

벼, 보리, 밀 種子の PEG 處理가 種子活力과 圃場出芽에 미치는 影響

李成春* · 金珍希* · 鄭春花*

Effects of PEG Treatment on Seed Viability and Seedling Emergence in Rice, Barley and Wheat

Sheong Chun Lee*, Jin Hee Kim* and Chun Hwa Chung*

ABSTRACT : The effects of priming with different polyethylene glycol (PEG 6,000) solutions on the germination, emergence characteristics and early plant growth in rice, barley and wheat were investigated. Rice, barley and wheat seeds were subjected to various priming conditions of osmotic potentials (-0.75 , -1.00 and -1.50 MPa) of PEG, and incubation period were 5 days at 25, 20, 20°C, respectively. The percentage of water absorption was highest in barley, and lowest in rice, and all the treatments enhanced water absorption in barley, but showed no significant effects in rice and wheat.

Respiration quotient was lower than none PEG treatment seeds, and those of barley and wheat were higher than rice regardless of PEG concentration, and that of rice increased with high PEG concentration. Total germination percentage of osmoconditioning seeds with PEG was higher than that of none treatment seed, and those of barley and wheat were significant. The artificially deteriorated seeds with PEG treatment seeds after ageing treatment could recover to nearly the same germination level as that of the control seeds. The effects of coating polymer were higher than osmoconditioning with PEG, and germination characteristics in rice showed varietal difference at PVP and waterlock at recoated seeds after PEG treatment. Osmoconditioning with PEG reduced mean germination and emergence time, but there was no difference among PEG concentrations. The plant height of PEG treated seed in rice was taller and those of barley and wheat showed varietal difference, and those of polymer-coated seed after PEG treatment were different among the polymers. The dry weight of PEG treatment were different among the crops, and those were increased with the high PEG concentration. The emergence percentage of PEG-treated seed were higher than none-treated seed, and those were decreased with the increased PEG concentration, and the highest emergence percentage of rice, barley and wheat were 90, 50 and 50% soil moisture content, respectively. The time to emergence in rice was longer than barley and wheat, and those in rice was shortened in high soil moisture content, and barley and wheat were shortened in low soil moisture content.

* 順天大學校 農科大學(College of Agriculture, Suncheon National Univ, Suncheon 540-742, Korea)

** 이 論文은 1994년도 韓國學術振興財團의 公募課題研究費에 의하여 研究되었음.

〈'95. 12. 20 接受〉

Key words : Osmoconditioning, PEG, Water absorption, Germination percentage, Emergence, Polymer coating.

모든 種子는 發芽力이 높고 發芽 所要時間이 짧아야만 種子勢가 높은 優良種子로 평가를 받고 있다. 發芽 所要時間이 짧은 種子는 土中에서 適合하지 않는 溫度, 水分, 不充分的 酸素供給, 鹽害, 土壤의 딱딱한 粒子, 病原菌 및 害蟲 등에 의한 被害를 最小化하여 均一한 立苗率을 보임으로써 收量 增大뿐만 아니라 生産費를 節減할 수 있기 때문이다.

Osmoconditioning은 種子發芽에 필요한 水分量보다 훨씬 적은 水分을 種子에 供給하여 種子發芽 生理段階를 完了시킴으로써 播種에서 圃場 出芽까지의 所要時間을 短縮할 수 있어 迅速하고 均一한 圃場 出芽·立苗를 확보할 수 있는데 여러 방법 중의 대표적인 것이 PEG(polyethylene glycol) 方法으로 Heydecker¹⁹⁾ 등에 의해 1973년 처음 시도되었다. 이 PEG는 물에 잘 녹을 뿐만 아니라 化學的 變化가 거의 일어나지 않는 特徵을 갖는다. PEG 處理는 種子 發芽時 일어나는 水分吸水의 3段階 중 2段階인 活性期를 短縮시킬 수 있어서 發芽率 向上을 도모하는데, 이는 種子가 部分的이고 統制的인 水分吸水를 함으로서 細胞膜을 回復하기 때문이다. PEG 處理 效果는 作物의 種類에 따라 각각 달라 小粒種子인 菜蔬에서는 圃場出芽가 빠르고 또 成熟도 빨라 數量을 增大시킨다고 한다^{4,5)}. Bray 등⁶⁾에 의하면 osmoconditioning 處理期間 중 RNA와 蛋白質合成이 일어나므로써 無處理種子에 비하여 發芽率과 出芽率 이 높는데 이는 發芽에 관계되는 酵素의 活性에 기인한다고 하지만 그 機作은 아직 뚜렷하게 밝혀지지 않았다.

한편, 우리나라 農業은 國內外的으로 여러가지 어려운 與件에 처해 있다. 國內的으로는 農業勞動力의 量·質의인 低下로 休耕地가 늘고 있으며 國外的으로는 國際競爭力이 낮은 國內產 農作物이 WTO 體制 출범으로 값싼 外國산 農산물과 無限 競爭狀態에 돌입하게 되어있어 國內產 農產物의 國際競爭力 提高가 매우 時急한 實情이다. 國際競爭力의 提高는 作物栽培의 省力化에 의해 達成이

가능한데 이를 위해서는 몇가지 先決問題가 있다. 그 중에서도 種子의 圃場 立苗의 均一化와 安定化가 가장 基本的인 要件으로 外國에서는 주로 菜蔬 種子를 중심으로 Osmoconditioning에 대한 研究가 이뤄지고 있을 뿐 主要 作物에 대한 結果는 비교적 적고, 우리나라에서는 몇편의 研究結果가 보고되고 있는 실정으로 아직도 이에 대한 研究 結果는 未洽하다.

본 研究는 發芽率을 向上시키고 出芽時間을 단축하여 圃場 立苗率을 安定化하여 生産費를 節減하기 위한 一環으로써 벼, 보리, 밀 種子에 PEG로 osmoconditioning 處理하여 發芽生理機作, 發芽率, 幼苗 生長性 및 圃場 立苗率 등을 조사하였던 바 그 結果를 報告하는 바이다.

材料 및 方法

供試 종자는 湖南農業試驗場과 전라남도 農村 振興院에서 '94 年產 主要 作物 種子 (品種) 벼(동진, 화영), 보리(찰쌀, 새쌀), 밀(그루, 은과)을 각각 分讓 받았다. 분양 받은 종자는 손으로 精選하여 登熟이 불량하든지 種皮色擇이 이상한 종자를 除去하고 試驗材料로 사용하였다. 種子 處理는 Michel과 Kaufmann (1973) 방법²⁵⁾에 의해 polyethylene glycol 6000(PEG 6000, Sigma社 製品)을 -0.75 MPa(PEG 232g/D.W 1L), -1.00 MPa(PEG 273g/D.W 1L), -1.50 MPa(PEG 342g/D.W 1L)의 수분 potential로 調整한 용액에 種子를 沈漬하여 15℃로 調整한 incubator에 120시간 置床하였다. 置床後 種子를 물에 10분간 水洗하여 PEG를 씻어내고 물기를 제거한 다음 15℃로 調整한 air flow incubator에 얇게 펴서 PEG 처리 전 水分含量과 同一하게 水分 平衡을 이루게 하여 實驗 材料로 이용하였다.

1. PEG 處理 種子의 發芽 特性

水分吸收量: 濃度別로 PEG 處理한 種子를 fil-

ter paper 2매를 깔고 蒸溜水를 넣은 petridish에 치상하여 2시간 간격으로 각각 10립씩 3반복으로 稱量 후 다시 105℃의 dry oven에서 24시간 乾燥시킨 다음 稱量하여 水分吸收量을 조사하였다.

呼吸量: 濃度別 PEG 處理種자를 O₂ Up Tester (Taitec 製品)로 呼吸量을 測量하였다. 種子 處理는 동진버, 찰쌀보리 및 은과밀 20g을 PEG 농도 -0.75, -1.00, -1.50 MPa에 120시간 沈漬한 후 흐르는 물에 20분간 세척하여 15℃로 調整한 air flow incubator에 얇게 펴서 處理前 水分含量과 同一하게 水分 平衡을 이루게 하였다. 이 종자를 증류수에 침지하여 25℃로 調整한 seed germinator에 24시간 置床한 다음 O₂ UP Tester의 온도를 20℃로 調整한 水槽에 넣어 1시간 단위로 7시간 동안 조사하였다. 呼吸으로 發生하는 CO₂를 KOH가 吸着하므로써 反應器 內에 부족한 酸素만큼 gas壓이 감소되어 뷰렛에 流入되는 물의 量을 呼吸量으로 하였다.

發芽率: PEG 6,000을 處理한 種자를 pH 7.0인 發芽用 paper towel (Anchor社 30×60cm)에 50粒씩 3反復으로 播種하여 버는 25℃로 調整한 incubator에 5일, 보리·밀은 20℃로 調整한 incubator에 4일간 각각 置床後 發芽率을 조사하였다.

再 polymer coating 種자의 發芽率: 濃度別로 PEG 處理한 種자에 水分吸水를 抑制하는 polymer인 polyvinylpyrrolidone(PVP)와 水分吸水를 助長하는 polymer인 waterlock을 種子 1kg에 polymer 20g(W/V)을 1% 濃度로 희석 再 coating 하여 paper towel에 50립씩 3반복으로 播種하여 發芽率을 조사하였다.

Accelated ageing 處理後 PEG 再處理 種자의 發芽率: Accelated ageing chamber (Pfeiffer & Sons, Inc. 製品)의 안쪽 mesh에 버, 보리 및 밀 종자를 골고루 얇게 펴 넣은 다음, chamber 당 증류수를 4ml씩 붓고 parafilm으로 密封하여 버는 45℃, 보리와 밀은 40℃로 각각 調整한 incubator에서 48시간 置床하였다. Accelated ageing 處理한 종자에 PEG 6000을 -0.75, -1.00, -1.50 MPa 농도로 再處理하여 paper towel에 播種 후 버는 5일, 보리와 밀은 4일에 發芽率을 調査하였다.

2. PEG 處理 種자의 幼苗 生長性

濃度別로 PEG 處理한 종자를 paper towel에 播種하여 버는 25℃의 incubator에 치상 후 14일, 보리와 밀은 20℃의 incubator에 치상 후 14일에 각각 草長, 最根長, 地上部 乾物重 및 뿌리 乾物重을 調査하였다.

Accelated ageing 處理後 PEG 再處理 種자의 幼苗生長性: Accelated ageing 處理한 종자에 PEG 6000을 재처리하여 paper towel에 播種한 후 버는 14일, 보리와 밀은 14일에 각각 草長, 最根長, 地上部 乾物重을 調査하였다.

3. PEG 處理 種자의 圃場 出芽

濃度別로 PEG 處理한 종자를 圃場 水分含量을 50, 70, 90%로 調整한 砂質壤土에 播種하여 버는 25℃, 보리와 밀은 20℃에 각각 치상한 후 48시간 부터 4시간 간격으로 圃場 出芽率과 圃場出芽 所要時間 등을 조사하였다.

結果 및 考察

1. PEG 處理種자의 發芽特性

1) 水分 吸水

그림 1은 버, 보리 및 밀 種자에 PEG를 濃度別로 處理하여 水分 吸水量을 나타낸 것이다. 대조구에서의 水分吸水率은 버가 현저하게 낮았고, 다음이 밀이었고 보리가 가장 높게 나타났는데 이 같은 경향은 모든 PEG 處理濃度에서도 비슷하였다. 버는 沈漬 후 14時間까지 急速한 水分 吸水率을 나타냈으나 16時間 이후 58時間까지는 아주 緩慢한 吸水率을 나타냈고 60時間 이후에는 약간 높아지는 경향을 보이고 있다. 高橋³⁾에 의하면 버 種자의 吸水·發芽하는 과정을 吸水期, 活性期 및 發芽後 生長期의 3단계로 區分하였는데 본 實驗에서도 비슷한 結果를 나타냈다. 본 實驗에서는 沈漬後 14時間의 吸水率이 30%로 吸水期에 해당하고, 16時間 이후 58時間까지는 活性期, 60時間 이후에는 發芽後 生長期에 해당하는 것으로 나타

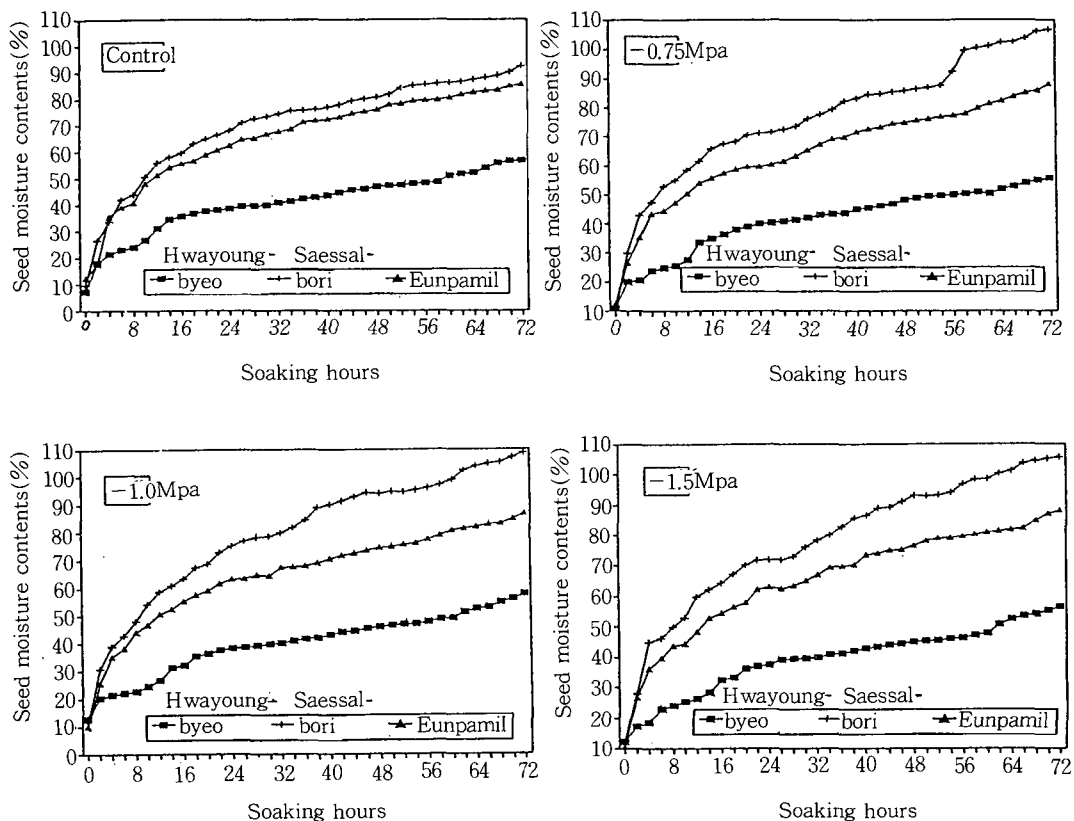


Fig. 1. Changes in water absorption of seed with PEG treatment in rice, barley and wheat.

났다. 보리와 밀의 흡수율도 침漬後 14時間까지는急速한 흡수율을 나타냈으나 이후에는緩慢하게 계속增加하여 흡수·發芽의 3단계가 뚜렷하게 구분되지 않았다. PEG -0.75 MPa에서도 벼와 밀의 흡수율은 대조구와는 달리 뚜렷하게 높게 나타났다. PEG -1.00과 -1.50 MPa에서도 이 같은 경향은 비슷하였다. 벼에서는 흡수·發芽 3段階가 뚜렷하게 區分되었는데 PEG 處理濃도가 높아질 수록 제 2단계인 活性期가 短縮되었는데 이 같은 결과는 PEG 처리는 흡수·發芽 3段階 중 活性期를 短縮하여 圃場에서의 出芽·立苗時間이 短縮된다는 다른 報告와 類似한 結果였다^{3,4,5,9,14}

그림 2는 각 作物의 흡수율을 PEG 濃度別로 나타낸 것인데 벼와 밀은 濃度別 큰 差異를 보이지 않았으나 보리는 PEG 處理 效果가 뚜렷하여 無處理種子에 비하여 處理種자가 높게 나타났으며 침漬後 54時間부터 그 差異가 顕著하였다.

PEG 處理 濃度間 吸水率は 침漬後 54時間까지는 -0.75MPa가 약간 낮았지만 以後에는 濃度間 큰 差異를 나타내지 않았다.

2) 呼吸量

PEG 處理 種자는 圃場 出芽·立苗가 安定化되며 幼苗의 生長性도 양호하여 結果적으로는 收量까지 增大시키기 때문에 省力栽培의 基本이 되는 등 여러 가지 면에서 그 가치가 매우 높다.

표 1은 PEG를 濃度別로 處理한 種子 20g을 24時間 동안 沈種하여 呼吸量을 1시간 간격으로 7시간 동안 調査한 것이다. PEG 處理 種자의 呼吸量은 無處理 種子에 비하여 전반적으로 낮게 나타났다. 作物別로 보면 벼는 PEG 處理濃도가 점차 높아질수록 呼吸量은 增加하여 PEG -1.50 MPa에서 酸素 吸水量이 2.0ml 이지만 -1.50 MPa에서는 7.0ml로 오히려 크게 減少하였다. 밀은

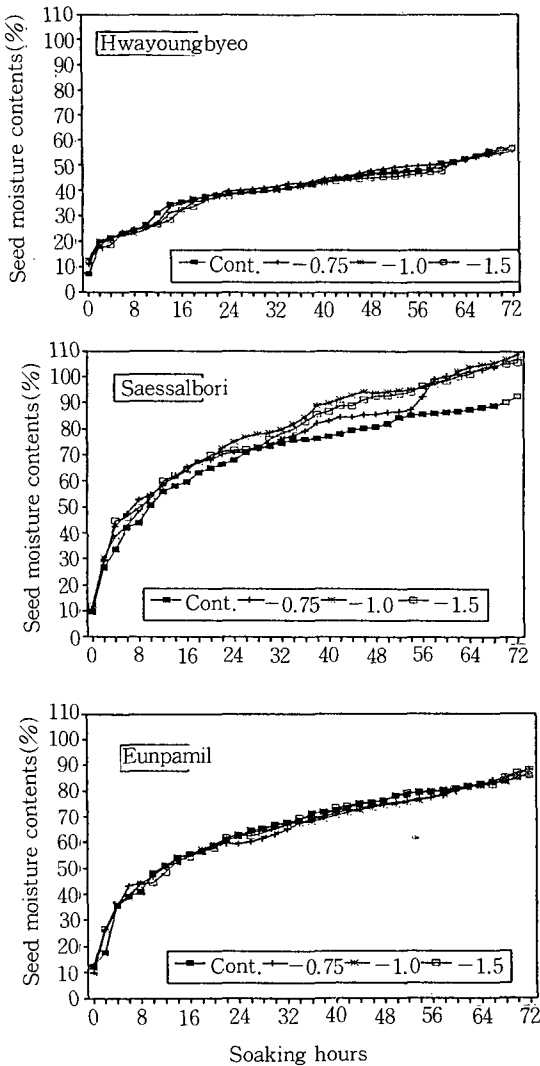


Fig. 2. Changes in water absorption of seed under different PEG concentration in barley and wheat.

PEG 濃度가 增加할수록 呼吸量이 점차 減少하였다.

벼의 呼吸量이 보리나 밀보다도 현저히 낮았던 것은 벼는 穎이 있는 상태라서 水分 吸水가 容易하지 못하였지만 보리와 밀은 裸麥이라서 種皮가 완전히 제거되었기 때문에 酸素吸收가 용이하였던 것에 기인하는 것으로 생각된다.

3) 發芽率

표 2는 벼, 보리, 밀 品種들의 PEG 處理 濃度

別 發芽率을 나타낸 것이다. 供試作物 모두 PEG 濃度間 發芽率의 差異는 뚜렷하지 않았다. 벼에서는 대조구의 發芽率이 모든 供試品種에서 98% 이상의 높은 發芽率을 나타내 PEG 處理效果는 인정할 수 없었다. 보리에서는 대조구 平均 發芽率 92.4%에 비해 PEG 濃度 -0.75, -1.00, -1.50 MPa 處理區에서는 각각 95.7, 96.0, 94.6%로 약간 높게 나타났다. 品種別로 보면 흰쌀보리, 새쌀보리 및 무등보리 등의 대조구의 平均 發芽率이 각각 87, 88, 88%로 다른 品種에 비해 낮았는데 PEG 농도 -0.75 MPa에서 각각 93%, 90%, 99%의 높은 發芽率을 나타내 이들 品種에서 PEG 處理에 의한 發芽率의 向上은 대조구의 發芽率이 높았던 品種에 비하여 훨씬 뚜렷하였다. 밀에서는 그루밀 品種이 PEG -1.50 MPa에서 發芽率이 良好하였던 것 외에는 오히려 發芽를 抑制하는 傾向을 보였다.

표 3은 PEG 處理種子, 老朽化 處理種子, 老後化 處理後 PEG 處理種子, PEG 處理後 水分 吸水를 助長하는 polymer waterlock을 coating한 種자와 水分 吸水를 抑制하는 polymer polyvinylpyrrolidone (PVP)을 coating한 種자를 供試하여 발아율을 나타낸 것이다. 모든 供試作物에서 老朽化處理에 의한 發芽率은 현저하게 低下하였는데 그 정도는 보리와 밀이 벼에 비해서 훨씬 컸다. 老朽化 處理後 PEG를 處理한 種자는 모든 供試品種에서 發芽率이 회복됨을 나타냈는데 그 정도는 發芽率 低下가 컸던 보리와 밀에서 크게 나타났다. 이같은 결과는 PEG처리가 세포막을 재생시키기 때문에 종자의 환경 적응력이 커져 그 결과로 발아율이 급속히 회복된다는 다른 보고^{5,9,12,13)}와 유사하였다. Osmoconditioning 處理 種자에 polymer를 再 coating한 種자의 發芽率을 보면 PVP coating할 때 동진비는 PEG 濃度 差異에 따른 큰 영향이 없었으나 PEG -0.75 MPa에서 화영비는 전혀 發芽하지 않았고, 濃度가 점차 높아질수록 發芽率도 높아지는 경향이 있었다. Waterlock을 coating한 種자의 發芽率은 동진에서는 전혀 發芽하지 않았고 화영벼에서는 PEG 濃度가 높아질수록 增加하였다. 보리와 밀에서는 PEG 處理 濃度間 品種間 각각 다양한 結

Table 1. O₂ uptake of osmoconditioned seed with PEG 6000 in rice, barley and wheat

Hours	O ₂ uptake(ml)											
	-0.75MPa			-1.00MPa			-1.50MPa			Control		
	R*	B*	W*	R	B	W	R	B	W	R	B	W
1	—	—	—	—	0.2	—	—	0.1	0.2	—	0.8	0.8
2	—	1.0	0.8	0.1	1.2	0.8	0.2	0.9	1.2	—	1.4	1.2
3	—	2.1	1.7	0.2	2.3	1.4	0.4	1.8	1.3	0.1	2.8	2.6
4	0.2	3.4	2.5	0.3	3.6	2.2	0.5	2.7	1.6	0.4	4.2	3.9
5	0.3	5.0	3.7	0.5	5.4	3.2	0.7	4.0	2.2	0.8	5.6	5.2
6	1.0	6.6	5.2	1.2	7.2	4.4	1.4	5.4	3.0	1.5	7.2	6.9
7	1.6	8.2	6.7	1.8	9.0	5.8	2.0	7.0	4.0	2.4	9.0	8.8

* R : Rice : Dongjinbyeo
 B : Barley : Chalssalbori
 W : Wheat : Geurumil

Table 2. Germination percentage of PEG-treated seed in rice, barley and wheat

Crops	Cultivars	PEG Concentration(MPa)			
		-0.75	-1.00	-1.50	Con.
Rice	Dongjinbyeo	94	98	96	98
	Daechungbyeo	100	99	99	99
	Seoanbyeo	99	99	100	100
	Jinmibyeo	98	100	99	100
	Ipumbyeo	99	97	98	99
	Palgongbyeo	97	97	98	100
	Hwasungbyeo	99	99	99	100
	Hwayoungbyeo	96	96	96	100
	Mean	98.3	98.1	98.4	99.5
Barley	Hinssalbori	93	97	93	87
	Saessalbori	90	98	94	88
	Chalssalbori	97	91	87	92
	Mudeungbori	99	98	98	88
	Jinyangbori	99	96	98	100
	Dusan 22	95	94	93	97
	Dusan 29	97	98	99	95
	Mean	95.7	96.0	94.6	92.4
Wheat	Geurumil	89	87	91	90
	Eunpamil	97	95	96	99
	Mean	95.7	95.0	95.5	95.5
	Total	96.5	96.4	96.2	96.0

果를 나타냈다.

표 4는 벼, 보리, 밀 종자에 PEG를 농도별로 처리하여 발아所要시간을 나타낸 것이다. 벼에서는 PEG -0.75에서 발아所要시간이 40.5시간으

로 대조구의 46.6시간보다 뚜렷히 단축되었는데 PEG -1.00과 -1.50 MPa에서는 각각 44.2, 45.3 시간으로 농도가 높아질수록 발아가 지연되었다. 보리와 밀에서는 PEG 처리에 의한 발아所

Table 3. Germination percentage of seeds with PEG treatment, accelated ageing treatment, PEG treatment after accelated ageing and polymer coating after PEG treatment in rice, barley and wheat

Crops	Cultivars	PEG concentration(MPa)													
		-0.75				-1.0				-1.50				Con.	
		O*	AO	P	W	O	AO	P	W	O	AO	P	W	Con.	A
Rice	Dongjinbyeo	94	96	97	-	98	94	93	-	96	96	100	-	98	87
	Hwayoungbyeo	96	96	-	-	96	98	64	97	96	98	85	94	100	93
Barley	Chalssalbori	97	87	31	27	91	89	46	-	87	95	41	71	92	46
	Saessalbori	90	93	97	91	98	94	54	1	93	96	91	68	88	63
Wheat	Geurumil	89	92	78	64	87	79	83	73	91	89	85	-	90	44
	Eunpamil	97	85	93	92	95	92	97	9	96	93	91	97	99	28

* O : Osmoconditioning with PEG
 AO : Osmoconditioning after accelated ageing treatment
 P : Polyvinylpyrrolidone coating after osmoconditioning
 W : Waterlock coating after osmoconditioning
 A : Accelated ageing treatment

Table 4. Germination time of seeds osmoconditioning with PEG and polymeric coating after osmoconditioning treatment seeding rice barley and wheat

Crops	Cultivars	PEG concentration(MPa)									
		-0.75			-1.00			-1.50			Con.
		Con.*	P	W	Con.	P	W	Con.	P	W	
..... hour											
Rice	Palgongbyeo	40.5	46.7	53.1	44.2	47.6	54.4	45.3	46.7	55.3	46.6
Barley	Hinssalbori	30.5	28.0	27.1	29.4	30.7	30.6	30.3	32.9	31.8	30.5
Wheat	Geurumil	30.7	34.5	34.0	30.8	33.9	33.3	31.6	33.0	37.5	31.8
Mean		33.9	36.4	38.0	34.8	37.4	39.4	35.7	37.5	41.5	36.3
SD		5.71	9.49	13.46	8.17	8.97	13.03	8.31	7.93	12.25	8.94

* CON : Control
 P : Polyvinylpyrrolidone coating after osmoconditioning
 W : Waterlock coating after osmoconditioning

要時間 短縮은 나타나지 않았다. PEG 處理 後 polymer를 coating할 때 coating polymer別 發芽 所要時間을 보면 벼에서는 waterlock이 PEG -0.75, -1.00, -1.50 MPa에서 각각 53.1, 54.4, 55.5 시간으로 대조구 46.6 시간에 비해 發芽가 매우 遲延되었고, PVP는 각각 46.7, 47.6, 46.7로 대조구와 비슷하게 나타났는데 PEG 濃度間 差異는 뚜렷하지 않았다.

보리에서는 waterlock coating으로 PEG

-0.75 MPa에서 27.1시간으로 대조구 30.5시간 보다 3.4시간 정도 단축 되었을 뿐 -1.00 MPa에서는 30.6시간으로 대조구와 같았고 -1.50 MPa에서 發芽 所要時間이 31.8시간으로 대조구보다도 1.3시간 정도 지연되었다. 이 같은 경향은 PVP coating 에서도 비슷하였다.

밀에서는 polymer coating으로 오히려 모든 PEG 處理 濃度에서 發芽 所要時間이 길어지는 경향을 보였다.

Table 5. Seedling height under PEG treatment, accelated ageing treatment, PEG treatment after accelated ageing and polymer coating after PEG treatment in rice, barley and wheat

Crops	Cultivars	PEG Concentration(MPa)													
		-0.75				-1.00				-1.50				Con.	
		O*	AO	P	W	O	AO	P	W	O	AO	P	W	Con.	A
..... mm															
Rice	Dongjinbyeo	95	87	101	-	96	90	97	-	93	91	105	-	82	79
	Hwayoungbyeo	99	91	-	-	99	93	62	109	96	95	84	95	86	86
Barley	Chalssalbori	84	68	65	69	82	69	43	-	78	58	29	81	65	45
	Saessalbori	33	28	25	36	31	32	38	-	28	29	34	19	45	26
Wheat	Geurumil	75	60	68	57	74	67	65	72	72	64	64	-	57	55
	Eunpamil	61	45	55	65	58	53	59	-	49	49	65	57	60	35

* O : Osmoconditioning with PEG
 AO : Osmoconditioning after accelated ageing treatment
 P : Polyvinylpyrrolidone coating after osmoconditioning
 W : Waterlock coating after osmoconditioning
 A : Accelated ageing treatment

2. PEG 處理種자의 幼苗生長性

표 5는 種子處理 差異에 따른 幼苗의 草長을 나타낸 것인데 벼에서는 老朽化 處理 種자가 無處理 種子보다는 草長이 더 크게 나타났으나, 보리와 밀에서는 老朽化 處理로 草長의 단축이 뚜렷하였다. 老朽化 處理後 PEG 處理한 種자의 草長은 벼를 제외하고는 모든 PEG 處理에서 老朽化 處理 種子보다는 훨씬 더 컸는데 品種別로 각각 상이한

결과를 보였다.

표 6은 幼苗의 生長性 정도를 조사하기 위해서 PEG 濃度別로 지상부와 뿌리의 乾物重과 最根長을 조사한 것이다.

벼에서는 PEG -0.75, -1.00 MPa의 總乾物重은 각각 15.6, 15.4, 15.0g으로 대조구의 15.3g과 비슷하였다. 보리는 PEG -0.75, -1.00, -1.50MPa의 總乾物重이 각각 13.6, 14.0, 14.8로 PEG 濃度가 높아질수록 增加하였으나 밀은

Table 6. Seedling characteristics of PEG treated seed in rice, barley and wheat

Crops	Cultivars	PEG Concentration(MPa)															
		-0.75				-1.00				-1.50				Con.			
		DS*	RL	DR	T	DS	RL	DR	T	DS	RL	DR	T	DS	RL	DR	T
Rice	Hwayoungbyeo	11.0	253.7	4.6	15.6	11.0	247.9	4.4	15.4	10.5	249.5	4.5	15.0	10.4	251.6	4.9	15.3
Barley	Chalssalbori	8.7	89.4	4.9	13.6	9.5	80.7	4.5	14.0	10.0	84.5	4.8	14.8	8.3	82.4	4.9	13.2
Wheat	Geurumil	9.0	84.5	4.5	13.5	9.1	77.7	4.5	13.6	8.7	78.6	5.0	13.7	8.6	80.4	4.6	13.4

* DS(mg) : Dry matter of shoot /100 seedlings
 RL(mm) : The longest root length /seedling
 DR(mg) : Dry matter of root /100 seedlings
 T(mg) : Total Dry matter of 100 seedlings

벼와 비슷하게 PEG 濃度간 差異가 인정되지 않았다.

3. PEG 處理種子の 圃場 出芽

1) 圃場 出芽 · 立苗率

표 7은 PEG 處理 種子の 圃場 立苗率을 나타낸 것이다. 圃場 出芽率의 향상을 위하여 여러 방면에서 많은 研究 結果가 보고되었는데 과거에는 種子 發芽環境條件을 種子에게 부여해 주려는 방향에서 研究되었지만, 環境條件을 제한한다는 것은 實用性이 낮을 뿐만 아니라 費用이 많이 소요되는 까닭에 근래에는 種자를 環境에 適應시키려는 방향에서 주로 研究되고 있다. 벼에서는 PEG를 處理한 種자가 處理하지 않은 種자에 비하여 圃場 出芽率이 높았고 出芽 所要時間 또한 뚜렷히 減少되어 PEG 處理는 圃場에서 받을 수 있는 stress를 最小化하기 때문에 圃場出芽率도 높고 出芽 所要시간도 단축된다는 다른 보고들^{7,24,32,34)}과 유사한 결과였다. 보리와 밀에서도 정도의 차이는 있지만 벼와 비슷한 양상을 보였다.

2) 土壤水分含量과 圃場 出芽率

PEG 處理 種子の 環境 適應性을 조사하기 위해 토양 수분을 50, 70 및 90%로 調節하여 播種

하였던 結果는 표 7과 같다. 土壤 水分 含量은 70%가 出芽 · 立苗에 最適조건으로 알려져 있는데 본 실험 結果와 作物別로 상이하였다. 벼에서는 土壤水分含量이 가장 높은 90%에서 出芽率이 가장 높게 나타났으나, 보리와 밀에서는 이와는 반대로 土壤水分含量 50%에서 가장 높았다. 이 같은 結果는 벼는 보리나 밀과는 달리 水生植物이기 때문에 土壤水分 含量이 높을수록 出芽率이 높았다. PEG 處理 結果 대조구에 비하여 모든 土壤水分 條件에서 出芽 · 立苗率이 훨씬 높게 나타났던 것은 環境 適應性이 그만큼 탄력있음을 시사해 주는 것으로 이에 대한 研究는 앞으로 좀 더 주도면밀하게 수행되어야 할 것으로 생각된다. 우리나라 農業의 가장 중대한 改善策의 하나는 國際 競爭力의 提高인데 이는 省力化로만 가능하리라고 본다. 현재 벼 栽培에 있어서 省力化를 하기 위한 일환으로 벼의 直播栽培가 급속하게 확산되어 가고 있지만 圃場 出芽 · 立苗에 대한 研究는 주로 播種量과 播種時期에 초점이 맞춰지고 있을 뿐 種자를 環境에 適應시키려는 研究는 매우 미진한 실정이다. 본 研究 結果 osmoconditioning 處理뿐만 아니라 種子發芽에 필요한 물질을 직접 供給할 수 있는 polymercoating에 대한 研究도 병행하여 벼 直播栽培의 가장 큰 障害要因의 하나인 圃場 出芽 · 立苗를 安定化하여야 할 것으로 생각된다.

Table 7. Emergence percentage and time of PEG teated seed in rice, barley and wheat

	Soil moisture content (%)	Crops											
		Rice				Barley				Wheat			
		Con.	-0.75	-1.00	-1.50	Con.	-0.75	-1.00	-1.50	Con.	-0.75	-1.00	-1.50
	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	
Emergence percentage	50	73	84	90	87	99	97	91	89	91	94	69	55
	70	92	95	96	93	85	93	83	76	87	88	75	68
	90	92	96	98	94	78	95	79	65	75	77	75	75
	Mean	85	91	94	91	87	95	84	76	83	86	73	66
Emergence Time*	50	128.7	126.8	116.8	114.3	48.5	44.0	51.0	54.0	58.9	56.1	67.3	70.1
	70	116.6	110.5	106.1	108.8	57.1	45.8	53.2	58.0	60.1	67.0	62.1	62.1
	90	102.5	100.2	101.4	101.8	53.6	45.5	60.0	71.1	60.9	62.5	62.0	61.1
	Mean	115.9	112.5	108.1	108.3	53.0	45.1	54.7	61.0	59.9	61.8	63.8	64.4

* Hours to 50% emergence from seeding

摘 要

種자에 osmoconditioning 處理하여 圃場 立苗 率을 安定化함으로써 省力栽培의 基礎로 活用하기 위하여 벼, 보리 및 밀 種자에 PEG를 處理하여 發芽, 幼苗生長性 및 圃場 立苗率에 미치는 影響을 調査하였던 바 그 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 水分吸水率은 보리가 가장 높았고 벼가 가장 낮았으며 보리에서는 PEG 處理 種자가 無處理 種자보다 훨씬 높았으나 벼와 밀은 濃度間 큰 差異가 없었다.
2. 種子呼吸量은 PEG 處理 種자가 無處理 種자에 비하여 낮았고 보리와 밀의 呼吸量이 벼보다 훨씬 높았으나 PEG 處理 濃도가 높아질수록 벼는 점차 增加하였다.
3. 全體 平均 發芽率은 PEG 處理 種자가 無處理 種자보다도 높았으나, 無處理 種자의 發芽率이 원래 높았던 벼에서는 PEG 處理 效果가 뚜렷하지 않았지만 無處理 種자의 發芽率이 낮았던 보리에서는 效果가 컸다.
4. 老朽化 處理로 種자의 發芽率은 낮아졌으나 再 PEG 處理할 때는 發芽率이 급속히 回復되었다.
5. PEG 處理 後 PVP와 waterlock를 再 coating한 種子에서는 coating polymer의 影響이 PEG 處理보다도 더 크게 나타났고, 보리·밀과는 달리 벼에서는 polymer에 따라 品種間 특이한 發芽樣相을 보였다.
6. PEG 處理로 發芽所要時間은 벼, 보리 및 밀에서 크게 短縮되었고 PEG 處理 濃度間 差異는 뚜렷하지 않았다.
7. PEG 處理로 草長은 벼에서는 더 커졌지만 보리와 밀에서는 品種간 각각 다양한 結果를 보였고, PEG 處理 後 polymercoating 種子에서도 polymer에 따라 각각 달랐다.
8. 乾物重은 作物別로 각각 달랐는데 벼와 밀에서는 PEG 濃度 차이가 없었고 보리에서는 PEG 處理 濃도가 점차 높아질수록 增加하였다.

9. 圃場出芽率은 PEG 處理 種자가 훨씬 높았는데 濃도가 높아질수록 減少하였고, 벼는 土壤 水分含量 90%에서, 보리와 밀은 각각 50, 70%에서 가장 높았다.
10. 圃場 出芽 所要時間은 벼가 보리와 밀보다도 훨씬 길었고 벼에서는 圃場 水分含量이 높을수록, 보리와 밀에서는 낮을수록 短縮되었다.

引用文獻

1. Alvarado, A. D. and K. J. Bradford. 1988. Priming and storage of tomato (*Lycopersicon lycopersicum*) seed. I. Effects of storage temperature on germination rate and viability. *Seed Science and Technology* 16:601-612.
2. Argerich, C. A., K. J. Bradford and A. M. Tarquis. 1989. The effects of priming and ageing on resistance to deterioration of tomato seeds. *Journal of Experimental Botany* 40:593-598.
3. Armstrong, H. and M. B. McDonald. 1992. Effect of osmoconditioning on water uptake and electrical conductivity in soybean seeds. *Seed Sci.* 20:391-400.
4. Bodworth, S. and J. D. Bewley. 1979. Osmotic priming of seeds of crop species with polyethylene glycol as a means of enhancing early and synchronous germination at temperatures. *Can. J. Bot.* 59:672-676.
5. Bradford, K. J., 1986. Manipulation of seed water relations via osmotic priming to improve germination under stress conditions. *Horticultural Science* 21:1105-1112.
6. Bray, C. M., P. A. Davison, M. Ashraf and R. M. Taylor. 1989. Biological changes during osmopriming of leek seeds. *Annals of Botany* 63:185-193.

7. Calero, E., S. H. West and K. Hinson. 1981. Water absorption of seeds and associated casual factors. *Crop Sci.* 21:926-933.
8. Davision, P. A. and C. M. Bray. 1991. Protein synthesis during osmopriming of leek (*Allium porrum* L.) seeds. *Seed Science Research* 1:29-35.
9. Dearman, J., P. A. Brocklehurst and R. K. L. Drew. 1986. Effects of osmotic priming and ageing on onion seed germination. *Annals of Applied Biology* 108:639-648.
10. Dell Aquila, A. and J. D. Bewley. 1989. Protein synthesis in the axes of polyethylene glycol-treated pea seed and during subsequent germination. *Journal of Experimental Bot.* 40(218):1001-1007.
11. Dell Aquila, A., 1992. Water uptake and protein synthesis in germinating wheat embryos under the osmotic stress of polyethylene glycols. *Journal of Bot.* 69:167-171.
12. Dell Aquila, A. and P. Spada. 1992. Regulation of protein synthesis in germinating wheat embryos under polyethylene glycol and salt stress. *Seed Science Research.* 2:75-80.
13. Drew, R. L. K. and J. Dearman. 1993. Effect of osmotic priming on germination characteristics of celeriac. *Seed Science and Technology* 21:411-415.
14. Ellis, R. H., T. D. Hong and E. H. Robert. 1991. Seed moisture content, storage, viability and vigour. *Seed Science Research* 1:275-279.
15. Emmerich, W. E. and S. P. Hardegree. 1991. Seed physiology, production and technology. *Crop Sci.* 31:454-458.
16. Finch-Savage, W. E., D. Gray and D. M. Dickson. 1991. The combined effects of osmotic priming with plant growth regulator and fungicide soaks on the seed quality of five bedding plant species. *Seed Sci. & Technol.* 19:495-503.
17. Fujikura, Y. and C. M. Karssen. 1992. Effects of controlled deterioration and osmopriming on protein synthesis of cauliflower seeds during early germination. *Seed Science Research* 2:23-31.
18. Gray, D., L. K. Drew, W. Bujalski and A. W. Nienow. 1991. Comparison of polyethylene glycol polymers, betain and L-proline for priming vegetable seed. *Seed Science and Technology* 19:581-590.
19. Heydecker, W., J. Higgins and R. L. Gulliver. 1973. Accelerated germination by osmotic seed treatment. *Nature(Lond)* 246:42-44.
20. Huang, Y. G. 1989. Enhancing tolerance of lodgepole pine and white spruce seeds to thermo-hygro-stresses by osmoconditioning. *Seed Science and Technology* 17:341-353.
21. 金碩鉉, 崔震龍, 鄭珉洪, 韓徑浩. 1992. Birdsfoot Trefoil과 Red Clover의 圃場 出現率豫測을 위한 몇가지 Stress 檢定法 比較. 韓作誌 3792):171-177.
22. 景根先, 金鎮淇, 玄東允. 1994. 低溫에서 볍씨 發芽에 미치는 滲透處理效果. 韓作誌 39(5):465-472.
23. Liming, S., D. M. Orcutt and J. G. Foster. 1992. Influence of polyethylene glycol and aeration method during imbibition on germination and subsequent seedling growth of flatpea. *Seed Science and Tech.* 20:349-357.
24. Meshcheryakov, A., E. Steudle and E. Komor. 1992. Gradients of turgor, osmotic pressure and water potential in the cortex of the hypocotyl of growing ricinus seedlings. *Plant Physiol.* 98:840

25. Michel, B. E. and M. R. Kaufman. 1973. The osmotic potential of polyethylene glycol 6000. *Plant Physiol.* 51:914-916.
26. 민태기. 1993. 담배 種子의 播種前 處理가 發芽 및 苗의 均一性에 미치는 影響. 韓作誌 38(6):507-512.
27. Muhyaddin, T. and H. J. Wiebe. 1989. Effects of seed treatment with polyethylene glycol on emergence of vegetable crops. *Seed Science and Technology* 17:49-56.
28. Nienow, A. W., W. Bujalski, G. M. Petch, D. Gray and R. L. K. Drew. 1991. Bulk priming and drying of leek seeds: the effects of polyethylene glycol and fluidised bed drying. *Seed Science and technology* 19:107-116.
29. Probet, R. J., S. V. Bogh, A. J. Smith and G. E. Wechsberg. 1991. The effects of priming on seed longevity in *Ranunculus sceleratus* L. *Science Research* 1:243-249.
30. Savino, G., P. M. Haigh and P. De Leo. 1979. Effects of presoaking upon seed vigour and viability during storage. *Seed Science and Technology* 7:57-64.
31. Takahashi, N. 1965. Studies on the germination of rice seeds and characteristics at various periods in germination process. *Sci. Rep. Inst., Tohoku Univ., D*, 16:1-20.
32. 成樂春, 朴根龍, 趙載英. 1990. 溫度, polyethylene glycol, 黃酸 處理가 紫雲英의 發芽에 미치는 影響. 韓作誌 35(3):248-253.
33. Taylorson, R. B. 1991. Recent advances in the development and germination of seeds. *Seed Science Research* 1:282-282.
34. Veronica, M. V. and K. J. Bradford. 1987. Effects of seed coating osmotic priming on the germination of Lettuce Seeds. *J. Amer. Soc. Horti. Sci.* 112(1):153-156.