

석회질소 토양훈증의 라이족토니아 소라니, 피시움, 토양미생물과 씨앗의 사멸효과

이병대^{1,*} · 박훈²

¹(주)허브킹, 생물자원개발연구소, 환경대학교, 안성, ²성균관대학교, 생명공학연구소, 수원
(2009년 5월 15일 접수; 2009년 6월 17일 수정; 2009년 6월 17일 수리)

Effect of Calcium Cyanamide Soil Fumigation on Sterilization of *Rhizoctonia solani*, *Pythium* sp., Soil Microbes and Plant Seed

Byung Dae Lee^{1,*} and Hoon Park²

¹Bioresource Development Institute, Herbkings Inc. Hankyung University Anseong

²Biotechnology Institute, Sungkyunkwan University, Suwon

(Received May 15, 2009; Revised June 17, 2009; Accepted June 17, 2009)

Abstract : The effect of calcium cyanamide (China-made) soil fumigation on the growth of the ginseng pathogen (*Rhizoctonia*, *Pythium*), soil microbes, and seed germination of lettuce and radish was investigated. At twice the recommended level (250-ppm CaCN₂), the growth of *Rhizoctonia* and *Pythium*, and the seed germination, were not inhibited. Rather, the effective level was 10,000 ppm. The powder form was more effective than the granular form in inhibiting pathogen growth and seed germination. The lettuce seed was also more sensitive than the radish seed. Calcium cyanamide appeared to decrease the fungi population and to increase *Actinomycetes* in the soil.

Key words : calcium cyanamide, pythium, rhizoctonia, fumigation

서 론

석회질소는 일본에서 환경친화적 농약인 동시에 비료로 분류되어 토양병원균 살균제나 제초제로 사용하고 있다.¹⁾ 중국에서도 딸기연작장해방제로 연구하고 있다.²⁾ 우리나라에서도 배추흑병방제로 토양소독 효과를 발표하였다.³⁾ 인삼의 연작장해는 채굴 20년 후에도 심하게 나타난다. 연작장해는 예정지 자원을 제한하며 인삼재배비용에서 임차료 비율이 28%로 가장 크다. 예정지 자원의 부족은 재작지 사용율을 높이게 되고 이로 인해 작황이 나빠져서 농약을 많이 사용하게 된다. 재작을 위하여 예정지 관리에 토양훈증제로 밧사미드 (bassamid)를 추천하고 있으나⁴⁾ 유기농에 허용된 환경친화제는 아니며⁵⁾ 유기농원료삼 생산에는 아직 사용할 수가 없다.

인삼예정지에 10 a당 75 kg을 사용하여 적부병을 예방하였다는 기록이 있으나⁶⁾ 광복 후 다른 농사에서도 석회질소를 사

용하는 사례를 보지 못하였다. 단양에서 석회질소를 제조하였는데, 광복후 생산이 중단되어 재료구입이 어려운 점이 실용화가 안 되는 요인인 것으로 생각해왔다. 수년전부터 일본산이 들어왔고 최근엔 모두 중국산으로 바뀌었고 비료회사의 수입 품으로 들여와 여러 작물의 토양소독용으로 추천하고 있다.

본 연구는 석회질소의 살균력을 예정지관리에 사용할 수 있는지를 검토하기 위하여 실내시험으로 수행한 결과이다.

재료 및 방법

석회질소: 중국제인 조선비료의 것을 시중에서 구입해 사용하였다. BASF사제 밧사미드 (Dazomet) 100 ppm을 석회질소 대조구로 매 시험에 동시에 수행하였다.

토양: 인삼을 채굴한 사양토와 식양토를 손으로 곱게 부스린 후 20 mesh이하만을 사용하였다.

토양훈증처리: 토양수분함량이 18%가 되도록 물을 가하고 시용량을 10 a당 70 kg을 기준하여 깊이 40 cm까지의 흙무게 (가비중 1.0)에 대한 양을 기준량으로 하였다. 비닐지퍼백

*Corresponding author. E-mail: bdlee37@hanmail.net
Phone: +82-31-671-2537, Fax: +82-31-671-2538

에 흙을 담고 적량의 석회질소와 고루 섞어서 지퍼백에 넣고 지퍼로 밀전한 후 일주일간 실내 방치하였다.

병원균 살균력 조사: 피지움 (*Pythium* Sp.)과 라이족토니아 소라니 (*Rhizoctonia solani*)를 각각 접종한 페트리 디쉬를 상기 토양훈증 지퍼백을 닫기 직전에 넣어두었다가 일주일 후에 균총의 직경을 조사하였다. 병원균은 이병인삼으로부터 분리한 것이다.

씨앗 밀종력조사: 페트리 접시에 적신 여지를 깔고 여지위에 상추씨 또는 무우씨를 열 개씩 놓고 지퍼백 안에 넣어 지퍼로 밀전한다. 일주일 후에 꺼내어 실온에 치상하였다가 발아 정도를 조사하였다.

토양미생물 밀도조사: 일주일간 토양훈증 처리를 하고나서 토양을 채취하여 박테리아, 방선균 및 곰팡이의 밀도를 조사하였다.

결과 및 고찰

라이족토니아 (*Rhizoctonia solani*)에 대한 살균력: 석회질소 추천량의 2배에 해당하는 250 ppm 처리시 살균력 및 종자발아억제력이 없어서 500 ppm부터 10,000 ppm까지 조사하였다 (Table 1). 분제는 500ppm에서 26%의 라이족토니아 살균효과가 있으나 용량 증가에 따라 일정성이 없다가 5000 ppm에

서 29% 그리고 10,000 ppm에서 97%의 멸균효과를 보였다. 입제는 1,000 ppm에서 살균효과 (33%)를 보이기 시작하고 그 후 큰 변화가 없다. 10,000 ppm에서도 살균 효과가 37%에 불과하여 분제에 크게 뒤진다. 효과가있는 5,000과 10,000 ppm 사이를 세분하여 조사하였다 (Table 2). 6000 ppm에서 47%의 살균효과를 볼 수 있다. 분제는 8000 ppm이상에서 90%이상의 살균력을 갖는다. 분제의 효과가 월등하며 입제는 번이가 심한것을 알 수 있다. 가스화하는데 분제보다 제한을 많이 받는 것으로 보인다. 밧사미드는 추천량 100 ppm에서 라이족토니아를 완전멸균시켰다.

피지움(*Pythium* Sp.)에 대한 살균력: (Table 3) 석회질소의 저수준에서 효과가 없어 고수준에서 조사하였다. 5,000 ppm에서도 반응이 없으며 10,000 ppm에서야 분제에서 55%, 입제에서는 25% 억제를 하여 분제 효력이 좋다. 10,000 ppm이상의 수준에서 보면 (Table 4) 분제는 10,000 ppm에서 앞의 실험 결과보다 좋았고 입제에서는 못하였다. 석회질소훈증에서는 피지움이 라이족토니아보다 강한 것으로 나타났다. 앞 실험에서나 이번 실험에서 밧사미드 100 ppm은 피지움을 전멸시켰다. 석회질소의 가스발생은 토양의 화학성과 깊은 관련이 있다고 하였다.⁶⁾

토양미생물에 대한 살균력: 석회질소푸대에 표시한 추천량 (138 ppm)의 반량 아래와 반량위의 수준을 처리하고 난 후

Table 1. Effect of calcium cyanamide soil fumigation on *Rhizoctonia solani* growth and radish seed germination

Level CaCN ₂ (ppm)	<i>Rhizoctonia</i> growth				Seed germination (%)	
	powder		granule		powder	granule
	mm	%	mm	%		
0	35	100	35	100	100	100
500	26	74	35	100	100	100
1,000	28	80	20	67	100	100
2,000	31	89	25	71	100	100
3,000	33	94	28	80	100	100
4,000	30	86	22	63	100	100
5,000	25	71	25	71	100	100
10,000	1>	2.9>	22	63	20	100

Table 2. Effect of calcium cyanamide soil fumigation on *Rhizoctonia solani* growth and radish seed germination

CaCN ₂ level (ppm)	<i>Rhizoctonia</i> growth				Seed germination	
	powder		granule		powder	granule
	(mm)	(%)	(mm)	(%)		
0	36	100	36	100	100	100
6,000	19	53	22	61	100	100
7,000	5	14	28	78	100	100
8,000	2.5	7	32	89	100	100
9,000	2	6	30	83	70	100
10,000	1.5	4	28	78	30	100
25,000	-	-	5	14	-	50

토양미생물을 조사하였다 (Table 5). 식양토에서는 세균은 증가하는 경향이고 방선균은 감소하다가 증가하였다. 곰팡이는 감소하는 경향이다. 사양토에서는 세균과 곰팡이는 감소시키고 방선균은 크게 증가시키는 경향이다. 석회질소가 토성에 관계없이 곰팡이는 감소시키고 있으므로 인삼 병원균이 대부분 곰팡이이기 때문에 유효할 것으로 보이나 이 수준에서 피시움과 라이족토니아에 대하여 아무런 효과가 없었다. 석회질

소 고수준에서 토양미생물 밀도에 미치는 변화 (Table 6)를 보면 250 ppm에서는 큰 변화가 없다. 500 ppm이상에서 세균을 감소시키는 경향이고 방선균은 250 ppm에서 1,000 ppm까지 증가하는 경향을 보였다. 곰팡이는 50%정도 감소시키고 그 이상의 시용량에서는 감소율이 증가되지는 않았다. 5,000 ppm 수준에서는 (Table 7) 곰팡이와 방선균은 입제에서 전멸하였으며 세균은 60%이상이 살아남았다. 10,000 ppm에서는 세균

Table 3. Effect of calcium cyanamide soil fumigation on *Pythium* growth and lettuce seed germination

CaCN ₂ Level (ppm)	<i>Pythium</i> growth				Seed germination (%)	
	Powder		granule		powder	granule
	mm	%	mm	%	%	%
0	40	100	40	100	100	100
5,000	40	100	40	100	33	100
10,000	18	45	30	75	0	0

Table 4. Effect of calcium cyanamide soil fumigation on *Pythium* growth and radish seed germination

CaCN ₂ Level (ppm)	<i>Pythium</i> growth				Seed germination (%)	
	Powder		granule		powder	granule
	mm	%	mm	%	%	%
0	40	100	40	100	100	100
10,000	3	7.5	40	100	66.7	100
15,000	2	5.0	40	100	0	100
20,000	1	2.5	31	77.5	0	100

Table 5. Effect of calcium cyanamide fumigation on the population of soil microbes

Level CaCN ₂ (ppm)	Clay loam soil			Sandy loam soil		
	Bacteria (CFU×10 ⁵)	Actomyces (CFU×10 ⁵)	Fungi (CFU×10 ⁴)	Bacteria (CFU×10 ⁵)	Actomyces (CFU×10 ⁵)	Fungi (CFU×10 ⁴)
0	4.97 (100)	1.76 (100)	5.0 (100)	6.67 (100)	1.34 (100)	1.93 (100)
92	6.00 (121)	1.75 (99)	4.87 (97)	4.50 (67)	6.03 (450)	1.17 (61)
138	5.93 (119)	1.45 (82)	3.0 (60)	2.93 (44)	6.57 (490)	1.60 (83)
184	6.78 (134)	2.13 (121)	3.70 (74)	4.07 (61)	5.57 (416)	1.17 (61)

Table 6. Effect off calcium cyanamide fumigation on the population of soil microorganism

Level CaCN ₂ (ppm)	Bacteria (CFU×10 ³ /g)			Actomyces (CFU×10 ⁶ /g)			Fungi (CFU×10 ⁴ /g)		
	Powder	Granule	P/G	Powder	Granule	P/G	Powder	Granule	P/G
0	8.80	8.80	100	2.61	2.61	100	5.80	5.80	100
250	9.17 (104)	9.14 (104)	100	4.82 (185)	3.85 (148)	125	2.95 (51)	3.58 (62)	82
500	9.45 (107)	7.25 (82)	130	3.11 (119)	2.39 (92)	130	3.65 (63)	4.95 (77)	74
1,000	7.85 (89)	7.40 (84)	106	4.15 (159)	2.95 (113)	141	3.80 (66)	3.60 (62)	106

() ; percent to control. P/G; powder x100/granule

Table 7. Effect of application of calcium cyanamide on the population of soil microorganism

Level CaCN ₂ (ppm)	Bacteria (CFU×10 ⁴ /g)		Actomyces (CFU×10 ³ /g)		Fungi (CFU×10 ⁴ /g)	
	Powder	Granule	Powder	Granule	Powder	Granule
0	77.0	77.0	1.90	1.90	4.45	4.45
5,000	60 (78)	47.5 (62)	0.35 (18)	0 (0)	0.005 (0.1)	0 (0)
10,000	0.26 (0.3)	2.1 (2.7)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)

() ; percent to control

도 거의 전멸하였다.

종자 발아율에 미치는 석회질소 혼중효과: Table 1에서 보면 10,000 ppm 처리시에 분제에서만 무씨 80%의 발아억제력을 보였다. Table 2에서 분제는 9,000 ppm부터 30%억제하는데, 입제는 25,000 ppm에서야 50%의 억제력을 보였다. 상추씨는 5,000 ppm에서 67% 발아 억제되고 10,000 ppm에서는 입제에서도 발아가 완전억제 되었다. 상추씨가 무씨보다 예민하다. 이 결과는 석회질소가 잡초씨앗의 발아억제에 일반 사용수준에서 큰 효력이 없을 것을 의미한다.

요 약

석회질소의 인삼포 예정지 혼중제로서의 적량을 구하기 위하여 실내시험을 하였다. 중국제 석회질소는 추천량 (60Kg/10a)의 배량에서도 인삼 입고병균인 라이족토니아 (*Rhizoctonia solani*)와 피지움 (*Pythium* sp.)에 대한 멸균효과가 없었다. 멸균 유효수준은 10,000 ppm이었다. 토양 미생물에 대하여서는 250 ppm에서 토양곰팡이의 밀도를 50% 감소시켰으며 방선균은 50% 이상 증가시키고 세균에는 변화가 없었다. 살균력에서 분제가 입제보다 우수하였다. 무씨의 발아억제는 9,000 ppm 이상에서 확인되었다.

감사의 말씀

본 연구는 농림부 농림기술개발사업에 선정된 고려인삼명품화사업단 (KGCMP)의 지원에 의하여 이루어진 것임.

인용문헌

1. Oh SH. Disease of Ginseng: environmental and host effect on disease outbreak and growth of pathogens. J Ginseng Res (Formerly Korean J Ginseng Sci.) 5(1): 73-84 (1981)
2. Kim YH, Lee JH, Ohh SH, Yu YH, Lee IH. Ginseng growth in abolished ginseng fields and factors affecting the ginseng growth. J Ginseng Res (Formerly Korean J Ginseng Sci.) 17(1): 45-51 (1993)
3. Ahn YJ, Kim HJ, Ohh SH, Choio SY. Effect of soil fumigation on growth, root rot and red discoloration of Panax ginseng in replanted soils. J Ginseng Res (Formerly Korean J Ginseng Sci.) 6(1): 46-55 (1982)
4. Park H. Ginseng(Agriculture technology and management guide book No.20) Agriculture Cooperation Center (1997)
5. Chung YM. Ginseng cultivation, safe use of agricultural pesticides and analysis of pesticide residues In: Ginseng Investigation Education. Agriculture Education Center, Ministry of Agriculture, Forestry and Fishery 103-141 (2006)
6. Agricultural, Mountainous Fishery Village Culture Association(ed). Integrated protection, methods against soil-bone diseases. Agriculture Encyclopedia of Environment Conservation 2: 155-156 (2005)
7. Wang L, Hu T, Ji L, Cao K. Inhibitory efficacy of calcium cyanamide on the pathogenes of replant disease in strawberry. Frontiers of Agriculture in China. 1(2): 183-187 (2007)
8. Kim JS, Lee JT, Lee GJ. Effect of calcium cyanamide on control of clubroot of Chinese cabbage caused by Plasmodiophora brassicae. Res. Plant Dis. 12(3): 278-283 (2006)
9. Cho SJ. Fertilizers. Hyangmoonsa. 133: 264 (1995)