

채소 종자별 온탕침지 종자소독 효과검정

이지현¹ · 신순선² · 박용주³ · 류경열 · 지형진*농업과학기술원 친환경농업과, ¹경상대학교 농학과, ²중국 하남농업대학 식물병리학과,
³주)대농종묘육종연구소

Evaluation of Hot Water Treatment for Disinfection of Vegetable Seeds for Organic Farming

Ji-Hyun Lee¹, Shun-Shan Shen², Yong-Ju Park³, Kyung-Yul Ryu and Hyeong-Jin Jee*

Organic Farming Technology Division, NIAST, RDA, Suwon 441-707, Korea

¹Department of Agronomy, College of Agriculture and Life Sciences,

Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea

²College of Plant Protection, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China³Daenong Seed Breeding Research Institute, Pyeongtaek 450-030, Korea

(Received on October 23, 2007)

Hot water treatment that is the most appropriate seed disinfection method for organic vegetable farming was evaluated in this study. Among the leafy vegetable seeds lettuce that was the most sensitive to hot water was suitable to treat at 45°C for 25 min, while Chinese cabbage and radish seeds were optimally treated at 50°C for 25 min. The treatments resulted in similar or higher seed germination rate than non-treated seeds and promoted plant growth. In addition, fungi such as *Alternaria*, *Aspergillus*, *Penicillium*, or *Mucor* grown on the seeds were suppressed over 90% and the bacterial growth on lettuce seeds reduced 98.5% by the treatment. Among the fruit vegetable seeds pumpkin that was vulnerable to hot water was suitable to treat at 50°C for 15 min, while cucumber and hot pepper seeds revealed optimum treatment at 50°C for 25 min as Chinese cabbage and radish. The treatment also showed similar or higher seed germination rate and growth than non-treated seeds. Furthermore, fungi such as *Rhizopus*, *Aspergillus*, *Penicillium* or *Mucor* grown on the seeds reduced from 72.0% to 95.4%. The bacterial growth on cucumber and red pepper seeds was suppressed from 65.5% to 86.0% by the treatment. Results indicated that the hot water treatment is practical for disinfection of organic vegetable seeds and the optimum temperature and soaking time varied among the seeds.

Keywords : Chinese cabbage, Cucumber, Hot water treatment, Hot pepper, Lettuce, Organic seeds, Pumpkin, Radish

온수침지에 의한 종자소독은 19세기 말부터 각종 곡류의 녹병을 방제하기 위해 사용되어온 가장 오래된 종자소독 방법으로 1920년대 미국에서는 *Phoma lingam*에 의한 배추뿌리썩음병 방제의 표준적인 기술로 널리 활용되었다. 최근까지도 온수침지에 의한 종자소독은 다양한 작물의 종자감염 병원균을 방제하는 기술로 활용되어 왔다 (Nega 등, 2003). 국내에서도 오래 전부터 냉수온탕침법

이 벌써 소독방법으로 널리 활용되어 왔으나 1980년대 이후 우수한 화학농약들이 널리 보급되면서 이들에 의한 종자소독이 일반화 되고 있다(농업과학기술원, 2005). 종자처리의 가장 큰 목적은 종자전염성 병원균을 방제하고 발아율을 높이기 위한 것으로 농가에서 사용하고 있는 대부분의 종자들은 종자프라이밍(seed priming), 종자코팅(seed coating), 펠렛팅(pelleting) 등 특수한 화학처리가 된 종자들이다(최 등, 2001).

농산식품의 안전성을 최우선적으로 요구하는 소비자들의 요구와 정부의 친환경농업육성정책에 따라 유기농업

*Corresponding author

Phone) +82-31-290-0557, Fax) +82-31-290-0507

E-mail) hjjee@rda.go.kr

등 친환경농업은 국내 농업의 새로운 주류가 되고 있다. 친환경농작물의 재배면적과 생산량은 2000년에 2,000 ha와 35,000 M/T이었으나 2006년에는 75,000 ha와 1,128,000 M/T으로 급격히 늘어났다. 친환경농산물 중 채소재배 면적은 약 48%를 차지하고 있으나 대부분의 종자는 관행 품종으로 화학적으로 소독 처리된 것을 사용하고 있다. 하지만 유기농업에서는 화학비료와 유기합성 농약 등 일체의 합성화학 물질의 사용이 엄격히 금지되므로 종자에서부터 화학처리가 제한되는 것이 원칙이다(농촌진흥청, 2006).

유기종자는 유기농법으로 생산된 것으로 유전자변형이 없고(non-GMO) 화학적으로 처리되지 않아야 한다(농촌진흥청, 2006). 유기농업에서 활용할 수 있는 종자소독 방법으로는 온탕침법, 냉수온탕침법, 건열처리 등 물리적 방법이 있는데, 온탕침법과 냉수온탕침법은 곡류에 많이 이용하고 건열처리는 주로 채소 종자에 이용된다(최 등, 2001). 하지만, 박과와 십자화과 채소에 이용되고 있는 건열처리는 온탕침법에 비해 시간이 많이 소요되고 발아율과 발아속도 및 유효생장에 영향을 미치므로 온탕침법에 비해 까다로운 점이 많다(배 등, 2001; 이 등, 2003). 온탕침법이나 건열처리를 할 때는 열로 인해 종자의 발아율과 종자 활력이 억제되어서는 안 되므로 적절한 처리 온도와 시간을 준수해야 한다(박과 이, 1987; Nesmith, 2004).

유기농산물은 유기종자로부터 얻을 수 있으나 화학처리를 거치지 않은 종자는 병원균 감염에 노출되어 있어 발아에서부터 건전한 묘로 자라기까지가 쉽지 않다. 최근까지는 대부분의 유기채소 재배농가에서 유기종자를 구할 수 없었기 때문에 화학적으로 소독된 종자를 사용하였으나 앞으로는 국내외적으로 이들 종자의 유기재배가 제한될 가능성이 높다. 따라서 본 실험은 국내에서 재배되는 대표적인 채소 종자를 대상으로 유기농업에서 활용 가능한 온수침지법의 종자소독 효과를 조사하여 유기농업 실천농가와 유기종자 생산자에게 보급하고자 수행하였다.

재료 및 방법

시험재료 및 온탕침지. 시험재료는 주)대농종묘 육종연구소 포장에서 수확한 소독하지 않은 종자로 엽채류 중 상추, 배추, 무와 과채류 중 오이, 고추, 호박 종자를 사용하였다. 각 작물의 품종명은 상추 '뚝섬적측면', 배추 '참노랑', 무 '만추', 오이 '이화백다다기', 고추 '월드킵', 호박 '풋호박'이었다. 각 종자 100립을 멸균한 거즈에 싸

서 미리 준비된 40°C, 45°C, 50°C, 55°C 항온수조에 15분부터 5분 간격으로 30분까지 침지 처리하였다. 처리시간이 끝난 종자는 수조에서 꺼내 차가운 살균수에 담귀 반응을 멈추게 하였다(Nesmeth, 2004; Miller와 Ivey, 2005). 살균수에 담군지 5분 후에 종자를 건져 내어 무균상 안에서 멸균한 filter paper 위에 펼쳐놓고 종자 표면에 있는 물기를 제거하였다. 본 시험에 사용한 항온수조의 온도변화는 $\pm 1^\circ\text{C}$ 내외였다.

온탕침지 소독효과 실내검정. 각 온도 및 시간별로 처리된 종자는 종자 크기에 따라 직경 9 cm 혹은 14 cm의 물한천배지(water agar plate) 당 25립씩 3반복으로 고르게 치상하고 25°C(단, 상추는 20°C) 항온기에 두었다. 채소종자에 따라 발아 소요 시간이 달라 무 종자는 처리 3일 후에 배추 종자와 오이 종자는 처리 5일 후에 호박 종자는 처리 6일 후에 상추 종자와 고추 종자는 처리 7일 후에 발아율을 조사하였다. 발아율과 뿌리길이를 조사한 후 각 종자로부터 자라나온 곰팡이와 세균의 감염률은 육안으로 조사하였다. 감염곰팡이는 입체현미경과 광학현미경 아래에서 Illustrated Genera of Imperfect Fungi (Barnett와 Hunter, 1998)를 참고하여 각각의 속(genus)으로 분류하였다. 세균은 종자 감염률만 조사하였으며 감염곰팡이와 세균의 병원성은 본 시험에서 확인하지 않았다.

온탕침지 소독효과 온실검정. 위와 같은 방법으로 온탕침지한 각 종자의 유효 검정은 농업과학기술원의 유기재배온실에서 수행하였다. 육묘용 상토는 '마로커'를 사용하였으며 50구 연결포트(28×54×5 cm)에 종자를 25개씩 3반복으로 1구당 1립씩 파종하고 무, 배추, 상추, 오이 종자는 7일 후에 고추 종자는 21일 후에 호박 종자는 14일 후에 출현율을 조사하였다. 출현율을 조사한 2일 후에 유효를 뽑아 뿌리를 제거하고 각 개체의 지상부 생체중을 조사하였다. 데이터 분석은 SAS(SAS Institute, 2004) 통계프로그램을 이용하여 t-test로 유의차를 비교하였다.

결 과

온탕침지의 엽채류 종자 소독효과. 상추, 배추, 무 등 엽채류 종자 중 상추종자가 온도에 가장 민감하게 반응하였다. 상추종자는 50°C에서 20분 이상 침지할 경우 발아율이 무처리 종자에 비해 75% 이하로 떨어졌으며 뿌리 생장도 무처리는 47.1 mm였으나 24.9 mm 이하로 현격하게 억제되었다. 하지만 45°C 25분 처리에서는 발아율은 100%였고 뿌리생장도 48.8 mm로 무처리 보다 신장되

Table 1. Effects of hot water treatment on seed germination and growth of leafy vegetables

Seed	Treatment		On water agar	
	Temp. (°C)	Time (min)	Germination (%)	Root length (mm)
Lettuce	40	15	97.4	51.5
		20	100	55.6
		25	100	54.9
	45	30	100	57.5
		15	100	51.3
		20	97.4	53.9
	50	25	100	48.6
		30	100	49.8
		15	97.4	34.8
		20	100	24.9
		25	74.4	11.9
	30	66.7	6.4	
Control	-	100	47.1	
Chinese cabbage	40	15	100	44.9
		20	100	40.9
		25	100	37.8
	45	30	97.4	45.4
		15	100	41.2
		20	100	45.7
	50	25	100	43.4
		30	100	46.7
		15	94.7	37.8
		20	100	41.4
		25	100	37.8
	30	97.4	34.1	
Control	-	94.9	33.8	
Radish	40	15	100	12.9
		20	100	16.6
		25	94.9	15.6
	45	30	97.4	13.2
		15	96.2	15.0
		20	96.2	12.5
	50	25	100	14.3
		30	100	12.8
		15	100	12.9
		20	94.9	13.2
		25	94.9	13.2
	30	92.3	11.8	
Control	-	89.7	10.4	

었다(Table 1). 무처리 상추종자의 *Alternaria*와 *Aspergillus* 감염률은 각각 84.6%와 5.1%였으나 45°C 25분 처리에서는 전혀 검출되지 않았으며 세균감염률도 무처리의 85.3%에 비해 1.3%로 탁월한 종자소독 효과를 나타내었다(Table 2).

배추와 무 종자는 50°C 25분에서 발아가 전혀 억제되지 않았으며 뿌리생장도 무처리에 비해 다소 증가되어 최적 온탕침지 효과를 보였다. 온탕침지를 하지 않은 배

추와 무 종자의 발아율은 각각 94.9%와 89.7%였으나 50°C 25분 처리구의 종자 발아율은 각각 100%와 94.9%로 다소 높아졌으며, 뿌리길어도 무처리구의 33.8 mm와 10.4 mm에 비해 37.8 mm와 13.2 mm로 각각 증가되었다(Table 1). 무처리 배추 종자에서는 *Penicillium*과 세균 검출률이 각각 100%와 62.7%였으나 50°C에서 25분간 온탕침지한 종자에서는 *Alternaria* 등 일체의 곰팡이가 검출되지 않았으며 세균감염률은 4.0%로 무처리 62.7%에 비해 현격히 낮아졌다. 무처리 무 종자에서는 *Alternaria*와 *Mucor* 검출률이 각각 89.7%와 66.7%로 매우 높게 나타났으나 50°C 25분 온탕침지 종자에서는 *Alternaria*가 검출되지 않았으며 *Mucor* 감염률은 10.3%로 현저히 낮아졌다. 또한 무처리 종자의 세균감염률은 24%인 반면 처리 종자의 감염률은 5.3%로 나타나 77.9%의 방제 효과를 나타내었다.

온탕침지의 과채류 종자 소독효과. 오이, 고추, 호박 중 호박종자가 온도에 가장 민감하게 반응하였다. 호박종자는 50°C에서 15~20분간 침지할 경우에는 발아율과 뿌리생장이 억제되지 않았으나 25분 이상 침지할 경우 발아율이 무처리 종자에 비해 25% 이상 억제되고 뿌리생장도 무처리 40.8 mm에 비해 30.8 mm 이하로 현저히 억제되었다. 하지만 50°C 15분 처리에서는 발아율은 무처리에 비해 12.7% 증가하였고 뿌리생장은 40.2 mm로 무처리와 비슷하였다(Table 3). 무처리 호박종자의 *Rhizopus*와 *Aspergillus* 감염률은 각각 97.3%와 40%였으나 50°C 15분 처리에서는 각각 26.7%와 1.3%로 낮아졌다(Table 4). *Rhizopus*는 다른 종자 감염곰팡이에 비해 온탕침지에 덜 민감한 것으로 나타나 55°C 30분 처리에도 호박 종자의 검출률은 6.7%로 나타났다.

그러나, 오이 종자는 50°C 25분 처리에서 발아율은 97.3%로 무처리와 같았으나 뿌리신장은 무처리 43.4 mm에 비해 62.1 mm로 현저하게 신장되었다(Table 3). 무처리 오이종자의 *Rhizopus*, *Penicillium*, *Mucor* 및 세균 감염률은 각각 4.0%, 28%, 74.7% 및 9.3%였으나 본 처리구에서는 곰팡이가 전혀 검출되지 않았으며 세균감염률은 1.3%로 방제효과는 86%였다(Table 4). 고추 종자는 45°C와 50°C 처리구에서는 발아율과 뿌리생장이 전혀 억제되지 않았으나 55°C에서는 억제되는 경향을 보였다. 고추 종자의 최적 온탕처리 조건은 50°C 25분으로 발아율과 뿌리신장은 무처리의 53.3%와 2.3 mm에 비하여 80%와 11.4 mm로 현저하게 증가되었다(Table 3). *Rhizopus*와 *Penicillium*의 무처리 종자 감염률은 각각 26.7%와 5.3%였으나 50°C 25분 처리 종자의 감염률을 각각 5.3%와 1.3%로 낮아졌다(Table 4).

Table 2. Effects of hot water treatment on suppression of fungal and bacterial growth on leafy vegetable seeds

Seed	Treatment		Infection rate (%)				
	Temp. (°C)	Time (min)	<i>Alternaria</i>	<i>Aspergillus</i>	<i>Penicillium</i>	<i>Mucor</i>	<i>Bacteria</i>
Lettuce	40	15	5.1	7.7	0	0	9.3
		20	7.7	7.7	0	0	6.7
		25	10.3	0	0	0	5.3
		30	5.1	0	0	0	4.0
	45	15	0	0	0	0	2.7
		20	0	0	0	0	2.7
		25	0	0	0	0	1.3
		30	0	0	0	0	2.7
	50	15	0	0	0	0	2.7
		20	0	0	0	0	1.3
		25	0	0	0	0	1.3
		30	0	0	0	0	0
Control	-	84.6	5.1	0	0	85.3	
Chinese cabbage	40	15	0	0	97.4	0	14.7
		20	0	0	100	0	8.0
		25	0	2.6	89.7	0	9.3
		30	0	0	97.4	0	10.7
	45	15	0	0	94.9	0	10.7
		20	0	0	94.9	0	9.3
		25	0	0	97.4	0	8.0
		30	0	0	79.5	0	4.0
	50	15	0	0	7.7	0	5.3
		20	0	10.3	7.7	0	4.0
		25	0	0	0	0	4.0
		30	0	2.6	0	0	4.0
Control	-	0	0	100	0	62.7	
Radish	40	15	23.1	0	0	66.7	14.7
		20	30.8	0	0	64.1	13.3
		25	33.3	0	0	61.5	6.7
		30	17.9	0	0	69.2	5.3
	45	15	12.8	0	0	56.4	10.7
		20	12.8	0	0	61.5	8.0
		25	12.8	0	0	15.4	8.0
		30	0	0	0	28.2	6.7
	50	15	0	0	0	15.6	8.0
		20	0	0	0	10.3	5.3
		25	0	0	0	10.3	5.3
		30	0	0	0	2.6	2.7
Control	-	89.7	0	0	66.7	24.0	

온탕침지 종자소독 효과 온실검정. 상추종자의 최적 온탕침지 조건인 45°C 25분 처리종자의 육묘용 상토 파종시 발아율은 96%로 무처리 84% 보다 우수하였으며 유묘의 신장 및 생체중도 무처리구 유묘에 비해 각각 17.2%와 36.4% 증가되었다(Table 5). 50°C에서 25분간 온탕침지한 배추 종자의 발아율과 신장은 무처리 종자와 거의 같았다. 같은 조건에서 온탕침지한 무 종자의 경우 발아율과 신장 및 생체중이 무처리 종자에 비해 현저히 증가되었다. 무처리 종자의 발아율과 신장 및 생체중은 각각

88%, 10.8 cm, 0.49 g인데 비해 처리 종자는 각각 96%, 12.0 cm, 0.93 g으로 나타나 9.1~19.2% 증가율을 나타냈다.

오이 종자의 최적 온탕침지 조건인 50°C 25분 처리 종자의 발아율과 신장은 무처리 종자와 거의 같았으며 생체중은 각각 0.53 g과 0.49 g으로 약간 증가하였다.

고 찰

온탕침지 방법이 모든 종자전염성 병원균을 제거할 수

Table 3. Effects of hot water treatment on seed germination and growth of fruit vegetables

Seed	Treatment		On water agar	
	Temp. (°C)	Time (min)	Germination (%)	Root length (mm)
Cucumber	45	15	98.7	62.2
		20	100	61.5
		25	97.3	61.8
	50	30	97.3	61.6
		15	96.0	61.2
		20	97.3	61.6
	55	25	97.3	62.1
		30	98.7	61.7
		15	98.7	57.2
	Control	-	96.0	47.3
		-	96.0	46.2
		-	96.0	43.4
Hot pepper	45	-	97.3	51.8
		15	85.3	11.7
		20	78.7	12.0
	50	25	84.0	12.2
		30	82.7	11.6
		15	84.0	11.1
	55	20	74.7	12.2
		25	80.0	11.4
		30	72.0	12.3
	Control	-	53.3	2.3
		15	49.3	40.6
		20	29.3	44.5
Pumpkin	45	25	36.0	48.7
		30	33.3	36.0
		15	42.7	40.1
	50	20	42.7	40.2
		25	26.7	30.8
		30	20.0	21.9
	55	15	29.3	23.8
		20	14.7	19.5
		25	17.3	15.7
	Control	-	17.3	11.1
		-	36.0	40.8

있는 것은 아니지만 대부분의 중요 병원균을 효과적으로 억제할 수 있어 유기농업에서 활용가치가 매우 높은 종자소독 방법이다(Nega 등, 2003; Nesmith, 2004). 온탕침지법의 기본은 종자발아와 생장에 영향을 미치지 않으면서 종자전염성 병원균을 사멸시키거나 불활성화시킬 수 있는 최적온도와 처리시간을 설정하는 것으로 채소 종자별로 처리조건은 다소 다르다. 종자소독제로 널리 사용되는 차아염소산나트륨(NaClO)과 같은 화학약품은 종자 표

면에 존재하는 병원균의 사멸효과가 높으나 침투이행성이 없어 종자 내부에 감염된 병원균을 사멸시키지 못하는 반면, 온탕침지는 종자내부까지 열이 침투되어 종자 내부에 감염된 *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*, *Clavibacter michiganensis* pv. *michiganensis*, *X. campestris* pv. *campestris* 등을 효과적으로 살균할 수 있는 장점이 있는 것으로 보고되고 있다(Nega 등, 2003; Nesmith, 2004; Miller와 Ivey, 2003).

Miller와 Ivey (2004)는 온탕침지가 효과적인 종자는 가지, 고추, 토마토, 당근, 시금치, 셀러리, 배추, 상추, 무 등으로 채소종자별로 최적 처리온도와 처리시간은 다르다고 하였다. 또한, 스쿼시, 호박, 수박 등의 박과류는 온탕침지에 민감하기 때문에 온탕침지 종자소독이 적합하지 않다고 하였다. 본 시험에서도 박과작물인 호박 종자가 고추에 비해 상대적으로 온도에 민감한 것으로 나타나 50°C 15분이 최적 침지조건으로 나타났다. 하지만, 오이는 박과작물이지만 고추와 비슷하게 50°C 25분 처리가 적합한 것으로 나타났다(Table 3).

Miller와 Ivey (2005)가 제안한 최적 온탕침지 조건은 상추 47°C 30분, 무 50°C 15분, 배추 50°C 25분, 고추 51°C 30분이었다. 하지만, 본 시험 결과에 나타난 최적 온탕침지 조건은 상추 종자 45°C 25분, 호박 종자 50°C 15분, 나머지 배추, 무, 고추, 오이 등의 종자 50°C 25분이었다. 배추 종자의 온탕침지 조건은 Miller와 Ivey의 연구결과와 일치하지만 나머지 종자의 최적처리 온도와 시간은 조금씩 달랐다. 이와 같은 결과는 동일한 작물이라도 품종과 종자의 건전성 정도에 따라 온도에 대한 반응이 다를 수 있고 처리온도의 편차가 ±1~2°C 정도인 것을 감안하면 유사한 결과라고 할 수 있을 것이다.

Nega 등(2003)은 온탕침지법에 의한 당근, 배추, 셀러리, 파슬리, 상추(lamb's lettuce)의 종자전염성 병원균인 *Alternaria* spp., *Phoma* spp., *Septoria* spp., *Peronospora valerianellae* 및 *Xanthomonas* spp.의 소독효과를 조사한 결과 50°C 20~30분 처리가 종자발아를 억제시키지 않으면서 대부분의 병원균을 효과적 방제하였다고 하였다. Nega 등은 이들 종자에 발생하는 *Alternaria* spp. 억제효과는 95% 이상이었으며 *Phoma* spp.의 방제효과는 80~95% 수준이라고 하였다. 본 시험에서도 무처리 상추 종자와 무 종자의 *Alternaria* spp. 감염률은 각각 84.6%와 89.7%였으나 상추 종자 45°C 25분과 무 종자 50°C 25분 처리 후에는 *Alternaria* spp.가 전혀 검출되지 않아 100% 억제효과를 보였다(Table 2). 과채류 종자에 감염된 곰팡이 중 *Aspergillus*, *Penicillium*, *Mucor* 등은 온탕침지에 의해 96% 이상 억제되었고 호박 종자에 감염된 *Rhizopus*의

Table 4. Effects of hot water treatment on suppression of fungal and bacterial growth on fruit vegetable seeds

Seed	Treatment		Infection rate (%)				
	Temp. (°C)	Time (min)	<i>Rhizopus</i>	<i>Aspergillus</i>	<i>Penicillium</i>	<i>Mucor</i>	Bacteria
Cucumber	45	15	1.3	0	12.0	0	1.3
		20	2.7	0	20.0	0	4.0
		25	4.0	0	24.0	0	1.3
		30	0	0	18.7	0	2.7
	50	15	1.3	1.3	4.0	0	0
		20	0	1.3	0	0	0
		25	0	0	0	0	1.3
		30	0	0	0	0	2.7
	55	15	0	0	0	0	0
		20	0	0	0	0	0
		25	0	0	0	0	0
		30	0	0	0	0	0
Control	-	4.0	0	28.0	74.7	9.3	
Hot pepper	45	15	14.7	0	0	0	48.0
		20	5.3	0	5.3	0	57.3
		25	10.7	0	2.7	0	48.0
		30	14.7	0	1.3	0	44.0
	50	15	6.7	0	0	0	38.7
		20	1.3	0	1.3	0	44.0
		25	5.3	0	1.3	0	26.7
		30	2.7	0	0	0	24.0
	55	15	0	0	0	0	33.3
		20	0	0	0	0	40.0
		25	1.3	0	0	0	44.0
		30	0	0	0	0	29.3
Control	-	26.7	0	5.3	0	77.3	
Pumpkin	45	15	54.7	4.0	0	0	0
		20	36.0	0	0	0	0
		25	37.3	1.3	0	0	0
		30	28.0	1.3	0	0	0
	50	15	26.7	1.3	0	0	0
		20	30.7	1.3	0	0	0
		25	46.7	0	0	0	0
		30	6.7	1.3	0	0	0
	55	15	8.0	0	0	0	0
		20	4.0	1.3	0	0	0
		25	9.3	2.7	0	0	0
		30	6.7	1.3	0	0	0
Control	-	97.3	40.0	0	0	0	

경우에는 50°C 15분 온탕침지로 70.6% 억제효과를 나타내었다. 고추종자의 세균감염률도 50°C 25분 침지처리로 상대적으로 낮은 65.5% 억제효과를 보였다.

최적 조건의 온탕침지는 발아율과 유묘생장을 증진시키는 결과를 나타내는데 그 이유는 종자의 프라이밍(priming) 효과와 종자에 오염되어 있던 유해 미생물이 제거되기 때문일 것으로 추측하고 있다. 본 시험에서도 각 종자별로 최적 처리조건에서 온탕침지를 한 대부분의 종자들은 물 한천배지나 온실 육묘포트에서 발아와 생장이 다소 증가

되는 경향을 보였다(Table 1, 3, 5). 특히, 세균감염률이 높았던 고추 종자의 발아율은 50°C 25분 처리로 무처리 에 비해 50% 이상 높아졌으며 뿌리생장은 5배 가까이 증가되었다. 본 결과를 볼 때 고추 종자의 온탕침지는 모든 세균을 억제하지는 못하지만 발아와 뿌리생장을 억제하는 유해 미생물이 효과적으로 제어된 것으로 판단된다. 본 연구에서 얻어진 결과는 앞으로 유기종자 사용의 의무화 될 유기농업에서 유기종자 생산자나 유기농업 실천 농가에 유익한 정보가 될 것으로 기대된다.

Table 5. Effects of optimum hot water treatment on emergence and growth of vegetable seeds in a greenhouse

Seed	Hot water treatment	Emergence (%)	Growth	
			Height (cm)	Fresh wt. (g)
Lettuce	45°C for 25 min	96.0	6.7 ^{***a)}	0.45 ^{***}
	Control	84.0	5.8	0.33
Chinese cabbage	50°C for 25 min	92.0	5.4	0.50
	Control	88.0	5.5	0.49
Radish	50°C for 25 min	96.0	12.0 ^{**}	0.93 ^{***}
	Control	88.0	10.8	0.78
Cucumber	50°C for 25 min	98.7	75.8	0.53
	Control	98.7	75.4	0.49
Red pepper	50°C for 25 min	50.7	9.9 [*]	0.49 ^{***}
	Control	50.7	9.2	0.35
Pumpkin	50°C for 15 min	20.0	13.0 ^{***}	3.20 ^{***}
	Control	12.0	8.1	1.21

a) t-test: *= $p < 0.05$, **= $p < 0.01$, ***= $p < 0.001$.

요 약

본 연구는 유기농 채소종자의 소독방법으로 가장 적합한 온탕침지법을 개발하고자 수행하였다. 엽채류 중 열에 비교적 민감한 상추 종자의 최적 온탕침지 조건은 45°C 25분이었으며 배추와 무 종자 50°C 25분이었다. 온탕침지로 이들 종자의 발아율과 생장은 무처리와 비슷하거나 촉진되었고, *Alternaria*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Mucor* 등의 종자감염 곰팡이는 90% 이상 혹은 100% 억제되었으며 상추 종자에 감염된 세균 억제효과는 98.5%였다. 오이, 고추, 호박 등 과채류 종자 중에는 호박이 가장 온수에 감수성이었는데 50°C 15분 침지가 적합하였고 오이와 고추 종자는 50°C 25분 처리가 가장 효과적이었다. 온탕침지한 오이 및 호박 종자의 발아율 및 생장은 무처리와 비슷하거나 약간 높았는데, 고추의 경우에는 발아율은

50% 이상 증가되었으며 뿌리생장은 5배 이상 신장되었다. 이들 종자에 감염된 곰팡이 중 *Rhizopus*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Mucor* 등의 억제율은 72%~95.4%였고 감염 세균의 억제율은 65.5%~86.0%였다. 본 시험의 결과가 볼 때 온탕침지의 최적 조건은 종자에 따라 다소 다르며, 온탕침지는 모든 종자전염성 병원균을 방제할 수는 없으나 이들을 효과적으로 억제할 수 있는 기술로 유기농업에서 유용하게 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

참고문헌

배진주, 이정명. 2001. 호박종자의 건열 및 노화촉진 처리가 종자 활력에 미치는 영향. 한국원예학회. 원예과학기술지. 54 pp.

Barnett, H. L. and Hunter, B. B. 1998. Illustrated genera of imperfect fungi. 4th ed. APS press. 218 pp.

최봉호, 홍병희, 강광열, 김진기, 김석현, 민태기. 2001. 신고 종자학. 275 pp, 314 pp.

이승희, 정기운, 이정명. 2003. 박과채소 종자의 종피처리가 건열처리 반응성에 미치는 영향. 한국원예학회. 원예과학기술지. 69 pp.

Miller, S. A., Melanie, L. and Lewis, I. 2005. Hot water and chlorine treatment of vegetable seeds to eradicate bacterial plant pathogens. Ohio state university extension fact sheet.

Nesmith William. 2004. Seed treatments for commercial vegetables in Kentucky. University of Kentucky fact sheet.

Nega, E., Ulrich, R., Werner, S. and Jahn, M. 2003. Hot water treatment of vegetable seed - an alternative seed treatment method to control seed-borne pathogens in organic farming. *J of Plant Diseases and Protection* 110(3): 220-234.

농촌진흥청. 2006. 상추 유기재배 매뉴얼. 79 pp.

농업과학기술원. 2005. 벼 유기재배 가이드 북. 303 pp.

박권우, 이재민. 1987. 채소종자의 건열처리에 관한 연구. 한국원예학회. 논문발표요지.