

## 발아불량 환경조건에서의 GA<sub>3</sub> 침지처리에 의한 들잔디의 종자발아촉진

구자형 · 윤병한\*

충남대학교 원예학과

### Presoaking with GA<sub>3</sub> Improves Germination of Zoysiagrass (*Zoysia japonica* Steud.) Seed on Poor Germination Conditions

Ja-Hyeong Ku · Beyoung-Han Yoon\*

Department of Horticulture, College of Agriculture, Chungnam National University

#### ABSTRACT

The seeds of Zoysiagrass (*Zoysia japonica* Steud.) were soaked with GA<sub>3</sub> 50 ppm and primed with CaCl<sub>2</sub> at -1.0 MPa for 4 days at 23°C to identify presoaking and priming regimes that may improve germination in saline condition and with PEG 8000 at high temperature. Presoaked, primed, and untreated seeds were then germinated at 30 and 35°C. NaCl salinity stress consistently decreased the rate of germination of zoysiagrass seed. GA<sub>3</sub> or CaCl<sub>2</sub> alleviated the inhibitory effect of salinity on germination. However, total percent germination (G) and T<sub>50</sub> of untreated control seeds significantly decreased and prolonged at 30°C and 35°C as NaCl salinity stress increased. Presoaked seeds with GA<sub>3</sub> 50 ppm for 4 days at 23°C had significantly higher germination and lower T<sub>50</sub> than untreated or primed with CaCl<sub>2</sub> at -1.0 MPa for 4 days at 23°C, and overcame the inhibitory effect of germination derived from PEG 8000. In addition, presoaked seed had higher, faster, and more uniform germination than untreated seeds after sowing in growing media in greenhouse.

**Key words:** osmoconditioning, inorganic salt, salinity, water stress

#### 서 론

종자파종에 의한 들잔디 조성은 종자발아력이 불량하여 주로 영양번식으로 이용되어 왔으나 KOH, NaOH, 또는 NaOCl에 의한 종피약화처

리로 종자휴면성을 타파하고 또한 종자내 발아 억제물질을 감소시켜 골프장이나 운동경기장 등에 사용되어 왔다(Yeam 등, 1985; Kim, 1997; Kim과 Ku, 1994). 한편, 조경을 위한 간척지 등의 염류가 문제되는 곳은 들잔디 조성이 제한되어 왔는데 이러한 염류토양이나 건조한 곳에

\*corresponding author

서 비교적 높은 발아력을 갖게 하는 개선책이 요구되고 필요한 실정이다.

GA<sub>3</sub>나 kinetin 등과 같은 생장호르몬이 염류 토양에서 종자발아에 효과가 있다고 보고되었으며(Aloni와 Pressman, 1980; Nabati 등, 1994; Raeba와 Lee, 1991), 세 가지의 생장호르몬(kinetin, ethephon 그리고 gibberellin)을 혼용하였을 때 염류환경에서 상치종자의 발아에 효과가 있었다(Joseph와 Khan, 1976).

Gibberellins에 의한 종자발아 효과는 이미 여러 작물에서 보고되었지만(Begum 등, 1992; Carpenter와 Ostmark, 1992; Hilhorst, 1995; Karssen, 1995), 들잔디에서의 그 효과에 대한 연구는 없었다. 또한 최근 연구에서, GA류에 침적처리로 다녀낸 초부류 종자의 발아를 증가시켰다(Madakaze 등, 1993; Nabati 등, 1994; Steinbach 등, 1997). 한편, 우리는 GA<sub>3</sub>의 사용으로 인해 종자를 손쉽게 다룰 수 있고 또한 조경업체들로 하여금 직접 침지처리하여 간척지의 잔디조성을 가능케 하는 장점을 기대한다. 따라서 이 연구의 목적은 염류나 건조와 같은 발아불량조건하에서 GA<sub>3</sub>과 CaCl<sub>2</sub>의 효과를 관찰하고 또한 실제로 plug에서 GA<sub>3</sub> 침지처리의 효과를 확인하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 실험실 발아실험

들잔디 종자는 25% KOH 용액에 30분간 종피약화처리 후 건조시켜 5℃의 냉장고에 보관하여 모든 실험에 사용되었다. 침지처리와 priming을 위해 들잔디 종자를 GA<sub>3</sub>과 CaCl<sub>2</sub>와 함께 직경 9cm의 petri dish에서 각각 23℃의 상온에서 4일간 침지하였다. 한편, CaCl<sub>2</sub>를 이용한 priming은 -1.0 MPa의 삼투압 고정을 위해 Yoon 등(1997)의 방법으로 적정하였으며, GA<sub>3</sub>

은 Kim(1997)의 방법으로 3.1%의 수화제 50ppm으로 침지처리 하였다. 침지처리는 petri dish에 여과지 Tovo No. 2를 2매씩 깔고 침지 용액의 약 5ml를 사용하여 종자가 부분적으로 가라앉도록 하였다. 처리구의 삼투압을 일정하게 유지하기 위해 용액을 매일 교환하였으며, 침지처리와 priming 후 종자들을 증류수로 세척한 후 24시간 동안 23℃에서 건조시켰다. 종자들을 건조시킨 후 침지처리한 종자들과 처리하지 않은 종자들을 직경 9cm의 petri dish에 여과지 Toyo No. 2를 2매씩 깔고 종자 100립씩 파종하여 3.5ml의 희석한 바닷물(0, 0.5, 1, 5, 10 and 20%)과 PEG 8000(-0.25, -0.5, and -1.0 MPa)을 사용하여 건조하지 않도록 매일 조금씩 보충하여 각각 발아시켰다. 한편, 발아조건은 조도  $7.3 \pm 0.5 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ , 습도 70%로 조절된 growth chamber (Fisons Fi-totron 600)를 이용하여 30℃와 35℃에서 12시간씩 조명하였다. 발아율 조사는 유근이 1mm 이상 나온 것을 발아한 것으로 기록하였으며 14일 동안 매일 총 발아율과 평균출현시간(최종 발아의 50%)을 Furutani 등(1985)의 방법으로 조사하였다. 모든 실험은 완전임의배치법 3반복으로 수행하였으며 data는 회귀분석을 이용하여 정리하였다.

### 온실 발아실험

Growth chamber에서 얻어진 GA<sub>3</sub> 침지처리 효과를 확인하기 위해 자연광 저온상태의 온실에서 발아 실험을 하였다. 발아조건은 자연광  $300 \pm 45 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ , 습도 98%, 최고온도  $20 \pm 2.5^\circ\text{C}$ , 최저온도  $12 \pm 2.5^\circ\text{C}$ 로 조절된 발근실에서 실험하였다.

발아에 사용된 들잔디 종자는 위에서 설명한 침지·건조후 25립씩 3반복으로 코코퍼트:필라이트(v/v 9:1) 양토를 이용하여 406크기(1.5

×1.5×2.0cm) plug에 파종하여 완전임의배치하여 30일간 위와 같은 방법으로 조사하고 회귀분석하였다.

## 결 과

### 실험실 발아실험

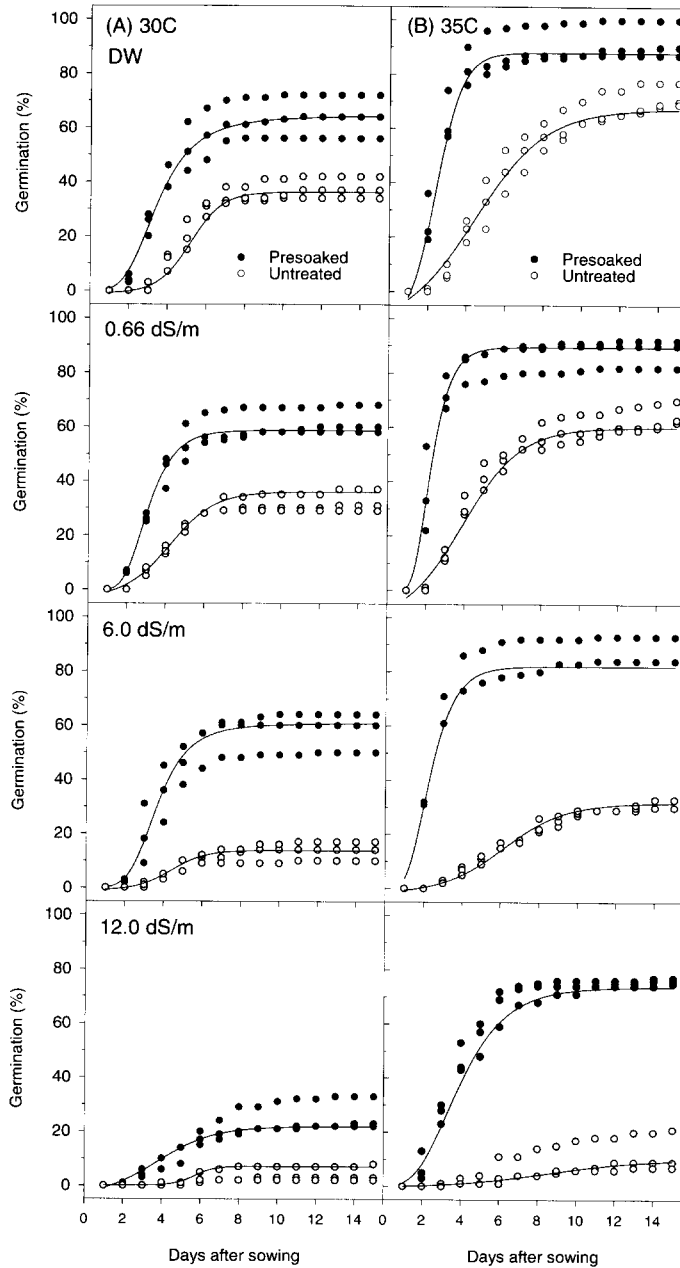
들잔디 종자 발아율을 향상시키고 발아속도를 단축시키기 위해 GA<sub>3</sub> 침지처리와 CaCl<sub>2</sub> priming처리후 염류조건에서 실험하였다(Table 1). 침지처리, priming처리, 그리고 무처리구에서의

발아율은 35℃보다 30℃에서 훨씬 낮았다. 이러한 발아율감소는 발아적온보다 낮은 온도에서 발아시킬 경우, 흔히 일어날 수 있는 것으로 추측할 수 있다. 발아율과 발아속도에 대한 회귀분석은 염류농도, 처리방법, 그리고 온도에 따라서 각각 유의성이 있었으며 이들 세 가지의 요소들의 상호작용이 발아율과 발아속도에 밀접하게 영향을 미쳤다. 총발아율은 발아적온보다 낮은 30℃에서 GA<sub>3</sub> 침지처리가 모든 염류조건(EC; 12 dS · m<sup>-1</sup>)에서 CaCl<sub>2</sub> 또는 무처리에 비해 더 높은 발아율을 나타냈으며(Fig. 1), CaCl<sub>2</sub> 처리

**Table 1.** Total germination percentage (G) and days to 50% final germination (T<sub>50</sub>) of zoysiagrass seeds untreated, presoaked, and primed 4 days on increasing NaCl salinity at 30 and 35℃.

NaCl salinity (dS/m)	Treatment	Total germination(%)		T <sub>50</sub>	
		30℃	35℃	30℃	35℃
DW(0.004)	GA <sub>3</sub>	64	92	4.3	3.4
	CaCl <sub>2</sub>	29	89	4.3	3.2
	Untreated	38	72	5.5	6.5
0.33	GA <sub>3</sub>	63	89	4.2	2.7
	CaCl <sub>2</sub>	37	84	5.2	4.1
	Untreated	22	71	5.8	6.5
0.66	GA <sub>3</sub>	65	88	4.1	3.0
	CaCl <sub>2</sub>	39	86	5.6	3.7
	Untreated	32	65	5.0	5.6
3.0	GA <sub>3</sub>	43	88	5.3	3.7
	CaCl <sub>2</sub>	41	80	5.2	4.2
	Untreated	33	43	5.8	7.7
6.0	GA <sub>3</sub>	31	89	4.4	3.2
	CaCl <sub>2</sub>	19	57	6.1	4.5
	Untreated	14	31	5.6	7.0
12.0	GA <sub>3</sub>	26	76	5.9	4.6
	CaCl <sub>2</sub>	4	21	7.3	6.0
	Untreated	4	12	6.6	8.1
		Days after seedling	Days after seedling		
Significance					
Concentration (C)		**	**	**	**
Treatment (TR)		**	**	**	**
Temperature (T)		**	**	**	**
C×TR		**	**	**	**
C×T		**	**	**	**
TR×T		**	**	**	**

\*\*Significant P=0.01, data are the means of 300 seeds.



**Fig. 1.** Effect of presoaking with GA<sub>3</sub> for 4 days at 23C on cumulative germination of seed sown on increasing NaCl salinity in petri dish in growth chamber at 30C (A) and 35C (B).

와 무처리 잔디는 서로 유의성이 없었다. 그러나, 발아적온인 35°C에서는 GA<sub>3</sub> 침지처리와 CaCl<sub>2</sub> 처리는 무처리에 비해 모든 염류하에서 더 높은 발아율을 보였으며, 비교적 염류농도가

높은 곳에서는 CaCl<sub>2</sub> 처리보다 GA<sub>3</sub> 침지처리가 더 큰 효과를 보였다(Fig. 1). 한편 발아속도(T<sub>50</sub>)에 있어서 GA<sub>3</sub> 침지처리와 CaCl<sub>2</sub> 처리가 무처리보다 발아기간을 단축시켰으며 특히, 35℃에서 그 차이가 현저하게 나타났다(Table 1). PEG 8000으로 발아를 억제시키는 조건에서, GA<sub>3</sub> 침지처리는 발아온도 30℃와 35℃에서 PEG 8000의 -0.25와 -0.50 MPa에서는 발아율이 무처리와 거의 차이가 없었으나 -1.0MPa에서는 큰 차이를 보였다. 발아속도에 있어서는 PEG 8000의 모든 농도에서 GA<sub>3</sub> 침지처리가 무처리보다 발아기간을 단축시켰다(Table 2).

**온실 발아실험**

Plug에 파종한 들잔디 종자들의 발아율과 발아속도에 대한 회귀분석은 GA<sub>3</sub> 침지처리가 무처리보다 현저하게 효과가 있었다(Fig. 2). GA<sub>3</sub> 침지처리한 들잔디 종자들은 온실내 겨울철 비교적 낮은 온도하에서도 무처리 종자들에 비해 훨씬 높은 발아율과 짧은 발아기간을 보였다.

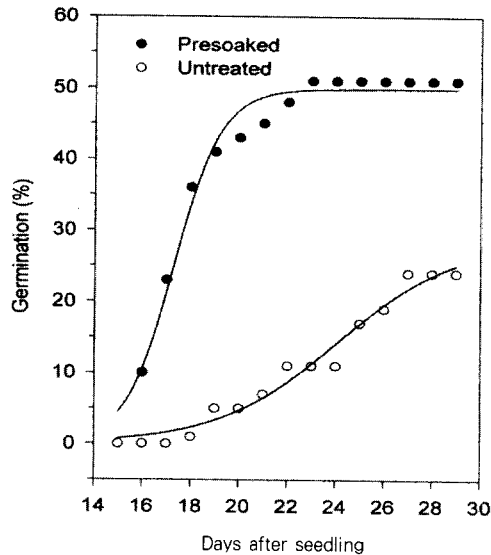
**고 찰**

Khan과 Samimy(1982)는 GA<sub>3</sub>이 종자발아를 조절·개선시킨다고 하였고 상처와 코레옵시스 종자의 발아와 그 실생에 효과가 있다고 하였다(Zeng과 Khan, 1984; Carpenter와 Ostmark, 1992). 이러한 GA<sub>3</sub>의 효과는 종자내에 있는 억제물질을 감소시키고 단백질 함량을 증가시키며 아울러 α-amylase 등과 같은 효소의 활성화에 영향을 주는 것으로 추측할 수 있다. 한편, 염류조건에서의 GA<sub>3</sub>의 효과는 *Suaeda usuriensis*에서 GA<sub>3</sub>이 발아에 효과가 있다는 Munns와 Termaat(1986)의 보고와 거의 일치하며 실제로 염류토양에서 생장조절제의 처리로 캔터키블루그래스의 조성에 어느 정도 염류집적을 방지할 수 있다고 하였다(Nabati 등, 1994). 본 실험에서 GA<sub>3</sub> 침지처리로 발아율을 증대시키는 효과는 *Triticum aestivum*에서 GA처리로 염류에 대한 내성을 향상시킴으로써 높은 발아효과를 기대할 수 있다는 보고와 일치한다(Begum 등, 1992). 즉, 염류집적 8.9 dS · m<sup>-1</sup>

**Table 2.** Total germination percentage (G) and days to 50% final germination (T<sub>50</sub>) of zoysiagrass seeds presoaked with GA<sub>3</sub> 50 ppm for 4 days in increasing osmotic potential (-0.25, -0.5, and -1.0 MPa) of PEG 8000 at 30 and 35℃.

PEG 8000 (MPa)	Treatment	Total germination(%)		T <sub>50</sub>	
		30℃	35℃	30℃	35℃
-0.25	GA <sub>3</sub>	39	66	5.3	4.4
	Untreated	32	70	5.7	6.1
-0.50	GA <sub>3</sub>	34	69	5.2	4.3
	Untreated	35	52	6.9	5.5
-1.0	GA <sub>3</sub>	11	23	4.8	4.2
	Untreated	3	10	7.5	5.7
Significance					
Concentration (C)		**	**	NS	NS
Treatment (TR)		**	**	**	**
Temperature (T)		**	**	*	*
C×TR		NS	NS	NS	NS
C×T		NS	NS	NS	NS
TR×T		NS	NS	NS	NS

NS.\*\*\*Nonsignificant or significant at P=0.05 and 0.001, data are the means of 300 seeds.



	G (%)	T <sub>50</sub> (days)
Presoaked	51	18.4
Untreated	24	23.7
Significance	**	**

\*\*Significance at  $P=0.05$ , data are the means of 75 seeds.

**Fig. 2.** Cumulative germination of seeds in plug trays in greenhouse at average 18C, comparing seed presoaked with GA<sub>3</sub> 50 ppm at 23C for 4 days with untreated seed of zoysiagrass. The estimated values for total germination percent (G), days to 50% of final germination (T<sub>50</sub>) were obtained; preimbibed with GA<sub>3</sub>,  $y=a/(1+e^{-(x-x_0)/b})$ ,  $r^2=0.98$ ,  $P<0.05$ ,  $a=49.87$ ,  $b=0.98$ ,  $x_0=17.28$ ; untreated,  $y=a/(1+e^{-(x-x_0)/b})$ ,  $r^2=0.97$ ,  $P<0.05$ ,  $a=28.52$ ,  $b=2.49$ ,  $x_0=24.07$ .

이상에서는 낮은 발아율을 보였고 이는 유아나 유근부분에 Na<sup>+</sup>과 Cl<sup>-</sup>이 집적된 것이라고 하였다(Narele 등, 1969). 생리적으로, 염류로 인한 발아억제는 발아하는 종자내에 염류에 의한 ABA량의 증가 때문인 것으로 추측된다(Mizrahi 등, 1972). 그러므로 GA는 발아하는 종자에서의 Cl<sup>-</sup>의 축적을 감소시키고 K<sup>+</sup>량을 증가시킴으로써 염류에 대한 내성을 갖게 한다(Begum 등, 1992).

GA<sub>3</sub>에 의한 침지처리는 휴면타파나 각종 환경 스트레스에 대한 효과가 우수하여 처리후 염분이 많은 간척지나 종자파종에 의한 sod형성에 실용적으로 이용할 수 있는 방법이 될 수

있을 것이라 생각된다.

## 참고문헌

- Aloni, B. and J.F. Pressman. 1980. Interaction with salinity of GA<sub>3</sub>-induced leaf elongation, petiole, pithiness, and bolting in celery. *Scientia. Hort. (Amsterdam)* 13:135-142.
- Begum, F., J.L. Karmoker, Q.A. Fattah, and A.F.M. Maniruzzaman. 1992. The effect of salinity on germination and its correlation with K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup> accu-

- mulation in germinating seeds of *Triticum aestivum* L. cv. Akbar. *Plant Cell Physiol.* 33(7):1009-1014.
- Carpenter, W.J. and E.R. Ostmark. 1992. Growth regulators and storage temperature govern germination of coreopsis seed. *HortScience* 27(1):1190-1193.
- Furutani, S.C., B.H. Zandstra, and H.C. Price. 1985. Low temperature germination of celery seeds for fluid drilling. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 110:153-156.
- Hilhorst, H.W.M. 1995. A critical update on seed dormancy. I. Primary dormancy. *Seed Sci. Res.* 5:61-73.
- Joseph, W.B. and A.A. Khan. 1976. Alleviation of salinity and high temperature stress by growth regulators permeated into lettuce seeds via acetone. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 101:716-721.
- Karssen, C.M. 1995. Hormonal regulation of seed development, dormancy, and germination studied by genetic control. In J. Kigel, G. Galili, eds, *Seed Development and Germination*. Marcel Dekker, New York.
- Khan, A.A. and C. Samimy. 1982. Hormones in relation to primary and secondary seed dormancy, p. 203-241. In: A.A. Khan (ed). *The physiology and biochemistry of seed development, dormancy, and germination*. Elsevier Biomedical Press, Amsterdam.
- 김태일. 1997. Sodium hypochlorite, priming 및 gibberellin 침지처리가 들잔디 종자발아에 미치는 영향. 충남대학교 박사논문.
- 김태일, 구자형. 1994. Priming과 침지처리가 들잔디의 종자발아에 미치는 영향. 한국잔디학회지 8(1):1-11.
- Madakadze, R., E.M. Chirco, and A.A. Khan. 1993. Seed germination of three flower species following matriconditioning under various environments. 1993. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 118(3): 330-334.
- Mizrahi, Y., A. Bluemenfeld, and A.E. Richmond. 1972. The role of abscisic acid and salination in the adaptive response of plants to reduced root aeration. *Plant Cell Physiol.* 13:15-21.
- Munns, R., and A. Termaat 1986. Whole plant responses to salinity. *Aust. J. Plant Physiol.* 13:143-160.
- Nabati, D.A., R.E. Schmidt, and D.J. Parrish. 1994. Alleviation of salinity stress in kentucky bluegrass by plant growth regulators and iron. *Crop Science* 34:198-202.
- Raebar, A.C. and Lee, C.W. 1991. Gibberellic acid, temperature, light, stratification, and salinity affect germination of *Penstemon parryi* seed. *HortScience* 26(12):1535-1537.
- Steinbach, H.S., R.L. Benech-Arnold, and R.A. Sanchez. 1997. Hormonal regulation of dormancy in developing sorghum seeds. *Plant Physiol.* 113:149-154.
- Yeam, D.Y., J.J. Murray, H.L. Portz, and Y.K. Joo. 1985. Optimum seed coat scarification and light treatment for the germination of zoysiagrass seed. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 26:179-185.

Yoon, B.H., H.J. Lang, and B.G. Cobb.  
1997. Priming with salt solutions improves germination of pansy seed at high temperatures. HortScience 32(2): 248-250.

Zeng, G.W. and A.A. Khan. 1984. Allevia-

tion of high temperature stress by pre-plant permeation of phthalimide and other growth regulators into lettuce seed via acetone. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 109:782-785.