

굴거리나무 種子發芽에 關한 研究*

康 勳**

Studies on Germination of *Daphniphyllum macropodum* Seeds*

Hoon Kang**

Summary

Germination response to the treatment of temperature, low temperature period, red light and various plant growth regulators are studied by the use of the seeds of *Daphniphyllum macropodum*. Also physiology in seed germination was studied in relation to characterization of the water uptake and changes of seed-stored substances to the treatment of low temperature and GA during seed germination.

The experimental results from the studies are briefed as the following compendia.

1. Effects of temperature, low temperature period, red light and various plant growth regulators on the seed germination.

1) Although the seed germination did not take place in 15 weeks when done at 25°C, germination of *Daphniphyllum macropodum* seeds are promoted at 15°C, and inhibition was greater as temperature increased.

2) Promotion of seed germination was greater as low temperature period prolonged, and the treatment of 4 weeks low temperature was not more significantly influence on its promotion than the control.

3) Red light promoted the seed germination at 15°C, but lost its promotive effect at over 20°C. And there was a greater promotion in dark than the light.

4) The GA treatment at 10mg/l greatly promoted seed germination, and inhibition was greater as concentration increased.

5) The NAA treatment under 10mg/l was not more significantly effect than the control, and germination percent decreased greater than the control as concentration increased.

* 이 논문은 1991년도 한국과학재단 신진연구비 지원에 의해 연구되었음.

과제번호 : 913-1510-003-1

** 농과대학 원예학과 (Dept. of Horticulture, Cheju Univ., Cheju-do, 690-756. Korea)

6) The ethephon treatment at $1\text{mg}/\ell$ greatly promoted seed germination, but within the range of 25 to $100\text{mg}/\ell$, was almost as germination percent as the control.

7) The BA treatment at $1\text{mg}/\ell$ greatly promoted seed germination, and also, the other concentration was more effective than the control.

2. Effects of GA and low temperature treatment on water uptake and change of seed-stored substances during seed germination.

1) Low temperature or GA treatment promoted greater seed germination than the control. However combined treatment with both of them demonstrated greater level of germination than either low treatment or GA alone.

2) The control, low temperature, GA and low temperature plus GA treatment showed three stages of water uptake during seed germination, namely 1) rapid increase, 2) steady, and 3) increase in the water uptake. There was a gradual increase in the third increase of the control than the other treatment.

3) The content of protein and crude fat decreased more rapidly in low temperature plus GA treatment than the control. Although its content was more decreased in low temperature or GA alone than the control, there was more decrease in the combined treatment than either low temperature or GA alone.

4) After one week of imbibition, the content of carbohydrate and total sugar was decreased more rapidly in low temperature, GA, and low temperature plus GA treatment than the control.

5) During seed germination, the content of starch and sucrose was decreased in the all treatments, but due to the much consumption of energy, its content was more decreased in low temperature plus GA than either low temperature or GA alone.

序 論

굴거리나무 (*Daphniphyllum macropodum* Miquel)는 높이 10m까지 자라는 '常綠闊葉喬木'으로 제주도, 내장산 및 백운산에 주로 分布하며, 남해안의 島嶼 地方에도 自生하고 있다(韓國造景學會, 1989. 趙, 1989). 生態적으로는 耐陰性이 강하여 陰地에서도 生育이 용이하며 잎이 크고 두꺼워서 주요 觀賞植物인 고무나무와 비슷하기 때문에 室內觀賞植物로 開發이 可能할 뿐만아니라, 庭園이나 公園의 樹林 下에서 景觀을 돋보이게 할 수 있는 樹種이다(金 등, 1990).

특히 초봄에 새싹이 돋아 날때에는 가지의 정단 부에서 연초록의 잎이 多量 發生하여 葉柄의 붉은 색과 調和를 이루기 때문에 보는 사람으로 하여금

蘇生の 기쁨을 마음껏 느끼게 한다. 그러므로 그 植栽의 가치를 충분히 인정받을 수 있는 중요 造景樹種이라 思料되는바 굴거리나무 種子發芽에 대한 溫度, 低溫處理 期間, 赤色光 및 植物生長調節 物質處理 效果와 發芽過程中 種子內的 貯藏養分 變化를 調査하여 굴거리나무 種子 發芽生理에 대한 基礎資料를 얻고자 實施하였다.

材料 및 方法

1. 溫度, 低溫處理期間 및 赤色光이 發芽에 미치는 影響

供試材料은 대극과의 일종인 굴거리나무 種子를 1990년 11월에 採種하여 사용하였다. 低溫處理에 사용된 種子는 25°C에서 貯藏하다가 5°C에서 4, 8,

12週 貯藏하였으며, 溫度 및 赤色光處理에 사용된 種子는 5°C에서 12週 동안 貯藏한 種子를 사용하였다.

溫度處理는 plant growth chamber를 사용하여 15, 20, 25°C로 調節하였고 그의 實驗은 15°C를 維持하였다.

光處理時 光源은 水銀燈를 사용하였으며 光度는 약 5000lux를 維持하였다. 赤色光處理는 red cellophane (미국 Polycast Technology Co. 제품)을 사용하였고, 暗處理는 petri-dish를 aluminium foil로 싸서 遮光하였다.

2. 植物生長調節가 發芽에 미치는 影響

供試材料는 1991년 11월에 採種한 글거리나무 種子를 15°C에서 12주 동안 貯藏하였다가 사용하였다.

植物生長調節劑는 Gibberellic acid (GA), Ethephon, 6-Benzylaminopurine (BA)와 β -Naphthalene acetic acid (NAA)를 사용하였고, 處理濃度는 0.1, 1.0, 10, 25, 50, 100mg/l로 하였다.

各 處理는 直徑 9cm petri-dish에 filter paper (Toyo No. 2) 2매씩 깔고 適濕狀態를 維持시킨 다음 그 위에 種子 50粒을 處置하여 일정 시간별로 發芽 個體數를 調査한 百分率을 5反復 平均하여 發芽率로 나타내었으며, 發芽程度는 幼根의 길이 3mm 이상되는 것을 기준으로 하였다.

3. GA와 低溫處理가 發芽中인 種子의 水分吸收 및 貯藏物質 變化에 미치는 影響

供試材料는 1991년 11월에 採種한 種子를 사용하였으며, 對照區 및 GA 10mg/l 處理는 15°C에서 12주, 低溫 및 低溫 + GA 10mg/l 處理는 5°C에서 12주동안 貯藏한 種子를 사용하였다.

各 處理는 種子 50粒씩을 petri-dish에 處置하여 15°C에서 실시하였으며, 일정 시간별로 꺼내어 測

定試料로 사용하였다.

水分含量은 生體重에서 乾物重은 乾 값을 生體重으로 나누어서 百分率로 표시하였으며, 蛋白質은 Bradford법(1976), 조지방은 Soxhlet 抽出法, 全炭水貨物, 澱糖 및 澱粉은 吉野 實法(1976), sucrose는 HPLC를 이용하여 Conrad法(1976)으로 分析하였다.

結果 및 考察

글거리나무 種子發芽에 대한 溫度의 影響을 보면 15°C에서는 6주부터 發芽하기 시작하여 12주 50%, 15주에는 63% 發芽하였으나, 25°C에서는 15주에도 發芽가 이루어지지 않았다. 20°C에서는 9주까지 15°C와 비슷한 發芽樣相을 보였으나 10주부터는 15°C보다 發芽가 低調하였다(Fig. 1).

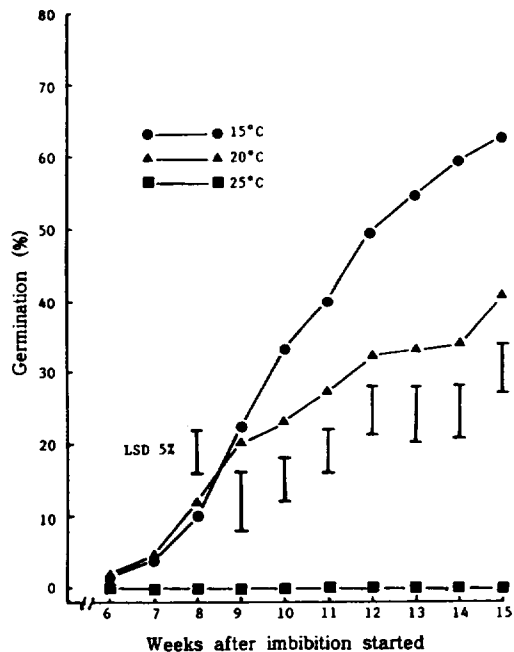


Fig. 1. Effects of temperature on seed germination of *Daphniphyllum macropodum*. z) Seed was treated with low temperature at 4 to 5°C for 12 weeks.

Mayer와 Poljakoff-Mayber(1982)는 種子의 發芽溫度는 種에 따라 다르며, 發芽適溫을 벗어난

Ethephon 處理은 1mg/l 濃度에서 10주 44%, 12주 58.7%로 對照區의 27.3%와 38%보다 發芽가 良好하였다. 그리고 25~100mg/l 의 濃度處理은 對照區와 비슷한 發芽樣相을 보였다(Fig. 6).

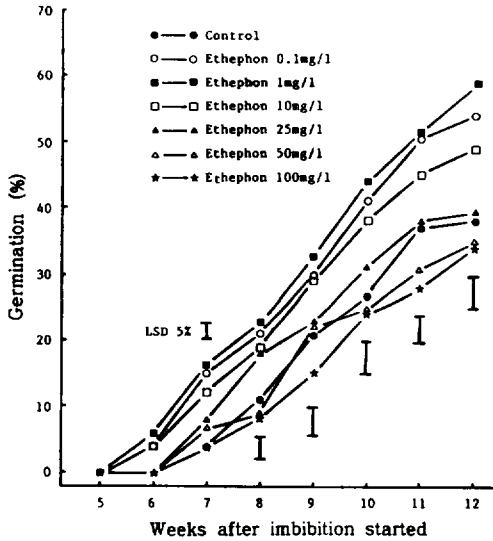


Fig. 6. Effects of ethephon on germination of *Daphniphyllum macropodum* seeds at 15°C in dark.

Ethylene 혹은 ethylene 發生製인 ethephon (Warner와 Leopold, 1969)의 種子發芽 促進效果는 *Amaranthus hypochondriacus* (康과 郭, 1989), 상치 (Abeles와 Lonski, 1969., Abeles, 1986), *Chenopodium album* (Saini 등 1986), *Amaranthus retroflexus* (Schonbeck과 Egley, 1980), *Brassica napu* (Takayanagi와 Harrington, 1971) 등의 여러 種子에서 報告되었으며, ethylene의 發芽促進作用은 ethylene이 하배측내의 방사형 細胞의 伸張을 促進시키기 때문에 發芽가 促進된다고 하였으며 (Abeles, 1986), Esashi 등(1979)은 ethylene이 alternative respiration을 促進함으로써 發芽에 影響을 미친다고 하였다.

BA處理은 1.0mg/l 濃度에서 9주 34.7%, 12주 58.7%로 가장 發芽가 促進되었으며 處理濃度 모두 對照區보다 發芽가 良好하였다(Fig. 7).

복숭아 (Mehanna 등, 1985), 상치 (Miller, 1957, Abeles, 1986), *Xanthium pennsylvanicum* (Esashi 등, 1978), cranberry (Devin과

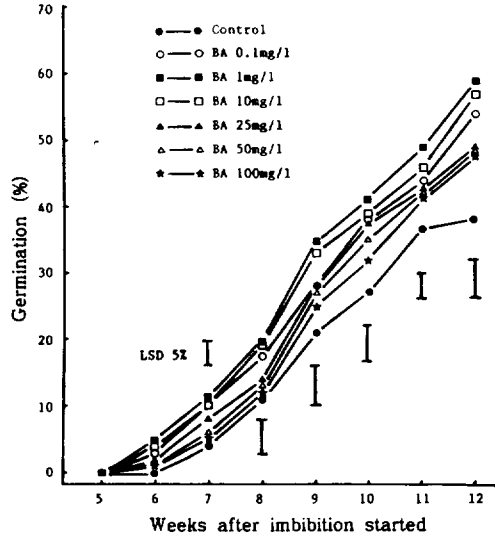


Fig. 7. Effects of benzylaminopurine on germination of *Daphniphyllum macropodum* seeds at 15°C in dark.

Karczmarczyk, 1977) 種子에서 cytokine의 發芽 促進 效果가 報告되었으며, Dunlap와 Morgan (1977)은 cytokine의 促進效果는 子葉의 生長을 促進시키기 때문에 發芽가 促進된다고 하였다. Abeles(1986)도 cytokine이 하배측 伸張을 促進시키기 때문에 發芽가 促進된다고 하였는데, 本 實驗의 結果에서 cytokine의 일종인 BA 處理로 發芽가 促進된 것은 이들과 關聯性이 있기 때문이라고 思料된다.

低溫+GA處理은 5주부터 發芽하기 시작하여 7주 25.3%, 9주 50%, 12주 78.7%로 對照區의 8%, 26.7%, 40%에 비해서 發芽가 양호하였다. 低溫處理나 GA處理은 對照區보다 發芽가 良好하였으나 低溫+GA處理보다는 發芽速度 및 發芽率이 低調하였다(Fig. 8).

Rhus typhina (Norton, 1985)와 *Sambucus caerulea* (Norton, 1986) 種子發芽는 GA나 低溫單獨處理보다 低溫+GA處理가 發芽에 더 效果의이며, 安 등(1984)도 *Actinidia arguta* 種子發芽時 低溫處理나 GA 單獨處理보다 低溫+GA處理에서 發芽가 良好하였다고 하였다. 本 實驗의 結果에서도 低溫+GA處理가 각 각의 單獨處理보다 發芽가 良好한 것이나, GA處理가 低溫處理와 비슷하게 發芽가

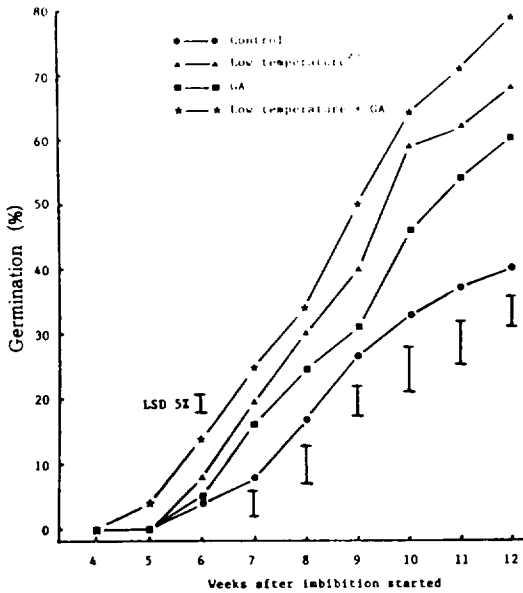


Fig. 8. Effects of low temperature and gibberellic acid(10mg/l) on germination of *Daphniphyllum macropodum* seeds at 15°C in dark.

z) Seed was treated with low temperature at 4 to 5°C for 12 weeks.

된 것은 GA가 部分的으로 혹은 완전히 低溫處理 效果를 대체했기 때문이라고 思料된다.

水分吸收은 모든 處理에서 1주까지 급속히 증가 하였으며, 1주부터 3주까지는 持續期間이었다. 3주 이후 對照區의 水分吸收은 다른 處理에 비하여 完만하게 증가하였으며, 低溫+GA處理가 각 各의 單獨處理보다 水分吸收이 많았다(Fig. 9).

이와같은 段階的인 水分吸收 양상은 Bewley와 Black(1978)이 설명한 水分吸收 形態와 類似的인 傾向을 보이고 있는데, 最適條件下에서 發芽하는 대부분의 種子는 3가지 水分吸收 段階가 나타난다고 하였다. 초기의 水分吸收 즉 침윤은 種子休眠과는 關係없이 매우 급속하게 일어나고, 2단계는 水分吸收의 持續期間이며 休眠種子는 이 2단계의 수화 수준을 維持하며, 發芽와 關係있는 3단계에는 들어가지 못한다고 한다. 이들 각 段階의 期間은 種子的 遺傳의 特征(種被의 透過性, 酸素吸收, 種子 크기, 수화할 수 있는 물질의 양 등)과 環境條件

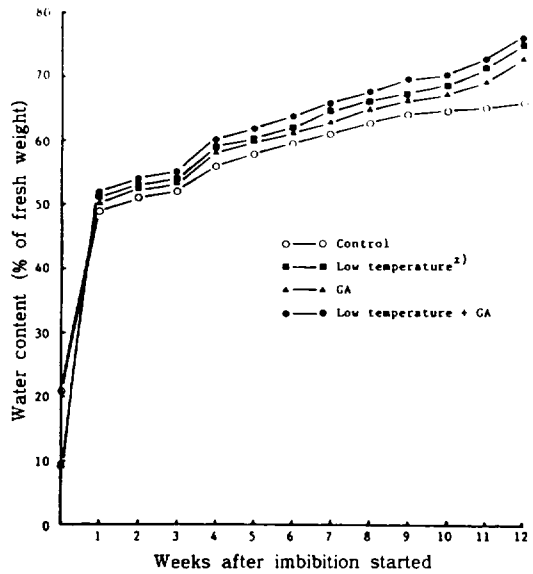


Fig. 9. Changes in water uptake of *Daphniphyllum macropodum* seeds as affected by either low temperature, gibberellic acid(10mg/l) alone or the combination at 15°C in dark.

z) Seed was treated with low temperature at 4 to 5°C for 12 weeks.

(水分, 溫度 등)에 따라 決定된다고 하였다.

Baron(1978)은 *Pinus lambertiana* 種子發芽時 3단계의 水分吸收 양상을 보인다고 하였다. 첫 3일동안 水分吸收은 급속히 증가하며, 다음 2단계에서 水分吸收은 지속되며, 3단계는 급속하고 다량의 水分吸收이 이루어진다고 하였다. 康과 郭(1989)도 *Amaranthus hypochondriacus* 種子發芽時 급속한 增加, 持續, 增加의 3단계의 水分吸收 양상을 보이며, 發芽가 促進되는 處理에서가 對照區보다 水分吸收이 많아진다고 하여 本 實驗의 結果도 이와 類似的인 傾向을 보였다.

蛋白質 含量은 低溫과 低溫+GA處理에서 對照區보다 1주까지 급속히 減少하였으며, 그후 對照區는 減少가 完만하였지만 低溫+GA處理는 다소 급격히 減少하였고 低溫과 GA 單獨處理보다 減少가 많았다(Fig. 10).

貯藏蛋白質은 發芽하는 동안 아미노산으로 分解

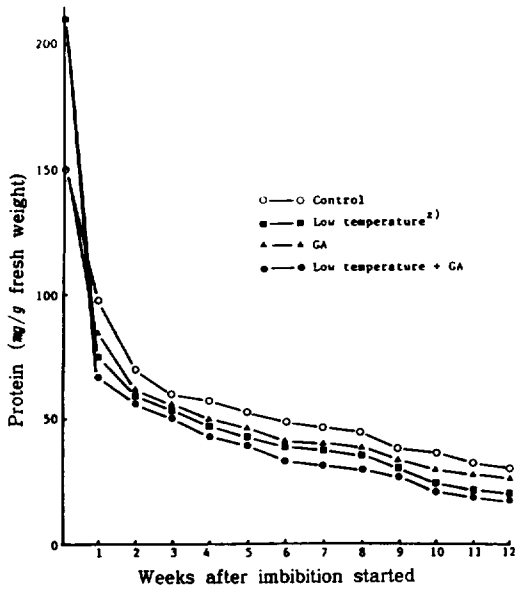


Fig. 10. Changes in protein content of *Daphniphyllum macropodum* seeds as affected by either low temperature, gibberellic acid (10mg/ℓ) alone or the combination at 15°C in dark.

z) Seed was treated with low temperature at 4 to 5°C for 12 weeks.

되고 일부 탈아미노화가 안된 아미노산은 生長部位에서 새로운 蛋白質合成에 이용되기도 한다 (Mayer와 Poljakoff-Mayber, 1982). Park 등 (1976)은 녹두種子는 發芽初期에 總蛋白質含量과 加用性蛋白質含量이 급속히 減少하며, 發芽가 진행됨에 따라 점차적으로 減少한다고 하였다. 또한 옥수수 (Ingle 등, 1964), *Phaseolus vulgaris* (Hegwood와 Gaines, 1973), *Cucumis sativus* (Davies와 Chapman, 1979), *Citrus limon* (Garcia-Agustin과 Primo-Millo, 1990) 種子에서도 發芽가 진행됨에 따라 蛋白質含量은 減少한다고 하였다. 康과 郭(1990)도 *Amaranthus hypochondriacus* 種子發芽時 發芽가 진행됨에 따라 蛋白質含量은 減少하며, 發芽가 促進될수록 減少가 많았다고 하여 本實驗의 結果도 이전의 報告와 類似한 傾向을 보였다.

조지방함량은 低溫+GA處理가 對照區보다 1주까지 급속히 減少하였으며, 1주후 對照區에서의

減少는 아주 완만하였지만 低溫+GA處理는 다소 급속히 減少하였다. GA와 低溫 단독處理는 對照區보다 減少가 많았지만 低溫+GA處理보다는 減少가 적었다(Fig. 11).

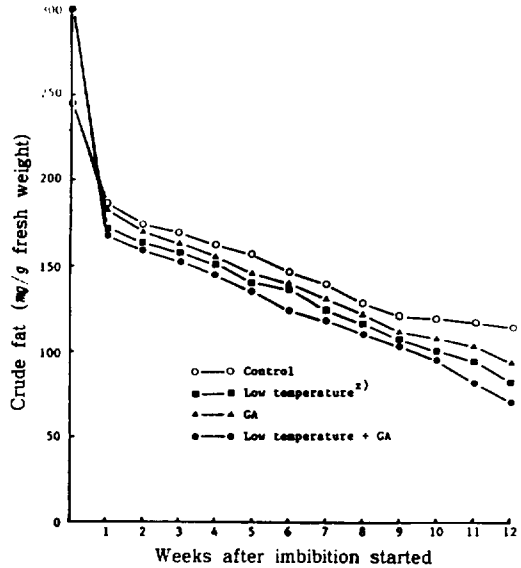


Fig. 11. Changes in crude fat content of *Daphniphyllum macropodum* seeds as affected by either low temperature, gibberellic acid (10mg/ℓ) alone or the combination at 15°C in dark.

z) Seed was treated with low temperature at 4 to 5°C for 12 weeks.

지방은 發芽하는 동안 sucrose로 전환되어 (Beever, 1961, Park과 Chen, 1974) 呼吸原으로 이용되며 (Bewley와 Black, 1978, Park과 Chen, 1974), *Pseudotsuga menziesii* (Ching, 1966), 옥수수 (Ingle 등 1964), *Cucumis sativus* (Davies와 Chapman, 1979) 등 여러 種子에서 發芽가 진행됨에 따라 脂肪含量은 減少한다고 報告하였다. 이상의 結果로 볼때 對照區보다 低溫+GA處理에서 조지방 減少가 많은 것은 低溫+GA處理에서 對照區보다 發芽가 촉진되어 더 많은 호흡원이 필요해서 결국 脂肪分解가 促進되어 減少가 많은 것으로 思料된다.

炭水貨物含量은 모든 處理에서 1주까지 급속히

減少하였으며 2주부터 8주까지 對照區는 減少가 거의 없었지만 다른 處理에서는 계속해서 완만한 減少를 나타냈다. 그러나 對照區는 8주 이후에도 완만하게 減少하였지만 低溫+GA處理에서는 급속히 減少하는 경향을 나타내었다(Fig. 12).

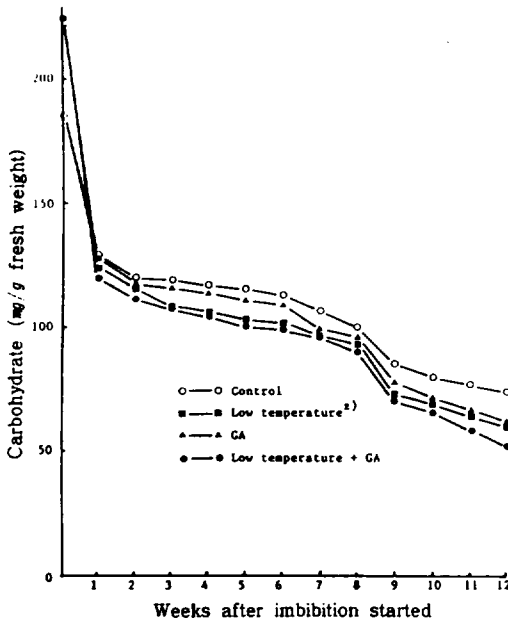


Fig. 12. Changes in carbohydrate content of *Daphniphyllum macropodum* seeds as affected by either low temperature, gibberellic acid (10mg/l) alone or the combination at 15°C in dark.

z) Seed was treated with low temperature at 4 to 5°C for 12 weeks.

全糖含量도 모든 處理에서 1주까지 급속히 減少하였고, 그후 對照區는 완만한 減少를 보였지만 低溫+GA處理에서는 다른 處理에 비해 급속한 減少가 이루어졌다. 한편 低溫과 GA단독 處理는 對照區보다 減少가 많았으나 低溫+GA處理보다는 적은 樣相을 보였다(Fig. 13).

炭水化合物은 發芽하는 동안 分解되어 發芽에 필요한 에너지원으로 사용되며(Bewley와 Black, 1978), 대추(김과 김, 1984)와 *Amaranthus hypochondriacus*(康과 郭, 1990) 種子도 發芽가 진행됨에 따라 炭水化合物과 全糖含量이 減少되며, 發芽

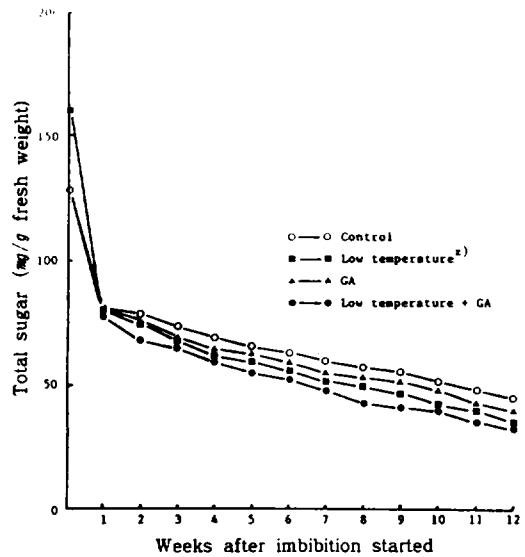


Fig. 13. Changes in total sugar content of *Daphniphyllum macropodum* seeds as affected by either low temperature, gibberellic acid (10mg/l) alone or the combination at 15°C in dark.

z) Seed was treated with low temperature at 4 to 5°C for 12 weeks.

가 촉진될수록 減少량이 많아진다고 하여 본 실험의 결과도 이와 유사한 경향을 보였다.

澱粉함량은 모든 處理에서 7주까지 급속히 減少하였으나, 7주이후 對照區, GA 및 低溫處理에서는 低溫+GA處理보다 減少가 완만하였고, 低溫+GA, 低溫, GA, 對照區순으로 減少가 많았다(Fig. 14).

Bewley와 Black(1978)은 전분은 發芽하는 동안 분해되어 당으로 변한다음 에너지원으로 쓰이며, 전분분해에는 amylase효소가 관여한다고 하였으며, *pisum sativum*(Juliano와 Varner, 1969), 벼(Palmiano와 Juliano, 1972), 밀(Abbott와 Matheson, 1972), *Phaseolus vulgaris*(Hegwood와 Gaines, 1973) 種子 등에서도 發芽가 진행됨에 따라 전분함량이 減少한다고 하여 굴거리나무種子도 이와 유사한 경향을 보였다. GA處理도 對照區보다 전분함량 減少가 많았는데 GA는 amylase합성을 유도(Jacobsen, 1973) 하기때문에 對照區보다 더 많은 amylase가 합성되어서 결국 전분분해

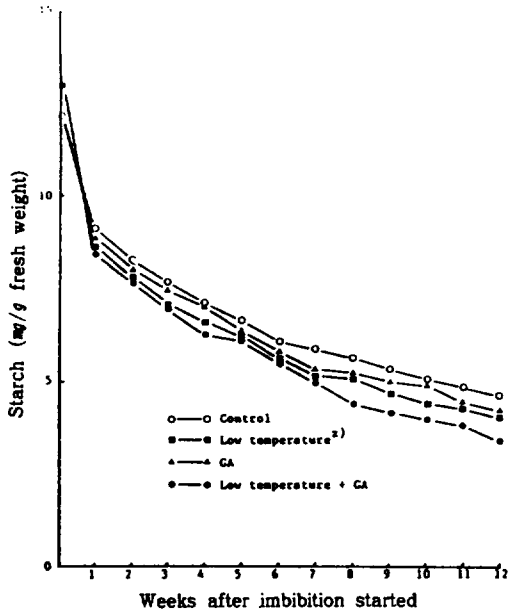


Fig. 14. Changes in starch content of *Daphniphyllum macropodum* seeds as affected by either low temperature, gibberellic acid (10mg/l) alone or the combination at 15°C in dark.

z) Seed was treated with low temperature at 4 to 5°C for 12 weeks.

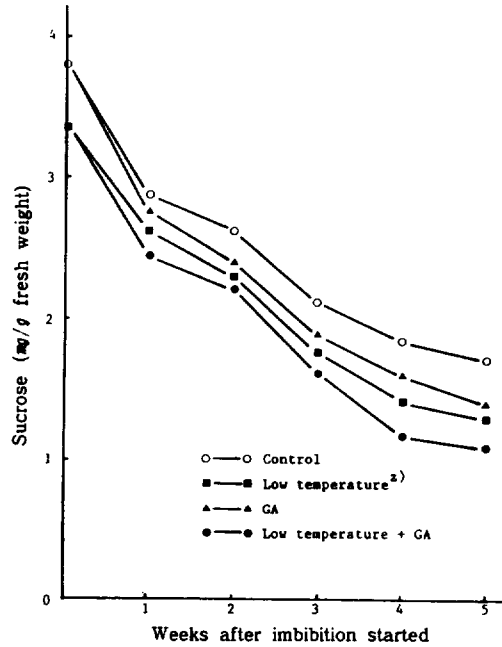


Fig. 15. Changes in sucrose content of *Daphniphyllum macropodum* seeds as affected by either low temperature, gibberellic acid (10mg/l) alone or the combination at 15°C in dark.

z) Seed was treated with low temperature at 4 to 5°C for 12 weeks.

가 많아진 것으로 思料된다.

Sucrose함량은 發芽가 진행됨에 따라 모든 處理에서 減少하였는데 低溫+GA處理가 對照區보다 급속히 減少하였다. 低溫과 GA 단독處理도 對照區보다 減少가 많았으나 低溫+GA處理보다는 減少가 적었다(Fig. 15).

주요 貯藏養分은 배생육이 개시된 후에만 이용할 수 있기 때문에 초기호흡에 필요한 호흡원은 주요 貯藏養分이 加數分解로 생성된 물질보다 쉽게 이용할 수 있는 다른 물질공급을 필요로 한다 (Bewley와 Black, 1978). Normura 등(1969)은 벼種子에서 sucrose는 發芽초기에 호흡물질로 사용되었기 때문에 계속 減少하며, 대두(East 등, 1972), *Cucumis sativus* (Davies와 Chapmam, 1979), *Cucurbita pepo* (Thomas와 Ap Rees, 1972) 種子 등에서도 發芽가 進行됨에 따라 sucrose는

減少된다고 報告하였는데, 굴거리나무種子도 이전의 報告와 類似한 傾向을 보였다.

그리고 低溫+GA處理에서가 sucrose含量이 제일 많이 減少한 것은 다른 處理보다 發芽가 良好하였기 때문에 더욱 많은 에너지원을 必要로 한 結果 많은 消費가 된 것으로 思料된다.

摘 要

굴거리나무 種子發芽에 대한 溫度, 低溫處理期間, 赤色光 및 몇가지 植物生長調節製 處理 效果와 發芽過程中 水分吸收와 種子內的 貯藏養分變化의 特徵을 調査한 結果 다음과 같은 結論을 얻었다.

다.

1. 溫度, 低溫處理期間, 赤色光 및 몇 가지 植物生長調節劑가 發芽에 미치는 影響

1) 굴거리나무의 發芽適溫은 15°C였으며, 溫度가 높을수록 發芽가 抑制되었고 25°C에서는 전혀 發芽가 안되었다.

2) 低溫處理期間이 길 수록 發芽가 促進되었으며 4주 低溫處理는 對照區보다 發芽促進 효과가 없었다.

3) 赤色光은 15°C에서 發芽가 促進되었지만, 20°C이상에서는 그 促進 효과가 상실되었다. 그리고 明處理보다 暗處理에서가 發芽가 促進되었다.

4) GA 處理는 10mg/l에서 發芽가 가장 促進되었으나 濃度가 높을수록 發芽抑制 정도가 심하였다.

5) NAA 處理는 10mg/l이하에서 對照區와 비슷한 發芽 樣相을 나타냈으나, 濃度가 높을수록 對照區보다 오히려 發芽率이 떨어지는 傾向을 보였다.

6) Ethephone 處理는 1mg/l에서 發芽가 가장 促進되었고 25~100mg/l에서는 對照區와 類似한 發芽 樣相을 보였다.

7) BA處理는 1mg/l에서 發芽가 가장 促進되었고 다른 濃度에서도 對照區보다는 양호한 편이었

2. GA와 低溫이 發芽中인 種子의 水分吸收와 貯藏養分の 變化에 미치는 影響

1) 低溫과 GA 單獨處理는 對照區보다 發芽가 促進되었으나 低溫+GA處理보다는 發芽速度 및 發芽率이 低調하였다.

2) 發芽過程中 水分吸收는 對照區, GA, 低溫 및 低溫+GA處理 모두 1) 急速한 增加, 2) 持續, 3) 增加의 3段階로 區分할 수 있었고, 對照區는 다른 處理에 비하여 세계단계의 增加가 완만한 편이었다.

3) 蛋白質과 助脂肪 含量은 低溫+GA處理가 對照區보다 急速히 減少하였으며 低溫과 GA單獨處理도 對照區보다는 減少가 많았지만 低溫+GA處理보다는 적었다.

4) 침윤 1주후 炭水化合物과 全糖含量은 低溫, GA 및 低溫+GA處理한 것이 對照區에 비해서 훨씬 減少가 많았다.

5) 發芽하는 동안 各 處理에서 澱粉과 sucrose 含量이 減少하였는데, 低溫+GA處理에서는 많은 에너지가 소모되었기 때문에 가장 많이 減少하였고 低溫과 GA를 各各 單獨處理한 것보다 減少가 많았다.

參 考 文 獻

Abbott, I. R. and N. K. Matheson. 1972. Strach depletion in germinating wheat, wrinkled-seeded peas and senescing tobacco leaves. *Phytochemistry* 11 : 1261~1272.
 Abeles, F. B. 1986. Role of ethylene in *Lactuca sativa* cv 'Grand Rapids' seed germination. *Plant Physiol.* 81 : 780~787.
 Abeles, F. B. and J. Lonski. 1969. Stimulation of lettuce seed germination by ethylene. *Plant Physiol.* 44 : 277~280.

安赫基, 金善圭, 吳鎮煥. 1984. 다래 種子의 發芽에 미치는 低溫, gibberellin, kinetin 및 光의 效果. *韓國園藝學會誌* 25 : 290~296.
 Baron, F. J. 1978. Moisture and temperature in relation to seed structure and germination of sugar pine (*Pinus Lambertiana* Dougl. *Amer. J. Bot.* 65 : 804~810.
 Beevers, H. 1961. Metabolic production of sucrose from fat. *Nature* 191 : 433~436.
 Bewley, J. D. and M. Black. 1978. Phys-

- iology and biochemistry of seeds in relation to germination. vol. I. Development, germination, and growth. Springer-Verlag. pp.106~281.
- Bewley, J. D. and M. Black. 1982. Physiology and biochemistry of seeds in relation to germination. Vol. II. Viability, dormancy and environmental control. Springer-Verlag pp.126~339.
- Biddington, N. L. and B. Ling. 1983. The germination of watercress (*Rorippa nasturtium-aquaticum*) seeds. I. The effect of age, storage, temperature, light and hormones on germination. *J. Hort. Sci.* 58 : 417~426.
- Bradford, M. M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Anal. Biochem.* 248~254.
- Chen, S. S. C. 1968. Germination of light-inhibited seed of *Nemophila insignis*. *Amer. J. Bot.* 55 : 1177~1183.
- Ching, T. M. 1966. Compositional changes of douglas fir seeds during germination. *Plant Physiol.* 41 : 1313~1319.
- 趙武衍, 1989. 原色 韓國樹木圖鑑, 아카데미 서적. pp.286.
- Conrad, E. C. and J. K. Palmer. 1976. Rapid analysis of carbohydrates by high pressure liquid chromatography. *Food Technology* 30(10) : 84~92.
- Davies, H. V. and J. M. Chapman. 1979. The control of food mobilisation in seeds of *Cucumis sativus* L. II The role of the embryonic axis. *Planta* 146 : 585~590.
- Devlin, R. M. and S. J. Karczmarczyk. 1977. Influence of light and growth regulators on cranberry seed dormancy. *J. Hort. Sci.* 52 : 283~288.
- Dunlap, J. R. and P. W. Morgan. 1977. Reversal of induced dormancy in lettuce by ethylene, kinetin, and gibberellic acid. *Plant Physiol.* 60 : 222~224.
- East, J. W., T. D. M. Nakayama and S. B. Parkman. 1972. Changes in stachyose, raffinose, sucrose, and monosaccharides during germination of soybeans. *Crop Sci* 12 : 7~9.
- Eisenstadt, F. A. and A. L. Mancinelli. 1974. Phytochrome and seed germination. VI. Phytochrome and temperature interaction in the control of cucumber seed germination. *Plant Physiol.* 53 : 114~117.
- Esashi, Y., M. Okazaki, N. Yanai and K. Hishinuma. 1978. Control of the germination of secondary dormant cocklebur seeds by various germination stimulants. *Plant & Cell Physiol.* 19 : 1497~1506.
- Esashi, Y., S. Wakabayashi, Y. Tsukada and S. Satoh. 1979. Possible involvement of the alternative respiration system in the ethylene-stimulated germination of cocklebur seeds. *Plant Physiol.* 63 : 1039~1043.
- Furutani, S. C. and M. A. Nagao. 1987. Influence of temperature, KNO₃, GA, and seed drying on emergence of papaya seedlings. *Sci. Hort.* 32 : 67~72.
- Garcia-Agustin, P. and E. Primo-Millo. 1990. Changes in some nitrogenous components during the germination of citrus seeds. *Sci. Hort.* 43 : 69~81.
- 韓國造景學會, 1989. 造景樹木學. 文運堂. pp.325~327.
- Hegwood, D. A. and T. P. Gaines. 1973. Changes in starch, reducing sugars, and total nitrogen in cotyledons of two cultivars of *Phaseolus vulgaris* L. during seedling development. *J. Hort. Sci.* 48 : 357~363.
- Ingle, J., L. Beevers and R. H. Hageman. 1964. Metabolic changes associated with the germination of corn. I. Changes in weight and metabolites and their redistribution in the embryo axis, scutellum, and endosperm.

- Plant Physiol.* 39 : 735~740.
- Jacobsen, J. V. 1973. Interactions between gibberellic acid, ethylene and abscisic acid in control of amylase synthesis in barley aleurone layers. *Plant Physiol.* 51 : 198~202.
- Juliano, B. O. and J. E. Varner. 1969. Enzymic degradation of starch granules in the cotyledons of germinating peas. *Plant Physiol.* 49 : 751~756.
- 康勳, 郭炳華. 1989. *Amaranthus hypochondriacus* 種子의 光發芽 抑制過程에 미치는 몇몇 環境條件과 ethephon의 效果. 韓國園藝學會誌 30 : 311~318.
- 康勳, 郭炳華. 1990. 光과 ethephon이 發芽中인 暗發芽성 *Amaranthus hypochondriacus* 種子의 呼吸, 貯藏養分 및 이에 關係하는 酵素活性 變化에 미치는 影響. 韓國園藝學會誌 31 : 150~161.
- Kendrick, R. E. and B. Frankland. 1969. Photocontrol of germination in *Amaranthus caudatus*. *Planta* 85 : 326~339.
- Ketring, D. L. and P. W. Morgan. 1970. Physiology of oil seeds. I. Regulation of dormancy in virginia-type peanut seeds. *Plant Physiol.* 45 : 268~273.
- Khan, A. A. and K. L. Tao. 1978. Photohormones, seed dormancy and germination. In: Letham, D. S., P. B. Goodwin and T. J. V. Higgins (eds.), *Phytohormones and related compounds. A comprehensive treatise. II. Phytohormones and the development of higher plants.* Elsevier/North-Holland Biomedical Press. pp. 371~422.
- 金駿錫, 李基謙, 留成吾. 1990. 新制 造景樹木學. 鄉文社. pp. 333~335.
- 김월수, 김용석. 1984. 대추種子의 發芽中 炭水化合物, 蛋白質, RNA 및 加數分解酵素의 活性變化. 韓國園藝學會誌 25 : 109~115.
- Mayer, A. M. and A. Poljakoff-Mayber. 1982. *The germination of seeds.* Pergamon Press. pp. 22~196.
- Mehanna, H. T., G. C. Martin and C. Nishijima. 1985. Effects of temperature, chemical treatments and endogenous hormone content on peach seed germination and subsequent seedling growth. *Sci. Hort.* 27 : 63~73.
- Miller, C. O. 1957. The relationship of the kinetin and red light promotions of lettuce seed germination. *Plant Physiol.* 33 : 115~117.
- Neveur, N., F. Corbineau and D. Côme. 1986. Some characteristics of *Cyclamen persicum* L. seed germination. *J. Hort. Sci.* 61 : 379~387.
- Normura, T., Y. Kono and T. Akazawa. 1969. Enzymic mechanism of starch breakdown in germinating rice seeds. II. Scutellum as the site of sucrose synthesis. *Plant Physiol.* 44 : 765~769.
- Norton, C. R. 1985. The use of gibberellic acid, ethephon and cold treatment to promote germination of *Rhus typhina* L. seeds. *Sci. Hort.* 27 : 163~169.
- Norton, C. R. 1986. Low temperature and gibberellic acid stimulation of germination in *Sambucus caerulea* Raf. *Sci. Hort.* 28 : 323~329.
- Palmiano, E. P. and B. O. Juliano. 1972. Biochemical changes in the rice grain during germination. *Plant Physiol.* 49 : 751~756.
- Pamukov, K. and M. J. Schneider. 1978. Light inhibition of *Nigella* germination: The dependence of a high irradiance reaction on 720-nm irradiance. *Bot. Gaz.* 139 : 56~59.
- Park, D. Y., S. J. Cho and Y. C. Shin. 1986. Changes of protein pattern of mungbean seeds, *Phaseolus aureus* during germination. *Kor. J. Food Sci. Technol.* 18 : 163~167.
- Park, W. M. and S. S. C. Chen. 1974. Patterns of food utilization by the germinating lettuce seeds. *Plant Physiol.* 53 : 64~66.

- Pollard, C. J. 1969. A survey of the sequence of some effects of gibberellic acid in the metabolism of cereal grains. *Plant Physiol.* 44 : 1227~1232.
- Saini, H. S., P. K. Bassi and M. S. Spencer. 1986. Use of ethylene and nitrate to break seed dormancy of common lambsquarters (*Chenopodium album*). *Weed Sci.* 34 : 502~506.
- Schonbeck, M. W. and G. H. Egley. 1980. Effects of temperature, water potential, and light on germination responses of redroot pigweed seeds to ethylene. *Plant Physiol.* 65 : 1149~1154.
- Takaki, M., G. H. Heeringa, J. W. Cone and R. E. Kendrick. 1985. Analysis of the effect of light and temperature on the fluence response curves for germination of *Rumex obtusifolius*. *Plant Physiol.* 77 : 731~734.
- Takaki, M. and V. M. Zaia. 1984. Effect of light and temperature on the germination of lettuce seeds. *Planta* 160 : 190~192.
- Takayanagi, K. and J. F. Harrington. 1971. Enhancement of germination rate of aged seeds by ethylene. *Plant Physiol.* 47 : 521~524.
- Thomas, S. M. and T. Ap Rees. 1972. Gluconeogenesis during the germination of *Cucurbita pepo*. *Phytochemistry* 11 : 2177~2185.
- Toole, V. K. and E. J. Koch. 1977. Light and temperature controls of dormancy and germination in bentgrass seeds. *Crop Sci.* 17 : 806~811.
- Warner, H. L. and A. C. Leopold. 1969. Ethylene evolution from 2-chloroethylphosphoric acid. *Plant Physiol.* 44 : 156~158.
- 吉野 實. 1976. 炭水化物の分別定量法. In : 作物分析委員會編 栽培植物分析測定法. 養賢堂. pp. 328~335.