

큰달맞이꽃 種子의 暗發芽에 影響을 미치는 要因

金鎭石* · 黃仁澤* · 洪璟植* · 趙匡衍*

Factors Affecting Dark Germination of *Oenothera lamarckiana* Seeds

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

ABSTRACT

Effect of various physical and chemical treatments on dark germination of *Oenothera lamarckiana* seeds were primarily investigated to find out factors affecting germination.

Germination of seeds which did not germinate in the constant temperature and darkness was induced by several physical treatments such as sonification, wetting and drying, freezing and thawing, and removal of seed coat.

Pretreatment of chilling (4°C), freezing (-10°C) and incubation at high temperature (80°C) induced dark germination of seeds which did not germinate in the constant temperature ranges of 15 to 40°C under darkness.

Alternating temperature also had a stimulatory effect on dark germination of *Oenothera lamarckiana* seeds.

Sensing of seeds to alternating temperature appeared to be completed during the first two days after imbibition.

The minimum difference of temperature required for dark germination was 5°C in the range of 15-25°C.

A thiourea (1.0%) treatment induced dark germination, but GA, IAA, BA and Ethrel failed to do so.

Key words : *Oenothera lamarckiana*, dark germination, physical changes, temperature, growth regulators, thiourea.

緒 言

雜草種子는 大部分 好光性種子로서 暗條件에서는 發芽되지 않는 生理現象을 가지고 있으며 이러한 성질은 品種, 成熟環境, 種子的 狀態, 貯藏條件 및 기간, 發芽條件 등과도 관련되어 있는 것으로 알려져 있다.^{8,9,14)} 예를 들면 상치종자(Grand rapids)를 暗條件에 처상하였을 경우 25°C 내외의 좁은 恒溫範圍에서는 발아되지 않으나⁷⁾, 低溫處理를 하

거나^{15,20)} gibberellic acid 또는 胚乳의 物理的處理 등¹⁵⁾을 하였을 때는 發芽된다. 또한 Rumex 속 種子도 항온에서는 暗休眠(Dark dormancy)이 維持되지만 저온·변온에 의해서 暗發芽가 유기된다고 한다.^{18,19)} 이와 관련하여 光, 溫度 및 기타조건들이 發芽에 대하여 어떠한 作用機作들을 가지며 이들 작용들이 어떠한 상호작용을 하는가에 대해서는 많은 의문점과 더불어, 연구보고가 있지만 아직까지 확실한 증거가 제시되지 있지 못한 실정이다.^{4,9,14)}

그런데 어떤 種子的 發芽에 대한 특정 환경요인

* 韓國化學研究所

* Korea Research Institute of Chemical Technology, Daedeogdanji, Chungnam 301-343, Korea.

의 一次의 作用을 이해하기 위해서는 그 種子의 發芽에 關係되는 主要因이 우선 明確히 파악되어야 할 것이다.

큰달맞이꽃 種子는 前報에 보고된 바와 같이¹⁰⁾ 好光性種子이며 向은 暗條件에서는 風乾後 5개월동안 저장된 種子일지라도 發芽되지 않았다. 그러므로 發芽에 미치는 여러조건을 알기 위해서는 發芽가 용이한 명조건 보다는 發芽가 용이하지 않은 暗條件下에서의 발아여부를 검토하는 것이 바람직한 접근방법일 것으로 생각된다.

따라서 本 研究은 큰달맞이꽃 種子의 發芽에 關係되는 주요 要因들을 알기 위하여 一次의 暗發芽에 影響을 미치는 條件들을 검토하였다.

材料 및 方法

1986年 8月하순경 大田근교에서 수집한 後 25℃ 向온에 風乾저장된 種子를 供試種子로 하여 1986年 10月부터 1987年 2月까지 實驗을 수행하였다.

1. 種子의 物理的變化유기의 效果

○ 초음파 處理 : 風乾種子와 暗條件에서 1日間 침윤시킨 種子를 초음파세척기(B-42, Branson)에 각각 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0 時間동안 處理後 向온(25 ± 1℃) 暗條件下에서 處上하였다. 發芽는 處上後 5日째 調査하였다.

○ 化學物質處理 : 風乾種子를 30% KOH 용액에 2, 4, 6, 8, 10, 15, 20, 25, 30分동안 處理한 다음 흐르는 물에 세척한 後 暗條件에 處上하였다.

○ 침윤과 乾燥의 반복 : 風乾種子를 25℃ 向온에서 24時間동안 침윤시킨 다음 40℃ 向온에서 5時間 건조시킨것을 1회 處理로 하여 이를 向온에서 각각 1, 2, 3회 處理한 後 處上하였다.

○ 동결과 용해의 반복 : 風乾種子와 습윤종자를 -10℃에서 24時間동안 동결시킨 다음 25℃에서 24時間용해시킨 것을 1회 處理로 하여 이를 暗條件하에서 각각 1, 2, 3회 處理한 後 25℃ 向온向 조건 또는 明조건에 處上하였다. 이때 明조건은 3000 Lux, 14시간명 - 10시간向조건으로 하였다.

○ 物理的 자극처리 : 삼각뿔모양의 큰달맞이꽃 종자 선단에는 유근이 위치하고 있으며, 胚 외부에 비교적 단단한 種皮가 있고, 그 바깥 쪽엔 적갈색의 海面조직이 있다. 이러한 種子의 種皮에 대하여 다음과 같은 物理的 處理를 해부현미경하에서 實施하였다. (1).

예리한 침으로 종자의 중앙부위를 찌른다. (2) 子葉 선단부위의 약 1mm를 절단, (3) 유근선단부위 약 1mm를 절단, (4) 유근을 손상시키지 않고 유근부위의 種皮만 제거하거나, (5) 해면조직만 제거하는 처리 등을 행한 後 25℃ 向온 向조건에 處上하였다. 기타방법은 전과 동일하다.

2. 恒溫處理의 效果

向온조건 的 저온(냉장과 냉동), 실온, 高온이 發芽에 어떠한 影響을 미치는지를 調査하기 위하여 다음과 같이 實驗하였다.

種子가 處上된 濕潤상태의 紗를 알루미늄호일로 감싸서 向온조건으로 만든다음 5 ± 1℃와 25 ± 1℃의 溫度條件下에서 각각 1, 2, 4, 6, 8, 10, 20, 30, 40日間 保管하여 恒溫處理를 하였다. 後 25℃ 恒溫暗條件으로 옮겨 5日後 發芽率을 調査하였다. 냉동처리效果를 알기 위해서는 風乾 및 濕潤狀態로 保管중인 種子를 -10℃의 냉동고에 1, 2, 3, 4日동안 保管한 後 이를 25℃ 恒溫暗條件과 明條件(14時間 광주기, 3000 Lux)으로 옮겨 5日後 發芽率을 調査했다. 高溫處理效果를 알기 위해서는 風乾 種子를 80℃의 건조기에 10, 20, 30, 40, 50, 60, 120, 180分 동안 高溫處理한 後 같은 方法으로 그 發芽率을 調査하였다.

3. 變溫處理의 效果

變溫에 대한 感應의 時期를 알기 위하여 恒溫(25 ± 1℃)과 變溫(25℃, 14hr / 15℃, 10hr)의 두 條件을 설정한 다음 各 條件下에서의 處上기간의 합이 5日이 되도록 恒溫과 變溫處上기간을 0-5, 1-4, 2-3, 3-2, 4-1, 5-0일의 조합을 지어 恒溫에서 變溫으로, 變溫에서, 恒溫으로 두가지 處理를 同時에 交互적으로 實施하여 處理최종일에 그 發芽率을 調査하였다.

한편 變溫에 대한 感應의 폭을 알기 위해서는 上 限溫度를 25 ± 1℃(14hr)로 고정시키고 變溫의 幅을 各各 2.5℃, 5℃, 7.5℃, 10℃, 15℃(10hr)이 되도록 變溫條件을 설정한 다음 種子를 위의 變溫條件에 0, 1, 2, 3, 4, 5회 각각 處理하였다. 變溫處理된 種子는 25℃ 恒溫條件에 순서대로 5, 4, 3, 2, 1, 0日동안 處上後 그 發芽率을 調査하였다.

4. 몇가지 生長調節劑와 thiourea의 影響

植物生長調節劑가 暗發芽에 어떠한 影響을 미치는

지 알기 위하여 0.1, 1, 10, 100, 1000 ppm 濃度로 조제된 GA₃, BA, IAA, Ethrel 및 ABA 溶液을 샤페당 3cc씩 공급한 후 供試種子를 치상했다. 이를 25°C 恒溫暗條件下에서 5日동안 보관한 후 그 發芽率을 調査했다. 한편 thiourea에 대해서는 0.1, 1.0, 2.5, 5.0, 7.5 % 溶液을 위와같이 공급한후 種子를 치상하고 이를 25°C 恒溫의 暗條件 및 明條件(14hr 광주기, 3000 Lux)하에 5日동안 보관한 후 그 發芽率을 調査하였다.

結果 및 考察

1. 種子의 物理的變化誘起의 効果

休眠의 原因中에는 種皮의 불투수성 및 物理的 저항 등이 關係하고 있다.⁹⁾ 따라서 큰달맞이꽃 種子가 暗條件에서 發芽하지 못했던 原因이 種皮와 關係되어져 있는지를 알아보기 위하여 種皮의 物理的變化를 誘起시킬 수 있는 여러처리 즉 초음파, KOH 溶液, 濕潤·건조의 반복, 동결융해의 반복 및 種皮一部分의 除去處理 등을 實施하였다. 그 結果 상기처리의 모든 경우에서 暗發芽가 유기되었다. 초음파 處理의 경우를 보면 (그림 1) 1日동안 침윤시킨 種子는 30分 處理에 의해서 100% 發芽率을 나타내었으나 風乾種子에 同一한 處理를 한 경우에는 發芽率이 낮았으며, 3배에 달하는 1.5시간동안의 處理에서도 80% 내외의 暗發芽率을 보였다. 이는 침윤처리에 의해 種子의 種皮가 연화된 상태였기 때문으로 생각되며, 아울러 초음파 처리는 供試種子의 休眠타파 방법으로서의 가능성을 시사해 주었다.

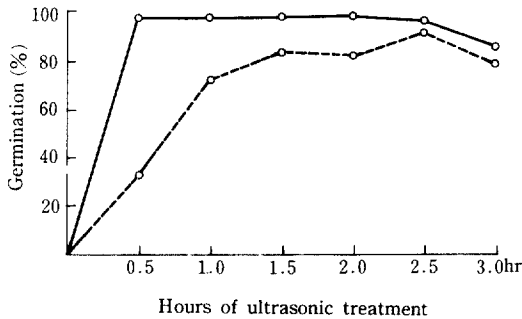


Fig. 1. Effect of ultrasonic treatment on the dark germination of *Oenothera lamarckiana* seeds with dark imbibition for 1 day (o—o) or without imbibition (o····o).

Germination was determined at the 5th day after incubation at 25±1°C.

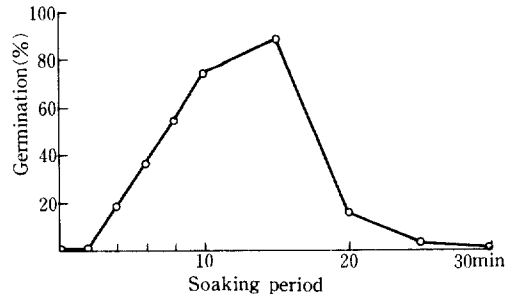


Fig. 2. Effect of 30% KOH solution treatment on the germination of *Oenothera lamarckiana* seeds.

The seeds were held in continuous dark condition for 5 days at 25°C.

KOH 溶液의 處理結果는 그림 2와 같았다. 種子의 胚에 影響이 미치지 않도록 하기 위하여 강한 염기성 溶液인 KOH를 種子의 水分이 吸收되기 이전의 30分 이내로, 處理濃度는 處理時間을 단축시키기 위하여 30%로, 비교적 높게 하였다. 그결과 初期에는 KOH 용액 처리시간이 증가함에 따라 發芽率이 增加되어 15分 處理에서 약 90%의 發芽率을 보였으나 이후 급격히 감소되는 傾向이었다.

濕潤과 乾燥의 반복처리를 했을 경우 1회 處理에서도 暗發芽되었으며 處理회수를 增加시키면 發芽率도 增加되는 傾向을 보였다.

동결과 융해의 반복처리에서는(표 1) 風乾種子의 경우 전혀 發芽되지 않았으나 濕潤種子의 경우 1회 處理에서 22%, 3회 處理에서 87%의 發芽率을 보여 處理회수를 增加시키면 發芽率이 增加되는 傾向을 보였다.

한편 種皮에 物理的處理를 할 경우 에리하 칩으로

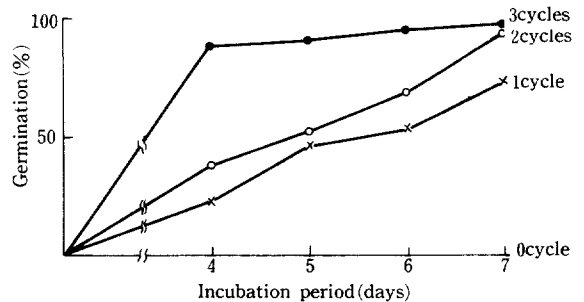


Fig. 3. Effect of imbibition (24hr at 25°C)-drying (5 hr at 40°C) regimes on the dark germination of *Oenothera lamarckiana* seeds. The seeds were held for 5 days at 25°C.

Table 1. Effect of freezing (24hr, -10°C)-thawing (24hr, 25°C) regimes on the germination of *Oenothera lamarckiana* seeds.

Number of treatment	Germination(%)			
	Air-dried seed		Water-imbibed seed	
	Light	Dark	Light	Dark
0	98	0	98	0
1	98	1	97	22
2	97	0	96	60
3	95	0	98	87

The seeds were held in light(14L/10D, 3000 Lux) or continuous dark condition for 5 days at 25±1°C.

種皮의 中央部位를 찌르거나, 種子의 外部 해면조직을 除去하는 處理에서는 거의 發芽되지 않았으나, 유근 및 자엽의 길이生長에 대한 種皮의 기계적 저항을 除去시키기 위한 方法으로 양선단 部位를 절단 또는 除去한 處理方法에서는 80~90%의 높은 發芽率을 보였다.

이상의 여러가지 處理結果를 통해서 檢討해 볼 때 供試種자가 恒溫暗條件에서 發芽되지 않았던 一部原因은 胚의 길이生長을 억제하는 種皮의 기계적 저항 때문으로 생각되며, 物理的 變化誘起를 통해 暗發芽를 誘起시킬 수 있었다고 생각된다. 種皮의 物理的 處理를 통해 休眠이 타파되거나 發芽率이 增加되었다는 예는 많이 알려져 있다. *Abutilon theophrasti* 및 *Sida spinosa* 는 種皮의 불투수성 *Xanthium pensylvanicum* 은 種皮의 불투기성, *Panax ginseng* 은 種皮의 機械的 저항 때문에 休眠한다고 하며⁴⁾ *Lactuca sativa* 種子의 경우도 胚를 에워싸고 있는 2~3겹의 배유층이 유근돌출을 억제하고

Table 2. Effect of various physical treatments on the dark germination of *Oenothera lamarckiana* seeds.

Treatments	Germination(%)
Intact seed	0
Pricking in the middle of seed	6.7±1.8
Cutting of cotyledon part	86.7±3.3
Cutting of radicle part	83.3±0.7
Seed coat removing of radicle part	90.0±0.0
Scratching of outer seed coat	4.0±1.3

Germination(%) was determined at the 5th day after incubation under continuous dark condition at 25±1°C (±SE).

있기 때문에 發芽하지 못하는 것으로 보고되고 있다.²⁾ 기타 피, 바랭이, 비름, 참방동사니, 여뀌 등의 種子도 種皮과상을 하면 發芽가 촉진된다.³⁾ 이와 같은 측면에서 큰달맞이꽃 種子의 發芽특징을 보면 明 및 暗條件에서 모두 初期 24時間동안의 水分吸收가 거의 一致한다는점¹⁰⁾, 種皮 中央部位에 자극을 주어 투수·투기성을 容易하게 하여도 發芽되지 않았으나 胚의 길이生長을 가능케 하는 處理를 할 경우 發芽가 良好 하였다는 점 등을 考慮해 볼 때 供試種자의 경우도 상치 種子의 경우와 같이 胚乳 또는 種皮가 幼根의 돌출을 저해하고 있다가 이를 除去시켜 주면 暗條件에서도 發芽가 가능한 것으로 생각된다. 그러나 種皮에 어떠한 發芽抑制物質이 存在하여 胚의 生長力을 저해시켰을 가능성^{1,12)}도 배제할 수 없기 때문에 이에 대해서는 더욱 檢討가 요구된다.

2. 恒溫處理의 效果

種子에 따라 다소 차이가 있겠지만 光要求성은 溫度와 밀접히 관련되어 있다. 本 供試種자는 어떠한 경향을 지니고 있는지를 알아보기 위하여 恒溫條件 하에서 저온, 室溫, 高溫處理를 하여 暗發芽에 미치는 溫度效果를 調査하였다.

예비실험 結果 15-40°C 범위의 溫度에서는 暗發芽가 전혀 誘起되지 않았다. 本實驗에서도 濕潤種子를 25°C 恒溫暗條件에 40日동안 두어도 전혀 發芽되지 않았으며(그림 4) 40일동안 恒溫暗條件에 보관한 種子를 明條件에 치상하였을 때 發芽率에 있어서는 변함이 없지만 發芽속도가 다소 늦어지는 경향을 보였다.

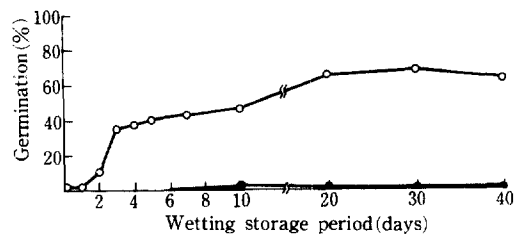


Fig. 4. Dark germination of *Oenothera lamarckiana* seeds in relation to wetting storage period under room temp. (25±1°C, o—o) or low temp. (5±1°C, o····o) condition. Germination was determined at the 5th day after incubation at 25±1°C.

이는 *Rumex* 속 種子를 15~25 °C 범위의 恒溫暗條件에 처상하면 2 차休眠이 誘起되고 溫度가 增加함에 따라 그 정도가 增加되었다는 보고¹⁸⁾와 유사한 경향이였다. 低溫(Chilling) 처리의 경우에는는 室溫에서와는 달리 暗發芽가 誘起되었으며 低溫處理 개시후 3-4 일까지는 發芽率이 급격히 增加하다가 이후 완만하게 增加하였다. (그림 3) 따라서 低溫에 의한 暗發芽촉진은 비교적 初期에 이루어지며 이는 浸潤完了時期 前後의 低溫處理가 가장 重要하게 作用하는 것으로 생각된다. Vander Woude 와 Toole²⁰⁾에 의하면 상치종자에서의 低溫效果는 P_{fr} 의 손실율을 감소시키거나 2 차休眠의 誘起를 抑制하기 때문인 것으로 해석하고 있으나 아직 이에 대한 확실한 증거는 提示되지 못하고 있다. 그러나 *Rumex* 속 種자는 12 주 동안 1.5 °C의 低溫에 두면 2 차休眠이 誘起된다고 보고되고 있다. -10 °C의 냉동 또는 80 °C의 高溫處理를 하면 마찬가지로 暗條件下에서도 發芽된다. 즉 風乾 및 濕潤種子를 4 일간 냉동 처리 하면서 1 일간격으로 꺼내어 暗狀態에서 發芽實驗을 한 경우 각각 27%, 86%로서 風乾種子보다는 濕潤種子에서 良好한 發芽率을 보였으며 그 이후처리에서는 增加경향이 없었다. (표 3) 이는 냉동 온도에 대한 感應도 低溫處理에서 처럼 浸潤이完了 되는 시기 後에 影響을 받는다는 結果를 보여주는 것으로서 흥미롭다. 高溫處理의 경우에서도 風乾種子를 80 °C에서 3時間 處理하면 약 82%의 暗發芽率을 보였다. (표 4) 이상의 實驗結果를 요약하여 볼 때 큰달맞이꽃種자의 경우 恒溫(15-40 °C)에서는 暗發芽되지 않으나 냉동(-10 °C), 저온(4 °C) 또는 高溫處理(80 °C)에서는 暗發芽가 誘起되며 溫度에 대한 感應은 비교적 초기에 일어나는 특징을

Table 3. Effect of freezing treatment(-10°C) on the germination of air-dried or water-imbibed *Oenothera lamarckiana* seeds.

Period of freezing	Germination(%)			
	Air-dried seed		Water-imbibed seed	
	Light	Dark	Light	Dark
0	96	0	96	0
24	99	27	98	86
48	97	21	95	87
72	98	12	96	85
96	96	18	98	90

The seeds were held in light (14L/10D, 3000 Lux) or continuous dark condition for 5 days 25±1°C.

Table 4. Effect of high temperature(80±2°C) on the germination of air-dried *Oenothera lamarckiana* seeds.

Treatment (min.)	Germination (%)	
	Light	Dark
0	97	0
10	98	6
20	96	3
30	95	11
40	97	13
50	97	15
60	96	35
120	95	43
180	97	82

The seeds were held in light(14L/10D, 3000 Lux) or continuous dark condition for 7 days at 25±1°C.

보였다. 여기에서 냉동처리 또는 高溫處理는 細胞内の 代謝作用에 影響을 주었다기 보다는 細胞成分의 不活性化 또는 細胞膜의 파괴 등에 影響을 미쳐 暗發芽誘起를 가능케한 것으로 생각되지만 低溫에서 暗發芽 촉진효과는 細胞膜의 lipid 組成變化에 의한 透過性變化에 의한 것인^{11, 13)}, 體內的 低溫특이성 代謝過程¹⁴⁾이 일어나기 때문인지, 아울러 光의 作用機構와 一致하는지에 대해서는 더욱 研究가 進行되어야 할 것으로 생각된다.

3. 變溫處理의 效果

變溫條件은 大部分의 種子發芽에 誘起的 역할을 하는바 그 作用機作으로서는 變溫에 의한 細胞膜의 유연성 증진 또는 파괴, 代謝過程의 活性化 등에 초점을 두고 있다. 供試種子인 큰달맞이꽃種子에서도 變溫에 의해 暗發芽가 誘起되었는바 浸潤初期에 恒溫處理한 다음 變溫處理할 경우는 暗發芽率이 현저히 낮았으나, 浸潤初期 1~2 일에 變溫處理할 경우에는 良好한 暗發芽率을 보였다. 그러나 그 이후의 變溫處理는 發芽率 증진효과가 적었다. (표 5)

이는 浸潤初期의 變溫이 暗發芽에 影響을 미친다는 것을 뜻하는 것으로서 恒溫條件에서의 實驗結果와 같은 경향을 보였다. 따라서 供試種자의 溫度에 대한 感應은 비교적 初期에 浸潤과 더불어 誘起되며 이때의 發芽環境이 크게 影響을 미치는 것으로 생각된다.¹³⁾ 이와 유사한 反應이 비름(*Amaranthus retroflexus* L.)에서도 보고¹⁶⁾ 되고 있다. 한편 變溫에 대한 感應의 幅을 調査해본 結果(그림 5) 變溫의 幅이 2~5 °C내에서는 發芽되지

Table 5. Dark germination of *Oenothera lamarckiana* seeds held for indicated intervals(days) at given temperatures.

Treatments		Germination (%)	
AT→CT (days)	AT←CT	AT→CT	AT←CT
0	5	0.7±0.7	0.7±0.7
1	4	15.3±6.4	2.7±1.8
2	3	42.0±2.0	3.3±1.3
3	2	50.0±6.0	10.0±4.0
4	1	50.7±1.3	22.7±3.3
5	0	58.7±2.9	58.7±2.9

Germination(%) was determined at the 5th day after beginning of incubation.

AT : Alternating temperature(25°C-14hr/15°C-10hr)

CT : Constant temperature(25°C)

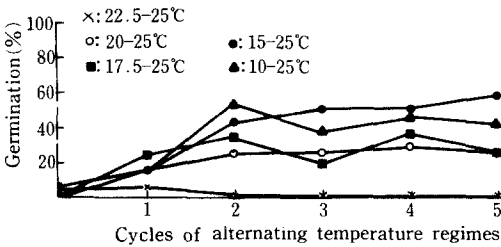


Fig. 5. Effect of various alternating temp. regimes on the dark germination of *Oenothera lamarckiana* seeds. The seeds were incubated at 25°C, and their germination was determined at the 5th day after initial incubation. L.S.D(5%)=16.7 at 2cycles of alternating temp. regimes.

않았으나 5°C 以上の 差異에서는 變温幅이 클수록 發芽率이 增加되는 경향을 보였다. 그런데 2 實驗에서 15~40°C 恒溫條件에서는 暗發芽가 되지 않았지만 低溫에서는 發芽되어 低溫의 重要性이 제시되었으나 變温條件의 경우 上限溫度 및 下限溫度 자체보다는 上下間의 溫度差異에 의해서 發芽가 좌우되고 있으므로, 變温效果와 低溫效果는 서로다른 기작을 통해 暗發芽를 誘起시키는 것으로 추정된다.

4. 몇가지 生長調節劑와 thiourea의 影響

지베렐린류, 사이토키닌류, 에틸렌 등은 P_{fr} 과 상호작용을 하면서¹⁷⁾ 種皮의 機械的 저항에 대한 胚의 生長力을 높임으로써 暗發芽를 誘起시킨다는 보고¹⁴⁾가 있으나 光과의 直接的인 關係는 없다는 증

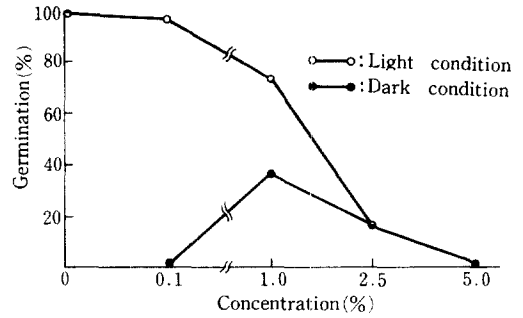


Fig. 6. Effect of thiourea on the germination of *Oenothera lamarckiana* seeds. Germination was determined at the 5th day after incubation under light (14L/10D, 3000Lux) or continuous dark condition at 25±1°C.

거도 提示되고 있다.^{4, 6, 14)} 따라서 여러 生長調節劑가 큰달맞이꽃 種子의 暗發芽에 미치는 影響을 調査해본 結果 GA_3 , BA, IAA, ABA 등은 모든 處理濃度에서 暗發芽가 誘起되지 않았으며 ethrel 은 다른 것에 비하여 약간의 暗發芽 誘起傾向을 보였으나 극히 미약하였다.

그러나 正確한 作用機作은 밝혀져 있지 않지만 暗條件 또는 高溫에서 發芽하지 않거나, 低溫濕潤을 要求하는 種子에 대하여 發芽촉진효과가 있다고 알려진 thiourea⁵⁾를 處理한 結果는 그림 6 과 같이 10%의 處理濃度에서 약 40%의 暗發芽가 誘起된 반면에 明條件에 치상한 것은 無處理區보다 낮은 發芽率을 보였다.

따라서 큰달맞이꽃 種子에서는 GA 나 ethylene 등에 용이하게 反應하는 種子들(例: 상치)과는 다른 發芽反應을 보였으며, 調査된 溶液들중 thiourea 만

Table 6. Effect of various plant growth regulators on the dark germination of *Oenothera lamarckiana* seeds.

Concentration (ppm)	Plant growth regulators				
	GA_3	BA	IAA	Ethrel	ABA
0.1					3.0
1.0	1.0	1.0	0	0	2.0
10.0	1.0	2.0	0	9.0	0
100.0	0	0	0	11.0	
1000.0	6.0			0	

Germination(%) was determined at the 5th day after incubation at 25±1°C.

이 暗發芽 誘起效果를 보였다. 이상의 제반實驗結果들과 보고된 내용들을 綜合하여 볼 때 큰달맞이꽃 種子의 發芽에는 光이외에 種皮의 기계적저항, 저온, 變溫, thiourea 등이 關係하고 있으며, 이들의 作用은 細胞膜과 밀접한 關係가 있을 것으로 추정되나 보다 精確한 이해를 얻기위해서는 이들 요인 각각의 作用機作은 물론 상호간의 作用에 대해서도 더욱 研究가 進行되어야 할 것이다.

要 約

큰달맞이꽃 種子의 發芽에 關係되는 光이외의 主要因子들을 알기 위하여 一次的으로 暗發芽에 影響을 미치는 要因들을 調査하여본 結果는 다음과 같았다. 여러가지의 物理的變化誘起處理는 恒溫 暗條件에서 發芽되지 않았던 種子의 暗發芽를 誘起시켰다. 15~40℃의 恒溫에서는 暗發芽되지 않았으나 4℃의 低溫, -10℃의 냉동 또는 80℃의 高溫處理에서는 暗發芽가 誘起되었다. 變溫은 暗發芽를 誘起시켰으며 10~25℃ 範圍에서는 적어도 5℃ 이상의 變溫幅을 요구하였다. 변온에 대한 種子의 感應은 처상후 1~2일째 이루어졌다. GA₃, IAA, B A, Ethrel 은 暗發芽에 誘起效果가 없었으나 Thiourea 처리는 1.0% 농도처리에서 40%의 暗發芽를 誘起시켰다.

引 用 文 獻

1. Bewley J.D. and P. Halmer. 1980/81. Embryo-endosperm interactions in the hydrolysis of lettuce seed reserves. Israel Journal of Botany. 29 ; 118-132.
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. III. Changes in the osmotic and pressure potential in the embryonic axes of red and far-red-treated seeds. Planta 144 ; 217-224.
3. 趙匡衍, 金鎮石, 金英燮. 1987. 乾燥低溫 貯藏한 몇 가지 雜草種子의 發芽誘起. 韓雜草誌 7(1) ; 19-28.
4. Duke S.O., 1985. Weed physiology (Vol. 1) pp. 27-56. CRC press.
5. Hartmann H.T. and D.E. Kester. 1975. Plant propagation principles and practices (3rd ed.).

- pp. 161. Prentice-Hall. New Jersey.
6. Ikuma H. and K.V. Thimann. 1963. Action of kinetin on photosensitive germination of lettuce seed as compared with that of gibberellic acid. Plant Cell Physiol. 4 ; 113-128.
7. _____ and _____. 1964. Analysis of germination processes of lettuce seed by means of temperature and anaerobiosis. Plant Physiol. 39 ; 756-767.
8. Karssen C.M., 1980/81. Environmental conditions and endogenous mechanisms involved in secondary dormancy of seeds. Israel Journal of Botany 29 ; 45-64.
9. Khan A.A., 1977. The physiology and biochemistry of seed dormancy and germination. pp. 181-190. North-Holland Publishing Company.
10. 金鎮石, 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) ; 인쇄중
11. Lyons J.M. 1973. Chilling injury in plants. Ann. Rev. Plant Physiol. 24 ; 445-466.
12. McDonald M.B.Jr. and A.A. Khan. 1977. Factors determining germination of Indian ricegrass seeds. Agron. J. 69 ; 558-563.
13. Nola L.D. and A.M Mayer. 1986. The effect of temperature of imbibition and germination on the lipid and fatty acid content and composition in phospholipids of embryonic axes from pea seeds. Phytochemistry. 25(12) ; 2725-2731.
14. Salisbury F.B. and C.W. Ross. 1985. Plant physiology (3rd ed.) pp. 380, 424-425. Wardsworth Publishing Company Inc.
15. Scheibe J. and A. Lang. 1965. Lettuce seed germination : Evidence for a reversible light-induced increase in growth potential and for phytochrome mediation of the low temperature effect. Plant Physiology 40 ; 485-492.
16. Shonbeck 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.
17. 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.
18. 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.
19. _____ and _____. 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.
20. VanDerWoude W.J. and V.K. Toole. 1980. Studies of the mechanism of enhancement of phytochrome-dependent lettuce seed germination by prechilling. Plant Physiol. 66 ; 220-224.