

*Fusarium moniliforme*의 Propagule形成과 發芽에 미치는 Water Potential의 效果

成載模·李銀鍾*·朴鍾聲**

江原大學校林科大學·農村振興廳 農業技術研究所*·忠南大學校 農科大學**

Effect of Water Potential on Mycelial Growth, Reproduction and Spore Germination by *Fusarium moniliforme*

Jae Mo Sung, Eun Jong Lee* and Jong Seong Park**

College of Forest, Kangweon National University, Chuncheon 200,

*Institute of Agricultural Sciences, Office of Rural Development, Suweon 170, and

**College of Agriculture, Chungnam National University, Daejeon 300-01, Korea

Abstract: Hyphal growth by *Fusarium moniliforme* was best at -14 bars osmotic water potential. Hyphal growth was prevented at -94 bars. The production of microconidia was best at -14 bars osmotic potential and prevented at -84 bars regardless of Strain. In contrast, this fungus sporulated macroconidia best at -1.4 bars and progressively less with each increment drop in water potential below that of basal media. The rate of spore germination followed a similar pattern with all of the spores; uniformly maximal at about -1.4 bars and progressively slower as the water potential was lowered from -1.4 bars to -42 bars. Under the natural conditions, plants infected by *F. moniliforme* produce microconidia on the dead tissues instead of producing macroconidia. This phenomenon agrees well with the water potential experiment since the dead plant tissues have a lower water potential than the living plant.

Keywords: *Fusarium moniliforme*, Water potential, Mycelial growth, Reproduction, Spore germination.

*Fusarium moniliforme*는 大小型分生胞子와 子囊胞子を 形成하는 病原菌으로써 버키다리病과(Sun and Snyder, 1981) 옥수수이삭썩음病(Christensen and Wilcoxson, 1966)등 많은 被害를 주는 病原菌중의 하나이다. 이病原菌에 對한 生理的인 試驗인 菌絲伸長과 胞子形成등에 關하여는 研究가 잘되었으나(Sun and Snyder, 1981) Water potential에 對한 研究에 대하여는 거의 研究된바 없다. water potential은 pH, 溫度 濕도와 같은 하나의 單位로써 Griffin(1963)에 依하여 植物病理學에 利用된 以來 많은 研究가 되어왔다(Cook, 1973; Cook and Duniway, 1980; Cook and Papendick, 1970; Griffin, 1977; Schoeneweiss, 1975) 특히 이病原菌은 種子傳染에 依하여 전파되는 病原菌으로써 溫濕條件에

따라서 大小型分生胞子の 形成關係가 다르고 圃場에서 는 죽은 組織體에서 大型分生胞子を 形成하지 않고 大部分이 小型分生胞子を 形成하는 것이 water potential 과 密接한 關係가 있으리라 믿는다.

Water potential과 이病原菌에 對한 菌絲伸長과 胞子形成 및 發芽와의 關係를 알기위하여 KCl로 water potential을 調節하여 病原菌을 처리한 結果 成績을 얻었기에 報告하는 바이다.

材料 및 方法

버에서 分離된 *Fusarium moniliforme*의 4個의 Strain 을 利用하여 菌絲伸長 胞子形成과 胞子發芽에 미치는

water potential의 효과를 알기 위하여 供試한 菌株는 PDA에 25°C 恒溫器에서 일주일동안 자란 菌株를 使用하였고 KCl를 가지고 water potential이 調節된 PDA나 water agar를 가지고 試驗을 遂行하였다.

주어진 water potential를 定하기 위하여 6단계로 나누어 -84 bars까지 調節할 KCl의 要求量을 후라스 크네에 1,000ml의 培地에 녹인 다음 121°C로 殺菌한 후 15ml씩 petri-dish에 부었다.

PDA에 자란 각 strain을 8mm直徑을 가진 cork borer를 使用하여 KCl로 調節된 峯과 基本培地를 넣은 petri-dish의 한가운데 놓고 菌絲伸長과 孢子形成關係를 調査하였다. 孢子發芽는 water potential이 調節된 殺菌水에 포자현탁액을 만들어 water agar에 붙고 時間別로 孢子發芽를 調査하였다.

結 果

菌絲伸長과 Water Potential

F. moniliforme IV에 대한 菌絲伸長의 效果를 Fig. 1에서 보면 water agar와 PDA에 關係없이 -14 bars에서 菌絲자람이 잘 되었으며 -80 bars에서도 菌絲자람은 停止되지 않았다. Strain II와 Strain IV를 比較하여 보면 Strain에 關係없이 -14 bars에서 菌絲伸長이 좋았고 Strain II가 Strain IV보다는 각 water potential에서 菌絲伸長이 좋은 것으로 나타났다.

分生孢子形成과 Water Potential

供試한 Strain I, II, III, IV를 利用하여 孢子形成關係를 보면 Strain에 關係없이 小型分生孢子는 0에서 -20

bars까지는 漸漸形成이 增加되다가 -20 bars에서 가장 많이 形成되었다 -20 bars에서부터 water potential이 떨어지면서 小型分生孢子的 形成率도 떨어져서 -80 bars에서도 아주 적은수의 小型分生孢子가 形成되었다. 大型分生孢子는 自由水에 가까운 -1.4 bars에서 孢子形成이 잘 되었고 water potential이 떨어짐에 따라 -32 bars에서 大型分生孢자를 形成하지 않고 小型分生孢子만 形成되었다(Fig. 2).

分生孢子發芽와 Water Potential

大型分生孢子和 小型分生孢子的 發芽는 water potential이 自由水에 가까운 -1.4 bars에서 發芽率이 좋았으며 大小型分生孢子 公히 4시간後에 約 20%의 發芽率을 보였으며 water potential이 떨어져서 -28 bars에서는 發芽되지 않았다. 8時間後에는 90%以上發芽되었으며 12時間後에는 소형分生포자는 -8 bars까지는 100%의 發芽率을 보이다가 water potential이 떨어짐에 따라 -42bars에서는 發芽되지 않았으나 大型分生孢子는 -32 bars까지는 100% 發芽率을 보이다가 water potential이 떨어짐에 따라 孢子發芽率도 떨어져서 -42 bars에서는 약 80%의 發芽率을 보였다(Fig. 3).

考 察

버키다리病을 일으키는 *Fusarium moniliforme*에 對한 water potential의 效果를 보면 大型分生孢子發芽는 12時間後에는 -28 bars에서 100%의 發芽가 되었으며 water potential이 떨어짐에 따라 發芽率도 떨어졌다. 菌絲자람은 -14 bars에서 좋았으며 孢子形成에서는

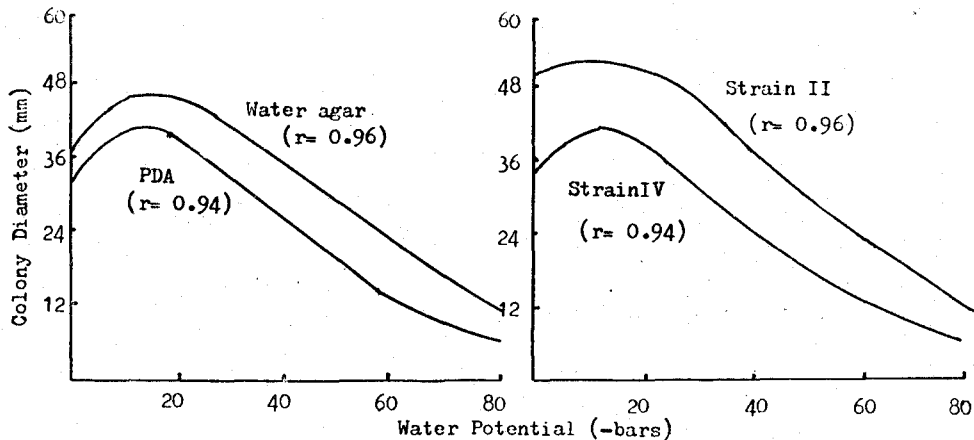


Fig. 1. Relationship between water potential and mycelial growth by *F. moniliforme* IV grown on water agar and PDA (right) and *F. moniliforme* II and III (left) grown on PDA adjusted osmotically to different water potentials with KCl and incubated at 20°C.

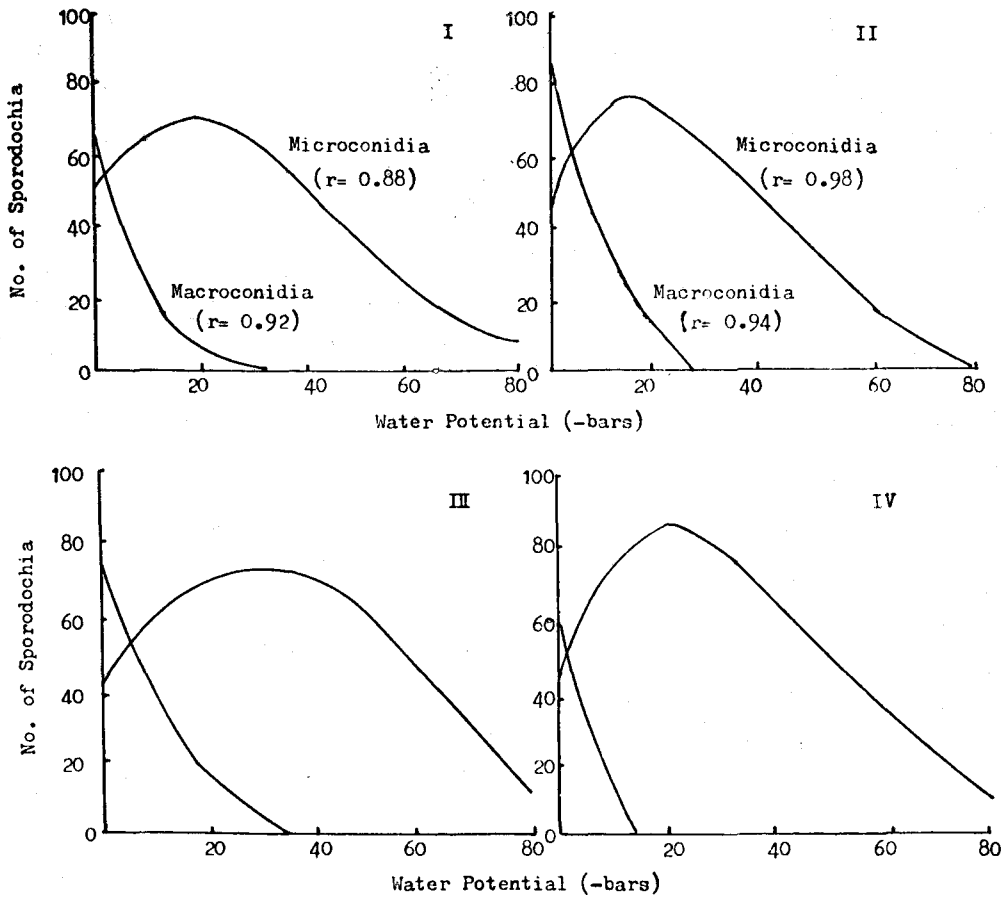


Fig. 2. Relationship between water potential and number of sporodochia by Strain I, II, III and IV of *F. moniliforme* grown on water agar adjusted osmotically to different water potential with KCl and incubated at 20°C.

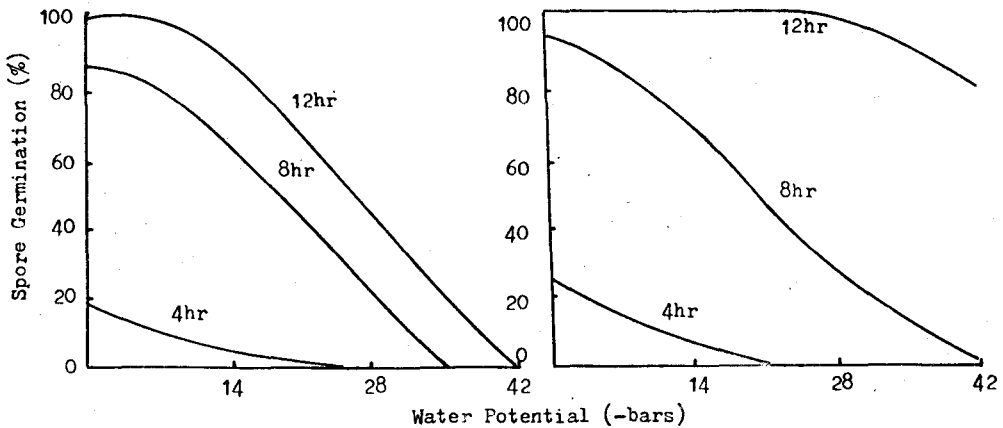


Fig. 3. Relationship between water potential and percentage of microconidium (right) and macroconidium (left) germination by *F. moniliforme* at different times on water agar adjusted osmotically to different water potentials with KCl and incubated at 20°C.

大型分生胞子は 1.4 bars에서 가장 좋은 反面 小型分生胞子は -20 bars에서 가장 잘 形成되었다.

*Fusarium*屬菌에 對한 胞子發芽의 研究를 보면 *Fusarium roseum* 'Graminearum,' 'Culmorum'과 'Avenaceum'에 對하여는 分生胞子 厚膜胞子, 子囊胞子(Sung and Cook, 1981)의 發芽가 12時間後에 -64 bars에서 100%의 發芽率을 보였는데 이 病原菌은 大型分生胞子만이 -28 bars에서 100%의 發芽率을 나타냈다.

많은胞子は 지방, 탄수화물, 단백질과 같은 養分을 가지고 있으므로 菌絲보다는 낮은 osmotic water potential을 가졌다. 이러한 胞子が 發芽하면 菌絲자람이 始作되는 것이며 發芽가 菌絲자람보다는 若干 높은 water potential이 要求되나 water potential 自體보다는 養分의 利用이 胞子の 發芽나 寄主體의 感染에 制限因子가 되므로 胞子が 位置한 곳에서 病原菌發芽에 必要한 養分은 뿌리 種子, 혹은 다른 植物組織에서 나오는 物質이 물에 依하여 propagule로 傳達되어 發芽하게 된다. 이러한 기전은 매우 낮은 water potential 자랄 수 있는 病原菌의 發芽가 植物자람에 適當한 water potential에 病原菌이 發芽하여 植物을 侵入한다고 報告하였다(Cook and Duniway, 1980).

菌絲伸長과 water potential에 對한 vascular pathogen에 對한 研究는 *Verticillium albo-atrum* (Ioannou. et al. 1976; Manandhar and Bruehl, 1973) *F. oxysporum* f.sp. *vasinfectum* (Manandhar and Bruehl, 1973), *Cephalosporium gramineum*(Bruehl and Cunfer, 1971) *F. roseum* 'Culmorum'(Cook and christensen, 1976) *Gaeumannomyces*(Cook et al. 1972)의 病原菌과 거의 같은 water potential -14bars에서 菌絲伸長이 좋았다.

위에 열거한 vascular pathogen은 매우 낮은 osmotic water potential에서 자라는 病原菌의 예이나 이들에 依하여 發生하는 病은 比較的 濕氣가 있는 土壤條件에서 일어난다(Cook and Papendick, 1972).

벼키다리病을 일으키는 *F. moniliforme*도 vascular pathogen으로써 (Neergaard, 1977) 낮은 water potential인 -14bars에서 가장 菌絲伸長은 좋지만 물속에서 栽培되는 벼에서 發生하는 病으로 위의 報告와 같은 것이었다. Vascular parasites의 propagule는 寄主의 물관부를 利用하여 증발에 依하여 운반된다(Dimond, 1975). 土壤에 豊富한 濕氣가 없으면 증발에 依한 分生胞子の 移動은 感少되고 vascular wilt도 줄일수 있고 罹病되어 植物이 죽은 後 낮은 water potential狀態에서 자랄 수 있는 것은 vascular parasites에게는 重要的 것으로 이病原菌은 물관부에서 줄기의 幼組織 또는 죽은 組織

속으로 자라 土壤속에서 견딜수있는 새로운 propagule을 形成하므로 植物의 그루터기가 土壤에 묻혔을때 侵入하는 土壤腐生菌보다 腐生的으로 colonization과정을 完成시킬 수 있다.

*F. moniliforme*에 對한 胞子形成에 미치는 water potential의 他菌에 對한 結果를 比較하여 보면 밀붉은 곰팡이病을 일으키는 *F. roseum* 'Graminearum'의 Group I는 dry land에서 foot rot를 일으켜 問題되는 病原菌으로써 *F. moniliforme*의 小型分生胞子の 形成이 잘되는 -14 bars에서 잘되었고 濕潤한 지역에서 문제되는 Group II는 이 病原菌의 大型分生胞子形成이 잘되는 -1.4 bars에서 잘 되었다(Sung and Cook, 1981; Wearing, 1976).

벼가 키다리病原菌에 罹病되면 죽게 되는데 죽은벼의 줄기가 水面가까운 곳에서는 water potential이 自由水에 가깝게 維持되지만 위로 올라갈수록 물의 移動이 없기 때문에 말라서 water potential이 떨어진다. 自然狀態에서 *F. moniliforme*의 胞子形成狀態를 보면 水面에 가까운 部分에서는 大型分生胞子が 形成되다가 점점 올라갈수록 小型分生胞子를 形成하는 것으로 *in vitro* 狀態에서의 試驗結果와 一致하는 것으로 알려졌다.

벼키다리病原菌은 胞子が 發芽하여 菌絲로 자라서 그다음에 다시 胞子를 形成하는 過程이 water potential과의 密接한 關係가 있다는 것을 알았고 특히 이 病原菌이 種子傳染시키는데 小型分生胞子が 가장 重要的 것으로 알려졌으므로 小型分生胞子が 벼組織體내에 侵入하여 菌絲자람과 胞子形成에 關한 water potential의 效果에 對하여서는 좀 더 研究를 하여야 되리라 본다.

摘 要

Fusarium moniliforme strain별 菌絲伸長은 Strain N은 water agar나 PDA에 關係없이 -14 bars에서 좋았고 -80 bars에서도 菌絲자람이 정지되지 않았다. Strain II와 Strain N를 比較하여보면 Strain II가 Strain N보다 각 water potential에서 菌絲자람이 좋았다.

分生胞子形成은 Strain에 關係없이 小型分生胞子는 0에서 -20bars까지는 漸漸 形成이 增加하다가 -20bars에서 가장 많이 形成되었으며 -80bars에서도 아주 적은수이지만 形成이 되었다. 大型分生胞子는 -1.4bars에서 胞子形成이 잘 되었고 water potential이 떨어짐에 따라 -32bars에서 大型分生胞子를 形成하지 않고 小型分生胞子만 形成하였다. 胞子發芽는 -1.4bars에서 發芽率이 좋았고 water potential이 떨어질수록 發芽率

Sung, Lee and Park: Effect of Water Potential on Growth and Spore Germination of *Fusarium moniliforme*
도 떨어졌다.

文 獻

- Booth, C. (1971): The genus *Fusarium*. Commonwealth Mycol. Inst., Kew, Surrey. p. 237.
- Bruehl, G.W., Cunfer B., and Toivianinen, M. (1972): Influence of water potential on growth, antibiotic production, and survival of *Cephalosporium graminum*. *Can. J. Plant Sci.* 52:417-423.
- Christensen, J.J. and Wilcoxson, R.D. (1966): Stalk rot of corn. Monograph No. 3. APS 59p.
- Cook, J.M. (1973): Influence of low plant and soil water potentials on diseases caused by soilborne fungi. *Phytopathology* 63:451-458.
- Cook, R.J. and Duniway, J.M. (1980): Water relations in the life cycles of soilborne plant pathogen. In *Water Potential Relations in Soil Science Society of America*, 677S Segae Road, Madison.
- Cook, R.J., and Papendick, R.I. (1970): Soil water potential as a factor in the ecology of *Fusarium roseum* f. sp. *cerealis* 'Culmorum'. *Plant and Soil* 32:131-145.
- Cook, R.J., Papendick, R.I. and Griffin, D.M. (1972): Growth of two root-rot fungi as affected by osmotic and matric water potentials. *Soil Sci. Soc. Am Prot.* 36:78-82.
- Cook, R.J. and Papendick, R.I. (1972): Influence of water potential of soils and plants on root disease. *Ann. Rev. Phytopathol.* 10:349.
- Dimond, A.E. (1970): Biophysics and biochemistry of the vascular wilt syndrome. *Annu. Rev. Phytopathol.* 8:301-322.
- Duniway, J.M. (1973): Pathogen-induced changes in host water relations, *Phytopathology* 63:458-566.
- Griffin, D.M. (1963): Soil moisture and the ecology of soil fungi. *Biol. Rev.* 38:141-166.
- Griffin, D.M. (1977): Water potential and wood-decay fungi. *Annu. Rev. Phytopath.* 7:289-310.
- Ioannou, N., Schneider, R.W., Grogan, R.G., and Duniway, J.M., (1977): Effect of water potential and temperature on growth, sporulation, and production of microsclerotia by *Verticillium dahliae*. *Phytopathology* 67:637-644.
- Manandhar, J.B., and Bruehl, G.W. (1973): In vitro interactions of *Fusarium* and *Verticillium* wilt fungi with water, pH, and temperature. *Phytopathology* 63:413-419.
- Neergaard, P. (1977): *Seed Pathology*. The Macmillan Press LTD. 1839pp.
- Schoeneweiss, D.F. (1975): Predisposition, stress, and plant disease, *Annu. Rev. Phytopath.* 13:193-211.
- Sun, S.K. and Snyder, W.C. (1981): The bakanae disease of the rice plant: 104-113. In P.E. Nelson, T.A. Toussun, and R.J. Cook in *Fusarium*. Penn. State Univ. Press. Pennsylvania. 457p.
- Sung, J.M. and Cook, R.J. (1981): Effect of water potential on reproduction and spore germination of *Fusarium roseum* 'Graminearum', 'Culmorum' and 'Avenaceum'. *Phytopathology* 71:499-504.
- Umehara, Y. (1975): Infection of 'Bakanae' disease of rice plant. *Proc. Assoc. Pl. Prot. of Hokuriku* 23:10-14.
- Wearing, A.H. (1976). Studies on the saprophytic behavior of *Fusarium roseum* 'Graminearum'. *Ph. D. Thesis, Univ. of Sydney*. Australia.

(Received July 29, 1984)