

*Rhizoctonia solani*의 菌絲融合群別 生長要因

I. 溫度, PH, 炭素源 및 窒素源의 影響

金 炯 武

全北大學校 農科大學

Growth Factors of Hyphal Anastomosis Groups of *Rhizoctonia solani* Kühn

I. Effects of Temperature, pH, Carbon and Nitrogen Sources

Hyung Moo Kim

College of Agriculture, Jeonbug National University, Jeonju, 520, Korea

要 約

무우 圃場에서 分離한 *Rhizoctonia solani* 5群 4型的 7 菌株(AG 1-1A, AG 1-1B, AG 2-1, AG 2-2, AG 3, AG 4, AG 5)를 使用하여 溫度, pH, 窒素源, 炭素源이 菌의 生長에 미치는 影響을 알아보았다. 이들 菌絲融合群別, 最適生長溫度는 AG 2-1, AG 2-2, AG 4 등은 20°C에서 AG 1-1A, AG 1-1B, AG 3, AG 5 등은 25°C에서 生長이 가장 良好하였다. pH가 菌絲融合群別 生長에 미치는 影響은 共히 pH 6~7 範圍였다. *R. solani*의 各 菌株別 炭素源 利用度는 AG 1-1A, AG 1-1B, AG 2-2, AG 3, AG 5는 glucose, AG 2-1은 sucrose, AG 4는 fructose가 좋았으나, glycerine, cellulose, lactose는 모든 菌株에서 生長이 不良하였다. 窒素源이 菌絲融合群別 各 菌株의 生長에 미치는 影響은 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 에서는 AG 1-1A, AG 1-1B, AG 4, asparagine에서는 AG 2-1, KNO_3 에서는 AG 2-2, NaNO_3 에서는 AG 5의 生長이 良好하였으나, NH_4NO_3 첨가구에서는 共히 不良하였다. 即, 一般的으로 硝酸態窒素와 有機窒素는 암모니아態窒素보다 利用率이 높았다. C/N率이 各 群別 菌株의 生長에 미치는 影響은 C:N=1:1의 比率에서 生長이 가장 좋았고 炭素源보다는 窒素源이 生長에 많은 影響을 미쳤다.

ABSTRACT

The effects of temperature, pH, carbon and nitrogen sources on the growth of *Rhizoctonia solani* were studied by using five hyphal anastomosis groups(four cultural types, 7 isolates) of the fungus. The ranges of optimum temperature were 20°C in the AG 2-1, AG 2-2 and AG 4, and 25°C in the AG 1-1A, AG 1-1B, AG 3, AG 5. The optimum pH for the mycelial growth was 6-7 in the fungus. Glucose in the AG 1-1A, AG 1-1B, AG 2-2, AG 3 and AG 5, sucrose in the AG 2-1 and fructose in the AG 4 were the most effective for the mycelial growth, but glycerine, cellulose and lactose were not effectively utilized as nutrients. $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ in the AG 1-1A, AG 1-1B and AG 4, asparagine in the AG 2-1, KNO_3 in the AG 2-2 and NaNO_3 in the AG 5 were the best nitrogen sources for the mycelial growth, but NH_4NO_3 was not easily utilized by the fungus. Nitrate and organic nitrogens for the fungal growth were utilized better than ammonium nitrogen.

Key words : *Rhizoctonia solani*, growth factors, hyphal anastomosis.

緒 論

土壤棲息型寄生菌인 *Rhizoctonia* spp.는 大部分 菌核을 形成하여 環境適應 및 傳染源 役割을 한다. 또한 이 菌은 培養의 및 生理的 性質, 病原性 等の 特徵이 多樣하며, 特히 菌絲의 融合 有無에 따라 菌을 몇 개의 群으로 區分하거나(21, 22, 24) 生態的 性質에 基準을 두고 區分한다고(31, 32) 알려져 있다. 그러나 *Rhizoctonia solani*의 同定法으로 菌絲融合法이 비교적 간편하고 群間 구별이 용이하기 때문에 現在 많이 利用되고 있다. *R. solani*에 對한 生長要因으로 溫度(1, 7, 9, 12, 21, 22, 27, 31, 32), pH(1, 12), 光(12, 19, 33), 炭素源, 窒素源(1, 12), 아미노산(17, 18), 기타 諸條件(5, 15, 20, 26, 28, 29) 등이 報告된 바 있다. 그러나 이들 實驗은 大部分 *R. solani*의 群別에 對한 區分이 不確實하고 몇몇 單一群에 대해서만 調査가 되어 *R. solani*의 諸性質을 이해하기에는 難點이 있다. 金 등(9)은 우리나라 무우 栽培圃場에 分布하는 *R. solani*를 菌絲融合方法에 따라 5群(AG 1-5) 4型(AG 1-1A, AG 1-1B, AG 2-1, AG 2-2)로 區分하고 各群別의 分布 및 密度, 菌의 生理, 形態에 對하여 報告하였다.

本實驗은 무우圃場에서 분리한 *R. solani* 5群, 4型(7菌株)을 대상으로 溫度, pH, 炭素源, 窒素源 등이 菌의 生長에 미치는 影響에 對하여 研究하였다.

材料 및 方法

供試菌은 金 등(9)이 우리나라 立枯性 罹病 무우에서 분리한 *R. solani* 菌 5群 4型(AG 1-1A, AG 1-1B, AG 2-1, AG 2-2, AG 3, AG 4, AG 5) 7個 菌株을 使用하였다. 培養은 Hopkin's 培地(KH_2PO_4 -0.1g, MgSO_4 -0.5g, KNO_3 -2g, glucose-10g, 증류수-1000ml)를 基本培地로 供試하였고, pH는 滅菌前에 0.1N NaOH와 0.1N HCl을 使用하여 pH 6.5로 調節하였다.

接種은 PDA培地에서 7日間 自然 菌叢을 직경 5 mm 코르크보라로 切取하여 60 ml의 液體培地가 든 100 ml flask에 3片씩을 넣고 $25 \pm 1^\circ\text{C}$ 恒溫器에서 暗狀態로 10日間 正치 培養하였다. 各處理當 5個 flask를 3反復 실시하였고, 菌體量은 生長한 菌絲體 및 菌核을 수거 秤量하여 乾物重量으로 平均處理하였다.

溫度的 影響은 5°C 間隔으로 $10\sim 35^\circ\text{C}$ 범위에서의 生長을 測定하였다. pH는 0.1N NaOH와 0.1N HCl로 調節하였고 pH 3~10 범위내의 生長量을 測定하였다.

供試炭素源으로는 單糖類로서 glucose, fructose, 二糖類로서 lactose, sucrose, maltose, 多糖類로서 starch(soluble), cellulose(CMC), alcohol糖으로는 glycerine 등 8種을 基本培地內의 糖含量과 等量으로 添加하였다. 窒素源으로는 硝酸態窒素로서 KNO_3 , NaNO_3 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, 암모니아態窒素로서 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$, 有機窒素로서 urea, glycine, asparagine 암모니아-硝酸態窒素로서 NH_4NO_3 등 9種을 供試하였고 含量은 基本培地의 KNO_3 當量에 해당하는 量의 比로 各各 添加하였다.

結果 및 考察

溫度的 影響: 各 菌株別 生長溫度를 調査한 結果는 그림 1에서 보는 바와 같이 7個 菌絲融合菌株別로 最適溫度가 약간씩 다르나 크게 보아 2個 溫度 범위로 區分되었다. 즉, 20°C 에서는 低溫性인 AG 2-1, AG 2-2, 菌과 AG 4 菌, 25°C 에서는 AG 1-1A, AG 1-1B, AG 3, AG 5 菌의 生長이 가장 좋았다.

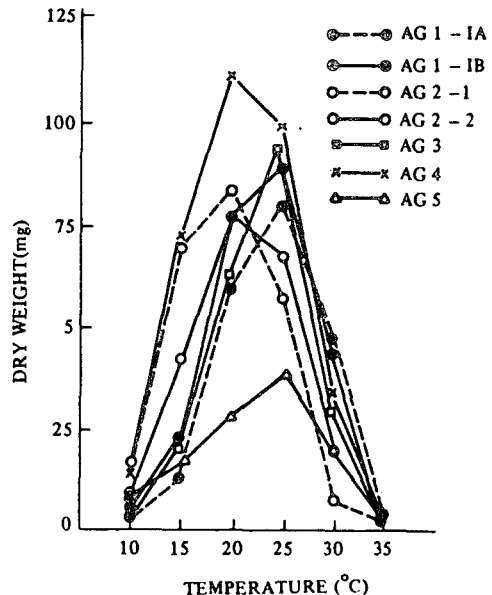


Fig. 1. Effect of temperature on the mycelial growth of hyphal anastomosis isolates of *Rhizoctonia solani*.

AG 2-1, AG 2-2, AG 4 菌은 10°C의 低温狀態에서도 약간의 生長이 되었으나 AG 1-1A, AG 1-1B, AG 3, AG 5 菌은 生長이 不良하였다. 그러나 35°C의 高温에서는 모든 菌株의 生長이 不良하였다. 他菌株에 比하여 AG 4 菌은 15-25°C의 넓은 溫度 범위에서 生長이 良好한 菌이었다.

生越明(21, 22)은 日本에 分布하는 *R. solani*의 最適生長溫度 範圍는 23~25°C에서 AG 2-1, AG 3 菌, 23~28°C에서 AG 5 菌, 25~28°C에서 AG 1, AG 2-2, AG 4 菌이 各各 生長이 良好하여 3단계 溫度 範圍로 區分 報告하였고, 低温性인 AG 2는 5°C에서도 약간의 生長이 되었으며, AG 4는 35°C의 高温에서도 生長이 약간 되었다고 하였다. Sherwood(27)도 *R. solani*의 AG 2, AG 3은 24°C에서, AG 1, AG 4는 28°C에서 分離密度數가 많았고 溫度에 따른 群別 棲息에 差異가 있음을 시사했다. 渡邊 등(31, 32)은 *R. solani*의 溫度反應을 高温性菌, 中溫性菌, 低温性菌으로 區分하였다. 其他 主要土壤棲息菌에서도 溫度와 生長關係는 菌의 種에 따라 差異가 있음을 시사했다(1, 6, 7, 9, 12, 14, 34).

本 實驗의 結果와 他 報告들을 종합하여 보면 *R. solani*의 各 菌株別 最適生長溫度는 약간의 差異가 있으나 그 生長最適溫度는 크게 2단계로 區分됨을 알 수 있다.

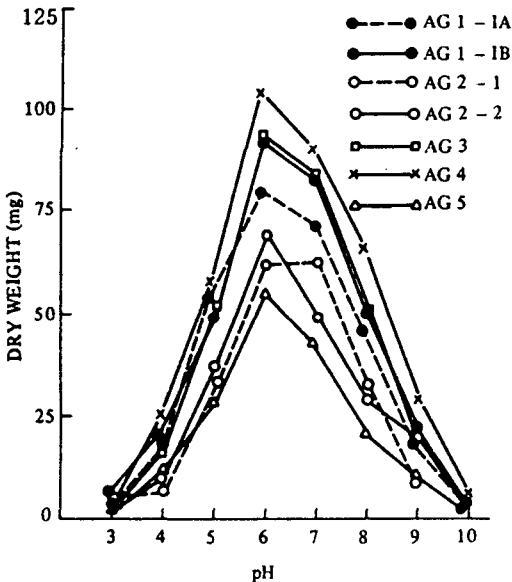


Fig. 2. Effect of pH on the mycelial growth of hyphal anastomosis isolates of *Rhizoctonia solani*.

pH의 影響: *R. solani*의 菌絲融合群別 生長에 미치는 pH의 影響은 供試菌株 모두가 pH 6~7 範圍에서 生長이 가장 良好하였다(그림 2). 또 pH 3 以下 및 pH 10 以上에서는 生長이 不良하였다. Allington은(1) pH 7.0에서 *R. solani*의 菌核形成이 가장 많았고 pH 6.0 以下에서는 不良하다고 報告하였고, Kotila는(12) *R. solani*의 擔孢子形成은 pH 4-7의 範圍에서는 거의 同一하게 形成된다고 報告하였다. 한편, *Verticillium spp.*의 生長은 pH 5.9~6.3 범위가 좋고(14), *Sclerotium spp.*은 pH 6에서 生長이 良好하다고 하였다(16). 以上の 報告 등을 종합하여 보면 本 實驗에서 나타난 最適 pH 6-7 범위는 他 土壤棲息菌들의 最適 pH 범위와 비슷한 傾向으로 나타났다.

炭素源의 影響: 9種의 炭素源이 *R. solani*의 菌絲融合群別 各 菌株의 生長에 미치는 影響은 표 1에서 나타난 바와 같다. 即 各 菌株別 炭素源의 利用度는 差異가 있으나, 一般的으로 glucose 利用度가 가장 좋았고, 利用度가 낮은 炭素源에서도 無添加에 비해 炭素源을 添加한 경우가 生長이 좋았다. AG 1-1A는 glucose, maltose에서, AG 1-1B는 glucose, fructose에서, AG 2-1은 sucrose, glucose에서, AG 2-2는 glucose, maltose에서, AG 3은 glucose, maltose에서, AG 5는 glucose, starch에서 生長이 良好하였다. 그러나 glycerine, cellulose, lactose 등을 添加한 培地에서는 모든 菌株의 生長이 不良하였다. 炭素源別 利用率을 보면 glucose는 AG 1-1A, AG 1-1B, AG 2-2, AG 3, AG 5에서, sucrose는 AG 2-1에서, fructose는 AG 4에서 높았으며, 또한 菌의 生長에서도 高度의 有意性이 있었다(표 1).

Allington은(1) *R. solani*의 菌核形成에서 glucose, sucrose, starch 등이 良好하고 glycerine이 不良하다고 하였다. *Verticillium* 菌(3, 14), *Fusarium* 菌(25), *Sclerotium* 菌(6, 11, 16) 등의 炭素源 利用報告를 보면 glucose, sucrose, maltose, fructose, starch 등에서는 生長이 좋았으나 相對的으로 lactose, glycerine, cellulose, ribose 등은 利用度가 낮음을 알 수 있다. 또한 Hsieh 등(8)은 同一 炭素源에서도 菌絲生長速度에는 差異가 없으나 乾物重量에서는 差異가 있다고 하였다.

以上の 報告를 종합하여 볼 때 一般的으로 炭素源이 菌類의 生長에 크게 影響을 주며 同一菌類에서도 種에 따라 炭素源의 利用率에 差異가 있음을 알 수 있다. 또 菌에 따라 差異는 있으나 몇몇 土壤棲息菌에서 一般的으로 glucose, sucrose, maltose, fructose,

Table 1. Effect of various carbon sources on the mycelial growth of hyphal anastomosis isolates of *Rhizoctonia solani*^a

| Isolate | Carbon source | | | | | | | | |
|---------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------------|
| | Dextrose | Fructose | Maltose | Sucrose | Lactose | Starch | Cellulose | Glycerine | None |
| AG 1-IA | 111.4 ^a | 69.0 ^c | 80.6 ^b | 54.9 ^d | 10.3 ^f | 73.8 ^c | 26.7 ^e | 10.3 ^{fg} | 8.0 ^{fg} |
| AG 1-IB | 102.3 ^a | 73.6 ^b | 68.1 ^c | 70.1 ^{bc} | 25.4 ^e | 55.8 ^d | 19.6 ^f | 10.2 ^g | 7.0 ^g |
| AG 2-1 | 73.3 ^b | 62.8 ^d | 68.8 ^c | 88.3 ^a | 21.6 ^f | 44.8 ^e | 10.6 ^{gh} | 10.9 ^g | 6.0 ^h |
| AG 2-2 | 78.3 ^a | 40.7 ^c | 58.2 ^b | 32.5 ^d | 20.2 ^e | 41.5 ^c | 19.0 ^e | 7.4 ^f | 6.3 ^f |
| AG 3 | 85.3 ^a | 58.1 ^d | 75.2 ^b | 67.4 ^c | 31.1 ^f | 46.8 ^c | 13.0 ^g | 9.3 ^{gh} | 8.3 ^{gh} |
| AG 4 | 81.4 ^b | 124.6 ^a | 78.0 ^b | 69.1 ^c | 36.5 ^e | 44.3 ^d | 39.9 ^{de} | 10.6 ^f | 7.3 ^f |
| AG 5 | 62.7 ^a | 31.0 ^d | 35.3 ^d | 40.3 ^c | 20.3 ^e | 45.4 ^b | 11.6 ^f | 8.4 ^{fg} | 5.1 ^{fg} |

a Numbers in the row followed by the same letter do not significantly differ from each other, at P=0.01, according to Duncan's multiple range test. The data were calculated by mg/flask in the dry weight after 10 days of incubation at 25°C.

starch 등은 利用率이 높은데 비하여 glycerine, cellulose, lactose 등은 利用率이 낮다고 하였는데 이런 결과는 본 실험에서도 같은 결과로 나타났다.

窒素源의 影響: 9種의 窒素源이 *R. solani*의 菌絲 融合群別 生長에 미치는 影響은 표 2에서 보는 바와 같이 각 菌株別로 窒素源에 따라 生長量의 差異가 나타났다. AG 1-IA는 Ca(NO₃)₂, NaNO₃에서, AG 1-IB는 Ca(NO₃)₂, NaNO₃에서, AG 2-1은 asparagine, urea, Ca(NO₃)₂에서, AG 2-2는 KNO₃, (NH₄)HPO₄에서, AG 3은 asparagine, NaNO₃, urea에서, AG 4는 Ca(NO₃)₂, glycine에서 AG 5는 NaNO₃, Ca(NO₃)₂, glycine 등에서 生長이 各各 良

好하였으나 NH₄NO₃는 모든 菌株에서 生長이 不良하였다. 또 이들 窒素源別 利用度를 보면 利用度가 높은 窒素源은 他 窒素源에 比하여 菌絲 生長量에서 高度의 有意性이 있었다. 窒素源을 成分別 利用率로 보면 菌株間 差異는 있지만 一般적으로 硝酸態窒素, 有機態窒素, 암모니아態窒素 順으로 利用率이 좋았고 NH₄NO₃는 不良하였다.

Allington은(1) *R. solani*의 菌核形成에서 urea, CaNO₃ 등이 效果의이고 (NH₄)₂NO₃는 不良하다고 報告하였다. 또 Kotila(12)는 Ca(NO₃)₂의 濃도가 10%일 때 胞子의 形成이 좋았다고 하였다.

Sclerotium 菌에서 金은(10) 菌絲生長에는 NH₄NO₃

Table 2. Effect of various nitrogen sources on the mycelial growth of hyphal anastomosis isolates of *Rhizoctonia solani*^a

| Isolate | Nitrogen source | | | | | | | | | |
|---------|---------------------|---------------------|-----------------------------------|---|--|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------------------|-------------------|
| | KNO ₃ | NaNO ₃ | Ca(NO ₃) ₂ | (NH ₄) ₂ SO ₄ | (NH ₄) ₂ HPO ₄ | Urea | Glycine | Asparagine | NH ₄ NO ₃ | None |
| AG 1-IA | 79.5 ^{ef} | 135.8 ^b | 151.4 ^a | 79.9 ^c | 125.8 ^c | 129.5 ^c | 99.7 ^d | 78.3 ^{ef} | 44.1 ^g | 22.8 ^h |
| AG 1-IB | 89.6 ^d | 119.3 ^{bc} | 144.6 ^a | 80.2 ^e | 116.3 ^c | 124.6 ^b | 70.9 ^f | 75.8 ^{ef} | 40.4 ^g | 23.6 ^h |
| AG 2-1 | 79.6 ^e | 91.8 ^d | 126.8 ^b | 62.8 ^f | 102.3 ^c | 130.5 ^b | 90.1 ^d | 153.2 ^a | 26.2 ^g | 20.5 ^h |
| AG 2-2 | 91.2 ^a | 59.5 ^{def} | 63.8 ^{de} | 56.5 ^{ef} | 75.5 ^b | 63.8 ^{bc} | 75.3 ^{bc} | 66.6 ^d | 29.0 ^g | 19.8 ^h |
| AG 3 | 88.6 ^e | 147.8 ^a | 121.3 ^c | 70.9 ^f | 76.3 ^f | 136.7 ^b | 103.4 ^d | 150.6 ^a | 39.6 ^g | 19.8 ^h |
| AG 4 | 128.8 ^{cd} | 129.3 ^c | 148.2 ^a | 70.4 ^g | 107.3 ^f | 120.6 ^e | 141.2 ^b | 126.3 ^{cd} | 42.4 ^h | 26.3 ⁱ |
| AG 5 | 59.8 ^e | 114.2 ^a | 87.1 ^b | 51.2 ^e | 65.0 ^d | 75.2 ^c | 89.3 ^b | 66.7 ^d | 38.7 ^f | 19.1 ^g |

a Numbers in the row followed by the same letter do not significantly differ from each other, at P = 0.01, according to Duncan's multiple range test. The data were calculated by mg/flask in the dry weight after 10 days of incubation at 25°C.

가, 菌核形成에는 KNO₃가 各各 良好하다고 하였고, Wang 등(30)은 asparagine의 效果를, Avizohar는(2) NH₄NO₃의 抑制作用, Henis 등은(4) 암모니아의 菌核 發芽 抑制 등을 報告하였다. Kraft 등은(13) *Pythium*의 경우 2種間에서 生長이 同一窒素源에서도 差異가 나타남을 報告하였고, Park 등(23)

은 *Fusarium*에서 硝酸態窒素가 암모니아態窒素보다 生長에 效果의이라 하였다.

以上の 結果를 참고할 때 菌類의 種에 따라 窒素源의 種類 및 利用量이 各各 相異함을 알 수 있다. 본 실험에서도 一般적으로 *R. solani*는 암모니아態窒素보다 硝酸態窒素를 더 많이 利用하는 것으로 나타났

Table 3. Effect of different C/N ratios on the mycelial growth of hyphal anastomosis isolates of *Rhizoctonia solani*^{a)}

| Isolate | C:N ratio | | | | |
|---------|-----------|---------|---------|---------|---------|
| | 2.0:0.0 | 1.5:0.5 | 1.0:1.0 | 0.5:1.5 | 0.0:2.0 |
| AG 1-1A | 4.0 | 61.9 | 141.1 | 89.0 | 36.9 |
| AG 1-1B | 5.0 | 58.8 | 136.3 | 88.3 | 38.5 |
| AG 2-1 | 9.1 | 63.5 | 140.3 | 80.7 | 11.3 |
| AG 2-2 | 5.1 | 55.3 | 90.4 | 54.4 | 30.7 |
| AG 3 | 5.4 | 61.1 | 150.5 | 88.5 | 26.7 |
| AG 4 | 5.4 | 73.5 | 157.4 | 104.4 | 35.5 |
| AG 5 | 5.0 | 59.3 | 83.3 | 62.8 | 27.8 |

a) The concentration of carbon and nitrogen used in 1.0:1.0 of C/N ratio was equivalent to that in the basal medium. Carbon and nitrogen sources were glucose and calcium nitrate in the AG 1-1A, AG 1-1B, sucrose and asparagine in the AG 2-1, glucose and potassium nitrate in the AG 2-2, glucose and sodium nitrate in the AG 3, and AG 5, fructose and calcium nitrate in the AG 4. The data were calculated by mg/flask in the dry weight after 10 days of incubation at 25°C.

다.

C/N비의 영향: 기본培地에 各 菌株別 利用率이 가장 좋은 炭素源과 窒素源을 添加하여 C/N量 比率別로 實驗한 結果는 표 3에 나타난 바와 같이 기본培地의 炭素源과 窒素源 含有當量(C/N=1:1)을 添加할 때 生長이 가장 좋았다. 그러나 기본培地에서 炭素源과 窒素源을 1:1 比率 以上 增加하거나 減少할 경우에는 生長이 不良하였다.

炭素源과 窒素源의 調節에서 炭素源이 增加되고 窒素源이 減少될 경우 보다는 炭素源이 減少되고 窒素源이 增加될 경우가 菌의 生長이 좋았다. 또 窒素源을 無添加한 것보다 炭素源을 無添加한 경우에 生長이 良好하였다(표 3).

Allington은(1) *R. solani*에서 炭素源의 量이 적고 窒素源의 量이 增加할 때 菌核의 形成이 많아진다고 하였고, 金은(11) *Sclerotium rolfsii*의 경우 窒素量을 固定하고 炭素量을 增加시키면 菌絲의 生長은 增加되나 菌核形成은 不良하다고 하였다. Green 등(3)은 炭素源과 窒素源 中에서 어느 한쪽의 量이 너무나 많이 增加되면 菌의 生長이 減少된다고 하였다. 本 實驗에 나타난 結果에서도 窒素源과 炭素源 中 어느 한쪽의 量이 增加할 경우 生長이 不良한 점과 炭素源보다는 窒素源이 菌의 生長에 더 많은 影響을 미치는 점 등은 上記의 報告들(1, 3)과 같은 경향이다.

參 考 文 獻

1. ALLINGTON, W. B. (1936). Sclerotial formation in *Rhizoctonia solani* as affected by nutritional and other factors. *Phytopathology* 26: 831-844.
2. AVIZOHAR-HERSHENZON, Z. & SHACKED, P. (1969). Studies on the mode of action of inorganic nitrogenous amendments on *Sclerotium rolfsii* in soil. *Phytopathology* 59:288-299.
3. GREEN, R. J. & PAPAIVIZAS, G. C. (1968). The effect of carbon source, carbon to nitrogen ratios, and amendments on survival of propagules of *Verticillium albo-atrum* in soil. *Phytopathology* 58:567-570.
4. HENIS, Y. & CHET, I. (1967). Mode of action of ammonia on *Sclerotium rolfsii*. *Phytopathology* 57:425-427.
5. HENIS, Y. & INBAR, M. (1968). Effect of bacillus subtilis on growth and sclerotium formation by *Rhizoctonia solani*. *Phytopathology* 58:933-938.
6. HIGGINS, B. B. (1927). Physiology and parasitism of *Sclerotium rolfsii* Sacc. *Phytopathology* 17:417-448.
7. 本門善久, 山下洋子, 石井正義. (1983). *グイコン* 畑から分離した *Rhizoctonia solani* Kühn의 新 しい菌絲融合群(第7群). *日植病報* 49: 184-190.
8. HSIEH, W. H., SNYDER, W. C. & SMITH, S. N. (1979). Influence of carbon sources, amino acids, and water potential on growth and sporulation of *Fusarium moniliforme*. *Phytopathology* 69:602-604.
9. 金炳武, 鄭性洙, 蘇仁永. (1984). 무우立枯病罹病株에서 分離된 *Rhizoctonia solani* Kühn의 菌絲融合群에 關한 研究. *全北大 農大論文集* 15: 21-25.
10. 김기청. (1973). Vitamin과 核酸이 *Sclerotium rolfsii*의 菌絲生長 및 菌核形成에 미치는 影響. *韓植保誌* 12(2): 71-78.
11. 김기청. (1974). 목련(*Magnolia kobus* DC.)에

- 서分離한 흰비단病菌(*Sclerotium rolfsii* Sacc)에 관한 연구. 韓植保誌 13(3) : 105—133.
12. KOTILA, J. E. (1929). A study of the biology of a new spore-forming *Rhizoctonia*, *Corticium praticola*. *Phytopathology* 19:1059-1099.
 13. KRAFT, J. M. & ERWIN, D. C. (1967). Effects of nitrogen sources on growth of *Pythium aphanidermatum* and *Pythium ultimum*. *Phytopathology* 57:374-376.
 14. MALCA, I., ERWIN, D. C., MOJE, W. & JONES, B. (1966). Effect of pH and carbon and nitrogen sources on the growth of *Verticillium albo-atrum*. *Phytopathology* 56:401-406.
 15. MANNING, W. J., CROSSAN, D. F. & ADAMS, A. L. (1970). Method for production of sclerotia of *Rhizoctonia solani*. *Phytopathology* 60: 179-180.
 16. MEXWELL, D. P. & BATEMAN, D. F. (1968). Influence of carbon source and pH on oxalate accumulation in culture filtrates of *Sclerotium rolfsii*. *Phytopathology* 58:1351-1355.
 17. MOROMIZATO, Z., MATSUYAMA, N. & WAKIMOTO, S. (1980). The effect of amino acids on sclerotium formation of *Rhizoctonia solani* Kühn(AG-1). I. Inhibition of sclerotial formation by various amino acids. *Ann. Phytopath. Soc. Japan* 46:15-20.
 18. MOROMIZATO, Z., MATSUYAMA, N. & WAKIMOTO, S. (1980). The effect of amino acids on sclerotium formation of *Rhizoctonia solani* Kühn(AG-1). II. Developmental process of sclerotium and its inhibition with several amino acids. *Ann. Phytopath. Soc. Japan* 46: 21-25.
 19. MOROMIZATO, Z., AMANO, T. & TAMORI, M. (1983). The effect of light on sclerotial formation of *Rhizoctonia solani* Kühn(AG-1 1A). *Ann. Phytopath. Soc. Japan* 49:495-500.
 20. NELSON, E. B. & HOITINK, H. A. (1983). The role of microorganisms in the suppression of *Rhizoctonia solani* in container media amended with composted hardwood bark.
 21. 生越明.(1972). *Rhizoctonia solani* Kühn の菌絲融合による類別と各群の完全時代に関する研究. 農技研究 C 30 : 1—63.
 22. 生越明.(1976). *Rhizoctonia solani* Kühn における菌絲融合群の誘性質. 日植病報 38 : 123—129.
 23. PARK, J. S. (1963). Effects of nitrogen source and rate on the growth of seame-wilt fungus, *Fusarium oxysporum* f. *vasinfectum*(Atk.). Snyder et Hansen. *Kor. J. Pl. Prot.* 2:16-21.
 24. PARMETER, J. R. JR., SHERWOOD, R. T. & PIATT, W. D. (1969). Anastomosis grouping among isolates of *Thanatephorus cucumeris*. *Phytopathology* 59:1270-1278.
 25. 櫻井善雄, 松尾卓見.(1961). *Fusarium solani* の種内群に関する研究(第2報). 炭素源利用の群特異性について. 日植病報 26(2) : 118—124.
 26. SANFORD, G. B. (1956). Factors influencing formation of sclerotia by *Rhizoctonia solani*. *Phytopathology* 46:281-284.
 27. SHERWOOD, R. T. (1969). Morphology and physiology in four anastomosis groups of *Thanatephorus cucumeris*. *Phytopathology* 59:1924-1929.
 28. SMITH, L. R. & ASHWORTH, L. J. (1965). A comparison of the modes of action of soil amendments and pentachloronitrobenzene against *Rhizoctonia solani*. *Phytopathology* 55:1144-1146.
 29. SNEH, B., KATAN, J. & HENIS, T. (1971). Mode of inhibition of *Rhizoctonia solani* in chitin-amended soil. *Phytopathology* 61: 1113-1117.
 30. WANG, S-Y. C. & LE TOURNEAU, D. (1972). Amino acids as nitrogen sources for growth and sclerotium formation in *Sclerotinia sclerotium*. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 59:509-512.
 31. 渡邊文吉郎, 松田明.(1966). 畑作物に寄生する *Rhizoctonia solani* Kühn の類別に関する研究. 指定試(病害虫) 3 : 1—131.
 32. 渡邊文吉郎.(1977). 畑作物に寄生する *Rhizoctonia solani* Kühn の類別に関する研究. 日植病報 43 : 240—242.
 33. WHITNEY, H. S. (1964). Sporulation *Thanatephorus cucumeris* (*Rhizoctonia solani*) in the light and in the dark. *Phytopathology* 54:874-

875.

34. WYLLIE, T. D. & DEVAY, J. E. (1970).
Growth characteristics of several isolates of

Verticillium albo-atrum and *Verticillium nigrescens* from cotton. *Phytopathology* 60:909-910