

# 合成培地를 이용한 팽나무버섯의 子實體 形成

## 第三報. 環境의 特性에 관하여

金 榮 洙, 洪 載 植\*, 金 明 坤\*

延世大學校 食生活科, 全北大學校 食品加工學科\*

(1984년 1월 10일 수리)

## Fruit-body Formation of *Flammulina velutipes* on the Synthetic Medium

### Part 3. Environmental Characteristics

Hyong-Soo Kim, Jai-Sik Hong\* and Myung-Kon Kim\*

Department of Food and Nutrition, Yonsei University, Department of  
Food Science & Technology, Chonbug National University\*, Seoul, Korea

#### Abstract

Environmental effects of light, temperature, and pH of culture media on mycelial growth and fruit-body formation of *Flammulina velutipes* in synthetic media were investigated.

Illumination inhibited mycelial growth, but illumination during the latter part of vegetative growth induced primordia formation. The optimum light intensity and exposure time were 100~1000 lux and 4~8 hours per day, respectively. High intensity of light was injurious, and in darkness primordia developed into very poor fruit-bodies.

The optimum temperature was 25°C for mycelial growth and 15°C. for fruit-body formation. The optimum pH range for mycelial growth was found to be from 5.0 to 7.0 and for fruit-body formation from 5.0 to 6.0. In low temperature treatments, a temperature of 15°C was more effective than 5°C or 10°C, it took about 12 hours for primordium formation, but at 5°C or 10°C about 48 hours. The most excellent fruit-body formation were produced from the mycelium growth for 7 to 10 days.

#### 緒 論

버섯은 옛부터 營養分이 豊富하여 食用 뿐만아  
니라 藥用으로도 널리 利用되어 왔으며 최근에는  
그 消費量이 날로 增加하고 있는 실정이다.

우리나라에서 食用버섯의 人工栽培는 1905年  
日本人들에 의한 표고버섯 栽培가 始發이 되어 自  
然에서 버섯을 採取하는 時代를 벗어나게 되었으  
며,<sup>1)</sup> 양송이는 1963年 全南 光山等地에서 처음으  
로 栽培가 試圖된 以來 그동안 發展을 거듭하여  
農家所得增大 및 輸出作目으로 確固한 位置를 차

지하고 있으며,<sup>2)</sup> 느타리버섯은 在來式 原木栽培에서 벗어나 최근에朴<sup>3)</sup>等 및洪<sup>4)</sup>에 의해 버섯을 利用한 새로운 栽培法이 開發되어 느타리버섯 栽培의 企業化의 可能性을 보여주고 있다.

이와 같이 우리나라에서 栽培되고 있는 食用버섯은 3種에 불과하며 다른 나라에 비해 버섯에 關된 研究가 매우 不振함을 알 수 있다. 특히 팽나무버섯(*Flammulina velutipes*)의 營養面을 보면, 蛋白質의 含量은 양송이보다 떨어지나 목이, 느타리, 표고버섯보다는 높으며 粗脂肪은 前記 4種의 버섯에 比하여 많은 量을 含有하고 있다.<sup>5)</sup>

특히 Ergosterin<sup>5)</sup>, 抗癌成分<sup>5,6)</sup> 및 香味成分<sup>5)</sup> 등이 含有되어 있어 그 消費의 展望이 매우 밝아 이에 對한 체계적인 研究가 絶실히 要請되어지고 있다.

팽나무버섯菌과 그의 類似菌에 대한 研究報告를 살펴보면 Plunkett<sup>7)</sup>는 *Collybia velutipes*의 子實體形成 實驗을 한 바 있고 Kinugawa와 Furugawa<sup>8)</sup>는 이 菌株가 低溫에서 短期間에 子實體를 形成한다고 報告한 바 있으며, 尹<sup>11,12,13)</sup>은 人工培養地에 *Collybia velutipes* 및 *Flammulina velutipes*를 여러 조건에서 培養하여 그 培養의 特性을 研究報告한 바 있다. 그러나 合成培地를 利用한擔子菌類의 子實體形成 實驗은 최근 合成培地上的 느타리버섯 子實體形成에 대한 洪<sup>4)</sup>의 研究報告를 비롯하여 비교적 子實體形成이 용이한 몇가지 버섯菌株에 대하여 研究되어 있을 뿐 合成培地를 利用한 *Flammulina velutipes*의 子實體形成에 대한 상세한 研究는 별로 없는 실정이다.

著者 등은 炭素源, 窒素源, vitamin 및 無機鹽類가 *Flammulina velutipes*의 子實體形成에 미치는 影響實驗에 이어, 本報에서는 環境의 特性에 대한 基礎資料를 얻을 목적으로 合成培地上에서 菌絲生育 및 子實體形成에 미치는 光, 溫度, pH, 低溫處理 및 培養期間의 影響등을 檢討하여 약간의 結果를 얻었으므로 여기에 報告하는 바이다.

## 材料 및 方法

### 1. 供試菌株

全北大學校 醱酵微生物學研究室에서 分離 保管하고 있는 *Flammulina velutipes*를 供試菌株로 使用하였다.<sup>10,11)</sup>

### 2. 合成培地の 調製

Mannitol 1.0g, Peptone 0.2g, KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 0.2g, MgSO<sub>4</sub> 7H<sub>2</sub>O 0.02g, Thiamine HCl 50μg, Agar 1g, 증류수 100ml, pH 6.0의 배지를 250ml 삼각플라스크에 각각 50ml씩 넣고 1kg/cm<sup>2</sup>에서 15분간 殺菌하였다.<sup>10,11)</sup>

### 3. 菌絲培養

菌의 接種量을 均一하게 하기 위하여 基本培地의 沙에 미리 250°C에서 7일간 前培養한 培養物을 直徑 5mm의 殺菌 glass 보오리로 培養物을 punching하여 이들 disk를 前記 삼각플라스크 培地의 中央에 接種하여 培養溫度와 光照射 實驗을 제외하고는 25±1°C에서 7일과 10일간 培養 후 colony 直徑을 測定하였다.

### 4. 子實體培養

上記 菌絲培養이 끝난 플라스크는 綿絙을 빼내고 처음에 接種한 老衰한 菌絲皮을 제거한 후 灌水하고 培養物의 乾燥와 雜菌의 汚染을 막기 위하여 플라스크 입구를 셀로판지로 가볍게 덮개를 한 다음 發芽溫度, 光照射와 低溫處理 實驗을 제외하고는 15~17°C, 100lux의 照度에서 매일 6時間 照射되게 조절된 發芽室에서 50일간 培養하면서 原基形成程度와 平均 形成所要日을 관찰하였다.

### 5. 菌絲와 子實體의 定量

앞에서와 같이 原基形成후 一定時間 培養하여 生育한 子實體를 採取하여 70°C에서 3時間 乾燥 후 秤量하였다.

菌絲는 子實體를 제거한 플라스크에 증류수 150ml를 가하여 2時間 放置하였다가 40분간 끓인 다음 Gooch 도가니로 濾過하고 多운물로 수회 洗滌 후 上記 溫度에서 7時間 乾燥秤量하여 菌絲量으로 하였으며, 모든 實驗은 10反復 以上으로 하였다.

### 6. 環境의 特性 實驗

1) 光照射 : 合成培地에 菌을 接種한 후 10, 100, 500, 1000, 1500lux에서 매일 4 또는 8時間 照射하고, 暗黑區는 暗所에 保存하여 菌絲는 10일간 培養 觀察 후 colony 直徑을 測定하였으며, 子實體는 暗所에서 培養한 플라스크 培養物을 上記 光條件에서 自體배양방법과 같이 培養하였으며, 光源으로는 各種 電球를 使用하여 watt와 照射距離를 調整하여 10~1500lux로 하였고 照度의 測定은 TOPCON Illumination Meter IM-1을 使用하였다.

2) 溫度 : 合成培地에서 菌絲를 5~35°C에서 培

양한 후 3, 6, 8일 간격으로 colony 直徑을 測定하였고, 子實體는 25°C에서 7일간 培養후 培養物을 5~25°C에서 子實體배양과 같이 培養하였다.

3) pH: 菌絲生育은 250ml 삼각플라스크에서 (2)항의 培地를 pH 4.0~7.5로 調整한 다음 菌絲를 25°C에서 培養중 6, 8일에 colony의 直徑을 測定하였고, 子實體는 25°C에 10일간 培養후 子實體배양에서와 같이 培養하였다.

4) 低溫處理: 합성培地에서 7일간 培養후 各溫度에서 1/4, 1/2, 1, 2, 3, 4, 5, 7일 간격으로 低溫處理한 다음 꺼내어 20°C±1°C에서 위와같이 培養하였다.

5) 培養期間: 合成培地에서 4~19일간 菌絲를 培養한 다음 위와같이 培養하였다.

結果 및 考察

1. 光照射의 影響

光의 照度와 照射時間이 평나무버섯의 菌絲生育에 미치는 影響을 檢討한 結果는 Table 1과 같고, 子實體形成의 形響을 檢討한 結果는 Table 2와 같다.

Table 1과 같이 菌絲生育에 대한 光照射의 影響은 光照度와 照射時間의 增加에 따라 菌絲生育의 沮害가 심하여 暗所에서는 7일간 培養한 후 colony 直徑이 67~69mm인데 반하여 매일 8時間

Table 1. Effect of light intensity and exposure time on the mycelial growth of *Flammulina velutipes*

| Light intensity (Lux) | Exposure time (hrs/day) | 7 days                   | 10 days                  |
|-----------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|
|                       |                         | Mycelium's diameter (mm) | Mycelium's diameter (mm) |
| Dark                  | 0                       | 67~69                    | 118~120                  |
| 10                    | 8                       | 64~66                    | 95~97                    |
|                       | 4                       | 65~67                    | 90~93                    |
|                       | 8                       | 61~62                    | 85~89                    |
| 100                   | 4                       | 63~64                    | 89~90                    |
|                       | 8                       | 58~59                    | 79~81                    |
| 500                   | 4                       | 60~62                    | 83~85                    |
|                       | 8                       | 55~57                    | 73~75                    |
| 1000                  | 4                       | 58~59                    | 79~81                    |
|                       | 8                       | 47~50                    | 68~70                    |
| 1500                  | 4                       | 53~56                    | 74~77                    |

照射했을때 10lux에서는 64~66mm, 1500lux에서는 菌絲生育이 沮害가 심하여 47~50mm이었으며 10일간 培養 후 暗所의 colony 直徑은 118~120mm, 매일 10lux에서 8時間 照射時는 90~93mm, 1500lux에서는 74~77mm의 沮害差를 보였다. 또한 子實體形成은 Table 2에서와 같이 暗所에서는 극히 微小하게 pin head가 形成됨을 볼 수 있었다.

Table 2. Effect of light intensity and exposure time on the fruit-body formation of *Flammulina velutipes*.

| Light intensity (lux) | Exposure time (hrs/day) | Fruit-body's dry Wt. (mg) | Length of stipe (mm) | Diameter of pileus (mm) | Primordia formation | Days required for fruiting |
|-----------------------|-------------------------|---------------------------|----------------------|-------------------------|---------------------|----------------------------|
| Dark                  | 0                       | 90.2                      | 135~145              | 2~3                     | ±                   | 25.0                       |
| 10                    | 8                       | 182.2                     | 121~132              | 4~7                     | +                   | 21.4                       |
|                       | 4                       | 175.4                     | 130~144              | 4~7                     | +                   | 22.1                       |
|                       | 8                       | 198.7                     | 100~115              | 8~13                    | ≡                   | 21.0                       |
| 100                   | 4                       | 198.3                     | 105~127              | 6~12                    | ≡                   | 21.5                       |
|                       | 8                       | 196.4                     | 75~92                | 13~16                   | ≡                   | 22.3                       |
| 500                   | 4                       | 198.0                     | 82~104               | 10~15                   | ≡                   | 21.7                       |
|                       | 8                       | 193.2                     | 65~75                | 14~22                   | ≡                   | 23.1                       |
| 1000                  | 4                       | 194.7                     | 77~83                | 13~19                   | ≡                   | 22.8                       |
|                       | 8                       | 157.4                     | 55~65                | 19~25                   | +                   | 24.5                       |
| 1500                  | 4                       | 162.2                     | 57~67                | 18~24                   | +                   | 24.1                       |

Primordia formation —; absent, ±; scare +; rather abundant, ≡; abundant, ≡; very abundant

이는 Kinugawa<sup>14)</sup>의 *Collybia velutipes*가 暗所에서도 子實體가 形成된다는 報告와 類似한 傾向을 보였다.

4시간 또는 8시간 照射時는 정도의 差는 볼 수 있었으나 각 lux에서 모두 原基가 形成되었으며 1,500lux 이상에서는 原基形成이 늦고 그 收量도 減少하였다. 또한 100~1,000lux에서는 子實體形成도 빠르고 버섯의 收率도 높았지만 照度가 增加됨에 따라 갓의 開裂이 빨라지고 柄의 크기는 減少하였는데 8시간 照射時가 4시간 照射時보다 더 현저하게 나타났다.

Lu<sup>15)</sup>는 *Collybia velutipes*와 *Cyathus stercoreus*의 菌絲生育中에 光을 照射하므로써 子實體形成이 빨라진다고 보고한 바 있고 kitamoto<sup>16)</sup> 등은 *Farolus arcularius* (Fr.) Ames의 子實體形成에 光이 必要하다고指摘한 바 있는데, 光은 菌絲生育을 阻害하는 반면 菌絲에 物理的 變化를 주어 原基의 分化를 促進시켜 子實體의 發生을 誘導하는 것이 아닌가 推察되어진다.<sup>17)</sup>

### 2. 溫度의 影響

溫度가 菌絲生育 및 子實體形成에 미치는 影響을 檢討한 結果는 Fig 1, Table 3과 같다.

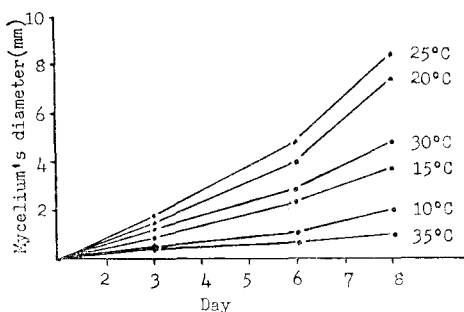


Fig 1. Effect of temperature on the mycelial growth of *Flammulina velutipes*

Table 3. Effect of temperature on the fruit-body formation of *Flammulina velutipes* in dark condition

| Temperature (°C) | Fruit-body's dry Wt. (mg) | Primordia formation | Days required for fruiting |
|------------------|---------------------------|---------------------|----------------------------|
| 5                | 194.7                     | 卍                   | 23.0                       |
| 10               | 196.6                     | 卍                   | 22.3                       |
| 15               | 198.3                     | 卍                   | 21.0                       |
| 20               | 177.1                     | +                   | 23.7                       |
| 25               | 0                         | 0                   | —                          |

Fig 1과 같이 菌絲生育은 20~25°C 사이에서 生育이 旺盛하였고 10°C 이하에서는 菌絲의 增殖이 매우 완만하였으며 35°C 이상에서는 거의 菌絲가 生育하지 않았다. 이는 kinugawa와 Furu-kawa<sup>8)</sup>의 *Collybia velutipes*의 菌絲生育 溫度가 22~26°C였다는 報告와 비슷한 傾向을 보였다.

子實體形成은 營養菌絲가 旺盛하게 生育하는 25°C에서는 子實體가 形成되지 않았으나 5~20°C의 溫度에서 子實體가 形成되었으며 10~15°C가 특히 더 效果的이었다.

이와 같이 擔子菌類의 營養菌絲가 子實體를 形成하는 生理的 轉換은 低溫期에서 이루어진다고 볼 수 있다.<sup>8,19)</sup>

### 3. pH의 影響

培地의 pH가 菌絲生育 및 子實體形成에 미치는 影響을 檢討한 結果는 Table 4, 5와 같다.

Table 4와 같이 pH에 따른 菌絲生育은 그 폭이 넓어 4.0~7.5에서 모두 菌絲가 生育할 수 있었고, 특히 5.5~6.0에서 菌絲生育이 제일 良好하였는데 이는 尹<sup>20)</sup>의 톱밥배지에서서의 *Flammulina velutipes* 系統의 培養的 特性에서 넓은 pH의 適應範圍를 갖는다는 것과 비슷하였다. 그리고 子實體는 全 實驗 pH 範圍에서 모두 形成되었으나 pH 4.0과 7.5에서는 子實體形成이 늦고 그 收量도 낮았으며 pH 5.0~6.0에서 子實體形成도 빠르고 그의 收率도 높았다.

따라서 pH는 子實體形成에 큰 影響이 없다는 洪<sup>4)</sup>의 느타리버섯의 子實體形成과 비슷한 傾向이었으며, Barnett와 Lilly<sup>19)</sup>의 *Choanephora curcubitaram*의 生育 pH인 4.5~8.5보다는 다소 좁은 傾向이었다.

Table 4. Effect of pH on the mycelial growth of *Flammulina velutipes*

| pH  | 6days                    | 8days                    |
|-----|--------------------------|--------------------------|
|     | Mycelium's diameter (mm) | Mycelium's diameter (mm) |
| 4.0 | 24~26                    | 48~51                    |
| 4.5 | 34~37                    | 66~68                    |
| 5.0 | 38~40                    | 76~78                    |
| 5.5 | 44~47                    | 81~82                    |
| 6.0 | 48~49                    | 83~85                    |
| 6.5 | 45~48                    | 73~76                    |
| 7.0 | 41~44                    | 69~71                    |
| 7.5 | 35~38                    | 64~66                    |

**Table 5.** Effect of pH on the fruit-body formation of *Flammulina velutipes*

| Initial pH | Mycelium's dry Wt. (mg) | Fruit-body's dry Wt. (mg) | Total (mg) | Primordia formation | Days required for fruiting |
|------------|-------------------------|---------------------------|------------|---------------------|----------------------------|
| 4.0        | 174.2                   | 120.3                     | 294.5      | +                   | 29.0                       |
| 4.5        | 190.4                   | 187.3                     | 377.7      | ≡                   | 23.4                       |
| 5.0        | 195.7                   | 203.2                     | 398.9      | ≡                   | 21.0                       |
| 5.5        | 211.5                   | 205.5                     | 417.0      | ≡                   | 21.0                       |
| 6.0        | 201.3                   | 198.3                     | 399.6      | ≡                   | 21.0                       |
| 6.5        | 197.5                   | 163.1                     | 360.6      | ≡                   | 22.3                       |
| 7.0        | 196.3                   | 142.9                     | 339.2      | ≡                   | 24.0                       |
| 7.5        | 192.5                   | 101.3                     | 293.8      | ≡                   | 30.4                       |

**Table 6.** Effect of 5°C-treatment on the fruit-body formation of *Flammulina velutipes*.

| Duration of treatment (day) | Fruit-body dry Wt. (mg) | Primordia formation | Days required for fruiting |
|-----------------------------|-------------------------|---------------------|----------------------------|
| 0                           | 177.1                   | +                   | 23.7                       |
| 1/4                         | 180.5                   | +                   | 23.0                       |
| 1/2                         | 185.2                   | ≡                   | 23.0                       |
| 1                           | 190.4                   | ≡                   | 22.5                       |
| 2                           | 193.0                   | ≡                   | 21.5                       |
| 3                           | 191.2                   | ≡                   | 22.0                       |
| 4                           | 186.3                   | ≡                   | 23.0                       |
| 5                           | 183.5                   | +                   | 23.5                       |
| 7                           | 180.0                   | +                   | 23.5                       |

**Table 8.** Effect of 15°C-treatment on the fruit-body formation of *Flammulina velutipes*.

| Duration of treatment (day) | Fruit-body dry Wt. (mg) | Primordia formation | Days required for fruiting |
|-----------------------------|-------------------------|---------------------|----------------------------|
| 0                           | 177.1                   | +                   | 23.7                       |
| 1/4                         | 185.3                   | ≡                   | 22.5                       |
| 1/2                         | 198.7                   | ≡                   | 20.5                       |
| 1                           | 197.4                   | ≡                   | 21.0                       |
| 2                           | 195.5                   | ≡                   | 21.0                       |
| 3                           | 191.4                   | ≡                   | 22.0                       |
| 4                           | 189.8                   | ≡                   | 22.5                       |
| 5                           | 182.0                   | +                   | 23.5                       |
| 7                           | 181.2                   | +                   | 23.5                       |

**Table 7.** Effect of 10°C-treatment on the fruit-body formation of *Flammulina velutipes*.

| Duration of treatment (day) | Fruit-body dry Wt. (mg) | Primordia formation | Days required for fruiting |
|-----------------------------|-------------------------|---------------------|----------------------------|
| 0                           | 177.1                   | +                   | 23.7                       |
| 1/4                         | 180.5                   | +                   | 23.0                       |
| 1/2                         | 187.3                   | ≡                   | 22.5                       |
| 1                           | 190.2                   | ≡                   | 22.0                       |
| 2                           | 195.2                   | ≡                   | 21.5                       |
| 3                           | 192.8                   | ≡                   | 22.0                       |
| 4                           | 183.5                   | +                   | 23.0                       |
| 5                           | 182.4                   | +                   | 23.5                       |
| 7                           | 179.8                   | +                   | 23.5                       |

4. 低溫處理의 影響

5, 10, 15°C의 各 溫度에서 1/4, 1/2, 1, 2, 3, 4, 5, 7일 間격으로 低溫處理하여 子實體形成을 檢討한 結果는 Table 6, 7, 8과 같다.

Table 6, 7, 8에서와 같이 5°C와 10°C로 處理하였을 때는 2일간 處理하였을 때가 子實體形成에 效果의이었고 子實體의 收量도 良好하였으며, 15°C 處理區에서 子實體形成이 가장 빨랐고 收量도 5°C와 10°C 處理보다 더 效果의이었다. 이는 Kinugawa와 Furukawa<sup>9)</sup>의 *Collybia velutipes*의 實驗에서 5°C와 10°C보다 15°C가 子實體形成에 더 效果의이고, 15°C에서 12時間, 5°C나 10°C에서 48時間 處理時 原基가 잘 形成된다는 보고와 일치하였다.

이러한 實驗結果로 볼때 子實體形成은 低溫處理에 의해서도 촉진되어짐을 알 수 있었다.

5. 培養時間의 影響

菌絲培養期間이 子實體形成에 미치는 影響을 檢討한 結果는 Table 9와 같다.

Table 9와 같이 7~10일간 培養하였을 때가 子實體形成期日도 빠르고 收率도 높았으며 이보다 培養期間이 짧거나 길면 原基形成期日이 늦어지는 경향이 있었고 子實體의 收量도 培養期間이 延長될수록 減少되었다.

이는 培養期間 延長에 의한 菌絲의 지나친 老化現象에 基因하는 것으로 推定된다.<sup>19)</sup>

Table 9. Relationship between the culture period and fruit-body formation of *Flammulina velutipes*.

| Culture period (days) | Fruit-body dry Wt. (mg) | Primordia formation | Days required for fruiting |
|-----------------------|-------------------------|---------------------|----------------------------|
| 4                     | 108.4                   | +                   | 25.0                       |
| 7                     | 196.6                   | ≡                   | 21.5                       |
| 10                    | 198.3                   | ≡                   | 21.0                       |
| 13                    | 173.5                   | ≡                   | 23.0                       |
| 16                    | 152.4                   | +                   | 24.5                       |
| 19                    | 97.9                    | +                   | 25.3                       |

要 約

合成培地에서 평나무버섯菌의 菌絲生育과 子實體形成에 대한 環境의 特性을 檢討하였다. 菌絲生育은 光照射에 의하여 沮害되었으나 子實體形成은 促進되었으며, 子實體形成을 위한 光의 最適照度는 100~1000lux이고, 이때의 照射時間은 매일 4~8시간이었다.

菌絲生育과 子實體形成의 最適溫度는 각각 25°C, 15°C이었으며 最適 pH 範圍는 각각 5.0~7.5, 5.0~6.0이었다. 低溫處理에 의한 子實體形成은 15°C에서는 12시간, 5°C와 19°C는 48시간이었으며, 15°C에서 더 効果的이었다. 菌絲는 7~10日間 培養했을 때가 子實體形成과 收率이 좋았다.

사 의

이 연구는 문교부의 교류교수 연구비 지원에 의하여 이루어졌으며 당국에 감사하는 바이다.

參考文獻

- 李應來: 버섯栽培. 華學社(1973).
- 金東秀: 韓國菌學會誌, 3, 1(1975).
- 朴容煥·高昇柱·金東秀: 시험연구보고서(농업기술연구소), 17, 103(1975).
- 洪載植: 韓國農化學會誌, 21, 150(1978).
- 岩出亥之助: 増補再訂キノコの培養法, 地球出版, p. 343, (1949).
- 禹洛植: 韓國菌實會誌, 10, 213(1972).
- Plunkett: Ann. Botany N.S., 17, 192(1953).
- Kinugawa, H. and H. Furukawa: Bot. Mag. Tokyo, 78, 240(1965).
- 洪載植·尹淑: 한국식품과학회지, 13, 233(1981).
- 洪載植·尹淑: 한국식품과학회지, 13, 255(1981).
- 尹貞求: 忠北大學 論文集, 4, 227(1971).
- 尹貞求: 忠北大學 論文集, 7, 35(1973).
- 尹貞求: 한국미생물학회지 12, 159(1974).
- Kinugawa K.: Trans. Mycol. Soci. Japan, 18, 353(1977).
- Lu, B.C.: Amer. J. Bot., 52, 432(1966).
- Kitamoto, Y., Takahasi, M. and Kasai, Z.: Amer. Plant & Cell Physiol., 9, 797(1968).
- 石川春彦, 志賀陽一, 藤原喬: 農電研究所所報, 5, 87(1964).
- 北本豊, 掘越孝雄, 鈴木彰: 蛋白質, 核酸, 酵素, 16, 267(1971).
- 北本豊, 葛西善三郎: 日本農藝化學會誌, 42, 260(1968).