

NaCl이 한지형잔디 종자발아에 미치는 영향

강 훈* · 이치원¹

제주대학교 원예생명과학부, ¹미국 North Dakota 주립대학교 식물학과

Influence of NaCl on Seed Germination of Cool-Season Turfgrass species

Hoon Kang* · Chiwon Lee¹

Faculty of Horticultural Science, Cheju National University

¹Dept. of Plant Science, North Dakota State University(U. S. A.)

ABSTRACT

The influence of increasing level (0.0, 0.05, 0.1, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.2, 1.6, and 2.0%) of NaCl on the germination of red fescue (*Festuca rubra*) 'Sea Breeze', tall fescue (*Festuca arundinacea*) 'Pixie', creeping red fescue (*Festuca rubra* ssp. *rubra*) 'Cindy', annual ryegrass (*Lolium multiflorum*) 'Permer II', perennial ryegrass (*Lolium perenne*) 'Pennant', fairway wheatgrass (*Agropyron cristatum*), creeping bentgrass (*Agrostis palustris*) 'Penn-cross', and kentucky bluegrass (*Poa pratensis*) 'Nuglade' was investigated.

Red fescue 'Sea Breeze', tall fescue 'Pixie', and creeping red fescue 'Cindy' had greater than 90% seed germination at NaCl concentrations of 0.2% or lower, while showing similar seedling shoot and root lengths and T₅₀ values as the control. Creeping red fescue 'Cindy' gave higher than 90% germination but showed a complete inhibition of seedling root growth at 0.6% or higher NaCl.

Perennial ryegrass 'Pennant' and annual ryegrass 'Permer II' showed more than 95% seed germination when NaCl concentrations were 0.4% and 0.8%, respectively.

Fairway wheatgrass, creeping bentgrass 'Penn-cross' and Kentucky bluegrass 'Nugade' had showing similar germination percent, shoot and root lengths and T₅₀ values as the control at NaCl concentrations of 0.1% or lower.

In general, germination percent and the lengths of seedling roots and shoots of all species tested decreased as NaCl concentrations increased. The T₅₀ values became greater as NaCl concentration increased. Seed germination in red fescue 'Sea Breeze', tall fescue 'Pixie', perennial ryegrass 'Pennant', and annual ryegrass 'Permer II' was completely inhibited at 2.0% NaCl. Creeping red fescue 'Cindy' and fairway wheatgrass hardly germinated at 1.6% NaCl. Creeping bentgrass 'Penn-cross' and Kentucky bluegrass 'Nuglade' showed a complete inhibition of germination at 1.2% and 0.6% NaCl, respectively.

Key words: NaCl, germination, cool-season turfgrass

*corresponding author

서 론

잔디류는 각종 환경에 대한 적응력이 매우 강한 편으로 척박한 토양을 피복할 목적으로 많이 이용되어 왔다. 최근 국민의 생활수준이 향상되면서, 환경미화에 대한 관심이 증가됨에 따라서 그 효용성은 더욱 높아지고 있다. 한편 일반 가정, 각종 스포츠 시설의 환경미화 및 경기장과 골프장의 주요 식재 식물로써 잔디의 역할이 증가되어감에 따라 잔디의 조성 및 이용면적은 매년 증가되고 있다(Beard, 1973; 日本芝草學會, 1988).

한국에서는 Zoysiagrass 및 소수의 잔디류만이 자생하여 왔으나, 최근 이용기술의 발전에 의해 외래 품종들이 도입되어 재래종과 더불어 쓰여지고 있는 실정이며, 일부 골프장에도 가을에 난지형 잔디위에 한지형 잔디를 파종하여 겨울철에도 녹색의 잔디밭을 유지하고 있다(김, 1991; 안, 1992). 그러나 염해가 문제시되는 지역에 잔디밭을 조성할 때에는 잔디의 내염성을 고려하여 초종을 선택하여야 한다(安 등, 1992; 김 1994).

본 실험의 목적은 한지형 잔디류의 발아에 대한 NaCl 영향을 알아보기 위하여 수행하였다.

재료 및 방법

실험의 공시품종은 한지형 잔디 red fescue 'Sea Breeze', tall fescue 'Pixie', creeping red fescue 'Cindy', perennial ryegrass 'Pen-nant', annual ryegrass 'Permer II', fairway wheatgrass, creeping bentgrass 'Penn-cross', Kentucky bluegrass 'Nuglade' 8종을 사용하였으며, 1998년 3월부터 1998년 12월까지 수행하였다.

NaCl 처리농도는 0.0, 0.05, 0.1, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.2, 1.6, 2.0%였으며, 온도는 $23 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 를 유지하였고, 16시간 명상태와 8시간 암

상태에서 실시하였다. 각 처리는 직경 9cm petri-dish에 filter paper(Whatman No. 2) 2매를 깔고 NaCl 처리 농도의 용액 약 5ml를 넣어 그 위에 종자 100립씩을 치상하였다. 처리용액 부족시에는 처리용액 3~4ml를 보충하였으며, red fescue, tall fescue, Kentucky bluegrass는 3주 동안, 나머지는 2주 동안 조사하였다. 매일 발아 개체수를 조사한 백분율을 5반복 평균하여 발아율로 표시하였으며, 이때 발아정도는 유근 또는 유아길이가 1.0mm 이상 되는 상태를 발아 종자로 간주하였으며 유의성 검정은 Duncan 다중 검정법으로 시행하였고, 최종 발아율의 50%가 발아하는 데 소요되는 일수(T_{50})는 Coolbear(1984)등의 방식에 의해 계산하였다.

결과 및 고찰

Red fescue 'Sea Breeze' 종자발아에 미치는 NaCl 영향을 보면 0.2% 이하의 NaCl 농도에서는 90% 이상의 발아율을 보였고, 0.6% NaCl도 87.0%로 대조구의 95.7%와 유의성이 없었다. 1.2% NaCl 농도에서는 49.7%가 발아가 되어 대조구의 50% 정도 발아하였다. NaCl 농도가 높을수록 유근 및 유아길이가 적었고, 특히 0.8% NaCl 농도는 78.3%의 높은 발아율을 보였지만 유근 길이는 0.6cm였으며, 1.6% NaCl 농도는 발아율이 4.7%로 발아가 극히 억제되었을 뿐 아니라 유아 길어도 0.4cm로 억제되었고 유근은 출현이 되지 않았다. T_{50} 은 0.4% 이하의 NaCl 농도에서는 대조구의 4.47일과 유의성이 없었지만 NaCl 농도가 높을수록 T_{50} 은 길어졌다(Fig. 1).

Tall fescue 'Pixie' 종자발아는 0.2% 이하의 NaCl 농도에서 90% 이상의 높은 발아율을 보였으며, 유근 및 유아길이뿐만 아니라 T_{50} 도 대조구와 차이가 없었다. 1.2% NaCl 농도에서의 발아율은 대조구에 비해 약 50% 정도 발아하

였고, 유아 및 유근 길이도 0.9와 0.2cm로 극히 억제되었다. 그리고 1.6% NaCl 농도의 발아율은 4%로 매우 억제되었고 유근출현도 없었다(Fig. 2).

Creeping red fescue 'Cindy'의 종자발아는 0.6% 이하의 NaCl 농도에서 90% 이상의 높은 발아율을 보였으며, 대조구의 96.3%와 차이가 없었다. 그러나 0.6% NaCl 농도는 유근길이가 0.7cm로 생육이 저조하였고, T₅₀도 대조구의

3.87일에 비해 1.12일이 길었다. 0.8% NaCl 농도의 발아율은 75.3%로 높았으나 유근길이가 0.4cm로 극히 억제되었으며 1.2% NaCl 농도의 발아율은 7% 유아길이는 0.4cm로 대조구에 비해 극히 억제되었을 뿐 아니라 유근출현도 없었다(Fig. 3).

Perennial ryegrass 'Pennant' 종자 발아는 6% 이하의 NaCl 농도에서 약 90% 이상의 높은 발아율을 보였으며, 유근 및 유아길어도 양

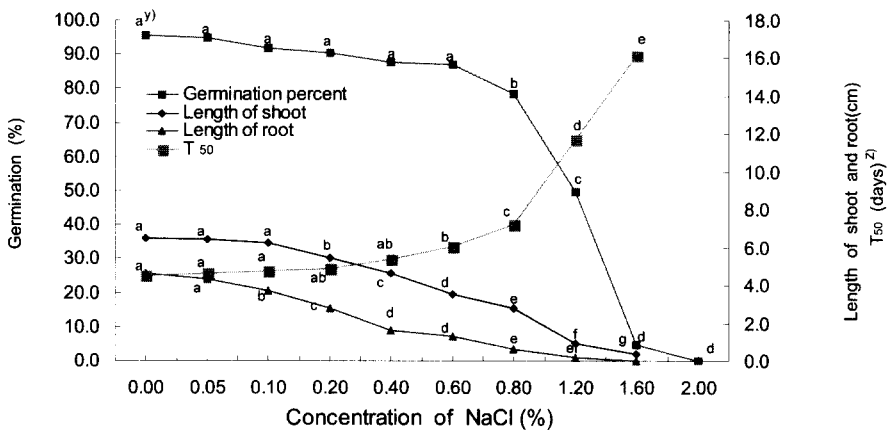


Fig. 1. The effect of NaCl on germination of red fescue 'Sea Breeze'.

²⁾ The time until 50% of the final germination had occurred.
^{y)} Duncan's multiple range test at 5% level.

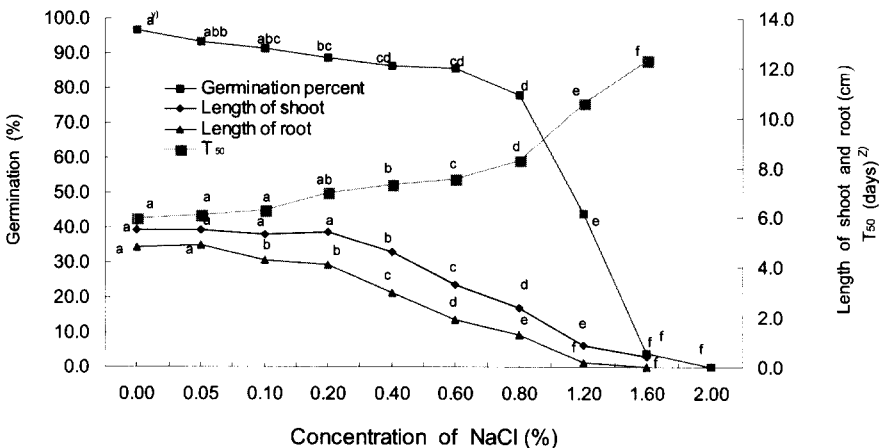


Fig. 2. The effect of NaCl on germination of tall fescue 'Pixie'.

²⁾ The time until 50% of the final germination had occurred.
^{y)} Duncan's multiple range test at 5% level.

호하였으며 T_{50} 도 3.99일 이하로 대조구와 별 차이가 없었다. 그러나 1.2% NaCl 농도는 발아율이 40.7% 유근 및 유아길이는 1.5cm와 1.3cm, T_{50} 은 6.08일로 대조구에 비해 억제되었으며 1.6% NaCl 농도에서는 발아율이 2.3% 유아길이가 0.3cm로 극히 억제되었고 유근은 출현도 되지 않았다(Fig. 4).

Annual ryegrass 'Permer II'는 0.8% 이하의 NaCl 농도에서 96% 이상의 높은 발아율을 보였고, 대조구의 99.3%와 유의성이 없었지만, 0.8% NaCl 농도의 유근 및 유아길이는 3.4cm와 2.7cm, T_{50} 은 3.84일로 대조구의 7.9cm, 6.5cm와 2.83일에 비해 차이가 있었다. 1.6% NaCl 농도는 5.3%가 발아되었고 유아 및 유근

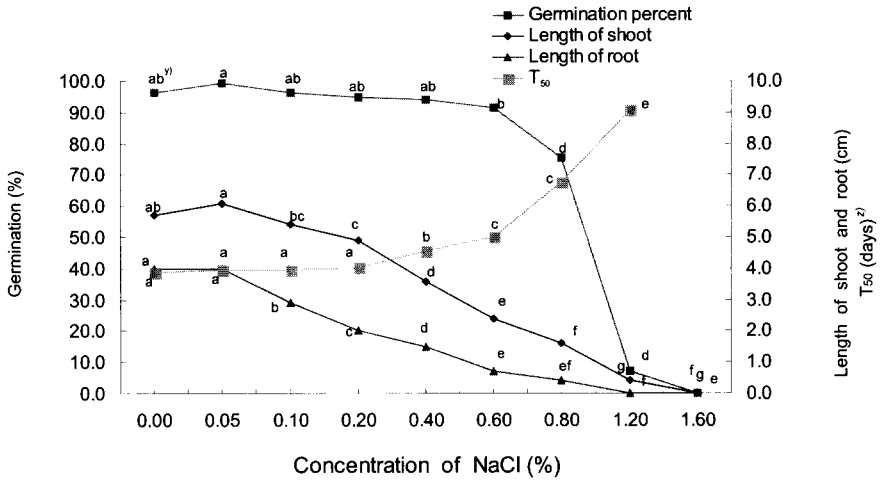


Fig. 3. The effect of NaCl on germination of creeping red fescue 'Cindy'.

²⁾ The time until 50% of the final germination had occurred.

^{y)} Duncan's multiple range test at 5% level.

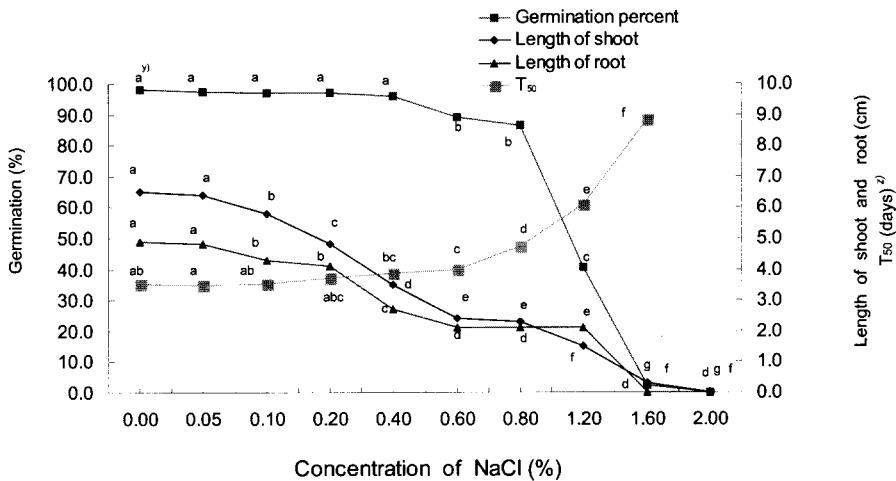


Fig. 4. The effect of NaCl on germination of perennial ryegrass 'Pennant'.

²⁾ The time until 50% of the final germination had occurred.

^{y)} Duncan's multiple range test at 5% level.

길이도 0.9cm와 0.4cm로 극히 억제되었고 2.0% NaCl 농도에서 발아가 안되었다(Fig. 5).

Fairway wheatgrass 종자발아는 0.1% 이하의 NaCl 농도에서 발아율, 유아길이, T₅₀은 대조구의 69%, 6.3cm, 3.97일과 약간의 차이가 있었다. 0.6% NaCl 농도는 발아율이 35.3%로 대조구의 50% 정도 발아하였지만 1.2% NaCl

농도는 발아율, 유아 및 유근길이가 2.0%, 1.1cm, 0.7cm로 극히 억제되었고 1.6% NaCl 농도에서는 발아가 안되었다(Fig. 6).

Creeping bentgrass 'Penncross' 종자는 0.1% 이하의 NaCl 농도에서는 82.0% 이상의 발아율로 대조구84.6%와 유의성이 없었지만, 0.2% NaCl 농도는 발아율 72.7%, 유아길이

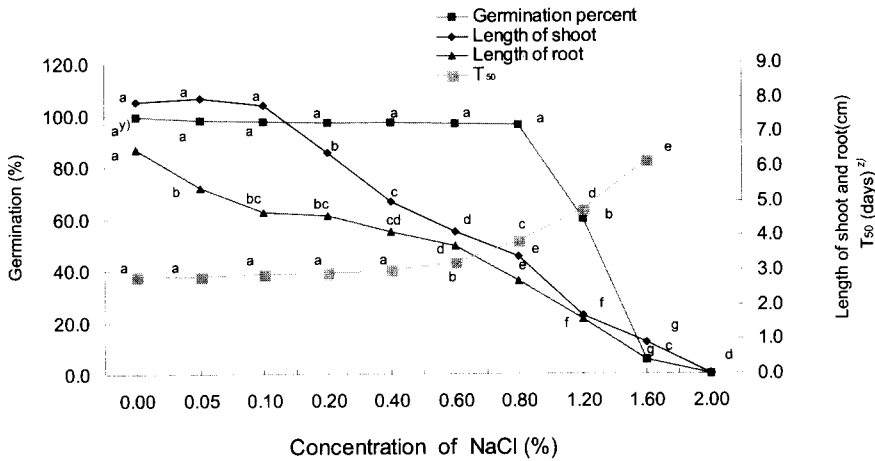


Fig. 5. The effect of NaCl on germination of annual ryegrass 'Permer II'

²⁾ The time until 50% of the final germination had occurred.

³⁾ Duncan's multiple range test at 5% level.

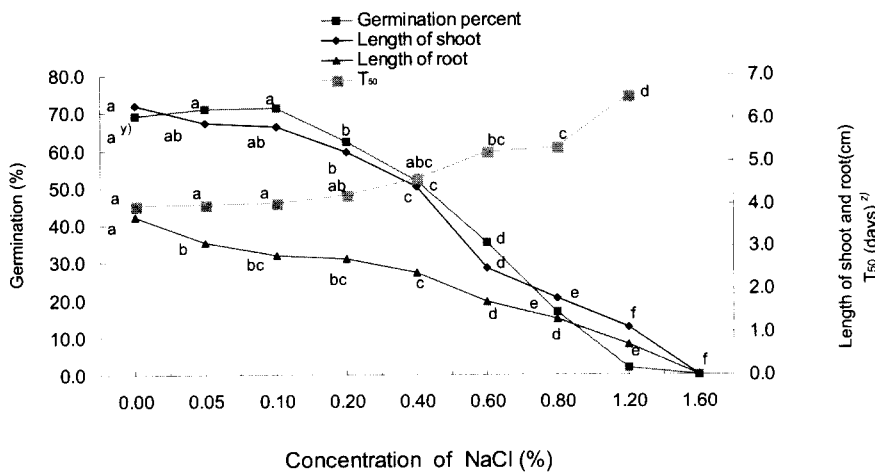


Fig. 6. The effect of NaCl on germination of fairway wheatgrass.

²⁾ The time until 50% of the final germination had occurred.

³⁾ Duncan's multiple range test at 5% level.

1.9cm, T_{50} 3.95일로 대조구의 84.6%, 2.6cm, 3.03일에 비해 큰 차이가 없었지만 유근길이는 0.3cm로 대조구의 1.8cm보다 생육이 극히 저조하였다. 0.6% NaCl 농도는 40.7%가 발아되었고 유아길이가 1.2cm 였지만 유근은 출현하지 않았으며, 1.2% NaCl 농도에서는 발아가 되지 않았다(Fig. 7).

Kentucky bluegrass 'Nuglade'종자는 0.1% 이하의 NaCl 농도의 발아율과 T_{50} 은 대조구의 발아율 58.7%와 T_{50} 6.82일과 차이가 없었으며, 유아 및 유근길어도 큰 차이가 없었다. NaCl 농도는 발아율이 11.7%로 저조하였고, 유아와 유근길이 및 T_{50} 도 1.5cm, 0.4cm, 10.82일로 극히 억제되었다(Fig. 8).

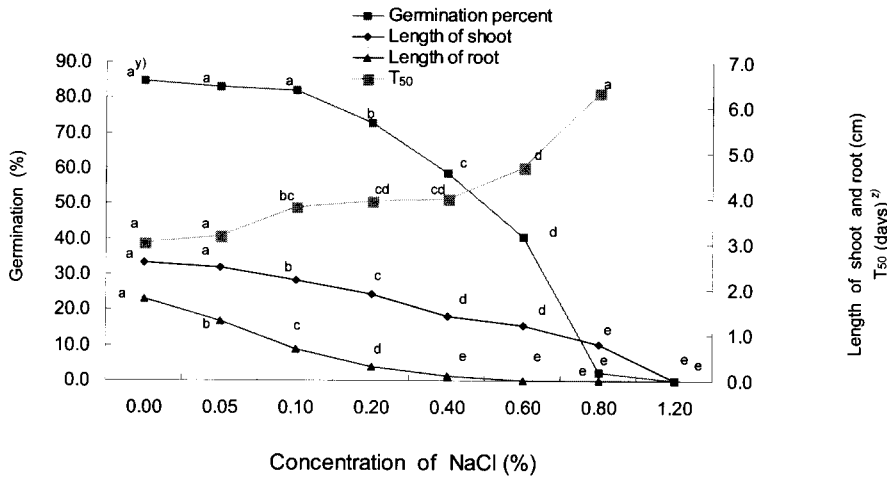


Fig. 7. The effect of NaCl on germination of creeping bentgrass 'Penncross'.

²⁾ The time until 50% of the final germination had occurred.

³⁾ Duncan's multiple range test at 5% level.

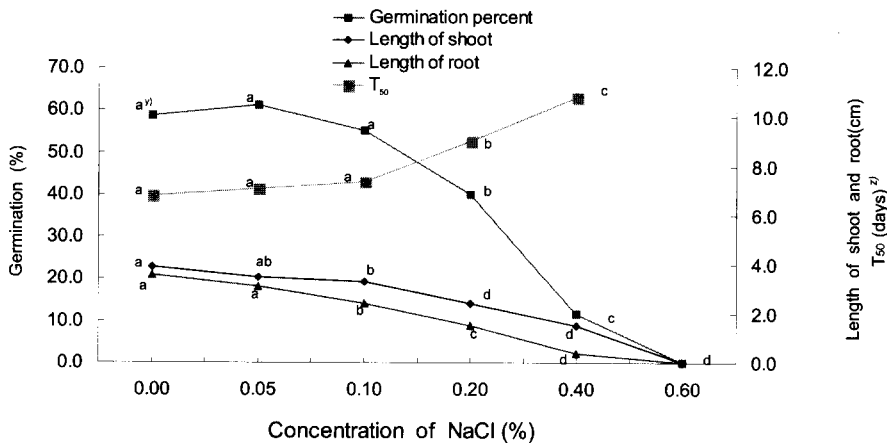


Fig. 8. The effect of NaCl on germination of Kentucky bluegrass 'Nuglade'.

²⁾ The time until 50% of the final germination had occurred.

³⁾ Duncan's multiple range test at 5% level.

발아에 대한 NaCl 효과는 perennial ryegrass(Dudeck 등, 1986), kentucky bluegrass(Horst와 Taylor, 1983 ; Torello 와 Symington, 1984), bermudagrass(Dudeck 등, 1983), wimmera ryegrass(Marcar, 1986) 등의 잔디류뿐만 아니라 토마토(姜 등, 1996), asparagus(Francois, 1987), 황근과 무궁화(Huh and Kwack, 1997) 등 여러 종자에서 보고된 바 있으며, NaCl 농도가 증가할수록 발아율은 억제된다고 하였다. 본 실험에서도 저농도의 NaCl은 발아억제 효과가 없었지만 농도가 증가할수록 발아율은 억제되어 이전의 보고와 유사한 경향을 보였다. 김 등(1991)도 *Zoysia koreana*의 발아율은 NaCl이 0.5%까지 증가할수록 높아졌지만, creeping bentgrass, bermudagrass, kentucky bluegrass, tall fescue는 NaCl 농도가 증가할수록 발아율이 급격히 감소하였고, 2% NaCl에서는 전혀 발아하지 않았다고 하였다. NaCl의 발아억제 효과는 osmotic potential에 의한 수분흡수 방해뿐만 아니라 발육하는 배 또는 유식물 체내로 독성이온 침입을 가능하게 하기 때문이라고 한다(Bewly 와 Black, 1982).

NaCl 농도가 높을수록 발아후의 유아 및 유근 생육이 더욱 억제되었고 T_{50} 은 길어졌는데, forage rape, alfalfa, berseem, red clover(Ashraf 등, 1987), wimmera ryegrass(Marcar, 1986), Kentucky bluegrass(Horst 와 Taylor, 1983 ; Torello 와 Symington, 1984), *Acacia salitigna*(Shaybany 와 Kashirad, 1978), 황근과 무궁화(Huh and Kwack, 1997), 한국잔디류(Lee 등, 1994)등 에서도 종자 발아후의 신초 및 뿌리 생육은 NaCl 농도가 증가할수록 억제 정도는 심하였다고 하였다. NaCl의 생육억제 효과는 고농도 NaCl에 의한 광합성 감소(Shaybany 와 kashired, 1978) 때문이라고 생각된다.

요 약

본 실험은 red fescue 'Sea Breeze', tall fescue 'Pixie', creeping red fescue 'Cindy', annual ryegrass 'Permer II', perennial ryegrass 'Pennant', fairway wheatgrass, creeping bentgrass 'Penncross', kentucky bluegrass 'Nuglade'의 종자발아에 대한 NaCl의 영향을 알아보기 위하여 수행하였다.

Red fescue 'Sea Breeze', tall fescue 'Pixie'와 creeping red fescue 'Cindy'는 0.2% 이하의 NaCl 농도에서 90% 이상의 높은 발아율을 보였고, 신초길이, 뿌리길이와 T_{50} 도 대조구와 차이가 거의 없었다. 그러나 creeping red fescue 'Cindy'의 경우 0.6% NaCl 농도에서 90% 이상의 높은 발아율을 보였지만 뿌리길이는 억제되었다.

Perennial ryegrass 'Pennant'와 annual ryegrass 'Permer II' 종자는 각각 0.4%와 0.8% 이하의 농도에서 95% 이상의 발아율을 보였고, 신초길이, 뿌리길이, T_{50} 도 양호한 편이었다.

Fairway wheatgrass, creeping bentgrass 'Penncross'와 kentucky bluegrass 'Nuglade' 종자는 0.1% 이하의 NaCl 농도에서 발아율, 신초생장, 뿌리생장, T_{50} 이 대조구와 차이가 없었다.

모든 종에서 NaCl 농도가 높을수록 발아율, 신초생장, 뿌리생장이 억제되었고, T_{50} 은 길었고, red fescue 'sea Breeze', tall fescue 'Pixie', perennial ryegrass 'Pennant'와 annual ryegrass 'Permer II' 종자는 2% NaCl, creeping red fescue 'Cindy'와 wheatgrass 'Fairway Crested' 종자는 1.6% NaCl, creeping bentgrass 'Penncross' 종자는 1.2% NaCl, kentucky bluegrass 'Nuglade'종자는 0.6% NaCl에서 전혀 발아하지 않았다.

감사의 말씀

이 논문은 1998년도 제주대학교 발전기금 국외과전연구 지원계획에 의하여 연구되었습니다.

참고문헌

1. 安庸泰 외 8인. 1992. 改訂 GOLF場 管理의 基本과 實際. 한국잔디연구소. 125-130, 614-624 pp.
2. Ashraf, M., T. McNeilly, and A. D. Bradshaw. 1987. Selection and heritability of tolerance to sodium chloride in four forage species. *Crop Sci.* 227: 232-234.
3. Beard, J.B. 1973. *Turfgrass: Science and culture*. Prentice-Hall, Inc., 105-126 pp.
4. 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. 323-326 pp.
5. Coolbear, P., A. Francis, and D. Grier-son. 1984. The effect of low temperature presowing treatment on the germination performance and membrane integrity of artificially aged tomato seeds. *J. Exp. Bot.* 35:1609-1617.
6. Dudeck, A. E., S. Singh, C. E. Giordano, T. A. Nell, and D. B. McConnell. 1983. Effects of sodium chloride on *Cynodon* turfgrasses. *Agron. J.* 75:927-930.
7. Dudeck, A. E., C. H. Peacock, and T. J. Sheehan. 1986. An evaluation of germination media for turfgrass salinity studies. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 111(2):170-173.
8. Francois, L. E. 1987. Salinity effects on asparagus yield and vegetative growth. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 112(3):432-436.
9. Horst, G. L. and R. M. Taylor. 1983. Germination and initial growth of Kentucky bluegrass in soluble salts. *Agron. J.* 75:679-681.
10. Huh, M. R. and B. H. Kwack. 1997. The effects of salinity on *Hibiscus syriacus* and *Hibiscus hamabo* seed germination. *J. Kor. Flower Res. Soc.* 6(1):51-56.
11. 日本芝草學會. 1988. 新訂 芝生と緑化. Soft Science, Inc. 58-90.
12. 姜点淳, 趙丁來, 鄭然玉. 1996. 수분 및 염분 stress 조건에서 토마토 종자의 발아에 미치는 priming의 효과. *한국원예학회지* 37(4):516-521.
13. 김형기. 1994. 잔디학. 선진문화사. 179-192 pp.
14. Kim, K. S., Y. K. Yoo, and G. J. Lee. 1991. Comparative salt tolerance study in korean lawngrasses. I. Comparison with western turfgrasses via *in vitro* salt tolerance test. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 32(1):118-124.
15. Lee, G. J., Y. K. Yoo and K. S. Kim. 1994. Comparative salt tolerance study in zoysiagrasses. II. Interspecific comparison among eight zoysiagrasses (*Zoysia* spp.). *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 35(2):178-185.
16. Marcar, N. E. 1986. Effect of calcium on the salinity tolerance of wimmera ryegrass (*Lolium rigidum* Gaud., cv. Wimmera) during germination. *Plant and Soil* 93:129-132.
17. Shaybany, B. and A. Kashirad. 1978. Effect of NaCl on growth and mineral composition of *Acacia saligna* in sand culture. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 103(6):823-826.
18. Torello, W. A. and A. G. Symington. 1984. Screening of turfgrass species and cultivars for NaCl tolerance. *Plant and Soil* 82:155-161.