

Research Report

건열처리에 따른 박과채소종자의 활력 회복

최병순, 이정명, 최근원*

경희대학교 원예생명공학과

Post-conditioning Periods and Seed Orientation Affects the Vigor of Cucurbit Seeds with Dry-heat Treatment

Byung-Soon Choi, Jung-Myung Lee, and Geun-Won Choi*

Department of Horticultural Biotechnology, Kyung Hee University, Yongin 446-701, Korea

Abstract: We investigate the effect of post-conditioning periods and seed orientation on the vigor of cucurbit seeds with dry heat treatment (DHT). All the dry-heat treated seeds exhibited varying degree of seed vigor decreases. In general, pumpkin seeds showed less vigor decreases than the bottle gourd seeds. When the dry heat treated seeds were germinated after post-conditioning for 0, 30, and 120 days, the percentage of germination was enhanced by increasing the period of post-conditioning and the efficiency of post-conditioning differed by crop and cultivar. In both bottle gourd and pumpkin, the vigor of seeds placed in vertically upward and horizontal orientations was higher than that of the seeds placed in the vertically downward orientation. The results suggested that the vigor of dry-heat treated seeds could be improved by applying the proper post-conditioning and seed orientation. **Additional key words:** bottle gourd, hilum, pumpkin, seed coat take-off

서 언

건열처리는 침종과정 없이 처리 폐기물이 생기지 않으며 종자전염성 병원균을 효과적으로 불활성시킬 수 있는 친환경적인 종자 소독 방법 중 하나이다(Kim and Lee, 2000). 박과채소의 건열처리는 오이녹반바이러스(*Cucumber green mottle mosaic virus*; CGMMV)의 종자 멸균을 위하여 주로 시행되고 있다. 72°C에서 2일간 건열처리 시 CGMMV가 불활성화된다는 보고(Avegelis and Manios, 1992)에 근거하여 대부분의 종묘회사에서는 72°C에서 3일간 처리하고 있으며, 되도록 안전한 CGMMV 불활성화를 위하여 75°C에서 3일간 처리하는 것이 권장되고 있다(IPET, 2003). 그러나 작물 또는 품종에 따라 건열처리 동안의 급격한 온도변화로 인하여 발아세와 발아율이 저하되거나 비정상묘 발생이 증

가하기도 한다. 이는 접목묘의 비율이 높은 박과채소에서 접목 효율성을 저하시키므로 종자활력회복을 통한 발아와 유묘 생육을 향상시킬 필요가 있다.

자연적인 흡습과정인 후처리나 프라이밍 처리를 통해 종자활력을 회복시키거나(Lee, 2004), 주야간 온도차(Son and Lee, 1998), 관수나 비료 조절(Choi et al., 2008; Shin and Kim, 1997), 자외선 처리(Jeong et al., 2009), LED 보광(Kim et al., 2008) 등의 육묘환경조절, 또는 wind, shaking, brushing 등과 같은 기계적 방법(Latimer, 1998), 그리고 triazole계 농약을 통한 화학적 방법(Sun et al., 2010)을 통해 묘소질을 향상시키기도 한다. 이외에도 멜론과 오이, 그리고 4배체 수박 등의 박과채소에서 파종방향 조절을 통하여 묘출현과 묘소질의 향상이 가능하다는 연구결과(Cantliffe, 1984; Jaskani et al., 2006; Nascimento and West, 1998)가 있었으나, 아직

*Corresponding author: cwon@khu.ac.kr

※ Received 29 April 2013; Revised 5 October 2013; Accepted 7 November 2013. 본 연구는 농림수산식품부 생명산업기술개발사업에 의해 이루어진 것임.

© 2014 Korean Society for Horticultural Science

까지 대목종자를 이용한 연구보고는 없었다.

따라서 본 연구에서는 건열처리한 박과 호박 종자의 후처리 기간에 따른 종자활력의 변화를 알아보고, 파종방향에 따른 묘 출현율 및 묘소질의 변화를 알아보았다.

재료 및 방법

공시재료

시험품종으로 박(*Lagenaria siceraria*) 종자는 신젠타종묘의 ‘동장군’과 농우바이오의 ‘슈퍼FR파워’를 이용하였고, 호박(*Cucurbita* spp.) 종자는 신젠타 종묘의 ‘조생토좌’와 ‘올쭈기니’를 이용하였다. 모든 공시재료는 어떠한 처리도 되어있지 않은 종자로서 간단한 선별만 실시하였다.

건열처리와 후처리 조건

건열처리 시 최종상한온도와 후처리기간에 따른 묘출현율과 묘소질을 비교하기 위하여 공시재료를 종자전용 건열처리기(DHMST-180L, KOENCON Co., Ltd., Hanam-shi, Korea)에서 처리하였다. 급격한 온도변화에 의한 건열피해를 줄이고자 일반적으로 행해지고 있는 온도상승단계를 적용하여(RDA, 2003) 35°C에서 24시간, 50°C에서 24시간 처리하였고, 최종상한온도는 각각 72°C와 78°C로 하여 72시간 동안 건열처리하였다. 이때의 온도상승속도는 10분당 1°C로 조정하였다. 건열처리 과정이 끝난 뒤, 공시재료의 온도가 상온에 다다랐을 때 꺼내어 온도 20-22°C, 상대습도 40%인 실내에 보관하며 실험에 이용하였다. 종자의 점진적인 흡수 과정을 위한 후처리 기간은 0, 30, 120일 설정하여 실시하였고 각각의 후처리가 완료되는 즉시 파종하여 조사하였다.

후처리 기간에 따른 발아율 검정 및 파종방향에 따른 종자 활력 검정

후처리 기간에 따른 발아율 검정은 발아전용용지(Anchor Paper Co., MN, USA)에 각 처리당 10립 3반복 파종하여 25°C 생장상에서 24시간 광상태에서 발아시켰다. 파종 후 1주, 2주 및 3주 후 발아율을 조사하였다.

출현검정 시 파종방향이 묘출현과 묘소질에 미치는 영향을 알아보기 위하여, 72공 플러그 트레이에 바로커 상토(Seoul Bio Co., Ltd, Eumseong-gun, Korea)를 채운 뒤 1cm 깊이로 종자의 제(臍)의 위치를 기준으로 상향(제 부위 상향), 하향, 그리고 수평 방향으로 파종하였다(Fig. 1). 각 처리당 72립

씩 파종하여 경희대학교 원예생명공학온실 육묘실에서 주간 24°C, 야간 18°C 조건으로 3주간 재배하였다. 파종 후 2주 및 3주 후의 정상묘와 비정상묘의 출현율을 조사하였고, 파종 후 3주 후의 묘의 하배축장, 하배축경, 자엽크기, 생체중 및 건물중을 조사하였다. 정상묘와 비정상묘의 판별은 점목가능묘를 기준으로 자엽의 뒤틀림, 상처, 비대칭 및 하배축의 비정상 생장을 보이는 유묘를 비정상묘로 판정하였다. 통계분석은 SAS 프로그램(SAS 9.1, SAS Institute., USA)을 이용하여 던킨의 다중범위검정으로 분석하였다.

결과 및 고찰

박과 호박 종자의 건열처리 상한온도와 후처리기간에 따른 발아율의 변화

건열처리 상한온도에 따른 유묘 출현율은 대체로 모든 품종에서 건열처리 상한온도 72°C보다 78°C에서 발아율이 감소하였다(Table 1). 건열처리 직후 파종하였을때, 호박 종자는 박 종자보다 상대적으로 발아율이 높았으나 상한온도 72°C에 비해 78°C의 발아율은 현저히 낮았다. 하지만 30일간 후처리 시 상한온도간의 차이가 좁아지면서 박 종자에 비해 호박 종자가 빠른 회복을 보였다. 120일간 후처리한 경우 모든 품종에서 발아율이 현저히 상승하여 파종 7일 후에는 78°C 상한온도에서 건열처리한 ‘동장군’과 ‘슈퍼 FR 파워’ 박종자를 제외한 모든 처리구에서 95% 이상의 발아율을 보였고 파종 14일 후에는 모든 품종에서 100% 발아하였다. 건열처리 후처리 기간이 길어질수록 발아율은 증가하였

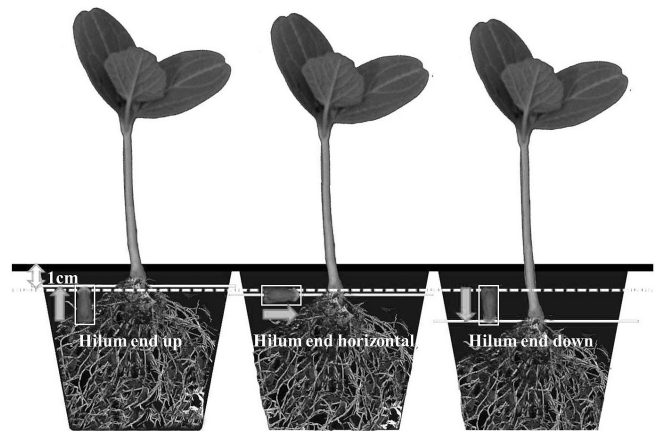


Fig. 1. Emergence pattern of seedlings as affected by seed orientation in sowing. ‘Barokeo’ substrate was used. Dotted line indicates sowing depth and solid line indicates boundary of hypocotyl and root.

Table 1. Effect of post-conditioning period on germination rate (%) of cucurbit seeds.

Crop & Cultivar	Maximum temperature	Germination rate (%)					
		No post-conditioning		30-day conditioning		120-day conditioning	
		7 DAS ^z	14 DAS	7 DAS	14 DAS	7 DAS	14 DAS
<i>Bottle gourd (Lagenaria siceraria)</i>							
Dongjanggoon	DHT ^y 72	0.00 c ^x	22.22 c	26.67 cd	66.67 a	97.77 a	100.00 a
	DHT 78	0.00 c	26.67 bc	6.67 d	82.22 a	88.90 a	100.00 a
Super FR Power	DHT 72	28.89 bc	31.11 bc	62.22 abc	97.77 a	97.77 a	100.00 a
	DHT 78	22.22 bc	28.89 bc	57.77 bc	86.67 a	60.00 b	100.00 a
<i>Pumpkin (Cucurbita spp.)</i>							
Josaengtojwa	DHT 72	86.67 a	93.33 a	97.77 a	97.77 a	100.00 a	100.00 a
	DHT 78	51.11 ab	62.22 abc	93.33 ab	97.77 a	95.57 a	100.00 a
Allzucchini	DHT 72	60.00 ab	68.89 ab	77.78 ab	100.00 a	97.77 a	100.00 a
	DHT 78	37.78 bc	53.33 abc	60.00 bc	82.20 a	97.78 a	100.00 a
Significance							
Cultivar (C)		***	***	***	ns	*	-
Dry heat treatment (D)		*	**	ns	*	*	-
C × D		***	***	***	ns	*	-

^zDays after sowing.^yDry heat treatment.^xMean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.ns,*,**,*** Represent not significant; significant at $P \leq 0.1, 0.05, \text{ and } 0.01$, respectively.

으며, 후처리 기간이 0일 또는 30일로 짧았던 경우 품종에 따라 건열피해 정도가 상이함을 확인할 수 있었다. 또한 품종에 따른 차이는 있었으나, 대체로 박 종자는 후처리 기간에 따라 완만하게 회복하였고, 호박 종자는 박 종자에 비해 짧은 후처리기간을 통해 회복이 된다는 것을 알 수 있었다. 건열처리는 세포질을 약화시키고 이에 따른 전해질 누출과 대사물질의 변성으로 발아력이 저하되는데, 후처리 동안의 점진적인 수분흡수와 함께 종자의 회복이 진행되는 것으로 판단되나, 종자회복에 관여하는 내부 요인들에 대한 추후 연구가 필요할 것으로 생각된다(Rajjou and Debeaujon, 2008).

파종방향에 따른 묘출현율과 묘소질

건열처리 후 30일간 후처리된 박 종자와 호박 종자를 파종방향을 달리하여 파종한 결과, 유근이 돌출하는 제(臍) 위치를 상향 또는 수평으로 파종한 것이 하향으로 파종한 것보다 묘출현율이 높았으며, 정상묘의 비율도 현저히 높았다 (Table 2 and and Fig. 2). 파종방향에 따른 묘소질을 살펴보면, 상토 표면 아래에 묻혀있는 하배축의 길이가 박과 호박

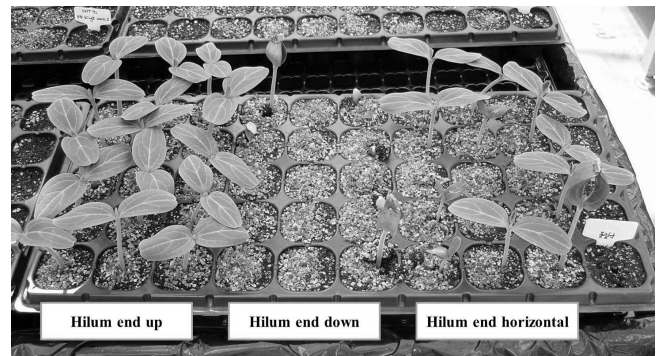


Fig. 2. Incidence of healthy rootstock seedlings for grafting as affected by seed sowing orientation in 'Dongjanggoon' bottle gourd. Left, Hilum end up; middle, Hilum end down; right, Hilum end horizontal.

품종 모두에서 하향, 수평, 상향 순으로 길었다. 상토에 묻혀 있는 하배축의 길이가 길수록 웃자란 묘의 획득 가능성이 증가하며, 근부에 비해 발근이 불리한 하배축 부위를 단근하여 접목시 발근이 상대적으로 불리하여 상향 파종하는 것이 유리할 것으로 생각된다. 그리고 상향과 수평 파종이 하

Table 2. Effect of seed orientation at sowing on seedling emergence rate (%) of cucurbit seeds with post-conditioning for 30 days.

Crop & Cultivar	Seed orientation	14 days after sowing			21 days after sowing		
		Normal	Abnormal	Unemerged	Normal	Abnormal	Unemerged
Bottle gourd (<i>Lagenaria siceraria</i>)							
Dongjanggoon	HU ^z	11.10 d ^y	0.00 a	88.90 ab	97.77 a	0.00 b	2.23 b
	HD	0.00 d	2.23 a	97.77 a	33.37 b	6.67 ab	59.97 a
	HH	35.57 c	2.23 a	62.23 b	97.77 a	2.23 ab	0.00 b
Super FR Power	HU	93.33 a	0.00 a	6.67 c	100.00 a	0.00 b	0.00 b
	HD	4.47 d	28.90 a	66.63 ab	73.33 a	24.47 a	2.23 b
	HH	77.80 ab	13.33 a	8.87 c	95.57 a	4.43 ab	0.00 b
Pumpkin (<i>Cucurbita</i> spp.)							
Josaengtojwa	HU	93.33 a	4.43 a	2.23 c	100.00 a	0.00 b	0.00 b
	HD	62.20 b	20.00 a	17.80 c	95.53 a	4.47 ab	0.00 b
	HH	84.47 ab	11.13 a	4.47 c	93.33 a	6.67 ab	0.00 b
Allzucchini	HU	82.23 ab	13.33 a	4.43 c	93.33 a	4.43 ab	2.23 b
	HD	35.57 c	35.57 a	28.90 c	91.13 a	4.43 ab	4.43 b
	HH	73.33 ab	13.33 a	13.33 c	93.33 a	2.23 ab	4.43 b
Significance							
Cultivar (C)		***	*	***	ns	ns	ns
Seed orientation (S)		***	ns	ns	**	ns	ns
C × S		***	ns	***	***	ns	***

^zHU, hilum end up; HD, hilum end down; HH, hilum end horizontal.

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

ns,*,**,** Represent not significant; significant at $P \leq 0.1, 0.05, \text{ and } 0.01$, respectively.

향 파종보다 자엽의 크기가 크며, 생체중, 건물중이 높은 것을 확인할 수 있었다(Table 3). 또한 파종방향에 따른 불량한 육묘환경에서의 육묘특성을 알아보고자 셀트레이의 배출구를 막아 토양수분을 정체시키고 지속적인 관수를 통해 토양수분과다 조건을 인위적으로 조성한 결과, 하향의 경우 입고병이 발생하였으나 상향 파종한 것에서는 거의 나타나지 않았다(Fig. 3). 이는 건열처리외의 종자처리를 배제한 상태에서 멸균되지 않은 상토를 사용하였을 때, 수분과다와 토양통기성 불량으로 인하여 뿌리의 생육이 저하되고 뿌리에 비해 세포의 조직이 치밀하지 못한 하배축이 상토에 깊이 묻힘으로써 입고병을 일으키는 균의 침투가 쉽게 이루어진 것으로 판단된다.

Anjan이나 *Jatropha*와 같은 일부 열대성 식물 종자에서는 배를 기준으로 하향 파종하는 것이 발아나 육묘 출현, 그리고 생육에 기여하였으나(Gurunathan and Srimathi, 2011; Masilamani et al., 1999), 옥수수(Torres et al., 2011), 국화

과, 미나리과, 배추과(Bosy and Aarssen, 1995), 그리고 박과 채소인 멜론과 오이, 4배체 수박(Cantliffe, 1984; Jaskani et al., 2006; Nascimento and West, 1998)에서는 상향 또는 수평 파종이 발아, 출현, 또는 육묘 생육에 유리하였다고 보고된 바 작물에 따라 차이가 있었다. 본 실험의 박과채소 대목 종자에서는 상향 파종하는 것이 공정육묘를 위한 건전묘 육성에 유리하였다.

Bosy and Aarssen(1995)의 연구에서 김정색 한천배지와 petri dish를 이용하여 환경적 요인을 최소화하여 파종방향의 효과를 시험하였는데, 산소와 중력 등의 환경요인이 아직도 작용할 수 있기는 하나 종자의 파종방향을 고유한 요인으로 구분할 수도 있음을 시사하기도 하였으나 구체적으로 증명을 하지는 못하였다.

박 종자나 호박 종자와 같은 대립종자의 경우 상토 내에서 종자의 위치 또는 복토 깊이가 일정하여도 파종 방향에 따라 발아공의 위치가 10mm 이상 차이가 나기도 한다(Fig.

Table 3. Effect of seed orientation at sowing on growth of seedlings emerged from cucurbit seeds with post-conditioning for 30 days.

Seed orientation	Hypocotyl				Cotyledon size (cm)		Fresh weight (g)		Dry weight (g)	
	Length (mm)		Diameter (mm)		Width	Length	Hypocotyl	Root	Hypocotyl	Root
	Upper ^z	Under	BC ^y	GL						
Bottle gourd (<i>Lagenaria siceraria</i>)										
HU ^x	84.93 a ^w	9.53 d	33.19 c	54.09 c	4.05 c	5.15 a	13.28 a	2.27 a	0.53 c	0.07 b
HD	62.70 b	30.87 a	30.91 d	48.39 d	3.74 d	4.27 d	5.77 b	0.62 d	0.19 d	0.02 c
HH	83.61 a	14.75 c	34.57 c	55.82 c	4.01 c	5.13 a	13.55 a	2.04 ab	0.55 c	0.09 ab
Pumpkin (<i>Cucurbita</i> spp.)										
HU	67.13 b	8.45 d	44.69 a	65.26 a	4.84 b	5.02 ab	11.98 a	1.68 abc	0.94 b	0.12 a
HD	80.04 a	24.87 b	40.96 b	59.72 b	4.81 b	4.63 c	12.09 a	1.27 c	0.88 b	0.07 b
HH	63.39 b	14.50 c	44.96 a	67.08 a	5.22 a	4.93 b	9.59 ab	1.40 bc	1.15 a	0.14 a
Total mean value	73.63	17.16	38.21	58.39	4.45	4.85	11.04	1.55	0.71	0.08
Significance										
Crop (C)	ns	***	***	***	***	**	ns	ns	***	***
Seed orientation (S)	ns	***	***	***	***	**	***	***	***	**
C × S	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***

^zBased on the ground (horizontal) level.

^yBC: below cotyledon, GL: ground level.

^xHU: Hilum end up, HD: Hilum end down, HH: Hilum end horizontal.

^wMean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

ns,*,*** Represent not significant; significant at $P \leq 0.1, 0.05,$ and $0.01,$ respectively.

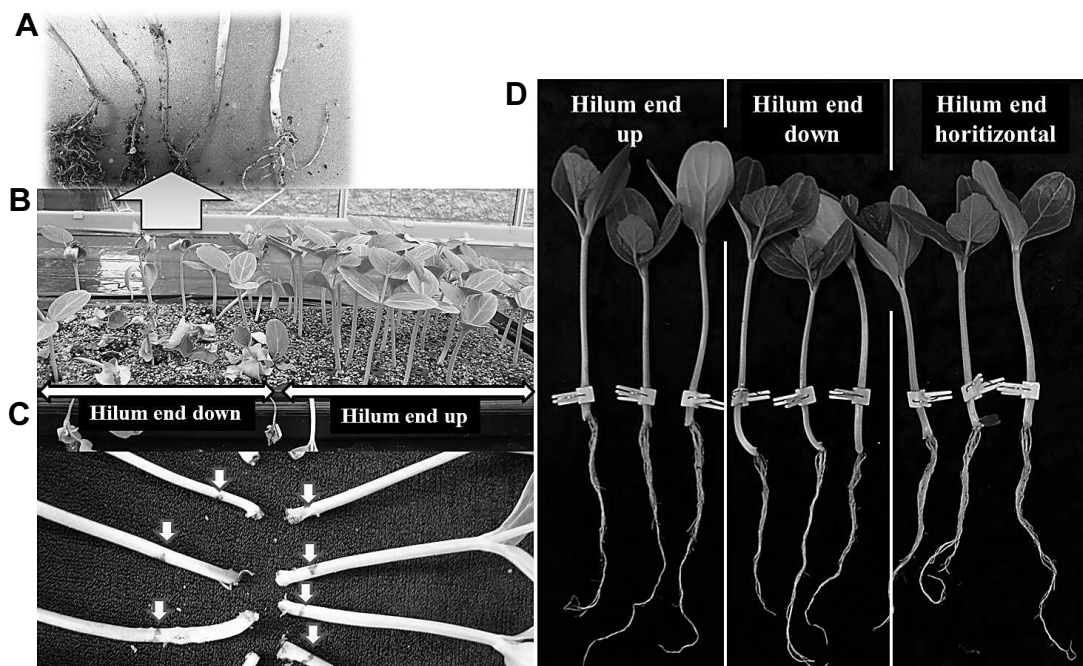


Fig. 3. Damping-off symptoms in bottle gourd seedlings with seed direction of hilum end down (A). Difference in the incidence of damping-off in bottle gourd seedlings as affected by seed sowing direction (B). Difference in hypocotyl length below the ground level (arrow mark or clip) in seedlings as affected by seed sowing direction (C, D).

1). 발아가 이루어진 뒤에 본격적인 생장이 시작되면 생육에 적합한 환경요인에 일찍 노출될수록 유묘 생장에 유리하게 되므로 발아가 빠른 상형 또는 수평 파종에서 결과적으로 유묘의 출현 및 생육이 좋아진 것으로 추정할 수 있다. 한편, 발아 시 배축이 종자방향과 V자형으로 출현하는 리마콩으로 수행한 연구에서 하향 파종이 토양 속에서 종자회전에 걸리는 시간이 길어지고 토양을 뚫고 나올 때의 스트레스가 커진다고 하였는데(Bowers and Hayden, 1972), 박이나 호박 종자의 경우에는 배축이 일직선으로 성장하므로, 오히려 상향 파종하게 되면 종자회전 시간이 증가할 수도 있다. 그러나 파종상의 상토를 다지지 않고 밀도를 적절히 조절하게 되면 종자회전과 토양을 뚫고 나오는데 걸리는 시간이 오래 걸리지 않고, 오히려 토양을 뚫고 나오는 동안에 마찰로 인한 저항에 의해 종피가 쉽게 벗겨져서 자엽에 종피가 부착되어 발생하는 비정상묘나 생장지연 현상을 현저히 감소시키게 된다.

호박과 박종자에서 파종방향으로 인한 발아 촉진과 묘소질의 향상은 건열처리로 인한 종자활력의 감소를 후처리와 함께 효과적으로 회복시킬 뿐만 아니라, 공정육묘를 통한 접목묘 생산 체계로 이행하는 박과채소류에서 그 효과가 현저할 것으로 판단된다. 긍정적인 효과로는 발아세가 높고 유묘가 균일하여 유묘 관리뿐 아니라 접목 수작업이나 기계접목에 있어서 능률을 극대화시킬 수 있고 생력화에도 크게 기여할 수 있으며, 토양오염에도 강할 뿐만 아니라 유묘의 도장을 최소화 할 수 있기에 농약이나 기타 생장조절제 의존도를 감소시킬 수 있을 것으로 판단된다. 종자파종 단계에서 작업 시간이 추가적으로 필요하며 기존에 개발된 종자파종기를 이용하지 못한다는 단점이 있으나 기계시각을 통하여 종자의 배를 인식하여 파종방향을 결정할 수 있는 자동파종기에 대한 연구(Kim et al., 2007) 등이 이루어지고 있으므로 종자파종기를 이용한 생력화가 가능할 것으로 기대된다.

초 록

본 연구에서는 종자전염병의 무독화를 위해 실시하는 건열처리에 의한 종자의 활력감소를 회복시키기 위한 방법을 개발하고자 하였다. 건열처리된 종자의 활력감소 정도는 작물과 품종에 따라 다양하게 나타났다. 일반적으로 호박 종자가 박 종자에 비하여 활력이 덜 감소하였다. 건열처리된 종자를 0, 30, 120일간 후처리하였을 때, 발아율은 건열처리

후처리 기간이 증가함에 따라 높아졌는데, 후처리 효율은 작물과 품종에 따라 상이하였다. 또한, 박과 호박 종자를 상향 또는 수평 파종 시 하향 파종보다 높은 종자활력과 묘소질을 보였다. 따라서 건열처리에 의한 종자활력의 감소는 적절한 후처리 뿐만 아니라 상향파종을 통해서도 효과적으로 회복시킬 수 있음을 확인하였다.

추가 주요어 : 박, 제(臍), 호박, 종피탈착

인용문헌

- Avgelis, A.D. and V.I. Manios. 1992. Elimination of cucumber green mottle mosaic tobamovirus by composting infected cucumber residues. *Acta Hort.* 302:311-314.
- Bosy, J. and L.W. Aarssen. 1995. The effect of seed orientation on germination in a uniform environment: Differential success without genetic or environmental variation. *J. Ecol.* 83:769-773.
- Bowers, S.A. and C.W. Hayden. 1972. Influence of seed orientation on bean seedling emergence. *Agron. J.* 64:736-738.
- Cantliffe, D.J. 1984. Seed orientation, seed quality and their effect on emergence and sex expression in cucumber. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 97:174-176.
- Choi, J.M., J.W. Ahn, and J.H. Ku. 2008. Growth and nutrient contents of hot pepper plug seedling as influenced by root medium formulations and pre-planting fertilizer levels. *Hort. Environ. Biotechnol.* 49:197-202.
- Gurunathan, N. and P. Srimathi. 2011. Influence of seed orientation at different depths of sowing in *Jatropha curcas*. *Range Mgt. Agroforestry* 32:100-103.
- Jaskani, M.J., S.W. Kwon, D.H. Kim, and H. Abbas. 2006. Seed treatments and orientation affects germination and seedling emergence in tetraploid watermelon. *Pak. J. Bot.* 38:89-98.
- Jeong, S.W., J.C. Park, and M.R. Huh. 2009. Growth inhibition, seedling damage, and antioxidant change of cucumber plug-transplants in response to UV spectra and irradiation timing. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 27:12-17.
- Kim, D.E., H.K. Cho, Y.S. Chang, J.G. Kim, H.H. Kim, and J.R. Son. 2007. Development of an automatic seeding system using machine vision for seed line-up of cucurbitaceous vegetables. *J. Biosystems Eng.* 32:179-189.
- Kim, D.H. and J.M. Lee. 2000. Seed treatment for cucumber green mottle mosaic virus (CGMMV) in gourd (*Lagenaria siceraria*) seeds and its detection. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 41:1-6.
- Kim, I.S., C. Zhang, H.M. Kang, and B. Mackay. 2008. Control of stretching of cucumber and tomato plug seedlings using

- supplemental light. Hort. Environ. Biotechnol. 49:287-292.
- Korea Institute of Planning & Evaluation for Technology in Food, Agriculture, Forestry & Fisheries (IPET). 2003. Development of dry heat treatment technique for vegetable seeds. IPET, Anyang, Korea p. 145.
- Latimer, J.G. 1998. Mechanical conditioning to control height. HortTechnology 8:529-534.
- Lee, J.M. 2004. Seed enhancement for healthy seedlings. APSA Tech. Rept. No.40.
- Masilamani, P., B.G. Singh, C. Chinnusamy, and K. Annadurai. 1999. Influence of seed orientation and depth of sowing on germination and vigour of Anjan (*Hardwickia binate* Roxb). Trop. Agricultural Res. Ext. 2:76-78.
- Nascimento, W.M. and S.H. West. 1998. Priming and seed orientation affected seedcoat adherence and seedling development of muskmelon transplant. HortScience 33:847-848.
- Rajjou, L. and I. Debeaujon. 2008. Seed longevity: Survival and maintenance of high germination ability of dry seeds. C. R. Biologies 331:796-805.
- Shin, K.H. and W.S. Kim. 1997. Effects of irrigation method on the quality and growth of vegetable plug seedlings. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 15:399-400.
- Son, K.C. and M.I. Lee. 1998. Effects of DIF and temperature drop/rise on the stem elongation of plug seedlings of *Salvia splendens*. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 39:615-620.
- Sun, E.S., H.M. Kang, Y.S. Kim, and I.S. Kim. 2010. Effects of seed soaking treatment of diniconazol on the inhibition of stretching of tomato and cucumber seedlings. J. Bio-Environ. Control 19:55-62.
- Torres, G., J. Vossenkemper, W. Raun, and R. Taylor. 2011. Maize (*Zea mays*) leaf angle and emergence as affected by seed orientation at planting. Expl. Agric. 47:579-592.