을 수행하였다. 시험 1은 2개의 供試品種에 가해지는 播種 前 光質과 GA₃ 처리에 따른 발아율 변화를 조사하고자 GA₃ 0(無處理), 0.01, 0.1mM에 2, 4, 8日間 浸漬하는 동안 일일 12시간으로 赤色光과 白色光 그리고 빛이 없는 暗狀態의 3수준으로 光質을 구분·처리한 후 20℃ 恒溫의 暗狀態에서 실시하였다. 시험 2는 各 供試品種에 0, 4, 8주 동안 3℃의 低溫處理를 가하고 저온처리가 끝날 무렵에 0(無處理), 2, 4일 동안 시험 1과 같이 光質處理를 가한 후 씨비닐과 관행적인 파종간의 발아율 차이를 알고자 置床 後 光質을 1일 12시간의 白色光과 暗狀態의 2수준으로 고정·처리하였다. 이상의 光質處理에서 赤

色光은 頂點이 656nm이고, half band가 10nm인 filter(Melles Griot Co., USA)를 原形의 halogen lamp에 부착하여 처리하였는데 光度는 15~20 $\mu\text{E m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 이었던 반면, 白色光은 halogen lamp를 그대로 사용하였으며 光度는 45~60 $\mu\text{E m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 이었다.

幼根 (radicle)이 1mm 이상 돌출한 것을 발아 개체로 하여 置床 後 30日까지 매일 발아수를 조사하였으며, 처리수준간에 통계분석을 실시하여 조사기간 내내 처리수준간 유의성이 없거나 또는 차이가 현저한 要因을 제외하는 방법으로 시험결과를 분석하였다.

Table 1. Analysis of variance on percent germination of *Bupleurum falcatum* seed as affected by its cultivars, light quality, GA₃ concentration and treatment period

Parameters	Percent germination on days after sowing					
	10	14	18	22	26	30
Cultivars	**	**	**	**	**	**
Light quality	ns	ns	**	**	**	**
Concentration of GA ₃ [↓]	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Imbibition period [♯]	ns	*	**	**	**	**

ns, *, ** Nonsignificant or significant at 0.05 and 0.01 probability, respectively.

[↓] GA₃ concentration: 0, 0.01, 0.1mM.

[♯] Imbibition period; 2, 4, 8 days.

Table 2. Percent germination of *Bupleurum falcatum* seed as affected by its cultivars, light quality and period of water imbibition before sowing

Parameters	Days after sowing					
	10	14	18	22	26	30
.....% germination						
Cultivars (C)						
Jaerae	0.6	10.4	28.2	34.6	49.1	53.2
Jangsu	0.1	3.6	13.6	27.4	37.4	42.7
LSD.05	0.3	2.4	4.0	4.5	4.0	3.8
Light quality (L)						
Red	0.5	9.1	24.5	35.3	48.5	51.5
White	0.3	6.2	20.7	29.7	40.7	46.1
Dark	0.2	5.6	17.6	28.2	40.8	46.4
LSD.05	ns	2.9	4.9	5.5	5.0	4.7
Imbibition (I; days)						
2	0.2	8.2	23.8	36.1	53.2	60.5
4	0.5	7.8	23.2	34.7	49.0	53.7
8	0.3	4.9	15.6	22.2	27.6	29.7
LSD.05	ns	2.9	4.9	5.5	5.0	4.7
C × L	*	ns	**	**	**	**
C × I	ns	*	*	*	**	**
L × I	ns	ns	ns	*	**	*
C × L × I	ns	ns	ns	*	ns	ns

ns, *, ** Nonsignificant or significant at 0.05 or 0.01 probability, respectively.

結果 및 考察

1. 播種前 GA₃와 光質의 同時處理 效果

시호의 各供試品種 種子에 置床 前 GA₃ 처리 농도(0, 0.01, 0.1 mM)와 침지기간(2, 4, 8일)을 달리하면서 光質處理(赤色光, 白色光, 暗)를 할 경우의 발아율을 처리요인별로 분석한 분산분석표는 표 1과 같다. 치상 10일 후부터 30일까지 4일 간격으로 분석한 各供試品種, GA₃의 처리기간 중 光質과 GA₃ 침지기간별 수준간에 일부 또는 전부 유의성이 있었던 반면, GA₃ 농도간에는 조사일 모두 차이가 없어 발아율을 향상시키기 위한 종자처리의 일환으로서 光質處理로는 물로 침지하는 것이 경제적인 것으로 보인다.

이상의 분석결과 공시품종의 종자에 GA₃ 처리를 가하지 않은 상태, 즉 물을 이용한 침지 과정 중 가해지는 光質과 처리기간의 各要因別 平均發芽率을 분석한 것은 표 2와 같다. 光質과 침지기간에 따른 各供試品種의 발아율은 장수시호보다는 재래시호에서 높은 것으로 나타났다. 종자를 물에 침지할 때 照射된 光源의 영향으로서 置床 14日 後부터 상호 비슷한 발아반응을 보인 白色光과 빛을 처리하지 않는 暗狀態보다는 赤色光에서 발아율이 향상·촉진되는 경향이 있었다. 한편 光質處理가 가해지는 침지기간의 영향으로서 치상 14일 후부터 2~4일간 물로 침지하면서 光質處理를 가한 것에 비하여 同一 處理를 8일간 가한 경우 발아율은 현저히 감소되었다.

GA₃ 처리 有無 또는 처리농도간의 발아율에 차이가 없는 것으로 나타난 本 試驗結果는 GA₃를 처리하지 않은 것에 비하여 GA₃를 처리한 것에서 발아율이 향상된다는 Lee & Kim의 보고¹²⁾와 상반된 것으로 本 試驗에서 행한 GA₃ 침지 중의 光質處理가 GA₃ 효과를 상쇄한 것으로 보인다. 따라서 시호의 발아율 향상을 위하여 많이 이용되고 있는 GA₃ 이외의 성장조절제 또는 priming 처리¹²⁾에 비하여 2~4일간 물로 침지하면서 赤色光 處理를 가하는 것이 발아율을 더욱 향상시킬 수 있는가에 관하여는 추후 검토가 요망된다.

공시품종과 침지 중의 光質, 공시품종과 침지기간 상호작용(표 2)이 있어 이들 요인별 처리수준에 따른 발아율 변화는 그림 1과 같다. 재래시호는 침지기간 중 가해지는 光質의 영향은 없었던 반면, 장수시호는 赤色光 處理로 발아율이 향상되었다. 한편 재래시호는 2일간 처리할 경우 발아율이 약 75%로 나타났으나 처리기간을 8일로 연장

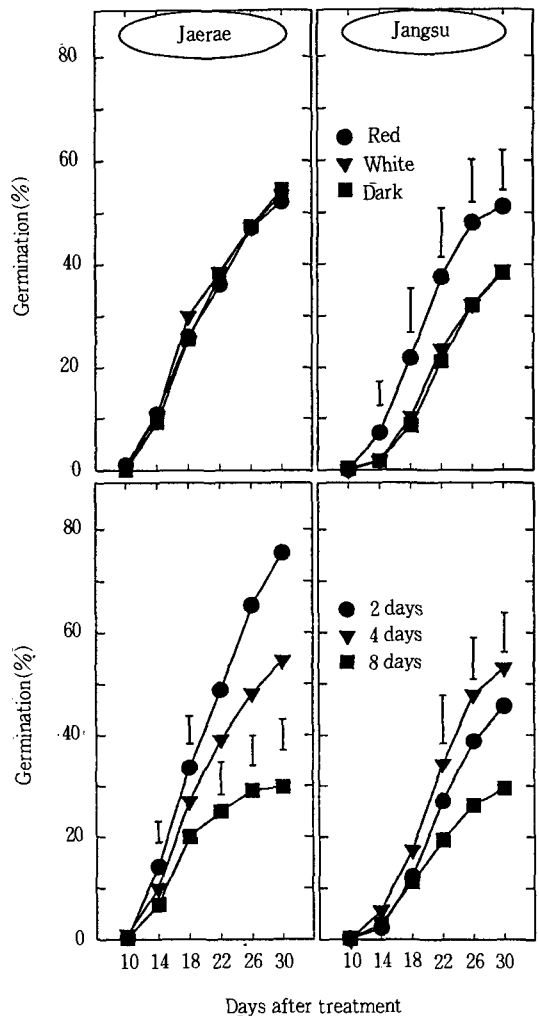


Fig. 1. Percent germination of *Buplerum falcatum* seeds as affected by its cultivars (Jaerae, left-sided; Jangsu, right-sided), light quality (tops) and period (bottoms) of water imbibition period before sowing. Vertical bars indicate significance at LSD.05 between the treatment means of the same day.

할수록 현저히 감소하였다. 장수시호는 4일간 처리할 경우 발아율이 가장 높았으나 재래시호에 비하여 처리기간에 따른 발아율 변화는 적어 光質處理가 가하여지는 상태에서 물에 침지하는 기간에 따라 시호품종의 발아반응은 다를 것으로 예상된다.

2. 低温處理와 低温處理 末尾 또는 後에 가하여지는 光質 效果

各 供試品種에 0, 4, 8주 동안 3℃의 저온처리를 가하고 저온처리가 끝날 무렵에 無處理, 2, 4일 동안 光質處理를 가한 후 발아과정에서 光 有無에 따른 각 요인의 수준별 발아율을 조사한 바 치상 전의 低温處理(A)와 치상 후의 光 有無(B)가 발아율에 미치는 영향은 그림 2와 같다. 置床 前의 저온처리는 저온처리를 가하지 않은 것에 비하여 저온처리를 가한 것에서, 그리고 저온처리기간을 연장할수록 발아율은 현저히 둔화되었으며 발아과정 중 光 有無의 영향으로는 치상 16일 후부터 暗狀態보다는 빛이 있는 상태에서 발아율이 향상되는 것으로 나타났다. 저온처리로 시호의 발아율이 향상된다는 Huang & Liu의 보고⁶⁾와 本 試驗 結果는 상반된 것으로 저온처리기간 중의 光 有無, 즉 低温處理 末尾에 가하여진 光質이 영향을 미친 것으로 보인다. 한편 치상 후의 발아반응으로서 暗狀態보다는 白色光, 즉 빛이 있는 조건에서 발아가 원활한 것이 포장에서 출현을 증가로 이어질 것인가는 추후 검토가 요망된다 할지라도 복토에 의하여 赤色光이 현저히 차단되거나¹⁶⁾ 暗狀態인 既存의 散播 또는 條播보다는 빛이 그대로 유입되는 씨비닐을 이용한 파종으로 입묘율은 오히려 향상될 것으로 예측된다.

치상 전 저온처리를 가하지 않고 치상 후 白色光 처리를 가한 상태에서의 供試品種, 光質 및 光質處理期間이 발아율에 미치는 영향은 표 3과 같다. 光質에 따른 발아율의 차이는 없었지만 재래시호가 장수시호에 비하여 현저히 높고, 저온처리 후 2일간 光質을 처리할 때 가장 높은 경향을 보였다.

한편 이들 요인간의 상호작용은 대체로 供試品種과 光質處理期間간에만 있는 것으로 분석되어

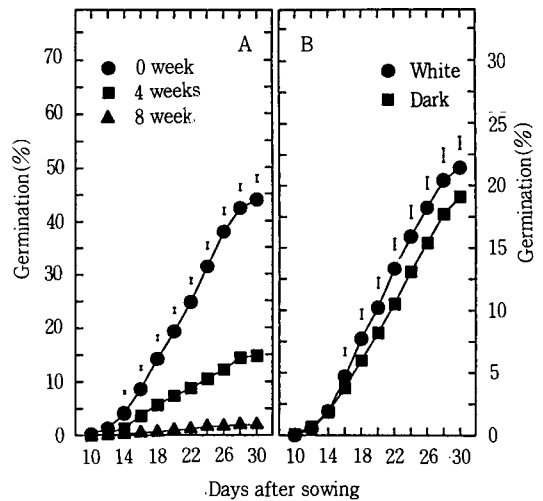


Fig. 2. Effect of chilling before sowing (A) and lightening during germination (B) on percent germination of *B. falcatum* seeds. Light quality treatments for non, 2 or 4 days at the end of pre-chilling were given on the chilling seeds but white light or dark treatment was during germination. Vertical bars indicate significance at LSD, 0.05 between the treatment means of the same day.

이들 2요인들의 처리수준에 따른 발아율을 그림 3으로 표시하였다. 재래시호의 발아율은 치상 26일 후부터는 光質處理를 가하지 않은 것에서 발아율이 가장 높았던 반면, 장수시호의 발아율은 光質處理를 가하지 않은 것에서 가장 낮고 2일간 光質處理를 가한 것에서 가장 높은 것으로 나타났다.

시호 종자는 暗狀態에서 5개월의 저온처리로 발아율이 향상되는 것으로 알려져 있다고 하나¹⁰⁾ 저온 또는 파종 전후의 光質處理에 의한 이상의 시험결과와 파종 전 종자에 가해지는 조건과 光質에 따라 柴胡屬 植物의 발아는 현저한 영향을 받는다는 Madakadze et al.의 보고¹³⁾로부터 시호의 발아율 향상을 위한 종자처리 중에서 앞서 설명한 GA₃ 처리와 마찬가지로 長期間을 요하는 저온처리도 光處理로 대체될 수 있을 것으로 예측되나 이상의 시험결과가 재배에 적용이 가능한

Table 3. Percent germination of *Bupleurum falcatum* seed as affected by its cultivars, light quality and duration before sowing

Parameters	Days after sowing					
	10	14	18	22	26	30
.....% germination						
Cultivars (C)						
Jaerae	0.3	5.4	21.0	37.7	52.2	61.1
Jangsu	0.1	2.9	10.8	19.1	26.3	31.2
LSD.05	ns	1.3	2.9	3.6	4.2	3.9
Light quality (L)						
Red	0.3	4.1	15.2	29.3	39.6	45.7
White	0.2	4.7	18.1	29.4	41.1	48.8
Dark	0.1	3.7	14.5	26.3	37.1	44.1
LSD.05	ns	ns	3.5	ns	ns	ns
Light duration (days; D)						
0	0.4	2.7	11.8	26.2	37.8	46.8
2	0.3	5.7	17.3	30.4	41.2	49.4
4	0.0	4.1	18.7	28.5	38.7	42.2
LSD.05	0.2	1.6	3.5	4.5	ns	4.8
C × L	*	ns	ns	ns	ns	ns
C × D	*	ns	**	**	*	**
L × D	ns	ns	ns	ns	ns	ns
C × L × D	*	ns	ns	ns	ns	ns

ns, *, ** Nonsignificant or significant at 0.05 and 0.01 probability, respectively.

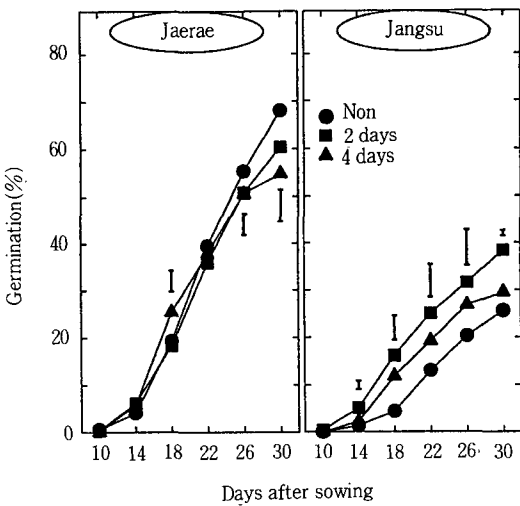


Fig. 3. Effect of cultivar and light treatment period before sowing on percent germination of *Bupleurum falcatum* seeds. Red, white light or dark treatment

was given for non, 2 or 4 days at the end of chilling treatment. Vertical bars indicate significance at LSD.05 between the treatment means of the same day.

가에 대하여는 포장상태에서의 검증이 요망된다. 종자내의 Phytochrome red (Pr)는 침지 상태에서 Phytochrome far-red (Pfr)로 전환된다는 Kendrick 등의 보고¹¹⁾와 시호의 발아율 향상을 위하여 파종 전에 가하여지는 GA₃ 또는 低温處理 效果는 GA₃ 또는 低温處理 末尾에 가하여지는 光 有無, 나아가 光質處理에 의하여 相殺되는 것으로 나타난 이상의 결과로부터 입묘의 안정화를 위하여는 파종 전 침지과정에서 주어지는 光 條件을 먼저 설정한 후 처리요인과 처리수준을 결정하여야만 할 것이다.

摘 要

산형과 약용작물인 柴胡의 재배에서 나타나는 문제점의 하나는 발아 불량에 의한 立苗 失敗라 할 수 있다. 따라서 파종 전 종자에 손쉽게 처리할 수 있는 방법을 모색하여 立苗率을 증진할 수 있는가에 대한 情報를 얻고자 재래시호와 최근에 육성된 장수시호를 供試하여 置床 前의 GA_3 처리[0(물), 0.01, 0.1mM(농도) : 2, 4, 8일(기간)] 또는 低溫處理期間(0, 4, 8週)에 가하여지는 光質處理(赤色光, 白色光, 暗)가 발아율에 미치는 영향을 조사하였던 바 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 요인별 평균 발아율은 供試品種, GA_3 침지기간 또는 光質處理에 의하여 영향을 받는 것으로 분석되었던 반면, 물과 GA_3 처리 또는 GA_3 처리농도간에는 차이가 없었다.
2. 물로 침지하면서 光質處理를 가할 경우 평균 발아율은 장수시호보다 재래시호에서 높았고, 2~4일간 침지하거나 침지과정 중 赤色光을 처리할 경우 발아가 향상·촉진되는 경향을 보였다.
3. 공시품종별 발아율에서 재래시호는 光質處理간에 차이가 없었으나, 2일간 물로 침지하면서 光質處理를 가할 경우 발아율이 가장 높았던 반면, 장수시호는 4일간 침지하면서 赤色光을 가할 경우 가장 높았다.
4. 치상 전 低溫處理를 가하지 않는 상태에서 光質處理를 할 경우 발아율이 가장 높았으며 발아과정에서는 暗狀態보다는 白色光에서 발아율이 향상되었다.
5. 低溫處理를 가하지 않은 경우 평균 발아율은 光質處理間 差異가 없고, 장수시호보다는 재래시호에서 높다고 할지라도 장수시호는 2일간 물에 침지시킨 후 발아과정에서 빛이 있어야 발아율이 향상될 것으로 보인다.

LITERATURE CITED

1. AOSA. 1981. Rules for testing seeds. In Copeland L.O.(ed.). J. Seed Tech. 6(2) :1-125.
2. Bewley J.D and Black M. 1982. The release of dormancy. pp. 126-193. In Bewley J.D and Black M.(eds.). Physiology and Biochemistry of Seeds in Relation to Germination. Springer-Verlag. New York, USA.
3. _____ and _____. 1994. Dormancy and the control of germination. p. 199-271. In Bewley J.D and Black M.(eds.). Seeds: Physiology of Development and Germination(2nd ed.). Plenum Press, 233 Spring Street, New York, USA.
4. Chung H.G, Seong N.S and Chae J.C. 1994. Effect of seed condition, grain filling period and cold stratification treatment on germination of *Bupleurum falcatum* L. Korean J. Medicinal Crop Sci. 2(1):32-37.
5. Hu M.F, Huang H.C and Liu S.H. 1987. Influence of harvest date and storage method on seed germination of Chia-hu (*Bupleurum falcatum* L.). J. Agri. Res. China 36(3):267-287.
6. Huang H.C and Liu S.H. 1987. Studies on the improvement of seed germination of *Bupleurum falcatum* L. J. Agri. Res. China 36(3):258-266.
7. ISTA. 1985. International rules for seed testing. International Seed Testing Association, Seed Sci. Tech. 13:299-355.
8. 강진호. 1996. 산형과 약용작물의 생리 및 생

- 태. pp. 227-242. 작물영농강의(최진룡 편저). 경상대학교 농과대학.
9. Kawatani T, Kaneki Y and Momonoki Y. 1976. Studies on the germination of seeds of *Bupleurum falcatum* L. I. Influence of the time elapse after harvested and light conditions on the germination. Proc. Crop Sci. Japan 45(2):243-247.
 10. _____, _____ and _____. 1976. Studies on the germination of seeds of *Bupleurum falcatum* L. II. Methods of hastening of germination and storage of the seeds. Proc. Crop Sci. Japan 45(2):248-253.
 11. Kendrick R.E and Spruit C.J.P. 1977. Phototransformation of phytochrome. Photochem. Photobiol. 26:201-204.
 12. Lee E and Kim S.H. 1996. Seed characteristics and accelerating method of germination in *Bupleurum falcatum* L. Korean J. Crop Sci. 41(3):384-394.
 13. Madakadze R, Chirco E.M and Kahn A. A. 1993. Seed germination of three flower species following matricconditioning under various environments. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 118(3):330-334.
 14. Momonoki Y, Ota Y, Hasegawa T and Tanabe T. 1978. Studies on the germination of seeds of *Bupleurum falcatum* L. III. Physiological properties of dormant *Bupleurum falcatum* seeds. Proc. Crop Sci. Japan 47(1):25-30.
 15. 서형수. 1995. 약용작물 양질 다수성 '장수시호'. 연구와 지도 1995년 하계호. 농촌진흥청.
 16. Taiz L and Zeiger E. 1991. Phytochrome and photomorphogenesis, pp. 490-512. In Taiz L and Zeiger E. (eds.). Plant Physiology. Benjamin/Cummings Pub., 390 Bridge Parkway, Redwood City, California 94065, USA.