

温度와 NaCl 濃도가 이탈리아라이그래스의 發芽에 미치는 影響

崔善英 · 李康壽*

Effect of Temperature and NaCl Concentration on Germination of Italian Ryegrass

Sun Young Choi and Kang Soo Lee*

ABSTRACT : This study was conducted to obtain the basic information on salinity tolerance in Italian Ryegrass. Seeds of 20 cultivars that contained diploid(9 cultivars) and tetraploid(11 cultivars) types were exposed to eight levels of NaCl concentration ranging from 0 to 350 mM under three levels (15°C, 20°C and 25°C) of temperature.

There were highly significant differences in germination percentage among the levels of NaCl concentration, levels of temperature and cultivars, respectively. Average germination percentage of cultivars in control(no NaCl) was higher at 20°C(90.1%) than that of 25°C(87.8%) or 15°C(87.5%). Average germination percentage of cultivars began to decrease over 200mM of NaCl concentration. The degree of decrease in germination was higher at 25°C than that of 15°C or 20°C. At 20°C, the germination percentage and germination speed were gradually decreased as NaCl concentration increased. The average germination day was lengthened by the increase of NaCl concentration and temperature. The germination percentage in diploid types were higher than that of tetraploid types but the average germination day in diploid types was shortened more than that of tetraploid types, regardless of temperature and NaCl concentration.

Key words : Italian Ryegrass, Salinity tolerance, Germination, NaCl concentration.

干拓地는 食糧의 안정적인 확보를 위하여 대부분 논으로 조성되어 쌀의 自給度를 높이는데 크게 寄與하여 왔다. 그러나 UR협상 이후 쌀이 農家의 主所得源으로서의 比重이 낮아짐에 따라 벼외의 作物도 栽培할 수 있는 基盤造成 등으로 開發方向의 轉換이 요구되고 있다⁹⁾.

干拓地에 밭작물을 栽培할 경우 土壤내의 鹽分含量은 물론 높은 地下水位와 作土層으로의 鹽分集積이 문제가 되어 鹽害의 발생이 심하므로 耐鹽性 作物의 選定 및 育種選拔과 除鹽 및 鹽分上昇

抑制方法 그리고 土壤改良등의 技術이 시급히 開發되어야 할 것이다¹⁰⁾.

干拓地 土壤의 鹽類過多로 인한 作物의 鹽害反應은 土壤溶液의 滲透壓 增加에 의하여 植物根의 水分吸收가 抑制되는 物理的인 作用과 特殊이온의 不均衡 吸收에 의하여 物質代謝가 阻害되는 化學的 作用으로 나누어진다.

作物의 耐鹽性은 作物의 種類에 따라 다르고 同一作物內에서도 品種에 따라 차이가 있으며 生育段階에 따라서도 차이가 있는데^{1,8,11)}, 作物中 耐鹽

* 全北大學校 農科大學 (College of Agriculture, Chonbuk National University, Chonju 560-756, Korea)

〈'95. 3. 14. 接受〉

성이 가장 강한 作物은 보리이고 그 다음이 사탕무우, 목화, 밀, 벼의 순서이며²⁾, 牧草中에서도 北方型 牧草인 Tall Wheatgrass와 남방형 목초인 Bermudagrass가 보리와 비슷한 耐鹽性을 가지고 있는 것^{3,4)}으로 알려지고 있다. 그런데 보리 등은 營養生長期와 生殖生長期를 거쳐 생성되는 種實을 수확의 대상으로 하기 때문에 지상부 전체를 이용하는 飼料作物보다는 干拓地 栽培의 어려움이 많다.

權과 金⁵⁾은 干拓地 草地造成을 위한 導入濠洲品種의 耐鹽性을 조사한 결과 干拓地 土壤의 鹽分濃도가 0.4%에서는 種子가 發芽되지 않았으나 0.2%에서는 發芽가 되어 生育이 가능하고 Kikuyugrass와 Pearl Millet가 分蘖數와 收量性이 양호하다고 하였으며 金과 金⁶⁾은 飼料作物의 發芽限界鹽濃도는 0.4% 내지 0.8%범위이며 耐鹽性이 가장 강한 品種은 Perennial Ryegrass와 Tall Fescue라고 하였고 任 등^{3,4)}은 Tall Fescue와 Tall Wheatgrass가 高鹽地에서 皮覆度와 乾物收量이 우수하여 干拓地 초지조성에 사용할 수 있으며 干拓地에서의 牧草의 生育과 收量은 發芽期와 發芽直後の 鹽害가 크게 영향을 미친다는 보고 등이 있으나 이탈리아라이그래스의 發芽期 및 幼苗期の 鹽害에 대한 연구는 거의 찾아 볼 수가 없으며 金 등⁸⁾에 의하여 이탈리아라이그래스의 發芽期 耐鹽性은 보리와 밀의 수준과 비슷하다는 보고가 있을 뿐이다.

본 연구는 이탈리아라이그래스의 發芽期 耐鹽性에 대한 기초자료를 얻고자 NaCl의 濃도와 溫

도의 수준을 달리하여 發芽에 미치는 영향을 調査하였다.

材料 및 方法

供試 品種의 種子는 湖南農業試驗場 飼料作物室에서 Atalja 등의 2배체 9品種과 Tetrone등의 4배체 11品種(Table 2)을 分讓받았다. 種子는 직경 9cm의 petri dish에 여과지(Whatman No. 1)를 2장 깔고 NaCl을 濃度別로 5ml씩 공급한 후 50립씩 3반복으로 處置하였다. NaCl의 濃도는 0, 50, 100, 150, 200, 250, 300 그리고 350mM등 8개 水準으로 調整하였고 溫度는 15℃, 20℃ 및 25℃의 恒溫으로 調整하였으며 幼根이 2mm이상 신장한 것을 發芽된 것으로 간주하였다.

發芽調査는 處置 2일후부터 매일 실시하여 發芽率과 平均發芽日數를 산출하였다. 發芽率은 供試種子數에 대한 發芽種子의 백분율이며, 平均發芽日數는 $\sum DiNi / \sum Ni$ (Di: 處置後 調査日數, Ni: 調査當日의 發芽率)로 算出하였다.

結果 및 考察

이탈리아라이그래스의 種子를 溫度가 15℃, 20℃ 및 25℃인 조건에서 NaCl 농도를 無處理에서부터 350mM까지 8개 水準으로 調節하여 發芽率을 調査한 結果는 표 1과 같이 溫度, NaCl 濃度

Table 1. Analysis of variance for the germination percentage of 20 Italian Ryegrass cultivars in eight NaCl concentrations under three temperatures

Factor	Degrees of freedom	Mean square	F Value	Probability
Temperature(A)	2	8345.369	397.82	0.000
Salt Concentration(B)	7	20967.503	3382.98	0.000
A×B	14	3016.062	143.77	0.000
Cultivar(C)	19	6840.878	326.10	0.000
A×B	38	265.641	12.66	0.000
B×C	133	239.542	11.42	0.000
ABC	266	86.125	4.11	0.000
Error	960	20.978	—	—

Table 2. Germination percentage of Italian Ryegrass cultivars in control(no NaCl) under different temperatures

Cultivar	Germination percentage(%)			LSD _{0.05}
	25℃	20℃	15℃	
Diploid				
1. Atalja	92.7	90.7	93.3	NS
2. Tuchi Wase	97.3	94.0	93.3	NS
3. Wase Aoba	96.0	96.0	93.3	NS
4. Wase Yutaka	93.3	90.0	94.0	NS
5. Bettina	87.3	90.7	92.0	4.42
6. Sakura Wase	92.0	89.3	90.7	NS
7. Magnolia	60.0	81.3	67.3	12.98
8. E.K-11	94.0	94.7	97.3	NS
9. Limella	76.0	83.3	67.3	7.53
Mean	87.6	90.0	87.6	
Tetraploid				
10. Tetrone	83.3	91.3	86.7	6.92
11. Lira Sand	94.7	97.3	94.7	2.30
12. Tetra Florum	87.3	88.0	79.3	3.77
13. Billiken	90.7	92.7	96.0	NS
14. Barmultra	92.7	88.7	80.7	3.26
15. Ajax	94.0	92.0	96.7	NS
16. Liberta	50.0	75.3	66.0	13.91
17. Delita	88.0	92.7	92.7	NS
18. LM-16	92.7	94.0	92.0	NS
19. Elving	91.3	87.3	87.3	NS
20. Wilo	96.0	92.7	89.3	5.96
Mean	87.3	90.2	87.4	
Grand mean	87.4	90.1	87.5	

그리고 品種들간에 각각 有意인 차이가 인정되었으며 각 要因간의 相互作用에도 고도의 有意性이 인정되었다. 이와 같은 結果는 發芽率이 溫度, NaCl의 濃度 그리고 品種에 따라 각각 차이가 있음을 통계적으로 인정하는 結果이며 각 要因間的 相互作用에도 有意性이 인정되는 것은 NaCl의 濃度가 달라지면 溫度에 대한 反應도 다르고 또, NaCl의 濃度나 溫度가 달라지면 品種들의 反應도 다르다는 것으로 나타내는 것으로 해석된다.

供試 品種의 발아율을 NaCl을 처리하지 않고 溫度條件에 따라 살펴보면 표 2와 같다. 20℃에서는 90.1%로 25℃의 87.4%나 15℃의 87.5%보다 높아 이탈리아라이그래스의 發芽適溫이 20℃에 근접해 있는 것을 나타내고 있는데 品種에 따라서는 20℃보다 25℃나 15℃에서 發芽率이 높은 品種도

있어 溫度와 品種사이에 相互作用이 있음을 나타내고 있다. 또한, 品種을 2배체와 4배체로 구분하여 보면 2배체가 4배체보다 모든 溫度條件에서 發芽率이 높은 경향이였다.

NaCl의 농도에 따른 20 品種의 平均發芽率을 그림 1에서 보면 NaCl의 농도가 250mM까지는 모든 온도수준에서 80%이상의 發芽率을 보였는데 15℃나 25℃보다 20℃에서 약간 높은 상태로 對照區에 대한 변화 정도가 적었다. 그런데 250mM이상부터는 온도가 높을수록 發芽率의 감소정도가 심하여 25℃에서의 發芽率이 20℃나 15℃보다 뚜렷하게 낮아지고 350mM에서는 20℃보다 오히려 15℃에서 높았다.

이와 같이 NaCl의 농도가 250mM까지는 20 品種의 平均發芽率이 20℃에서 25℃나 15℃보다 높

았으나 350mM에서는 25℃와 20℃에서 발아율이 크게 감소하여 15℃에서의 발아율이 20℃보다 높아져 300mM의 경향과는 다른데, 이는 온도와 NaCl 농도의 相互作用에서 통계적으로 有意性이 인정되는 것(표 1)을 확인할 수 있는 결과로 이탈리아안라이그래스를 干拓地에 播種할 경우 播種時期의 온도와 土壤鹽濃度の 條件에 따라 品種들의 鹽害反應에 차이가 다르게 나타날 수가 있음을 암시하는 결과로 생각된다.

崔 등¹⁾은 8 品種을 온도와 鹽分條件을 달리해서 發芽率을 조사한 결과 15℃, 20℃ 및 35℃순으로 發芽率이 높았다고 하여 이탈리아안라이그래스의 경향과 다른 결과를 보였는데 이는 生育適期가 서로 다른 作物의 特性에 따라서 차이가 있기 때문인 것으로 생각된다. 權과 金⁵⁾은 干拓地의 土壤鹽分濃도가 0.4%인 土壤에서는 사료작물의 발아가 불가능하며 0.2%에서나 發芽가 되어 生育이 가능하다고 하였고 任 등^{3,4)}은 牧草의 發芽期와 發芽直後의 鹽害가 生育과 收量에 크게 영향을 미친다고 하였으며 金과 金⁶⁾은 이탈리아안라이그래스의 發芽率은 보리 및 밀 등과 비슷하다고 하였다. 崔 등¹⁾은 鹽分濃度 1%까지는 8 種子의 發芽에 영향을 크게 주지 않으며 대조구에 대한 50% 發芽減少 鹽濃度는 35℃에서 1.26%라고 하였으며 金과 金⁶⁾은 유채의 發芽率이 鹽分濃度 1.2%일때 56.5%이며 몇가지 飼料作物은 유채나 배추보다

耐鹽發芽性이 약하다고 하였는데 본 결과에서 이탈리아안라이그래스의 發芽는 NaCl의 농도가 250 mM까지 거의 영향을 받지 않는 것으로 보아 배, 배추 및 유채 그리고 다른 飼料作物보다도 鹽分에 대한 發芽適應性이 낮지는 않을 것으로 생각되나 온도와 NaCl등이 같은 조건에서의 검토가 이루어져야 할 것이다.

20℃에서 NaCl의 濃度別에 따른 發芽率을 치상후 일수별로 비교하여 보면 그림 2와 같다. 치상후 4일에 발아율을 보면 대조구와 NaCl 50mM에서는 50%이상이었으나 NaCl 100mM 이상에서는 NaCl의 濃度가 높아질수록 發芽率이 낮아졌다. 치상후 5일에는 대조구에서 83%를 보였고 NaCl 150mM까지는 50%이상이었으며 치상후 10일에는 대조구에서는 90%이상 그리고 NaCl 200mM까지는 80%이상이었고 NaCl 300mM에서도 50%이상을 보였다. 이와 같은 결과는 NaCl의 濃度가 높아짐에 따라 發芽速度가 떨어지고 平均發芽期間이 길어지고 있음을 나타내고 있다.

NaCl의 濃度에 따른 平均發芽日數를 표 3에서 보면 25℃에서는 대조구가 3.5일이었는데 20℃에서는 4.1일 그리고 15℃에서는 5.3일로 온도가 낮을수록 늦어졌으며 20℃와 15℃에서는 NaCl의 濃度가 높아질수록 점차 늦어져 NaCl의 350mM에서 10.5일과 11.3일로 각각 약 6일 정도가 늦어졌으나 25℃에서는 300mM에서 8.5일로 제일 늦

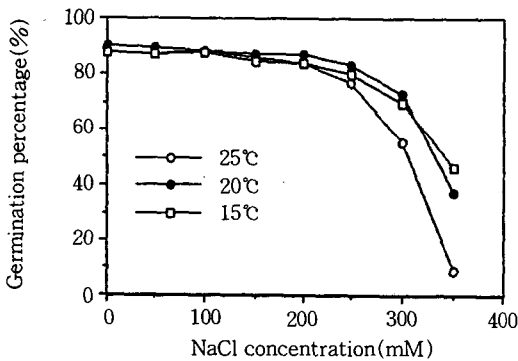


Fig. 1. Change in average germination percentage of 20 Italian Ryegrass cultivars in eight NaCl concentration under three temperature.

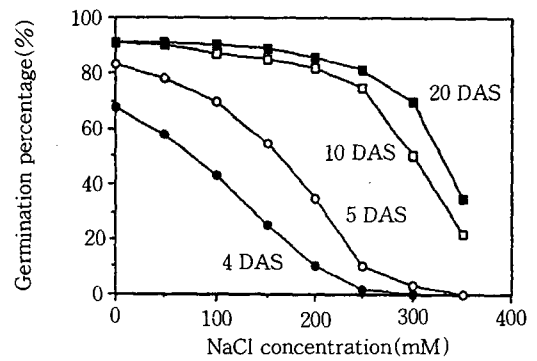


Fig. 2. Change in average germination percentage of 20 Italian Ryegrass cultivars in eight NaCl concentration at 20°C.
DAS : day after sowing.

Table 3. Mean of average germination day of Italian Ryegrass types in eight NaCl concentrations under three different temperatures

Tem.	Type	No. of Cultivars	NaCl concentration(mM)								Mean
			0	50	100	150	200	250	300	350	
25℃	Diploid	9	3.5	3.6	4.0	4.4	5.1	6.6	8.0	8.0	5.4
	Tetraploid	11	3.6	3.9	4.2	4.7	5.6	6.9	8.8	6.9	5.6
	Mean	20	3.5	3.8	4.1	4.6	5.4	6.8	8.5	7.4	5.5
20℃	Diploid	9	4.0	4.0	4.7	5.2	6.0	7.3	9.2	10.2	6.4
	Tetraploid	11	4.1	4.5	4.9	5.6	6.3	7.9	9.8	10.8	6.7
	Mean	20	4.1	4.3	4.8	5.4	6.2	7.7	9.5	10.5	6.6
15℃	Diploid	9	5.2	5.6	6.1	6.6	7.8	9.2	10.7	10.9	7.8
	Tetraploid	11	5.4	5.8	6.3	7.0	8.0	9.5	11.1	11.6	8.1
	Mean	20	5.3	5.7	6.2	6.9	7.9	9.4	10.9	11.3	8.0

고 350mM에서는 7.4일로 오히려 빨라졌다. 또한 2배체가 4배체보다 25℃의 NaCl 350mM의 조건을 제외한 모든 조건에서 빨랐다.

崔 등¹⁾은 벼의 平均發芽日數는 鹽分濃도와 높은 相關關係가 있으며 溫度가 낮고 鹽分濃도가 높을 수록 길어진다고 하였으며 金과 金⁶⁾은 飼料作物의 發芽所要日數가 鹽分濃도가 높은 상태에서 배추나 유채보다 덜 증가되는 것은 發芽限界鹽分濃도가 낮아 發芽率이 급격히 감소하였기 때문이라고 하였다.

본 결과에서도 NaCl의 농도가 높아질 때 溫度條件에 관계없이 平均發芽日數는 늦어지는 경향인데 25℃의 경우 NaCl의 농도가 300mM보다 350mM일 때 平均發芽日數가 오히려 빨라지는 것은 발아율의 급격한 감소와 관련이 있는 것으로 생각된다.

또한 2배체가 4배체보다 溫도와 NaCl의 濃度 전반적인 조건에서 發芽率이 높고 平均發芽日數가 빨라 2배체가 4배체보다 NaCl에 대한 발아적응성이 높은 것으로 생각되는데 품종에 따라서는 그의 경향이 달라질 수가 있으므로 발아율의 耐鹽性 品種을 選定하기 위해서는 NaCl에 대한 發芽率을 品種別로 각각 檢討하여야 할 것이다.

이탈리안라이그래스의 發芽期 耐鹽性에 대한 기초자료를 얻고자 온도가 25℃, 20℃ 및 15℃인 조건에서 NaCl의 농도를 350mM까지 8개水準으로 조절하여 2배체형의 9品種과 4배체형의 11品種을 치상하여 發芽狀態를 조사하였다.

1. 발아율은 溫度, NaCl의 濃度 그리고 品種들에 따라 각각 有意의인 差異가 인정되었다.
2. NaCl의 無處理에서 품종들의 발아율은 20℃에서 90.1%로 25℃에서의 87.8%나 15℃에서의 87.5%보다 높았다.
3. 品種들의 平均發芽率은 NaCl의 농도가 200mM에서 감소하기 시작하였으며 減少程度는 20℃에서 15℃나 25℃보다 높았다.
4. 20℃에서 品種들의 發芽速度는 NaCl의 농도가 높아질수록 늦어졌고 발아율도 낮았다.
5. 平均發芽日數는 溫度가 낮고 NaCl의 濃度가 높아질수록 점차 길어졌다.
6. 2배체형은 4배체형보다 溫도와 NaCl의 농도에 관계없이 發芽率이 높았으며 平均發芽日數는 짧았다.

引用文獻

1. 崔京求, 李成春, 張永男. 1983. 水稻耐鹽性에 관한 研究. -鹽分濃도가 主要 水稻品種의 發

摘 要

- 芽 및 幼苗의 發根에 미치는 影響. 全北大 農大 論文集. 14:17-38.
2. 崔元烈, 朴根龍. 1991. 耐鹽性 田作物의 開發과 栽培展望. 農振廳 심포지움. 17:53-78.
 3. 任綱彬, 金東岩, 徐成, 宋喜復, 李孝遠, 黃鍾瑞, 林雄圭. 1981. 干拓地 草地造成에 관한 研究. 1. 牧草의 耐鹽性 比較. 韓畜誌. 23(1):30-40.
 4. 任綱彬, 金東岩, 韓旺範, 宋喜復, 權燦鎬, 黃鍾瑞, 申載斗. 1984 干拓地 草紙造成에 관한 研究. 2. 耐鹽性 牧草의 草種 및 品種選定. 韓畜誌. 26(5):474-482.
 5. 權純夔, 金容國. 1977. 干拓地 草地造成을 위한 導入濠洲品種의 適應性 調査에 관한 研究. (第2報). 農業技術研究報告 4(1):61-65.
 6. 金忠洙, 金良植, 1984. 몇가지 飼料作物의 耐鹽性에 관한 研究. 忠南大學校 論文集. 11(2):183-189.
 7. 金忠洙, 1991. 耐鹽植物의 生理的 特性. 農振廳 심포지움. 17:100-123.
 8. 金忠洙, 趙振雄, 李錫榮. 1993. 生物의 耐鹽性 機作 研究. 1. 鹽分濃度에 따른 보리, 호밀, 이 달리안라이그래스 種子의 發芽生理 反應. 韓作誌. 38(4):371-376.
 9. 李重基, 1991. 韓國의 干拓事業 現況과 發展 方向. 農振廳 심포지움. 17:3-13.
 10. 嚴基泰, 嚴大喆. 1991. 干拓地 土壤의 特性과 營農改善對策. 農振廳 심포지움. 17:14-29.
 11. Thamir S. Al-Niemi, William F. Campbell, and Melvin D. Rumbaugh. 1992. Response of alfalfa cultivars to salinity during germination and post germination growth. Crop Sci. 32:976-980.