

Priming과 沈漬處理가 들잔디의 種子發芽에 미치는 影響

金 泰 日 · 具 滋 馨

忠南大學校 園藝學科

Effect of Priming and Preimbibition on Germination of Zoysiagrass Seeds

Kim, Tae-II and Ja-Hyeong Ku

Department of Horticulture, College of Agriculture, Chungnam National University

SUMMARY

Studies were conducted to evaluate the effect of priming and preimbibition on germination of unscarified and KOH-scarified zoysiagrass (*Zoysia japonica* Steud.) seeds, respectively. Germination percentages at 35°C of seeds primed in KNO_3 and $Ca(NO_3)_2$ were significantly higher than that of untreated seeds. The optimum conditions for priming unscarified seeds were in aerated KNO_3 solution at 0.4 M for 4 days at 20°C. No additional benefit of GA_3 on increasing germination was not found in seed priming with solution of $KNO_3 + GA_3$ or in seeds preimbibed with GA_3 after priming. Scarified seeds preimbibed with distilled water(DW) for 4 days at 20°C germinated higher and with fewer days to 50% of total germination(T_{50}) than untreated seeds. Preimbibition with GA_3 solution at 50 ppm for 4 days at 5, 10, 15 and 20°C enabled up to 97% of seeds to germinate and reduced days to T_{50} about 1.1 to 1.2 days at 35°C. Especially, seeds preimbibed with GA_3 had greatly higher germination and lower T_{50} than untreated or DW-preimbibed seeds at 30°C, which is inadequate to germination in general. Preimbibed seed performance was unchanged after storage at room temperature for 50 days. Seeds preimbibed with GA_3 had higher rate of seedling emergence and faster growth of shoot than untreated seeds after sowing at 30°C in growing medium in growth chamber.

緒 論

들잔디(zoysiagrass) 種子是 種皮의 機械的 障壁로 水分吸水가 어렵고 胚 休眠이나 發芽抑制物質등도 存在하여 自然發芽가 極히 低調하다. 따라서 強酸이나 알칼리 등으로 種皮弱化處理를 하여 播種에 利用되어 왔다(Yeam and Yu, 1975; 염 등, 1985).

Priming處理는 滲透溶液內에서 種子が 물을 서서히 吸水하도록 하며, 發芽의 初期段階가 始

作되도록 誘導하나 radicle이 種皮밖으로 出現하는 것을 防止하는 處理法으로 發芽期間 短縮은 물론 均一한 發芽誘導, 發芽率 增進等に 效果가 있어 펜지, 셀비어, impatiens 등의 花卉類 種子나 상치, 당근, 토마토 등의 菜蔬類 種子에서 利用이 시도되고 있다(Arkers and Holley, 1986; Bewley and Black, 1982; Biniek and Tylkowska, 1987; Brocklehurst *et al.*, 1987; Cantliffe, 1981; Cantliffe *et al.*, 1981; Carpenter and Boucher, 1991; Guedes and Cantliffe, 1980; Heydecker and Coolbear, 1977; Karssen and Weges, 1987; Saxena and Singh, 1987). 또한 priming은 溫度休眠 克服에도 效果가 있어 適溫以下の 溫度에서도 發芽率을 增進시키는 것으로 報告되고 있다(Cantliffe *et al.*, 1981; Guedes and Cantliffe, 1980). Priming에 利用되는 物質은 一般的으로 polyethylene glycol(PEG)이나 NaCl, KNO₃ 같은 無機鹽類들이 使用되고 長期間 處理時에 aeration이 要求되며 處理 後에 원래의 狀態로 乾燥시켜 利用한다(Akers and Holley, 1986; Bradford, 1986 Khan *et al.*, 1980; Michel and Kaufmann, 1973)

한편 發芽前 沈漬處理는 種子의 發芽를 促進시키는 한가지 方法으로 利用되고 있으며 促進原因은 水浸시 스며 든 물이 種子內에서 一種의 加水分解를 돕고 나아가 單糖類가 發芽에 즉시 利用될 수 있도록 하기 때문인 것으로 推測된다(Carpenter, 1989; Heydecker and Coolbear, 1977). 水分吸水와 乾燥의 反復은 代謝過程의 活性을 促進하고 보다 높은 에너지 合成物의 形成을 誘導하여 發芽를 促進시킨다. 또한, 호르몬의 沈漬處理 특히 GA₃는 低溫處理를 必要로 하는 많은 種子에서 休眠을 打破하고, α -amylase의 酵素生成을 誘起하나 成熟段階나 品種에 따라 다른 反應을 보인다(Finch-Savage, 1991; Heydecker and Coolbear, 1977).

本 實驗은 種皮處理하지 않으면 發芽가 極히 低調한 들잔디 種子를 priming處理를 하여 種皮 弱화處理 없이 發芽를 어느 정도 增進시킬 수 있는가를 알아보고, 種皮處理된 種子를 물 또는 GA₃溶液에 직접 沈漬하여 吸水시킨 다음 乾燥하여 播種함으로써 發芽率과 發芽速度를 增進시킬 수 있는 方案을 講究하였다.

材料 및 方法

1993년 6月末에 忠南大學校 附近에서 採取한 한국잔디(*Zoysia japonica* Steud.) 種子를 冷暗庫에 保管하면서 供試材料로 使用하였다.

1. Priming 處理

Priming 溶液은 無機鹽類인 Ca(NO₃)₂, KNO₃, NaCl, KH₂PO₄를 각각 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0 M로 處理하고 滲透壓處理劑인 PEG 6,000을 -0.4, -0.8, -1.2, -1.6, -2.0 MPa濃도로 하여 使用하였다. 處理 方法은 採取種자를 가제로 싸서 處理溶液에 담근 다음 氣泡 發生機를 使用하여 aeration을 繼續한 後 흐르는 수도물에 8시간 水洗하고 1일간 陰乾하였다. 잔디 種子에 알맞는 無機鹽類의 選拔을 위하여 各各의 溶液을 20℃에서 4日間 處理하여 35℃에서 發芽率을 調査하였으며, 無機鹽類중에서 發芽促進 效果가 가장 좋았던 KNO₃溶液을 擇하여 10, 15, 20, 25, 30℃에서 1, 2, 4, 8, 16, 20일 동안 priming 處理하면서 期間別, 溫度別 效果를 알아 보았다. 滲透壓溶液과 GA₃의 複合處理에 의한 priming 效果를 알아보기 위해 0.4 M KNO₃ 와 50 ppm GA₃ 를 1:1로 混合한 溶液에 種子를 담근 다음 20℃에서 4日間 處理를 하였으며 0.4 M KNO₃로 priming 處理된 種子를 다시 GA₃溶液에 期間別로 沈漬處理하였다. 또한 priming 處理된 種子의 發芽促進 效果持續 與否를 알아보기 위하여 常溫에 1개월 保存한 後 供試材料로 利用하였으며

發芽調査는 35℃의 發芽床에서 여과지 2매를 간 petri-dish에 100粒씩 播種하여 10日間 發芽시킨 後 發芽率을 調査하였다.

2. 沈漬處理

沈漬處理에 使用한 種子는 25% KOH 溶液에 30분간 種皮弱화 處理한 種子를 使用하였으며 沈漬處理는 蒸溜水와 GA₃ 溶液에서 溫度別, 期間別로 處理하여 35℃의 發芽床에서 10日間 發芽시킨 後 發芽率을 調査하였고, 20℃에서 4日間 沈漬處理한 種子를 가지고 溫度別 發芽率과 常溫 貯藏하였을 경우 發芽促進效果의 持續與否를 調査하였다. 土壤播種 效果를 알아보기 위해 沈漬處理된 種子를 모래와 peatmoss를 混合한 培養土에 播種하여 30, 35℃의 發芽床에 15일간 置床한 後 實生出現率과 地上部 生産量을 調査하였다.

結果 및 考察

種皮處理하지 않은 種子를 發芽率과 發芽速度를 向上시키기 위해 無機鹽類와 PEG에 濃度別로 priming處理한 結果는 Table 1과 같다. 無機鹽類에 濃度別로 priming處理하였을 때 無處理區가 13%의 發芽를 보인데 比하여 0.2또는 0.4 M의 KNO₃와 Ca(NO₃)₂ 에서는 45~50%정도까지 發芽를 보여 3배 以上の 增進效果를 나타냈다. 특히 0.4 M의 KNO₃에서 51%로 가장 發芽率이 높았다. NaCl, KH₂PO₄ 溶液은 濃도에 따라서는 發芽增進 效果를 보이기도 하였으나 다른 溶液에 比하여 低調하였다. 滲透壓處理劑인 PEG 6,000은 -0.4 MPa에서 43%의 높은 發芽率을 나타냈다. 또한 들잔디 種子를 蒸溜水에 priming한 結果는 無處理에 比하여 發芽率을 다소 增進시켰으나 滲透溶液에 比하여는 低調한 傾向을 보였다. 가장 發芽增進 效果가 좋았던 0.4 M의 KNO₃ 溶液에서 處理溫도와 期間의 效果를 알아보기 위해 10℃에서 30℃까지 5 間隔으로 1~20日間 priming處理를 하였던 바 10~25℃사이에서는 全 priming期間에서 發芽增進 效果를 보였으나 處理溫도가 높고 期間이 經過될수록 發芽率이 低調하여 30℃에서 12일 以上에서는 發芽가 되지 않았다(Table 2). 處理溫도는 前處理 동안에 發芽를 防止하는 手段과 透水性의 差異를 利用하기 때문에 適正處理溫도는 作物마다 다르게 나타나 最適의 溫度條件을 찾는 것이 重要한데 當근에서는 PEG priming시 5℃ 處理가 좋고 Freesia에서 25℃ 處理는 發芽가 되지 않는다고 報告되고 있다. 들잔디 種子에서는 KNO₃ 溶液으로 priming하였을 때 適定處理溫도와 期間은 20℃에서 4日間 處理가 가장 適當하였다.

Table 3은 KNO₃와 GA₃複合處理 效果를 알아 본 結果로 KNO₃ 單用處理時 47%의 發芽率을 보인데 比하여 KNO₃와 GA₃용액을 混合하여 處理하였을 때 41%로 複合處理의 發芽率 增進效果는 나타나지 않았다. 그리고 priming處理된 種子를 다시 GA₃溶液에 沈漬시켜 본 結果 GA₃溶液의 發芽增進效果는 어느 정도 인정되어(Table 4) priming 處理된 種子를 6일간 침지하여 15일간 發芽시킬 경우 60%까지 發芽를 보여 種子의 種皮弱화處理 없이 priming處理만으로도 土壤播種이 어느 정도 可能性이 있음을 알 수 있었다.

KOH 處理種子의 蒸溜水 沈漬處理는 모든 處理區에서 10~20%정도의 發芽增進效果를 보였으며 發芽速度도 1~2일 빨랐다. 最適의 處理條件은 20℃에 4日間 處理가 가장 좋아 發芽率이 無處理 71%에 比해 93%로 20% 以上の 增進效果를 나타냈으며, 50% 發芽日數가 無處理는 4.3日인 반면 處理區는 2.8일로 1.5日 短縮되었다. 處理溫도가 30℃의 高溫일 경우에는 發芽速度는 增加되었지만 發芽率 增進效果는 적었다(Table 5). GA₃ 沈漬時에는 發芽率이 20% 정도의 增進

Table 1. Effect of priming solutions and their concentrations at 20°C for 4 days on germination of unscarified zoysiagrass seeds germinated at 35°C for 10 days

Solution	Concentration	Germination(%)
Untreated		13.33 g ^z
DW		34.33 cd
KNO ₃	0.2 M	47.67 ab
	0.4 M	51.00 a
	0.6 M	29.33 de
	0.8 M	24.33 defg
	1.0 M	24.67 defg
NaCl	0.2 M	36.33 bcd
	0.4 M	19.33 efg
	0.6 M	23.67 defg
	0.8 M	12.67 g
	1.0 M	30.33 de
KH ₂ PO ₄	0.2 M	30.33 de
	0.4 M	17.67 efg
	0.6 M	13.67 fg
	0.8 M	34.33 cd
	1.0 M	20.00 efg
Ca(NO ₃) ₂	0.2 M	49.00 a
	0.4 M	44.67 abc
	0.6 M	17.67 efg
	0.8 M	29.00 de
	1.0 M	24.67 defg
PEG 6,000	-0.4 MPa	43.00 abc
	-0.8 MPa	34.00 cd
	-1.2 MPa	26.33 def
	-1.6 MPa	20.67 efg
	-2.0 MPa	24.00 defg

^z Mean separation in columns by Duncan's multiple range test, 5% level.

DW: Distilled water

Table 2. Effect of priming temperatures and durations in KNO₃ solution at 0.4 M on germination of unscarified zoysiagrass seeds germinated at 35°C for 10 days

Temperature(°C)	Priming condition		Germination (%)
	Duration(Day)		
Untreated			11.3 K ^z
10		1	21.3 ij
		2	29.7 b-h
		4	30.3 b-g
		8	31.3 b-g
		12	34.7 bcd
		16	32.0 b-g
		20	25.0 f-j
15		1	24.0 g-j
		2	27.0 c-j
		4	22.0 hij
		8	30.3 b-g
		12	26.3 d-j
		16	31.7 b-g
		20	26.0 e-j
20		1	25.3 f-g
		2	37.0 b
		4	49.3 a
		8	27.0 c-j
		12	32.0 b-g
		16	31.7 b-g
		20	13.0 k
25		1	31.7 b-g
		2	34.3 b-e
		4	21.0 j
		8	22.0 hij
		12	45.0 a
		16	29.3 b-i
		20	20.7 j
30		1	31.7 b-g
		2	35.0 bc
		4	30.0 bf
		8	21.7 hij
		12	1.3 l
		16	0.3 l
		20	0.0 l

^z Mean separation in columns by Duncan's multiple range test, 5% level.

Table 3. Effect of priming with GA₃ alone or in combination with KNO₃ at 20°C for 4 days on germination of unscarified zoysiagrass seed germination at 35°C for 10 days

Treatment	Concentration	Germination (%)
Untreated		21.3 c
DW		35.3 b
KNO ₃	0.4 M	47.0 a
GA ₃	50 ppm	32.0 bc
KNO ₃ + GA ₃	0.4 M + 50 ppm	41.3 ab

² Mean separation in columns by Duncan's multiple range test, 5% level.

DW : Distilled water

Table 4. Effect of preimbibition in 50 ppm GA₃ after priming on germination of unscarified zoysiagrass seeds germinated at 35°C for 10 and 15 days

Treatment	Duration of Preimbibition (Day)	Germination(%)	
		10 days	15 days
Nonprimed		25.0 b ²	36.0 b
Primed	0	50.0 a	62.0 a
	2	49.0 a	62.7 a
	4	53.3 a	62.0 a
	6	58.3 a	68.7 a
	8	51.0 a	60.7 a

² Mean separation in columns by Duncan's multiple range test, 5% level.

효과가 있었고 발아속도가 1~2일 정도 빨라 35°C 발아床上에서 48시간 以内에 50% 以上の 발아率을 나타냈다. 2日間 處理에서는 處理溫度間에 발아率이나 발아速度에 있어서 약간의 差異를 보였으나 4日間 處理에서는 溫度間에 差異를 보이지 않았고, 2日보다는 4日間 處理가 발아率이나 발아速度에 있어 더 增進效果를 나타내었다(Table 6). 一般的으로 GA₃ 沈漬處理는 15~20°C에서 4日 정도가 適當하였다. GA處理는 발아適溫보다 낮은 溫度에서 발아率 增進에 效果를 나타내어 30°C에서 無處理의 발아率이 22%인데 비해 50 ppm GA 處理區는 88%의 발아率로 4배의 增進效果를 나타내었고 50% 발아日數도 2.8日로 매우 빠른 발아速度를 보였다. 그러나 蒸溜水 沈漬는 30°C에서는 발아增進 效果를 나타내지 않았다. 種皮弱화處理가 안된 種子의 GA₃沈漬는 약간 발아率이 增加하는 傾向은 있었지만 그 效果가 微弱하였다(Table 7).

Fig. 1은 蒸溜水와 GA₃에 沈漬한 種子의 발아增進 效果가 持續되는지의 與否를 알기 위하여 處理한 種子를 陰乾한 狀態로 常溫에서 50日間 貯藏한 後 발아程度를 比較하여 보았다. 處理直後 35°C의 발아床上에서 GA₃沈漬는 3~4日 培養에 90% 以上の 발아率을 보였고 50日 貯藏한 後에도 발아率에 있어 약간 減少하는 傾向을 보이기는 하였지만 90%이상의 높은 발아率을 계속 維持하여 效果가 持續됨을 보여주고 있다. 蒸溜水 沈漬는 발아速度가 無處理區에 비해 다소 빠르게 나타나고 있으나 발아率은 無處理와 큰 差異가 없이 低調하였다.

Table 5. Effect of preimbibition in 50 ppm GA₃ after priming on germination of unscarified zoysiagrass seeds germinated at 35°C for 10 and 15 days

Temperature (°C)	Duration of imbibition(Day)	Germination (%)	T ₅₀ (Days)
Untreated		71.0 h	4.3 ab ^z
10	2	83.7 a-g	3.0 cd
	4	80.0 b-h	3.1 bcd
	6	90.7 ab	2.8 cd
	8	89.0 abc	2.5 de
	10	90.7 ab	2.5 de
15	2	79.3 c-h	3.0 cd
	4	85.7 a-e	2.8 cd
	6	88.7 abc	2.5 de
	8	88.0 a-d	2.3 e
	10	89.0 abc	2.5 de
20	2	72.3 h	3.8 abc
	4	93.0 a	2.8 cd
	6	90.3 ab	3.1 bcd
	8	82.7 a-g	3.8 abc
	10	77.7 d-h	3.8 abc
25	2	90.0 ab	4.5 a
	4	86.7 a-d	3.3 a-d
	6	78.7 c-h	3.9 abc
	8	84.7 a-f	3.2 a-d
	10	74.3 a-f	3.7 abc
30	2	76.0 e-h	3.2 a-d
	4	85.0 a-e	2.8 cd
	6	74.3 fgh	3.9 abc
	8	91.3 a	2.3 e
	10	85.3 a-e	3.0 cd

^z Mean separation in columns by Duncan's multiple range test, 5% level.

Table 6. Effect of preimbibition temperatures and durations in 50 ppm GA₃ on germination and day to 50% of total germination(T₅₀) of scarified zoysiagrass seeds germinated at 35°C for 10 days

Duration (Days)	Temperature (°C)	Germination (%)	T ₅₀ (Days)
	Untreated	79.0 c	3.0 a ²
2	5	87.3 b	2.5 ab
	10	88.0 b	2.3 bc
	15	95.3 ab	2.0 bc
	20	97.3 a	2.2 bc
4	5	98.0 a	1.9 bc
	10	98.7 a	1.9 bc
	15	97.3 a	1.8 c
	20	97.3 a	1.8 c

² Mean separation in columns by Duncan's multiple range test, 5% level.

Table 7. Effect of preimbibition in GA₃ solutions on germination and day to 50% of total germination (T₅₀) of scarified zoysiagrass seeds germinated at 25, 30 and 35°C for 10 days

Temperature (°C)	Solution (ppm)	Unscarified	Scarified	
		Germination (%)	Germination (%)	T ₅₀ (Days)
25	Untreated	0.0 c ²	0.0 g	—
	DW	0.0 c	0.0 g	—
	GA ₃ 10	0.0 c	6.0 fg	—
	GA ₃ 50	0.0 c	14.0 ef	—
30	Untreated	1.7 c	22.7 de	—
	DW	0.7 c	29.0 d	—
	GA ₃ 10	1.0 c	70.7 c	3.7 a
	GA ₃ 50	3.0 c	88.3 ab	2.8 b
35	Untreated	14.7 b	85.0 b	4.0 a
	DW	17.0 b	87.7 ab	2.8 b
	GA ₃ 10	13.7 b	92.3 ab	2.5 bc
	GA ₃ 50	20.3 a	97.0 a	2.1 c

² Mean separation in columns by Duncan's multiple range test, 5% level.

DW : Distilled water

GA₃ 沈漬處理 種子를 土壤播種한 結果 無處理에 比하여 發芽率이나 生産量의 增加를 보였다. 30°C의 條件에서는 無處理區의 地上部 生産量이 個體當 3.3 mg인 반면 GA₃ 處理區는 4.4 mg으로 33% 以上の 生育增進 效果가 있었다. 그러나 蒸溜水 處理區는 30°C에서 實生出現率과 生育이 無處理區와 큰 差異를 보이지 않아 低溫下에서의 沈漬效果는 나타나지 않았고 35°C에서는 多少 增進되어 GA₃ 處理와 비슷한 效果를 보였다(Table 8).

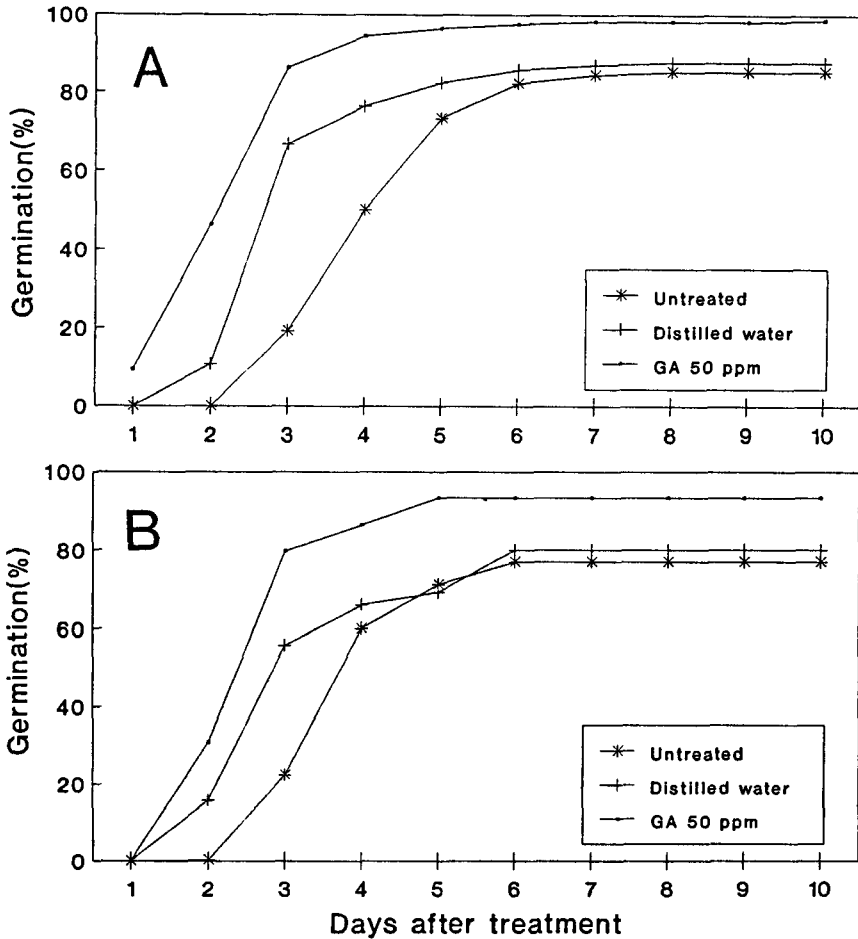


Fig. 1. Effect of storage period on germination of scarified zoysiagrass seeds preimbibed with 50 ppm GA₃. Storage period: 0 day(A), 50 days(B).

Table 8. Effect of preimbibition in 50 ppm GA₃ solution on emergence of seedlings and fresh weight of shoot of scarified zoysiagrass seeds 15 days after sowing at 30 and 35°C in growing medium in growth chamber

Temperature (°C)	Solution	Emergence of seedlings(%)	Fresh weight of shoot (mg /plant)
30	Untreated	42.5 d ²	3.3 d
	DW	51.5 c	3.7 d
	GA ₃	73.5 b	4.4 c
35	Untreated	75.0 b	7.1 b
	DW	84.5 a	8.0 a
	GA ₃	86.0 a	7.9 a

² Mean separation in columns by Duncan's multiple range test, 5% level.

DW : Distilled water

이상의 結果로 미루어 自然發芽率이 극히 低調한 들잔디 種子를 KNO_3 , $Ca(NO_3)_2$ 또는 PEG 溶液과 같은 滲透溶液에 priming處理하면 10日 培養에 50%, 15日 以上이 經過되면 60%정도까지 發芽率을 높일 수 있어 산이나 알칼리로 種皮處理를 하지 않고 播種이 可能함을 보였다. 沈漬處理時 發芽促進을 위한 適定處理條件은 蒸溜水의 경우 20℃에서 4日이 適當하였고, GA_3 處理는 50ppm의 농도로 5~20℃에서 4日間이 가장 效果가 좋았다. 沈漬處理種子の 發芽促進 原因은 種子에 GA_3 를 吸水시킴으로서 種子內에 GA_3 水準을 增加시켜 發芽를 促進시킨 것으로 思料된다. 康等(1985)은 種子에 Red light를 調査한 結果 ABA類似物質이 減少되고 GA_3 水準을 增加시켜 發芽를 促進하며 또한 低溫 發芽增進 效果가 있다고 報告하였다. 既存에 使用되고 있는 강산이나 강알칼리에 의한 種皮弱化處理 種子에 GA_3 를 沈漬處理하여 吸收시킴으로써 完全한 休眠打破를 誘起하고 發芽速度를 增進시킴은 물론 發芽適溫 以下の 環境條件下에서도 發芽가 可能하게 함으로써 播種期를 앞당길 수 있을 것으로 思料된다.

摘 要

들잔디(*Zoysia japonica* Steud.) 種子에서 priming의 效果를 檢討하고 種皮弱化處理種子を 蒸溜水 또는 GA_3 에 沈漬處理하여 發芽適溫 以下에서의 發芽增進效果를 調査하여 다음과 같은 結果를 얻었다.

1. 種皮處理되지 않은 들잔디 種子の priming 處理 效果는 $Ca(NO_3)_2$ 와 KNO_3 溶液에서 다른 溶液에 比하여 좋은 것으로 나타났으며, 특히 0.4 M의 KNO_3 溶液에서 效果가 優秀하였다.
2. Priming의 適定 處理條件은 20℃에서 4日間 處理가 가장 優秀하여 0.4 M KNO_3 의 경우 약 50%까지 發芽率을 높일 수 있었다. 그러나 KNO_3 와 GA_3 의 複合處理는 KNO_3 單用處理에 비해 發芽增進 效果를 보이지 않았고, KNO_3 處理 種子에 GA_3 의 追加處理도 發芽 15日 동안에 68%까지 發芽率을 높일 수 있었지만 有意差는 認定되지 않았다.
3. 種皮處理된 種子の 沈漬處理는 蒸溜水와 GA_3 모두 약 20% 정도 發芽率을 增進시키고 發芽速度를 1~2일 短縮시켰다. 蒸溜水 沈漬는 20℃에서 4日間 處理가 發芽增進에 가장 效果的이었으며, GA_3 는 50 ppm 濃도로 5, 10, 15 또는 20℃에서 4日間 處理가 가장 適切하였다.
4. GA_3 沈漬는 發芽適溫보다 낮은 30℃ 溫度에서 發芽率을 크게 增進시키고 發芽速度를 促進시켰으며 土壤 播種時에도 비슷한 效果를 보였다. GA_3 沈漬處理에 의한 種子の 發芽促進 效果는 常溫貯藏에서 50日 以上 維持되었다.

引用文獻

1. Akers, S. W. and K. E. Holley. 1986. SPS: A system for priming seeds using aerated polyethylene glycol on salt solutions. HortScience 21(3):529-531.
2. Bewley, J. D. and M. Black. 1982. Physiology and biochemistry of seeds in relation to germination. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York 320-323.
3. Biniek, A. and K. Tylkowska. 1987. Germination and mycroflora of carrot seeds treated with thiram and conditioned in polyethleneglycol(PEG 6000). Acta Horticulturae 215. 225-230.

4. Bradford, K. J. 1986. Manipulation of seed water relations via osmotic priming to improve germination under stress conditions. HortScience 21:1105-1111.
5. Brocklehurst, P. A., J. Dearman and R. L. K. Drew. 1987. Recent developments in osmotic treatment of vegetable seeds. Acta Horticulturae 215:193-199.
6. Cantliffe, D. J. 1981. Priming of lettuce seed for early and uniform conditions of environmental stress. Acta Horticulturae 122:29-46.
7. Cantliffe, D. J., K. D. Shuler, and A. C. Guedes. 1981. Overcoming seed thermodynamic dormancy in a heat sensitive romaine lettuce by seed priming. HortScience 16(2) 196-198.
8. Carpenter, W. J. 1989. *Salvia splendens* seed pregermination and priming for rapid and uniform plant emergence. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 114(2):247-250.
9. Carpenter, W. J., J. F. Boucher. 1991. Priming improves high- temperature germination of pansy seed. HortScience 26(5):541-544.
10. Finch-Savage, W. E. 1991. Development of bulk priming plant growth regulator seed treatments and their effect on the seedling establishment of four bedding plant species. Seed Sci. & Technol. 19:477-485.
11. Guedes, A. C. and D. J. Cantliffe. 1980. Germination of lettuce seeds at high temperature after seed priming. J. Amer. Soc. Sci. 105:777-781.
12. Heydecker, W. and P. Coolbear. 1977. Seed treatments for improved performance-survey and attempted prognosis. Seed Sci. and Technol. 5. 353-425.
13. Karssen, C. M. and R. Weges. 1987. Osmoconditioning of lettuce seeds and induction of secondary dormancy. Acta Horticulturae 215. 165-171.
14. Khan, A. A., N. H. Peck and C. Samimy. 1980. Seed osmoconditioning: Physiological and biochemical changes. Israel Journal of Botany. 29:133-144.
15. Michel, B. E. and M. R. Kaufmann. 1973. The osmotic potential of polyethylene glycol 6000. Plant Physiol. 51:914-916.
16. Saxena, O. P. and G. Singh. 1987. Osmotic priming studies in some vegetable seeds. Acta Horticulturae 215:201-207.
17. Yeam, D. Y. and T. Y. Yu. 1975. Physiology of seed germination in Korean lawngrass (*Zoysia japonica* Steud.). Seoul University faculty papers. Vol. 4(E), Oct. 265-289.
18. 염도익, J. J. Murray., H. L. Portz, and 주영규. 1985. 한국잔디종자의 발아를 위한 최적 종피약화 처리와 광처리. 한국원예학회지 26(2):179-185.

