

Priming 조건이 양파 종자의 발아율 향상에 미치는 영향

조상균*[†] · 서흥렬* · 오영진* · 심강보** · 최경구*** · 이성춘****

*호남농업연구소, **영남농업연구소, ***전북대학교 생물자원과학부, ****순천대학교 식물생산과학부

Effect of Priming Conditions on Enhancing Germination of Onion (*Allium cepa* L.) Seeds

Sang Kyun Cho*[†], Hong Yul Seo*, Young Jin Oh*, Kang Bo Shim**, Kyeong Gu Choi***, and Sheong Chun Lee****

*Honam Agricultural Research Institute, NICS, RDA, Iksan 570-080, Korea

**Yeongnam Agricultural Research Institute, NICS, RDA, Miryang 627-803, Korea

***Division of Biological Resource Sciences, Chonbuk Nat'l Univ. Jeonju 561-756, Korea

****Division of Life Resource Sciences, Sunchon Nat'l. Univ. Sunchon 540-742, Korea

ABSTRACT Priming of seeds in 150 mM KCl at 10°C for 6 days was most effective in increasing germination rate and shortening germination time. Germination rate of primed seeds was increased to 96% which is about 14% higher than that of non-primed seeds. Germination temperature for better priming effects from primed onion seeds was 10 to 15°C which is relatively lower than that of normal germination temperature of 20°C. Drying primed seeds at 20°C for 5 hours resulted in best priming effects.

Keywords : onion, priming, germination, priming agent, priming concentration

양파(*Allium cepa* L.)는 종자 모양이 불규칙한 삼각형태의 소립(3 g/1000립)으로 기계파종이 어려워 묘상에 육묘하여 본포에 정식하는데 전체 재배면적은 약 15,500 ha에 달하고 있다(Min. Agri. & Fore. ROK, 2005). 파종시 종자 소요량이 많고 파종 밀도가 불균일하여 발아 후 묘소질도 떨어지며 묘상 준비와 이식에 투하되는 작업 시간은 전체 노동력의 34.7%를 차지하고 있어(RDA, 2003) 묘상 설치와 이식 작업을 생략할 수 있는 직파재배 기술 개발이 요구되고 있다.

양파 직파재배를 위해서는 포장에서의 발아 및 입묘의 불안정 및 초기생육의 부진 등 해결해야할 문제점이 많다.

포장에서의 발아, 입묘율을 안정시키기 위해서는 파종에서 출현까지의 기간을 단축시켜 종자가 발아시 받을 수 있는 환경 스트레스를 최소화 하여야한다. 또한 입고병 등을

예방하고 유묘의 초기생육을 촉진시키는 등 일련의 복합적인 재배방법(Agrawal *et al.*, 1988, Anthony & Barlow, 1987)에 의한 환경 적응력을 향상시켜야 하는데 이러한 문제점을 해결하기 위해 종자에 Priming처리를 하여 포장에서의 출현시간을 단축시켜 출현율을 높여려는 연구가 많이 이루어지고 있다(Bray *et al.*, 1989; Coolbear *et al.*, 1980; Taylorson, 1991).

Priming은 발아소요일수 단축과 균일한 발아 및 발아잠재력의 증진, 규격묘 생산과 수량 증대 등에 효과적이어서 널리 이용되고 있으며 처리약제의 종류, 농도(Dahl *et al.*, 1990; Suzuki *et al.*, 1991), 처리기간 및 온도(Atherton & Farooque, 1983; Sachs, 1977) 등이 관여 할 뿐아니라 작물에 따라서도 그 효과가 다르게 나타난다. 따라서 본 연구에서는 양파 종자에 가장 효과적인 priming 조건을 찾고자 실시한 결과를 소개 하고자 한다.

재료 및 방법

Priming 약제 종류 및 농도에 따른 효과

본 시험에 사용된 공시 품종은 천주대고로 종묘회사에서 구입하여 손으로 재정선하여 사용하였으며, priming 약제로는 CaCl₂, Ca(NO₃)₂, KNO₃, MgSO₄, NaNO₃, KCl, K₃PO₄, NH₄NO₃(Sigma사 제품) 및 Polyethylene glycol 6000(PEG 6000, Sigma사 제품) 등이다. 약제 농도는 PEG 6000은 Michel과 Kaufmann(1973) 방법에 따라 -0.75 Mpa, -1.0 MPa, -1.5 MPa 및 -1.75 MPa로 구분 하였으며, 그 외 약제들은 공히 각각 100 mM, 150 mM, 200 mM 및 250 mM로

[†]Corresponding author: (Phone) +82-63-840-2248

(E-mail) cho5191@rda.go.kr <Received March 8, 2006>

수준을 달리 하였다. 종자처리는 Jeong 등(1994)의 방법에 의거 15°C와 20°C에 종자를 암 상태에서 4일간 priming 하였다. 처리 후 종자는 수돗물에 15분간 씻어서 35°C에서 2시간 건조 후 15°C에서 2일간 더 건조 시킨 후 실온에서 4일간 방치해 수분평형을 이루게 한 후 실험재료로 사용했다. 발아조사는 플라스틱 발아상자(sigma 제품, 11×11×3 cm)에 여지(10×10 cm)를 넣고 Burris 등(1977)의 방법으로 50립씩 6반복으로 치상하여 암 상태의 20°C 항온기 내에서 실시하였다. 치상 후 6일까지는 12시간 간격으로, 7일부터는 1일 간격으로 전체 10일 동안 발아 여부를 조사하였는데, 유근이 1.0 mm 이상 나온 것을 발아한 것으로 간주하였으며, 발아율은 ISTA(International Seed Testing Association)와 AOSA(Association of Official Seed Analysts) 방법으로, 최종발아율에 대한 50% 발아에 소요되는 일수 (T_{50})는 Coolbear 등(1984)의 공식을 이용하여 계산하였다.

적정 priming 처리기간 및 온도 구명

시험 1에서 priming 약제로서 가장 효과가 높은 것으로 판단된 KCl 150 mM 만을 사용하여 최적 priming 처리 기간 및 priming 처리 온도 조건을 찾기 위해 priming 처리 하였고, 처리 온도는 10, 15, 20, 25, 및 30°C의 조합에 처리기간은 2, 4, 6 및 8일간 각각 종자를 처리하여 20°C 암 상태의 항온기에서 발아시켜 시험 1과 같은 방법으로 조사하였다.

Priming 처리 종자의 온도조건에 따른 발아율

Priming 처리 종자의 온도조건에 따른 발아율에 미치는 영향을 알기 위해 처리 약제 및 농도는 실험 1에서 가장 효과가 좋았던 KCl 150 mM 농도를 사용하였고, 처리기간 및 온도는 위 시험에서 가장 효과적이었던 10°C에서 6일간 처리한 종자를 10, 15, 20, 25 및 30°C로 달리한 암 상태의 항온기 내에서 발아시켜 시험 1과 같은 방법으로 조사하였다.

Priming 처리에 따른 품종 간 차이

Priming 처리에 따른 품종 간 차이를 보기 위해 창녕대고(만생종), 조생대고(중생종), 슈퍼볼황(중생종), 나까하라(조생종) 등 4품종을 150 mM KCl 농도를 사용하여, 10°C에서 6일간 처리한 종자를 20°C 암 상태의 항온기 내에서 발아시켜 시험 1과 같은 방법으로 조사하였다.

Priming 처리 후 종자 건조 조건 구명

Priming 처리 후 건조온도가 건조 속도에 미치는 영향을 조사하기 위해 천주대고 품종을 이용하여 150 mM KCl 농

도를 사용하여, 10°C에서 6일간 처리한 종자를 15, 20, 25 및 30°C 조건에서 1시간 간격으로 조사하였고, 종자 함수량이 처리 전 종자의 함수량까지 도달하는 시간까지 조사하였다. 발아조사는 각 조건에서 종자가 처리 전 수분 함량에 도달한 종자를 이용하여 20°C 암 상태의 항온기 내에서 발아시켜 시험 1과 같은 방법으로 조사하였다.

결과 및 고찰

Priming 처리 약제 종류 및 농도에 따른 효과

Priming 처리 약제 종류와 농도에 따른 발아율을 보면 (Table 1) 처리 약제 및 농도 간에 많은 차이를 보였다. Priming 처리 후 발아율을 보면 15°C의 KCl 150 mM 농도에서 91%로 가장 높았으나, 그 외의 다른 약제에서는 priming 처리 하지 않은 종자에 비해 발아율이 오히려 낮아 전반적으로 priming 처리가 발아율이 낮았다. 특히 고추에서 가장 효과적이었던 K_3PO_4 처리(Jeong *et al.*, 1994a)가 처리 농도별로 약간씩 차이는 있었지만 20~60%로 가장 낮았고, 또 토마토에서 가장 효과적이었던 $Ca(NO_3)_2$ 처리(Jeong *et al.*, 1994b)도 무처리보다 발아율이 낮아 작물에 따라 priming 처리 약제의 효과가 다를 수 있었다. 이와 같은 결과는 20°C에서도 비슷한 경향을 보였다. 양과 종자의 priming 처리시 발아율이 KCl을 제외한 다른 약제에서 무처리에 비해 발아율이 향상되지 못했던 이유는 명확하지 않은데, Brocklehurst와 Dearman(1984)는 priming 처리 약제의 이온이 종자 내로 침투하여 유독한 영향을 미친다고 했고, Haigh와 Barlow(1987)는 priming 처리 용액의 이온 농도가 증가할수록 배의 이온 축적량이 증가되어 대사 작용을 방해한다고 했는데, 이러한 가능성에 대한 검증은 물론 작물 및 품종에 적합한 약제와 농도 선정에 대한 지속적인 연구가 이루어져야할 것으로 생각된다.

처리 기간 및 온도

Priming 처리기간 및 온도 조건을 구명하기 위해 위 실험에서 발아율이 가장 높았던 약제와 농도(150 mM, KCl)로 priming 처리기간과 온도 조건을 달리하여 발아율 및 T_{50} 을 조사한 결과(Table 2) 처리 온도가 높을수록 발아율이 떨어지는 경향을 보였고, 같은 온도 조건에서는 처리일수가 짧거나 길수록 발아율이 떨어졌는데 이와 같은 현상은 온도가 높을수록 뚜렷하였다. 처리 온도별 발아율을 보면 10°C에서 6일간 처리한 조건과 15°C에서 4일간 처리한 조건에서 각각 96%와 94%로 가장 높았으며, 20°C에서는 4일, 15°C

Table 1. Germination percentage (GP) and germination rate (GR) of onion seed by the combined treatments of priming agent and temperature.

Seed treatment ^z		Primed temperature			
		15°C		20°C	
Priming agent	Conc (mM)	Germ. percentage (%)	Germ. rate (%)	Germ. percentage (%)	Germ. rate (%)
Control	-	79	68	79	68
Ca(NO ₃) ₂	100	75	74	77	76
	150	75	72	66	66
	200	76	75	77	75
	250	70	70	74	72
KNO ₃	100	57	54	42	39
	150	64	61	61	57
	200	71	70	48	47
	250	69	67	67	65
NaNO ₃	100	63	62	46	43
	150	73	70	57	47
	200	70	69	65	57
	250	77	72	53	49
KCl	100	81	81	82	82
	150	91	90	89	89
	200	83	81	83	83
	250	83	83	83	83
K ₃ PO ₄	100	64	61	25	11
	150	53	46	7	6
	200	34	29	3	2
	250	20	19	53	47
NH ₄ NO ₃	100	67	55	2	2
	150	54	47	11	11
	200	59	55	3	3
	250	69	64	6	4
PEG 6000	-0.75MPa	73	63	79	73
	-1.00MPa	71	65	77	70
	-1.50MPa	71	60	77	75
	-1.75MPa	78	69	81	76
Significance		GP	GR	GP	GR
Priming solution (PS)		***	***	***	***
Concentration (C)		*	*	*	*
PS×C		***	***	***	***

^zSeed were dark-primed at 15 and 20°C for 4 days and dark-germinated at 20°C for up to 10 days.

*, **, *** : Significantly different at P≤0.05, 0.01, or 0.001, respectively, using analysis of variance. Data are the means of the six replications of 50 seeds.

에서는 2일, 4일 및 6일에서, 10°C에서는 처리 일수와 관계 없이 priming 처리하지 않은 종자에 비하여 발아율이 높았다. 한편 최종 발아율에 대한 50%발아 하는데 걸리는 시간은 10°C에서 6일과 15°C에서 4일 처리가 각각 3.0일과 3.1일로 발아소요일수가 가장 짧았는데 30°C를 제외한 모든

처리에서 priming을 처리 하지 않은 종자에 비해 발아소요일수가 단축되었다.

Priming 처리기간 동안 발아되지 않으면서 이후 그 효과를 극대화 시킬 수 있는 priming 처리기간 및 온도 설정은 아주 중요하다(Suzuki *et al.*, 1990).

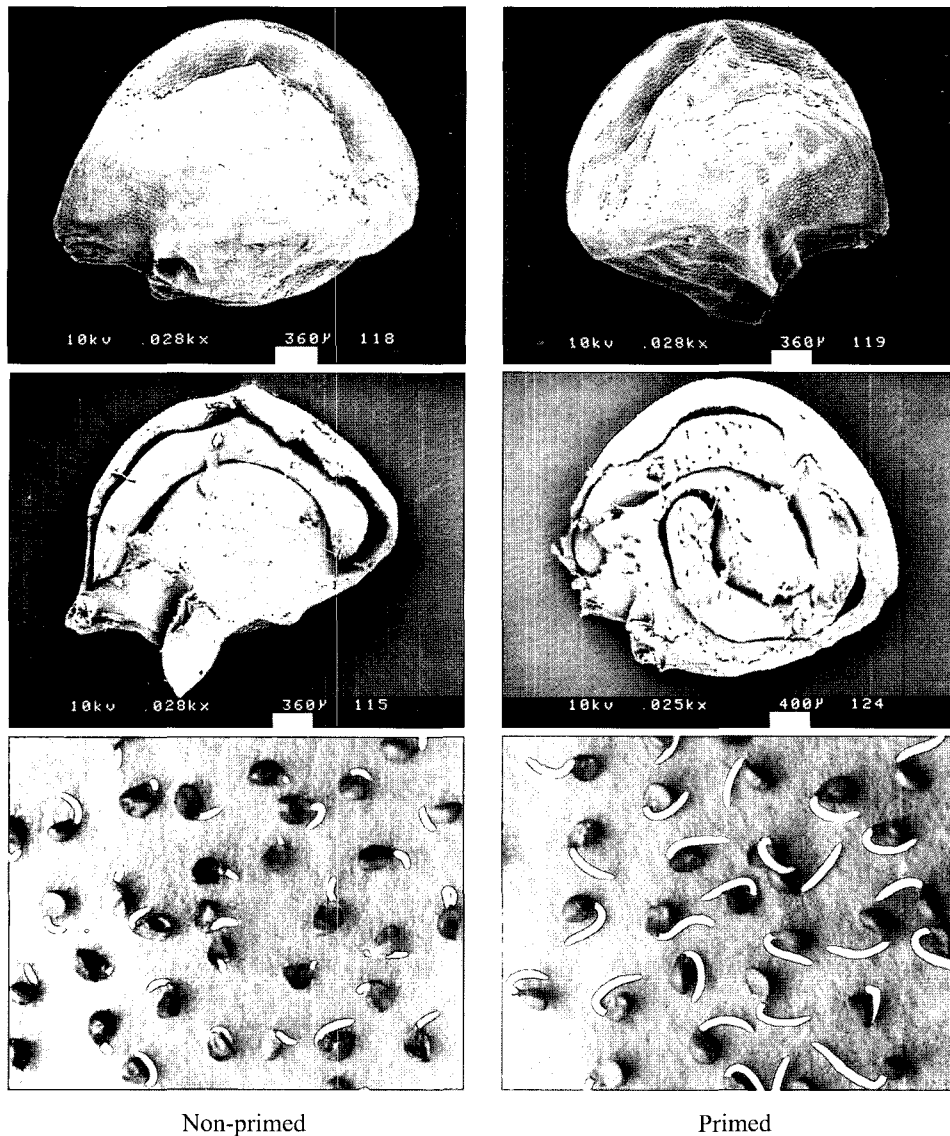


Fig. 1. Morphological characteristics of primed and non-primed germinated seeds. 'Chunjudaego' seed were dark-primed in 150 mM KCl at 15°C for 6 days and dark-germinated at 20°C for up to 6 days.

Haigh 등(1986)과 Atherton과 Farooque(1990)는 priming 기간이 길거나 짧으면 발아 기간이 길어진다고 했는데 적절한 priming 처리기간은 작물에 따라 다르다(Bradford, 1986; Khan, 1992). 또한 priming 약제 및 농도와 priming 처리시의 온도도 발아율과 발아소요일수에 큰 영향을 미치므로 (Dahal *et al.* 1990, Suzuki *et al.*, 1990) 이러한 요인들을 복합적으로 조절할 수 있어야 한다. 각 작물별 priming 처리처리 온도와 기간을 보면 토마토는 20°C에서 4일(Jeong *et al.*, 1994b), 5일(Argerich *et al.*, 1989) 및 7일(Alvarado & Bradford, 1988)에서 발아율 향상 및 유묘 출현소요일수에 효과적이었으며, 고추는 15°C에서 6일(Cantliffe *et al.*,

1987) 및 20°C에서 6일(Rivas *et al.*, 1984), 당근은 15°C에서 2주(Cantliffe *et al.*, 1987; Gray *et al.*, 1990) 및 20°C에서 2주(Haigh *et al.*, 1986), 그리고 양파는 20°C에서 1주(Haigh *et al.*, 1986) 및 15°C에서 4주(Haigh & Barlow, 1987)에서 가장 효과적이었다고 하여 본 실험과 상이한 결과를 보고했다. 또 상추는 15°C에서 12시간(Cantliffe *et al.*, 1987; Wurr & Fellows, 1984), 머스크멜론은 10°C에서 5일(Nerson & Govers, 1986) 및 25°C에서 6일(Bradford *et al.*, 1988)처리가 발아율 향상 및 유묘 출현소요일수 단축에 효과적이었다. 이처럼 priming 처리 최적기간은 작물에 따라 6시간(Sachs, 1977)에서 28일(Gray *et al.*, 1990)까지 보고

Table 2. Effect of priming period and temperature on germination percentage and T₅₀ on 'Chunjudaego' seeds.

Priming condition ^x		Germination percentage ^y (%)	T ₅₀ ^z (days)
Temp. (°C)	Period (days)		
Control		82.0	4.6
10	2	84.7	3.7
	4	88.3	3.2
	6	96.0	3.0
	8	92.3	3.2
15	2	84.3	3.7
	4	94.0	3.1
	6	82.7	3.8
	8	80.0	4.1
20	2	81.3	3.6
	4	88.3	3.6
	6	74.0	3.6
	8	71.3	4.1
25	2	72.3	4.3
	4	59.3	4.2
	6	55.7	4.4
	8	48.0	-
30	2	50.3	9.7
	4	37.3	-
	6	33.7	-
	8	22.0	-
Significance		GP	T ₅₀
Temperature (T)		***	***
Period (D)		*	*
T×D		***	***

^xSeeds were dark-primed in 150 mM KCl at 15°C for 6 days.
^ySeed were dark-germinated at 20°C for up to 10 days.
^zThe T₅₀ values were derived from total number of seeds germinated.
 *, **, *** : Significantly different at P≤0.05, 0.01, or 0.001, respectively, using analysis of variance. Data are the means of the six replications of 50 seeds.

되었으며 priming 처리 온도는 발아를 억제 할 수 있는 15~25°C 범위가 가장 적합한 것으로 알려져 있다(Bradford, 1986; Khan, 1992). 이와 같이 동일작물의 경우에서도 연구자에 따라 priming 처리기간과 온도가 다르게 나타나는 경우가 많은 것은 공시재료의 품종과 발아율 및 T₅₀ 등의 판단 기준이 다소 다른 것에도 한 원인이 있는 것으로 추측된

Table 3. Effect of temperature on the germination rate and T₅₀ of 'Chunjudaego' seeds.

Temp. (°C)	Germination condition	Germination percentage (%)	T ₅₀ ^z (days)
	Seed treatment ^y		
10	Primed	92.3 ^{af}	6.8 ^b
	Control	72.0 ^b	9.9 ^a
15	Primed	92.0 ^a	4.0 ^b
	Control	82.7 ^b	6.0 ^a
20	Primed	96.3 ^a	3.0 ^b
	Control	87.3 ^b	4.4 ^a
25	Primed	94.7 ^a	2.9 ^a
	Control	83.0 ^b	3.4 ^a
30	Primed	81.7 ^a	4.1 ^a
	Control	81.0 ^a	4.7 ^a

^ySeed were dark-primed in 150 mM KCl at 15°C for 6 days.
^zThe T₅₀ values were derived from total number of seeds germinated.
^fNumbers within columns followed by the same letter do not differ significantly at the 5% level by Duncan's multiple range test.

다. 우수한 priming 처리 약제라도 priming 처리 기간과 온도에 따라 그 효과가 오히려 반감되는 결과를 초래할 수 있으므로 대상작물에 적합한 priming 처리 기간과 온도의 구명이 선행되어야 하고 개선하도록 계속적인 연구 개발이 필요할 것으로 생각된다.

처리 후 온도 조건에 따른 발아율

Priming 처리 후 발아온도에 따른 종자의 발아율과 발아 소요시간 단축 정도를 보기 위해 실험 1과 2에서 가장 효과적이었던 150 mM KCl 에서 6일간 처리한 후 발아 온도 조건을 달리해서 각 온도별로 priming을 처리하지 않은 종자와 비교한 결과(Table 3) 발아율은 30°C를 제외한 모든 처리에서 무처리에 비해 발아율이 향상 되었는데, priming을 처리하지 않은 종자는 온도 조건에 따라 발아율의 차이가 심했으나, priming 처리한 종자는 온도 간에 발아율 차이가 크지 않았다. 특히 10°C의 저온처리에서 처리종자의 발아율은 92.3%, 무처리 종자는 72.0%로 발아율 차이가 많이 났는데 반해 30°C의 고온처리에서는 처리종자와 무처리 종자의 발아율이 각각 81.7%와 81.0%로 차이가 없어 양파 종자에서의 priming 처리가 고온 보다는 저온발아율 향상에 효과적이라는 것을 알 수 있다. 또 발아 온도에 따른 T50을

보면 대체로 모든 처리에서 priming 처리 하지 않은 종자에 비해 발아소요일수가 단축되었는데, 10°C 처리에서 처리종자는 6.8일, 무처리 종자는 9.5일로 3.1일이 단축되었고, 15°C에서는 2.0일, 20°C에서는 1.4일, 25°C와 30°C에서는 각각 0.5일과 0.6일로 온도가 낮을수록 단축 효과가 크게 나타났다. 이는 Jeong 등(1994b)이 토마토에서 priming 처리시 온도가 낮을수록 출현소요일수 단축 효과가 컸다는 보고와 비슷한 결과이다. 따라서 priming 처리는 정상적인 환경조건보다는 불량 환경 조건에서 그 효과가 매우 클 것으로 생각된다.

대부분의 종자들은 발아 적온에서는 정상적인 발아 및 유묘출현이 이루어지나, 최근에는 채소작물의 생산이 계절적에서 연중으로 전환되었으며, 이로 인하여 불량환경 조건에서 종자를 파종해야 하는 경우가 많은데, 이럴 때 저온발아성 종자는 고온에서, 고온발아성 종자는 저온에서도 발아율이 안정하게 유지될 수 있다면 생산성 향상에 많은 이점이 있을 것으로 생각된다.

본 실험에서도 priming 처리가 발아온도에 관계없이 초기발아율 향상 및 T₅₀ 단축에 크게 기여한 것으로 나타났으며 이러한 효과는 발아온도가 비교적 낮은 15°C 이하에서 두드러지는 경향이었는데, 고온보다는 저온하에서 priming 처리 종자가 priming 처리하지 않은 종자보다 세포분열과 세포신장이 왕성하여 발아가 촉진되었을 것으로 추측할 수 있다.

처리 후 건조 조건에 따른 발아율

Priming 처리한 종자를 장기간 저장을 하거나 기계파종 등 원활한 파종 작업을 하기 위해서는 priming 처리후 처리 종자의 수분함량을 처리 전의 함수율로 낮추기 위한 탈수 과정이 필요하다. Priming 처리후 건조 조건에 따른 종자 함수율의 변화를 보면(Fig. 2), priming처리 전의 종자 함수율은 10%내외였으며, 처리 직후의 종자 함수율은 32.7%였다. 이들 종자를 30°C에서 2시간, 25°C에서 4시간, 20°C에서는 5시간 그리고 15°C에서는 6시간 건조했을 때 처리 전의 함수율과 동일한 10%로 건조되었다. Priming 처리 종자의 건조 후 발아율을 보면(Table 4), 15°C에서 6시간 건조가 92.3%, 20°C에서 5시간 건조가 91.0%, 25°C에서 4시간 건조가 91.3% 그리고 30°C에서 2시간 건조가 90.6%로 온도가 낮을수록 발아율이 높아지는 경향이었으나 큰 차이는 없었고, 발아소요일수도 차이가 없어 priming처리 전의 종자 함수율에 도달하는 건조 조건에서는 건조온도와 관계없이 발아에 전혀 지장이 없었다.

Priming 처리 효과 중 하나가 세포막의 기능 향상을 들 수 있으나(Khan, 1992; Nienow *et al.*, 1991), priming 처리 이후 건조과정 중 종자의 막이 손상될 수 있다. 막의 보존은 종자 활력을 가름하는 지표이며(Coolbear *et al.*, 1984), 막의 기능이 상실된 종자는 저장양분의 유출량이 증가하게 되는데, 이는 곧 유해 병원균의 영양급원이 되어 입모를 저해하게 된다. 또한 수분 흡수가 진행된 종자라도 유근이 돌출되기 전까지는 건조 내성이 있으나, 일단 유근이 돌출된 종자를 건조하면 종자수명이 상실된다(Kang *et al.*, 1998).

Priming처리 종자도 건조온도에 따라 막의 보존 상태가 달라질 수 있는데, 특히 고온에서 급속한 건조는 인위노화 처리와 유사하게 작용하여 막 손상에 의한 기능성 상실을 할 수 있으므로 가능한 한 15°C이하의 낮은 온도에서 서서히 건조 시키는 것이 종자의 활력 유지에 유리한 조건이지만 산업화를 위한 대량처리에 적용하기에는 건조속도가 완

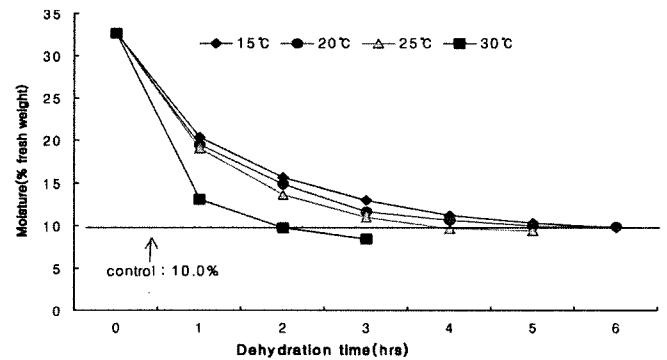


Fig. 2. Changes in moisture content of 'Chunjudaegeo' seeds with dehydration temperature and duration.

Table 4. Effect of dehydration temperature and time on the germination rate and T₅₀ of 'Chunjudaegeo' seeds.

Dehydration condition		Germination percentage (%)	T ₅₀ ^z (day)
Temp. (°C)	Time (hr.)		
15	6	92.3 ^{at}	4.1 ^b
20	5	91.0 ^a	4.2 ^b
25	4	91.3 ^a	4.2 ^b
30	2	90.6 ^a	4.3 ^b
Control		83.0 ^b	5.7 ^a

Seed were dark-primed in 150 mM KCl at 15°C for 6 days and seed were dark-germinated at 20°C for up to 10 days. ^zThe T₅₀ values were derived from total number of seeds germinated.

^tNumbers within columns followed by the same letter do not differ significantly at the 5% level by Duncan's multiple range test.

Table 5. Varietal difference in priming effect on the germination percentage and T₅₀.

Cultivar	Seed treatment ^y	Germination percentage (%)	T ₅₀ ^z (days)
Changnyeongdaego (Late maturing variety)	Primed	93.3 ^{af}	2.8 ^b
	Control	88.3 ^b	3.7 ^a
Superballhwang (Medium maturing variety)	Primed	74.0 ^a	5.0 ^b
	Control	52.3 ^b	7.1 ^a
Nakahila (Medium maturing variety)	Primed	92.0 ^a	2.5 ^b
	Control	84.0 ^b	3.4 ^a
Chosaengdaego (Early maturing cultivar)	Primed	71.7 ^a	4.5 ^b
	Control	50.7 ^b	7.5 ^a

^ySeed were dark-primed in 150 mM KCl at 15°C for 6 days and seed were dark-germinated at 20°C for up to 10 days.

^zThe T₅₀ values were derived from total number of seeds germinated.

^fNumbers within columns followed by the same letter do not differ significantly at the 5% level by Duncan's multiple range test.

만하여 처리비용 측면을 고려한다면 양파에서는 20°C 전후의 건조 온도가 적합할 것으로 판단된다.

처리에 따른 품종 간 반응

Priming 처리에 따른 품종 간 반응을 보기 위해 조생종(조생대고), 중생종(슈퍼볼황, 나까히라), 만생종(창녕대고)을 공시하여 발아율과 유근 출현속도 단축효과를 조사한 결과(Table 5) 모든 처리에서 발아율이 향상되었고, 출현소요일수 단축효과도 인정 되었다. 창녕대고는 priming 처리 종자는 93.3%, 무처리 종자가 88.3%의 발아율을 보였고, 조생대고는 처리종자가 71.7%, 무처리 종자가 50.7%, 슈퍼볼황 품종은 처리종자가 74.0%, 무처리가 52.3%, 나까히라 품종은 처리종자가 92.0%, 무처리가 84.0%로 특히 발아율이 낮은 조생대고와 슈퍼볼황 품종에서 priming 처리 효과가 컸다. 출현소요일수를 보면 무처리 종자에 비해 창녕대고가 0.9, 조생대고가 2.0일, 슈퍼볼황이 2.1일, 나까히라가 0.9일이 단축되어 조생대고 및 슈퍼볼황 품종에서 단축효과가 커 발아율이 높은 품종 보다는 낮은 품종에서 priming 처리효과를 극대화 시킬 수 있을 것으로 생각된다.

적 요

양파 종자의 초기발아 촉진을 위한 priming 처리시 그 적정 조건을 구명하기 위하여 priming 처리 약제의 종류와 농도, priming 처리 기간과 온도, priming 처리후 온도조건에 따른 발아율에 대한 실험 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 양파종자의 초기 발아 촉진 및 발아율 향상을 위한 priming 처리결과 최종 발아율 향상 및 발아 소요일수 단축

에 효과적이었으며, priming 처리에 가장 효과적인 약제는 150 mM 농도의 KCl이었으며, priming 처리기간 및 온도는 10°C에서 6일간 처리하는 것이 가장 효과적이었는데 발아율은 96%로 일반종자의 82%에 비해 14%가 높았다.

2. Priming 처리한 종자는 발아온도 20°C 이상보다는 10°C 및 15°C의 저온에서 발아율 향상 및 발아 소요일수 단축 효과가 커서 적온보다는 저온에서 priming 처리 효과가 극대화 될 것으로 판단된다. Priming 처리한 후 종자 건조 조건은 20°C에서 5시간 건조 시키는 것이 가장 좋았다.

인용문헌

- Agrawal P. K., M. Dadlani, and G. V. Kumari. 1988. viability of onion seeds : Storage with low and high seed moisture. *Pl. Physiol and Biochem.* 15(1) : 97-106.
- 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.
- Anthony M. H. and E. W. R Barlow. 1987. Germination and priming of tomato, carrot, onion, and sorghum seeds in a range of osmotica. *J. Amer. Soc. Hort. Csi.* 112(2) : 202-208.
- Argerich, C. A., K. J. Bradford, and A. M. Tarquis. 1989. The effects of priming and ageing on resistance to deterioration of tomato seeds. *J. Exp. Bot.* 40 : 593-598.
- Association of Official Seed Analysts (AOSA). 1990. Rules for testing seeds. *J. Seed Technol.* 12(3) : 1-112.
- Atherton, J. G. and A. M. Farooque. 1983. High temperature and germination in spinach. II. Effects of osmotic priming. *Scientia Horticulturae* 19 : 221-227.
- Bradford K. J. 1986 Manipulation of seed water relations via

- osmotic priming to improve germination under stress conditions. *Hort. Sci.* 21 : 1105-1112.
- Bradford, K. j., D. M. May, B. J. Hoyle, Z. S. Skibinski, S. J. Scott, and K. B. Tyler. 1988. Seeds and soil treatments to improve emergence of muskmelon from cold or crusted soils. *Crop Sci.* 28 : 1001-1005.
- 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.
- Brocklehurst, P. A. and J. Dearman. 1984a. A comparison of different chemicals for osmotic treatment of vegetable seed. *Ann. Applied Biol.* 105 : 391-398.
- Burris, J. S., A. H. Wahab, and O. T. Edje. 1977. Effect of seed size on seedling performance in soybeans. *Proc. Amer. Soc. Crop Sci.* 11 : 492-496.
- Cantliffe D. J., M. Elballa, A. Guedes, G. B. Odell, P. Perkins-Veazie, J. R. Schultheis, D. N. Seale, K. D. Shuler, I. Tanne, and J. T. Watkins. 1987. Improving stand establishment of direct seeded vegetables in florida. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 100 : 213-216.
- Coolbear, P., A. Francis, and D. Grierson. 1984. The effect of low temperature pre-sowing treatment on the germination performance and membrane integrity of artificially aged tomato seeds. *J. Exp. Bot.* 35 : 1609-1617.
- Dahal, P., K. J. Bradford, and R. A. Jones. 1990. Effects of priming and endosperm integrity on seed germination rates of tomato genotypes. II. Germination at erduced water potential. *J. Exp. Bot.* 41 : 1441-1453.
- Gray, D., J. G. A. Steckel, and L. J. Hands. 1990. Responses of vegetable seeds to controlled hydration. *Ann. of Botany* 66 : 227-235.
- Haigh, A. M. and E. W. R. Barlow. 1987. Germination and priming of tomato, carrot, onion and sorghum seeds in a range of osmotica. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 112 : 202-208.
- Haigh, A. M., E. W. R. Barlow, and T. L. Milthorpe. 1986. Field emergence of tomato, carrot and onion seeds primed in an aerated salt solution. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 111 : 660-665.
- International Seed Testing Association. 1985. International rules for Seed Testing. *Seed Science and Technology* 13 : 300-520.
- Jeong, Y. O., J. L. Cho, and S. M. Kang. 1994a. Priming effect of pepper (*Capsicum annuum* L.) seeds as affected by aging and growth regulators treatments. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 35(5) : 407-414.
- Jeong, Y. O., J. N. Kang, J. L. Cho, and J. H. Kim. 1994b. Effect of priming condition on enhancing germination of tomato seeds. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 35(6) : 574-580.
- Khan, A. A. 1992. Preplant physiological seed conditioning. *Ann. Rev. Hort. Sci.* pp. 132-179.
- Michel, B. E. and M. R. Kaufman. 1973. The osmotic potential of polyethylene glycol 6000. *Plant Physiol.* 51 : 914-916.
- Nerson, H. and A. Govers. 1986. Salt priming of muskmelon seeds for low-temperature gemination. *Scientia Horticulturae* 28 : 85-91.
- 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.
- Sachs, M. 1977. Priming of watermelon seeds for low-temperature germination. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 102 : 175-178.
- Suzuki, H., S. Obayashi, J. Yamagishi, and S. Inanaga. 1990. Effect of pH of tertiary phosphate solutions on radicle protrusion during priming of carrot seeds. *J. Japan Soc. Hort. Sci.* 59 : 589-595.
- Taylorson, R. B. 1991. Recent advances in the development and germination of seeds. *Seed Science Research* 1 : 282-282.
- Wurr, D. C. E. and J. R. Fellows. 1984. The effects of grading and 'priming' seeds of crisp lettuce cv. Saladin, on germination at high temperature, seed 'vigour' and crop uniformity. *Annals of Applied Biology* 105 : 345-352.