

## 암모니움, 아硝酸鹽과 칼슘 化合物이 고추 疫病菌 (*Phytophthora capsici*)의 發芽와 菌絲生長에 미치는 效果

張泰鉉·鄭鳳九

忠北大學校 農科大學 農生物學科

### Effects of Ammonium, Nitrite and Calcium Compounds Affecting to Germination and Mycelial Growth of *Phytophthora capsici* Causing Red Pepper Fruit Rot

Tae-Hyun Chang and Bong-Koo Chung

Department of Agricultural Biology, Chungbuk National University,  
Cheong Ju 360-763, Korea

**ABSTRACT:** Effect of suppression for zoosporangial germination and mycelial growth of *Phytophthora capsici* causing red pepper fruit rot, was carried out *in vitro* test by using  $\text{NH}_4\text{OH}$  and  $\text{KNO}_2$  as ammonium/ammonia, nitrite/nitrous acid and  $\text{CaCl}_2$  as calcium ion. Results of *in vitro* tests with  $\text{NH}_4\text{OH}$ ,  $\text{KNO}_2$  and  $\text{CaCl}_2$  mol solutions demonstrated that zoosporangial germination of *P. capsici* was inhibited about 15 to 50% compared with control, according to  $\text{NH}_3$ ,  $\text{HNO}_2$  as nonionized form and  $\text{Ca}^{+2}$  ions. Ammonia concentration ( $\text{NH}_3$ ) was proportionally increased by high pH level and mol concentration, whereas low pH and high mol concentration showed rather higher concentration of  $\text{HNO}_2$ .

Ammonia were more toxic at pH 8 than at pH 7 under the same concentration, while nitrous acid ( $\text{HNO}_2$ ) was more toxic than at pH 8. The zoosporangial germination inhibition in the ammonium/ammonia and nitrite/nitrous acid solutions demonstrated that  $\text{NH}_3$  and  $\text{HNO}_2$  were primarily responsible for the inhibition at lower concentration and more toxic by increasing concentration.  $\text{Ca}^{+2}$  ions showed that zoosporangial germination was inhibitory by high pH level and increasing mol concentration in comparison with buffer control. pH levels affected to mycelial growth of the fungus, and especially, high pH caused rather retardation of mycelial growth. There was no definite inhibitory response of mycelial growth at various degree concentrations of the toxicant solutions.

**KEYWORDS:** *Phytophthora capsici*, Ammonium, Nitrite, Calcium compound.

고추栽培는 制限된 耕地로 因하여 每年 같은 圃場에 連作되고 있는 實情이며 이로 因하여 連作 障害에 가장 크게 問題되는 原因의 하나는 고추 疫病이라 하겠다(Chung 등, 1986). 植物病的 生物學的 防除에 關한 研究는 대부분 土壤病이 對象이 되고 있으며(Baker 등, 1982) 土壤 病原菌의 生物學的 防除는 一時的 或은 永久的으로 그 病原菌의 孢子(propagules) 등 子實體를 不活化시키므로써 그 效果를 얻을 수 있다(Baker, 1968; Baker 등, 1982).

鷄糞, Alfalfa 綠肥, 다른 窒素를 包含한 有機物로 改良한 土壤에서는 *P. cinnamomi* 및 *P. parasitica*의 生存力과 繁殖體의 活力을 減少시켰다(Broadbent 등, 1975; Gilpatrick 1969; Tsao 등, 1975).

0.1%의 尿素와 2%의 鷄糞으로 改良된 土壤에서는 *P. cinnamomi*와 *P. parasitica*의 發生이 抑制되었으며 이를 室內試驗에서  $\text{NH}_4\text{OH}$ 와  $\text{KNO}_2$ 의 非이온화 型인  $\text{NH}_3$ 나  $\text{HNO}_2$ 는 낮은 濃度에서도 孢子發芽를 相當히 抑制시켰다고 Tsao 등(1981)은 報告

하였다.

Gilpatrick(1969)은 5% Alfalfa 綠肥로 土壤을 改良한 後 7日 안에  $\text{NH}_3$ 가 60~197 ppm으로 蓄積 되었으나 改良된지 28~58日에는 改良되지 않는 土壤에서나 큰 差異가 없이 다만  $\text{NH}_3$ 는 2~8 ppm보다 적게 含有하고 있었으며 더욱이 pH 7인 磷酸緩衝 溶液에서 17 ppm  $\text{NH}_3$ 는 *P. cinnamomi* 游走子나 菌絲에 沮害의이었다고 指摘하였다.

암모니아의 毒性은 역시 어떤 自然狀態의 土壤에 있는 곰팡이에 對하여 繁殖力 減退나 遲延, 孢子發芽 沮害 및 抑制 등을 意味하며 chitin으로 改良된 土壤은 pH를 增加시켜 그 毒性이 높아진다고 報告되었다(Palica 등, 1978).

Zontmyer와 Bingham(1956)은 室內試驗에서 亞窒酸鹽의 低濃度는 *P. cinnamomi* 菌絲나 孢子囊에 沮害的이었다고 報告하였으며 液培養에서도 phytophthora에 依한 Avocado의 뿌리 썩음병을 防除하였다.

Henis와 Chet(1968)은 Ammonium/ Ammonia을 含有한 化合物로 改良된 土壤에서는 *Sclerotium rolfisii*의 菌核 死滅을 報告하였다.

Smiley와 Cook(1970)은 土壤에 施肥한 無水 암모니아가 *Fusarium* spp에 對한 毒性和 亞窒酸鹽이 毒性을 나타낸다는 것을 立證하였다.

疫病菌 以外の *Fusarium*, *Poria* 및 *Sclerotium* 등 多様な 土壤 傳染病에 對해 尿素로 施肥한 土壤에서는 相當히 沮害의인 效果가 있다고 報告되었다(Sequerira 1963, Lewis, 1977).

Lewis(1977)는  $\text{Ca}^{+2}$ 이 *Aphanomyces eutes* Brechs에 依해 發生하는 완두 뿌리 썩음병을 줄일 수 있다고 報告하였다.

평지의 뿌리 흑병(*plasmodiophora brassicae*)은 石灰施肥로 防除된다고 Anderson(1976) 등이 報告하였으며 Jones와 Woltz(1967 및 1969)도 土壤에  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  施肥로 토마도 *Fusarium* 시들음병 發生을 줄일 수 있음을 立證하였다.

Muchovej(1980) 등에 依하면 피망고추 疫病(*P. capsici*)에  $\text{Ca}^{+2}$ 이 土壤에  $\text{Al}^{+3}$ 과 置換하여  $\text{Al}^{+3}$ 이 毒性을 나타낸다고 報告하였다.

그러므로 本 研究의 目的은 土壤 改良劑인 窒素質을 含有한 有機物, 鷄糞의  $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$ ,  $\text{NO}_2^-/\text{HNO}_2$ 과  $\text{Ca}^{+2}$ 이 고추 疫病的 發病抑制 傾向에 對한 機作을 究明하기 위하여 *in vitro*에서  $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$ ,  $\text{NO}_2^-/\text{HNO}_2$  및  $\text{Ca}^{+2}$ 이 고추 疫病菌(*phytophthora*

*capsici*)의 游走子囊의 發芽와 菌絲 生長抑制에 미치는 影響을 pH와 關聯시켜 遂行하였으며 이에 얻어진 結果를 報告한다.

本 研究遂行에 많은 協助를 提供한 張慶洙 學兄에게 探探한 謝意를 表하는 바이다.

## 材料 및 方法

### 供試菌의 分離 및 培養

고추 疫病的 罹病株로부터 純粹 分離한 菌絲(*phytophthora capsici*)를 O.A. 培地에서 7日間 28°C에서 培養 後 使用하였다.

### pH緩衝 및 毒性 溶液의 調製

pH緩衝 溶液은 0.2 M KOH와  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ 로 pH 6, 7 및 8을 調製하였으며 pH 4는 0.2 M  $\text{CH}_3\text{COOH}$ 와  $\text{CH}_3\text{COONa}$ 로서 調製하였다(實驗生化學 1978). 毒性 溶液은  $\text{NH}_4\text{OH}$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ,  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ,  $\text{KNO}_2$ ,  $\text{NaNO}_2$ 와  $\text{CaCl}_2$  및  $\text{CaCO}_3$ 를 M濃度로 調製하여 M濃度와 ppm濃度로 表示하였다.

### 游走子囊의 發芽

*Phytophthora capsici*를 O.A. 培地에서 5日間 28°C로 培養한 다음 螢光燈下에 5日間 놓아(유 등, 1981) 游走子囊을 形成시킨 後 殺菌 蒸溜수로 稀釋하여 游走子囊 懸濁液을 調製하였으며 이를 pH緩衝 溶液, 毒性 溶液 및 游走子囊 懸濁液을 2:1:1의 比率로 混合하여 슬라이스 그라스 위에 處理한 다음 25°C에서 30分間, 18°C에서 90分間 低溫 恒溫器에 둔 後 游走子囊의 發芽狀態를 調査하였으나 發芽率은 顯微鏡 視野에서 슬라이드당 200개씩 3反覆하여 平均하였다. 發芽基準은 游走子が 漏出된 것을 發芽한 것으로 看做하였다.

### pH別 및 毒性 溶液에 따른 菌絲生長

#### 1) pH別 菌絲生長

pH 4, 5, 6, 7 및 8別로 調製된 緩衝 O.A. 培地를 15 ml씩 分注하고 새로히 培養한 疫病菌을 O.A. 培地에 接種한 다음 28°C의 恒溫器에서 培養하였다. 菌絲生長 調査는 菌接種 6日後 菌絲伸展 狀態를 調査하였다.

#### 2) 毒性 溶液에 따른 菌絲生長

pH別로 調節된 緩衝 O.A. 培地 15 ml와 毒性 溶液 5 ml을 分注하여 잘 섞어 균한다음 10日間 培養한 疫病菌을 接種한 後 28°C 恒溫器에서 3日間 培養한 後 菌絲生長 狀態를 調査하였다.

#### 非이온化率 算出

Henderson-Hasselbalch의 方程式(Williams 등, 1967)을 利用하여  $NH_4^+/NH_3$ ,  $NO_2^-/HNO_2$  濃度를 주어진 pH에 依해 算出하였다. Henderson-Hasselbalch의 方程式은 다음과 같다.

$$pH = pK_a + \log \frac{[Conjugate\ base]}{[Conjugate\ acid]}$$

$$pH = 9.26 + \log \frac{[NH_3]}{[NH_4^+] - [NH_3]}$$

$$pH = 3.37 + \log \frac{[NO_2^-] - [HNO_2]}{[HNO_2]}$$

結果 및 考察

游走子囊의 發芽抑制 効果

1) 암모니아( $NH_3$ )의 効果

0.002 M, 0.004 M, 0.008 M 및 0.015 M로 調節된  $NH_4OH$ 를 各各의 pH水準(pH 4, 6, 7, 8)에서 高추 疫病菌(*Phytophthora capsici*)의 游走子囊 發芽에 미치는 毒性을 比較하여 본 結果는 Fig. 1에서와 같다.

주어진 pH에서 游走子囊 發芽는  $NH_4OH$  濃度的 上昇에 따라 抑制되었는데 pH 8인 0.002 M에서는 78.2%였으나 0.015 M에서는 47.8%로 阻害되었으며(約 39%) 同一한 濃度에서는 pH增加에 따라 發芽가 減少되는 傾向이었다. 즉 0.002 M인 경우 pH 4일 때 85.3% pH 6에서 87%, pH 7에서 80.4% 및 pH 8에서 78.2%였다.

2) 亞硝酸( $HNO_2$ )의 効果

0.0005 M, 0.0016 M, 0.0032 M 및 0.006 M 로

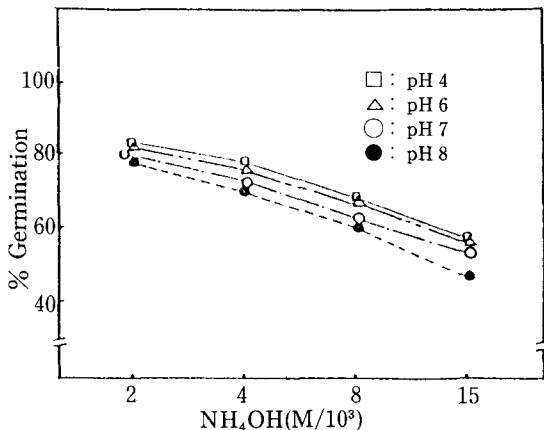


Fig. 1. Percent germination of *Phytophthora capsici* sporangia in  $NH_4OH$  solutions at about pH 4, 6, 7 and 8.

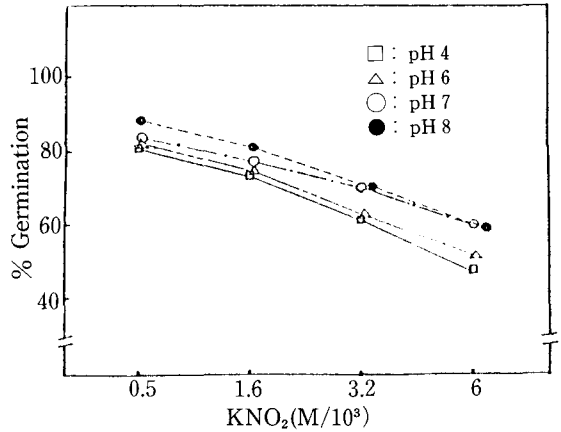


Fig. 2. Percent germination of *Phytophthora capsici* sporangia in  $KNO_2$  solutions at about pH 4, 6, 7 and 8.

調節된 亞硝酸加里( $KNO_2$ )를 各各의 pH水準(4, 6, 7, 8)에서 疫病菌(*P. capsici*)의 游走子囊 發芽 抑制에 미치는 亞硝酸( $HNO_2$ )의 毒性效果는 Fig. 2와 같다.

對照區로서의 pH別 緩衝液은 疫病菌의 游走子囊 發芽에는 非阻害的이었으며 游走子囊 發芽는  $NH_4OH$ 의 경우와 같이 亞硝酸加里( $KNO_2$ )의 濃度가 增加함에 따라 減少하였으며 pH水準別로는  $NH_4OH$ 와 반대로 pH 4에서 보다 8에서 發芽가 增加되었다. 즉 0.006 M인 경우 pH 4에서는 48%, pH 6에서 52.4%, pH 7에서 60%이었으나 pH 8에서는 78%였다.

Tsao(1981) 등은  $NH_4OH$ ,  $KNO_2$ 로 室內試驗한 結果 *phytophthora cinnamomi* 및 *phytophthora parasitica*의 孢子囊은  $NH_4^+/NH_3$ ,  $NO_2^-/HNO_2$ 의 低濃度에서도 發芽가 相當히 抑制되었다는 것과 本 實驗의 結果에서와 같이  $NH_4OH$ ,  $KNO_2$ 의 非이온化型인  $NH_3$ ,  $HNO_2$  濃度가 增加하면 游走子囊의 發芽가 抑制되었다는 것과 一到하는 傾向이었으며  $NH_3$  및  $HNO_2$ 의 毒性에는 그렇게 敏感한 反應을 나타내지 않았다. 이와같은 原因은 菌種의 特異性 때문으로 推측한다. 왜냐하면 Tsao(1981) 등도 *phytophthora cinnamomi* 孢子囊은 *P. parasitica*보다도  $NH_3$ 나  $HNO_2$ 에 더 敏感한 反應을 보였다고 보고한 바 있다.

$NH_4OH$  및  $KNO_2$ 의  $NH_4^+/NH_3$ 와  $NO_2^-/HNO_2$  濃度의 增加에 따라서 發芽가 抑制되는 原因은 非이온化型인  $NH_3$ 나  $HNO_2$ 의 濃度가 增加되어

毒性으로 작용하기 때문에 發芽가 阻害되었는데 NH<sub>3</sub> 및 HNO<sub>2</sub>는 특히 同一한 濃度에서 pH 영향을 많이 받아 pH가 높아질수록 NH<sub>3</sub>의 濃度는 增加되는 반면, 오히려 HNO<sub>2</sub>의 濃度는 낮아진다. 그러므로 NH<sub>3</sub>는 pH와 M 濃度가 增加될수록 游走子囊 發芽를 더 抑制시켰다. 이 結果는 Tsao (1981), Gilpatrick (1969) 및 Zentmyer 등 (1963, 1956)이 提案한 機作과 一致하며 이는 土壤 改良劑 土壤에서의 高추 疫病菌의 發生 抑制現象을 部分的으로 나타냈받침하여 준다.

3) 칼슘(Ca<sup>2+</sup>)의 効果

0.001 M, 0.002 M, 0.0036 M 및 0.007 M로 調節된 鹽化칼슘(CaCl<sub>2</sub>)을 各各의 pH水準인 4, 6, 7 및 8에서 高추 疫病菌의 游走子囊 發芽 抑制에 미치는 Ca<sup>2+</sup>의 抑制 效果를 試驗한 結果는 Fig. 3과 같다.

本 試驗에 對照區인 pH別 緩衝 溶液은 發芽에는 非阻害의 이었다. 疫病菌의 游走子囊 發芽는 NH<sub>4</sub>OH의 경우와 같이 鹽化칼슘(CaCl<sub>2</sub>)의 Ca<sup>2+</sup> 濃度와 pH가 增加함에 따라 減少하는 傾向이었는데 어떤 機作에 依해서 發芽가 抑制되었는지 確實히 알 수 없으며 Ca<sup>2+</sup>이 *phytophthora*의 游走子囊 發芽를 抑制시킨다는 報告는 아직 없으므로 많은 研究가 遂行

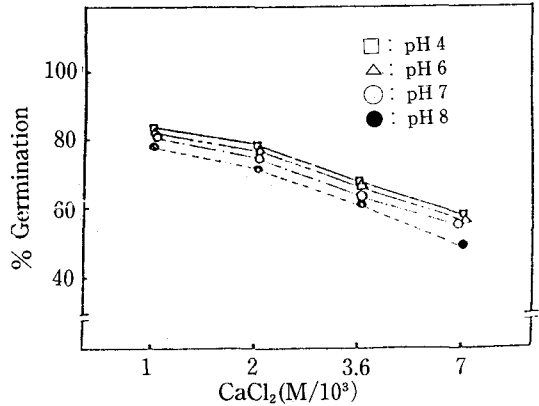


Fig. 3. Percent germination of *Phytophthora capsici* sporangia in CaCl<sub>2</sub> solutions at about pH 4, 6, 7 and 8.

되어야 할 것이다.

菌絲生長에 미치는 pH의 効果

pH를 4에서 5, 6, 7 및 8까지로 調節된 O. A. 培地를 페트리접시에 붓고 굳힌 후 疫病菌을 接種한 다음 6日동안 生長狀態를 調査한 結果를 要約하면 Fig. 4와 같다. 本 試驗에서 pH간의 영향은 뚜렷하게 나타났으며 특히 pH 5에서 가장 왕성한 菌絲伸展을 보였고 pH 4, 8에 比하여 약 10 nm의 伸展의 차

Table I. Simultaneous comparison of percent germination of *P. capsici* sporangia in NH<sub>4</sub>OH, KNO<sub>2</sub> and CaCl<sub>2</sub> solutions at about pH 6 and 8.

Approximate pH of test solutions	Concentration			Germination (%) a)	Concentration			Germination (%) a)	Concentration			Germination (%) a)
	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>		NH <sub>3</sub>		NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>		HNO <sub>2</sub>		Ca <sup>2+</sup>			
	M	ppm b) equiv.			ppm c) effective equiv.	M			ppm b) equiv.	ppm c) effective equiv.	M	
6	0.002	36	0.05	82	ad)0.0005	23	0.04	8.3 a d)	0.001	40	83 ad)	
6	0.004	72	0.03	75.4 a	0.0016	73.6	0.14	74.6 ab	0.002	80	77 ab	
6	0.008	144	0.1	73.8 a	0.0032	147.2	0.3	65.3 bcd	0.0036	144	67 bcd	
6	0.015	270	0.19	56 c	0.006	276	0.5	52.4 d	0.007	280	56 de	
8	0.002	36	2.33	78.2 a	0.0005	23	0.0004	83.2 a	0.001	40	79 a	
8	0.004	72	4.66	70 ab	0.0016	73.6	0.0014	78.2 a	0.002	80	72 abc	
8	0.008	144	9.32	60.4 bc	0.0032	147.2	0.003	70 abc	0.0036	144	61.2 cde	
8	0.015	270	17.47	47.8 c	0.006	276	0.005	60 cd	0.007	280	49 e	

a) : Expressed as percentage of appropriate buffer control. Figure means an average of at least 600 zoosporangial germination with three replications.

b) : The equilibrium concentration(ppm) of the ionized forms.

c) : The equilibrium concentration(ppm) of the nonionized forms.

d) : Figures with same letters are not significantly different(p=0.05) according to Duncan's multiple range test.

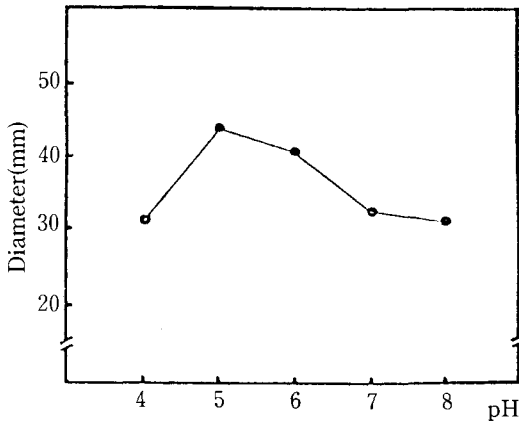


Fig.4. Mycelial growth of *P. capsici* treated on O. A. medium at about pH 4, 5, 6, 7, and 8.

이를 나타내었는데 Yu와 Park 등(1981)도 *Phytophthora capsici* 연구에서 3개의菌株間에 生長差異를指摘한 것과 같이 本實驗에서 菌株은 pH 5~6에서 비슷한 生長을 보였다.

NH<sub>3</sub>, HNO<sub>2</sub> 및 Ca<sup>2+</sup>이 游走子囊 發芽에 미치는 効果

NH<sub>4</sub>OH, KNO<sub>2</sub> 및 CaCl<sub>2</sub>을 mol 濃度 基準으로

하여 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup> 및 Ca<sup>2+</sup>의 ppm 濃度를 算出하였고 pH는 6, 8에서 調査한 結果는 Table I과 같다. 對照區로서 pH緩衝 溶液은 發芽에 非沮害的이었으며 發芽率은 對照區의 100%로 換算 表示하였다.

NH<sub>3</sub>는 mol 濃度와 pH가 增加할수록 發芽를 抑制시켰고 反面에 HNO<sub>2</sub>은 mol 濃度 增加와 오히려 pH가 낮아짐에 따라 發芽率이 抑制되는 傾向이었다.

CaCl<sub>2</sub>는 水溶液에서 Ca<sup>2+</sup>와 Cl로 거의 解離되므로 比이온型의 算出은 못하였으며 Ca<sup>2+</sup>은 NH<sub>4</sub>OH 처럼 pH와 mol 濃度の 增大로 發芽率이 抑制되는 傾向이었다.

菌絲生長에 미치는 NH<sub>3</sub>, KNO<sub>2</sub> 및 Ca<sup>2+</sup>의 效果

NH<sub>3</sub>, HNO<sub>2</sub> 및 Ca<sup>2+</sup>이 菌絲生長에 미치는 影響을 Table II에서 보면 NH<sub>3</sub>, HNO<sub>2</sub> 및 Ca<sup>2+</sup>은 濃度에 관계없이 菌絲生長에는 아무런 影響이 미치지 않았으며 pH別로는 pH 8보다 6에서 約 10 mm의 菌絲伸展을 보여 주었다. 이는 Gilpatrick(1969)이 NH<sub>3</sub>가 *P. cinnamomi* 菌絲에 毒的이었다고 報告한 바와 Zentmyer와 Bingham(1956)이 室內實驗에서 亞硝酸鹽의 低濃度는 *P. cinnamomi* 菌絲에 毒

Table II. Mycelial growth of *P. capsici* on O.A. with NH<sub>4</sub>OH, KNO<sub>2</sub> and CaCl<sub>2</sub> at about pH 6 and 8.

Approximate pH of test solutions	Concentration			Mycelial growth (mm) c)	Concentration			Mycelial growth (mm) c)	Concentration			Mycelial growth (mm) c)
	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> M	NH <sub>3</sub> ppm a) equiv.	NH <sub>3</sub> ppm b) effective equiv.		NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> M	HNO <sub>2</sub> ppm a) equiv.	HNO <sub>2</sub> ppm b) effective equiv.		Ca <sup>2+</sup> M	Ca <sup>2+</sup> ppm a) equiv.	Ca <sup>2+</sup> ppm b) effective equiv.	
6	0.002	36	0.05	4.15 ad)	0.0005	23	0.04	4.0 ad)	0.001	40	4.27 ad)	
6	0.004	72	0.03	4.07 a	0.0016	73.6	0.14	4.03 a	0.002	80	4.3 a	
6	0.008	144	0.1	4.1 a	0.0032	147.2	0.3	4.0 a	0.0036	144	4.5 a	
6	0.015	270	0.19	4.01 a	0.006	276	0.5	4.0 a	0.007	280	4.56 a	
Control				4.33 a				4.33 a			4.33 a	
8	0.002	36	2.33	3.05 b	0.0005	23	0.0004	3.37 b	0.001	40	3.17 b	
8	0.004	72	4.66	3.13 b	0.0016	73.6	0.0014	3.4 b	0.002	80	3.33 b	
8	0.008	144	9.32	3.03 b	0.0032	147.2	0.003	3.1 b	0.0036	144	3.4 b	
8	0.015	270	17.47	2.9 b	0.006	276	0.005	3.23 b	0.007	280	3.45 b	
Control				3.2 b				3.2 b			3.2 b	

- a) : The equilibrium concentration(ppm) of the ionized forms. Figure means an average of at least 600 zoospore-animal germination with three replication.
- b) : The equilibrium concentration(ppm) of the nonionized forms.
- c) : Figures mean an average of 3 replications.
- d) : Figures with same letters are not significantly different(p=0.05) according to Duncan's multiple range test.

的이었다고 報告한 것과는 相反되는 傾向이었다. 그러나 Tsao(1981)는 NH<sub>3</sub>나 HNO<sub>2</sub>이 菌絲의 活이나 生長力를 鈍化시킬지는 몰라도 菌絲生長에는 非毒的이었다고 報告한 것과는 一致하였으나 좀 더 깊이있게 再照明되어야 할 것 같다.

**Ammonium, Nitrite 및 Calcium 化合物이 游走子囊 發芽率에 미치는 抑制 効果**

몇가지 암모니움, 亞硝酸鹽 및 칼슘 化合物이 주어진 pH에서 各 化合物間의 發芽率 差異를 보면 거의 비슷하게 나타났는데 이것은 各 化合物에 있어서 發芽를 抑制하는 機作이 동일한 것으로 생각된다 (Table III).

암모니움 化合物은 NH<sub>3</sub> 濃도와 pH에 의하여 發芽가 抑制되었으며 亞硝酸鹽 化合物은 HNO<sub>2</sub> 濃도와 pH에 의하여 抑制되었다. 그밖의 칼슘 化合物은 Ca<sup>2+</sup> 濃도와 pH에 의해 游走子囊 發芽가 抑制된다는 것을 알 수 있다.

이와같이 *in vitro* 試驗을 통하여 이들 毒性物質은 濃도와 pH에 따라서 *P. capsici* 游走子囊 發芽를 抑制시키는 効果는 土壤 改良劑인 鷄糞, 窒素를 包含한 有機物 및 石灰를 處理한 土壤에서 高추 疫病의 發生이 減少되었다는 鄭(1986) 등의 報告를 部分

적으로 뒷받침하여 주고 있다. 다시 말하면 鷄糞이나 窒素를 包含한 有機物 및 石灰 肥料가 發病 減少에 미치는 機作이 좀더 여러 各度에서 보다 더 深度 있는 연구가 遂行되어 깨끗한 高추 (plant health) 生産에 寄與되어야 할 것이다.

**摘 要**

高추 疫病菌의 游走子囊 發芽抑制 및 菌絲生長에 미치는 效果를 究明하기 위하여 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>/NH<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>/HNO<sub>2</sub> 및 Ca<sup>2+</sup>을 *in vitro*에서 NH<sub>4</sub>OH, KNO<sub>2</sub> 및 CaCl<sub>2</sub>에서 供試하여 수행한 결과는 다음과 같다.

1. NH<sub>4</sub>OH, KNO<sub>2</sub> 및 CaCl<sub>2</sub>로 調劑된 mol 溶液으로 處理한 結果 非이온化인 NH<sub>3</sub>, HNO<sub>2</sub>와 이온化型인 Ca<sup>2+</sup> 濃도에 의해 高추 疫病菌의 游走子囊 發芽가 無處理區에 比하여 15~50%의 抑制效果를 보였다.

2. pH와 mol 濃도가 增加함에 따라서 NH<sub>3</sub>의 濃도가 增加되었으며 반면에 HNO<sub>2</sub> 濃도는 pH 減少와 mol 濃도 增加에 의하여 增加되었는데 同一한 濃도에서 NH<sub>3</sub>는 pH 6보다 pH 8에서 游走子囊 發芽에

**Table III.** Germination of *P. capsici* sporangia in solutions of NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, and Ca<sup>2+</sup> compounds at about pH 6 and 8.

Compound	Concentration*				Approximate pH of test solution	Concentration*		Germination <sup>a)</sup> (%)
	M	NH <sub>3</sub> <sup>+</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	Ca <sup>2+</sup>		NH <sub>3</sub>	HNO <sub>2</sub>	
NH <sub>4</sub> OH	0.002	36			6	0.05		82
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0.001	36			6	0.05		83
NH <sub>4</sub> Cl	0.002	36			6	0.05		83
NH <sub>4</sub> OH	0.002	36			8	2.33		78.2
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0.001	36			8	2.33		78
NH <sub>4</sub> Cl	0.002	36			8	2.33		79
KNO <sub>2</sub>	0.006		276		6		0.5	52.4
NaNO <sub>2</sub>	0.006		276		6		0.5	53
KNO <sub>2</sub>	0.006		276		8		0.005	59
NaNO <sub>2</sub>	0.006		276		8		0.005	59.4
CaCl <sub>2</sub>	0.001			40	6			83
CaCO <sub>3</sub>	0.001			40	6			84
CaCl <sub>2</sub>	0.001			40	8			79
CaCO <sub>3</sub>	0.001			40	8			80.4

a) : Expressed as percentage of approximate buffer control.

Figure means an average of at least 600 zoosporangial germination with three replications.

\* Compare the equilibrium concentration of the nonionized forms, NH<sub>3</sub> and HNO<sub>2</sub>, with the equivalent concentrations(M) of NH<sub>4</sub>OH, KNO<sub>2</sub>, with the equivalent concentrations(M) of NH<sub>4</sub>OH, KNO<sub>2</sub> and the nonequilibrium concentrations(ppm) of the ionized forms, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, Ca<sup>2+</sup>, respectively.

더 沮害의이었으나 반대로  $\text{HNO}_2$ 는 pH 8보다 pH 6에서 더 抑制되었다.

3.  $\text{NH}_3$ 나  $\text{HNO}_2$ 은 低濃度에서 高濃度로 될수록 游走子囊 發芽가 더욱 抑制되는 경향을 보였다.

4.  $\text{Ca}^{+2}$ 은 pH와 mol濃度가 增加됨에 따라 游走子囊 發芽가 抑制되는 경향이있다.

5. 菌絲生長은 pH에 의하여 影響을 받았는데 특히 높은 pH에서 다소 抑制되었으나  $\text{NH}_3$ ,  $\text{HNO}_2$  및  $\text{Ca}^{+2}$ 의 濃度에는 아무런 影響이 미치지 않았다.

6. 以上の 結果로 보아 고추 栽培에 있어서 土壤改良劑인 鷄糞같은 窒素를 含有한 有機物의  $\text{NH}_4^+$ / $\text{NH}_3$ ,  $\text{NO}_2^-$ / $\text{HNO}_2$  및  $\text{Ca}^{+2}$ 은 고추 疫病菌의 游走子囊 發芽에 沮害의으로 作用함으로 이는 실제로 土壤改良劑 處理 土壤에서 고추 疫病菌의 發生抑制現象을 部分的으로 나타 뒷받침하여 준다.

### 參考文獻

- Anderson, W.C., Gabrielson, R.L., Haglund, W.A. and Baker, A.S.(1976): Clubroot control in crucifers with hydrated lime and PCNB. *Plant Dis. Rep.* **60**: 561-565.
- Baker, K.F. and Cook, R.J.(1982): Biological control of plant pathogens. *The APS press St. Paul Minn*: 242-246.
- Baker, K.F.(1968): Mechanisms of biological control of soil borne pathogens, *Ann. Rev. Phytopathology* **54**: 263-294.
- Broadbent, P. and Baker, K.F.(1975): Soils suppressive to *phytophthora* root rot in Eastern Australia. pages 152-157: G.W. Bruehl ed. Biology and control of soil-borne plant pathogens. *The APS st paul*, MN: pp216.
- Cook, R.T. and Baker, K.F.(1983): The nature and practice of biological control of plant pathogens. The APS press: 262-271.
- Erwin, D.C., S. Bartnicki-Garcia, and Tsao, P.H. (1983): *Phytophthora*. APS press, U.S.A.
- Gilpatrick, J.D.(1969): Effect of soil amendments upon inoculum survival and function in *phytophthora* root rot of avocado. *Phytopathology* **59**: 979-985.
- Gilpatrick, J.D.(1969): Role of ammonia in the control of avocado root rot with alfalfa meal soil amendment. *Phytopathology* **59**: 973-978.
- Henis, Y. and Chet, I.(1967): Mode of action of ammonia on *Sclerotium rolfii*. *Phytopathology* **57**: 425-427.
- Henis, Y. and Chet, I.(1968): The effects of nitrogenous amendments on the germiability of sclerotia of *Sclerotium rolfii* and on their accompanying microflora. *Phytopathology* **58**: 209-211.
- Jone, J.P. and Woltz, S.S.(1967): *Fussarium* wilt(races) of tomato: Effect of lime and micronutrient soil amendents on disease development. *Plant Dis. Rep.* **51**: 645-648.
- Jone, J.P. and Woltz, S.S.(1969): *Fussarium* Wilt(race 2) of tomato: Calcium, pH and micronutrients effects on disease development. *Plant Dis. Rep.* **53**: 276-279.
- Ko, W.H., Hora, F.K. and Herlicksa, E.(1974): Isolation and identification of a volatile fungistatic substance from alkaline soil. *Phytopathology* **64**: 1398-1400.
- Lewis, J.A.(1977): Suppression of *Aphanomyces* root rot of peas with calcium minerals. *Plant Dis. Rep.* **61**: 762-766.
- Morrill, L.G. and Dowson, J.E.(1967): Patterns observed for the oxidation of ammonium to nitrite by soil organisms. *Soil Sci. Soc. Am Proc.* **31**: 757-760.
- Muchovej, J.J., Maffia, L.A. and Muchovej, R.M. (1980): Effect of exchangeable soil aluminium and Alkaline Calcium Salts on the pathogenicity and growth of *Phytophthora capsici* from green pepper. *Phytopathology* **70**: 1212-1214.
- Nelson, E.E.(1975): Survival of *Poria weirii* in wood buried in urea-amended forest soil. *Phytopathology* **65**: 501-502.
- Pavlica, D.A., Hora, T.S., Bradshaw, J.J., Skogerboe, R.K. and Baker, R.(1978): Volatiles from soil influencing activities of soil fungi. *Phytopathology* **68**: 758-765.
- Sequerira, I.(1963): Effect of urea application on survival of *Fussarium oxysporium* f. cubense in soil. *Phytopathology* **53**: 332-336.
- Smiley, R.W., Cook, R.J., Papendick, R.I.(1970): Anhydrous ammonia as a soil fungicide against *Fussarium* and fungicided activity in the ammonia retention zone. *Phytopathology* **60**: 1227-1232.
- Street, R.B.(1969): Disease of the cultivated plants of the south west Univ. *Arig press. Tucson*, pp390.
- Tsao, P.H. and Oster, J.J.(1981): Relation of Ammonia and nitrous acid to suppression of *phytophth*

- ora* in soils amended with nitrogenous organic substance. *Phytopathology* **71**: 53-59.
- Tsao, P.H.(1979): Prospects of biological control of citrus root disease fungi. *Proc. Int. Soc. Citriculture* **3**: 857-863.
- Tsao, P.H., Bhalla, H.S. and Zentmyer, G.A.(1975): Effects of certain organic amendments on survival and activity of *phytophthora cinnamomi* in soil. (Abstr) *Proc. Am. Phytopathol. Soc.* **2**: 40.
- Warren, K.S.(1962): Ammonia toxicity and pH. *Nature* **195**: 47-49.
- Williams, V.R. and Williams, H.B.(1967): Basic physical chemistry for the life sciences. *Freeman, San Francisco* CA. pp382.
- Yu, Y.H., Park, S.K. and Choi, K.S.(1981): Some factors affecting mycelial growth and sporangium formation of *phytophthora capsici* Leon. on culture media. *Korean J. Plant Prot* **20**(2): 107-111.
- Zentmyer, G.A.(1963): Biological control of *phytophthora root rot of avocado with alfalfa meal*. *Phytopathology* **53**: 1383-1387.
- Zentmyer, G.A. and Bingham, F.T.(1956): The influence of nitrite on the development of *phytophthora* root rot of avocado. *Phytopathology* **46**: 121-124.
- 鄭厚燮, 金忠會(1976): 人蔘의 連作 障害 防止策(人蔘 뿌리 썩음병에 關한 研究). 專賣技術研究報告: 1-30.
- 韓國生化學學會教材編輯委員會(1978): 實驗 生化學: 286-287.

Accepted for Publication 18 January