

참當歸 種子의 發芽率 向上에 關한 研究

I. 發芽特性과 發芽率 低調 原因

趙 善 行* · 金 基 駿**

Studies on the Increase of Germination Percent of *Angelica gigas* Nakai

I. Germination Characteristics and Cause of Lower Germination Percent

Seon-Haeng Cho* and Ki-June Kim**

ABSTRACT : This experiment was conducted to study germination characteristics and the decrease cause of germination percent in *Angelica gigas* Nakai seed.

The emergence percent of winter sowing was higher than that of spring sowing as 66.6% and 41.1%, respectively, and the first emergence date was also earlier in winter sowing.

The seed germination speed, percent and coefficient showed the highest value at 20°C of incubation temperature, but lower value at 10°C and 30°C. The water uptake speed was increased along with increasing water temperature. The weight of imbibed seed at germination was 3.4times higher based on the weight of intact dry seed and 2.3times on removal of seed coat. In terms of length of seed was large, the germination percent was higher. The germination percent of brown colored seeds showed higher value than that of green colored seeds. The prolonged storage period decreased germination percent. When *A.gigas* seeds stored at room temperature for 2years, the seeds were lost their viability.

The biological inhibition effect of methanol, water and ether extract on the germination and growth of *A.gigas* and lettuce seed showed the highest value in the methanol extract, followed by water extract and the least in ether extract.

一般的으로 참當歸(*Angelica gigas* Nakai) 種子는 發芽率이 낮은 것이 栽培上 큰 問題點으로 浮刻되어 農家에서는 겨울동안 種子를 麻袋주머니에 넣어 수채열에 놓고 가끔 물을 뿌려 얼어터지게 해야 한다는 등의 方法을 利用하고 있는 實情이다. 참當歸를 비롯한 撒形科 植物의 공통된 特徵은 發芽力이 대단히 약해서^{6,7,10,15,16} 種根의 安定的 生産

을 위해 勞力하고 있는 우리나라 實情에서는 참當歸 種子를 育苗床에 播種했을 때 發芽力을 向上시킬 수 있는 方法의 開發이 절실히 要求된다.

참當歸 種子의 發芽에 關한 研究에 있어서 陸 등²⁴⁾은 가을에 播種하는 것이 發芽率이 높는데, 그 理由는 겨울동안 충분히 水分을 吸收하여 種皮가 부드러워져 싹이 껍질을 뚫고 올라오기 쉽게 된 연후

* 서울大學校 天然物科學研究所(Natural Product Research Institute, Seoul National Univ., Seoul 110-744. KOREA)

** 建國大學校 農科大學(College of Agric. Kon-Kuk Univ., Seoul 133-701 KOREA) <1992. 12. 30 接受>

에 發芽適溫을 만나기 때문이며 봄에 播種하면 氣候가 乾燥하여 發芽力을 떨어뜨리고 發芽期間이 오래걸려 發芽中止에 이르는 것이 많기 때문이라고 하였다. 李¹⁶⁾와 朴²⁰⁾에 의하면 참當歸의 種子로서는 2年生 포기에서 播種하면 充實한 種子를 얻기 어렵고 發芽率도 좋지 않으므로 3年生 포기에서 採種하는 것이 優良種子를 얻을 수 있으며 播種前에 種子를 4~5時間 浸種한 後 흙을 될 수 있는 한 얇게 덮도록 하고 保溫과 遮光을 위해 짚을 덮거나 별가림 施設을 해주는 것이 좋다고 하였다.

참當歸 種子의 含有成分에 대해 池^{3, 4)}는 Coumarin 系 誘導體인 Imperatorin과 Decursinol을 分離하였고, 陸²⁵⁾등은 Iso-imperatorin과 Decursidin을 單離하여 報告하였다. 撒形科 植物의 Coumarin系 誘導體들은 發芽와 生長을 抑制시키는 作用이 있다는 報告^{2, 9)}가 있으며, 李¹⁷⁾ 등도 참當歸根에서 分離된 Decursin과 Decursinol에 대한 發芽와 生長抑制 試驗에서 귀리 初葉의 生長抑制 效果에 대해 100ppm에서 Decursin은 18.51%, Decursinol은 28.84%로 Coumarin 49.44% 보다 낮은 生長抑制率을 보였으며 상추, 밀, 오이, 배추, 토마토 種子의 發芽抑制에 대한 生物檢定에서도 Decursin 보다 Decursinol이 더 效果가 크다고 報告한 바 있다.

이상에서 살펴본 바와 같이 참當歸 種子의 發芽에 미치는 要因은 溫度, 水分, 種子成熟度, 發芽抑制物質 등의 여러 要因들이 作用하고 있음을 알 수 있다. 그러나 이러한 要因들에 대한 科學的인 研究가 未洽한 實情이다. 따라서 참當歸 種子의 發芽率이 低調한 原因이 究明되고 發芽率向上을 위한 解決方案이 講究되어야 할 것으로 생각되어 本 研究에서는 참當歸 種子의 發芽特性和 發芽率이 低調한 原因을 究明하기 위한 試驗을 遂行하였는바 얻어진 結果를 報告한다.

材料 및 方法

本 研究는 1988年 4월부터 1990年 3월까지 2年間 建國大學校 農科大學 實習農場과 實驗室에서 栽培 및 發芽試驗을 遂行하였으며 供試 品種은 江原道 農村振興院에서 分讓받은 참當歸 種子를 採종하여 栽培하면서 採種한 種子를 使用하였다.

採種期에 따른 出芽率 試驗은 秋播(10월 20일, 11월 19일), 春播(3월 20일, 4월 19일)로 區分하여 播種한 後 出芽率을 調査하였다. 發芽適溫을 究明하기 위하여 10, 20, 30℃로 處理하여 發芽試驗을

實施하였다. 浸種時 種子의 冷水率을 알아보기 위하여 種皮除去와 無除去를 10, 20, 30℃ 水溫으로 處理하여 實施하였다. 發芽率 低調의 原因을 究明하기 위한 試驗에 있어서 種子의 크기는 大粒(4mm 以上), 中粒(3.0~3.9mm), 小粒(2.9mm 以下)으로 區分하였으며, 種子의 크기別로 種皮色을 褐色과 綠色으로 다시 分類하여 使用하였다. 種子의 貯藏期間을 採種 當年, 1年 및 2年으로 하여 室溫과 低溫(4℃)에 貯藏한 種子를 使用하였다.

참當歸 種子에 含有된 發芽抑制物質의 抽出은 陰乾한 種子 30g과 蒸溜水, Methanol 및 Ether 溶媒를 각각 400ml를 넣고 20℃에서 3日間 抽出한 後 Whatmann No.2 濾過紙로 濾過하여 Rotary vaccum evaporator로 濃縮시킨 後 蒸溜水를 첨가하여 20ml 抽出原液을 만들었다. 生物檢定에 供試한 材料로는 참當歸 種子와 상추(Grand rapid 品種) 種子^{5, 13)}를 使用하였다. 抽出原液을 0.2, 4, 8倍(v/v)로 稀釋하여 petri-dish當 5ml씩 滴滿한 後 20℃ 溫度에서 참當歸는 暗黑條件, 상추 種子는 螢光燈 2,000Lux로 8時間 照明하였다. 發芽는 幼芽가 2mm 程度 자란 것을 發芽된 것으로 보았으며 기타 調査基準은 International Seed Testing Association¹²⁾의 規定에 準하였다. 播種期에 따른 出芽試驗은 亂塊法 3反復으로 하였고, 發芽試驗은 完全任意配置法 3反復으로 試驗을 遂行하였다.

結果 및 考察

1. 種子의 發芽特性

참當歸 種子의 一般的인 發芽特성을 알아보기 위하여 圃場에서의 出芽率, 溫度에 따른 發芽率 및 發芽에 必要한 含水量을 調査하였다.

먼저 種子를 春·秋播한 後 出芽特성을 調査한 結果를 表1에서 보면, 春播區보다 秋播區에서 出芽

Table 1. Effect of sowing time on the emergence percent of *A. gigas*

Sowing date	First emergence date	Days from sowing to emergence	Emergence percent
Oct. 20	Apr. 12	174	67.6a*
Nov. 19	Apr. 12	143	65.1a
Mar. 20	Apr. 18	29	39.2c
Apr. 19	May. 7	17	43.0b

*: The same letters indicate Duncan's multiple range grouping which do not differ significantly at 1% level

始가 빠르고 出芽率이 높았다. 즉 秋播에서의 10月 20日區와 11月 19日區의 出芽率은 각각 67.6%, 65.1%로 平均 66.6% 였고, 春播의 3月20日區에서는 39.2%, 4月 19日區에서는 43.0%로 平均 41.1% 를 보였다. 이것은 秋播를 하면 겨울동안 種子가 外部 環境의 影響을 받아 出芽가 容易하도록 變化 되었기 때문인데 다른 作物에서도 立證된 事實이다.^{15,16)} 그러나 秋播를 해도 66% 程度로 出芽率이 低調한 편이며 栽培 與件上 春播가 不可避한 境遇가 많은데 41% 程度로 그 比率은 더욱 낮게 나타났다.

한편 溫度에 따른 發芽特性을 調査한 結果는 表2 와 같았다. 20℃區에서 發芽率 62.7%, 發芽勢 51.7%, 發芽係數 7.57로 가장 높은 數值를 보였으며, 低溫區(10℃)나 高溫區(30℃)에서는 發芽特性들이 모두 不良하였다.

種子的 發芽에서는 溫度뿐만 아니라 水分의 影響이 크므로 相當歸種子的 吸水特性을 究明하기 위하여 浸種水溫을 달리하고 種皮를 剝皮한 것과 剝皮하지 않은 것의 吸水形態를 調査한 結果, 陰乾種子 무게에 대한 含水種子 무게의 比率은 剝皮區에서 높게 나타났고, 浸種溫度가 높을 수록 吸水速度가 빨랐다. 20℃ 恒溫에서 發芽時의 陰乾種子 무게에 대한 含水種子 무게가 剝皮種子是 2.3倍, 無剝皮種子是 3.4倍의 높은 含水量을 보였다(그림1). 이것은 種子胚乳를 中心으로 양쪽에 날개를 갖고 있는 相當歸種子的 特性도 있지만 一般的으로 벼의 1.3倍, 콩의 2.6倍와 比較해 볼 때 높은 含水率을 갖는 特性으로 圃場에 播種試驗한 表1 및 Spurmy²¹⁾, Hartmann¹¹⁾, 渡邊²³⁾ 등의 研究와 聯關시켜 볼 때 乾燥種子を 春播하면 봄철의 乾燥期와 겹쳐 發芽率이 低調하지 않았는가 思料되었다.

以上으로 相當歸種子的 發芽特性에 대한 試驗結果를 綜合하면 低溫(10℃)과 高溫(30℃)보다 20℃에서 發芽가 良好하며, 發芽始의 含水率이 陰乾種이에 대해 3.4倍의 높은 含水量이 要求되는 特性을 가진 種子로써 一般的으로 圃場에 秋播했을

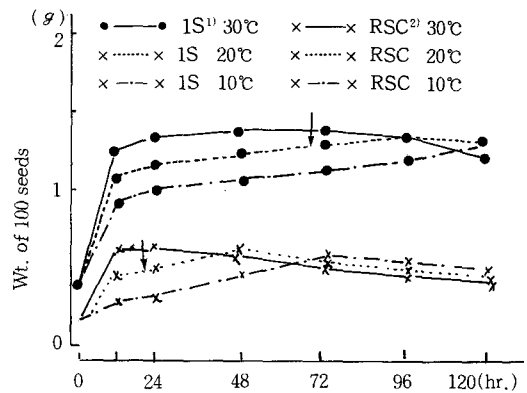


Fig. 1. Pattern of water uptake by 100 seeds of *A. gigas* as affected by seedcoat and water temperature.

↑ indicated that seeds were protruded the radicle at 20°C

- 1) IS : Intact seed
- 2) RSC : Removal of seedcoat

때 66%, 春播했을때 41%로 매우 낮은 出芽率을 나타냈다.

2. 發芽率 低調의 原因

앞에서 살펴본 바와같이 相當歸種子的 發芽特性을 調査한 結果, 發芽率이 매우 低調하였다. 相當歸種子的 發芽率이 低調한 原因을 찾자 種子の 크기, 색깔 및 貯藏期間에 따른 發芽試驗과 發芽抑制物質의 含有와 作用에 대한 生物檢定을 實施하였다.

表3은 種子の 크기와 색깔에 따른 發芽率의 差異를 나타낸 것이다. 種子が 클수록 發芽勢, 發芽率 및 發芽係數 모두 增加하였다. 또한 種子の 색깔에 있어서는 綠色보다 褐色種子が 發芽率이 높았다. 즉 種子の 크기가 4.0mm 以上이고 1,000粒重이 6.3g 인 褐色種子が 發芽率 63.2%로 가장 높은 數值를 보였으며 發芽勢, 發芽係數도 각각 55.3, 7.90

Table 2. Influence of different temperature treatment on the germination of *A. gigas* seeds

Incubation temp. (°C)	Day to first germination	Germination speed	Germination percent	Germination coefficient
10	6	8.2	26.5b*	2.42
20	5	51.7	62.7a	7.57
30	5	19.8	22.3c	1.94

*: The same letters indicate Duncan's multiple range grouping which do not differ significantly at 1% level (g) seeds Wt. of 100 0 1 2 0 24 48 72 96 120(hr.)

Table 3. Effect of seed length and seed color on the germination of *A. gigas* seeds at 20°C

Seed length	Seed color	Wt. of 1,000 grains	Germination speed	Germination percent	Germination coefficient
L ¹⁾	Brown	6.3	55.3	63.2a ²⁾	7.90
	Green	5.2	43.3	56.2b	6.73
M ¹⁾	Brown	4.2	48.7	58.7b	6.87
	Green	3.0	27.5	49.3c	5.15
S ¹⁾	Brown	3.1	30.3	43.8b	4.81
	Green	2.4	19.3	25.2e	2.91

1) L : ≥ 4.0mm M : 3.0-3.9mm S : ≤ 2.9mm

2) The same letters indicate Duncan's multiple range grouping which do not differ significantly at 1% level

Table 4. Effect of storage temperature and period on the germination of *A. gigas* seeds at 20°C

Storage period	Storage temp	Day to first germination	Germination speed	Germination percent	Germination coefficient
Fresh	room temp · 4°C	5	56.7	64.8a*	8.21
		5	58.9	64.6a	8.00
1 year	room temp · 4°C	5	45.5	53.1c	6.17
		5	49.9	60.8b	7.54
2 year	room temp · 4°C	·	0	0 e	0
		6	34.5	38.7d	4.66

* : The same letters indicate Duncan's multiple range grouping which do not differ significantly at 1% level

으로 높게 나타난 反面 그보다 種子가 작을수록 發芽率, 發芽勢 및 發芽係數 모두 減少하는 傾向이었다. 이것은 充實히 育문 褐色 種子가 發芽率이 높다는 것을 알 수 있으나, 다른 作物과 比較할 때 充實히 育문 種子라도 發芽率이 높지 않음을 알 수 있었다.

한편 貯藏期間과 貯藏溫度에 따른 發芽率의 差異를 알아본 結果를 살펴보면 採種 當年 種子에서 發芽勢, 發芽率 및 發芽係數의 數值가 높으며 묵은 種子일수록 낮아지는 樣相을 나타내었다(표4). 또한 室內溫度에서보다 4°C 恒溫에서 貯藏하는 것이 發芽率이 높게 나타났으며 2年 室內貯藏에서는 전혀 發芽하지 않아 相當歸 種子는 短命種子라는 事實을 알 수 있었다. 이와 같은 事實은 貯藏期間이 길어질 수록 發芽力이 低下된다는 報告^{8,14,19,22)}와 같은 傾向이었다.

위와 같이 貯藏條件에 따른 發芽率을 살펴본 結果, 充實한 種子일지라도 가장 좋은 條件에서 發芽率은 64% 內外이었다. 따라서 相當歸 種子의 發芽率 低調의 原因 中の 하나가 種子內에 含有하고 있는 어떤 發芽抑制物質의 作用이 原因이라고 判斷

되어 生物檢定을 實施한 結果는 寫眞1과 表5에 나타난 바와같았다. Methanol 粗抽出物에서 발아 및 生長抑制 效果가 가장 높았으며 蒸溜水, Ether 粗抽出物 順으로 效果가 낮아지는 樣相을 나타내었다. Methanol 原液에서는 相當歸 種子和 상추 種子 모두 전혀 發芽하지 않았으며, 蒸溜水 抽出物 原液에서는 相當歸 種子在 3.2% 發芽했으나 상추 種子是 發芽한 個體가 없었다. 한편 ABA와 比較할 時에 Methanol 抽出物 2倍液을 相當歸 種子에 處理했을 때 ABA 20ppm 處理와 相應하는 效果가 있었으며 상추 種子에서는 ABA 20ppm 處理區에서 發芽率이 44.6%, Methanol 2倍液 處理區에서는 21.5%로 ABA 處理區보다 월등히 높은 發芽抑制의 效果를 나타냈다. 또한 根長과 下胚軸長의 生長에 미치는 影響에 있어서도 發芽試驗에서 나타난 傾向과 비슷한 樣相을 보였다.

이와 같은 結果는 相當歸 種子의 發芽率이 低調한 原因 中の 하나가 種子內에 發芽 및 生長抑制物質을 含有하고 있기 때문이며, 李¹⁷⁾, 池⁴⁾, Audus¹⁾, Goodwin⁹⁾ 등의 報告와 比較·檢討해 볼 때 相當歸 種子에는 Coumarin 系統의 發芽 및 生長抑制物

Table 5. Effect of ether, methanol and water extract, and exogenous application of ABA on the germination, root length and hypocotyle length of *A. gigas* and lettuce seeds at 20°C

Treatment	Conc ¹⁾	Germination(%)		Root length(mm)		Hypocotyle length(mm)	
		<i>A.gigas</i>	Lettuce	<i>A.gigas</i>	Lettuce	<i>A.gigas</i>	Lettuce
Control		64.7	100	27.5	38.3	31.5	17.5
Methanol	0	0	0	0	0	0	0
	2	5.7	9.3	0	0.3	0	2.1
	4	12.5	21.5	4.7	5.2	7.2	6.2
	8	21.4	74.4	9.6	12.3	14.4	13.3
Water	0	3.2	0	1.7	0	2.0	0
	2	13.7	18.7	7.3	4.3	11.3	7.7
	4	20.4	61.6	13.5	8.7	14.0	12.3
	8	33.5	95.3	19.0	24.9	19.3	15.8
Ether	0	14.4	66.5	6.3	1.7	9.4	5.4
	2	22.7	79.4	11.7	7.4	17.4	7.0
	4	30.3	87.0	15.3	21.8	23.8	11.7
	8	41.5	99.6	23.3	30.3	29.7	16.0
ABA (ppm)	1	37.7	97.3	14.3	21.2	18.5	13.7
	2	29.8	92.0	7.8	12.0	10.7	7.4
	5	14.7	92.3	3.3	7.9	4.9	2.7
	10	10.9	86.0	1.5	1.8	2.0	0.8
	20	6.4	46.6	0	0.8	0	0

¹⁾ Crude extracts were diluted 2, 4, 8 folds with distilled water.

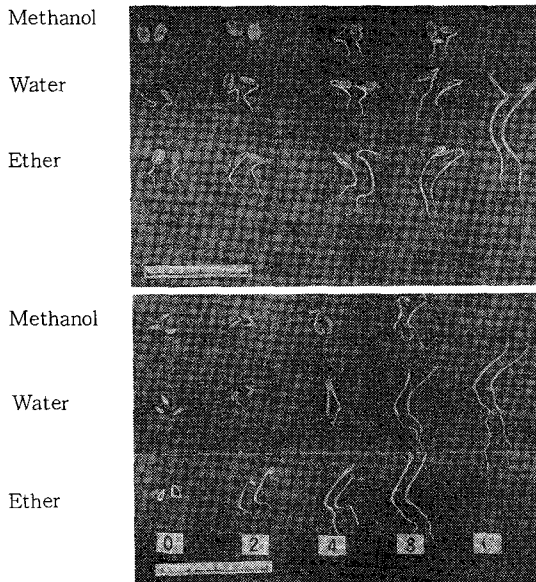


Photo Effect of methanol, water and ether extract on the germination and growth of *A. gigas*(upper) and lettuce(below) seeds. Degree of dilution(v/v) : 0, 2, 4 and 8 folds. Right C : Control.

質이 存在하고 있음을 確認할 수 있었다.

특히 참當歸種子의 成分研究에서 Imperatorin과 Decursin⁴⁾, Iso-imperatorin과 Decursidin²⁴⁾의 成分들은 모두 Ether로 抽出 分離했는데 本 試驗에서는 Methanol과 蒸溜水로 抽出했을때 Ether로 抽出되지 않는 다른 成分이 含有되어 있는 것으로 判斷되어 계속 研究할 必要가 있다고 생각되었다.

以上과 같이 참當歸種子의 發芽率 低調 原因을 調査한 結果를 綜合해 보면 稔實이 充實하지 못한 種子일수록, 採種 後 貯藏期間이 길어질수록 發芽率이 낮아졌으며 當年 採種의 靑은 褐色 種子라도 發芽抑制物質을 含有하고 있어서 發芽率이 低調한 것으로 밝혀졌다.

摘 要

참當歸(*Angelica gigas* Nakai) 種子를 播種했을 때 發芽率이 낮아 種根의 安定的 生産에 큰 問題點으로 浮刻되어 있기 때문에 種子의 發芽率을 向上시킬 方案을 摸索하고자 發芽特性和 發芽率 低調 原因에 대하여 試驗한 結果를 要約하면 다음과 같

다.

1. 出芽率は 秋播區에서 66.6%, 春播區에서 41.1%로 秋播區에서 높았고 出芽始도 春播區보다 秋播區가 빨랐다.
2. 低溫區(10℃)나 高溫區(30℃)보다 20℃區에서 發芽率 62.7%, 發芽勢 51.7% 發芽係數 7.57로 가장 높은 數値를 보였다.
3. 種子浸種時 吸水速度는 水溫이 높을수록 增加하였고, 發芽時의 含水量은 陰乾種子 무게에 대한 含水種子 무게의 比率로 剝皮種子是 2.3倍, 無剝皮種子是 3.4倍로 나타났다.
4. 種子の 胚乳가 클수록 發芽率이 增加하였고 綠色 種子나 褐色 種子が 發芽率이 높았다.
5. 貯藏期間에 따른 發芽率은 採種 當年 種子が 가장 높고 묵은 種子일수록 낮아졌으며 室溫에서 2年間 貯藏한 種子是 전혀 發芽하지 않았다.
6. 種子內에 含有한 發芽 및 生長抑制物質에 대한 參當歸種子和 상추種子로 生物檢定했을 때 Methanol 抽出物이 가장 效果가 컸고 다음은 蒸溜水이였으며 Ether가 가장 낮았다.

引用文獻

1. Audus, L.J. and J.H. Qustel 1947. Coumarin as a selective phytocidal agent. Nature. 159 : 320-324
2. Bewley, J.D. and M. Black 1982. Physiology and Biochemistry of seeds. Springer-Verlag. N. Y. vol. 2 : 116-124
3. 池亨浚. 1962. *Angelica gigas* Nakai 成分의 藥理學的 研究. 忠北大學 論文集. 11 : 573-582
4. _____. 1964. 參當歸 果實成分 I. Imperatorin의 分離에 대하여. 藥學會誌. 8 : 94-95
5. 崔忠敦. 1989. 植物호르몬 및 生長調節物質의 生物檢定技術. 韓國作物學會誌. 34. 別號. 生長調節製 研究1. 16-25
6. 崔廷一, 李昌煥, 李洙聖, 崔寬淳, 柳長相, 1974. 당근 品種의 栽培時期別 特性과 몇몇 形質의 相關에 關하여, 農事試驗研究報告 第 16 集 園藝編. 37-45
7. 趙鎮泰, 朴鍾天, 權圭七, 1989. 궁궁이의 種子 發芽, 遮光, 水耕栽培 및 無機成分에 關한 研究. 韓國園藝學會 論文發表誌 7(2) : 48-49
8. Copeland, L. D. and M. B. Macdonold 1985. Principle of seed science and technology, Burges publishing. Minnesota. 50-244.
9. Goodwin, R. H. and C. Tavews 1950. The effect of coumarin delivatives growth of Avena roots. Ann. J. Bot. 37 : 224-231
10. 韓相政, 1982. 韓國產 野生 參當歸의 可食幼葉의 收量形質에 미치는 光度의 影響과 食品의 價値. 曉大論文集. 735-744.
11. Hartmann H. T., W. J. Flocker and A. M. Kofranek Plant science, growth, development and utilization of cultivated plant. vol. I. Prentice-Hall, Inc. N. J. 84-86
12. I. S. T. A. 1966. Proceeding of the International Seed Testing Association. 57-59.
13. 全遇滂, 金炳台, 金大鎮, 1977. 生化學的 檢定法에 의한 種子の 發芽力 檢定에 關한 研究. 建大論文集. 5 : 363-375
14. Khan, A. A. 1982. The Physiology and biochemistry of seed development, dormancy and germination. Elsevier Biomedical Press. N. Y. 100-181.
15. 金炳云, 李炳瑪, 金基德, 1986. 미나리 實生 繁殖法에 關한 研究. II. 미나리 種子の 發芽에 關하여는 要因 및 條件. 園藝學會 發表要誌. 4 (2) : 34-35
16. _____, _____. 1987. 미나리 實生 繁殖法에 關한 研究. III. 미나리 種子內의 發芽 抑制物質 및 溫水水洗處理가 發芽에 미치는 影響. 園藝學會 發表要誌. 5(1) : 38-39
17. Lee, C. B., M. J. Lee, H. J. Chi and Y. M. Kwon 1976. Effect of decursin and decursinol on the germination and growth of Plants, Korean Jour. Botany. 19(1) : 7-13
18. 李正日, 1986. 藥草栽培와 利用法. 松園文化社, 61-65
19. Mayer, A. M. and A. Mayber 1975. The germination of seeds. 2nd. ed. oxford, pergamon press. 66-135
20. 朴仁鉉, 李相來, 安相得, 宋沅燮, 1990. 藥用植物 栽培, 先進文化社. 85-91
21. Spurny, M. 1973. The inhibition process. seed ecology. London Butterworths. 367-390
22. Thomson, J. R. 1978. A note on seed storage. crop conservation and storage in cool temperature Climates. pergamon pre-

ss. 361-364

23. 渡邊正一, 1955. 金時人蔘種子の發芽に關する研究. 種子の毛除, 水洗, 日乾が發芽にお及ぼす影響. 園藝學會雜誌. 23(4) : 237-244
24. 陸昌洙, 安德均, 1972. 現代本草學. 高文社.
- 158-161
25. _____, 金鍾萬, 柳庚秀. 1973. 參當歸 葉의 成分의 成分 研究, 生藥學會誌. 4(4) : 189-190