

리기테다 소나무 種子의 被覆과 前處理에 의한 發芽 및
幼苗 生長 促進*¹
고대식² · 허삼남² · 서병수²

**Improving Germination and Seedling Growth of Rigitaeda
Pine Tree by Coating and Prime Treatment*¹**

D.S. Koh², S.N. Hur² and B.S. Seo²

要 約

리기테다 소나무 種子에 삼투압처리 및 被覆처리를 하여 均一한 發芽와 幼苗生育을 促進하기 위하여 이들 處理 種子의 發芽와 幼植物 生育을 比較 檢討하였다.

1. Polyethylene glycol(PEG) 처리농도가 높아질수록 총발아율(TGP)도 높아졌으며 10°C 보다는 15°C 나 20°C에서 총발아율이 향상되었다.
2. PEG 처리기간이 길수록 또한 처리농도가 높을수록 발아속도(GR)가 양호하였으며, 처리농도와 온도간에는 상호 상관관계가 인정되지 않았다.
3. 최대 발아속도(MGR)는 PEG 처리기간이 길수록 높았으며, 20°C에서 더욱 뚜렷하게 나타났다.
4. 20°C에서 12일간 PEG 처리시 약 2일 정도의 發芽期間 단축효과가 있었다.
5. PEG 처리는 低水分狀態 하에서도 발아가 양호하였으며, 被覆處理된 종자는 藥害로 인한 發芽 障礙現象이 나타났다.
6. 條播와 直播간에는 乾物生産量에 큰 차이가 있었으며, PEG 처리가 가장 양호한 성적을 보여 주었다. 적당한 토양수분 상태(포장용수량의 약 75%)보다 건조한 토양조건(포장용수량의 약 50%)에서 피복처리효과가 더욱 뚜렷하였다.

ABSTRACT

Seeds of Rigitaeda pine tree (*Pinus rigida* × *P. taeda*) was primed with polyethylene glycol(PEG-6000) under different PEG concentrations, treatment period, and temperatures to test uniformity of germination. Coated seeds and PEG treated seeds were sown to compare germination, emergence, establishment, and seedling growth.

The results obtained are summarized as follows :

1. As the concentration of PEG increased, as total germination percentage of pine tree was increased. Total germination percentage of pine tree seeds primed with PEG at 15 or 20°C was better than the seeds treated at 10°C compared to untreated seeds.
2. Germination rate was improved as primed period long and level of PEG concentration high.
3. Maximum germination rate was high with long PEG treatment period, and markedly improved when the seeds were primed at 20°C

¹ 接受 1994年 8月 12日 Received on August 12, 1994

² 전북대학교 농과대학 Agricultural College, Chonbuk National University

* 이 논문은 1993년도 교육부 학술연구조성비(지역개발연구)에 의하여 연구되었음

4. Priming with PEG at 20°C for 12 days reduced time taken for germination.
5. Osmoconditioned seeds accelerated germination under drought condition with injurious effect of coated seeds by some chemicals.
6. There were much differences in establishment and dry matter production between drill and oversowing method, and primed seeds showed better performances than the coated seeds. Coating effects to seeds were better under drought soil condition rather than moderate moisture condition.

緒 論

식물에 있어서 환경에 가장 민감한 반응을 나타내는 시기는 發芽와 初期 幼苗段階이다. 이때 토양수분이나 온도 등 환경조건이 不良할 경우 종자는 발아가 되지 않거나 지연이 되어 幼苗는 심한 스트레스를 받고 죽거나 生育障碍를 초래하게 된다. 특히 播種期 이후의 가뭄으로 인한 피해를 줄이기 위해서는 발아가 균일하고 신속하여야 하며 幼苗의 活力이 높아야 한다. 種子와 幼苗의 活力을 높이기 위한 방법으로 溫度處理, 乾濕處理, 種子被覆 등 많은 연구가 되어 왔으나, 최근에는 Polyethylene glycol(PEG) 처리에 의한 삼투압 조절과 종자피복에 대해서 관심이 높아지고 있다.

Polyethylene glycol(PEG) 처리는 종자의 발아 기간을 단축시키고 幼植物의 活力을 증진하여 定着을 용이하게 하며(Knipe, 1968; Ryan 등, 1975; Sinha 및 Gupta, 1982; Somers 등, 1983) 결과적으로 식물의 생장을 향상시키는 효과적인 방법으로 이용되고 있다. 또한 幼苗期에는 가뭄이나 低溫에 대해 특히 민감하여 定着에 실패하는 경우가 많은데 Polyethylene glycol(PEG) 처리는 이러한 가뭄이나 저온 등 불량환경에 대한 耐性을 생성케하고 生長촉진 효과도 있기 때문에(Heydecker 및 Coolbear, 1977; Khan 및 Samimy, 1982; Khan 등, 1981; Khan 등, 1978) 일반 작물이나 사료작물(허, 1986; 허, 1990; 허, 1991), 채소와 화훼류(Heydecker 등, 1975; Khan, 1977; Khan 등, 1978)까지 널리 이용되고 있다.

또한 발아와 묘목의 성공적인 活着을 위하여 토포장에 관수를 하거나 제초제 및 비료를 살포하고 있으나 이는 비용이 많이 들고 실패할 경우에는 경제적인 손실이 크다. 그러나 종자피복은 적은 비용으로 종자의 미세환경을 개선하는 효과

를 올릴 수 있는 방법으로 종자에 강력한 수분흡수를 위한 親水性 物質(Baxter 및 Water, 1986; Berdahl 및 Barker, 1980; Miyamoto 및 Dexter, 1960), 영양분(Scott, 1975; Vartha 및 Clifford, 1973)과 제초제, 살균제 및 살충제(Scott, 1989; Scott 및 Hay, 1974) 등을 첨가하여 종자에 被覆함으로써 發芽力과 植物의 初期 生育을 촉진시키고 있다.

따라서 주요 木材로 有望視되고 있는 리기테다 소나무의 종자에 Polyethylene glycol(PEG)을 처리하여 삼투압을 조절하고 被覆處理를 함으로써 불량환경 하에서도 빠르고 균일한 發芽와 그리고 幼苗 生育을 促進시키려는 목적으로 본 시험을 실시하였다.

材料 및 方法

1. 供試木: 리기테다 소나무(*Pinus rigida* × *P. taeda*)

2. 發芽 試驗

본 시험에서의 모든 발아시험은 국제표준 발아 시험법(AOSA, 1983)에 준하여 4반복으로 실시하였으며, 총발아율(Total Germination Percentage, TGP), 발아속도 Germination Rate, GR), 최대발아속도(Maximum Germination Rate, MGR), 총발아율의 50%에 도달하는 日數(Gt_{50}) 등을 조사하여 發芽力을 評價하였다. 발아중 乾燥에 대한 반응을 조사하기 위하여 0.2%의 Thiram이 함유된 증류수를 9cm Petri-dish 당 3, 6, 9ml를 각각 구분하여 주입한 뒤 20°C 發芽箱에 置箱하였다.

發芽力評價는 Hsu 등(1985)이 개발한 아래와 같은 방법에 의해 실시하였다.

$$1) \text{ 총발아율: } Y = \frac{A}{1 + e^{-\beta x}}$$

$$2) \text{ 발아속도: } \frac{\sum G_i}{t}$$

- 3) 최대발아속도 : 최대 GR價
- 4) GT_{50} : 총발아율의 50%에 도달할 때까지의 H數

3. 前處理

종자는 0.2%의 Thiram이 함유된 15, 20, 25, 30, 40, 50%의 각기 다른 polyethylene glycol (PEG 6000) 용액에 10, 15, 20°C의 온도 구분하에서 3, 6, 9, 12일 동안 각기 처리하였다. 처리가 종료된 종자는 수돗물로 PEG 용액을 세척한 뒤 종이수건으로 몇차례 닦아 말린 다음 20°C에서 발아시켰다.

4. 種子 被覆處理

피복처리-1은 종자에 수분흡수제, 영양제(Megamix), 살충제(Rovral), 살균제(Promet) 및 식물생육조절제(Cytozyme)를 피복하였으며, 피복처리-2는 피복처리-1에 석회와 모래를 추가하여 피복(International Seed Coaters, Hodder & Tolley LTD, N.Z.)하였다. 피복처리된 종자는 PEG 처리한 종자와 같은 방법으로 발아 및 포장시험에 사용하였다.

5. 圃場試驗

試驗圃場은 유기물함량이 1.8%, P_2O_5 가 389 ppm, 치환성 Ca, Mg, K, CEC가 각각 3.9, 2.3, 0.39, 9.01 me/100g이었으며 pH는 5.6으로 약산성을 나타내었다. PEG 처리종자와 피복처리된 종자를 포장에 直播法과 條播法으로 3×4 m의 plot 크기로 4만복 처리하여 출현율, 정착률 및 묘생장관계를 조사하였다. 幼苗生長關係는 출현후 45일 경에 조사 실시하였다.

結果 및 考察

1. PEG 및 種子 被覆處理가 리기테다 소나무 種子의 發芽에 미치는 영향

삼투압조절을 위하여 PEG 농도를 0, 20, 25, 30, 40, 50%로 하여 10, 15, 20°C에서 각각 3, 6, 9, 12일간 처리한 다음 20°C에서 발아시켰을 경우, Table 1에서 보는 바와 같이 총발아율에 있어서 PEG처리가 무처리구에 비해 발아력이 크게 향상되었다.

각 처리구 공히 PEG 처리농도가 높을수록

PEG 처리효과가 더 높게 나타나는 경향이었으며, 특히 처리농도가 가장 높았던 50%에서 그 효과가 가장 양호하였다. 처리온도에 대한 총발아율(TGP)의 영향은 低溫度인 10°C보다는 15°C나 20°C로 높아질수록 PEG 처리효과가 더욱 뚜렷하였다. 그러나 처리기간은 총발아율에 크게 영향을 주지 않았다.

Khan(1977)은 발아적온 이하의 PEG 처리로 발아와 출현이 향상되었다고 하였으며, Heydecker 및 Coolbear(1977)도 낮은 온도의 PEG 처리가 양파와 parsley를 저온에서 발아와 생산량을 향상시킬 수 있다고 보고하였다. 그러나 본 실험의 경우에는 그와는 달리 저온인 10°C보다는 고온인 20°C에서의 처리가 더 좋은 발아결과를 나타내었다.

PEG를 처리하지 않은 區에서는 10°C에서 침수기간이 길어질수록 총발아율이 향상되었으나, 15°C에서는 침수기일이 길어질수록 오히려 총발아율이 감소되는 경향이었고, 20°C에서는 더욱 급격히 저하되었다. 이것은 20°C에서는 침수기간이 길어질수록 종자내 저장양분의 소모가 많아져 종자 활력이 떨어졌기 때문이라고 사료된다. 반면 PEG 처리구에서는 20°C에서도 발아율은 크게 저하되지 않았다(Table 1).

PEG 처리가 발아속도(GR)에 미치는 영향은 10°C에서 처리하였을 경우 저농도 처리종자는 PEG 처리효과가 나타나지 않았으나 고농도인 50%에서는 모든 처리기간 공히 발아속도가 크게 향상되었다. 15°C와 20°C에서 처리하였을 경우에는 모든 조건의 PEG 처리가 발아속도를 유의적으로 향상시켰으며, 처리기간이 길수록 또한 처리온도가 높을수록 그 효과가 더욱 두드러지게 나타났다. PEG 처리농도에 대한 반응은 15°C에서 처리한 것은 농도가 높을수록 발아속도가 빨라지는 경향이었으나, 반면 20°C에서 처리한 종자는 처리농도가 높을수록 발아속도가 저하되는 경향이였다(Table 1, 2).

최대발아속도(MGR)는 10°C에서 PEG를 처리한 종자에 있어서는 PEG 처리효과가 인정되었으나 각 처리간에 그 경향이 일정치 않았다. 또한 15°C에서 처리된 종자는 처리기간이 길고 농도가 높을수록 처리효과가 현저하게 나타났다. 그리고 20°C에서도 처리기간이 길수록 최대발아속도는 신속한 경향을 보였다(Table 1, 2).

Table 1. Effect of PEG concentration at three different osmoconditioning(OC) temperatures on total germination percentage(TGP), germination rate(GR), maximum germination rate(MGR), and GT₅₀ of *P. rigida* × *P. taeda* seeds at 20°C.

Concentration of PEG	Duration of OC	TGP			GR			MGR			GT ₅₀		
		10°C	15°C	20°C	10°C	15°C	20°C	10°C	15°C	20°C	10°C	15°C	20°C
0%	3 days	81.5	89.5	86.5	11.7	11.9	12.5	1.8	1.9	2.6	6.7	7.1	6.4
15	3	88.0	91.5	91.5	11.5	12.3	14.1	2.3	2.3	3.4	7.1	7.2	5.9
20	3	89.5	89.0	92.5	11.8	11.8	14.0	2.1	2.2	2.8	7.2	7.2	6.1
25	3	88.5	89.5	88.5	11.3	12.4	13.3	1.9	2.0	3.0	7.3	7.2	6.1
30	3	92.0	92.0	92.5	11.5	12.9	12.5	2.2	2.8	2.0	7.6	6.5	7.0
40	3	93.5	92.5	89.0	12.0	12.8	11.8	2.3	2.4	2.2	7.3	6.8	6.9
50	3	93.5	91.5	90.5	12.3	12.7	13.2	2.3	2.2	2.5	7.2	7.0	6.4
0	6	81.0	86.0	73.5	11.1	12.4	10.9	1.8	2.3	2.1	6.7	6.5	6.2
15	6	91.5	90.0	89.0	13.0	12.5	13.4	2.8	2.3	3.3	6.6	6.7	6.0
20	6	88.0	92.5	90.5	13.0	12.5	13.0	3.1	2.5	2.8	6.3	6.6	6.3
25	6	91.5	94.0	88.0	12.1	13.6	12.4	2.3	2.4	2.3	6.9	6.3	6.6
30	6	90.0	90.3	87.5	11.4	12.5	11.8	2.2	2.6	2.1	7.4	6.9	6.9
40	6	89.5	90.0	87.0	11.8	14.6	11.6	2.5	3.4	2.1	7.1	5.8	7.0
50	6	96.0	93.0	89.0	14.2	14.0	11.9	3.2	3.1	2.2	6.3	6.3	6.8
0	9	78.5	82.5	65.0	11.2	11.4	9.7	1.7	1.8	2.0	6.8	6.5	6.2
15	9	92.5	90.5	90.5	12.3	12.5	13.9	2.0	2.2	3.6	7.1	6.8	5.9
20	9	90.5	91.5	89.0	12.5	12.4	12.5	2.5	2.1	2.5	6.8	6.9	6.6
25	9	91.5	90.5	92.0	12.6	11.6	12.7	2.2	1.7	2.4	6.7	7.4	6.7
30	9	93.0	86.0	87.5	13.0	12.1	12.8	2.5	2.6	2.4	6.8	6.5	6.3
40	9	91.5	89.5	93.0	12.6	12.4	13.1	2.4	2.5	2.8	6.7	6.8	6.6
50	9	94.0	94.0	91.5	13.4	14.3	12.7	2.7	2.7	2.5	6.4	6.2	6.6
0	12	87.0	80.8	45.5	13.8	9.4	6.5	2.5	1.9	1.3	5.8	7.8	6.6
15	12	91.5	88.5	81.5	13.4	10.7	12.8	2.4	2.3	3.2	6.4	7.7	5.8
20	12	89.5	90.0	91.0	12.4	10.9	14.6	2.4	2.0	3.4	6.8	7.7	5.8
25	12	87.5	92.0	89.1	11.8	12.2	13.9	2.5	2.2	3.0	7.0	7.6	5.9
30	12	90.3	90.5	85.5	13.1	10.8	13.2	2.6	2.2	2.4	6.7	7.9	6.0
40	12	89.3	92.5	88.5	12.7	11.3	12.9	2.9	3.0	3.0	6.4	7.7	6.2
50	12	93.5	92.0	89.5	14.7	11.8	14.8	3.9	3.1	3.4	5.9	7.6	5.6
LSD(0.05)		1.98	1.72	5.44	0.49	0.60	0.85	0.2	0.2	0.3	0.2	1.8	0.2
LSD(0.01)		3.56	3.09	9.78	0.88	1.09	1.54	0.5	0.4	0.6	0.4	3.2	0.4

Table 2. Influence of temperature and duration of PEG treatment on germination of *P. rigida* × *P. taeda*.

Temperature of PEG	Duration of OC	TGP		GR		MGR		GT ₅₀	
		Control	PEG	Control	PEG	Control	PEG	Control	PEG
10°C	3 days	81.5	90.8	11.7	11.7	1.8	2.2	6.7	7.3
	6	81.0	91.0	11.1	12.6	1.8	2.7	6.7	6.8
	9	78.5	92.2	11.2	12.7	1.7	2.4	6.8	6.7
	12	87.0	90.3	13.8	13.0	2.5	2.8	5.8	6.5
15°C	3	89.5	90.9	11.9	12.5	1.9	2.3	7.1	7.0
	6	86.0	92.1	12.4	13.3	2.3	2.7	6.5	6.4
	9	82.5	90.3	11.4	12.6	1.8	2.3	6.5	6.8
	12	80.8	90.9	9.4	11.3	1.9	2.5	7.8	7.7
20°C	3	86.5	90.8	12.5	13.2	2.6	2.7	6.4	6.4
	6	73.5	88.6	10.9	12.4	2.1	2.5	6.2	6.6
	9	65.0	90.6	9.7	13.0	2.0	2.7	6.2	6.5
	12	45.5	87.5	6.5	13.7	1.3	3.1	6.6	5.9
LSD(0.05)		8.7	5.4	1.2	0.9	0.4	0.3	0.4	0.2
LSD(0.01)		15.3	9.8	2.1	1.5	0.7	0.6	0.7	0.4

총발아율의 50%에 도달하는 일수(GT₅₀)는 PEG 처리에 의해 전체적으로 개선되지는 않았으나, 20℃에서 12일간 처리한 종자는 약 이틀 정도의 발아기간 단축효과가 있었다. Khan 등 (1978)도 상처와 양파종자에 PEG를 처리한 결과 종자의 발아기간이 단축되었다고 보고한 바 있다.

2. 水分程度가 前處理 種子의 發芽에 미치는 效果

수분 정도가 전처리 종자의 발아에 미치는 효과는 Table 3에서 보는 바와 같이 PEG 처리로 총발아율, 발아속도, 최대발아속도가 크게 향상

되었으며, 발아에 소요되는 기간도 2일 정도 단축되었다. Petri-dish 당 수분을 3, 6, 9ml씩 공급하였을 때 무처리구에서는 수분이 증가함에 따라 발아율도 높아졌으나 PEG 처리구는 적은 수분 조건하에서도 발아가 양호하였으며, 6ml 주입구에서 종자의 발아성적이 가장 높게 나타났다. 따라서 본 시험에서 PEG 처리는 무처리에 비해 적은 수분으로도 높은 발아가 가능함을 보여주었다. 피복처리는 발아력을 크게 저하시켰는데 이것은 피복에 사용된 여러가지 화학물질이 좁은 Petri-dish내에서 종자발아를 저해한 결과라고 사료된다. 피복처리 종자중 피복처리-1은 피복처리-2에 비해 발아력에 있어 더 양호하였다.

Table 3. Effect of pre-treatment and moisture level on germination of *P. rigida* × *P. taeda*.

Pre-treatments	Moisture level	TGP	GR	MGR	GT ₅₀
Intact	3 ml	54.5	5.9	0.93	8.85
"	6	68.0	8.0	1.20	7.93
"	9	80.0	9.2	1.15	8.40
PEG	3	85.0	11.9	1.65	6.83
"	6	88.5	14.3	2.55	5.80
"	9	81.5	11.2	1.53	6.93
Coating-1	3	15.5	1.8	0.65	10.90
"	6	67.8	6.1	0.73	9.35
"	9	65.5	3.2	0.13	18.83
Coating-2	3	9.8	0.6	0.13	16.63
"	6	60.0	4.3	0.23	14.45
"	9	62.0	3.7	0.45	18.15
LSD(0.05)		9.26	1.1	0.43	1.05
LSD(0.01)		16.35	2.0	0.75	1.86

Table 4. Effect of pre-treatment on emergence and growth of *P. rigida* × *P. taeda* under moderate moisture condition.

Pre-treatment	Sowing method	Emergence	Establishment	Dry wt.
Intact	Drilling	65.3%	62.5%	30.5 g/plot
"	Oversowing	45.5	37.2	18.0
PEG	Drilling	77.5	72.0	37.6
"	Oversowing	61.0	54.6	28.0
Coating-1	Drilling	73.8	68.5	36.6
"	Oversowing	54.6	48.7	25.5
Coating-2	Drilling	67.3	65.5	34.4
"	Oversowing	48.9	42.1	21.5
LSD(0.05)		23.3	6.7	3.2
LSD(0.01)		42.2	12.1	5.1

Table 5. Effect of pre treatment on emergence and growth of *P. rigida* × *P. taeda* under drought condition

Pre treatments	Sowing method	Emergence	Establishment	Dry wt.
Intact "	Drilling	45.0%	36.4%	16.9 g/plot
	Oversowing	16.3	12.5	5.3
PEG "	Drilling	68.3	57.6	28.2
	Oversowing	40.0	26.3	12.3
Coating-1 "	Drilling	55.7	43.6	24.5
	Oversowing	22.3	17.0	10.6
Coating-2 "	Drilling	46.2	40.3	19.9
	Oversowing	17.5	14.3	6.9
LSD(0.05)		8.6	7.2	4.5
LSD(0.01)		15.6	13.1	7.6

3. 前處理 種子の 出現 및 生長效果

Table 4에 의하면 적합한 수분조건(포장용수량의 약 75%) 下에서는 幼苗出現이 條播와 直播 간에 약간의 차이는 있었으나 통계적으로는 유의성이 인정되지 않았으며, 건물생장량에 있어서는 고도의 유의차가 인정되었다. 건조한 조건(포장용수량의 약 50%) 下에서는 유효출현과 생장에 있어서 조파와 식파간에 매우 큰 차이를 나타내었다(Table 5). PEG 처리를 한 종자는 건조한 조건하에서도 유효의 출현과 생장이 양호하였는데, 다른 연구자들의 보고에서도 PEG 처리는 幼植物 活力을 증진시키고 정착을 용이하게 하며(Kripe, 1968; Ryan 등, 1975; Sinha 및 Gupta, 1982; Somers 등, 1983) 幼植物期에 乾燥에 대한 耐性을 부여한다고(Heydecker 및 Coolbear 1977; Khan 및 Samimy, 1982; Khan 등, 1981; Khan 등, 1978) 하였다. 피복처리 중에서는 피복처리 1이 피복처리-2에 비해 더 양호한 결과를 보여 주었다. 수분이 적합한 조건에서는 종자피복이 통계적인 유의성은 없었으나 유효출현을 향상시켰으며 건물생장량은 유의적으로 증가되었다. 건조한 조건하에서는 무처리와 피복처리-1간에 건물생장량이 5%의 통계적인 유의성을 보여 주었다.

피복처리는 적합한 토양 수분상태하에서 보다 건조한 상태에서 더 효과가 뚜렷한 것으로 나타났다. 이것은 친수성 피복물질에 의한 보수력 증진의 결과로 판단되며, Ross 및 Jackson(1976)도 같은 결론을 내렸다. Hur 및 Hunt(1993)는

종자피복이 飼料作物인 chicory종자의 정착과 생산을 크게 향상시켰다고 보고하였다. 본 실험에서는 소나무종자에 대한 피복효과가 기대한 만큼 크지는 않았다.

引用 文 獻

1. Association of Official Seed Analysts. 1983. Rules for testing seeds. Proc. Assoc. Seed Anal. 54 : 1-112.
2. Baxter, L., and L. Waters, Jr. 1986. Effect of a hydrophilic polymer seed coating on the field performance of sweet corn and cowpea. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 111 : 31-34.
3. Berdahl, J.D., and R.E. Barker. 1980. Germination and emergence of Russian wildrye seeds coated with hydrophilic materials. Agron J. 72 : 1006-1008.
4. Heydecker, W., J. Higgins, and Y.J. Turner. 1975. Invigoration of seeds? Seed Sci. Tech. 5 : 881-888.
5. Heydecker, W., and P. Coolbear. 1977. Seed treatments for improved performance: survey and attempted prognosis. Seed Sci. Tech. 5 : 353-425.
6. Hur, S.N., and W.F. Hunt. 1993. Improving germination and seedling establishment of chicory. Proc. XVII Int. Grassld Congr. I : 135-136, New Zealand.

7. Khan, A.A. 1977. Preconditioning, germination, and performance of seeds. In *The Physiology and Biochemistry of Seed Dormancy and Germination*. pp.283-318. North-Holland Pub. Co. New York.
8. Khan, A.A., and C. Samimy. 1982. Hormones in relation to primary and secondary seed dormancy. pp.203-241. In A.A. Khan (ed) *The physiology and biochemistry of seed development, dormancy and germination*. Elsevier Biomedical Press, Amsterdam.
9. Khan, A.A., A. Szafirowska, and N.H. Peck. 1981. Osmoconditioning of seeds. *N. Y. Food and Life Sci. Quart.* 13 : 9-13.
10. Khan, A.A., K.L. Tao, J.S. Knypl, B. Borkowska, and L.E. Powell, 1978. Osmotic conditioning of seeds : physiological and biochemical changes. *Acta Hortic.* 83 : 267-278.
11. Knipe, O.D. 1968. Effects of moisture stress on germination of alkali sacaton, galleta, and blue grama. *J. Range Manage.* 21 : 3-4.
12. Miyamoto, T., and S.T. Dexter. 1960. Acceleration of early growth of sugar beet seedlings by coating of seedballs with hydrophilic colloids and nutrients. *Agron J.* 5 : 269-271.
13. Ross, E.E., and G.S. Jackson. 1976. Testing coated seed : germination and moisture absorption properties. *J. Seed Tech.* 1 : 86-95.
14. Ryan, J., S. Miyamoto, and J.L. Stroehlein. 1975. Salt and specific ion effects on germination of four grasses. *J. Range Manage.* 28 : 61-64.
15. Scott, D. 1975. effects of seed coating on establishment. *N.Z. Jour. Agric. Res.* 18 : 59-67.
16. Scott, D., and R.J.M. Hay. 1974. Some physical and nutritional effects of seed coating. *Proc. Int. Grassld Congr. 12th* 1 : 523-531.
17. Scott, J.M. 1989. Seed coatings and treatments and their effects on plant establishment. *Adv. Agron.* 42 : 4-83.
18. Sinha, A., and S.R. Gupta. 1982. Effects of osmotic tension and salt stress on germination of three grass species. *Plant and Soil.* 69 : 13-19.
19. Somers, D.A., S.E. Ulrich, and M.F. Ramsay. 1983. Sunflower germination under simulated drought stress. *Agron. J.* 75 : 57.
20. Vartha, E.W., and P.T.P. Clifford. 1973. Effects of seed coating on establishment and survival of grasses, surface-sown on tussock grasslands. *N.Z. Jour. Exp. Agric.* 1 : 39-43.
21. 허삼남. 1986. 간척지 내염성 사료작물 선발에 관한 연구. 한국과학재단 연구보고서.
22. 허삼남. 1990. 삼투압 조절이 Italian ryegrass와 수수 종자의 발아에 미치는 영향. *한초지.* 10 : 121-128.
23. 허삼남. 1991. 삼투압 조절이 불량환경하에서의 Italian ryegrass와 수수의 생산성에 미치는 영향. *한초지.* 33 : 101-105.