

水分포텐셜이 콩, 땅콩 및 옥수수 種子의 發芽와 化學成分에 미치는 影響

成樂春* · 金亨坤* · 朴世浚*

Effects of Water Potential on Germination and Chemical Composition of Soybean, Peanut and Corn Seeds

Rak Chun Seong*, Hyung Gon Kim* and Sei Joon Park*

ABSTRACT: This experiment was conducted to investigate the effects of water potential by PEG treatment on germination and quantitative changes of seed storage reserves of soybean [*Glycine max* (L.) Merr.], peanut (*Arachis hypogaea* L.) and corn (*Zea may* L.). Water potential of PEG (M.W. 10,000) solution as germination media was 0.0, -0.2, and -0.5MPa. The highest moisture uptake rate was found in soybean seedlings among three crops. Moisture content of seedlings of three crops was decreased at -0.5MPa treatment and seedling length was delayed with water potential decrement. As water potential decreased, decreasing rate of protein content of the seedlings compared to seeds was declined in soybean and peanut. Decreasing rate of starch content of the seedlings was decreased in corn at -0.5MPa treatment. Increasing rate of sugar content of the seedlings was markedly decreased at -0.5MPa treatment in all crops. The results of this experiment showed that availability of moisture and synthesis of sugar for seed germination were influenced below -0.5MPa water potential in three crops.

Key words: Soybean, Peanut, Corn, Water potential, Moisture content, Seedling length, Protein, Oil, Starch and Sugar content.

우리나라는 年中 降水量이 적지는 않은 편이나, 降水量의 大部分이 夏節期에 偏重되어 있어 夏作物의 播種期 및 生育初期인 4~6月은 乾燥한 氣候의 特性을 나타내어 夏作物의 健全한 發芽 및 初期 生育에 다소 어려움을 주고 있다. 圃場狀態에 播種된 種子의 發芽 및 初期 生育에 가장 問題시 되는 環境要因은 土壤水分이다. 土壤水分포텐셜은 매트릭포텐셜이 추가 되지만 鹽의 濃度, 施肥 등으로 인한 solute potential도 重要하다.

Polyethylene glycol(PEG)는 不溶性이고 이온화되지 않으며 긴 사슬의 重合體로 osmotic agent로서 發芽에 대한 水分障害의 效果를 研究하는데 適合한 media라 報告되었다^{9,17)}. 種子發芽에 대한 水分條件의 效果에 대한 研究는 NaCl^{14, 18)}, glucose, sucrose²⁰⁾, mannitol^{8,16)}, PEG^{6,12,13)} 등에서 많이 研究되었으나 PEG가 specific ion effect를 받지 않을 뿐더러 化學的으로 不活性이며, 植物體에 無害하고 種皮를 통하여 浸透하지

* 高麗大學校 食糧資源學科 (Dept. of Agronomy, Korea University)

◁'96. 7. 12 接受▷

않기 때문에 가장 많이 사용된다.

種子發芽에 있어서 水分障害의 增加는 一般的으로 發芽를 遲延시키거나 發芽率을 낮추고 最終發芽數를 減少시킨다^{2,3,7,18)}. Smith와 Hoveland¹⁶⁾는 진주조와 수수에서 osmotic potential을 0에서 -1.0MPa로 낮춘 結果, 發芽率이 각각 6과 44%로 줄었다고 報告하였다. Seong 등¹²⁾은 溫度와 PEG處理에 따른 옥수수 交雜種 및 自植系統의 發芽와 苗伸長 反應에서 15℃와 30℃에서 PEG濃도가 增加할수록 8개 品種 모두에서 苗水分含量과 苗長이 減少되었다고 하였다. 水分障害에서 植物生長의 減少는 子葉胚盤組織의 分解가 늦어지기 때문이거나 分解產物이 幼根과 胚軸 등으로 轉移가 늦어지기 때문이라고 Peter¹¹⁾는 報告했고, 化學적으로 아미노酸 代謝의 變化, 蛋白質의 減少, 炭水化物 代謝 특히 還元糖의 變化가 나타난다고 하였다^{4,10)}. 水分 포텐셜과 發芽와의 關係를 研究한 報告는 많지만 種子內의 貯藏物質의 變化 樣相을 包含한 研究는 微微한 實情이다.

本 實驗은 蛋白質, 脂肪, 炭水化物을 種子의 主要 貯藏物質로 하는 콩 [*Glycine max* (L.) Merr.], 땅콩 (*Arachis hypogaea* L.) 및 옥수수 (*Zea mays* L.)를 PEG를 사용하여 水分 포텐셜을 각각 0.0, -0.2, -0.5 MPa로 조절하여, 水分障害에 의한 種子發芽 및 貯藏養分의 變化樣相

을 밝히고자 實施하였다.

材料 및 方法

本 實驗은 農村振興廳 作物試驗場에서 1990年 分讓받아 採種한 콩 (*Glycine max* L.) 品種 ‘황금콩’, ‘방사콩’, 땅콩 (*Arachis hypogaea* L.) 品種 ‘南대땅콩’, ‘眞豊땅콩’ 및 옥수수 (*Zea mays* L.) 品種 ‘진주옥’, ‘수원 19호’를 供試材料로 하여 高麗大學校 自然資源大學에서 室內 發芽試驗과 分析試驗으로 實施하였다. 供試 種子는 均一하고 健全한 種子를 選別 使用하였고, 各 作物別 品種들의 特性은 표 1과 같다.

發芽試驗은 Dual Germinator (Seedburo Ltd.)에서 實施되었으며 分子量 10,000 (Yakuri Pure Chemicals Co.)인 PEG를 使用하여 0, 10, 20g/100ml · H₂O의 3水準으로 處理하였다. 水分 포텐셜은 常溫에서 各各 0.0, -0.2, -0.5 MPa 이었다. Glass petri-dish (9cm)에 濾過紙 (Whatmann No. 4)를 한장 깔고 處理溶液 20ml을 dispenser를 利用하여 分注한 後 15粒씩 種子를 置床하여 25℃ 恒溫으로 光條件下에서 주어진 期間동안 發芽시켰다. 種子消毒은 置床 하루전에 thiram 0.03% 粉劑를 粉衣處理하였다. 試驗區配

Table 1. Seed characteristics of two varieties of soybean, peanut and corn

Variety	Fresh weight	Dry weight	Moisture content	Protein content	Oil content	Starch content	Sugar content
 (g/100seeds) (%)				
<u>Soybean</u>							
Hwangeumkong	22.7	20.7	8.8	42.4	18.3	3.0	9.6
Bangsakong	13.3	12.0	10.0	41.3	19.6	2.8	8.4
Mean	18.0	16.4	9.4	41.9	19.0	2.9	9.0
<u>Peanut</u>							
Namdae ddangkong	81.3	75.3	8.4	27.1	52.5	6.4	8.0
Jinpung ddangkong	44.0	41.3	6.1	26.0	53.6	7.0	7.8
Mean	62.7	58.3	7.3	26.6	53.1	6.7	7.9
<u>Corn</u>							
Jinjuok	32.0	28.7	10.4	11.1	3.8	70.0	1.5
Suwon 19	31.3	28.0	10.6	11.4	3.3	71.2	1.3
Mean	31.7	28.4	10.5	11.3	3.6	70.6	1.4

置는 完全任意配置 3反復으로 하였다. 試料의 採取는 對照區는 置床 後 2, 3, 4日(DAT:days after treatment), -0.2MPa 處理는 3, 4, 5 DAT 및 -0.5MPa 處理는 4, 5, 6 DAT에 實施하였다.

採取된 試料는 수돗물로 處理溶液을 씻어내고 paper towel로 表面의 水分을 제거한 뒤 各處理의 發芽率, 生體重, 苗長을 測定하였다. 乾物重은 75°C 에서 48時間동안 乾燥시킨 후 測定하였으며 苗水分含量과 吸水率을 計算하였다. 苗長은 콩과 땅콩은 胚軸과 幼根, 그리고 옥수수는 幼芽와 幼根의 長이를 合하여 求하였다. 乾燥된 試料는 Udy cyclon sample mill을 利用하여 粉碎한 후 0.5mm screen을 通過시켜 均一하게 하였다. 蛋白質含量은 Boric acid-modification Micro-Kjeldahl법¹⁾으로 全窒素 含量을 구하고 콩와 옥수수는 6.25를, 땅콩은 5.46을 곱하여 算出하였다. 油脂含量은 A.A.C.C.의 Soxhlet법으로 測定하였다. 可溶性 糖과 澱粉 含量은 Anthrone法²⁾으로 分解하여 Spectrophotometer(Milton Roy,

Spectronic 1201)를 利用하여 測定하였다. 資料分析은 PC용 SAS package를 利用하여 實施하였다.

結果 및 考察

水分포텐셜 處理에 의한 콩, 땅콩 및 옥수수의 水分含量 變化가 그림 1에 나타나 있다. 對照區에서 作物別 水分含量의 變化는 콩은 약 63%에서 68%의 範圍를, 땅콩은 약 45%에서 52%의 範圍를, 옥수수는 약 38%에서 50%의 範圍를 나타내 發芽에 있어서 콩이 水分의 要求度가 가장 큰 것으로 나타났다. 이는 콩은 蛋白質을, 땅콩은 脂肪을, 옥수수는 澱粉을 主貯藏物質로 하고 있고 이들 貯藏物質中 蛋白質은 親水性을 나타내고 脂肪과 澱粉은 疏水性을 나타내기 때문인 것으로 판단된다³⁾. 세 作物 모두에서 水分포텐셜이 減少함에 따라 水分含量이 減少함을 보였는데 특히, -0.5MPa 의 水分포텐셜에서는 水分含量의 減少 정

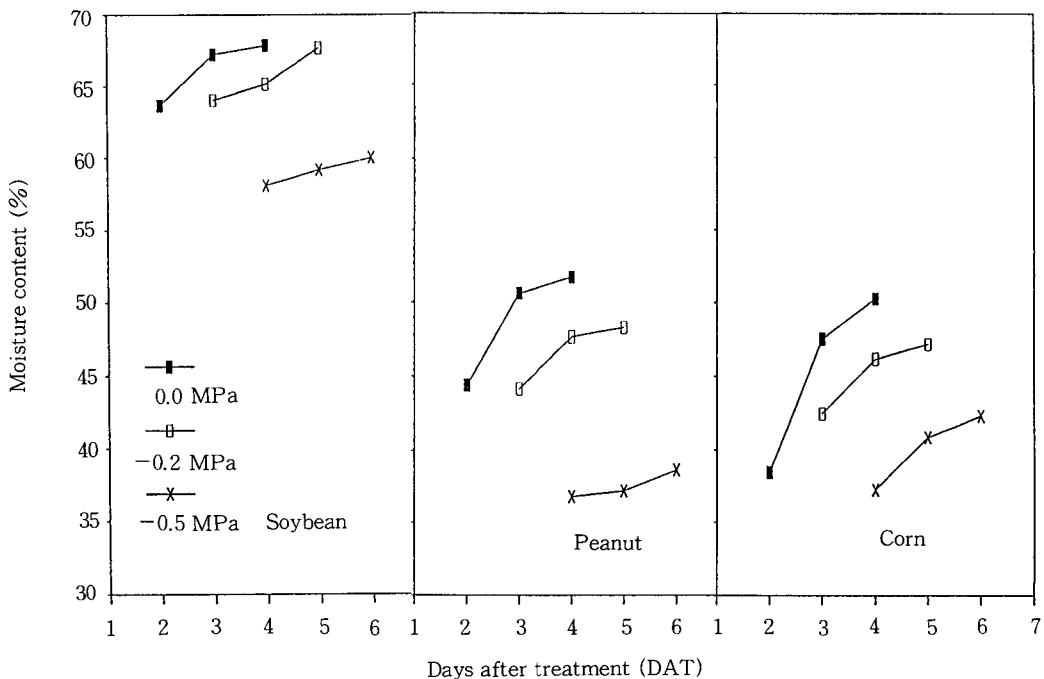


Fig. 1. Effect of water potential on moisture content of soybean, peanut and corn.

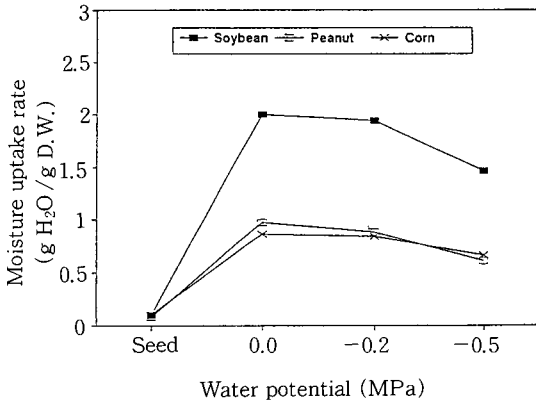


Fig. 2. Mean effect of water potential on moisture uptake rate of soybean, peanut and corn.

도가 顯著하게 나타났다^{12,13,19}. 따라서 -0.2 MPa 이상의 水分포텐셜에서 세 作物 種子의 水分吸收는 큰 影響을 받지 않는 것으로 나타났다. 水分포텐셜에 대한 種子 및 苗 乾物 1g당 水分

吸收率(그림 2)에서도 나타난 바와 같이 세 作物 모두 水分포텐셜에 의해 水分 吸收率이 減少했으며 -0.5MPa에서 특히 甚했다. 水分 吸收率은 콩이 1.46~2.00(g · H₂O / g · dry weight)으로 가장 높았고 땅콩 0.61~0.97과 옥수수 0.66~0.86은 비슷하였다.

그림 3은 水分포텐셜의 差異에 대한 各 作物의 苗長의 變化를 나타내고 있다. 세 作物 모두에서 水分포텐셜에 대한 苗의 生育은 水分포텐셜이 減少함에 따라 苗 伸張이 遲延되었음을 보이고 있지만¹³ 그 生長率은 큰 影響을 받지 않은 것으로 나타났다. 세 作物에서의 苗 伸張의 遲延은 發芽의 遲延에 따른 結果로 생각된다. 콩의 경우 -0.5 MPa의 水分포텐셜에서 苗長의 減少가 다소 컸음을 보이고 있지만 세 作物 모두에서 전체적으로 일단 發芽가 시작되면 -0.5MPa 이상의 水分포텐셜에서는 苗 伸張은 크게 影響을 받지 않는 것으로 나타났다.

水分포텐셜의 差異에 대한 各 作物의 蛋白質의

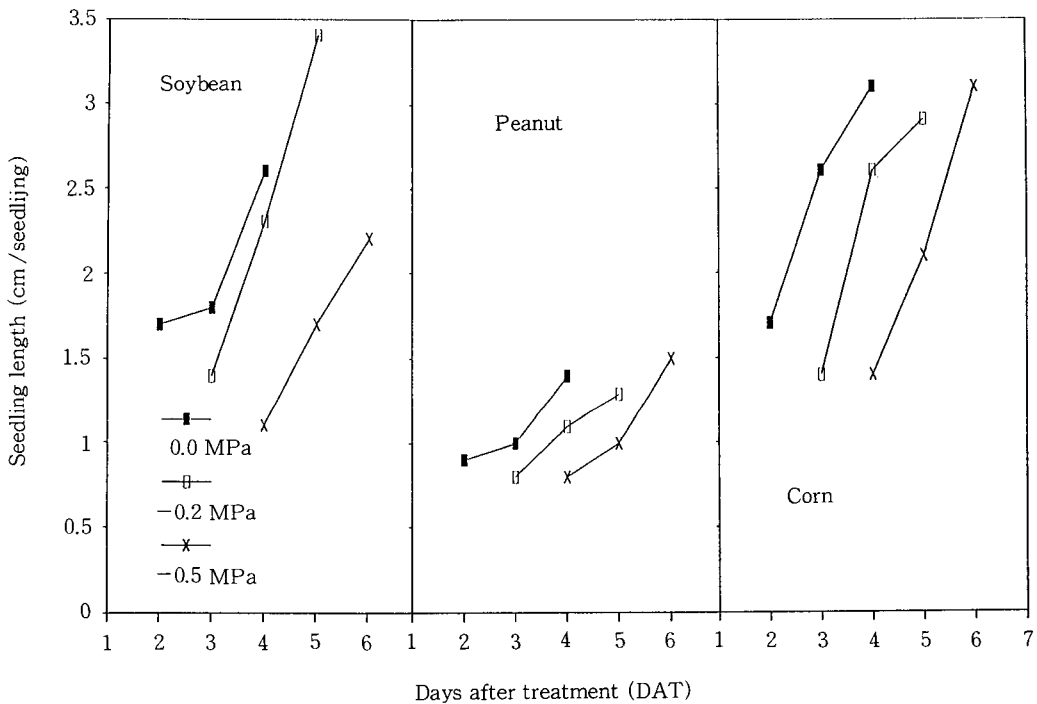


Fig. 3. Effect of water potential on seedling length of soybean, peanut and corn.

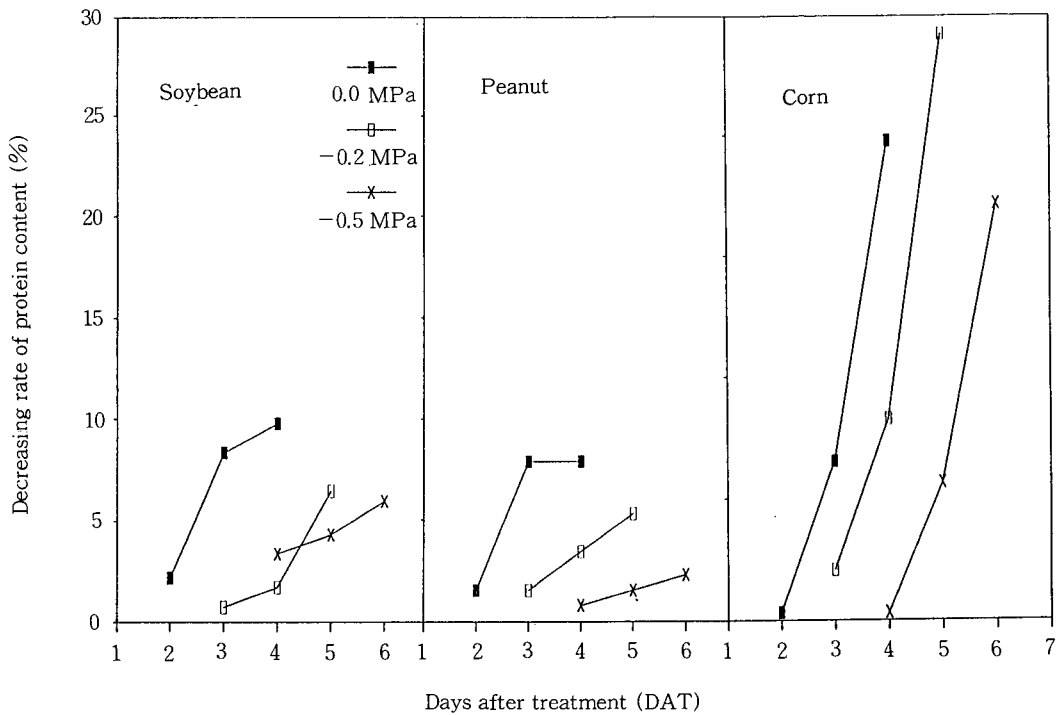


Fig. 4. Effect of water potential on decreasing rate of protein content of soybean, peanut and corn.

변화를 종자의 단백질 함량에 대한 감소율로 그림 4에 나타내었다. 단백질의 변화는 작물에 따라 차이를 나타내어 종자의 단백질 함량이 낮은 옥수수에서는 약 30%의 가장 큰 변화를 보였으며 그 감소율도 콩과 땅콩에 비하여顯著히 빠른 반면 단백질 함량이 높은 콩과 땅콩의 경우 약 10%의 변화를 나타냈다. 수분포텐셜이 감소함에 따른 단백질의 감소율은 콩과 땅콩에서는低下되었으며 옥수수는 차이를 보이지 않았다¹⁹⁾. 따라서 단백질 함량이 풍부한 콩과 땅콩은 발아를 위한 단백질의 이용에 있어서 수분포텐셜의 영향을 받는 것으로 나타난 반면 옥수수는 영향을 받지 않는 것으로 나타났다.

그림 5는 수분포텐셜의 차이에 대한 각 작물의 지방의 변화를 종자의 지방 함량에 대한 감소율로 나타내고 있다. 작물별 지방의 변화도 단백질의 경우와 비슷하게 나타나 지방 함량이 낮은 옥수수에서는 발아 초기에 약 35%의 가장 큰 변화폭을

나타내었으며 종자의 지방 함량이 높은 땅콩의 경우 5% 내의 미미한 변화를 나타냈다. 수분포텐셜의 변화에 따른 작물별 지방의 감소율의 변화는 콩에서 수분포텐셜의 감소함에 따라 지방의 감소율이低下되는傾向을 보인 반면¹⁵⁾ 땅콩에서는 큰 영향을 받지 않는 것으로 나타나 지방 함량이 높은 땅콩에서 발아시 지방의 이용성은 수분포텐셜의 변화에鈍感한 것으로 나타났다.

그림 6은 수분포텐셜의 차이에 대한 각 작물의澱粉의 변화를 종자의澱粉 함량에 대한 감소율로 나타내고 있다. 수분포텐셜의 차이에 의한 작물별 발아 초기에澱粉의利用率은 세 작물 모두에서 비슷한傾向을 나타내 수분포텐셜의 감소에 따른澱粉의分解作用은 크게 영향을 받지 않는 것으로 나타났다. 그러나澱粉 함량이 높은 옥수수의 경우 -0.5MPa의 수분포텐셜에서 감소율이 떨어졌음을 나타내었다.

수분포텐셜의 차이에 대한 각 작물의糖의 변화

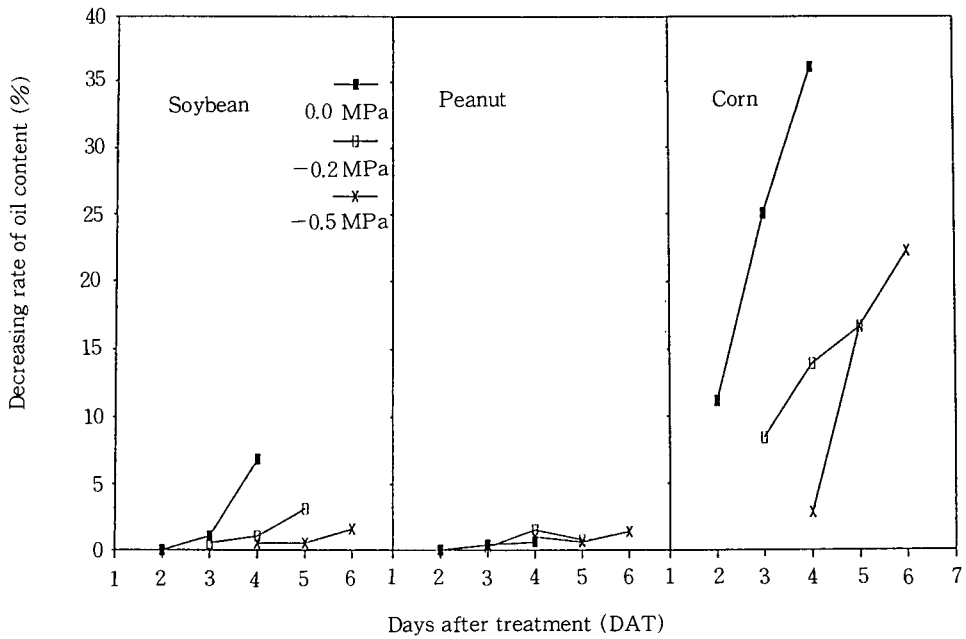


Fig. 5. Effect of water potential on decreasing rate of oil content of soybean, peanut and corn.

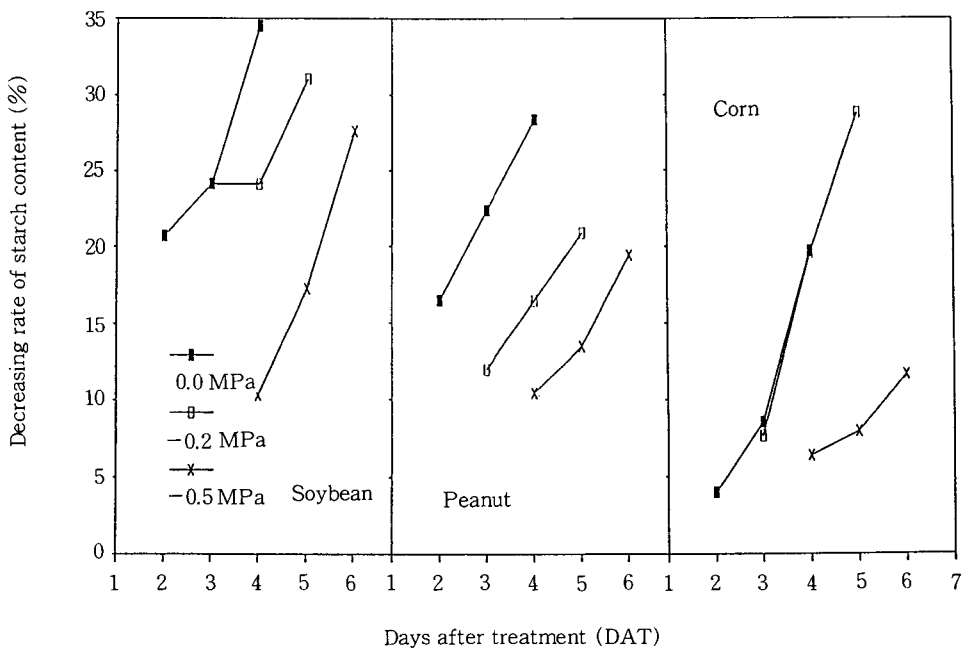


Fig. 6. Effect of water potential on decreasing rate of starch content of soybean, peanut and corn.

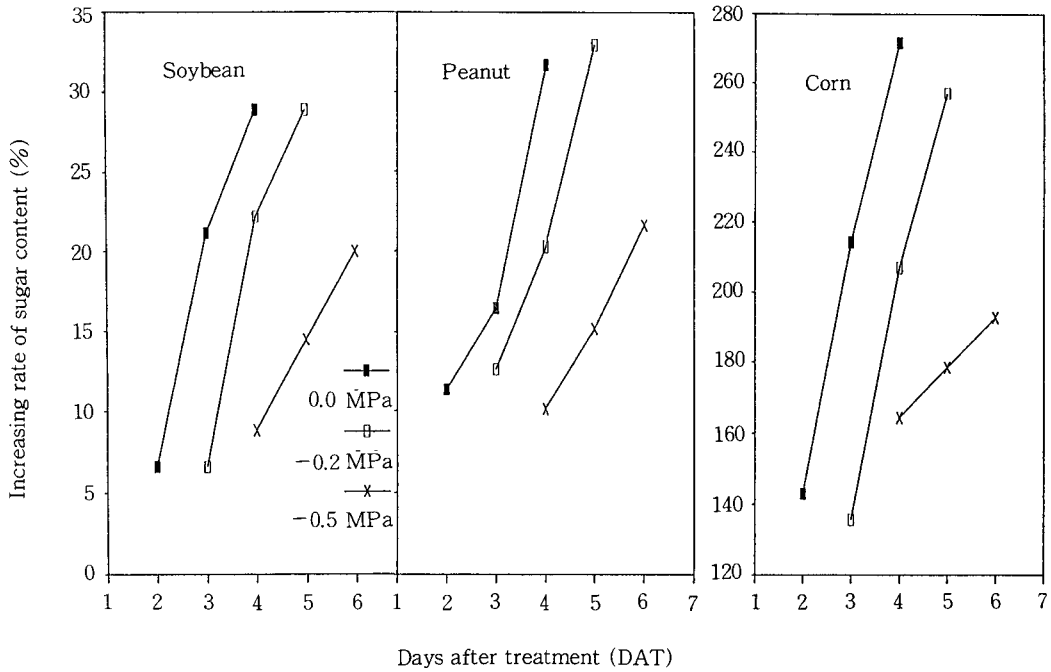


Fig. 7. Effect of water potential on increasing rate of sugar content of soybean, peanut and corn.

를 種子의 糖含量에 대한 增加率は 그림 7에 나타내었다. 作物별 糖含量의 變化는 種子의 澱粉含量이 높은 옥수수에서 140~270%의 急激한 증가폭을 보인 반면, 蛋白質과 脂肪의 含量이 各各 높은 콩과 땅콩에서는 약 5~35%의 增加를 보여 發芽시 糖으로의 化學成分의 轉換이 옥수수에서 신속하게 일어남을 나타내었다. 그러나 세 作物 모두에서 水分포텐셜의 變化에 대한 糖의 變化樣相은 비슷하여 對照區와 -0.2MPa의 水分포텐셜의 處理에서 糖의 增加率は 差異가 없음을 나타내었지만, -0.5MPa의 處理에서는 세 作物 모두에서 糖의 增加率が 顯著하게 減少하였음을 나타내어⁴⁾ -0.5MPa 이하의 水分포텐셜은 糖의 利用에 制限的 要因이 되는 것으로 나타났다.

摘 要

本 實驗은 콩(황금콩, 방사콩), 땅콩(南大땅콩,

眞豊땅콩) 및 옥수수(진주옥, 수원19호)를 供試材料로 하여 PEG處理에 의한 水分 포텐셜이 발아 및 苗의 生育과 貯藏養分의 含量變化에 미치는 影響을 究明하기 위하여 實施되었다. 이 實驗에서 發芽 培地로 使用된 PEG(M.W. 10,000)溶液의 水分 포텐셜은 各各 0.0, -0.2, -0.5MPa이었다. 苗의 水分含量, 苗長이 調査되었으며, 蛋白質, 脂肪, 澱粉은 種子의 含量에 대한 減少率과 可溶性 糖은 增加率로 調査되었다.

1. 세 作物중 콩의 水分吸收率이 가장 높았다.
2. 세 作物 모두 -0.5MPa의 水分포텐셜에서 水分含量이 顯著하게 減少하였고 苗의 伸張은 水分포텐셜이 減少함에 따라 遲延되었다.
3. 水分포텐셜이 減少함에 따라 種子發芽에 의한 蛋白質의 減少率は 콩과 땅콩에서 낮았고, 澱粉의 減少率は 옥수수의 -0.5MPa 處理에서 낮았다.
4. 水分포텐셜에 의한 糖의 增加率は 세 作物 모두 -0.5MPa에서 顯著하게 減少하였다.

5. 세 작물 모두에서 發芽를 위한 水分의 利用은 -0.5MPa 이하의 水分포텐셜에서 影響을 받으며, 糖의 合成에 큰 影響을 미치는 것으로 나타났다.

引用文獻

1. American Association of Cereal Chemists. 1983. Approved method of the American of cereal chemist. 46-12 : Crude Protein-Kjeldahl Method. Boric acid Modification. 8th Ed. Amer. Assoc. Cer. Chem. Inc.
2. Akeson, W. R., M. A. Henson, A. H. Freyrag and D. G. Westfall. 1980. Sugarbeet fruit germination and emergence under moisture and temperature stress. *Crop Sci.* 20:735-739.
3. Bewely, J. D. and M. Black. 1982. Physiology and biochemistry of seeds. Springer-Verlag. Vol.2. 315-316.
4. Choi, W. Y., K. S. Min, and Y. H. Kim. 1981. Studies on the drought resistance of major food crops. *KJCS.* 26(4):304-310.
5. Coperland, L. O. and M. B. McDonald. 1985. Principles of seed science and technology. Burgess. 51-58.
6. Jackson, W. T. 1962. Use of carbowaxes (polyethylene glycols) as osmotic agent. *Plant Physiol.* 37:513-519.
7. McDonald, M. B., Jr. C. W. Vertucci, and E. E. Roos. 1988. Seed coat regulation of soybean seed imbibition. *Crop Sci.* 28:987-992.
8. Muchena, S. G., and C. O. Grogan. 1977. Effect of seed size on germination of corn(*Zea mays*) under water stress conditions. *Can. J. Plant Sci.* 57:921-924.
9. Parmer, M. T., and R. P. Moore. 1968. Carbowax 6000, mannitol, and sodium chloride for simulating drought conditions in germination studies on corn(*Zea mays* L.) of strong and weak vigor. *Argon. J.* 60:192-195.
10. Park, D. Y., S. J. Cho and Y. C. Shin. 1986. Changes of protein pattern of mungbean seeds, *Phaseolus aureus* during germination. *Korean J. Food Sci. Technol.* 18:163-167.
11. Peter, D. B. 1957. Water uptake of corn roots as influenced by soil moisture content and soil moisture tention. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 21(5):481-484.
12. Seong, R. C., J. S. Shim and K. Y. Park. 1988. Effect of temperature and PEG solution on germination and seedling elongation in corn hybrids and inbreds. *Korea J. Breed.* 20(2):123-129.
13. 成樂春, 沈載成, 朴根龍, 해리 씨 마이너. 1989. 溫度 및 PEG處理가 옥수수와 대두品種의 發芽 및 苗伸張에 미치는 影響. *韓育誌* 21(2):122-129.
14. Sharma, M. L. 1976. Interaction of water potential and temperature of effects on germination of there semi-arid plants species. *Agron. J.* 68:390-394.
15. Shin, H. S. 1974. Studies on the lipid metabolism of soybean during its germination. *J. Korean Agricultural Chemical Society.* 17(4):240-246.
16. Smith, R. L. and C. S. Hoveland. 1986. Effect of temperature and water stress on seed germination and seedling depth on emergence of pearl millet and sorghum. p.94. *In Agronomy abstracts.* ASA, Madison, WI.
17. Steuter, Allen A. 1981. Water potential of aquerous polyethylene glycol. *Plant Physiol.* 67:64-67.
18. Uhvits, R. 1946. Effect of osmotic press

- ure on water absorption and germination of alfalfa seeds. *Am. J. Bot.* 33:278-285.
19. West, S. H. 1962. Protein, nucleotide and ribonucleic acid metabolism in corn during germination under water stress. *Plant Physiol.* 37(5):565-571.
20. Wiggins, S. C. and F. P. Gardner. 1959. Effectiveness of various solution for simulating drought conditions as measured by germination and seedling growth. *Agron. J.* 51:315-318.
21. Yoshida, S., D. A. Forno, J. H. Cook and K. A. Gomez. 1976. Laboratory manual for physiological studies of rice. 3rd Ed. IRRI. 46-49.