

大豆種子の polymer coating 研究*

1. polymer coating 種子の conductivity 差異

李成春** · J. S. Burris***

Studies on Polymer Coating in Soybean Seeds*

1. Difference of Electrolyte Leaching of Polymeric Coating Soybean Seed

Sheong Chun Lee** and J. S. Burris***

ABSTRACT : These experiment were conducted to evaluate the environmentally acceptable polymers, and 10 polymers were used in these study, and to investigate conductivity, germination percentage, water uptake of polymeric coating soybean seed. The conductivity of polymeric coating seed is higher than that of none coating seed and the highest conductivity was obtained with waterlock coating seed among the 10 polymer coating seed. As the soaking time was long, the conductivity was increased. The conductivity of large seed was higher than that of small seed, and that of long period storage seed was higher than that of short period storage seed. The effects of seed coating polymers on uptake water were various, and daran 8600 inhibited uptake water of low quality seed. The waterlock, captan, klucel and sacrust was rised germination percentage, and daran 8600 was declined germination percentage, and the effect of coating polymers on germination percentage of low quality seed was higher than that of high quality seed.

Key word : Polymer, Coating, Conductivity meter, Germination percentage

種子 coating은 종자가 發芽하고 입묘하는데 필요한 物質을 종자와 종자에 接하는 토양에 직접 供給함으로써 發芽微細環境(Micro-environment)改善에 있어서 效率面에서나 經濟的인 面에서 매우 理想的인 方法으로 수년 전부터 歐美 農業 先進國에서 매우 廣範圍하게 연구되고 있다^{3,7-9,15,17,23,24,26,31}).

J. S. Burris 등(1991)은 콩과 옥수수 종자에 Sepiret의 20여종의 Polymer를 coating하여 適溫

과 低溫에서의 발아율을 조사하였고, M. Dadlani 등(1992)은 벼 종자에 Na-alginate를 50g L⁻¹濃도로 coating한 다음 CaO를 10g L⁻¹농도로 再 coating하여 24시간 동안 30℃에 乾燥한 뒤 발아시켰을 때 coating 종자의 발아율이 coating하지 않은 종자에 비하여 훨씬 높았음을 報告하였다. S. H. West(1985)등은 高溫과 높은 濕度에서 完전하게 종자를 貯藏하기 위해 콩에 Polyvinylalcohol

* 이 論文은 '92 韓國科學財團 海外 post Doc. 研究費에 의하여 遂行되었음.

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

*** Seed Science Center, Iowa State University

(PVOH)의 3종의 Polymer를 coating하였던 결과 關係濕度 100%에서도 吸濕防止 效果가 탁월함을 보인 바 있다. W. D. Hwang(1991)은 Ethyl cellulose를 coating하여 過濕한 토양조건에서 過多水分吸水에 의한 콩 종자 腐敗를 막고 포장 출현율을 향상시키는 등 많은 연구 결과가 보고되어 있지만 우리나라에서는 이에 대한 연구 결과가 거의 없는 실정이다.

한편, Conductivity meter에 의한 종자 vigour 측정은 Matthews 등(1967,1968)에 의해 최초로 보고된 이래로 많은 연구자에 의하여 修正 補完 되어 최근에는 International Seed Testing Association과 Association of Official Seed Analysts의 세계적인 種子學會에서 공인을 받고 있는 간편한 종자 vigour 조사 방법의 하나다^{11,12,16,19}.

콩 종자를 대상으로 한 주요한 연구결과에 의하면 침종하는 물, 침종기간의 온도, 종자의 크기와 조사 종자의 수분함량조건 등이 conductivity에 크게 영향을 주는 것으로 알려져 있다^{10,22,29}. 이는 25립의 종자를 蒸溜水에 일정기간 침종하여 종피를 통해서 溶出되는 전해질량에 의해 conductivity meter가 나타나기 때문에 어떤 종자에서 많은 電解質이 용출되면 전체적인 conductivity가 달라지는 점이 단점으로 지적 되어 최근에는 종자 하나하나를 조사할 수 있는 종자자동분석 computer (ASAC 1000)가 개발되어 이용되고 있다^{1,25}.

본 연구는 polymer coating 종자의 환경적응성을 조사하기 위한 일환으로 콩 종자의 각 coating polymer 별 conductivity meter를 조사하였던 바 그 결과를 보고하는 바이다.

材料 및 方法

供試品種은 1992년 Iowa State University 부속농장에서 栽培한 Charleston, Bell, Resniks, Pellars 86 및 Vinton 81 등 5품종을 收穫期에 손으로 수확조제하여 乾燥室에서 수분함량 12%로 건조하여 온도조건 5℃의 저온 종자 貯藏室에 보관하였다.

종자의 수확년도 차이에 따른 conductivity

meter를 조사하기 위하여 Pioneer종자회사에서 1991년과 1992년에 각각 생산한 Bell, Marcus 2품종을 구입하여 25℃ 常溫조건에 보관 하였다. 종자저장실과 상온 조건에 보관한 각각의 종자를 Waterlock 외 9종의 polymer를 종자 1kg에 polymer 20g을 1% (W/V)농도로 조정하여 coating 하였다. Coating은 Iowa State University의 Seed Science Center에서 考案 製作한 실험용 coating machine으로 均一하게 하였다.

Coating한 종자를 Automatic Seed Analyzer (ASA-1000)용의 종자침지용 Tray(100개의 종자를 각각 침지할 수 있음)에 Cell당 종자를 각각 1립씩 넣고 3ml의 증류수를 채워 침종한 후 2, 4, 8, 12 및 24시간에 Automatic Seed Analyzer (ASA-1000)로 용해된 전해질량을 측정하였다.

Coating 종자의 수분흡수력을 조사하기 위하여 온도 25℃의 증류수에 침종한 다음 2, 4, 8, 12, 24시간에 종자무게를 稱量하였다.

Coating 종자의 발아력을 측정하기 위해 Burris 등의 방법¹¹에 의해 pH 7.0인 germination paper (Anchor사 제품)에 Paper당 50립씩 3반복으로 파종하여 온도 30/20℃로 조정한 germinater에 치상한 후 5일에 發芽率, 發芽狀態(正常, 非正常發芽)를 조사하였다.

結果 및 考察

표 1은 손으로 收穫 調製하여 低溫 種子保管室에 貯藏한 종자를 대상으로 waterlock 외 9종의 polymer를 1% 濃度로 均一하게 coating한 다음 48시간동안 25℃에서 乾燥한 後 Automatic Seed Analyzer(ASA-1000)으로 침종 후 24시간에 conductivity meter로 용해된 電解質量을 조사한 결과다. coating한 polymer별 conductivity를 보면 對照區 33.0 μ mho. seed⁻¹에 비하여 모든 coating polymer에서 conductivity meter가 높게 나타났는데 이는 처리 polymer가 용해되어 나타난 결과로 보여진다. 품종별로는 Bell 품종이 가장 높았고 Charleston 품종이 가장 낮았는데 대조구에서도 이와 같은 결과를 보여 종자의 conductivity는 種

Table 1. Difference of electrolyte leaching of polymeric coating soybean seeds after 24 hour soaking

Polymers	Conductivity($\mu\text{mho. seed}^{-1}$)					Mean
	Bell*	Charleston	Resniks	Pellar 86	Vinton 81	
100seed Wt. (g)	16.3	14.6	14.1	17.8	21.2	
Control	50	25	26	33	31	33
Waterlock	<u>57</u>	<u>31</u>	<u>35</u>	<u>36</u>	<u>39</u>	<u>40</u>
Surelease	52	27	27	34	33	35
Daran 8600	52	26	29	34	33	35
Captan	55	25	28	34	31	35
Klucel	53	29	27	33	33	35
Hydroxyethyl-cellulose	54	26	27	32	35	35
Colorcon	51	25	28	35	35	36
Sacrust	54	28	29	34	35	36
Eudracit	51	25	28	33	33	34
Sepiret G	49	25	27	33	34	34
Mean	52.8	26.7	28.5	33.8	34.1	35.2
LSD 0.05	NS	3.6	2.7	NS	1.9	

* : Variety name

Note : Single underline signified the highest conductivity.

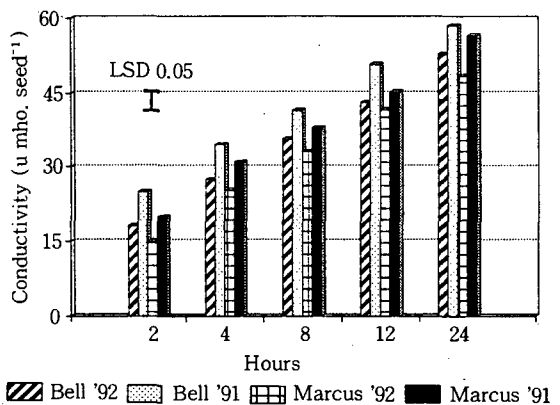
皮的透過性和 종피의 表面積에 比例한다는 W. D. Hwang 등¹³⁾의 보고와 類似하였다. Conductivity가 가장 높은 polymer를 품종 별로 보면 Bell, Charleston, Resniks, Pellar 86 및 Vinton 81 등 전체 품종에서 Waterlock이 각각 57, 31, 35, 36, 39 $\mu\text{mho. seed}^{-1}$ 로 가장 높았다.

침종 후 경과시간 별로 polymer coating 종자의 conductivity를 나타낸 것이 표 2인데 浸種後 經過時間이 길어질 수록 conductivity가 順次的으로 높아졌다. 이 같은 결과는 conductivity가 種皮를 통해서 遊離되는 糖, 아미노산, 蛋白質 및 phenol 성 물질에 의해 영향을 받는다는 H. J. Hill 등¹¹⁾의 결과와 비슷한 傾向으로 浸種時間이 길어질 수록 이들 물질의 溶解量이 증가하여 conductivity가 높아진 결과로 보여진다.

世界的인 兩大 公認協會인 International Seed Testing Association(ISTA)와 Association of Seed Analysts(AOSA)의 종자 vigour test 規則²⁾에 의하면 콩 종자의 conductivity는 침종 후 24 시간에 조사하는 것이 원칙이지만 대조구와는 달리

Table 2. The time course of electrolyte leaching of different polymeric coating soybean seed

Polymers	Conductivity($\mu\text{mho. seed}^{-1}$)				
	2h	4h	8h	12h	24h
Control	17.2	20.6	24.8	31.2	33.0
Waterlock	24.6	25.4	29.8	34.0	38.4
Surelease	19.4	21.4	25.8	31.0	34.6
Daran 8600	17.8	18.0	22.0	29.2	35.0
Captan	21.6	22.6	26.6	32.2	35.2
Klucel	22.0	23.0	26.4	32.2	36.0
Hydroxyethyl-cellulose	19.0	21.2	25.2	30.8	34.6
Colorcon	21.6	24.2	26.8	29.0	34.8
Sacrust	20.6	22.6	23.4	32.0	36.0
Eudracit	19.2	22.6	25.6	31.2	34.0
Sepiret G	19.2	21.4	24.8	30.4	33.6
Mean	20.5	22.2	25.6	31.2	35.2
LSD 0.05	3.9	3.7	3.3	NS	NS



* 100 seed weight : Bell 16.3g, Marcus 14.4g

Fig. 1. Changes in conductivity meter of different seed conditions and soaking time in polymeric coating soybean seed.

10종의 polymer를 coating한 관계로 침종시간 별로 조사를 하였다.

그림 1은 生産年度가 다른 Bell 품종('91, '92 에 수확종자)와 Marcus 품종('91, '92에 수확종자)에 10종의 polymer를 coating하여 浸種後 經過時間 別로 conductivity를 나타낸 것이다. 두 품종 공히 정도의 차이는 있지만 침종시간이 길어질 수록 conductivity가 점차 높아졌는데 Bell 품종이

Marcus 품종에 비해 모든 조사구에서 conductivity가 높게 나타났다. 이 같은 결과는 Bell 품종의 100립중이 Marcus보다 무거웠던 것에 基因한 것으로 conductivity는 종자크기에 비례한다는 보고와 비슷하였다¹³⁾. 종자의 생산년도로 보면 수확한 지 2년째인 '91년도 종자가 '92년도 종자에 비해 conductivity가 훨씬 높았는데 이는 종자의 질이 떨어질수록 종피가 損傷되어, 이 種皮를 통하여 각종 電解質이 溶出되어 conductivity가 높다는 다른 보고^{14,16)}와 類似한 傾向이었다.

표 3은 polymer coating한 콩 종자의 coating polymer, 품종 및 종자 생산년도에 따른 침종 24시간 후의 水分吸水率을 조사한 결과이다. Polymer 별 흡수율은 Daran 8600 만이 置床 前 종자무게의 1.92배의 수분을 흡수하여 흡수율이 가장 낮았을 뿐 다른 polymer는 2.31-2.44배로 거의 비슷하였다. 품종별 吸水率은 Bell과 Marcus가 거의 같았으며, 種子條件別로는 '92년에 수확한 종자가 '91년에 수확한 종자보다도 平均吸水率이 약간 많았을 뿐 큰 差異를 나타내지 않았으나 흡수율이 低調하였던 Daran 8600 polymer를 coating한 '91년도 수확 종자에서는 Bell과 Marcus 품종의 흡수율이

1.59, 1.51 배로 가장 低調하였다. 이 같은 결과는 '91년에 수확한 종자는 종자 vigour가 저하되어 劣惡한 環境條件에서는 발아력과 포장 出現率이 저조하다는 다른 報告^{20,21,27,30)}와 비슷하였다.

표 4는 polymer coating한 콩 종자의 發芽狀態를 보기 위하여 paper towel에 종자를 播種하여 정상발아율과 비정상발아율을 AOSA와 ISTA의 調査規則에 의하여 조사한 것이다. 품종간 정상발아율은 '92년 수확종자에서는 Bell과 Marcus 품종이 공히 92%로 같았으나 '91년 수확종자에서는 Marcus 품종이 86%로 Bell 품종 74%에 비해 12%나 발아율이 높았다. 비정상발아율은 '92년 수확종자에서 Bell과 Marcus 품종이 공히 8%로 '91년 수확종자의 18과 14%보다도 훨씬 적어 種子質이 優秀함을 보였다.

Coating polymer 별 정상발아율은 '92년 수확한 Bell 품종에서 Captan, Waterlock, Eudracit 등이 각각 98, 94, 94 %로 대조구의 92%보다 높았으며 나머지 polymer에서는 비슷하거나 오히려 낮았고, 비정상발아율은 Captan, Waterlock, Eudracit 등에서는 각각 2, 6, 6%로 대조구의 8%보다 는 낮았다.

한편 '91년 수확 종자의 정상발아율은 Bell 품종에서 Daran 8600 과 Colorcon F 만이 각각 18, 70%로 대조구 74%보다 낮았을 뿐 나머지 polymer coating 종자에서는 훨씬 높았고, 비정상발아율도 Colorcon F에서만이 높았을 뿐 나머지 polymer에서는 낮아 polymer coating이 수확한 지 1년이 경과한 종자의 발아에 매우 效果的이었다. Daran 8600 polymer를 coating한 종자에서 발아율이 극히 저조하였던 것은 표 3의 결과처럼 이 polymer가 종자의 吸濕을 크게 저해하였던 것에 기인한 결과로 이 polymer의 濃度別 흡습효과에 대한 보다 綿密한 연구가 필요하다고 본다. Marcus 품종의 정상발아율은 Captan, Sacrust, Colorcon F 등에서만 각각 92, 92, 88%로 높았을 뿐 나머지 polymer에서는 대조구와 같거나 오히려 저조하였고, 비정상발아율은 Captan, Colorcon F, Sacrust 등에서 각각 6, 6, 8%로 적었다.

이 같은 결과로 볼 때 polymer coating은 종자의 vigour가 떨어질 때 그 효과가 뚜렷함을 알 수

Table 3. Difference in water uptake of polymeric coating soybean seed with seed condition after 24hours soaking

Polymers	Mount of water absorption				Aver- age
	Bell '92 B/A*	Bell '91 B/A	Marcus '92 B/A	Marcus '91 B/A	
Waterlock	2.320	2.336	2.327	2.328	2.330
Surelease	2.351	2.417	2.330	2.342	2.360
Daran 8600	2.329	1.591	2.261	1.512	1.920
Captan	2.334	2.374	2.343	2.358	2.350
Klucel	2.362	2.392	2.333	2.242	2.330
Hydroxyethyl cellulose	2.162	2.238	2.313	2.296	2.225
Colorcon F	2.310	2.378	2.303	2.341	2.330
Sacrust	2.443	2.344	2.363	2.156	2.330
Eudracit	2.336	2.321	2.345	2.218	2.310
Sepiret G	2.215	2.193	2.473	2.298	2.229
Mean	2.317	2.258	2.339	2.209	2.270
LSD 0.05	NS	NS	NS	NS	NS

* A : Seed weight before the soaking

B : Seed weight after 48hours the soaking

Table 4. Variation of germination percentage of different coating polymers and seed condition in soybean

Polymers	Germination percentage											
	Bell '92			Bell '91			Marcus '92			Marcus '91		
	N*	AB	NG	N	AB	NG	N	AB	NG	N	AB	NG
Control	92	8	0	74	18	8	92	8	0	86	14	0
Waterlock	94	6	0	82	18	0	92	6	2	84	16	0
Surelease	76	24	0	82	12	6	96	4	0	78	22	0
Daran 8600	70	26	4	18	10	72	72	22	6	72	8	20
Captan	98	2	0	90	10	0	100	0	0	92	6	2
Klucel	92	8	0	82	12	92	98	2	0	86	14	0
Hydroxyethyl cellulose	86	14	0	88	10	2	96	4	0	84	16	0
Colorcon F	84	14	2	70	20	10	94	6	0	88	6	6
Sacrust	92	8	0	88	12	0	98	2	0	92	8	0
Eudracit	94	6	0	86	12	2	88	12	0	86	14	0
Sepiret G	92	8	0	84	14	2	90	10	0	78	22	0
Mean	88.2	11.3	2.4	76.7	13.5	17.6	92.4	6.8	0.8	84.0	13.2	2.8
LSD 0.05	4.9	4.9	1.7	6.3	4.6	4.0	6.7	5.0	1.5	5.9	4.6	2.6

* N : Normal germination percentage

AB : Abnoral germination percentage

NG : None germination percentage

摘 要

있었는데 품종에 따라 각기 相異한 결과를 보인 것은 공시품종의 種皮의 構造의 差^{14,18,21,22,28)}에 기인하는 것으로 생각된다. 또 같은 종류의 polymer coating이라 할 지라도 품종간 상이한 결과를 보인것은 차후 처리 농도를 달리하여 각각의 polymer와 품종 간 특이성에 대한 좀 더 면밀한 연구검토를 해야할 것으로 思料된다.

한편 conductivity meter와 발아력 간의 관계를 보면 conductivity meter는(그림 1) Bell 품종이 Marcus 품종에 비해 높았으며, 91년에 수확한 종자가 Bell과 Marcus 두 품종 모두 92년도에 수확한 종자에 비해서 높게 나타났으나, 발아율(표 4)은 92년 수확 종자에서 Bell과 Marcus 품종이 각각 92%로 비슷하였고, 91년 수확종자에서는 Bell과 Marcus 품종이 각각 74, 86%로 오히려 Marcus 품종이 높았다. 이 같은 결과는 같은 품종에서는 conductivity meter가 높은 종자가 낮은 종자에 비하여 질이 떨어지지만 품종 간에는 종피의 구조적인 차이에 기인 한다는 다른 보고들^{13,14,21)}과 유사한 결과였다.

Polymer coating 種子의 環境適應性을 究明하기 위한 一環으로 콩 종자에 10종의 polymer를 coating하여 각 coating polymer별 conductivity, 發芽力, 水分吸水力을 조사하였던 바 그 결과를 要約하면 다음과 같다.

1. Conductivity는 polymer coating한 종자가 coating하지 않은 종자보다 높았으며, 가장 높았던 polymer는 waterlock이었다.
2. Conductivity는 浸種 後 時間이 經過할 수록 높아졌고, 100립중이 무거울 수록 높았다.
3. 收穫年度가 오래된 종자의 conductivity가 當年에 수확한 종자보다도 높게 나타났다.
4. 水分吸水 정도는 coating polymer에 따라 각각 달랐는데 daran 8600은 질이 떨어지는 종자에서는 수분흡수를 크게 저해하였다.
5. Coating polymer 중 waterlock, captan, klucel, sacrust 등은 발아율을 상승시켰고, daran 8600은 발아율을 저하시켰으며 나머지 polymer는 품종에 따라 각각 달랐고 그 정도는 질이 떨어지는 종자에서 훨씬 컸다.
6. Polymer의 특성에 따라 水分吸水를 阻害하거

나 助長하였다.

引用文獻

1. Armstrong, H. and M. B. McDonald. 1992. Effects of osmoconditioning on water uptake and electrical conductivity in soybean seeds. *Seed Sci. & Technol.* 20:391-400.
2. Association of Official Seed Analysts. 1988. Rule for testing seed. Stone Printing Co., Lansing Michigan.
3. Baxter, L. and L. Watwer Jr. 1986. Effect of hydrophilic polymer seed coating on the field performance of sweet corn and cowpea. *J. Amer. Soc. ort. Sci.* 111:31-34.
4. Burris, J. S. and W. R. Fehr. 1971. Method for evaluation of soybean hypocotyl length. *Crop Sci.* 11:116-117.
5. Burris, J. S. and D. C. Mcgee. 1991. Seed coating technology. Research work at Iowa State University, Seed Science Center, Ames, Iowa 50011.
6. Dadlani, M., V. V. Shenoy and D. V. Seshu. 1992. Seed coating to improve stand establishment in rice. *Seed Sci. & Technol.* 20:307-313.
7. Fallon, R. E. 1980. Seedling emergence responses in ryegrasses (*Loium Spp.*) to fungicide seed treatments. *N. Z. Journal of Agr. Res.* 23:385-391.
8. Fallon, R. E. and R. H. Fletcher. 1983. Increased herbage production from perennial ryegrass following fungicide seed treatment. *N. Z. Journal of Agr. Res.* 26:1-5.
9. Gray, D. and R. L. K. Drew. 1991. Comparison of polyethylene glycol polymers, betaine and L-proline for priming vegetable seed. *Seed Sci. & Technol.* 19:581-590.
10. Hampton, J. G., K. A. Johnstone and V. Eua-umpon. 1992. Bulk conductivity test variables for mungbean, soybean and French bean seed lots. *Seed Sci. & Technol.* 20:677-686.
11. Hepburn, H. A., A. Powell and S. Matthews. 1984. Problems associated with the routine application of electrical conductivity measurements of individual seeds in the germination testing of pea and soybeans. *Seed Sci. & Technol.* 12:403-413.
12. Hill, H. J., A. G. Taylor and X. L. Huang. 1988. Seed viability Determinations in cabbage utilizing sinapine leakage and electrical conductivity measurements. *Journal of expr. Botanny.* 39(207):1439-1447
13. Hwang, W. D. and F. J. M. Sung. 1991. Prevention of soaking injury in edible soybean seed by ethyl cellulose coating. *Seed Sci. & Technol.* 19:269-278.
14. Kuo, W. H. J. 1989. Delayed-permeability of soybean seeds: characteristics and screening methodology. *Seed Sci. & Technol.* 17:131-142.
15. Langan, T. D., J. W. Pendleton and E. S. Oplinger. 1986. Peroxide coated seed emergence in water-saturated soil. *Agron. J.* 78:769-772.
16. Loeffler, T. M., D. M. Tekrony and D. B. Egli. 1988. The bulkconductivity test as an indicator of soybean seed quality. *Journal of Seed Technology.* 12(1):37-53.
17. Lowther, W. L. 1987. Application of molybdenum to inoculated, lime-coat white clover seed. *N. Z. Journal of experimental Agron.* 15:271-275.
18. McDonald, M. C. Jr., C. W. Vertucci and E. E. Roos. 1988. Seed coat regulation of soybean seed imbibition. *Crop Sci.* 28:987-992.

19. McDonald, M. C. Jr. and D. O. Wilson. 1980. ASA-610 ability to detect changes in soybean seed quality. *Journal of Seed Technology*. 5(1):56-66.
20. Nienow, A. W., W. Bujlski, G. M. Petch, D. Gray and R. L. K. Drew. 1991. Bulk priming and drying of leek seeds: the effects of two polymers of polymers of polyethylene glycol and fluidised bed drying. *Seed Sci. & Technol.* 19:107-116.
21. Nooden, L. D., K. A. Blakley and J. M. Grybowski. 1985. Control of seed coat thickness and permeability in soybean. *Plant Physiol.* 79:543-545.
22. Powell, A. A. 1986. Cellmembranes and seed leachate conductivity in relation to the quality of seed for sowing. *Journal of Seed Technol.* 10(2):81-100.
23. Scott, J. S., R. S. Jessop, R. J. Steer and G. D. Mclachlan. 1987. Effect of nutrient seed coating on the emergence of wheat and oat. *Fertilizer Res.* 14:205-217.
24. Scott, J. S. and J. S. Blair. 1987. Competition from *Vulpia myuros*(L.)C. C. gmelin in pastures, and its control by coating seeds with herbicides. *Aust. J. Exp. Agri.* 27:367-375.
25. Standard, S. A., P. Vaux and C. M. Bray. 1985. High-performance liquid chromatography of nucleotides and Nucleotide sugars extracted from wheat embryo and vegetable seed. *J. Chromatogr.* 318:433-439.
26. Taylor, A. G. 1987. Seed coating to reduce imbibitional chilling injury. *Annul Report of the bean Improvement cooperative.* 30:30-31.
27. Taylor, A. G., T. G. Min and C. A. Mallaber. 1991. Seed coating system to upgrade brassiceae seed quality by exploiting siapine leakage. *Seed Sci. & Technol.* 19:423-433.
28. Thomison, P. R., M. M. Kulik and D. A. Morris. 1989. Influence of etched seed coat on Phomopsis infection and electrolyte leakage of soybean seed. *J. of seed Technol.* 13:9-18.
29. Tyagi, C. S. 1992. Evaluating viability and vigour in soybean seed with automatic seed analyzer. *Seed Sci. and Tecnol.* 20:687-694.
30. Valdes, V. M. and K. J. Bradford. 1987. Effect of seed coating and osmotic priming on the germination of lettuce seed. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 112(1):153-156.
31. Wadha, M., A. Verma., K. L. Bajaj and R. Singh. 1989. Effect of seed encapsulation on leaching of components from groundnut(*Arachis hypogae*). *Seed Sci. & Technol.* 17:99-105.
32. West, S. h., S. K. Loftin, M. Wahl, C. D. Batich and C. L. Beatty. 1985. Polymer as moisture barriers to maintain seed quality. *Crop Sci.* 25:941-944.