

당근 種子의 前 處理後 比重選이 胚生長과 發芽에 미치는 영향

閔 泰 基*

Effect of Density Separation after Pretreatment on Embryo Growth and Radicle Emergence of Carrot (*Daucus carota* L.) Seeds

Tai Gi Min*

ABSTRACT : Carrot (*Daucus carota* L.) seeds (CV Danver 126) were primed and then separated by density differences to improve both the percentage and time of radicle emergence. Seeds for priming were soaked in aerated distilled water for 2 days (water imbibed), 25% solution of polyethylene glycol(PEG) 6000 for 6 or 10 days, salt solution of 0.2M KNO₃+0.1M K₂HPO₄ for 6 or 10 days, or mixed with Agro-Lig with 90% moisture content for 6 days and 70% moisture content for 6 or 10 days (SMP) at 20°C, respectively.

The greatest embryo growth and the highest radicle emergence were observed from the seeds treated SMP with 90% moisture content for 6 days among the primed treatments. After the SMP treatment, the seeds were separated into density classes with a float-sink procedure using aqueous solution of Maltrin 600 with 0.02/cm³ density increments. The lower density classes of the carrot seeds, the more embryo growth, the higher and the faster rates of radicle emergence were exhibited in order from 1.06 to 1.14 density classes of the carrot seeds treated SMP.

당근은 繖形花序를 가진 대표적인 작물로서 種子採種時 花序에 따라 種子成熟도가 달라 未熟種자가 混入됨과 동시에 生理的 및 生化學的 成分이 다른 種자가 混入되므로서 發芽率이 낮아지고 發芽의 不均一 및 지연등이 주요 문제점으로 지적되고 있다.^{3,4,6,8,10} 더구나 成熟된 당근 種子의 胚는 그 크기가 種子全體體積의 2~5% 정도로 매우 작고 不均一하며 無胚種子도 포함하여 있기 때문에 더욱 發芽에 지장을 초래하고 또한 당근收穫時 뿌리의 무게 변이는 胚의 크기와 매우 높은 상관관계가 있다고 알려져 있다.⁷ 따라서 당근種子의 品質을 向上시키기 위해서

栽培의 측면^{4,10,16}, 또는 種子의 크기별로 選別하는 方法^{5,6,8,11,16} 등이 연구되었으나 만족스럽지 못하였고 다만 당근種子의 胚가 클수록 發芽速度가 빠르며 따라서 幼苗의 크기도 상대적으로 빨리 크며 아울러 뿌리의 무게도 상대적으로 증대된다는 보고가 많다.^{2,7,8,9}

일반적으로 種子發芽의 均一성과 發芽速度 및 發芽率을 증대시키는 종자前處理 技術로서 prime 處理方法이 개발되어 있다.^{1,2,5,12,13,15,17,18,21} 또 最新에는 prime처리의 단점을 보완한 SMP처리방법도 개발되었다.¹⁹

따라서 본 시험에서는 여러가지 prime 처리

* 대구대학교 농과대학 농학과(Dept. of Agronomy, Taegu University, Kyungsan 713-714, Korea) <접수일자 : '92. 4. 3>

를 당근種子에 處理하므로써 첫째, prime處理가 당근種子의 胚 變化에 어떠한 영향을 주며 이에 따른 發芽樣相의 變化가 어떠한지를 구명하며 둘째, 胚의 成長에 變化가 있을 시 種子의 比重도 變할 것이므로 prime처리후 種子를 density separation^{14,17,20)} 方法으로 選別할 때 胚의 變化程度에 따라 density가 다른 種子群으로 選別될 수 있는지의 검토와 이에 따른 發芽樣相을 究明코자 실시하였다.

材料 및 方法

당근種子是 Danver 126을 供試하였으며 여러 가지 prime處理 內容은 表 1과 같다. 수분흡수(water imbibed) 처리는 지름 9cm 사레에 여지를 깔고 증류수를 충분히 가한 다음 당근種子 3g을 치상한후 20℃ 暗상태에서 2일간 흡습처리하였다. SMP(Solid Matrix Priming) 처리¹⁹⁾는 Agro-Lig(Ultra-fine grade, 90% <200 mesh) 분말 4.5g에 수분함량을 각각 90% 및 70%로 조절하여 당근種子 3g을 혼합한 후 20℃ 暗條件에서 6일 또는 9일간 항온기에 두었다. PEG처리는 PEG(polyethylene glycol 6000) 25% 용액을 공기가 지속적으로 공급되고 온도가 20℃로 조절되는 유리칼럼에 담고 당근種이를 이 용액에 혼합하여 6일간 및 10일간 처리하였다. 0.2M KNO₃+0.1M K₂HPO₄처리도 PEG처리 system과 동일하게 6일간 및 10일간 처리 하였다.

상기와 같이 처리된 種子를 Agro-Lig 및 PEG 그리고 無機溶液을 수도물로 깨끗이 씻은 후 25℃에서 24시간 건조하여 5℃에 보관하면서

Table 1. The methods of priming treatments

Treatments	Duration of treatments (days)
Control	-
Water imbibed	2
SMP(90% moisture)	6
SMP(70% moisture)	6
SMP(70% moisture)	10
PEG(25%)	6
PEG(25%)	10
0.2M KNO ₃ +0.1M K ₂ HPO ₄	6
0.2M KNO ₃ +0.1M K ₂ HPO ₄	10

試料로 사용하였다.

處理된 種子의 胚檢境은 種子 50粒을 예리한 면도칼로 縱斷으로 자른 후 tetrazolium chloride(TZ) 2% 용액에 담가 35℃에서 1시간 둔 후에 micrometer가 부착된 해부현미경에서 種子全體의 길이와 胚의 길이를 측정하였다. 種子의 길이가 일정하지 않으므로 胚의 길이/種子의 길이를 胚生長係數(Embryo Growth Index)로 하여 나타내었다. TZ處理後 붉게 염색되지 않고 흰색으로된 胚는 죽은 胚로 인정하였다.

種子를 prime 處理後 比重別로 選別하기 위한 方法으로 maltrin 600 溶液을 이용하여 比重(g/m³)이 1.06, 1.08, 1.10, 1.12, 1.14를 Taylor 등²⁰⁾의 方法으로 調整하여 SMP처리된 당근種이를 分離選別한 후 胚의 크기를 比重別로 檢境하였다.

發芽검사는 한변이 12cm인 플라스틱 사각사레에 여지를 깔고 충분히 수분을 공급한 후 반복당 100粒의 種子를 4반복으로 하여 暗條件에서 95%이상의 습도 및 20℃를 유지하는 發芽箱에 치상하여 幼根이 出現하는 때를 發芽로 인정하였다.

結果 및 考察

1. Prime 處理기 胚 및 發芽에 미치는 영향

여러가지 prime處理가 당근種子 胚에 미치는 영향을 조사한 결과 表 2에서와 같이 SMP處理(수분함량 90%, 6일간처리)에서 胚의 길이가 가장 크게 生長함을 알 수 있었고 胚의 生長係數에서도 0.69로 가장 높았다. 또 無機鹽溶液(0.2M KNO₃+0.1M K₂HPO₄)에 10일간 처리한 結果에서도 胚의 길이나 胚의 生長係數가 SMP處理 다음으로 높았으나 죽은 胚의 比率이 21.5%나 되었다. 이것은 無機鹽溶液에서 鹽에 被害를 입은 것으로 생각된다. 無機鹽溶液 6일간 處理에서도 죽은 胚가 16%로 無機鹽溶液에 오 래 들수록 죽은 胚의 比率이 높아짐을 알 수 있었다. PEG 25%용액 10일간 처리에서도 죽은 胚가 11%로 어느정도 被害樣相을 보였다. 胚의 生長係數에 따른 各處理別로 種子의 分布頻度を 그림 1에서 보면 SMP처리(90%수분함량, 6일간 처리)에서 胚의 生長係數가 0.6~0.9사이에 높은 比率로 種子가 分布하고 있음을 알 수 있다. 이것은 SMP처리가 다른 Prime처리보다

Table 2. Effects of various priming treatments on the embryo growth of carrot seed.

Treatments	Duration of treatments (days)	Embryo length (mm)	Embryo growth index*	Dead embryo (%)	Embryoless seeds(%)
Control	—	1.13±0.27**	0.04±0.11**	3.0	
Water imbibed	2	1.66±0.49	0.57±0.22	5.5	
SMP(90% moisture)	6	1.95±0.47	0.69±0.03	4.0	
SMP(70% moisture)	6	1.21±0.29	0.42±0.02	6.0	
SMP(70% moisture)	10	1.32±0.28	0.45±0.01	7.0	
PEG(25%)	6	1.52±0.42	0.52±0.02	4.0	
PEG(25%)	10	1.64±0.53	0.58±0.04	11.0	
0.2M KNO ₃ +0.1M K ₂ HPO ₄	6	1.69±0.40	0.59±0.03	16.0	
0.2M KNO ₃ +0.1M K ₂ HPO ₄	10	1.90±0.51	0.68±0.02	21.5	

5.2

* Embryo growth index = $\frac{\text{Embryo length}}{\text{Seed length}}$

** Standard deviation

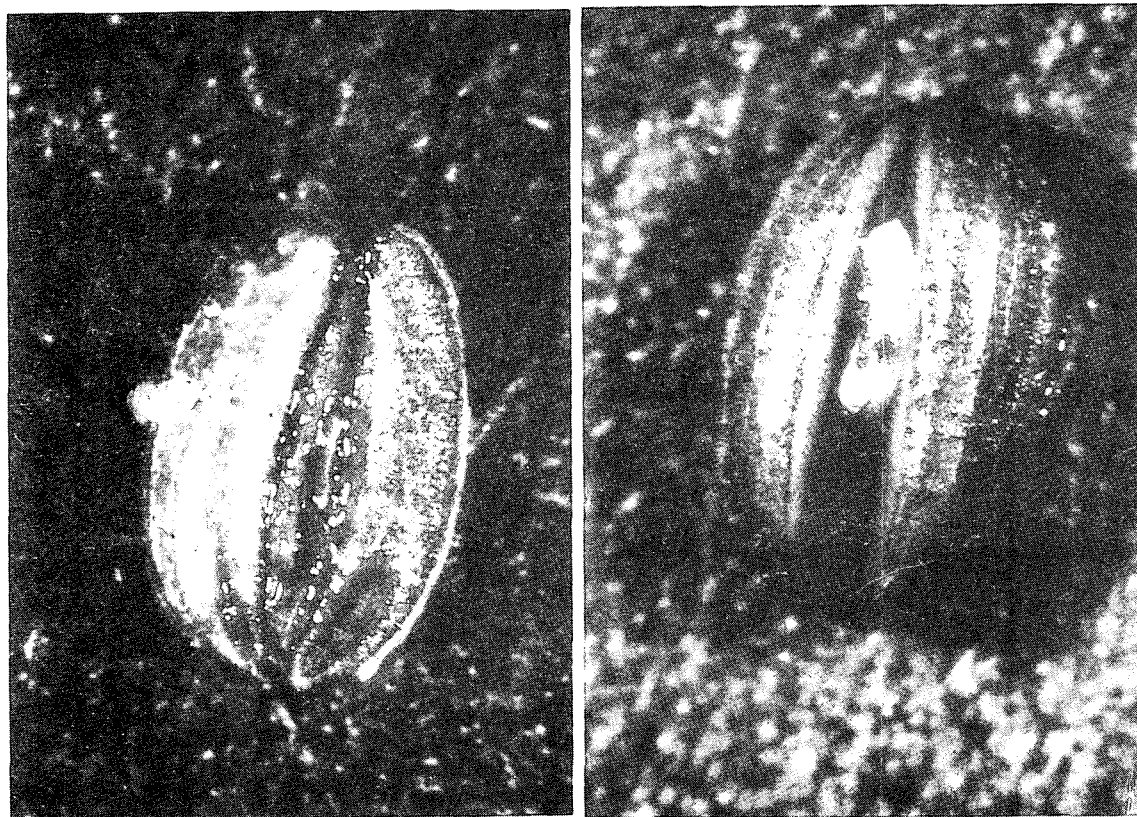


Photo 1. Comparison of the embryo size of carrot seeds between control(left) and after SMP treatment(right).

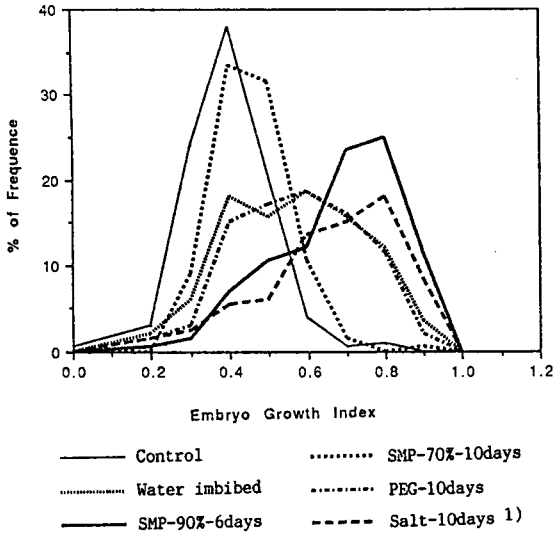


Fig 1. Embryo growth index patterns of carrot seeds influenced by various priming treatments.

1) Salt=solution of 0.2M KNO_3 +0.1M K_2HPO_4

월등히 당근종자의 배를 종자 내에서 성장시키는 효과가 있음을 의미한다.

prime처리후 종자를 乾燥하여 發芽검사를 한

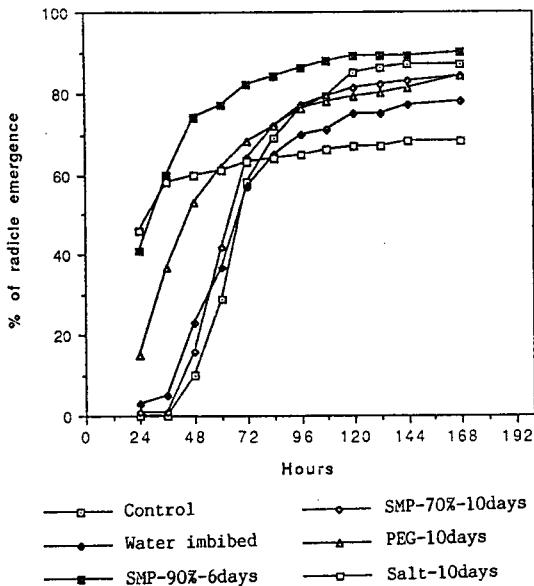


Fig 2. The percentage and speed of radicle emergence of carrot seeds influenced by various priming treatments.

結果 이를 그림 2에서 보면 幼根의 出現速度는 胚의 길이에 따라 胚가 클 수록 빨랐으며 幼根의 出現率에서는 SMP(90%수분함량, 6일간처리) 처리에서 가장 높았다. 無機鹽溶液처리(10일간)에서는 幼根出現速度는 빨랐으나 出現率이 낮은 것은 鹽被害에 의해 죽은 胚가 많았기 때문으로 생각된다.

prime處理別 당근종자의 胚의 生長, 胚의 生長係數別 種자의 分布, 幼根出現率 및 速度 등의 成績을 綜合해 볼 때 共히 SMP(90%수분함량, 6일간처리) 처리에서 胚의 生長이나 幼根의 出現速度 및 出現率에서 다른 처리보다 월등히 높은 것으로 나타났다.

2. 胚의 生長과 種자의 比重變化

prime처리에서 우선 胚의 生長이 가장 좋은 처리가 SMP처리였으므로 SMP처리(90% 수분함량, 6일간처리)된 種자를 比重別로 다시 選別하였다. 이것은 胚의 크기가 均一한 種子群으로 細分해서 選別하기 위한 것으로서 胚의 크기별로 發芽樣相을 정확히 보고자 실시하였다. maltrin 600용액을 Taylor²⁰⁾의 方法으로 比重이 1.06에서 부터 0.02차이로 높게 1.14까지 制限한 후 SMP처리된 당근種자를 比重이 낮은 용액순서로 담가 가라앉은 種자를 다시 더높은 比重의

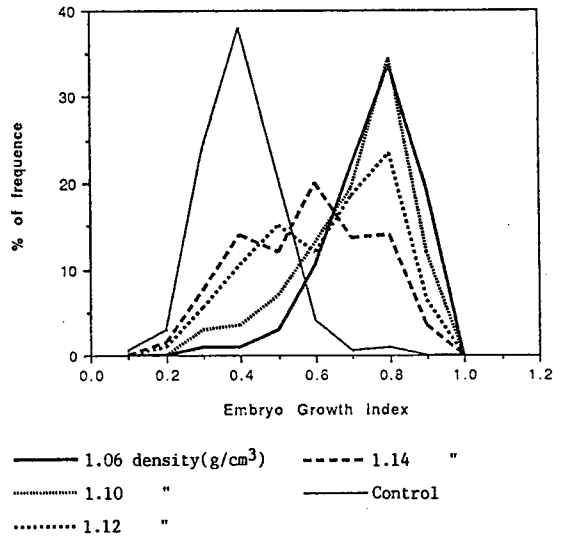


Fig 3. Differences of embryo growth index patterns of carrot seeds depend on density classes separated after SMP treatment(90% moisture, 6days).

용액으로 옮겨가며 比重選된 種子群을 대상으로 胚를 檢境하여 胚의 크기를 조사한 結果 그림 3에서 보면 種子의 比重이 낮을 수록 胚의 크기가 클 수 있었다. 즉 比重이 1.06인 種子와 1.10인 種子는 거의 胚生長이 비슷하나 1.06이 약간 胚生長係數가 1.10보다 큰쪽으로 치우쳐 있으며 그다음 1.12부터는 胚生長係數가 1.06이나 1.10보다 훨씬 낮음을 알 수 있다. 胚生長係數가 높은 것부터 순서는 $1.06 > 1.10 > 1.12 > 1.14 >$ 무처리 였다. 또 比重別로 選別된 種子의 發芽는 그림 4에서 보는 바와 같이 비중이 낮을 수록 즉, 胚의 生長이 클 수록 幼根出現速度 및 出現率이 높음을 알 수 있었다. 특히 1.14의 비중에서는 1.06에서 1.12 비중까지 보다 훨씬 發芽速度 및 發芽率이 낮음을 알 수 있었다. 지금까지 일반 種子에서 비중에 의한 種子選別法의 개념은 種子의 比重이 클 수록 種子가 충실하고 發芽도 양호한 것으로 되어있었고 또 이같은 원리를 많이 利用하여 왔다.^{14,17,20)} 그러나 당근種子에서 prime處理後 胚가 生長된 種

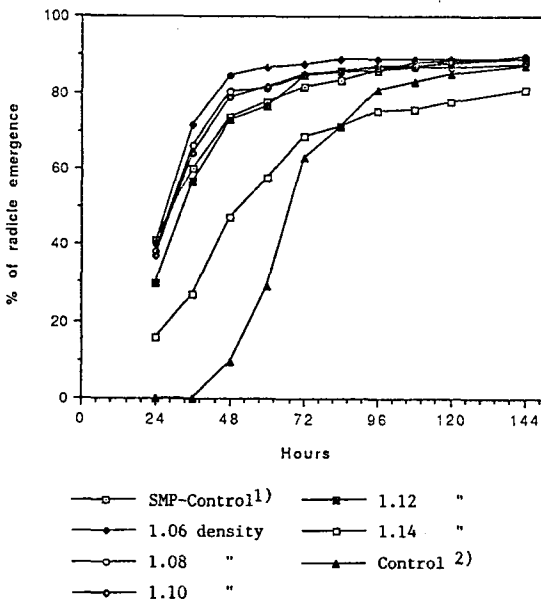


Fig 4. The percentage and speed of radicle emergence of carrot seeds depend on density classes separated after SMP (90% moisture, 6days) treatment.

- 1) Carrot seeds treated SMP before density separation
- 2) Carrot seeds before treating SMP

주일 경우 본시험에서 보듯이 比重이 낮을 수록 發芽가 양호한 것은 胚의 生長에 기인한 것으로 생각되지만 매우 흥미있는 현상으로 생각된다. 이것은 胚가 生長됨에 따라 胚乳의 양분이 分解되면서 全體的인 種子의 比重이 낮아지는 것이 아닌가 생각된다.

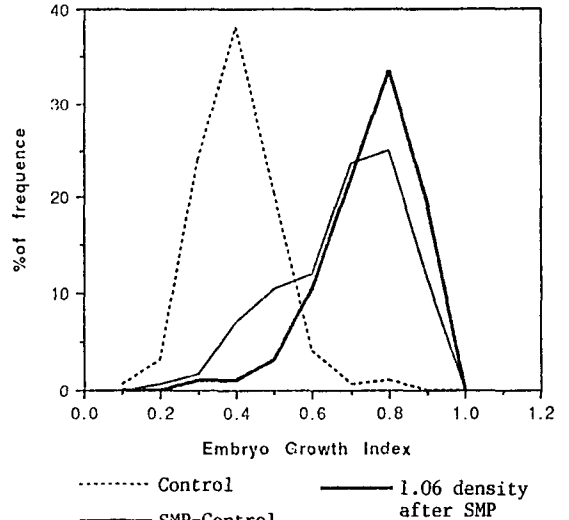


Fig 5. Changes of embryo growth index patterns of carrot seeds influenced by SMP treatment and low density class (1.06) separated after SMP (90% moisture, 6days).

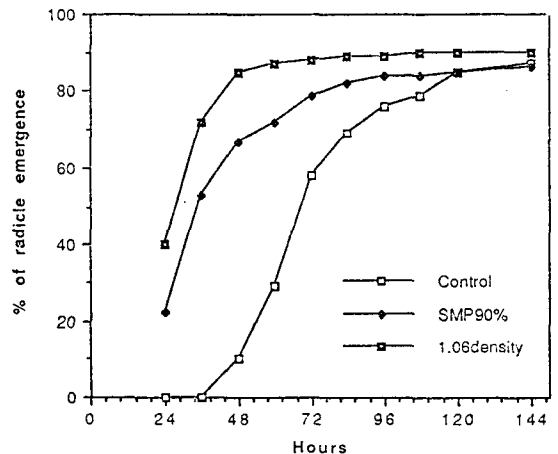


Fig 6. Improvement of the percentage and speed of radicle emergence of carrot seeds influenced by SMP treatment and low density class (1.06) separated after SMP (90% moisture, 6days).

以上の結果를 綜合하면 당근種子의 胚生長에 가장 좋은 영향을 주는 prime처리인 SMP(수분함량 90%, 6일간) 처리이며 SMP처리후 種子를 比重別로 選別했을 때 比重이 가장 낮은 種子에서 胚의 生長이 가장 좋았고(그림 5) 發芽試驗 結果 幼根의 出現率 및 出現速度에서는 SMP처리후 가장 낮은 비중인 1.06에서 가장 良好하였다.(그림 6).

本試驗에 公시된 증자는 이미 美國種子會社에서 物理的인 選別을 거친 品質이 우수한 種子를 利用한 것이며 아무 選別作業을 거치지 않은 不良種子를 利用할 경우 더 좋은 結果를 기대할 수 있을 것으로 생각된다. 또 이러한 성적을 토대로 포장시험을 통하여 뿌리의 收量에 미치는 영향에 대해서는 더욱 檢討가 必要하지만 당근種子의 主要問題點이 發芽率의 낮음과 發芽의 遲延이라고 볼 때 本試驗에서 利用된 prime 처리후 比重選(density separation) 方法이 당근種子의 이러한 문제점을 해결하는데 많은 도움이 될 것으로 생각된다.

摘 要

당근種子의 發芽率의 낮음과 發芽遲延의 문제점을 해결하기 위해서 丹佛 126品種을 供試하여 여러가지 prime처리와 density separation 方法을 利用한 結果 다음과 같은 效果를 얻었다.

1. 여러가지 prime처리중 SMP처리(수분함량 90%, 6일간처리)에서 胚의 生長이 아주 良好하였고 發芽速度 및 發芽率이 가장 좋았으며 種子에 被害도 없었다.
2. 無機鹽處理(0.2M KNO₃+0.1M K₂HPO₄)에서는 胚의 生長은 좋았으나 鹽에 의해 種子가 被害를 입었다.
3. SMP처리(수분함량 90%, 6일간)된 種子를 density separation한 結果 種子의 比重이 낮을 수록 胚의 生長이 컸으며 發芽率 및 發芽速度가 빨랐다.

引用文獻

1. Alvarado A. D., K. J. Bradford and J. D. Hewitt. 1987. Osmotic priming of

tomato seeds: Effects on germination, field emergence seedling growth, and fruit yield. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 112(3): 427-432.

2. Austin, R. B., P. C. Longden and Jane Hutchinson. 1969. Some effects of 'Hardening' carrot seed. Ann. Bot. 33: 883-895.
3. Benjamin, L. R. 1986. Variation in plant size and the timing of carrot production. Acta Hort. 198: 297-304.
4. Brocklehurst, P. A. and J. Dearman. 1980. The germination of carrot(*Daucus carota* L.) seed harvested on two dates: A physiological and biochemical study. J. Exp. Bot. 31(125): 1719-1725.
5. Currah, I.E. and P.J. Salter. 1973. Some combined effects of size grading and 'Hardening' seed on the establishment, growth, and yield of four varieties of carrots. Ann. Bot. 37: 709-719.
6. Gray D. and J. A. Ward. 1985. Relationships between seed weight and endosperm characteristics in carrot. Ann. Appl. Biol. 106: 379-384.
7. Gray, D. 1986. Some aspects of seed quality in relation to root-weight uniformity in carrot. Acta Hort. 198: 157-162.
8. Gray, D., Joyce R. L. Steckel, S. R. Jones and D. Senior. 1986. Correlations between variability in carrot(*Daucus carota* L.) plant weight and variability in embryo length. J. Hort. Sci. 61: 71-80.
9. Gray, D. and Joyce R. A. Steckel 1983. A comparison of methods for evaluating seed quality in carrots(*Daucus carota*) L. Ann. Appl. Biol. 103: 327-334.
10. Gray, D. and Joyce R. A. Steckel. 1983. Seed quality in carrots: the effects of seed crop plant density, harvest date and seed grading on seed and seedling variability. J. Hort. Sci. 58(3) 393-401.
11. Gray, D., Joyce R. A. Steckel and J. A. Ward. 1986. The effect of cultivar and cultural factors on embryo-sac volume

- and seed weight in carrot. *Ann. Bot.* 58 : 737-744.
12. Haigh, A. M. and E. W. R. Barlow 1987. Germination and priming of tomato, carrot, onion, and sorghum seed in a range of osmotica. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 112(2) : 202-208.
 13. Heydecker, W. and B. M. Gibbins. 1978. The 'Priming' of seed. *Acta Hort.* 83 : 213-223.
 14. Hill, H. J., A. G. Taylor and T.-G. Min. 1989. Density separation of imbibed and primed vegetable seeds. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 114(4) : 661-665.
 15. Khan, A. A., Kar-Ling Tao, J. S. Knypl, B. Borkowska and L. E. Powell 1978. Osmotic conditioning of seeds: physiological and biochemical changes. *Acta Hort.* 83 : 267-278.
 16. Malik, B. S. and J. S. Kanwar. 1969. Effect of seed size and stage of carrot seed on the germination, growth and yield of carrot. *Indian J. Agri. Sci.* 39 (6) : 603-610.
 17. Nagao, M. A. 1986. Improving germination of papaya seed by density separation, potassium nitrate, and gibberellic acid. *Hortscience* 21(6) : 1439-1440.
 18. Szafirowska A., A. A. Khan and N. H. Peck 1981. Osmoconditioning of carrot seeds to improve seedling establishment and yield in cold soil. *Agronomy J.* 73 : 845-848.
 19. Taylor, A. G., D. E. Klein and T. H. Whitlow. 1988. SMP : Solid Matrix Priming of Seeds. *Scientia Horticulturae* 37 : 1-11.
 20. Taylor, A. G. and T. J. Kenny 1985. Improvement of germinated seed quality by density separation. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 110(3) : 347-345.
 21. Wiebe, H.-J. and H. Tiessen 1979. Effects of different seed treatments on embryo growth and emergence of carrot seeds. *Gartenbauwissenschaft* 44(6) : 280-284.