

## 양파의 발아 및 입묘 향상을 위한 종자처리의 효과

정은호, 김만배, 박정민<sup>1)</sup>, 강진호<sup>1)\*</sup>

경남농업기술원, <sup>1)</sup>경상대학교 생명과학연구소

### Effects of Presowing Seed Treatments on Improvement of Seed Germination and Seedling Emergence of Onion

Eun-Ho Jeong, Man-Bae Kim, Jeong-Min Park<sup>1)</sup>, and Jin-Ho Kang<sup>1)\*</sup>

Gyeongnam Agricultural Research and Extension Services, Jinju. 660-985, Korea

<sup>1)</sup>Research Institute of Life Sci., Gyeongsang Natl. University, Jinju 660-701, Korea

#### ABSTRACT

Transplantings of onion (*Allium cepa* L.) seedlings are required for higher germinability and uniformity. This study was done to determine effects of various seed treatments (seed cleaning, priming, GA<sub>3</sub>, prechilling, drying, and light quality during seed drying) on germination and seedling emergence. Nongwoodaego and Changnyungdaego were used as cultivars for checking seed germination, and two cultivars and Cheonjuguhyeonghwang were investigated with seedling production rate. Seed cleaning using water prior to the other treatments greatly increased germination rate. Priming with 200 mM Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> solution somewhat alleviated the germination rate while GA<sub>3</sub> did not. Prechilling had the highest rate among the treatments. Seed drying after prechilling enhanced the rate compared to non drying, and during drying the prechilled seeds red light illumination showed the greatest rate in comparison with dark, blue, and far-red ones. Seedling production rate was enhanced in sequential treatments of seed cleaning, prechilling for 3 to 5 days, and red light treatment during 6 hour seed drying.

**Key words** : drying, GA<sub>3</sub>, germination, light quality, onion, prechilling, priming, seed cleaning, seedling production

#### 서언

양파(*Allium cepa* L.)는 마늘과 더불어 아주 중요한 동계용 소득작물로 재배면적이 꾸준히 증가하고 있을 뿐만 아니라 최근 건강에 대한 소비자의 관심

이 높아짐에 따라 소비 또한 증가하고 있는 실정이다. 2000년도 우리나라의 양파 재배면적은 1만 6천 ha에 이르고 있으며 추파양파 위주의 재배에서 고랭지 여름재배, 춘파재배, 자구재배 등 재배형태도 다양화되고 있고, 특히 고랭지 여름재배 양파는 1996

\* 교신저자 : E-mail : jhkang@nongae.gsnu.ac.kr

년 54 ha에서 1999년 319 ha로 4년 사이에 재배 면적이 급격히 증가되었다(농림부, 2000).

그러나 재배지역과 면적이 확대되고 있다고 하나 양파재배는 아직도 인력에 대부분 의존하고 있다. 특히 정식작업은 노령화와 농업인구 감소로 영농을 위한 인력부족과 더불어 벼의 수확시기와 중복된다. 또한 가을에서 초겨울로 접어들어 기온 하강에 따른 정식기간이 비교적 짧기 때문에 점점 재배에 필요한 인력 수급이 해결하여야 할 당면과제로 부상하고 있다. 전체 양파재배에 투입되는 노력의 26%가 정식작업에 소요되고 있어 노동력 절감을 위한 생력재배가 절실히 요구되고 있는 실정이다(Ha *et al.*, 1998). 따라서 양파재배의 생력화를 위해서는 기계화 일관작업 체계의 개발이 요구되며 농기계를 이용한 정식은 이식 후 활착율이 높은 규격화된 플러그묘의 생산이 필수적이라 할 수 있다(농촌진흥청, 1994).

노지에서 육묘되는 관행묘와는 달리 플러그묘는 시설내의 베드를 이용하기 때문에 파종, 관수, 시비, 온도조절 등 육묘관리의 자동화, 주년 육묘, 규격묘 생산 및 수송이 가능하며 기계화 정식시 상처가 적고 작업이 용이하다는 장점이 있다(Hartmann *et al.*, 1997). 이러한 장점 때문에 양파 플러그묘 육묘에 의한 정식작업의 생력화를 위한 많은 연구가 수행되어 왔고 국내에서도 플러그묘 육묘에 대한 연구결과가 많이 보고되고 있다(Ha *et al.*, 1998; Jang *et al.*, 1996). 그러나 공정육묘의 목표는 균일한 우량묘를 저비용으로 대량생산하는데 있다. 이에 따라 종자의 발아율에서도 보다 강한 환경내성을 요구하게 되었으며 그 결과 종자의 초기 발아율을 향상시키는 기술과 환경내성을 지닌 공학적 기술의 개발 및 실용화가 급속히 진행되고 있다. 그러나 양파 종자는 발아율이 75% 이상이면 상업적으로 유통이 가능하다. 실제 플러그 육묘시 이렇게 낮은 발아율로는 육묘 효율이 저하됨으로서 경영비의 상승 및 정식시 결주 발생에 따른 생산성 감소와 보식에 따른 여분의 노동력 투입이 수반되어야 한다(Hartmann *et al.*, 1997). 따라서 육묘비용을 절감하여 생산비용을 줄이기 위해서 입묘율을 향상시킬 수 있는 기술의 개발이 이루어져야만 한다.

입묘율을 증대시키기 위한 방법으로 파종전 종자처리가 가장 효율적이다(Bewley and Black, 1992, 1994). Kang and Yoon(2003)은 지금까지 제시되어 왔던 종자처리와 파종 이후 유묘 출현까지를 아우르는 종자 처리기술을 설정하기 위한 이론적 모형을 제시한 바 있다. 생력화가 요구되는 양파 재배에서 이러한 모형을 이용하여 기계이앙을 위한 균일한 플러그묘를 생산할 수 있는 파종전 종자처리 방법을 모색할 필요성이 있다. 본 연구는 양파의 플러그 육묘시 선종, priming, GA<sub>3</sub> 및 건조중 광질처리가 양파의 종자발아와 유묘 출현에 미치는 영향을 추적하여 균일도가 높은 플러그묘 생산에 관한 정보를 제공하고자 실시되었다.

## 재료 및 방법

본 연구는 1999년 3월부터 2001년 8월까지 경상대학교 식물자원환경학부 농업생태학실험실과 경남 함양군 경남농업기술원 약초연구팀 시험포장에서 실시되었다. 시험용 종자는 만생종인 창녕대고와 농우대고를 이용하였으며 시중종묘상을 통하여 채종 당해연도 무처리 종자를 구입하여 공시재료로 이용할 때까지 저온냉장고에 보관하였다. 일부 시험결과가 도출된 후에 종자처리의 효과를 구명하고자 채종 후 2~3년이 경과되어 발아율이 대체로 낮은 96년 채종 농우대고, 97년 채종 창녕대고를 이용하였다. 육묘시험을 제외한 발아시험은 9 cm의 petri dish에 흡습지 2장을 깔고 처리된 종자를 반복당 100립씩 3반복으로 치상한 후 온도가 20℃로 고정된 발아상을 이용하여 수행하였다. 광질처리를 제외한 발아시험은 백열등으로 1일 14시간 조사하였으며 수분 관리는 스프레이를 이용하여 여과지가 건조되지 않을 정도로 1일 2회 공급하였다. 육묘시험은 발아시험에서 도출된 결과를 육묘에 활용할 수 있는가를 검정코자 상기 공시품종 이외 천주구형황 품종을 추가하여 수행하였다. 육묘시험은 상업용 상토(토실이®)로 채워진 128구 육묘상자에 셀당 1개의 종자를 0.5 cm 깊이로 파종하였으며 수분관리는 상토가 건조되지 않을

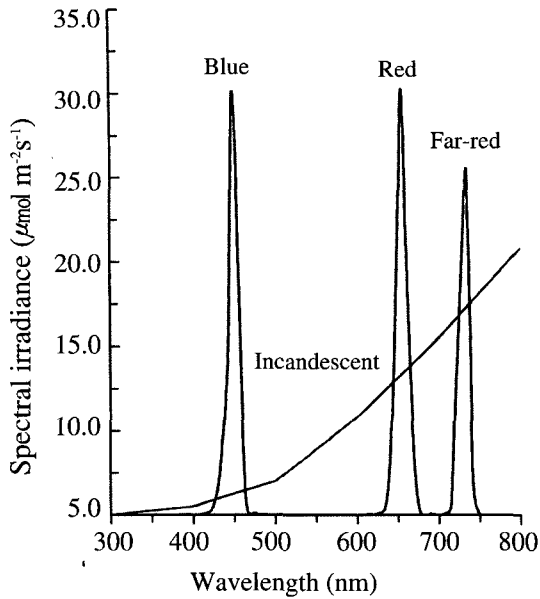


Fig. 1. Light spectrum used for pre-or post sowing seed treatment of onion.

정도로 물을 매일 공급하였고, 시험구는 완전입의배치 3반복으로 배치하여 시험을 실시하였다.

본 연구는 선종, Priming, GA<sub>3</sub>, 저온, 건조, 광질처리 포장출현율 등 7개 시험항목으로 발아 및 육묘시험을 실시하였다. 시험 1은 정선에 따른 발아율을 구명하기 위하여 침종 후 물위에 떠오르는 종자를 제거하고 물 속에 가라앉는 종자와 이러한 정선 과정을 거치지 않은 종자를 이용하여 발아시험을 수행하였다. 시험 2의 priming 처리는 0, 200, 400 mM Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> 용액에 0, 12, 24시간 침종 시킨 후에 발아시험을 수행하였다. 시험 3의 GA<sub>3</sub> 처리는 0, 0.01, 0.1 mM 용액에 0, 6, 12시간 침종 시킨 후에 발아시험을 수행하였다. 시험 4의 저온처리는 암상태에서 20℃ 증류수에 6시간 동안 침종 시킨 종자를 0, 3, 5일 동안 3℃에서 저온처리한 후에 발아시험을 수행하였다. 시험 5의 발아중 광질처리는 발아시험이 진행되는 동안 빛이 없는 암상태, peak가 450 nm인 청색광, 660 nm인 적색광, 730 nm인 초적색광을 조사하는 방법으로 수행하였으며, 광질처리에 이용된 광원은 Fig. 1과 같다. 시험 6은 양파의 종자처리를 모형화하기

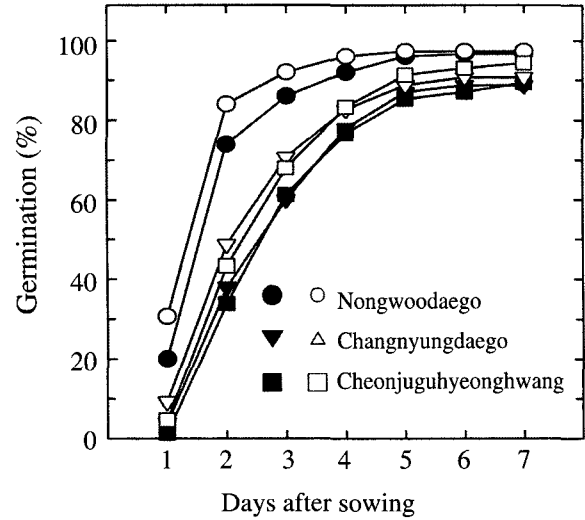


Fig. 2. Seed sorting effect on the germination of onion. Hollow symbols; cleaned seeds, and filled symbols; no cleaned seeds.

위한 혼용처리 시험으로서 상기 단용 시험의 결과 저온처리가 가장 양호한 결과를 보여 3℃에서 3일간 저온처리한 종자를 건조하지 않거나 35℃에서 6시간 빛이 없는 암상태, 청색광(blue), 적색광(red) 또는 초적색광(far-red)을 각각 조사하면서 건조시켜 발아시험을 수행하였다. 시험 7의 성묘율에 관한 시험은 시험 6에서 도출된 최적결과를 이용하여 처리된 종자와, 최종 모형에 의하여 3, 5일간 저온처리된 종자와 실온에서 1일간 침종한 무저온처리 종자를 육묘상자에 파종하여 성묘율을 조사하였다.

조사항목 및 조사방법은 발아율은 유근이 1 mm 이상 돌출한 것을 발아개체로 하여 매일 조사를 실시한 후 전체 치상 종자수에 대한 이들 발아개체를 백분율로 환산하는 방식으로 계산하였다. 육묘시험은 파종 후 35일을 기준으로 본엽이 2매 이상 전개한 것을 정상묘로 하여 전체 파종 종자수에 대한 이들 정상묘를 백분율로 환산하는 방식으로 계산하였다.

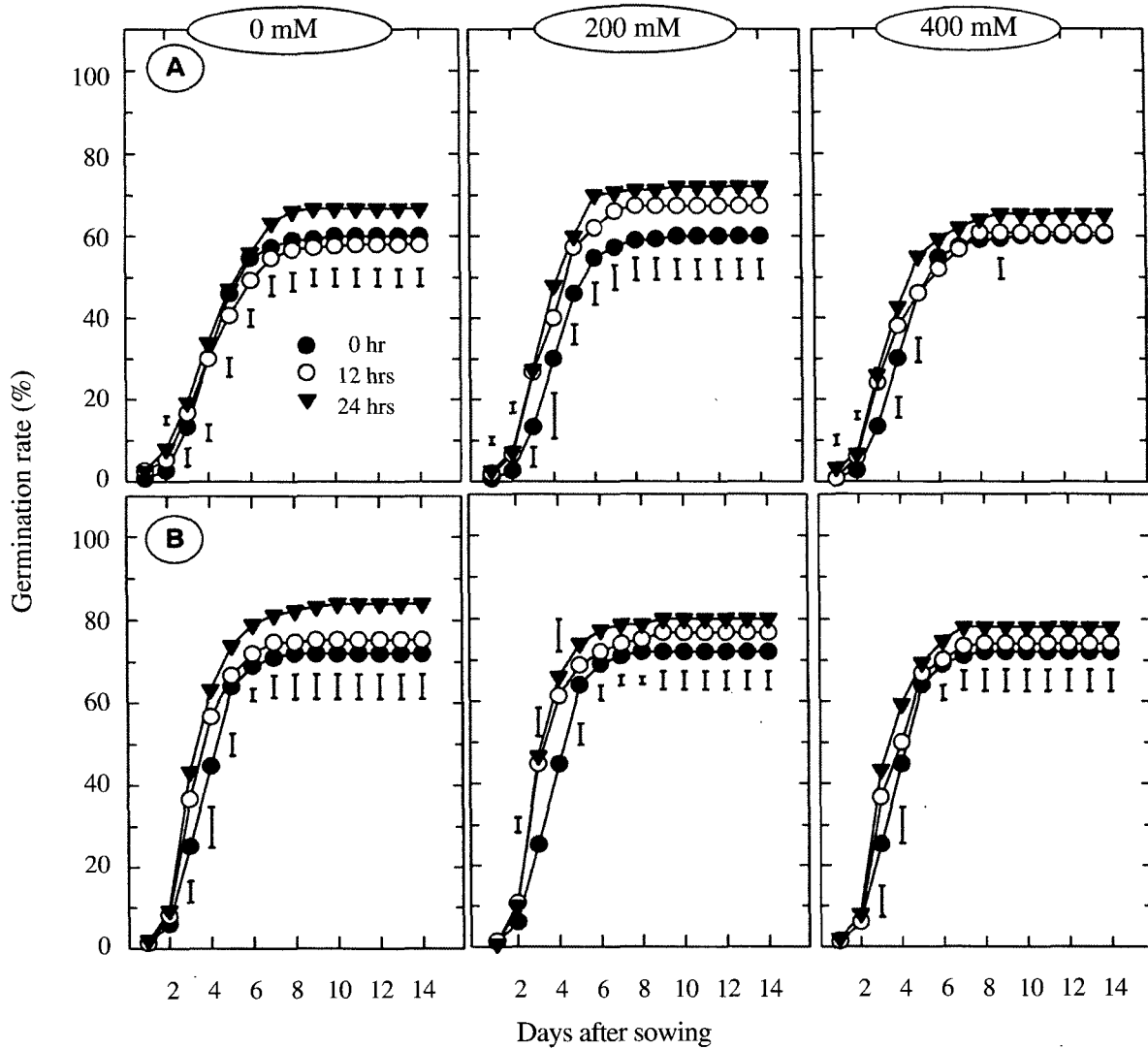


Fig. 3. Effects of priming concentration and duration on seed germination of onion cv. Nongwoodaego (A) and Changnyungdaego (B) primed with calcium nitrate.

### 결과 및 고찰

미숙종자의 혼입 여부와 관련된 선종 유무가 발아율에 미치는 영향을 조사한 결과는 Fig. 2와 같다. 치상 후 5일까지의 발아율은 창녕대고와 천주구형 황에 비하여 농우대고에서 높았다. 공시품종 모두 초기 발아율은 선종할 경우 높아졌다. 특히 농우대고는 선종시 치상 2일 후 85%의 발아율을 보여 초기 발아세가 아주 높았던 반면, 3일 이후는 선종 유무간

차이가 없거나 점점 줄어들어 치상 7일 후에는 거의 차이가 없는 것으로 나타났다. 종자의 균일도가 발아와 유묘 출현에 영향을 미칠 뿐만 아니라(Rudnicki and Kaukovirta, 1991) 선종이 초기 발아율을 높인다는 이상의 시험결과는 포장에서 입묘의 균일성 향상 및 이로 인한 농작업을 단축시킬 수 있기 때문에 종자처리에 앞서 적절한 정선 작업이 선행되어야만 할 것으로 보인다.

Priming이 발아율에 미치는 영향을 추적하고자 0,

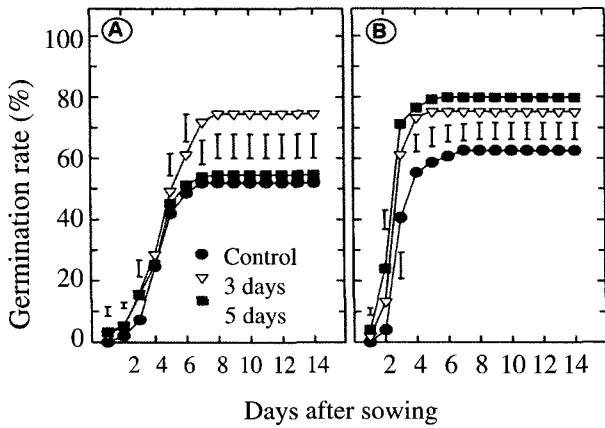


Fig. 4. Effect of presowing seed treatment proposed by the preceding results on the germination of onion cultivars Nongwoodaego (A) and Changnyungdaego (B).

200, 400 mM Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> 농도로 0, 12, 24시간 침종한 후 발아시험을 수행한 결과는 Fig. 3과 같다. 최종 발아율은 증류수에 침종할 경우 침종기간이 가장 긴 24시간에서 가장 높았으며, 창녕대고에서는 400 mM 농도에서도 이러한 경향이 지속되었다. 그러나 200 mM의 농도에서는 무처리보다는 priming 처리를 할 경우 발아율이 증가되었으며 창녕대고보다는 농우대고에 처리효과가 큰 경향을 보였다. 따라서 Kang and Yoon(2003)이 제시한 방법과 같이 순차 또

는 혼용처리시 priming 방법을 적용시킬 경우 200 mM Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> 용액에 24시간 처리하는 것이 합리적 일 것으로 사료된다.

처리의 기간이 짧고 간편하기 때문에 종자처리에 많이 이용되고 있는 GA<sub>3</sub> 농도와 침종시간이 양파의 발아율에 미치는 영향을 조사한 결과는 Table 1과 같다. GA<sub>3</sub> 처리에 대한 공시품종의 발아율은 창녕대고가 농우대고에 비하여 높았으며 치상 후 7일과 14일의 지상부 길이도 공시품종의 발아율과 동일한 반응을 보였다. 그러나 발아율은 GA<sub>3</sub> 처리농도간에는 전혀 차이가 없었던 반면, 처리기간이 길수록 증가하였던 치상 후 2일을 제외하고는 오히려 처리기간이 길수록 감소하는 경향을 보였다. 따라서 GA<sub>3</sub> 처리는 양파의 발아율 향상을 위한 종자처리로서는 전혀 효과가 없다고 할 수 있다.

저온처리가 양파의 발아에 미치는 영향을 파악하고자 3°C에 0, 3, 5일간 저온처리한 후 발아율을 조사한 결과는 Fig. 4와 같다. 발아율은 농우대고의 경우 3일간 저온처리할 경우 가장 발아율이 높았던 반면, 5일간 처리할 경우 오히려 발아율이 감소되어 무처리와 차이가 없는 것으로 나타났다. 창녕대고는 무처리에 비하여 3일 또는 5일간 저온처리를 가할 경우 발아율이 향상되는 것으로 조사되었다. 이러한 시험결과로부터 양파 품종별 발아율은 저온처리 기

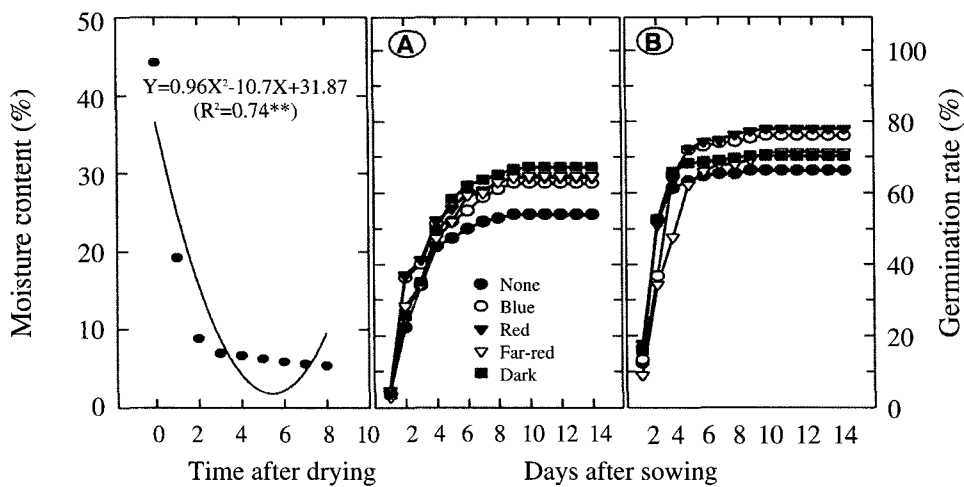


Fig. 5. Change of seed moisture content to drying period (left-sided) and effect of light quality forced during desiccation on the germination of onion cv. Nongwoodaego (A) and Changnyungdaego (B).

Table1. Effect of GA<sub>3</sub> treatment concentration and duration on seed germination, shoot and root length of onion cultivars

Parameters	Germination (%)							Growth (cm/seedling)			
								Root		Shoot	
	2 <sup>a</sup>	4	6	8	10	12	14	7	14	7	14
Cultivars (C)											
Nongwoodaego	2.1	29.6	51.0	62.0	64.6	66.3	67.7	1.04	2.16	1.46	6.0
Changnyungdaego	6.7	54.4	67.6	71.0	71.6	72.1	72.3	1.79	2.16	2.71	6.56
LSD.05	1.7	5.2	4.0	4.7	4.5	4.4	4.3	0.09	ns <sup>b</sup>	0.14	0.27
GA <sub>3</sub> concentration (mM; G)											
0.00	4.2	43.0	61.2	67.1	68.2	68.9	69.7	1.42	2.28	2.17	6.22
0.01	4.2	40.2	58.8	67.9	69.4	70.5	70.8	1.33	2.05	2.18	6.14
0.10	4.8	42.7	58.0	64.6	66.7	68.2	69.5	1.35	2.25	2.11	6.32
LSD.05	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Imbibition period (hours; I)											
0	1.3	45.0	64.5	71.0	72.8	74.2	74.5	1.40	2.20	2.35	6.27
6	4.9	40.3	59.7	66.7	68.7	68.8	69.3	1.41	2.18	2.01	6.34
12	7.0	40.6	53.8	61.8	62.8	64.7	66.3	1.39	2.20	1.91	6.27
LSD.05	2.1	ns	4.9	5.7	5.5	5.3	5.3	ns	ns	0.27	ns
C × G	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	*	ns
C × I	** <sup>b</sup>	**	**	*	*	*	*	**	ns	**	**
G × I	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
C × G × I	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*

<sup>a</sup>: Days after sowing.

<sup>b</sup>: ns, \*, \*\* Nonsignificant or significant at 0.05 and 0.01 probabilities, respectively.

간에 따라 달리 반응한다고 할지라도 저온처리는 앞서 설명한 여타 처리와 비교하여 발아가 향상되기 때문에 양파의 발아율을 향상시킬 수 있는 종자처리 중의 하나라고 사료된다.

파종전 종자처리 방법은 많이 제시되어 왔다 (Bewley and Black, 1982, 1994). 특정 종에 가하여지는 개별 처리가 발아율을 향상시킨다고 할지라도 양파 종자는 priming과 GA<sub>3</sub> 처리에서는 처리효과가 미미한 대신 저온처리의 효과가 가장 양호한 것으로 이상의 결과는 Kang *et al.* (2003)이 안동대목 종자를 이용한 결과와 유사하였다. 박 종자에 대한 priming, GA<sub>3</sub> 등 개별 종자처리보다는 순차 또는 동시 처리와 같이 복합처리를 가할 경우 발아율, 나아가 유묘출

현율도 향상된다는 보고(Kang, 2000)와 처리종자의 건조와 처리종자가 포장에서 받게 되는 빛 조건을 고려하여야 유묘출현율을 증대시킬 수 있는 기술이 확립될 수 있기 때문에(Kang and Yoon, 2003) 저온처리를 기본 축으로 한 종자처리 방법이 양파에서 확립되어야만 할 것으로 사료된다.

저장과 유통의 안전성 확보를 위하여 처리종자는 반드시 건조되어야만 한다. 처리종자를 35℃의 암상태에서 2시간 간격으로 적외선 수분측정기(MB 300, Ohaus Co.)를 이용하여 종자의 함수량 변화를 측정 한 결과(Fig. 5 left sided) 처리 직전 함수량으로 건조시키는 데는 6시간이 소요되었다. 처리종자를 6시간 동안 건조시키면서 적색광, 청색광, 초적색광 및 대

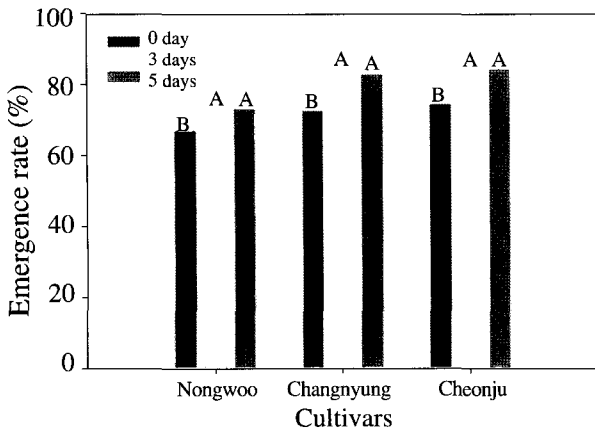


Fig. 6. Effect of the proposed seed treatment procedure on prechilling period seedling emergence of 3 onion cultivars.

조구 무건조로 구분·처리한 후 발아율을 조사한 결과는 Fig. 5의 ㉠, ㉡와 같다. 건조 중 광질처리에 따른 양파의 발아율은 농우대고보다는 창녕대고에서 높은 경향을 보였다. 한편 농우대고의 발아율은 종자처리 후 건조하지 않고 바로 파종하는 것보다는 광질처리간 차이가 없었지만 처리종자를 건조할 경우 향상되었던 반면, 창녕대고의 발아율은 초적색광을 조사하면서 건조시킬 경우 무건조와 큰 차이가 없었다. 따라서 두공시품종의 발아율을 고려할 경우 적색광으로 조사하면서 건조할 경우 발아율이 가장 높은 경향을 보였다.

처리종자는 건조하지 않고 파종하는 것보다는 건조시켜 파종할 경우 발아율이 향상될 뿐만 아니라 발아는 phytochrome의 광가역적 반응에 지배되기 때문에 건조과정에서 광역적 반응이 일어나지 않는 수분 함량 이하까지 특정 파장대의 광을 처리함으로써 발아를 향상·촉진시킬 수 있을 것이다(Kang and Yoon, 2003; Kendrick and Spruit, 1977). 지금까지의 연구결과를 요약하면 적색광을 조사하면서 건조시킬 경우 발아율이 향상된다는 연구결과(Kang, 2000; Kang et al., 2003)와 본 시험에서 건조중 광질처리에 대한 결과가 공시품종에 따라 동일하지는 않더라도 적색광 처리에서 대체로 높은 발아율을 보였다. 따

라서 저온처리를 가한 양파 종자는 적색광을 조사하면서 건조하는 것이 발아, 나아가 유묘출현을 향상시킬 것으로 기대된다.

상기 시험의 결과 시도된 여러 가지 종자처리중에서 저온처리가 가장 양호하여 농우대고, 창녕대고에다 천주구형황 품종을 추가하여 저온처리를 가하지 않거나 3일 또는 5일간 저온처리를 가한 후 35℃에서 6시간 적색광을 조사하여 건조한 종자를 파종한 후 유묘출현율을 조사한 결과는 Fig. 6과 같다. 공시품종 모두 적색광을 조사하면서 건조하기 전에 저온처리를 가하지 않고 증류수에 1일간 침종한 종자보다는 3일 또는 5일간 저온처리를 가한 종자의 유묘출현율이 높았다. 그러나 상기 저온처리만 가한 시험에서 농우대고가 5일보다는 3일간 저온처리를 가할 경우 발아율이 높았으나 유묘출현율로 평가하여 볼 때 양파 종자는 3~5일 정도 저온처리를 가한 후 적색광을 조사하여 건조하는 것이 가장 합리적 종자처리 방법으로 사료된다.

### 적요

양파의 생력재배를 위한 플러그 육묘시 성묘율 향상에 필요한 정보를 제공하고자 농우대고와 창녕대고를 공시품종으로 종자의 선종, priming, GA<sub>3</sub>, 저온, 건조, 건조중 광질의 개별 처리가 발아율에 미치는 영향과 최적 개별처리를 조합한 종자처리가 유묘출현율에 미치는 영향을 추적하고자 본 연구를 실시하였던 결과 양파 종자에 처리를 가하기 전 선종이 발아율을 향상시키는 것으로 조사되었으며, 양파 종자의 발아율에 대한 priming과 GA<sub>3</sub> 처리 효과는 아주 미미하였던 반면, 저온처리 효과는 아주 큰 것으로 나타났다. 이러한 저온처리는 품종간 약간의 차이를 보일지라도 3일간 처리할 경우 발아율이 가장 양호하였다. 처리종자의 건조방법으로는 건조하지 않는 것보다는 건조하는 것이, 건조할 경우 적색광을 조사하는 것이 발아율이 높았다. 유묘출현율은 선종된 종자를 저온처리를 가하지 않고 건조하는 것보다는 3~5일간 저온처리를 가한 후 적색광을 조사

하면서 건조할 경우 높은 것으로 조사되었다.

### 인용문헌

- Bewley, J.D., and M. Black. 1994. Dormancy and the control of germination. In J.D. Bewley and M. Black (eds.). Plenum press. 233 Spring Street. New York, NY 10013. USA. pp. 199-271.
- Bewley, J.D., and M. Black. 1982. The release from dormancy. In J.D. Bewley and M. Black (eds.). Physiology and Biochemistry of Seeds. Springer-Verlag. Berlin, Heideberg, Germany. pp. 127-198.
- Ha, I.J., J.K. Suh, H.J. Hwang, W.I. Kim, and B.S. Kim. 1998. Effect of sowing date and seedling age at planting on growth and yield for growing plug seedling in onion (*Allium cepa* L.). RDA. J. Horti.Sci. 40:90-97.
- Hartmann, H.T., D.E. Kester, F.T. Davies Jr., and R.L. Geneve. 1997. Plant propagation: Principles and practices (6th eds.). Unwin Hyman Ltd., 15/17 Broadwick Street, London W1V 1FP, UK. pp. 216-237.
- Jang, S.W., J.H. Ku, J.N. Lee, J.T. Lee, and W.B. Kim. 1996. Effect of plug cell size and age of transplanted seedling on the growth and yield of tomatoes at alpine area. RDA. J. Agri. Sci. 38:573-581.
- Kang, J.H., B.S. Jeon, S.W. Lee, Z.R. Choe, and S.I. Shim. 2003. Enhancement of seed germination by aging, cold-stratification, and light quality during desiccation in burcucumber (*Sicyos angulatus* L.). Korean J. Crop Sci. 48:13-16.
- Kang, J.H., and S.Y. Yoon. 2003. A proposed model for presowing seed treatments to promote germination and seedling emergence. Korean J. Medicinal Crop Sci. 11:321-328.
- Kang, S.Y. 2000. Presown seed treatment to promote seedling emergence and uniformity of *Lagenaria siceraria* Standl. MSc Thesis, Gyeongsang Natl. University, Jinju, Korea.
- Kendrick, R.E., and C.J.P. Spruit. 1977. Phototransformation of phytochrome. Photochem. Photobiol. 26:201-204.
- Rudnicki, R.M., and E. Kaukovirta. 1991. The influence of seed uniformity, GA<sub>3</sub>, and red light on germination and seedling emergence of *Nigella damascena* L. Seed Sci. Tech. 19:597-603.
- 농림부. 2000. 작물통계.
- 농촌진흥청. 1994. 원예작물 일관생산체계를 위한 공정육묘시스템 개발. pp. 40-90.

(접수일 2004. 7. 30)

(수락일 2004. 9. 7)