

## 水分 障碍時 種子 前處理가 오차드그라스의 發芽에 미치는 影響

白城凡 · 金建燁 · 金興培\*

### Accelerated Germination of Orchardgrass(*Dactylis glomerata*) Seed Under Water Stress by Seed Pre-treatments

Seong Bum Baek, Gun Yeob Kim and Heung Bae Kim\*

#### Summary

It is important to improve the germination of grass seeds because they are poor germination under water stress. This experiment was conducted to investigate the response of seeds pre-treated individually with Polyethylene glycol 6000 (PEG) and growth regulators(GA<sub>3</sub>, Kinetin, NAA) on the germination characteristics when two levels of osmotic potential (0, -5 bar) were put to seeds of Orchardgrass.

In the untreated seeds, the total germination rate was decreased under water stress, and the mean germination time was delayed. Priming of Orchardgrass seeds using PEG or GA<sub>3</sub> resulted in improved germination under water stress(-5 bar), whereas the opposite was true of kinetin or NAA. The response of seeds primed in solutions of either -15 bar PEG or 100 ppm GA<sub>3</sub> was particularly marked compared with the untreated seeds. It is suggested that PEG and GA<sub>3</sub> may have positive regulatory effects in triggering the system for water stress alleviation. But the inhibitory effect of the water stress was not completely removed by allowing the seeds to pre-treat in solution of PEG or GA<sub>3</sub>.

#### I. 緒 論

種자의 發芽不良은 休眠과 退化가 主要原因이나 發芽率이 양호한 正常種子라 할지라도 不良環境에서 的 發芽樣相은 극히 저조하다. 이러한 不良環境 가운데 水分은 種子內의 生理的인 代謝過程을 지배하는 중요한 要因이므로 水分障碍가 種자의 發芽에 미치는 影響은 크다(尹, 1990; 李 等, 1991). 특히 牧草種子是 타작물에 비해 種자의 크기가 작고 活力이 낮아서 發芽時 乾燥의 피해를 입기 쉬우므로 乾燥한 土壤條件에서 發芽率을 向上시키는 것은 매우 중요하다. McGinnies(1960)는 6종의 牧草種子를 가지고 5水準의 水分障碍 상태에서 發芽 試驗을 실시한 結果 water stress 상태가 增加할수록 發芽率이 감소하고 發芽는 遲延되었다고 하였는데, 15 atmospheres 的 條件하에서 種자의 크기가 發芽와 正的 相關을 보였다고 報告함으로써 타작물에 비해 種자의 크기

가 작은 牧草 種子の 活力이 낮음을 立證한 바 있다.

發芽率을 向上시키기 위한 수단으로써 播種前 種子の 前處理가 效果的인데, Bleak와 Keller(1972)는 牧草種子에 수돗물을 前處理하여 發芽率을 向上시킬 수 있었다고 하였으나 草種間에 反應 樣相이 다름을 報告하였다. 그 후 Bodsworth 등(1981)은 滲透壓 調節劑를 이용한 種子 前處理效果를 報告한 바 있으며 Basra 등(1988)도 옥수수에서 PEG와 potassium salt의 種子 前處理가 低温條件(10℃)에서 發芽를 촉진시켰다고 하였다. 또한 Basra 등(1989)은 生長調節劑를 이용하여 種子の 前處理를 시도함으로써 不良環境에 대한 種子の 發芽 向上 效果를 報告하기도 하였다. 그러나 不良環境 가운데 주로 溫度障碍 상태에서의 發芽促進에 관한 報告들 이었으며 水分障碍 條件에서의 發芽促進에 관한 報告는 많지 않았다.

축산시험장(Livestock Experiment Station, Suwon 441-350, Korea)

\* 동국대학교 농학과(Dept. of Agronomy, Dongguk Univ., Seoul 100-715, Korea)

따라서 本 試驗은 Polyethylene glycol 6,000(PEG) 및 生長調節劑를 오차드그라스 種子에 前處理하여 水分障礙條件에서 發芽試驗을 수행함으로써, 水分障礙時 種子의 前處理에 의한 發芽 促進효과를 검토하기 위하여 수행하였다.

## II. 材料 및 方法

공시품종은 현재 우리나라의 草地造成時에 많이 이용되고 있는 Potomac으로 하였고 種子 前處理過程을 거쳐 水分滲透壓이 調節된 溶液하에서 發芽試驗을 실시하였다.

種子의 前處理를 위하여 PEG와 生長調節劑를 사용하였는데, PEG는 處理液의 水分滲透壓을 -5, -10 및 -15 bar로 調節하여 각각의 溶液에 種자를 침적하여 parafilm으로 밀봉한 후 8℃ 恒溫條件에서 각각 1, 3, 5 및 7일 동안 處理하였고, 生長調節劑는 GA<sub>3</sub>와 Kinetin을 각각 10, 100, 250 및 500 ppm, NAA를 1, 10, 50 및 100 ppm으로 調節하여 種자를 침적시킨 후 밀봉하여 8℃ 恒溫條件에서 24시간 處理하였다. PEG處理液의 水分 滲透壓은 Michel 등(1973)의 滲透壓 계산식에 따랐다.

發芽試驗은 PEG를 前處理한 경우 種子의 表面에

묻어있는 PEG溶液을 완전히 물로 씻어 내고 40℃ 건조기에서 24시간 乾燥시킨 후 실시하였고, 生長調節劑를 前處理한 경우에는 前處理 직후 수건으로 種子 表面의 水分을 닦아내고 그대로 실시하였는데, 9cm petridish에 여과지(Watman No. 1) 2장을 깔고 前處理한 種자를 100립씩 置床한 후, 處理液을 충분히 注入(7ml)하고 parafilm으로 완전히 밀봉하여 3반복으로 하였다. 發芽試驗을 위한 處理液은 PEG를 이용하여 對照區(증류수, 0 bar)와 -5 bar 두 水準으로 하였다. 發芽溫度는 25℃ 恒溫條件이었으며 17일 동안 發芽시켜 幼根이 1 mm이상 伸張한 것을 發芽한 것으로 간주하여 累積發芽率을 조사하였으며 發芽個體數는 매일 조사하였다. 發芽力 평가는 發芽率과 平均發芽所要日數를 이용하였으며 모든 統計處理는 SAS를 이용하여 分析하였다.

## III. 結果 및 考察

### 1. Water stress 상태에서의 累積發芽率의 經時的 變化

水分障礙 條件에서 오차드그라스 種子의 發芽性을 확인하기 위하여 對照區와 -5 bar 條件에서의 累積

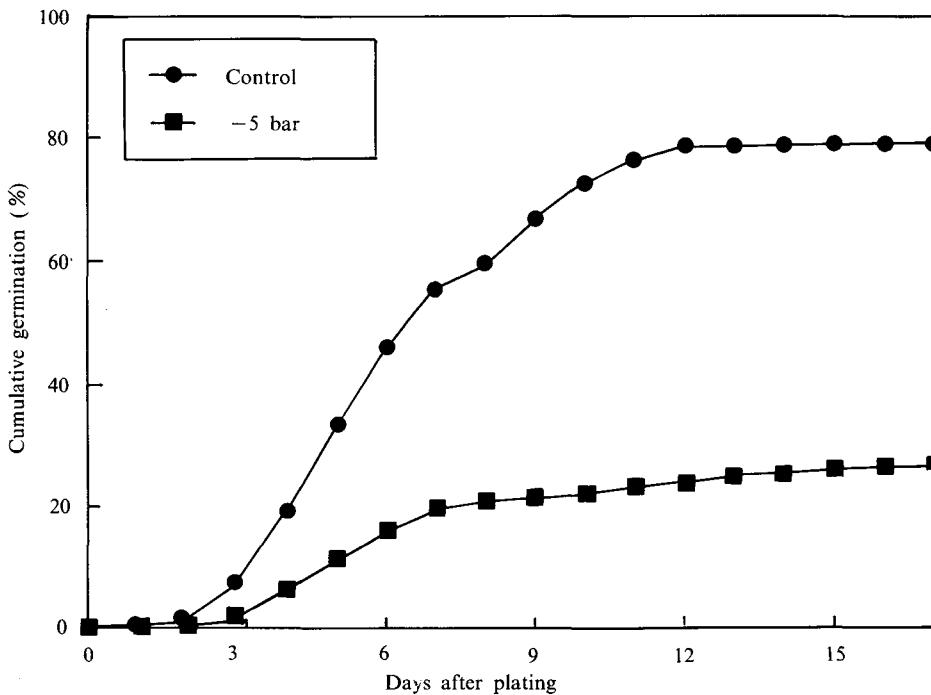


Fig. 1. The effect of osmotic potential on the cumulative germination rate.

發芽率을 보면 그림 1과 같다. 對照區에서는 置床 후 17일의 發芽率이 79.0%인데 반해 -5 bar 條件에서는 26.7%에 불과하여 對照區의 4~5일째 發芽率과 비슷하였다. 또한 -5 bar 條件에서, 發芽 개시일 및 累積發芽率의 최고점에 도달하는 시기가 각각 對照區보다 지연되었는데, 對照區에서는 發芽종료일이 置床 후 12일이었으나, -5 bar 條件에서는 置床 후 17일까지도 發芽가 종료되지 않아 對照區보다 累積發芽曲線이 완만하게 增加하였다. 이와 같이 對照區보다 水分障礙條件에서 오차드그라스의 發芽력이 현저하게 저하되었던 것은 오차드그라스種子の 發芽條件中 水分이 차지하는 比重이 높다는 것을 암시한다.

水分障礙條件에서 오차드그라스種子の 發芽력이 저하되었다는 報告는 많은데 尹(1990)은 오차드그라스가 他草種에 비해 water stress에 민감하여 낮은 水分障礙條件에서도 發芽가 지연되었다고 하였으며, 李等(1991)도 유사한 結果를 報告해 본 報告의 오차드그라스發芽 樣相과 일치하였다.

## 2. PEG의 種子 前處理 效果

그림 1에서 보는 바와 같이 水分障礙條件에서 오차드그라스의 發芽력이 현저히 감소하였다. 이러한 問題點을 극복하기 위하여 PEG를 사용하여 種子前處理를 실시한 후 發芽력을 평가하였는데 그 結果는 Table 1과 Table 2에서 보는 바와 같다.

對照區에서(Table 1)의 PEG 前處理 種子の 發芽率은 前處理濃度와 期間에 관계없이 PEG 無處理 종자와 차이를 보이지 않았던 반면, 平均發芽所要日數는 -5 bar 前處理時에 處理期間에 관계없이 PEG 無處理 種子和 有意的인 差가 認定되지 않았으나 -10 bar 및 -15 bar 전처리시에는 5일과 7일 處理에서 短縮되어 PEG 前處理濃度와 期間에 따라 反應樣相이 달랐다.

한편, 水分障礙條件(Table 2)에서 PEG 前處理 種子の 發芽率은 PEG 無處理 種子和의 차이가 현저하여 PEG 前處理濃度가 增加함에 따라 前處理期間이 짧아도 效果가 認定되었는데 -5 bar 處理時는 7일 處理에서만 效果가 認定되었으나 -10 bar에서는 5일과 7일 處理, -15 bar에서는 3일 이상의 處理에서 모두 效果가 認定되었다. 平均發芽所要日數는 모든 PEG 前處理濃度에서 5일 處理와 7일 處理한

것이 效果가 좋았고 특히 -5 bar 前處理時는 對照區와 反應樣相이 현저하게 달라 1일 處理를 제외한 모든 處理에서 無處理種子和 有意差를 보였다.

이와 같이 오차드그라스는 PEG를 種子前處理하였을 때 양호한 水分條件(0 bar)하에서는 前處理濃度와 期間에 관계없이 發芽率이 向上되지 않았지만 水分障礙條件(-5 bar)에서는 모든 PEG 前處理區에서 發芽率을 向上시킬 수 있었는데 특히 -10 bar에서 7일 前處理 했을 경우는 無處理에 비해 1.9배(Table 2)의 發芽率 向上을 보였다. 또한 對照區에서나 水分障礙條件에서 공히 -10 bar 이상의 前處理를 함으로써 각각의 無處理 種子和에 비해 平均發芽所要日數가 短縮되었으나, 水分障礙條件에서는 -5 bar 前處理時에도 短縮 效果를 보여 水分障礙條件에서 平均發芽所要日數에 미치는 影響이 對照區보다 컸다. 水分障礙條件에서 平均發芽所要日數는 -15 bar PEG 前處理時 對照區의 無處理區(6.5일)보다 최고 1.1일을, 水分障礙條件의 無處理區(7.2일)보다 1.8일을 短縮시킬 수 있어(Table 1, 2) 水分障礙條件에서 오차드그라스의 均일한 發芽誘導와 發芽속도를 개선하는데 PEG의 種子前處理가 效果가 있는 것으로 생각된다. 그러나 發芽率에 있어서는 對照區의 無處理區(79.0%)를 결코 능가하지 못하여 PEG의 種子前處理가 오차드그라스의 發芽에 관한 水分障礙 要素를 완전히 극복할 수는 없었다.

Basra 등(1988)은 30% PEG 溶液으로 種子前處理하여 低溫條件에서 옥수수의 發芽速度를 短縮시킬 수 있다고 하였고, Burgass와 Powell(1984)은 묵은 擘양배추의 種子에서, 許(1990)는 이탈리아인 라이그라스에서 PEG의 前處理 效果를 報告하여, 水分障礙條件에서의 PEG 前處理 效果가 認定된 본 報告의 내용과 일치하였다. 그러나 對照區에서는 種子前處理를 함으로써 發芽率을 向上시킬 수 없었는데 이는 PEG 種子前處理가 作物 혹은 品種에 따라 反應樣相이 다른 것인지 種子の 退化程度에 따라 다른 것인지 좀 더 세밀한 검토가 요구된다.

## 3. 生長調節劑의 種子前處理 效果

두 水分條件(0 bar, -5 bar)하에서 오차드그라스의 發芽 樣相에 관한 生長調節劑의 濃도에 따른 種子前處理 效果는 Table 3에서 보는 바와 같다.

GA<sub>3</sub> 前處理時 發芽率은 0 bar에서 無處理와 차이

Table 1. Effect of PEG pre-treatment on the germination rate and mean germination time of orchardgrass seeds under osmotic condition 0 bar.

Untreated control	Seed pre-treatment														LSD	
	-5 bar				-10 bar				-15 bar							
1d*	3d	5d	7d	1d	3d	5d	7d	1d	3d	5d	7d	1d	3d	5d	7d	P=0.05
79.0	77.9	79.8	79.8	80.3	81.4	76.9	80.2	79.1	84.1	74.2	80.3	83.8	78.9	NS		
Germination rate (%)																
6.5	6.6	6.3	6.4	6.4	5.9	6.4	6.1	5.5	5.4	5.9	6.5	5.6	5.4	0.88		
Mean germination time(days)																

Temperature during pre-treatment was 8°C.

\* Time periods refer to duration of pre-treatment.

Table 2. Effect of PEG pre-treatment on the germination rate and mean germination time of orchardgrass seeds under water stress(-5 bar).

Untreated control	Seed pre-treatment														LSD	
	-5 bar				-10 bar				-15 bar							
1d*	3d	5d	7d	1d	3d	5d	7d	1d	3d	5d	7d	1d	3d	5d	7d	P=0.05
26.7	29.0	29.3	41.8	26.7	36.4	38.5	50.7	27.0	36.8	42.1	40.1	10.1				
Germination rate (%)																
			(1.7)**			(1.4)	(1.9)		(1.4)	(1.6)	(1.5)					
Mean germination time(days)																
7.2	6.4	6.2	5.8	5.9	6.4	6.5	6.1	5.9	6.5	6.4	5.4	5.8	0.90			

Temperature during pre-treatment was 8°C.

\* Time periods refer to duration of pre-treatment.

\*\* Figures in parenthesis represent ratios of seed pre-treatment to that of untreated control.

Table 3. Comparison of seed pre-treatments of each growth regulator and untreated control on the germination rate and mean germination time of orchardgrass seeds under two osmotic potentials.

Growth regulator	Seed pre-treatment (ppm)	Germination rate (%)		Mean germination time (days)	
		0 bar	-5 bar	0 bar	-5 bar
	Untreated control	79.0	26.7	6.5	7.2
GA <sub>3</sub>	10	82.3	43.7	5.4	6.6
	100	84.5	41.3	5.4	5.2
	250	86.7	42.5	5.5	7.3
	500	83.3	40.4	5.2	6.7
	LSD	NS	7.58**	0.84*	0.84**
Kinetin	10	84.7	36.6	5.6	6.4
	100	83.3	30.8	6.0	9.6
	250	73.6	21.2	6.6	8.2
	500	69.3	19.1	7.1	8.3
	LSD	8.90*	8.88**	NS	0.93**
NAA	1	87.8	23.4	5.6	8.6
	10	84.9	32.4	6.1	7.6
	50	87.8	29.5	6.1	7.7
	100	82.1	17.9	6.5	7.9
	LSD	NS	8.23*	NS	0.83*

Temperature during pre-treatment was 8°C.

\*, \*\* Significant at P= 0.05, 0.01, respectively.

가 없었으나 -5 bar에서는 GA<sub>3</sub> 농도에 관계없이 무처리보다 발아율이 向上되었다. 平均發芽所要日數는 0 bar에서 모든 처리가 무처리와 차이를 보여 단축되었으며 -5 bar에서는 GA<sub>3</sub> 100 ppm 種子前處理時에 무처리대비 2.0일을 短縮시킬 수 있었다.

Kinetin 前處理時, 0 bar에서의 발아율은 무처리에 비해 有意的인 差가 認定되었으나 Kinetin의 濃도가 增加함에 따라 발아율은 감소되는 傾向이었고 -5 bar에서도 비슷한 傾向을 보여 오히려 高濃도에 의한 발아抑制 현상이 뚜렷하였다. 平均發芽 所要日數에 있어서는 0 bar에서 무처리와 차이를 보이지 않았으나 -5 bar에서는 10 ppm 處理區를 제외한 모든 處理가 지연되는 傾向을 보였다.

NAA 前處理時는 발아율에 있어서 Kinetin 前處

리와 유사한 傾向을 보였는데 -5 bar에서 NAA 100 ppm 處理時 현저히 감소하여 17.9%의 발아율을 보였다. 平均發芽 所要日數는 0 bar에서 무처리와 有意的인 差가 認定되지 않았으나 -5 bar에서는 1 ppm 處理時 지연되는 傾向이었다.

이상의 結果에서 보는 바와 같이 水分 障礙 條件 하에서 Kinetin과 NAA의 種子 前處理는 濃도가 增加함에 따라 발아율이 低下되는 傾向이었는데, GA<sub>3</sub> 前處理時에는 PEG 種子 前處理時와 마찬가지로 水分障礙條件에서의 발아율이 對照區의 무처리區 발아율(79.0%)을 능가하지 못했으나 水分障礙條件에서의 무처리보다는 월등히 向上되었으며 平均發芽 所要日數는 GA<sub>3</sub> 100 ppm 前處理時 對照區의 무처리보다 短縮되어 水分障礙 條件에서의 GA<sub>3</sub>의 效果가 認定되었다. 不良 環境에 대한 발아율 向上을 위해

GA를 處理함으로써 低溫 條件에서 發芽率을 向上시킬 수 있다는 것은 Nelson과 Sharples(1980), Watkins와 Cantliffe(1983), 그리고 Basra 등(1989)의 報告에서 이미 立證된 바 있으며 高溫 條件에서도 Basra 등(1989)은 GA를 前處理하여 옥수수의 發芽率을 크게 向上시킬 수 있다고 하였는데 水分障 礙 條件에서 發芽試驗을 실시한 本 報告에서도 유사한 傾向이었다. 그러나 本 報告에서는 GA<sub>3</sub>의 어떠한 前處理에서도 對照區의 無處理區 發芽率을 결코 能가할 수 없었는데 Biddington과 Thomas(1978)는 GA<sub>4</sub>와 GA<sub>7</sub>을 混合 處理한 結果 셀러리의 發芽率에 있어서 高溫 條件의 障 礙 要素를 완전히 除去할 수 있다고 하여 같은 生長調節劑라도 종류에 따라 混合 處理한 것이 效果가 있음을 보고한 바, 本 報告에서도 生長調節劑간의 混合 處理에 의한 效果도 검토해 볼 필요성이 요구되었다.

#### IV. 摘 要

水分障 礙 條件에서 오차드그라스(cv. Potomac) 種子의 發芽力을 向上시키기 위하여 Polyethylene glycol 6,000(PEG) 및 生長調節劑(GA<sub>3</sub>, Kinetin, NAA)를 種子에 前處理하여 0 bar와 -5 bar의 두 水分條件 하에서 17일간 發芽樣相을 비교, 검토하였는데 그 結果는 다음과 같다.

1. 前處理를 하지 않은 種子是 水分 滲透壓 -5 bar 條件에서 對照區(0 bar)에 비해 總 發芽率은 감소되었으며 平均發芽 所要日數와 發芽終了日은 지연되었다.

2. 對照區에서 PEG 種子 前處理는 無處理에 비해 發芽率에 影響을 미치지 못하였으나 平均發芽所要日數는 -10 bar와 -15 bar에서 각각 5일 및 7일 處理한 것이 效果가 있었다.

3. 水分滲透壓 -5 bar 條件에서는 PEG 種子 前處理時 無處理에 비해 發芽率이 向上되었고 平均發芽 所要日數가 短縮되었는데 특히, -10 bar에서 7일 前處理 했을 경우 無處理에 비해 發芽率이 1.9배로 向上되었고, 平均發芽 所要日數는 모든 PEG 處理區에서 5일과 7일 前處理한 것이 短縮되었다.

4. 對照區에서 生長調節劑의 前處理는 GA<sub>3</sub>와 NAA 공히 發芽率에 影響을 미치지 못하였으나 Kinetin은 濃度가 增加할수록 發芽率을 감소시켰다.

平均發芽 所要日數는 NAA와 Kinetin 前處理時 效果가 없었으나, GA<sub>3</sub> 前處理時에는 모든 처리구에서 短縮되었다.

5. 水分滲透壓 -5 bar 條件에서는 각각의 生長調節劑가 공히 發芽率과 平均發芽 所要日數에 있어서 無處理에 비해 有意差가 認定되었는데, Kinetin과 NAA는 濃度가 增加할수록 發芽率을 감소시켰고 반면, GA<sub>3</sub>는 濃度에 관계없이 無處理에 비해 發芽率이 向上되었다. 平均發芽 所要日數에 있어서도 Kinetin 과 NAA는 無處理보다 지연되는 傾向이었으나 GA<sub>3</sub>는 100 ppm 前處理時 無處理 대비 2.0일이 短縮되었다.

6. PEG나 GA<sub>3</sub>의 種子 前處理는 水分障 礙 條件에서 공히 無處理에 비해 發芽率이 向上되었고 平均發芽 所要日數도 短縮되어, 水分障 礙時 오차드그라스의 均一한 發芽 誘導의 發芽速度를 개선하는데 效果가 있을 것으로 생각되나, 어떠한 處理에 있어서도 對照區의 無處理區 發芽率(79.0%)을 能가하지 못하여 오차드그라스의 發芽에 관한 水分障 礙 要素를 완전히 극복할 수는 없었다.

#### V. 引用文獻

1. Basra, A. S., R. Dhillon, and C. P. Malik. 1989. Influence of seed pre-treatment with plant growth regulators on metabolic alteration of germinating maize embryos under stressing temperature regimes. *Annals of Botany* 64:37-41.
2. Basra, A. S., S. Bedi, and C. P. Malik. 1988. Accelerated germination of maize seeds under chilling stress by osmotic priming and associated changes in embryo phospholipids. *Annals of Botany* 61:635-639.
3. Biddington, N. L., and T. H. Thomas. 1978. Thermodormancy in celery seeds and its removal by cytokinins and gibberellins. *Physiologia Plantarum* 42:401-405.
4. Bleak, A. T., and W. Keller. 1972. Germination and emergence of selected forage species following preplanting seed treatment. *Crop Sci.* 12:9-13.

5. Bodsworth, S., and J. D. Bewley. 1981. Osmotic priming of seed of crop species with a means of enhancing early and synchronous germination at cool temperature. *Can. J. Botany* 59:672-676.
6. Burgass, R. W., and A. A. Powell. 1984. Evidence for repair processes in the invigoration of seeds by hydration. *Annals of Botany* 53:753-757.
7. Heydecker, W., J. Hignis, and Y. J. Turner. 1975. Invigoration of seed? *Seed Sci. and Tech.* 3:881-888.
8. McGinnies, W. J. 1960. Effects of moisture stress and temperature on germination of six range grasses. *Agron. J.* 52:159-162.
9. Michel, B. M., and M. R. Kaufmann. 1973. The osmotic potential of polyethylene glycol 6000. *Plant Physiol.* 51:914-916.
10. Nelson, J. M., and G. C. Sharples. 1980. Effect of growth regulators on germination of cucumber and other cucurbit seeds at sub-optimal temperatures. *Hort Science* 15:253-254.
11. Watkins, J. T., and D. J. Cantliffe. 1983. Hormonal control of pepper seed germination. *Hort Science* 17:169-173.
12. 尹世炯. 1990. Polyethylene glycol을 이용한 模擬的 土壤水分 調節方法이 牧草의 發芽에 미치는 影響과 有效性. *韓草誌* 10(2):70-76.
13. 李錫河, 尹淳康, 白城凡, 朴炫龜. 1991. 水分障礙時 牧草 發芽特性 및 累積發芽率 曲線 豫測을 위한 Sigmoid 函數들 間의 比較. *韓草誌* 11(4): 209-214.
14. 許三男. 1990. 滲透壓 調節이 Italian ryegrass와 수수種子的 發芽에 미치는 影響. *韓草誌* 10(3): 121-128.