

고추 疫病菌(*Phytophthora capsici* Leon)의 游走子 形成 및 菌糸生長에 미치는 몇 가지 要因

柳 演 鉉·朴 尙 根·崔 寬 淳

Some factors affecting mycelial growth and sporangium formation
of *Phytophthora capsici* Leon. on culture media.

Yu Yun Hyun, Sang Keun Park, Kwan Sun Choi

ABSTRACT

Effect of light and pH on mycelial growth and sporangium formation of *Phytophthora capsici* Leon, causal fungus of fruit rot of red pepper was carried out on culture media. The maximum mycelial growth occurred at 25°C and pH 6.0 on potato sucrose agar. The fungus did not produce sporangia readily in dark condition. However, abundant sporulation occurred by illuminating continuous cool white fluorescent light with 2000 lux for 48 hrs. at 20±2°C. Oat meal agar was one of the best media for sporangium formation.

緒 論

우리나라에서 고추의栽培面積은 1975年 99,112ha에서 1979년에는 全菜蔬栽培面積의 32.3%에 達하는 109,203ha로 급격한 증가추세를 보이고 있으며 1人當 고추 消費量이 2.5kg에 달하고 있어 農家에서는 高所得作物로 重要な 位置를 차지하고 있다. 特히 1978년에는 고추의 흉작으로 外國으로부터 約 45,000Ton을 수입했으며 國家經濟의 측면에서 單位生産量을 높이는 것이 중요한 關心事가 되어 왔으나 고추 生産의 減收要因中的 하나인 疫病(*Phytophthora capsici* Leon.)은 고추의 主要圃地化 및 周年生産等으로 連作에 依해 그 被害가 甚중하고 있다. 現在 各種 苗生産業體에서는 良質多收性品種育成에 초점을 맞추어 約 40品種이 國內에서 市販되고 있으나 1979年 園藝試驗場에서 調査한 結果에 依하면 상당수가 疫病에 罹病性인 品種으로 判明되었으며⁵⁾ 새로운 耐病性品種育種에 대한 研究

가 園藝試驗場을 中心으로 활발히 遂行되고 있다⁶⁾. 耐病性品種을 선발하기 爲하여는 多量의 接種源이 필요하기 때문에 人工培地上에서 多量의 游走자낭을 効率的으로 形成시키는 方法이 절실히 要求되고 있다.

眞菌의 孢子形成에 關여하는 條件으로 光에 대한 研究가 많이 報告되고 있다^{2,3,4,15,19,20,24)}. 特히 *Phytophthora* sp.에 대한 游走자낭 形成에 關여하는 要因으로 Aragaki¹⁾, Fawcett⁸⁾ 및 Sakai¹⁸⁾ 등은 光이 游走자낭 形成을 促進시킨다고 하였고^{21,22,23)} *Phytophthora phaseoli*는 暗狀態에서 游走자낭 形成이 促進된다고 하였다¹²⁾. 또 다른 要因으로 Englander⁷⁾는 Sterol에 依해서 促進된다고 하였다.

고추 疫病菌의 游走자낭 形成에 對하여 Hendrix¹¹⁾는 Sterol이 游走자낭 形成을 促進시킨다고 하였고 Ribeiro^{15,17)}, Merz¹⁴⁾ 및 Harnish⁹⁾ 등은 光의 効果에 對하여 報告하였다. 朔筭¹⁰⁾은 Vitamin B群에 屬하는 Riboflavin과 Thiamine이 첨가된 培地를 使用하여 暗條件에서 多量의 游走자낭이 形成되었으나 光線을 照

射시킴으로써 유주자낭 形成이 억제되었다고 報告하였다. 그러나 원에서시험장 병리연구실에서 保管中인 菌株들을 使用하여서는 暗狀態에서는 全然 유주자낭이 形成되지 않았으며 광을 照射시켜 줌으로써 多量이 形成되었다. 그러나 감자 한천배지와 강낭콩 培地에서 光을 處理한 後에도 만족할만한 유주자낭을 얻을 수 없었다. 따라서 본 試驗은 고추 疫病菌의 유주자낭을 多量 얻을 수 있는 條件을 究明하기 爲하여 實施하였다.

끝으로 본 試驗을 遂行하는 데 協助하여 주신 園藝試驗場 菜蔬第二 擔當官室 職員 諸位와 서울 農大 鄭厚燮 教授님의 指導에 대해 깊은 感謝를 드립니다.

材料 및 方法

本 試驗은 고추 主産園地인 全南 光山, 慶南 南甯 및 忠北 陰城地方에서 分離한 PC7971, PC7951 및 PC7921 菌株을 供試하여 유주자낭 形成에 關여하는 培地의 適正 pH, 光度 및 培地의 種類를 究明하고자 1980년에 實施하였다. 試驗에 供試한 基本培地로는 감자 “남작”을 材料로한 감자 한천배지(PSA)를 使用하였다. 菌株의 接種은 保存菌株에서 평판배지에 移植한후 4日間 $25\pm 1^\circ\text{C}$ 의 항온기에서 暗狀態로 增殖시킨 다음 직경 0.7cm의 Cork Borer로 菌사체의 disc를 만들어 接種하였고 保存菌株은 4°C 냉장고에 保管하였다. 溫度處理는 incubator의 外氣溫度變化를 제거하기 위하여 $20\pm 2^\circ\text{C}$ 의 항온실내에 incubator를 設置하여 實驗을 遂行하였다.

菌糸의 生長量을 調査하기 爲하여 24時間 간격으로 Petri dish이면에 表示를 하고 薄紙에 옮겨 그린다음 葉面積測定機(LAMBDA Instruments Corporation Model LI-3000)로 菌糸生長量을 測定하였다. 培地의 pH測定은 pH meter(Fisher Model 210)로 測定하였으며 0.2N 의 KOH와 HCl로 調節하였다. 유주자낭 形成을 爲해서 $25\pm 1^\circ\text{C}$ 의 항온기에서 4일간 生育시킨다음 氣中菌糸를 除去시키고 Cool white형광등(General electric Co. F40CW)으로 光度가 調節되는 항온실에서 $21\pm 2^\circ\text{C}$ 의 溫度條件下에서 48時間 光을 照射시켰다. 이때 Petri dish의 뚜껑을 열고 培地의 水分을 維持시키고 培地에서 蒸發된 水分이 Plastic film에 물방울을 形成시키지 않도록 PVC film대신 Ethylen Vinyl Acetate(EVA) film으로 씌워 두었다. 유주자낭의 形成量 調査는 時間別로 直徑 0.7cm의 disc를 만들어 10cc의 증류수를 첨가하여 유발에서 마쇄한 다음 Neubauer Hemacytometer로 측정하였다. Disc를 채취할 때는 實驗上의 오차를 줄이기 爲하여 매일 菌糸의 生長量을 Petri dish 뒷면에 표시를 해두고 같은날 生長한 菌糸

에서 形成된 유주자낭을 채취하여 調査하였다.

유주자낭 形成에 적합한 培地를 선정하기 爲하여 1) 감자한천 배지; 감자(남작) 200g, sucrose 2%, agar 1.8%), 2) V-8 배지; 菜蔬 Juice(화남산업) 20%, agar 1.8%, 3) 강낭콩 배지; (강낭콩 15g, Sucrose 1%, Yeast extract 0.2% 및 4) Oat meal 배지; Oat meal(Gerber life insurance Co.) 30g, Sucrose 2% 등 *Phytophthora* sp.의 生育에 좋은 培地를 供試하였다. 各培地는 0.2N KOH와 HCl로 pH 6.0으로 調節하여 121°C 에서 15分間 殺菌하였다. 이때 培地의 均一度를 높이기 爲하여 各試驗에 供試된 培地는 같은날 製造하여 使用하였다.

結果 및 考察

桂¹³⁾는 植物의 各種 疫病을 生育適溫에 依해 分類하면서 *Phytophthora capsici*에 依한 고추 疫病을 高溫性疫病菌으로 分類하였다. 또한 朔等¹⁰⁾은 菌糸의 生育適溫이 28°C 부근이었고 36°C 에서는 生育이 정지되었다고 報告하였다. 본 試驗結果 供試菌株모두 $25\pm 1^\circ\text{C}$ 에서 菌糸의 生育이 가장 왕성하였고 35°C 에서는 菌糸가 初期에 약간 生育된 것을 볼 수 있는데(표 1) 이는 處理直後 12時間동안 35°C 로 고정된 incubator의 溫度가 32°C 로 떨어진데 기인한 것이며 以後 35°C 로 固定된 狀態에서는 供試된 菌주 모두에서 菌糸의 生長을 전혀 볼 수 없었다. 이는 朔等¹⁰⁾의 結果와 一致되었다.

Table 1. Effect of temperature on mycelial growth of *P. capsici* on potato sucrose agar.

Isolates	Temp.($^\circ\text{C}$)	Colony diameter ¹⁾ (mm) after indicated day			
		1	2	3	4
PC7921	20	11.9	25.5	36.9	47.0
	25	15.4	31.6	45.8	60.3
	30	14.5	24.5	38.5	53.1
	35	12.5	15.4	15.4	15.4
PC7951	20	13.6	34.4	46.4	60.9
	25	16.3	37.6	53.6	68.0
	30	17.3	28.8	43.9	62.1
	35	16.8	19.8	19.8	19.8
PC7971	20	16.5	33.3	44.9	57.8
	25	21.1	38.1	51.3	65.8
	30	18.5	27.5	45.2	58.0
	35	16.5	20.0	20.0	20.0

1) 4 replications/treatment

고추 疫病菌의 유주자낭 形成에 대한 光의 效果에 對해서 Merz¹⁴⁾, Hendrix¹¹⁾, Ribeiro^{16,17)} 등은 光을 照射시킬 경우 多量의 유주자낭이 形成되었다고 하였으

Table 2. Effect of light intensity on the formation of sporangium of *P. capsici*¹⁾ on potato sucrose agar at 20°C

Isolates	Light(Lux)	Numbers ²⁾ (10 ³) of Sporangium per cm ² after indicated hr.					
		1	12	24	36	48	72
PC7921	500	0	0	0	21.9	69.4	102.3
	1000	0	0	7.3	47.5	51.2	—
	2000	0	0	21.9	40.2	45.6	—
	4000	0	0	5.9	43.9	40.2	—
PC7951	500	0	0	0	11.0	43.9	87.7
	1000	0	0	14.6	43.9	54.8	—
	2000	0	0	43.9	80.4	92.1	—
	4000	0	0	25.7	51.2	47.5	—
PC7971	500	0	0	14.6	43.9	138.9	197.4
	1000	0	0	51.7	186.4	201.0	—
	2000	0	0	153.5	460.5	416.7	—
	4000	0	0	65.8	241.2	212.0	—

1) The inoculum was grown on PSA for 4 days prior to testing.

2) Calculated by Neubauer hemacytometer.

Each value is average of 12 observations with 3 replications.

며 朔等¹⁰⁾은 rivoflavin을 첨가한 Oat meal培地에서는 暗條件에서 多量の 유주자낭이 形成되었으나 光을 照射시킬 경우 극히 소량의 유주자낭이 形成되었다고 報告하였다. 光과 유주자낭 形成과의 關係는 表 2에서 볼 수 있는 것처럼 暗狀態에서 유주자낭이 形成되지 않았으나 2,000Lux程度의 光度에서는 光照射後 36時間까지는 急速한 유주자낭 形成을 보이나 그 以後의 形成量은 극히 적은 것을 알 수 있었다. 그러나 低光度인 500Lux下에서는 初期에 낮은 形成量을 보이고 있지만 光照射後 72時間까지는 계속적인 增加를 보여 대체로 72時間後에는 2,000Lux에서의 形成量과 비슷하였다.

유주자낭 形成을 促進하는 物質로는 Vitamin B群에 屬하는 flavin酵素系와 Cholesterol이 關係하고 있으며 Cholesterol은 器官의 形成에, Rivoflavin은 유주자낭 形成의 代謝를 促進시킨다고 하였다¹⁰⁾. 그러나 Rivoflavin은 光에 依해 分解되어 阻害因子인 lumichrom이 形成된다고 하였다¹⁰⁾. 본 試驗結果나 Hendrix¹¹⁾, Merz¹⁴⁾ 등이 實驗한 結果에 依하면 光을 照射시키므로서 유주자낭의 形成이 促進되었기 때문에 Rivoflavin 以外에 *P. capsici*에서는 光에 依해 菌糸體內에서 生成될 수 있는 유주자낭 形成의 促進要因이 있다고 추측된다. 앞으로 Rivoflavin을 첨가하지 않은 培地에서 光에 依한 유주자낭 形成에 關係하는 物質에 對한 研究가 檢討되어야 하겠다.

유주자낭 形成량에는 菌株에 따라 큰 차이를 보이고 있는데 PC7921에서는 500Lux의 低光度가 2,000Lux보다 훨씬 많았다. 이는 Charkrabarti等⁴⁾에 依한 稻熱病菌의 孢子形成에 關한 研究에서 菌株와 溫度를 달리 했을 때는 光條件에서보다 暗條件에서 더 많은 分生胞

子가 形成되었다는 것과 비슷한 結果라고 생각된다.

培地의 pH와 유주자낭 形成관계에는 역시 菌株에 따라 차이는 있으나 pH 6.0부근이 菌糸생육 및 유주자

Table 3. Effect of pH on mycelial growth of *P. capsici* on potato sucrose agar at 25°C

Isolates	Colony area ¹⁾ (cm ²) at pH				
	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0
PC7921	16.2	23.7	34.3	33.9	20.9
PC7951	22.3	40.8	46.1	37.2	36.6
PC7971	23.1	37.2	39.8	37.0	27.2

1) 4 days after inoculation, 3 replications/treatment

낭 形成에 적당한 pH라고 하겠다(표 3, 4). 이는 朔等¹⁰⁾이 riboflavin을 첨가한 Oat meal培地에서도 pH 5.7 부근에서 가장 많은 유주자낭의 形成량을 보고한 것과 일치되는 結果를 얻었다.

Phytophthora sp.의 유주자낭 形成에 널리 쓰여지

Table 4. Effect of pH on sporangium formation of *P. capsici* on potato sucrose agar 2 days after illumination at 20°C

Isolates	Numbers(×10 ³⁾) of sporangium per cm ² pH			
	5.0	6.0	7.0	8.0
PC7971	367.3	496.2	421.3	455.0
PC7951	116.1	197.4	54.82	8.2
PC7921	11.0	27.4	30.2	54.8

1) 2000Lux

2) Each value is average of 3 replications.

고 있는 Bean meal(BM)培地가 고추 疫病菌의 경우에는 만족한 結果를 얻을 수가 없었기 때문에 고추 疫病菌에 適當한 培地를 究明하고자 試驗한 結果 Oat meal培地(OM)가 供試한 다른 培地에 비해 菌糸의 生長速度가 훨씬 빨랐으며 Bean meal培地(BM)에 비해 約 10倍程度의 많은 유주자낭 形成을 보였다(그림 1).

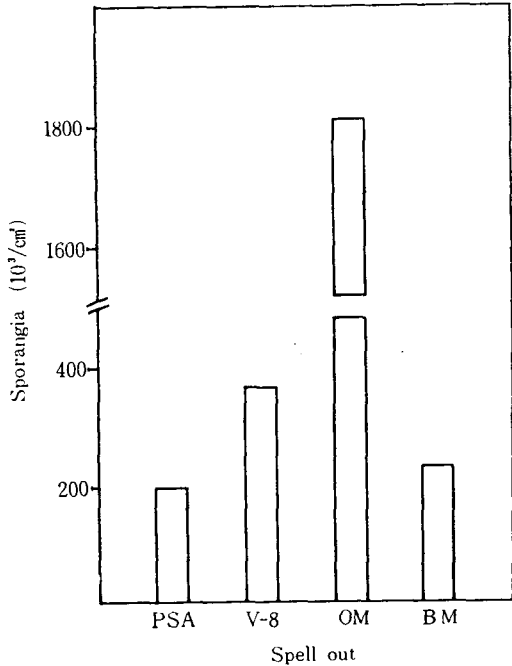


Fig. 1. Effect of media on sporangial formation of *P. capsici* at 25±1°C. Sporangia were measured after 48 hrs illumination with 2000Lux.

鄭等⁶⁾에 依하면 V-8培地를 使用하여 多量의 稻熱病菌 分生孢子를 얻었다고 하였다. 本試驗에서도 V-8 Juice 배지로 多量의 유주자낭을 얻을 수 있었으나 菌糸의 生育이 다소 떨어지는 경향이였다. 本 시험에 供試된 V-8培地는 다른 炭素源이 전혀 포함 되어있지 않았으나 供試된 다른 培地와 같이 炭素源으로 Sucrose를 첨가 한다면 Oat meal과 비슷한 結果를 얻을 수 있는 만족할만한 培地라고 생각된다.

以上の 結果를 綜合해 볼 때 *P. capsici*의 유주자낭 形成에 가장 좋은 條件은 pH 6.0 Oat meal培地나 V-8培地를 使用하여 Cool white형광등을 사용할 경우 2,000Lux程度의 光下에서 36時間 照射시키는 것이 效果의이라고 하겠다.

摘 要

고추 疫病菌의 菌糸生長 및 유주자낭 形成에 미치는 光線 및 pH의 效果를 調査하기 爲하여 PC7971의 2菌

株를 供試하여 다음과 같은 結果를 얻었다.

1. 疫病菌의 生育適溫은 25°C内外이였고,
2. 生育適正 pH는 6.0부근이였다.
3. 유주자낭 形成에는 光이 필요했으며 20°C에서는 2,000Lux의 光度가 유주자낭 形成에 가장 效果적이었고,
4. 光處理後 36時間까지 急速한 形成을 보였다.
5. Oat meal培地와 V-8 Juice培地가 Bean meal培地보다 현저히 많은 유주자낭을 形成하였다.

引用 文 獻

1. Aragaki, M., and R.B. Hine. 1963. Effect of radiation on sporangial production of *Phytophthora parasitica* on artificial media and detached papaya fruit. *Phytopathology* 53 : 854—856.
2. Bergquist, R.R., R.K. Horst, and J.W. Lorbeer. 1972. Influence of polychromatic light, carbohydrate, sucrose, and pH on conidiation of *Botryotinia squamosa*. *Phytopathology* 62 : 889—895.
3. Binder, F.L., and Lilly, V.G. 1976. Qualitation and quantitative effect of radiation on pycnidial formation by *Dendrophoma obscurans*. *Canadian J. of Botany*. 54 : 566—571.
4. Charkrabarti, N.K., and Roy, D. Wilcoxson. 1970. Effects of light on sporulation by *Pyricularia oryzae*. *Phytopathology* 50 : 171—172.
5. 최 관순, 엄영현, 이창환, 1979, 고추우량품종육성원예시험장 연구보고서, 75—90.
6. 鄭厚燮, 羅啓俊, 1962, 稻熱病菌 分生孢子形成을 促進하는 배지, 韓國植保誌, 1 : 26—28.
7. Englander, L., and L.F. Roth. 1980. Interaction of light and sterol on sporangium and chlamyospore production by *Phytophthora lateralis*. *Phytopathology* 70 : 650—654.
8. Fawcett, H.S., and L.J. Klotz. 1934. A procedure for inducing the production of sporangial and swarm stage in certain species of *Phytophthora*. *phytopathology* 24 : 693—694.
9. Harnish, W.N. 1965. Effect of light on production of oospores and sporangia in species of *Phytophthora*. *Mycologia* 57 : 85—90.
10. 朔正子, 川原芳子, 桂琦一, 1969. *Phytophthora capsici* Leon.의 遊走子のう形成に對する riboflavin의

- 促進効果と光によるその抑制, 京都府立大學學術報告(農學), 21 : 32—36.
11. Hendrix, J.W. 1967. Light-cholesterol relationship in morphogenesis of *Phytophthora palmivora* and *P. capsici* sporangia. *Mycologia* 59 : 1107—1111.
 12. Hyre, R.A., and G. Ettinger. 1967. Sporulation of *Phytophthora phaseoli*. *Pl. disease report.* 51 : 253—256.
 13. 桂琦一, 1971, 植物の疫病, 成文堂新光社.
 14. Merz, W.G. 1964. Effect of light on sporulation of heterothallic species of *Phytophthora*. *Phytopathology* 54 : 900.
 15. OH, S.H., Y.W. Cho, and S.C. Lee. 1965. The effect of irradiation and pH on sporulation and growth of *Pyricularia oryzae* Cav. on tomato juice media. *J. plant protection(Korea)* 4 : 19—24.
 16. Ribeiro, O.K., G.A. Zentmyer, and D. C. Erwin. 1976. The influence of qualitative and quantitative radiation on reproduction and spore germination of four *Phytophthora* sp. *Mycologia* 68 : 1162—1173.
 17. Ribeiro, O.K., G.A. Zentmyer, and D.C. Erwin. 1976. Action spectra for oospore and sporangium production of *Phytophthora* sp. *Phytophthora newsletter* (1976) : 38—39.
 18. Sakai, R. 1961. Studies on the nutritional physiology of *Phytophthora infestans* (Mont) de Bary. *Hokaido National Agr. Exp. Station Bull.* 74 : p.158.
 19. Suzuki, Y., and S. Yoshimura. 1963. Effects of light on sporulation of rice blast fungus. *Ann. phytopathology Soc. (Japan)* 28 : 62—63.
 20. Freeman, T.E., and H.H. Luke. 1969. Influence of light on sporulation by *Helminthosporium stenospilum*. *Phytopathology* 59 : 271—273.
 21. Zentmyer, G.A., and Lee Ann Marshall. 1959. Factors affecting sporangial production by *Phytophthora cinnamomi* (Abst.) *phytopathology* 49 : 556.
 22. Zentmyer, G.A. Erwin. 1970. Development and reproduction of *Phytophthora*. *Phytopathology.* 60 : 1120—1127.
 23. Zentmyer, G. A., and O.K. Ribeiro. 1977. The effect of visible and near-visible radiation on sporangium production by *Phytophthora cinnamomi*. *Phytopathology* 67 : 91—95.
 24. Zimmer, R.C., and W.E. McKeen. 1969. Interaction of light and temperature on sporulation of the carrot foliage pathogen *Alternaria dauei*. *Phytopathology* 59 : 743—749.