

당근 유기재배를 위한 검은잎마름병과 검은무늬병 종자소독제 선발

이재은 · 용영록 · 권순배¹ · 김병섭*

강릉원주대학교 식물생명과학과, ¹강원도 농업기술원

Screening of Seed Treatment Agents against Leaf Blight and Black Root Rot for Carrot Organic Cultivation

Jae Eun Lee, Young Rok Yeung, Soon Bae Kwon¹ and Byung Sup Kim*

Department of Plant Science, Gangneung-Wonju National University, Gangneung 210-702, Korea

¹Gangwon-do Agricultural Research and Extension Services, Gangwon-do 210-851, Korea

(Received on April 8, 2011; Revised on May 26, 2011; Accepted on May 28, 2011)

This study was conducted to control the seed borne pathogens (*Alternaria* spp.) of carrot and to examine the seed germination rate by using 13 environment friendly agricultural materials instead of conventional chemicals for organic cultivation. The growth inhibiting effects on pathogens showed the different responses according to each agricultural material and effective 7 materials against seed borne pathogens were selected. Among 7 materials, the carrot seeds sterilized with plant extracts, Tanger Stop and Land Saver were not germinated at all. The germination rate of seeds sterilized with other materials showed the similar levels with reference chemical (Benlate-T) and non-treated seeds. Infection rates of seeds sterilized with seaweed extract, Bellopper for controlling *A. radicina* and plant extract, Ssial-100 for *A. dauci* were similar or low infection rate compared with reference chemical. The germination rate and root length of seeds sterilized with Bellopper and Ssial-100 was similar or superior to those of chemical sterilized seeds. The optimal condition seemed to be a little bit different depending on the concentration of materials. As a result, the sterilization of carrot seeds by using the environment friendly materials could be effectively utilized as a technology to inhibit the infection of seed-borne pathogens.

Keywords : *Alternaria radicina*, *A. dauci*, Environmental friendly agricultural materials, Seed sterilization

서 론

우리나라 농업은 좁은 국토에서 많은 인구를 부양하기 위하여 화학비료 및 농약에 의존하는 다수확을 위한 증산위주 정책을 추진하여 왔다. 그 결과 염류집적으로 인한 토양 이·화학적 변화, 토양 중 유용생물 감소, 토양 및 농산물 중 농약 잔류 등으로 농업환경생태와 농산물 안전성에 부작용을 초래하고 있다(김, 2005). 최근의 여론 조사에 의하면 우리나라 국민들은 식품의 안전성을 최우선적으로 요구하고 있으며 환경보존에 대한 관심이 매우 높게 나타나고 있다. 정부에서도 2010년까지 친환경인증

농산물 생산량을 10% 확대하고 화학비료와 농약 사용량은 2013년까지 40% 감축을 목표로 종합적인 친환경농업 정책을 추진하고 있다(지, 2007).

당근은 비타민 A로 변화하는 β-카로틴이 많이 함유되어 있어 우리나라 사람들이 많이 먹는 대표적인 채소 중 하나이다. 재배가 쉽고 단위 면적당 수확량이 많아 생식은 물론 가공용으로도 높이 평가받고 있다. 그래서 근래에는 연중생산도 하고 있어 당근의 생산량은 증가하는 추세이다. 최근에 안전한 먹거리에 대한 소비자들의 요구는 친환경 유기농 당근생산을 요구하고 있다.

우리나라 당근에 발생하는 해충은 Ahn 등(1998)이 조사한 결과 18종이 피해를 주고 있고, 병은 바이러스 3종, 세균병인 무름병과 더듬이병, 뿌리혹선충병 및 균류병 7종이 보고되고 있다(한국식물병리학회, 2009). 이 중 종자감염 병인 *Alternaria dauci* (Khn) Groves & Skolko에 의해

*Corresponding author

Phone) +82-33-640-2353, Fax) +82-33-640-2909

Email) bskim@gwnu.ac.kr

발생하는 당근 검은잎마름병과 *A. radicina* Meier, Drechsler & Eddy에 의해 발생하는 당근 검은무늬병이 당근 농가에 피해를 많이 주는 것으로 알려져 있다(Gugino 등, 2007). 이들 병은 주로 여름 고랭지작형과 같은 고온 다습한 환경에서 많이 발생한다(권 등, 2007; Soteros, 1979). 두 병원균 모두 종자 혹은 병든 부위에서 균사와 분생포자의 형태로 월동 후, 분생포자를 형성하여 공기전염을 한다. 당근 검은무늬병은 채종을 위한 당근을 저장할 때에 피해를 받은 뿌리가 전염원이 되어 넓게 만연된다. 당근 검은잎마름병은 검은무늬병과 마찬가지로 감염적온이 20–28°C이며 잎과 잎자루에 발생한다(Gugino 등, 2007; Hooker, 1994; Strandberg, 1988). 잎에 처음에는 갈색 내지 암갈색, 부정형의 작은 반점으로 나타나고, 진전되면 병반들이 서로 융합하여 커진다. 후에 감염된 잎은 암갈색 내지 흑색으로 변하며 말라 죽는다.

당근의 유기재배를 위한 유기종자로 김(2011)은 32개의 당근유전자원의 병해충 저항성을 조사한 바가 있다. 선진국에서는 유기종자는 화학농약을 사용하지 않고 종자소독을 해야 한다.

본 연구는 종자 전염성 병원균인 두 병원균을 방제하고 발아율을 높이기 위해 기존의 화학농약을 이용한 종자소독법이 아닌 친환경 제제를 이용한 종자소독법을 개발하기 위하여 연구를 수행하였다.

재료 및 방법

공시재료 및 감염종자 조제. 당근종자는 (주)대농종묘에서 채종(품종: 대농5촌당근)한 소독하지 않은 종자를 분양 받아 실험에 공시하였다. 본 연구에 사용한 당근 검은잎마름병균(*A. dauci*), 당근 검은무늬병균(*A. radicina*)은 농촌진흥청 농업유전자원센터 미생물은행(KACC)에서 분양받아 사용하였다. 감염종자를 조제하기 위한 병원균은 V8 juice agar 배지로 제조한 Petri dish에 접종하여 25°C에서 14일간 배양 후 배양된 Petri dish에 멸균 증류수를 넣어 붓으로 배지표면에 형성된 분생포자를 수확하였다. 감염종자는 포자농도를 1×10^8 conidia/ml로 조정된 포자현탁액에 소독하지 않은 당근 종자를 18시간 침지 후 건조하여 조제하였다.

친환경 제제. 실험에 총 13개의 친환경 제제를 사용하였다. 키토산 제제인 키토산(동부하이텍), 식물 추출물인 탄저브렉(남보), 식물 추출물인 씨알-100(고려바이오), 식물 추출물인 탄저스탑(바이코시스), 미생물 제제인 탄탄탄(흙살림), 해산물 추출물인 벨로퍼(진영기업), 천연 추출물인 랜트세이버(대덕바이오), *Ampelomyces quisqualis*

AQ94013 제제인 큐펙트(그린바이오텍), *Bacillus subtilis* GB-0365제제인 쉐러스(그린바이오텍), *Paenibacillus polymyxa* AC-1제제인 탐시드(그린바이오텍), 식물 추출물인 비타박스(비아이지), 미생물 제제인 KO팡(비아이지), 미생물 제제인 닥터프란트(대유)를 이용하였으며 대조약제로 Benlate-T(benomyl+thiram, 한국삼공)을 공시하였다.

제제들의 병원균 균사생장 조사. 평판배지상에서 친환경 제제의 농도에 따른 균사 생장을 조사하기 위해 감자한천배지(PDA)에 17종의 제제를 각각의 기준농도와 기준농도의 1/10이 되도록 첨가하여 약제 혼합배지를 조제 하였다. 병원균은 PDA에서 2주간 배양된 균총의 선단부위를 5 mm cork borer를 이용하여 절취하여 약제를 첨가한 PDA 배지의 중앙에 접종하였다. 실험은 각각의 농도당 3반복으로 실시하였으며 병원균 접종 후 25°C에서 배양 5일 후 균사의 직경을 측정하여 억제 정도를 조사하였다.

제제 처리에 의한 종자 발아율, 뿌리생육 및 감염율. 평판배지에서 균사생장 억제 조사결과 2종의 병원균을 크게 억제했던 7가지 제제와 대조약제인 Benlate-T를 선발하여 종자소독효과를 조사하였다. 각각 제제별 기준농도와 기준농도의 2배로 제조한 약제현탁액에 감염종자를 각각 12시간, 24시간 침지 후 멸균수로 세척한 후 시간 및 약제별로 소독된 종자는 Petri dish에 여과지를 깔고 증류수를 부어 Petri dish당 50립씩 3반복으로 치상하고 20°C 항온기에서 7일간 발아시킨 후 발아율, 감염율, 뿌리길이를 조사하였다. 발아율과 뿌리 길이 조사 시 유근이 2 mm 이상 나온 것을 발아한 것으로 간주 하였으며, 뿌리 길이는 Vernier calipers로 조사 하였으며 PC-SAS system을 이용하여 통계분석 하였다. 감염율은 발아된 종자 중 균류에 오염된 종자를 감염된 종자로 간주하여 PC-SAS system을 이용하여 통계분석 하였다. 발아율, 감염율, 뿌리길이 조사 시 무처리구는 오염되지 않은 당근종자와 18시간 *A. radicina*와 *A. dauci*의 포자현탁액으로 오염시킨 감염종자 두 가지를 무처리구로 설정하였다.

종자소독효과 온실 검증. 친환경 제제로 소독된 각 종자의 유묘 검증은 강릉원주대학교 유리온실에서 수행하였다. 육묘용 상토는 식물세계(Peat moss:Pearlite:Vermiculite:Zeolite:Cocopeat=29:11:8:9:43%)를 사용하였으며 200구 연결포트에 종자를 10개씩 5반복으로 1구당 1립씩 파종하고 4주 후 발아율을 조사한 후 데이터 분석은 SAS system을 이용하여 유의차(P=0.05)를 비교하였다. 온실검정도 오염되지 않은 당근종자와 18시간 *A. radicina*와 *A. dauci*의 포자현탁액으로 오염시킨 이병종자 두 가지를 무처리구로 설정하였다.

Table 1. Fungal growth in the PDA medium containing environmental friendly agricultural materials

Material	Dilution	Colony diameter (mm)	
		<i>Alternaria radicina</i>	<i>A. dauci</i>
Chitosan	40	13.2 e ^a	7.6 gh
	400	13.0 e	10.8 de
Tangerbrake	1000	20.5 bc	17.5 b
	10000	23.0 b	17.6 b
Ssial-100	200	4.9 jk	0.0 o
	2000	5.2 ijk	1.8 lmn
Tangerstop	600	3.0 kl	0.0 o
	6000	1.4 lm	0.7 mno
Tantantan	100	6.6 hij	2.5 jkl
	1000	9.3 fgh	3.5 ijk
Bellopper	1000	3.5 kl	1.2 lmno
	10000	19.4 cd	19.8 a
Landsaver	1000	0.0 m	0.0 o
	10000	26.3 a	11.9 cd
Q-fect	1000	11.6 ef	7.5 gh
	10000	14.3 e	9.4 ef
Cillus	300	9.9 fg	4.6 i
	3000	16.4 d	6.1 h
Topseed	200	0.0 m	0.0 o
	2000	1.2 lm	0.4 no
Vitabacs	500	5.5 ijk	8.8 fg
	5000	8.7 gh	12.9 c
KO Pang	800	7.9 ghi	4.0 ij
	8000	0.0 m	0.7 mno
Doctorplant	500	3.1 kl	2.2 klm
	5000	2.6 klm	0.9 mno
Benlate-T	50	1.4 lm	3.7 ijk
	500	4.2 jkl	7.8 fg
Control	-	22.7 b	16.5 b

^aThe different letters indicate that the values are significantly different at the 5% level.

결과 및 고찰

제제의 평판배지에서 균사생장 억제 조사. 친환경농자제가 포함된 PDA 배지에서 수행된 균사생장 조사에서는 친환경농자제 각각 농도별 균주별 차이가 있었다. 대부분 높은 농도에서 균사의 생장이 낮은 농도의 약제 배지에서 보다 생장이 억제되었다(Table 1). *A. radicina*의 생장은 탄저스탑, 벨로퍼, 랜드세이버, 탐시드, KO팡, 닥터프란트 제제에서 균사의 크기가 5 mm 내외로 대조약제인 베노람과 비슷한 균사생장 억제율을 보였다(Fig. 1). *A. dauci*의 생장 억제는 씨알-100, 탄저스탑, 랜드세이버, 탐시드, KO팡, 닥터프란트 제제에서 균사생장이 대조약제와 비슷하게 억제되었다(Fig. 2).

친환경 제제의 종자소독 효과. *A. radicina*와 *A. dauci*의 균사생장 억제효과가 우수한 약제를 각각 선발하여 농도별, 시간별 소독 후 발아율 조사 결과 탄저스탑과 랜드세이버에 의해 소독된 종자는 발아가 전혀 되지 않았으므로 종자소독제로 사용할 수 없었다. *A. radicina*에 의해 오염된 종자의 친환경제제에 의한 종자소독 후 발아율 조사는 무처리구인 오염되지 않은 종자와 오염된 감염종자의 발아율이 각각 83.3%와 86.0%로 발아율이 높았으며 탄저스탑과 랜드세이버를 제외한 벨로퍼, 탐시드, KOP팡, 닥터프란트에 의해 소독된 종자의 발아율은 농도별로 차이는 있었지만 80-90%의 발아율로 건전종자의 발아율과 비슷하였으며 대조약제인 Benlate-T와 비교했을 때 큰 차이가 없었다. 특히 벨로퍼 제제를 이용하여 기준농도에서 24시간 종자소독 하였을 때 발아율이 90.7%로서 가장 높은 발아율을 나타내었다. 또한 *A. dauci*에 의해 오염된 종자의 소독 후 발아율 조사에서도 무처리구의 발아율이 각각 86.7%와 79.3%로서 높은 발아율을 보였으며 씨알-100, 탐시드, KO팡, 닥터프란트 제제로 소독된 종자의 발아율은 무처리구 및 대조약제와 비교했을 때 비등한 발아율을 나타내었다. KO팡의 경우 공시농도 배액에서 12시간 종자소독 하였을 경우 발아율이 92.7%로 나타났

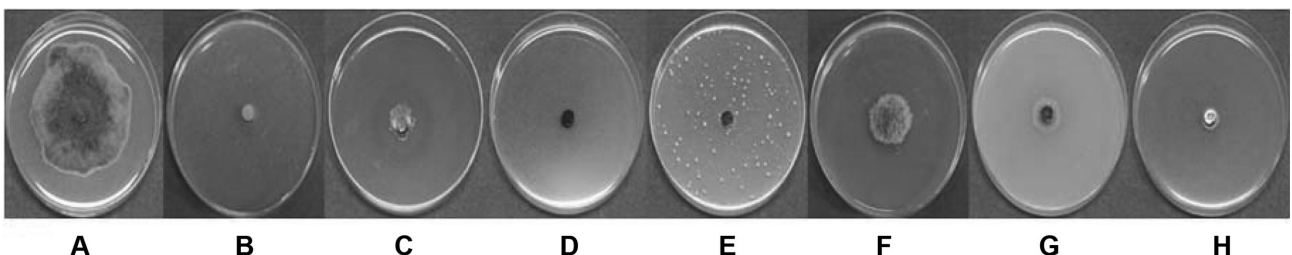


Fig. 1. Mycelial growth inhibition of selected environmental friendly agricultural materials for control of *Alternaria radicina*. A; Control, B; Tangerstop, C; Bellopper, D; Landsaver, E; Topseed, F; KO-Pang, G; Doctorplant, H; Benlate-T.

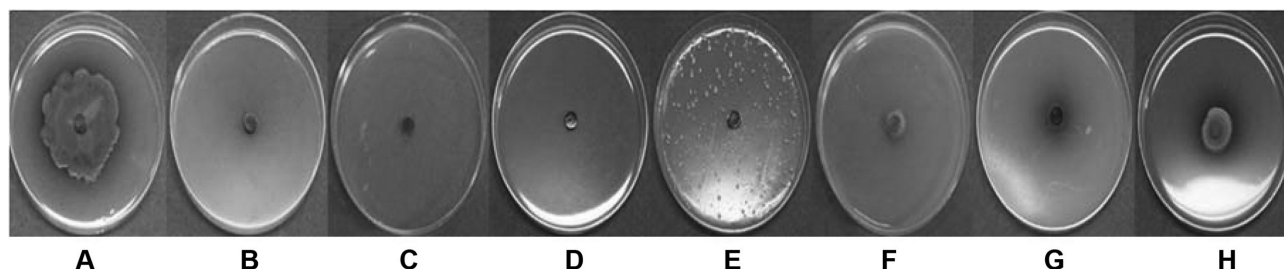


Fig. 2. Mycelial growth inhibition of selected environmental friendly agricultural materials for control of *Alternaria dauci*. **A;** Control, **B;** Ssial-100, **C;** Tangerstop, **D;** Landsaver, **E;** Topseed, **F;** KO-Pang, **G;** Doctorplant, **H;** Benlate-T.

Table 2. The germination (%) of carrot seeds sterilized with environmental friendly agricultural materials

Pathogen	Material	Dilution	Germination (%)	
			12 hours	24 hours
<i>Alternaria radicina</i>	Tangerstop	1000	NG ^a d ^b	NG f
		500	NG d	NG f
	Bellopper	1000	84.7 abc	90.7 ab
		500	82.0 bc	82.0 cd
	Landsaver	1000	NG d	NG f
		500	NG d	NG f
	Topseed	200	87.3 ab	82.7 cd
		100	86.0 abc	86.0 abcd
	KO Pang	800	79.3 bc	88.7 abc
		400	92.7 a	92.7 a
	Doctorplant	500	78.7 c	86.0 abcd
		250	84.0 bc	84.0 bcd
	Benlate-T	50	84.0 bc	88.7 abc
		25	84.7 abc	84.7 bcd
Control (I) ^c	-	83.3 bc	45.3 e	
Control (NI) ^d	-	86.0 abc	79.3 d	
<i>A. dauci</i>	Ssial-100	200	82.7 bc	66.0 de
		100	86.0 abc	85.3 ab
	Tangerstop	600	NG d	NG f
		300	NG d	NG f
	Landsave	1000	NG d	NG f
		500	NG d	NG f
	Topseed	200	90.0 ab	81.3 b
		100	82.7 bc	86.7 ab
	KO Pang	800	92.7 a	83.3 b
		400	90.0 ab	86.7 ab
	Doctorplant	500	78.7 c	81.3 b
		250	87.3 abc	91.3 a
	Benlate-T	50	80.0 c	78.7 bc
		25	86.0 abc	63.5 e
Control (I)	-	86.7 abc	73.3 cd	
Control (NI)	-	86.0 abc	79.3 bc	

^aNG=Not germinated.

^bThe different letters indicate that the values are significantly different at the 5% level.

^cI=Infected seed.

^dNI=Not infected seed.

Table 3. The root length (mm) of carrot seeds sterilized with environmental friendly agricultural materials

Pathogen	Materials	Dilution	Root length (mm)	
			12 hours	24 hours
<i>Alternaria radicina</i>	Tangerstop	1000	0.0 h ^a	0.0 e
		500	0.0 h	0.0 e
	Bellopper	1000	19.2 bcde	22.9 a
		500	19.4 bcd	20.8 ab
	Landsaver	1000	0.0 h	0.0 e
		500	0.0 h	0.0 e
	Topseed	200	13.2 f	17.4 b
		100	15.8 ef	11.5 c
	KO Pang	800	14.7 f	6.5 d
		400	6.1 g	8.2 cd
	Doctorplant	500	18.1 cde	23.5 a
		250	16.1 def	21.6 ab
	Benlate-T	50	21.2 abc	21.8 ab
		25	18.6 cde	19.4 ab
Control (I) ^b	-	23.1 a	12.3 c	
Control (NI) ^c	-	22.1 ab	22.5 a	
<i>A. dauci</i>	Ssial-100	200	29.8 b	21.1 cd
		100	20.7 d	14.5 g
	Tangerstop	600	0.0 h	0.0 i
		300	0.0 h	0.0 i
	Landsaver	1000	0.0 h	0.0 i
		500	0.0 h	0.0 i
	Topseed	200	14.8 e	7.4 h
		100	8.7 f	17.6 efg
	KO Pang	800	14.7 e	15.8 fg
		400	5.1 g	4.8 h
	Doctorplant	500	19.7 d	17.6 efg
		250	30.7 b	19.5 cde
	Benlate-T	50	38.6 a	32.3 a
		25	22.1 cd	27.8 b
Control (I)	-	24.8 c	18.1 def	
Control (NI)	-	22.1 cd	22.5 c	

^aThe different letters indicate that the values are significantly different at the 5% level.

^bI=Infected seed.

^cNI=Not infected seed.

다(Table 2). 친환경제제의 농도 및 침지시간에 따른 뿌리 길이를 조사하였는데 친환경제제에 의해 소독된 종자유근의 길이 조사도 발아율과 비슷한 결과가 나왔다. *A. radicina*에 의해 오염된 종자의 소독 결과 대조약제, 무처리와 비교하였을 때 탑시드와 KO광을 제외한 대부분의 제제에 의해 소독된 종자의 유근의 길이가 비슷한 것으로 나타났으며 벨로퍼에 의해 소독된 종자의 경우 24시간 동안 기준농도로 침지하여 소독한 경우 유근의 길이가 22.9 mm로서 뿌리생육이 가장 활발한 것으로 조사되었다. 이것은 벨로퍼 약제의 주성분인 해산물 추출물이 *Alternaria*의 생장을 억제하고 뿌리 발육에도 도움을 주는 것으로 보고되어 있기 때문이다(Jayaraj 등, 2008). *A. dauci*

Table 4. The infection (%) of carrot seeds sterilized with environmental friendly agricultural materials

Pathogen	Material	Dilution	Infection (%)	
			12 hours	24 hours
<i>Alternaria radicina</i>	Bellopper	1000	4.7 e ^a	10.3 cd
		500	17.1 cd	5.4 d
	Topseed	200	24.3 c	68.1 a
		100	41.1 b	28.0 b
	KO Pang	800	22.8 c	9.2 d
		400	47.4 b	19.7 bc
	Doctorplant	500	26.5 c	23.2 b
		250	40.1 b	20.9 b
	Benlate-T	50	8.8 de	11.3 cd
		25	8.7 de	6.4 d
Control (I) ^b		73.2 a	72.0 a	
Control (NI) ^c		2.4 e	1.7 d	
<i>A. dauci</i>	Ssial-100	200	8.7 de	6.0 c
		100	2.3 e	0.9 c
	Topseed	200	77.7 a	83.4 a
		100	34.4 c	47.8 b
	KO Pang	800	1.4 e	8.0 c
		400	2.3 e	5.4 c
	Doctorplant	500	54.2 b	41.5 b
		250	17.5 d	52.6 b
	Benlate-T	50	7.5 e	10.8 c
		25	10.0 de	10.2 c
Control (I)		82.2 a	72.3 a	
Control (NI)		2.4 e	1.7 c	

^aThe different letters indicate that the values are significantly different at the 5% level.

^bI=Infected.

^cNI=Not infected.

에 의해 오염된 종자 소독 결과 *A. radicina*와 마찬가지로 탑시드와 KO광을 제외한 씨알-100과 닥터프란트에 의해 소독된 종자의 유근의 길이가 대조약제, 무처리와 비교하였을 때 비슷한 것으로 나타났다. 씨알-100의 경우 기준농도에서 12시간 침지하였을 때 29.8 mm의 유근의 길이를 보임으로 뿌리생육이 가장 활발한 것으로 조사되었다(Table 3). 친환경제제의 농도 및 침지시간에 따른 감염율은 발아는 되었지만 발아한 종자 중 육안으로 확인하여 오염된 종자를 조사하여 종자의 소독 유무를 조사하였다. *A. radicina*에 의해 오염된 종자의 친환경제제에 의한 소독 결과 조사된 제제 중 가장 좋은 제제는 벨로퍼였다. 무처리구의 감염율인 73.2%와 비교하였을 때 12시간 종자소독 후 벨로퍼는 각각의 농도에서 4.7%와 17.1%의 감염율을 나타냄으로 종자 소독에 탁월한 효과가 있는 것으로 조사 되었으며 이 결과는 24시간 소독한 종자에서도 같은 결과를 보였다. 이러한 약효는 대조약제인 Benlate-T에 의해 12시간 소독된 종자의 감염율인 8.8%, 8.7%와 비교하였을 때 대조약제와 비슷한 종자소독의 효과가 있는 것으로 조사되었다(Table 4). *A. dauci*에 의해 오염된 종자의 소독 결과 씨알-100과 KO광 두 약제에 의한 종자소독 후 이병율은 무처리구인 오염종자 감염율인 82.2%, 72.3%와 비교하였을 때 10% 미만의 감염율을 나타냄으로써 종자 소독에 효과가 있는 것으로 나타났으며 특히 씨알-100에 의해 소독된 종자의 경우 기준농도와 2배 높은 현탁액에 24시간 침지하였을 경우 0.9%의 감염

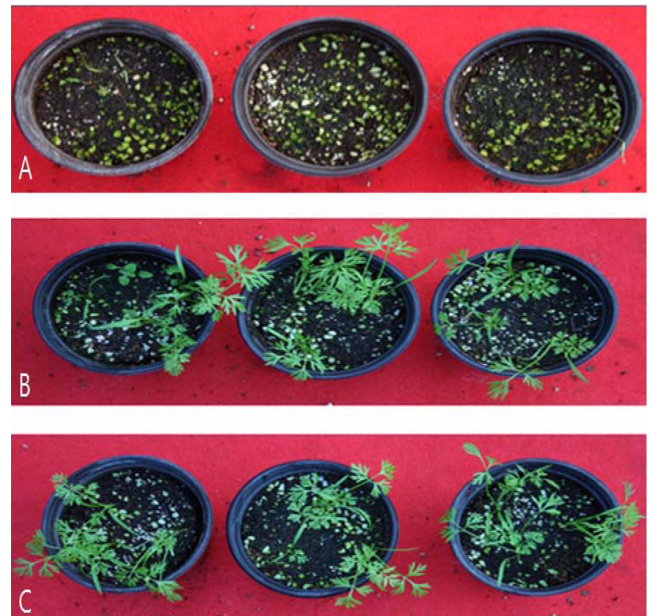


Fig. 3. The germination of carrot seeds sterilized with environmental friendly agricultural materials in greenhouse. A; Control, B; Ssial-100, C; Benlate-T.

Table 5. The germination rate of carrot seeds sterilized with environmental friendly agricultural materials in greenhouse

Pathogen	Materials	Dilution	Germination (%)	
			12 hours	24 hours
<i>Alternaria radicina</i>	Belopper	1000	68.0 b ^a	66.0 b
		500	82.0 ab	48.0 c
	Topseed	200	32.0 cd	24.0 de
		100	34.0 c	26.0 de
	KO Pang	800	18.0 cd	38.0 cd
		400	26.0 cd	16.0 ef
	Doctorplant	500	18.0 cd	24.0 de
		250	16.0 d	18.0 ef
	Benlate-T	50	94.0 a	82.0 ab
		25	90.0 a	88.0 a
Control (I) ^b		26.0 cd	4.0 f	
Control (NI) ^c		88.0 a	90.0 a	
<i>A. dauci</i>	Ssial-100	200	80.0 abcd	90.0 a
		100	90.0 a	82.0 abc
	Topseed	200	28.0 h	70.0 bc
		100	68.0 bcde	76.0 abc
	KO Pang	800	62.0 def	78.0 abc
		400	66.0 cde	64.0 cd
	Doctorplant	500	46.0 fgh	34.0 e
		250	54.0 efg	52.0 de
	Benlate-T	50	84.0 abc	88.0 ab
		25	84.0 abc	90.0 a
Control (I)		40.0 gh	38.0 e	
Control (NI)		88.0 ab	90.0 a	

^aThe different letters indicate that the values are significantly different at the 5% level.

^bI=Infected.

^cNI=Not infected.

율을 보였는데 이 결과는 대조약제인 Benlate-T 보다 우수한 결과였다. 따라서 이 제제가 당근 종자소독에 적합한 친환경제제인 것으로 조사되었다(Table 4).

온실에서 종자소독 후 감염종자의 발아율 검정. 온실 검정을 수행하여 두 병원균에 의해 오염된 이병종자의 종자소독 후 발아율 조사를 실시한 결과, *A. radicina*에 의해 오염된 종자의 종자소독제로 적합한 제제는 발아율이 가장 좋은 벨로퍼였다. *A. dauci*에 의해 오염된 종자의 소독후 온실검정 발아율 조사 결과 씨알-100에서 종자소독하였을 때 발아율이 가장 좋은 것으로 보아 실내검정에서와 같은 결과가 나왔다(Fig. 3, Table 5).

이 등(2007)은 상추, 배추, 무, 오이, 고추, 호박의 유기

재배를 위한 친환경적 종자소독방법으로 온탕침지를 하였다. 본 연구에서도 당근종자의 온탕침지에 의한 종자소독을 수행했으나 종자의 발아율이 떨어져 실용적 방법이 아니었다(본 논문에 미보고).

본 실험을 통해 친환경제제에 의한 종자소독법이 종자 전염성 병원균을 완전히 제거할 수 있는 것은 아니지만 효과적으로 억제할 수 있었다. 또한 결과에서 보여 주듯이 이미 친환경제제로 많이 사용하는 *B. subtilis*나 *A. quisqualis*를 이용한 친환경제제는 효과가 낮았으나 식물 추출물이나 해산물추출물 친환경제제는 방제효과가 높은 것을 알 수 있었다. 본 연구에서 친환경제제에 의한 종자소독법은 기존의 화학적 종자소독법과 비교하였을 때 비슷하거나 탁월한 종자소독의 효과를 보임으로서 유기농 당근재배를 필요로 하는 농가에서는 유용한 종자소독법으로 활용할 수 있을 것으로 본다.

적 요

본 연구는 당근의 유기재배를 위하여 13개의 친환경 제제를 이용한 당근의 *Alternaria* spp.에 의한 종자전염성 병원균 방제 및 종자 발아율 조사를 수행하였다. 병원균의 생장억제 효과는 친환경 제제 별로 차이를 보였으며 효과가 좋은 7개 제제를 선발하였다. 7개 친환경제제별 종자소독 후 발아율 조사에서는 식물 추출물인 탄저스탑과 랜드세이버 제제로 소독된 종자는 발아가 전혀 되지 않았으며 다른 친환경제제에서 소독된 종자의 발아율은 대조약제(Benlate-T)와 무처리 종자의 발아율과 비슷하였다. 탄저스탑과 랜드세이버를 제외시킨 감염을 조사에서는 *A. radicina* 균에 대한 해조류 추출물인 벨로퍼, *A. dauci* 균은 식물 추출물인 씨알-100으로 소독된 종자가 감염율이 10% 미만으로 대조약제와 비슷하거나 낮게 나타났다. 이들 제제는 뿌리길이 및 유묘검정 발아율 조사도 대조약제로 소독한 종자와 비슷하거나 우수한 것으로 조사되었다. 본 시험의 결과로 보아 종자소독의 최적의 조건은 약제별 농도에 따라 다소 다르며 친환경 제제를 이용한 종자소독은 종자전염성 병원균을 효과적으로 억제할 수 있는 기술로 활용될 수 있다.

Acknowledgement

This study was carried out with the support of Cooperative Research Program for Agricultural Science & Technology Development (Project No. 201003013020020010300), Rural Development Administration, Republic of Korea.

참고문헌

- 권민, 류경열, 김점순, 신관용. 2007. 고랭지 당근밭의 병해충 발생 양상과 수확 후 잔재물 제거 효과. 원예과학기술지 25: 316-321.
- 김두호. 2005. 친환경농업의 현재와 미래. 한국농약과학회 학술 발표대회 논문집 pp. 10-13.
- 김병섭. 2011. 당근 유기재배를 위한 병해충 저항성 품종 선발. 식물병연구 17: 95-98.
- 이지현, 신순선, 박용주, 류경열, 지형진. 2007. 채소 종자별 온탕침지 종자소독 효과검정. 식물병연구 13: 157-163.
- 지형진. 2007. 친환경농업과 친환경농자재에 대한 이해. 한국농약과학회 학술발표대회 논문초록집 pp. 15-20.
- 한국식물병리학회. 2009. 한국식물병명목록. 제 5판 853 pp.
- Ahn, S. B., Kim, I. S., Lee, M. R., Lee, D. S., Kwon, K. M. and Park, Y. M. 1998. Survey of pest insects on vegetables and geographical distribution in Korea. In : NIAST, ed. Survey report of pest insects and diseases on agricultural crops in Korea. p. 912. Rural Development Administration, Suwon.
- Gugino, B. K., Carroll, J. E., Widmer, T. L., Chen, P. and Abawi, G. S. 2007. Field evaluation of carrot cultivars for susceptibility to fungal leaf blight diseases in New York. *Crop Prot.* 26: 709-714.
- Hooker, W. J. 1994. Comparative studies of two carrot leaf diseases. *Phytopathology* 34: 606-612.
- Jayaraj, J., Wan, A., Rahman, M. and Punja, Z. K. 2008. Seaweed extract reduces foliar fungal diseases on carrot. *Crop Prot.* 27: 1360-1366.
- Soteros, J. J. 1979. Pathogenicity and control of *Alternaria radicina* and *A. dauci* from imported carrot seed in New Zealand. *N. Z. J. Agric. Res.* 22: 185-190.
- Strandberg, J. O. 1988. Establishment of *Alternaria* leaf blight on carrots in controlled environments. *Plant Dis.* 72: 522-526.