

Priming, 溫度 및 光質이 미국자리공 種子의 發芽에 미치는 影響

姜晉鎬* · 柳永燮* · 金東一* · 李外淑* · 金成姬**

Effect of Priming, Temperature and Light Quality on Germination of Pokeweed(*Phytolacca americana*) Seed

Jin Ho Kang*, Yeong Seop Ryu*, Dong Il Kim*,
Oe Suk Lee* and Sung Hee Kim**

ABSTRACT : Pokeweed, a polycarpic plant, has been used as herbage medicine, vegetable or dye. It, however, is known as an aggressive plant in the vicinity of the industrial area evolving air pollutants. The experiment was done to determine the effect of priming using nitrates, germination temperature and light quality on germination of its seed to get information on the optimum germination process as well as its establishment. The daily percent germination was measured to 12 days after sowing since its seeds were treated by two different nitrates [KNO_3 , $Ca(NO_3)_2$], their different concentrations (0, 50, 150, 300mM), then treatment duration (1, 3, 6 days), different germination temperature(day/night; 30/30, 30/20, 20/30, 20/20°C) and light quality (red, white, dark) before or during germination. The percent germination was greater in the KNO_3 treatment than in the $Ca(NO_3)_2$ but in the priming treatment with KNO_3 in comparison with no-priming. In the priming treatment with KNO_3 , the percent germination was increased with its increased concentration to 150mM although decreased with delayed duration to 6 days. Regardless of light quality, the greater percent germination was shown in the order of 20°C constant and 20/30°C alternative, 30°C constant, 30/20°C alternative temperature. The germination was less in the dark during germination than in the illumination in which the red light had greater percent germination compared to white light. The seeds primed with KNO_3 were germinated under the alternative temperature even in the dark condition.

Key words : Pokeweed, Priming, Temperature, Light quality, Germination.

미국자리공(*Phytolacca americana*)은 외국에 서 귀화한 식물로서 우리 나라에 자생하고 있는 자리공 또는 섬자리공과 마찬가지로 이용 부위가 매우 다양하여 이른 봄 새순은 나물로, 열매의 육 질은 섬유 및 식품의 염료로, 건조된 뿌리는 商陸

이라 하여 예로부터 우리 나라를 포함한 동양에서 利尿, 便秘, 壞血, 梅毒, 水腫, 류마티스 등의 치료 제로, 프랑스 등 유럽에서는 감기, 偏頭痛, 喉頭 炎, 咽頭炎, 유방통증 등의 치료제로서 이용되고 있어 이용 범위가 넓은 식물이라 할 수 있다^{4,6,8)}.

* 경상대학교 농학과 (Dept. of Agronomy, Gyeongsang Natl. Univ., Chinju 660-701, Korea)

**경상대학교 생물학과 (Dept. of Biology, Gyeongsang Natl. Univ., Chinju 660-701, Korea)

〈'96. 10. 19 接受〉

현재 선진국에서는 미국자리공에 함유된 기능성 물질을 분리·동정한 결과 saponin 계통의 phytolaccosides, betalain 계통의 수용성 색소인 betacyanin과 betaxanthins, 凝血劑로 이용되는 lectin 계통의 mitogen 및 일부 virus의 번식에 효과가 있는 antiviral protein 등이 다량으로 함유되어 있으며, 이들의 효능 및 부가가치 향상을 위한 연구가 응용 단계를 넘어 실생활에 이용될 단계까지 진척되고 있다⁸⁾.

앞서 열거한 바와 같이 미국자리공에는 유용한 기능성 물질이 다양하게 함유되어 있어 유전 자원으로서의 이용가치가 높다고 할 수 있으나 우리나라에서는 大單位 工團 隣接地域에 群落을 형성하여 生態系를 파괴하는 식물로 인식되고 있어서 미국자리공의 효율적인 制御를 위한 대책 마련에 부심하고 있는 실정이다⁷⁾. 따라서 기능성 물질을 다량으로 함유하고 있는 미국자리공을 유전자원화하거나 효율적으로 制御하기 위한 일환으로서 미국자리공 종자의 發芽特性에 관한 기초 연구의 필요성이 대두되게 되었다.

미국자리공 종자의 發芽試驗을 충북농촌진흥원에서 2년간 반복하여 실시한 결과 최고 發芽率이 發芽溫度 30℃에서 14%이며, 餘他 處理에서는 아주 낮은 것으로 보고하였다³⁾. 미국자리공의 種子發芽에는 溫度, 光 및 窒酸化物(nitrates)이 복합적으로 관여하는 것으로 알려져 있으나^{2,10)} 이들 요인의 최적 수준에 대한 자료는 보고된 바 없다. 따라서 미국자리공의 種子發芽에 대한 이들 요인들의 최적 수준이 설정되어야 할 것이다.

미국자리공은 특히 건설공사 등으로 생겨난 裸切開地 또는 遮光이 일어나지 않는 지역에 쉽게 定着하나, 삼림이 울창한 지역에서도 국지적으로 번창하는 특성을 보이고 있다. 따라서 遮光이 되지 않은 裸地에 비하여 수목의 잎에 의하여 遮光이 일어나는 토양은 상대적으로 赤色光의 비율이 낮기 때문에⁹⁾ 이러한 光條件의 변화가 미국자리공의 種子發芽에 미치는 영향을 구명할 필요가 있을 것이다. 따라서 미국자리공의 資源化 또는 繁殖抑制에 대한 기초 자료를 제공하고자 nitrates 처리, 즉 priming, 발아 과정 중의 溫度 및 光質의 영향을 구명하고자 本試驗을 실시하였다.

材料 및 方法

本試驗은 1995년 10월부터 1996년 4월까지 慶尙大學校 農學科 工藝作物學實驗室에서 種子發芽床을 이용하여 실시하였다. 試驗은 吸濕紙 1매를 간 직경 9cm의 petri dish에 종자를 置床한 후 매일 수분을 공급하였으며, 기타 試驗節次는 AO-SA rule¹⁾에 준하여 실시하였다.

本試驗은 최근에 도로공사로 생겨난 裸切開地에서 자라는 식물체로부터 채종한 종자를 이용하여 2개 시험으로 분리하여 수행하였다. 한편 처리에 따른 發芽率은 처리당 3반복으로 반복당 100립씩 치상하여 조사를 실시하였다. 시험 1은 priming 材의 種類, 處理 濃度 및 期間과 日長의 4개 처리 요인으로써 priming 材로는 KNO₃와 Ca(NO₃)₂를 供試하여 0, 50, 150, 300mM에 0, 1, 3, 6일간 각각 4수준으로 priming 처리한 후 발아 기간 중의 日長을 一日(晝/夜) 8/16, 12/12, 16/8시간으로 조절하여 30℃ 恒溫에서 시험을 수행하였다. 試驗 2는 priming 有無, 發芽溫度 및 光質의 3개 처리 요인으로써 priming 有無는 priming 하지 않은 것과 試驗 1에서 가장 양호한 결과를 보인 KNO₃ 150mM에 1일간 priming 한 2개수준으로, 發芽溫度는 晝/夜 30℃ 恒溫, 30/20℃ 變溫, 20/30℃ 變溫과 20℃ 恒溫의 4개 수준으로, 발아 기간 중의 光質은 시험 1에서 최적 조건으로 분석된 하루(晝/夜) 16/8시간의 赤色光 및 白色光, 그리고 빛을 전혀 주지 않은 暗條件의 3개 수준으로 처리하였다. 光質處理中 赤色光은 頂點이 656nm이고, half band가 10nm인 filter(Melles Griot Co., USA)를 原形의 halogen lamp에 부착하여 처리하였는데 光度는 15~20μE m⁻² s⁻¹이었고, 白色光은 halogen lamp를 그대로 사용하였으며 光度는 45~60μE m⁻² s⁻¹이었다.

이상의 처리에 의하여 幼根(radicle)이 1mm 이상 突出한 것을 發芽 個體로 하여 치상 후 12일까지 每日 發芽數를 조사하여 SAS로 통계 처리한 후 평균값으로 표시하였다.

結果 및 考察

적정 priming 材를 선별하기 위한 방법으로서는 處理 濃度 및 期間과 日長을 고려한 KNO_3 와 $Ca(NO_3)_2$ 가 미국자리공의 種子發芽에 미치는 영향을 표시한 것은 그림 1과 같다. 치상 후 8일부터 $Ca(NO_3)_2$ 에 비하여 KNO_3 에서 發芽率이 높아 priming 材로서는 KNO_3 가 바람직한 것으로 나타났다.

KNO_3 를 이용하여 최적 priming 방법을 설정하기 위하여 KNO_3 의 濃度 및 處理 期間과 日長에 따른 平均 發芽率의 변화는 표 1과 같다. 치상 후 4일부터 12일까지 조사한 發芽率은 요인별 수준 또는 처리 요인간에 상호작용이 있는 것으로 분석되었다. 요인별 처리 수준간 비교에서 150mM

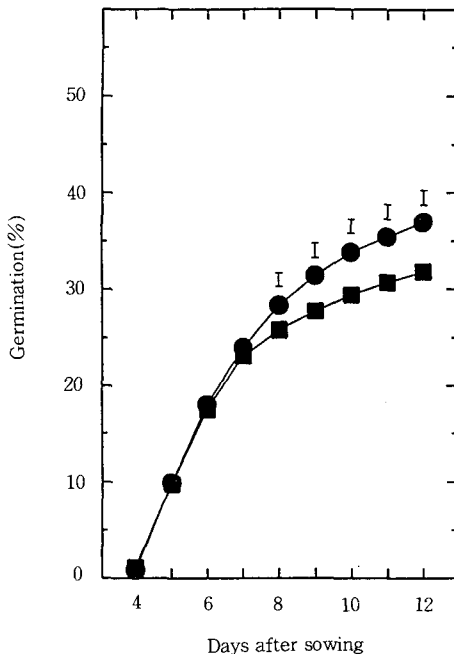


Fig. 1. Germinative response of pokeweed seed to priming with KNO_3 or $Ca(NO_3)_2$. Vertical bars represent values of LSD .05 for the same day after sowing.

까지 priming 농도가 증가할수록 發芽率은 증가하나 그 이상의 농도에서는 發芽率의 증가는 없었다. Priming 처리 기간에는 priming 기간이 짧았던 1일 또는 3일에 비하여 6일에서 發芽가 가장 불량하였다. 한편 日長에 대한 發芽率은 빛의 照明期間이 가장 긴 일일 16시간 조명에서 發芽率이 가장 높은 것으로 나타났다.

Priming 처리를 하지 않은 종자와 이상의 시험 결과에서 나타난 최적 조건을 이용한 priming 처리, 發芽溫度 및 光質에 따른 平均 發芽率과 요인간의 상호작용은 표 2와 같다. Priming하지 않은 것에 비하여 priming을 가한 것에서, 發芽溫度는 晝/夜 30/20℃ 變溫, 30/30℃ 恒溫, 20/30℃ 變溫, 20/20℃ 恒溫의 순으로 發芽率이 감소하여 빛이 있는 晝間溫度 20℃에 비하여 30℃에서, 恒溫보다는 變溫에서 發芽率이 높은 경향을 보였다. 光質은 빛이 없는 暗狀態보다는 빛이 있는 상태 즉, 赤色光과 白色光에서 發芽率이 높았고, 2개의 可視光線中 赤色光에서 높은 것으로 나타났다.

한편 조사 기간 내내 처리 요인간에는 상호작용이 있는 것으로 분석되어서(표 2) 이들 요인의 處理水準別 發芽率 變化를 그림 2로 표시하였다. Priming을 처리하지 않을 경우 晝/夜 20/30℃ 變溫의 赤色光에서 小數의 發芽가 일어난다고 할지라도 30℃ 恒溫과 30/20℃ 變溫에서 發芽가 어느 정도 일어났던 반면, 白色光에서는 晝/夜 30/30℃ 恒溫의 白色光을 제외하고는 發芽가 거의 일어나지 않았다. 한편 priming 처리할 경우 priming 처리하지 않은 것에 비하여 赤色光을 照明할 경우 發芽는 현저히 증가하는 경향이였다. 그러나 白色光은 他發芽溫度에 비하여 晝/夜 30/20℃ 變溫에서의 發芽率이 현저히 증가하였고, 暗狀態에서는 priming 처리하지 않을 경우 거의 發芽하지 않았으나 晝/夜 30/20℃ 또는 20/30℃ 變溫에서는 發芽가 어느 정도 일어나는 것으로 조사되었다. 이러한 시험 결과는 變溫에서 미국자리공의 種子發芽는 暗狀態보다는 빛이 있는 상태에서 발아가 원활하며, 종자가 가하여지는 低溫 處理期間이 4週 이상으로 연장됨에 따라 暗狀態에서도 발아가 일어난다는

Table 1. Daily percent germination of pokeweed seed as affected by daylength or its concentration and period when priming with KNO_3^+

Parameters	Days after sowing								
	4	5	6	7	8	9	10	11	12
.....% germination									
Priming concentration (C; mM)									
0	0.0	1.3	3.6	5.6	7.1	8.4	9.0	9.3	9.9
50	0.5	7.4	15.4	22.1	26.7	30.5	34.0	36.4	38.5
150	1.8	16.4	26.8	34.0	39.5	43.0	45.7	48.1	50.1
300	0.7	14.6	26.0	34.5	39.8	43.7	46.3	47.9	49.5
LSD ₀₅	0.4	1.6	1.9	2.2	2.5	2.6	2.5	2.7	2.7
Priming period (P; days)									
1	0.8	13.3	23.4	30.6	35.8	39.0	41.5	43.4	45.1
3	1.3	12.5	22.5	23.0	35.0	38.3	40.8	42.6	43.8
6	0.3	4.0	8.0	11.6	14.1	16.9	19.0	20.3	21.9
LSD ₀₅	0.4	1.4	1.6	1.9	2.2	2.2	2.2	2.3	2.3
Light duration (L; hrs, light /dark)									
8/16	0.8	8.8	17.2	22.5	26.0	28.7	31.1	32.9	34.7
12/12	0.3	6.8	13.6	20.3	24.1	26.4	28.3	29.8	31.1
16/8	1.3	14.2	23.1	29.4	34.8	39.1	41.8	43.6	45.0
LSD ₀₅	0.4	1.4	1.6	1.9	2.2	2.3	2.2	2.4	2.3
C × P	*	**	**	**	**	**	**	**	**
C × L	*	**	**	**	**	**	**	**	**
P × L	**	**	**	**	**	**	**	**	**
C × P × L	**	**	**	**	**	**	**	**	**

[†] Done under 30°C constant temperature.

* ** Significant at 0.05 or 0.01 probability, respectively.

既存의 研究 結果⁵⁾로 부터 晝夜 變溫을 보이는 자연 상태에서는 빛의 有無에 관계없이 미국자리공의 종자는 발아가 될 것으로 보인다. 한편 대기오염이 극심한 大單位 工團 隣接地域에 위치한 裸切開地는 可視光線中에서 赤色 波長帶의 빛이 그대로 유입됨으로써⁶⁾ 종자를 통한 번식이 조장될 것으로 예측되며, 또한 樹高가 큰 삼림 지역에서도 日中 溫度가 30~20°C의 變溫을 나타내는 7~8월의 자연 조건에서는 暗狀態, 즉 종자가 토양에 매몰된 상태에서도 發芽가 일어날 것으로 예측된다.

이상의 결과를 요약하면 미국자리공의 作物化를 위하여는 priming 처리 후 高溫期에 反應하면 적절한 入芽율을 확보할 수 있을 것으로 기대되

며, 더불어 他植物體에 의하여 遮光이 일어나는 지역보다는 裸切開地와 같이 遮光이 일어나지 않는 상태에서 발아가 왕성할 것으로 보이며, 특히 日中 變溫을 나타내는 자연 상태에서는 發芽率이 다소 낮다고 할지라도 대기오염 물질인 NOx의 물질이 빗물에 의하여 유입됨으로써 priming 처리를 대신하는 大單位 工團 隣接地域에서는 빛의 有無에 관계없이 발아가 일어날 것으로 분석된다. 그러나 大單位 工團 隣接地域의 주요 대기오염 물질이면서 強酸性을 나타내는 窒酸化物인 NOx와 SO₂가 미국자리공의 種子發芽를 助長하는지에 대하여는 계속적인 시험이 이루어져야 할 것으로 보인다.

Table 2. Daily percent germination of pokeweed seed as affected by priming, alternative temperature and light quality

Parameters	Days after sowing									
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
.....% germination.....										
Priming (P; mM KNO ₃)										
0	0.6	2.1	3.6	5.3	6.0	6.8	7.6	8.0	8.4	8.6
150	1.6	5.2	9.7	14.0	18.5	22.2	25.0	27.1	28.7	29.8
LSD _{.05}	0.7	1.2	1.9	2.5	2.6	1.6	1.7	1.8	2.2	2.3
Alternate temp. (T; °C, day/night)										
30/30	2.7	7.0	11.2	14.1	16.9	18.7	19.8	20.9	22.0	23.0
30/20	1.4	7.4	15.3	22.0	26.4	29.9	33.0	35.3	36.9	38.1
20/30	0.1	0.2	0.2	2.3	5.7	9.2	12.2	13.7	14.9	15.4
20/20	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3	0.3	0.3
LSD _{.05}	1.0	1.8	2.7	3.5	3.7	2.3	2.4	2.5	3.1	3.2
Light quality (L) [†]										
Red	2.7	8.4	14.1	19.9	24.5	28.9	32.0	33.9	35.6	36.5
White	0.4	2.0	4.8	6.8	8.7	10.0	11.3	12.5	13.3	14.3
Dark	0.0	0.5	1.1	2.2	3.5	4.5	5.6	6.4	6.7	6.8
LSD _{.05}	0.8	1.5	2.3	3.0	3.2	2.0	2.0	2.2	2.7	2.8
P × T	ns	**	*	**	**	**	**	**	**	**
P × L	ns	*	*	**	**	**	**	**	**	**
T × L	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
P × T × L	ns	*	**	*	**	**	**	**	**	**

[†] Illuminated by 16 hours daily.

ns, ** Nonsignificant or significant at 0.05 or 0.01 probability, respectively

摘要

미국자리공은 용도가 다양하고 유용한 기능성 물질을 다량으로 함유하고 있어 선진국에서는 활발한 연구가 이루어지고 있다. 그러나 우리나라에서는 환경오염이 심한 工團 隣接地域에 거대한 群落을 형성하여 生態系 破壞를 加速化하는 식물로 알려져 있어서 이의 資源化 및 繁殖抑制에 대한 기초 자료를 제공하기 위하여 發芽에 관여하는 요인으로서 nitrates를 이용한 priming, 溫度 및 光質이 미국자리공의 種子發芽에 미치는 영향을 추적하고자 試驗을 실시하였던 바 그 結果를 요약하면 다음과 같다.

1. 發芽率은 priming 하지 않은 것에 비하여 pr-

iming 처리한 종자에서 현저히 높았으며, 치상 8일 후부터 Ca(NO₃)₂ 처리에 비하여 KNO₃ 처리에서 높은 것으로 나타났다.

2. KNO₃를 이용한 priming 처리에서 처리 농도를 증가할수록 發芽率은 증가하나 150mM과 300mM간에는 차이가 없었고, priming 처리 기간에 차이가 거의 없는 1일과 3일에 비하여 6일간 처리할 때에는 發芽가 현저히 鈍化되었다.

3. 光質에 관계없이 發芽溫度 20°C 恒溫에서는 發芽가 거의 일어나지 않았으며, 晝/夜 20/30°C 變溫, 30°C 恒溫, 晝夜 30/20°C 變溫의 순서로 發芽率이 증가하였다.

4. 暗狀態보다는 빛이 있는 조건에서 發芽率이 높았으며, 白色光에 비하여 赤色光에서 發芽率이

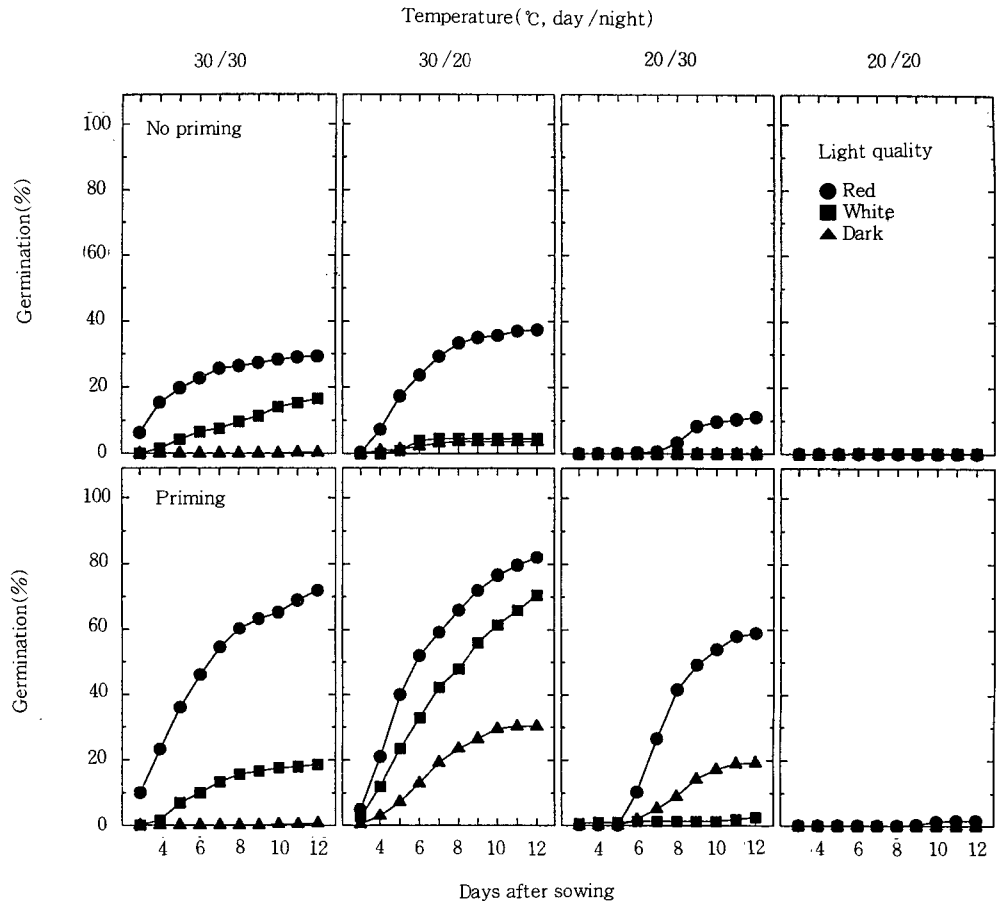


Fig. 2. Daily percent germination of pokeweed seed as affected by priming, germination temperature and light quality.

현저히 증가하였다.

- 5.晝/夜 30/20℃ 또는 20/30℃ 變溫에서 priming을 가한 종자는 暗狀態에서도 發芽되었다.

LITERATURE CITED

1. AOSA. 1981. Rules for testing seeds. In L. O. Copeland (ed.). J. Seed Tech. 6(2) :1-125.
2. Bewley J.D and M Black. 1982. The Release from Dormancy. p. 126-198. In J.D. Bewley and M. Black (eds.). Physiology

and Biochemistry of Seeds in Relation to Germination. V. 2. Springer-Verlag, Berlin, Germany.

3. 충북농촌진흥원. 1989. 주요 약초 발아 조사. 충북농시연보 89:205-206.
4. Dean E. 1994. Pokeweed, Poke Sallet, Inkberry, Skoke. p. 39-41. In E. Dean (ed.). Identifying and Harvesting: Edible and Medicinal Plants. Hearst Books, New York, USA.
5. Farmer Jr. R.E and G.C Hall. 1970. Pokeweed seed germination: Effects of environment, stratification, and chemical growth regulators. Ecology 51(5) :894-898.

6. 李尙仁 외 10인. 1991. 商陸. p254-255. 本草學. 圖書出版 永林社.
7. 박재주, 김재봉, 이우철, 배정오, 고강석, 이경재, 이준배, 김정규, 최만석. 1987. 환경오염 생물지표법의 개발연구 - 대기오염에 대한 생물지표 방법. 과학기술처.
8. Petit-Paly G, F Andreu, J.C Chenieux and M Rideau. 1994. *Phytolacca americana* L. (Pokeweed): *In vitro* production of betacyanins and medicinal compounds. In Y.P.S. Bajaj (ed.). Biotechnology in Agriculture and Forestry 28, Medicinal and Aromatic Plants VII. Springer-Verlag, Berlin, Germany.
9. Salisbury F.B and C.W Ross. 1992. Photomorphogenesis. p. 438-463. In F.B. Salisbury and C.W. Ross (eds.). Plant Physiology (4th ed). Wadsworth Pub. Co., Belmont, California, USA.
10. Steinbauer G.P and B Grigsby. 1957. Interaction of temperature, light, and moistening agent in the germination of weed seeds. Weeds 5:175-182.