

# 큰달맞이꽃 種子發芽에 영향을 주는 要因과 光間的 相互作用

金鎮石\* · 黃仁澤\* · 具石鎮\* · 趙匡衍\*

## Interaction between Light and other Factors Affecting Germination of *Oenothera lamarckiana* Ser. Seed.

Kim J.S., \* I.T. Hwang\*, S.J. Koo\* and K.Y. Cho\*

### ABSTRACT

In this experiment, interactions between light and other factors such as chilling, alternating temperature, moisture, content, oxygen, and seed coat which affect germination of *Oenothera lamarckiana* Ser. seed were investigated to study the physiological effects of light on the germination.

Light induced the initial stage of seed germination before radical protrusion by affecting embryo rather than seed coat even under anaerobic condition or low water potential (-18 bars).

This light effect on germinability of seed was suppressed by blue light irradiation and the effect was increased with increment of blue light intensity and irradiation time. However, the blue light effect was reversible.

Chilling, alternating temperature, softening of seed coat and light showed promotive interaction in the induction of seed germination. Irradiation of filtered light (monochrome), however, reduced chilling effect on germination.

Hydrogen-ion concentration and gibberellic acid treatment had no effect on light or dark germination.

**Key words :** *Oenothera lamarckiana* Ser., light quality, temperature, anaerobic condition, interaction of germinators.

### 緒 言

種子發芽에는 光, 溫度, 水分, 酸素 등 外的要因과 種子 特有的 構造 및 生理作用 등의 內的要因이 關與하고 있으며 이들 要因의 相互作用에 의하여 發芽 特性을 보이고 있다. 예를 들면 상치종자의 경우 Grand rapids 品種은 25℃ 恒溫 暗條件에서는 發芽되지 않았으나 低溫處理에 의해서 發芽가 誘起되며, Great lakes 品種의 發芽條件은 光을 要求하지 않지만 35℃에 浸漬하면 photodormancy가 回復된다.<sup>9)</sup> *Rumex crispus* 種子是 恒溫에서는 暗休眠이 維持되지만 低溫, 變溫에 의해서 休眠이 打破되어 發

芽가 誘起되며,<sup>14,15)</sup> 低溫處理 最適時期는 光條件 보다는 暗條件에서 短縮되었지만<sup>14)</sup> 變溫處理의 경우 暗條件 보다는 光條件에서 變溫要求 週期가 짧고 效果도 큰 傾向이다.<sup>15)</sup> Vincent 와 Roberts 의 報告에<sup>17)</sup> 의하면 調査된 雜草種子 大部分이 低溫處理(chilling)와 光 사이에는 正의 相互作用을 보였으나, 여러 發芽因子(光, KNO<sub>3</sub>, 變溫) 들중 적어도 한가지가 低溫後에 處理되지 않는한 低溫에 의한 發芽促進效果는 消失되었다. 그리고 *Chrysanthemum segretum* 과 *Rumex crispus* 種子是 光처리에 이어 低溫處理를 하면 光의 效果가 減少되었으며, *Spergula arvensis* 種子是 變溫이 發芽를 抑制하는 傾向으로 作用하였다.<sup>18)</sup> 이와 같이 發芽特性은 種子마다 多様

\* 韓國化學研究所 Korea Research Institute of Chemical Technology, Daedeogdanji, Chungnam 301-343, Korea.

하므로 發芽에 미치는 어떤 한 要因을 把握하기 위해서는 要因들 사이의 相互作用을 綜合적으로 檢討하는 것이 必要하다.

큰달맞이꽃 種子는 好光性 發芽 特性을 지니고 있어서 恒溫暗條件, 靑色光 및 綠色光下에서는 發芽되지 않지만, 赤色光下에서는 發芽되며 그 程度는 光度의 증가에 의해 增加되는 傾向을 보였고, 光感應을 위해서는 光照射 세기에 따라 多少 差異는 있으나 적어도 6 시간 이상 浸潤되어야 하였다.

한편, 種皮破壞 및 軟化, 低溫, 變溫 또는 Thio-urea 處理 등에 의하여 處理間 差異는 있으나 恒溫暗條件에서 發芽를 誘起시켰고, 이들 種子의 發芽에는 光質, 光度, 低溫, 變溫, 種皮, 水分含量 등이 密接히 關與하고 있음을 이미 報告하였다.<sup>6)</sup>

따라서 本 實驗에서는 이들 發芽要因의 相互作用을 光과 關聯하여 檢討함으로써 큰달맞이꽃 種子의 發芽에 미치는 光의 作用을 좀더 이해하는데 目的을 두고 遂行하였다.

材料 및 方法

각각의 實驗中에 使用된 材料 및 處理條件을 綜合하면 다음과 같다.

**供試種子:** 1987年 8月 下旬 大田近郊에서 蒐集하여 風乾 低溫貯藏中인 種子와 30% KOH 溶液에 15分間 處理하여 種皮가 軟化된 種子(種皮軟化處理種子)를 供試하였다.

**光:** 光原은 螢光燈으로 光質은 着色된 셀로판지로 紗를 감싸서, 光度는 光原으로부터의 距離 또는 셀로판지로 감싸는 두께를 달리하여 調節하였다. 이들의 分光의 特性은 前實驗에서와 같다.<sup>5)</sup>

**溫度:** 室溫의 경우 25±1°C, 低溫의 경우 5±1°C, 變溫의 경우 晝間 25°C(14 hr), 夜間 15°C(10hr) 條件의 growth chamber에서 實驗하였다.

**酸十條件:** 一般적으로 大氣條件下에서 遂行하였으나 嫌氣條件下에서의 光處理 實驗은 空氣를 CO<sub>2</sub>나 N<sub>2</sub> gas로 置換시켜 遂行하였다.

**置床溶液:** 置床溶液은 주로 蒸溜水를 供給하였으나 要求되는 實驗目的에 따라서 GA 100 ppm 溶液, PEG-6000으로 調整된 滲透調節溶液, 0.1 N HCl과 0.1 N NaOH 溶液으로 調整된 여러 pH 溶液을 供給하였다. 모든 實驗에서 幼根이 突出된 것을 發芽된 것으로 看做하였다.

1. 溫度, 水分條件 및 種皮軟化處理와 光사이의 相互作用

種皮軟化處理된 種子 및 無處理 種子를 PEG 溶液 또는 蒸溜水에 置床한 다음 각각 暗 또는 光條件에 두고 時期別 發芽率을 調査함으로써 이들의 相互作用은 물론 光이 飛에 影響을 미치는지 또는 種皮에 影響을 미치는지를 檢討하였다.

그림 1은 PEG 20% 溶液(-5 bars) 및 室溫條件下에서의 光處理 效果를 檢討한 結果로서 無處理 種子를 置床하였을 경우 暗條件에서는 전혀 發芽되지 않았으나 光條件下에서는 PEG 20% 溶液處理區 보다 蒸溜水處理區에서 發芽率이 높아 置床後 3일째에 각각 42%, 90%였다. 種皮軟化處理된 種子의 경우 모든 處理區에서 無處理種子의 경우보다 發芽速度 및 發芽率이 높은 傾向으로서 種皮軟化處理後 PEG 20% 溶液에 置床한 것과 無處理種子를 蒸溜水에 置床한 것 사이에는 發芽樣相이 類似하여 種皮軟化處理에 의한 發芽促進 程度가 PEG 20% 處理에 의해서 相殺됨을 보여주었다. 그리고 種皮軟化處理種子를 蒸溜水에 置床하면 明·暗條件 모두 같은 發芽速度를 보이지만 PEG 20% 溶液에 置床하였을 때는 각각 20%, 90%의 發芽率을 보여 暗條件 보다 光條件에서 顯著히 增加되었다. 만일 光이 種皮에 影響을 미친다고 假定할 경우, 種皮의 作用(透水, 透氣性抑制, 發芽抑制物質含有)을 除去시키기 위한 軟化處理를<sup>19)</sup> 함으로서 明, 暗 어느 條件에서는 모두 같은 發芽率을 보여야 하는데 本

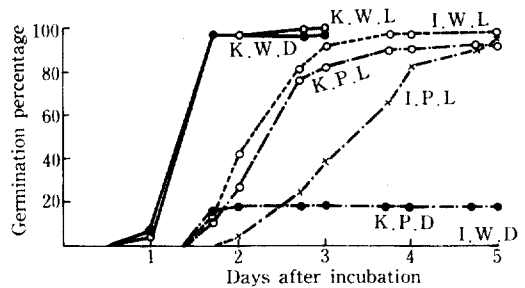


Fig. 1. Effect of white light on the germination *Oenothera lamarckiana* Ser. seeds in PEG-6000 solution.

K: KOH-treated seed I: Intact seed  
 W: Distilled water P: 20% PEG-6000(w/v)  
 L: Light condition(3000 lux, 14L/10D, 25 C)  
 D: Dark(25 C)

實驗에서는 相異한 結果를 얻었기 때문에 光은 種皮보다는 오히려 飛의 活力에 영향을 미쳐 發芽率을 增加시킨 것으로 생각된다.<sup>2)</sup>

이와 같은 傾向은 여러 濃度の PEG 溶液에 種子를 置床한 다음 低溫下에서 10日間 光處理한 후, 25°C 恒溫 暗條件에 옮겨 5日만에 그 發芽率을 調査하였을 경우에도 觀察되었다(그림 2). 그러나 이러한 效果는 water potential 이 낮을수록 減少되어 PEG 30% 溶液에서는 전혀 發芽가 誘起되지 않았다. 또한 低溫에 의한 發芽促進效果가 PEG 10% 溶液 處理로 相殺되는 傾向을 볼 수 있었다.

한편 光條件에서 發芽가 전혀 誘起되지 않았던 water potential(PEG 40%, -18 bars) 下에서 光

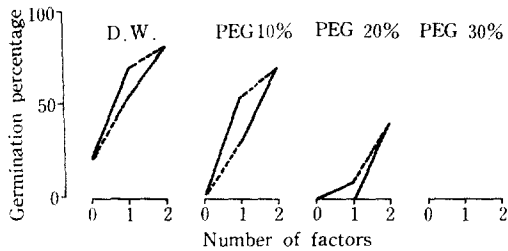


Fig. 2. Richard diagrams showing the effect of light treatment (—) and accompanied by low temp. on the germination of KOH-treated(.....) *Oenothera lamarckiana* Ser. seeds in PEG-6000 solution.

Tested seeds were germinated in darkness at  $25 \pm 1^\circ\text{C}$  for 5 days after chilling treatment ( $5 \pm 1^\circ\text{C}$ ) for 10 days. Seed coat was disrupted by 30% KOH treatment for 15 mins.

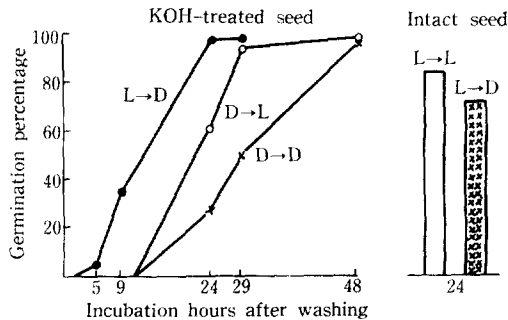


Fig. 3. After-effect of light treatment under water stress condition on the germination of *Oenothera lamarckiana* Ser. seeds.

The seeds in PEG-6000 solution(40% w/v) were illuminated (3000 lux, L) for 5 days at  $25^\circ\text{C}$ . Then they were washed and incubated under light(L) or dark(D) condition during given hours.

Table 1. Inhibition of the growth of *Oenothera lamarckiana* Ser. by polyethyleneglycol.

Treatment	Length (cm) <sup>a</sup>	
	Root	Hypocotyl
Control <sup>b</sup>	0.95	0.28
PEG-6000 <sup>c</sup>	0	0

a; Germinated seeds (mean radical length: 0.2 mm) were incubated for 4 days ( $25^\circ\text{C}$ , 14L/10 D, 3000 lux).

b; Mean of 12 seedlings c; 40% (w/v)

의 認知效果가 있는지를 알기 위하여 種皮軟化處理 種子 및 無處理種子를 PEG 40% 溶液 또는 蒸溜水에 置床한 후 暗 또는 光條件下에 5日동안 處理하였다. 그후 PEG 溶液을 水洗한 다음 이를 각각 光 및 暗條件에 再置床하여 發芽率을 調査하였다. 그 結果(그림 3) 種皮軟化處理된 種子의 경우 PEG 40% 溶液에서 5日 光處理하는 동안에는 전혀 發芽되지 않았으나, 水洗後의 暗發芽 速度는 PEG 溶液下에서 光處理한 種子가 處理하지 않은 種子에 비하여 빨라 光處理效果가 認定되었다. 無處理 種子에서도 같은 傾向이었다. 이는 光의 發芽初期段階誘起를 위한 water potential 과 그 후 實際 發芽에 必要한 water potential 과는 程度의 差異가 있음을 의미하며, 따라서 PEG 40%에 의한 發芽停止는 光의 作用 以後의 段階를 停止 시켰기 때문에 볼 수 있다. 이러한 結果는 幼根이 突出된 種子를 PEG 40% 溶液에 置床하였을 때 즉시 生長이 中止되지만 水洗後에는 正常的으로 伸長되는 것을 보아도 알 수 있었다. (표 1)

## 2. 嫌氣條件下에서의 光處理效果

嫌氣條件下에서 光의 認知效果가 있는지를 알기 위하여  $\text{N}_2$  또는  $\text{CO}_2$  gas 條件에 種子를 置床한 다음, 5日동안 光處理 하였다. 그後 gas 를 除去한 다음 光 및 暗條件에서 發芽實驗한 結果, 光條件에서는 모두 發芽되었고 暗條件에서도 각각 24%, 48% 發芽되어 전혀 發芽되지 않았던 對照區 및 gas 處理區와 比較하여 볼 때 光의 事前處理效果가 認定되었다. 그러나 完全한 發芽를 위해서는 酸十條件이 必要함을 示唆해 주었다. (표 2)

한편 이러한 效果가 水分吸收 差異에 의한 것인지를 調査해 본 結果 표 3에서와 같이 差異가 없었다. 따라서 光의 認知를 위해서는 酸十가 필수불가결한 條件은 아닐 것으로 생각되며<sup>3)</sup> 光認知 以後의

**Table 2.** After-effect of light treatment under anaerobic condition on the germination of *Oenothera lamarckiana* Ser.

Gas Pretreatment <sup>a</sup>	Germination percentage	
	Light	Dark
Air	98.7	0.3
Nitrogen	98.0	24.2
Carbon dioxide	97.7	48.7

a; Tested seeds were irradiated 5 days with fluorescent light (3000 lux) in side-arm flasks filled with N<sub>2</sub> or CO<sub>2</sub> before incubation. Then these seeds were incubated under dark or light (3000 lux, 16L/8D, 25°C) for 3 days after gas exchange.

**Table 3.** Initial water uptake of *Oenothera lamarckiana* Ser. seeds under anaerobic condition.

Treatment Condition	% Increase of water <sup>a</sup>		
	Air	N <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>
Light <sup>b</sup>	26.3	25.7	24.5
Dark	25.9	25.3	25.7

a; Increase percentage of fresh weight at 1 day after treatment.

b; 3000 lux, 12L/10D, 25°C

發芽代謝 過程 中에 要求되는 것이 아닌가 思料된다. Hilton 과 Owen<sup>4)</sup>은 5 가지 種子의 酸十吸收率을 調査한 結果, 幼根突出 이전에는 光이 酸十吸收에 미치는 영향을 探知할 수 없었다고 하였다.

### 3. 光質間的 相互作用

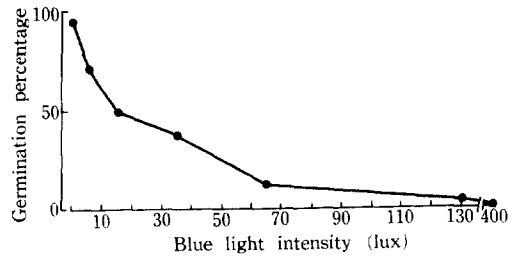
豫備實驗에서 青色セル로판지를 透過한 光의 發芽抑制 效果가 가장 컸기 때문에 青色光의 發芽에 미치는 역할 및 光質 相互間的 作用에 대하여 檢討하였다. 發芽에는 光質 뿐만 아니라 光度 역시 영향을 미치기 때문에 光質의 效果를 알기 위해서는 같은 세기의 光이 照射되어야 한다. 表 4에서 보는 바와 같이 20 Lux 同一 光度下에서 實驗한 結果 無

**Table 4.** Effect of light quality irradiated with the same intensity on the germination of *Oenothera lamarckiana* Ser. seeds.

Tested seed	Germination percentage <sup>a</sup>			
	Dark	Blue	Farred	White
Intact	0.7	0	-	38.0
KOH-treated <sup>b</sup>	98.0	57.3	93.7	98.0

a; Germination was determined 5 days after incubation under different light quality (20 lux, 14L/10D) at 25°C.

b; Seeds were treated with 30% KOH solution for 15 mins.



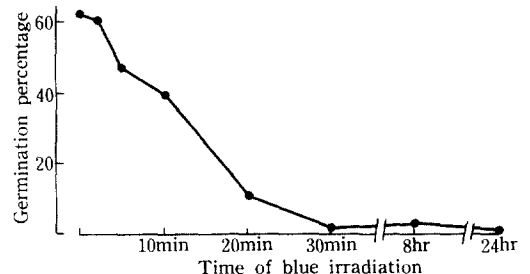
**Fig. 4.** Inhibitory effect of blue light intensity on the germination of *Oenothera lamarckiana* Ser. seeds.

Tested seeds were treated with 30% KOH solution for 15 mins. Germination was checked 5 days after incubation at 25°C.

處理種子에서는 青色光과 近赤色光에서는 發芽되지 않았으나 白色光下에서는 38%가 發芽되었다. 한편 暗條件에서 發芽가 誘起되도록 種皮軟化處理한 것에서는 青色光과 近赤色光에서 각각 57%, 94%의 發芽率을 보여 이들의 光質은 發芽에 抑制的인 效果를 가지며 그 程度는 青色光에서 높은 傾向이었다.

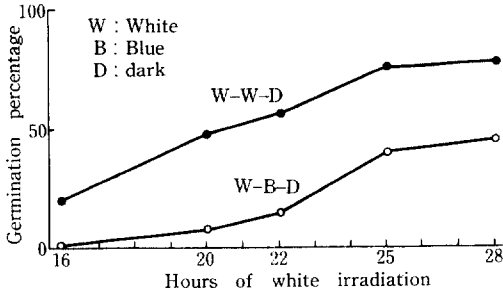
青色光의 光度에 따른 發芽 變化를 보면 그림 4에서와 같다. 즉 種皮軟化處理를 하여 暗條件에서 100% 發芽되는 種子를 각 光度의 青色光下에서 實驗한 경우 光度가 增加 될수록 發芽 抑制 傾向이 增加되어, 130 Lux 以上에서는 거의 發芽되지 않았다.

白色光處理로 光이 認知된 種子가 青色光에 의해서 可逆되는지 그리고 照射期間에 따라 어떠한 傾向을 보이는지 알기 위하여 몇가지 實驗을 하였다 (그림 5, 6, 7). 그림 5는 白色光 處理期間을 固定시키고 青色光의 照射期間을 달리했을 때의 結果로서 無處理種子를 사전에 16 시간동안 白色光(1000

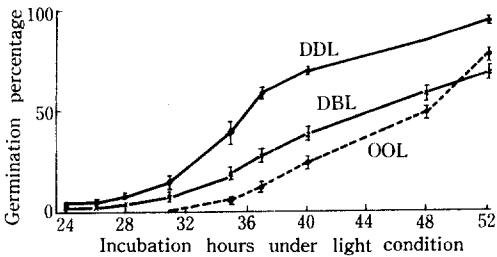


**Fig. 5.** Effect of blue light (140 lux, 1hr) on the germination of *Oenothera lamarckiana* seeds pre-irradiated with white light (2100 lux) for the indicated durations.

Blue light-treated seeds were transferred into dark and their germination was checked 4 days after transfer.



**Fig. 6.** Effect of blue light(140 lux) on the germination of *Oenothera lamarckiana* Ser. seeds pre-irradiated with white light (10000 lux, 16hrs). Germination was checked 5 days after starting of white light irradiance.



**Fig. 7.** Effect of the pre-irradiation of blue light (140 lux, 25°C) on the germination of *Oenothera lamarckiana* Ser. seeds.

- D; Incubation under dark and wetting condition for 1 day(25°C)
- B; Blue irradiation for 1 day(140 lux, 25°C)
- L; White fluorescent light(2500lux, 14L/10D, 25°C)
- O; Drying condition

Lux)으로 照射한 이후의 暗發芽가 62% 정도 되도록 한다음 靑色光(140 Lux) 照射時間을 달리하였을 때, 靑色光 照射 開始後 5~10 分부터 發芽가 抑制되기 시작하여 30 分이상 照射할 경우 거의 發芽가 되지 않는 可逆反應을 보였다. 한편 사전 白色光 照射期間을 달리하고 이후의 靑色光 照射를 1 시간으로 固定시킬 경우, 白色光의 照射期間이 길수록 靑色光에 의한 抑制 傾向이 減少되는 것을 볼 수 있었다(그림 6). 그림 7은 風乾된 種子를 1일동안 暗條件에 浸潤시키고, 그후 1일동안 140 Lux의 靑色光 照射를 한다음 光條件下에서 發芽變化를 追跡해본 結果로서 對照區에 비하여 發芽가 減少되는 傾向을 보여, 사전 光處理없이 暗條件下에서 浸潤된 種子是 種皮의 機械的 抵抗에는 미치지 못하나 이미

어느정도 發芽 可能한 形態로 存在하고 있으며 靑色光은 그 形態를 變化시켰던 것으로 推定된다. (破線은 浸潤 및 光의 사전처리를 하지 않은 구로서 浸潤 때문에 發芽가 늦은 경우를 나타낸 曲線이다)

그런데 種皮를 완전히 除去한 다음 靑色光을 照射한 경우에는 전혀 抑制效果를 볼 수 없었다(표 5). 이 結果만을 볼 때는 種皮에 靑色光 receptor가 存在하는 것처럼 생각되기도 하나 지금까지의 實驗結果를 檢討해 볼때 靑色光도 飛에 作用하는 것으로 생각된다. 즉 飛는 본래 發芽할 수 있는 能力이 있으나 無處理種子에서는 種皮의 機械的 抵抗을 克服할 수 없을 程度로서 여기에 光을 照射할 경우 그 에너지에 의해 活力이 增加, 發芽可能하게 된다.<sup>1)</sup> 그런데 靑色光은 이의 活力을 弱화시키는 作用을 하는데 그 程度가 飛自體의 發芽能力에는 미치지 못하는 것으로 보인다.

이러한 光의 效果가 Gibberellic acid 合成誘導→細胞伸長→幼根突出 過程을 통해 일어난다는 報告도<sup>12)</sup> 있는바, 만일 供試種자가 이러한 機作을 가진다면 靑色光의 抑制傾向이 GA 處理에 의해 克服될 것이다. 그러나 實驗結果(표 6) 전혀 效果를 찾을

**Table 5.** Influence of blue light on the germination of the seed and embryo of *Oenothera lamarckiana* Ser.

Treatment Solution	Germination percentage <sup>a</sup>			
	Dark		Blue <sup>b</sup>	
Materials <sup>c</sup>	D.W.	GA3 <sup>d</sup>	D.W.	GA3
Seeds	90	90	0	0
Embryos	100	100	100	100

a; Germination was checked 5 days after incubation at 25°C

b; Filtered blue light(140 lux, 14L/10D)

c; Seeds were treated with 30% KOH solution for 15 mins.

d; GA 100ppm

**Table 6.** Interaction of blue light and GA3 on the germination of *Oenothera lamarckiana* Ser. seeds.

Pre-treatment <sup>a</sup>	Solution	Germination percentage <sup>b</sup>		
		White (2500 lux)	Blue (140 lux)	Dark
D.W.	D.W.	72.0	8.7	97.1
	GA3	85.2	8.2	96.3
GA3 <sup>c</sup>	D.W.	73.9	2.2	97.9
	GA3	79.1	5.7	
	L.S.D(5%)	N.S.	N.S.	N.S.

a; Tested seeds were irradiated 1 day with fluorescence light(10000 lux) at 25°C.

b; Seeds were incubated 4 days at 25°C. c; GA3 100ppm.

수 없었다.

以上の結果를 綜合하여 볼 때 靑色光은 近赤色光보다 發芽抑制作用이 強하며 이 傾向은 光의 세기가 높고 照射時間이 길수록 높았다. 그리고 이는 可逆的 反應을 보이며 호르몬 均衡 變化를 통해서 보다는 다른 기작<sup>7)</sup> (gene expression, membrane permeability, enzyme activation)을 통해서 作用하는 것으로 推定되지만 phytochrome 계 또는 cryptochrome 單獨의 過程인지, 이들간의 相互作用<sup>8,10)</sup>인지에 대해서는 더욱 研究가 進行되어야 하겠다.

#### 4. 低溫과 光質間的 相互作用

低溫條件下에서 여러 光質을 10 일동안 處理한 다음 이들 각각을 室溫에 옮겨 白色光, 近赤色光 및 暗條件에서 發芽 되었다. 暗條件에서 低溫處理할 경우 65% 내외가 發芽되었으며 白色光에서 低溫處理를 並行하면 85% 정도 發芽되어 正의 相互作用을 보이거나 기타 單色光處理에서는 低溫暗條件의 경우보다 오히려 發芽率이 떨어져 低溫에 의한 促進效果가 沮害되는 特徵을 보였다. 이러한 傾向은 靑色光, 近赤色光 條件에서도 모두 나타났으며 3회 反復實驗에서 같은 傾向을 보였다. 그러나 왜 發芽에 促進的 作用을 했던 赤色光이 低溫에서는 오히려 抑制 傾向을 보이는지에 대해서는 더욱 檢討가 要求된다.

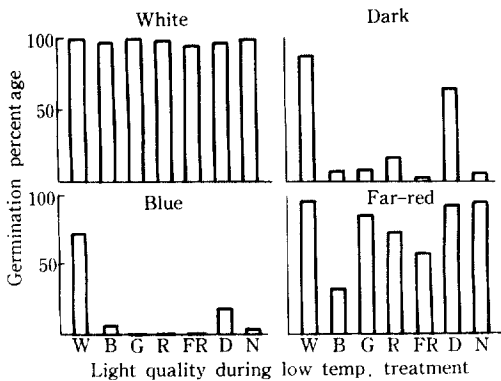


Fig. 8. Effect of light quality irradiated during low temperature on the germination of *Oenothera lamarckiana* Ser. seeds.

Seeds treated with various filtered lights at  $5 \pm 1^\circ\text{C}$  for 10 days were incubated in darkness at  $25 \pm 1^\circ\text{C}$  for 5 days.

W; white, 12000 lux, B; blue, 2500 lux, G; green, 3000 lux, R; red, 1400 lux, FR; far-red, 100 lux, D; dark, N; untreated, dark.

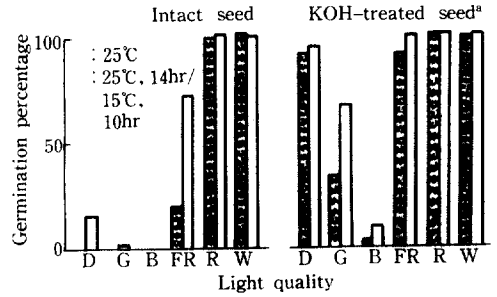


Fig. 9. Effects of light quality, alternating temperature and seed coat on the germination of *Oenothera lamarckiana* Ser. seeds.

Seeds were germinated for 5 days at constant or alternating temp. under various light quality (14L/10D) condition.

a; Seeds were treated with 30% KOH solution for 14 mins.

b; D; dark, G; green, 550 lux, B; blue, 430 lux, FR; far-red, 25 lux, R; red, 250 lux, W; fluorescent light, 2300 lux.

#### 5. 變溫, 光質 및 種皮軟化處理間的 相互作用

無處理 種子 및 種皮軟化處理 種子를 恒溫 및 變溫條件의 여러 光質下에서 發芽시켜 본 結果는 그림 9와 같았다. 種皮軟化處理는 無處理보다, 變溫條件은 恒溫條件보다 照射된 各 光質條件에서 모두 發芽率이 높았으나 그중 靑色光을 照射하였을 때가 가장 微微한 效果를 보였다. 이들 處理間 즉 變溫, 種皮軟化處理 및 光照射는 發芽에 있어서 正의 相互作用을 보였다.

#### 6. 光發芽성에 미치는 pH 效果

赤色光處理는 pH를 增加시키며<sup>12)</sup> 飛軸에서의  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$  이 近赤色光 處理에서보다 飛軸에 더욱 蓄積되었고<sup>2)</sup>, 靑色光處理는 proton extrusion을 促進한다<sup>12)</sup>는 報告가 있어 外部的으로 調節된 pH程度에 따라 光發芽 特性이 變하지 않을가 하는 假定下에서 調査해 본 結果 外部的으로 調節된 pH와 光 및 暗發芽間에는 相互關係가 없었다. 단지 極端的인 pH條件(2 또는 12)下에서는 일단 幼根이 突出된 후 細胞가 물러져 죽는 모습을 보였다. (그림 10)

以上の 實驗 結果들을 綜合하여 볼 때 큰달맞이꽃 種子의 發芽에는 光, 低溫, 變溫 및 種皮 등이 關與하며 이들중 初期에 가장 重要하게 作用하는 것은

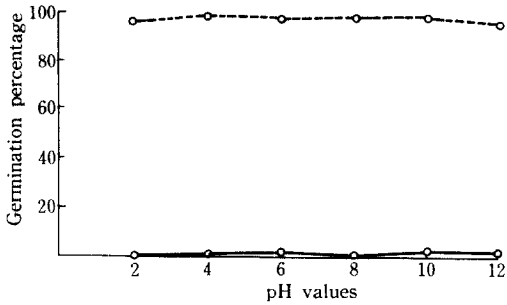


Fig. 10. Effect of light or dark on the germination of *Oenothera lamarckiana* Ser. seeds incubated in solutions with various pH values.

Germination was determined 5 days after incubation at 25°C under light (---, 14L/10D, 3000 lux) or continuous dark (—) condition.

光으로서<sup>11)</sup> 光은 낮은 water potential 또는 嫌氣條件에서도 認知되어 飛가 種皮의 機械的 低抗을 克服할 수 있도록 energy 를 供給해 주는 것으로 생각된다. 그리고 赤色光과 近赤色光 또는 青色光의 光調節體系를 가지고 있었으며 이는 호르몬 均衡 이외의 機作을 통해 發芽를 調節하는 것으로 보였다. 한편 低溫과 變溫 등은 單獨의으로도 發芽促進 效果가 있었으나 完全하지는 못하였으며, 他因子들과는 正의 相互作用을 가졌다. 그러나 例外的으로 低溫상태에서는 單色光處理가 오히려 低溫의 發芽誘起 效果를 低害하는 傾向이었다.

### 摘 要

本 研究는 큰달맞이꽃種子의 發芽에 미치는 光의 生理的作用을 把握하기 위하여 發芽要因들(光質, 低溫, 變溫, 水分, 酸十, 種皮 등) 相互作用을 光과 關聯하여 檢討하였다.

光은 嫌氣條件 및 낮은 water potential (-18bars) 下에서도 發芽初期 段階를 誘起시키며 種皮보다는 飛의 活力에 영향을 미쳐 發芽率을 增加시켰다. 이러한 光의 效果중 青色光처리에 의해서는 抑制되었다. 이는 可逆的 反應을 보였으며 그 程度는 光의 세기가 높고, 照射期間이 길수록 높은 傾向이었다. 低溫, 變溫, 種皮軟化處理 및 光 등은 發芽誘起에 正의 相互作用을 보였으나 單色光 處理에서는 低溫의 發芽誘起效果를 오히려 阻害하는 傾向이었다. 기타 pH 溶液 및 GA<sub>3</sub> 溶液은 光 및 暗發芽와는 無關하였다.

### 引用 文 獻

1. Carpita N.C., M.W. Nabors, C.W. Ross, and N.C. Petretic. 1979. The growth physics and water relations of red-light-induced germination in lettuce seeds. III. Changes in the osmotic and pressure potential in the embryonic axes of red and far-red-treated seeds. *Planta* 144 : 217-224.
2. Carpita N.C., M.W. Nabors, C.W. Ross, and N.C. Petretic. 1979. The growth physics and water relations of red-light-induced germination in lettuce seeds. IV. Biochemical changes in the embryonic axes of red-and far-red treated seeds. *Planta* 144 : 225-233.
3. Duke S.O. 1985. *Weed Physiology* (Vol. I) pp.43-45. CRC Press.
4. Hilton J.R. and P.D. Owen. 1985. Light and dry storage influences on the respiration of germinating seeds of five species. *New Phytol.* 99 : 523-531.
5. 金鑽石, 黃仁澤, 具石鎮, 趙匡衍. 1987. 큰달맞이꽃 種子의 發芽에 미치는 光 및 貯藏條件의 영향. *韓雜草誌* 7(2) : 130-138.
6. 金鑽石, 黃仁澤, 洪環植, 趙匡衍. 1987. 큰달맞이꽃 種子의 暗發芽에 미치는 要因. *韓雜草誌* 7(3) : 257-264.
7. Marme D. 1977. Phytochrome : Membranes as possible sites of primary action. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 28 : 173-198.
8. Mohr H., H. Drumm-Herrel and R. Oelmüller. 1984. Coaction of phytochrome and blue/UV light photoreceptors. *In* Blue light effects in biological systems edited by H. Senger. pp. 6-19. Springer-verlag.
9. Salisbury F.B. and C.W. Ross. 1978. *Plant Physiology* (2nd ed.) pp.294-297. Wadsworth Publishing Company Inc.
10. Schafer E. and W. Haupt. 1983. Blue-light effects in phytochrome-mediated responses. *In* Encyclopedia of plant physiology 16 B. Photomorphogenesis edited by W. Shropshire, Jr. and H. Mohr. pp.723-744. Springer

-Verlag.

11. Schonbeck M.W and G.H. Egley. 1981. Phase-sequence of redroot pigweed seed germination responses to ethylene and other stimuli. *Plant Physiol.* 68 : 175-179.
12. Shimazki K.I. and E. Zeiger. 1987. Red light-dependent CO<sub>2</sub> uptake and oxygen evolution in guard cell protoplasts of *Vicia faba* L. : Evidence for photosynthetic CO<sub>2</sub> fixation. *Plant Physiol.* 84 : 7-9.
13. Taylor J.S. and P.F. Wareing. 1979. The effect of light on the endogenous levels of cytokinins and gibberellins in seeds of sitka spruce (*Picea Sitchensis* Carriere). *Plant, Cell and Environment* 2 : 173-179.
14. Totterdell S. and E.H. Roberts. 1979. Effects of low temperatures on the loss of innate dormancy and the development of induced dormancy in seeds of *Rumex obtusifolius* L. and *Rumex crispus* L. *Plant, Cell and Environment* 2 : 131-137.
15. Totterdel S. and E.H. Roberts. 1980. Characteristics of alternating temperatures which stimulate loss of dormancy in seeds of *Rumex obtusifolius* and *Rumex crispus*. *Plant, Cell and Environment* 3 : 3-12.
16. VanDerWoude W.J. and V.K. Toole. 1980. Studies of the mechanism of enhancement of phytochrome-dependant lettuce seed germination by prechilling. *Plant Physiol.* 66 : 220-224.
17. Vincent E.M and E.H. Roberts. 1977. The interaction of light, nitrate and alternating temperature in promoting the germination of dormant seeds of common weed species. *Seed Sci. and Technol.* 5 : 659-670.
18. Vincent E.M and E.H. Roberts. 1979. The influence of chilling, light and nitrate on the germination of dormant seeds of common weed species. *Seed Sci. and Technol.* 7 : 3-14.
19. Yeam D.Y., J.J. Murray and H.L. Portz. 1981. Physiology of seed germination in zoysiagrass. (*Zoysia japonica* STEUD). *Proc. of International Turfgrass Society* : 467-476.