

Priming에 의한 당근 Pelleting 종자의 발아성 향상

임종민¹ · 조정래*¹ · 강성모¹ · 강점순²

¹경상대학교 원예학과(농업생명과학연구원), ²밀양대학교 원예학과

Effect of Prepriming on Improving Germinability of Pelleted Carrot Seeds

Jong-Min Lim¹, Jeoung-Lai Cho*¹, Sung-Mo Kang¹, and Jum-Soon Kang²

¹Department of Horticulture, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea (Institute of Agriculture & life sciences)

²Department of Horticulture, Miryang National University, Miryang 627-702, Korea

*corresponding author

ABSTRACT Pelleting the seeds often reduces seed germinability. In an effort to alleviate this problem, the seeds of four carrot cultivars were, before pelleting, either solid-matrix primed (SMP) with Micro Cel-E or osmotically-primed with polyethylene glycol 8000. Some batches were imbibed in 100-ppm GA₃ solution. In laboratory tests, pretreatment of the seeds increased the percentages of germination by as much as 50% of the controls, indicating the increase of the germination speed by 1.9 to 4.6 days as determined by the T₅₀ values. In field tests conducted in the year of 2000 and 2001, however, effects of SMP were not observed. There was no significant difference between the SMP seeds and the controls of the percentages and T₅₀ values. The emergence of the seedling in the field was affected greatly by soil water concentration.

Additional key words: *Daucus carota*, solid matrix priming, seed imbibition, seedling emergence, soil moisture

서 언

당근은 종자 발아율이 낮은 작물 중 하나(Min, 1992)로 많은 연구자들이 발아력 향상을 위해 노력(Li 등, 1999; Suzuki 등, 1989)을 해 왔지만 아직 문제가 되고 있다. 국내 당근 재배단지에서 인건비 상승과 노동력 부족으로 기계화 파종의 필요성이 높아짐에 따라 정밀파종을 위한 종자의 pelleting 기술을 개발하고 있다. 대부분의 원예작물은 적절한 유묘관리가 필요하며, 특히 미세종자들은 크기가 불균일하여 기계화 파종이 어렵다. 이러한 문제점을 해결하기 위한 방편으로 종자 pelleting이 제시되었다. Pelleting의 목적은 종자 크기와 무게를 증가시켜 기계화 파종을 가능케 하여 파종과 솟음 노력을 절감하고 종자를 절약하는 데 있다. 그리고, 파종과 묘솟음작업할 때의 노력과 상처를 줄이고 종자를 절약할 수 있다(Sooter과 Millier, 1978).

Pelleting했을 때는 pelleting하지 않은 종자보다 발아율이 높아진다는 보고(Cho 등, 2000)도 있지만, 일반적으로 떨어지는 경향(Bulan, 1991; Miller와 Bensin, 1967; Jeong과 Cho, 1995)이며, 이는 pelleting 기술을 실용화하는 데 다소 걸림돌이 되고 있다.

지금까지 입모 증진을 위한 방안으로 priming, 살균제 처리, 침지, 생장조절제(Brocklehurst과 Dearman, 1983; Cantliffe, 1991;

Sosa-Coronel과 Motes, 1982) 등의 종자처리법이 제시되고 있지만, 이들 처리들은 공통적으로 발아소요일수 단축과 균일한 발아 및 발아잠재력의 증대(Bradford, 1986) 등에 유용하나, 기계화에 의한 정밀파종은 불가능하다. 발아율이 낮거나 균일하지 못한 원예작물 종자를 신속하고 균일하게 묘를 출현시킬 수 있는 priming의 장점과 미세종자의 기계화 파종이 가능한 장점을 조합한다면 pelleting 종자의 부가가치를 높일 수 있을 것이다. 특히, priming 처리 할 때 생장조절제나, 살균제, 미생물 등의 첨가가 용이한(Kim 등, 1998) solid matrix priming(SMP)를 통하여 균일한 파종 간격으로 근권생장도 균일해져 고품질의 생산물 확보가 가능할 것으로 생각된다. 본 실험에서는 당근종자의 기계화 정밀파종을 위한 pelleting 처리에 있어서 적절한 전처리와 이의 효과를 알아보고자 실시하였다.

재료 및 방법

공시작물은 현재 국내에서 춘작용으로 시판되고 있는 당근(*Daucus carota* L.) 품종 '이나라', '만산5촌', '무쌍5촌', '홍심5촌'을 사용하였다. Priming한 종자를 pelleting하여 종자의 입모율 향상의 효과를 구명하였다. 품종별 당근종자의 pelleting 처리는 SMP,

※ Received for publication 15 November 2001. Accepted for publication 14 December 2001.

GA₃ 침지, osmotic priming이었다.

Solid matrix priming(SMP)

지름 5cm, 높이 9cm의 원통형 유리용기에 종자, carrier, 수분을 일정한 무게 비율로 혼합하여 이들 3가지 물질들을 균일하게 섞은 후 항온기에 적정 기간 동안 보관하였다. 이때 종자 : 물질 : 수분의 비율은 5 : 3 : 10.5로 하였다. 혼합하여 균질하게 섞은 용기는 20℃ 항온기에 3일과 5일 동안 처리한 후 유리용기 속의 종자는 carrier 물질이 완전히 이탈되도록 수돗물로 약 1분간 수세하고 종자표면의 수분을 흡습지로 제거하여 발아시험 등에 사용하였다. 이때 carrier 물질로는 Micro-Cel E(Manville co., U.S.A.)를 사용하였으며, 혼합수는 2차 증류수를 사용하였다.

Plant growth regulator 처리

GA₃ 100ppm 20ml 용액에 각 품종의 종자를 20℃, 2시간 침지한 후 수세하고 35℃, 12시간 건조한 후 pelleting하였다.

Osmotic priming

내경 9.0cm의 페트리디쉬에 종자를 0.5g 넣고 각각의 PEG 8000용액 이나리 -1.00Mpa, 만산 -0.75Mpa, 무쌍 -1.00Mpa, -1.50Mpa를 20ml 공급하여 처리제의 수분증발 방지를 위해 밀봉한 후 20℃에서 암조건으로 3일간 처리하였다. Priming 처리 후 종자표면에 부착되어 있는 처리제를 2분간 흐르는 수돗물로 수세하여 제거하고, 실온에서 종자를 음건시킨 후 pelleting하였다.

Pelleting

100 - 200rpm으로 회전하는 코팅드럼에 종자를 넣고 코팅 접착제로는 PVA 0.5% 수용액을 종자 표면에 분사하면서 규조토(Diatomaceous earth #300)로 5 - 7mm까지 코팅 후 25℃에서 3시간 건조하였다.

발아시험은 petridish(φ87×15mm)에 여과지(Whatman No.2) 2매를 깔고 종자를 50립씩 3반복으로 치상한 후 증류수 10mL을 주입하여 치상 후 3일간은 12시간 간격으로 그 이후부터는 24시간 간격으로 11일간 조사하였다. 시험성적은 발아율, T₅₀(최종발아율에 대한 50% 발아소요일수; Coolbear 등, 1984), MDG(평균발아소요일수; Hartmann과 Kester, 1983), MGT로 나타냈다. 수분함유율은 상토(토질이 - 신안그로, 1999)를 80℃로 3일간 건조하여 상토 내 수분을 제거한 후, 400g에 대하여 텐시오메터로 각각의 수분함유량을 60%, 80%, 100%(360ml, 480ml, 600ml)의 세 가지 조건을 설정하였다. 플라스틱 용기에(2ℓ) 상토 400g을 넣은 후 각 수분량별로 200립씩 3반복으로 파종하였다. 20℃ 항온기에 입고하여 24시간 간격으로 14일간 입모를 조사하였다. 포장 입모 시험은 진주시 대곡면에 위치한 경상대학교 부속농장 실험포장에서 pelleting와 pelleting 전 SMP된 종자를 2000년 4월 20일과 2001년 4월 23일에 파종하여 실시하였다. 포장조건은 사질양토였으며, 밀거름으로 10a당 퇴비 3,000kg, N : P : K(20 : 15 : 17kg) 및 석회 60kg을 시비하였다. 파종 간격은 10(주간)×18cm(조간)였고 파종깊이는 1cm였다. 파종

후 20일간 1일 간격으로 묘출현과 출현속도를 조사하였고, 파종 30일째에 생육조사를 하였다. 각 실험결과에 대한 통계처리는 SAS를 이용하였다.

결과 및 고찰

Priming한 pelleting 종자의 발아성

일반적으로 priming한 후 pelleting하면 발아율이 낮고 발아속도가 늦은 pelleting 종자의 단점을 보완할 수 있다. Pelleting 전 priming 처리로 상추(Vades와 Bradford, 1987), 고추, 토마토(Jeong과 Cho, 1995) 등에서 발아능이 향상되었다고 보고하고 있다. 따라서 본 실험에서는 pelleting 전 priming처리를 통하여 pelleting 종자의 발아능 향상을 알아보았다. Pelleting 전 osmotic priming(osmo+priming) 종자, pelleting 전 SMP(SMP+pelleting) 종자, pelleting 전 GA₃ 침지(GA+pelleting) 종자들은 모든 품종에서 priming하지 않은 pelleting(pelletimng) 종자보다 발아율이 향상되었고, T₅₀이 단축되었다. 특히, SMP+pelleting구가 다른 처리구보다 발아능 향상이 컸다. T₅₀에 있어서 pelleting구보다 '이나리'가 3.6일, '만산5촌'이 1.9일, '무쌍5촌'이 5.2일, '홍심5촌'이 4.6일씩 단축되었다. 따라서 발아율이 저조한 pelleting 종자의 발아율 향상과 T₅₀ 단축에 있어서 pelleting처리 전 priming 방법이 유효하며, 그 중에서도 SMP가 가장 효과적인 것 같다(Table 1). 당근에서 pelleting구보다 SMP+

Table 1. Effect of pre-treatment of 'Inari', 'Mansan', 'Mussang' and 'Hongsim' carrot seeds on the germinability of pelleted seeds.

Treatment ^a	Germination (%)	T ₅₀ (days)	MDG (days)	MGT (days)
<i>'Inari'</i>				
SMP+pelleting	91	3.1	8.3	3.7
GA+pelleting	85	5.5	7.7	6.4
Osmo+Pelleting	80	5.3	7.3	4.1
pelleting	70	6.6	6.4	6.9
Significance	**	***	**	***
<i>'Mansan'</i>				
SMP+pelleting	87	4.9	7.9	5.9
GA+pelleting	83	4.6	7.5	5.7
Osmo+pelleting	85	4.4	7.7	5.5
pelleting	53	6.8	4.8	7.1
Significance	***	***	***	***
<i>'Mussang'</i>				
SMP+pelleting	90	2.6	8.2	3.5
GA+pelleting	64	5.5	5.9	6.2
Osmo+pelleting	87	3.7	7.9	4.2
pelleting	40	7.7	3.6	8.4
Significance	***	***	***	***
<i>'Hongsim'</i>				
SMP+pelleting	87	3.2	7.9	4.2
GA+pelleting	78	3.2	7.1	5.2
Osmo+pelleting	58	4.3	5.3	5.9
pelleting	60	7.7	5.5	8.2
Significance	**	***	**	***

^aTreated seeds were dark-germinated at 20℃ for up to 11 days.

Seed pelleting with diatomaceous earth.

** , ***Significant at P=0.01 and 0.001, respectively.

pelleting구가 다른 채소작물에 비해 T₅₀단축 정도가 더 큰 것으로 나타났다. 여러 채소종자에서 pelleting 전 priming 이외에도 영양물질 등을 첨가하여 초기생육을 증진시켰다는 여러 보고들(Finch-Savage와 Cox, 1982; Jeong과 Cho, 1995)이 있으며, 본 실험에서는 pelleting 전 osmotic 및 matric priming과 생장조절제 첨가 처리로 한정하였다.

포장에서의 입모

Pelleting 종자, pelleting+SMP처리 종자의 2가지 종자를 2000년과 2001년 2회에 걸쳐 포장에 직파하여 입모율을 비교하였다(Table 2). 실험실에서 입모율보다 10% 정도 낮았으며, 입모속도는 평균 1-2일 정도 더 늦었다. 모든 품종에서 2000년의 입모성적이 2001년의 성적보다 다소 높게 나타났고, 입모속도가 빨랐다. 이는 2000년의 파종 상태보다 2001년 파종 당시 수분환경이 불량했기 때문인 것으로 생각된다. Pelleting 종자보다 SMP+pelleting 종자가 입모율이 3-12% 높고, E₅₀이 0.1-1.7일 단축되었다. SMP처리를 통하여 pelleting 종자에 입모율 향상과 E₅₀ 단축을 가져오기는 하나 모든 품종에 적용되는 것은 아닌 것으로 보인다. 처리구간 입모율과 입모 속도의 차이는 실험실에서의 성적과 비슷한 경향이였다. 실험실에서처럼 SMP효과를 pelleting 종자에서 기대할 수 없었다.

초기 생육에 있어서 pelleting구와 SMP+pelleting구의 파종 30일째의 건물중은 큰 차이가 없었으며 '이나리'와 '만산5촌' 품종에서 pelleting구보다 SMP+pelleting구가 약 15mg 많았다. '무쌍5촌'과 '홍심5촌' 품종은 오히려 SMP+pelleting 처리구가 pelleting

Table 2. Effect of SMP and pelleting treatments on field germinability of four carrot seeds sowing in 2000 and 2001 spring.

Treatment ^z	2000			2001		
	Emergence (%)	E ₅₀ (days)	DW ^y (mg)	Emergence (%)	E ₅₀ (days)	DW (mg)
	<i>'Inari'</i>					
Pelleting	72	12.9	218	61	13.7	165
SMP+pelleting	75	11.2	234	72	12.6	197
Significance	**	**	*	*	*	*
	<i>'Manan'</i>					
Pelleting	59	12.4	171	48	14.6	132
SMP+pelleting	71	12.3	195	64	14.7	169
Significance	**	*	NS	*	NS	NS
	<i>'Mussang'</i>					
Pelleting	77	12.4	193	55	13.7	184
SMP+pelleting	85	11.7	186	67	12.5	190
Significance	**	**	NS	*	*	NS
	<i>'Hongsim'</i>					
Pelleting	86	11.9	151	57	14.7	122
SMP+pelleting	79	11.8	129	32	14.1	95
Significance	*	**	NS	*	*	NS

^zSeed pelletting with diatomaceous earth.

^yDry weight.

NS, *, ** Nonsignificant or significant at $P=0.05$ and 0.01 respectively.

처리구보다 건물중이 작은 것으로 나타났다. 이러한 결과는 2000년뿐만 아니라 익년의 포장실험에서도 동일한 결과를 나타냈다. SMP처리를 함으로써 pelleting 종자의 입모율을 향상시키고, 입모속도를 단축시킬 수 있지만 초기 생육의 차이는 크지 않았다. 온도와 수분환경 등이 불량한 포장에서 실험실보다 입모율이 낮고 입모속도가 늦은 것으로보다 포장의 온도 및 수분상태와 연관성이 있는 것으로 추측된다.

토양수분에 따른 pelleting 종자의 발아성

Pelleting 종자는 일반 종자에 비해 외피가 단단한 고흥물질로 코팅되어있어 유근이 돌출하기 위해 수분이 더 많이 필요한 것으로 생각된다. Pelleting 재료로 사용된 구조토는 SiO₂가 90%를 차지하고, 다른 피복물질에 비하여 토양수분함량에 관계없이 균일하게 발아를 보이는 피복재라고 알려져 있다.

토양수분에 따른 입모변화는 품종에 따라 약간의 차이는 있지만 홍심 5촌을 제외한 모든 품종에서 7일-10일 사이에 대부분 입모가 되었다. Pelleting 종자의 평균 발아 소요일수는 3-5일 정도인데 평균 입모일수는 7-10 정도인 것으로 보아 발아되고 난 후 지상으로 자엽이 전개되는 데 4-5일 정도 소요되는 것으로 보인다. 평균적인 E₅₀은 8일 정도였으며, 높은 토양 수분 환경(100%)에서는 60%와 80%의 토양 수분 환경보다 낮은 입모를 나타냈다. 당근 종자는 흡수력이 약하여 발아할 때 많은 수분을 필요(Suzuki 등, 1989)로 하지만 높은 토양 수분 함유 조건은 산소공급을 차단하는 등의 조건으로 발아에 지장을 초래한 것으로 보이며 낮은 토양 수분 함유조건(60%)의 수분 조건은 코팅 종자의 외피가 충분히 균열되어 발아가 쉽게 될 수 있도록 수분이 충분히 공급되지 못했기 때문으로 추측되거나 80%의 수분 함량구와 유의차가 인정되지 않았다(Fig. 1). 수화형

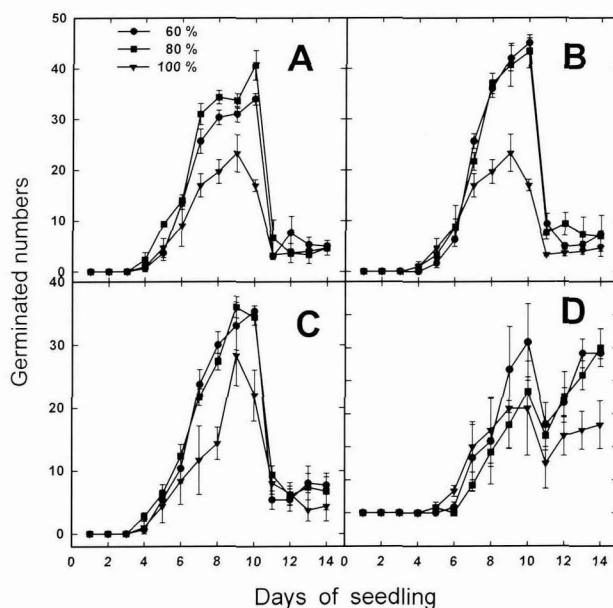


Fig. 1. Daily changes in percent germination of 'Inari (A)', 'Mansan (B)', 'Mussang (C)', 'Hongsim (D)' carrot seeds as affected by 60, 80 and 100 percent soil water.

물질로서 pelleting은 수분흡수를 향상시킬 수 있으나, 과습조건에서는 종자의 산소공급이 차단되어 묘 출현에 악영향을 초래할 수 있다. 품종별로 수분 함유량의 차이가 입모율에는 영향을 미치지만 E₅₀은 그다지 영향을 받지 않는 것으로 보인다.

초 록

일반적으로 종자를 pelleting하면 발아율이나 발아세가 나중자보다 저하되어 실용화하는 데 다소 걸림돌이 되고 있다. 본 연구는 시판되는 춘파용 당근 4품종을 공시하여 pelleting 전 solid matrix priming(SMP), osmo priming, GA₃의 처리를 하여 4품종 모두 pelleting보다 발아율이 10-50% 향상되었으며, T₅₀가 1.9-4.6일 단축되었다. 포장에서의 입모율은 SMP+pelleting 종자가 pelleting 시키지 않은 종자보다 높았고, T₅₀이 단축되었지만 큰 차이는 없었다. 이런 불균일한 묘출현은 포장의 불량한 온도와 수분환경 때문인 것으로 생각되며 수분과 pelleting 종자와의 관계에 대한 추가 시험을 수행할 계획이다.

추가 주요어 : 당근, SMP, 종자수분흡수, 입모율, 토양수분

인용문헌

- Bradford, K.J. 1986. Manipulation of seed water relations via osmotic priming to improve germination under stress conditions. *HortScience* 26:1105-1112.
- Brocklehurst, P.A. and J. Dearman. 1983. Interactions between seed priming treatments and nine seed lots of carrot, celery and onion. II. Seedling emergence and plant growth. *Ann. Appl. Biol.* 102:585-593.
- Bulan, P. 1991. Some effect of seed coating and aging treatments on soybean germination and emergence. Ph.D. Diss. Mississippi State Univ.
- Cantliffe, D. J. 1991. Benzyladenine in the priming solution reduces thermodormancy of lettuce seeds. *HortTechnology*. 1:95-97.
- Cho, S.K., H.Y. Seo, Y.B. Oh, E.T. Lee, I.H. Choi, Y.S. Jang, Y.S. Song, and T.G. Min. 2000. Selection of coating materials and binders for pelleting onion (*Allium cepa* L.) seed. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 41:593-597.
- Coolbear, P., A. Francis, and D. Grierson. 1984. The effect of low temperature presowing treatment on the germination performance and membrane integrity of artificially aged tomato seeds. *J. Exp. Bot.* 35:1609-1617.
- Finch-Savage, W.E. and C.J. Cox. 1982. Effect of adding plant nutrients to the gel carrier used for fluid-drilling early carrots. *J. Agr. Sci.* 99:295-303.
- Hartmann, H.T. and D.E. Kester. 1983. *Plant propagation: Principle and Practices*. 4th ed. Pentice-Hall, Upper Saddle River, N.J. p.127.
- Jeong, Y.O. and J.L. Cho. 1995. Effect of coating materials and priming on seed germination of tomato and pepper. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 36:185-191.
- Kim, S.E., J.E. Song, H. Jung, and J.M. Lee. 1998. Germination promotion of watermelon seeds using solid matrix priming (SMP) treatment. *Kor. J. Hort. Sci. and Tech.* 16:344-346.
- Li, X.R., C.Y. Tu, and I.S. Kim. 1999. Effect of presowing seed treatments on germination and seedling emergence of carrot. *Int. of Agr. Sci. Kangwon Univ.* 10:10-17.
- Miller, W.F. and R.F. Bensen. 1967. Improving emergence of pelleted vegetable seed. *Trans. Soc. Agric. Eng.* 10:658-666.
- Min, T.G. 1992. Effect of density separation after pretreatment on embryo growth and radicle emergence of carrot (*Daucus carota* L.) seeds. *Kor. J. Crop. Sci.* 37:134-140.
- Sooter, C.A. and W.F. Millier. 1978. The effect of pellet coating on the seedling emergence from lettuce seeds. *Trans. Amer. Soc. Agr. engineers.* 21:1034-1039.
- Sosa-Coranel, J. and J.E. Motes. 1982. Effect of gibberellic acid and seed rates on pepper seed germination in aerated water columns, *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 7:290-295.
- Suzuki, H., S. Obayai, and M. Koizumi. 1989. Effect of presowing seed treatments and seedling emergence of carrot. *J. Jap. Soc. Hort. Sci.* 58:407-414.
- Valdes, V.M. and K.J. Bradford. 1987. Effect of seed coating and osmotic priming on the germination of lettuce seeds. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 112:153-156.