

양송이 마이코곤病 (*Mycogone pernicios*a Magn.) 防除에 關한 研究

金光布. 石泳善. 申寬徹. 朴容煥

農業技術研究所

Studies on the Control of *Mycogone pernicios*a Magn. in Cultivated Mushroom (*Agaricus bisporus*(Lange) Sing)

G.P. Kim, Y.S. Seok, G.C. Shin and Y.H. Park

Institute of Agricultural Sciences, Suweon, Korea

Abstract

Benomyl has been used to control *Mycogone pernicios*a for several years, the reduced effect of Benomyl against *Mycogone pernicios*a has been reported here.

These experiments were carried out to substitute Benomyl with other chemicals. The isolates of *Mycogone pernicios*a those Benomyl tolerant are proved to be sensitive to Vitathiram, Difolatan, Ambam and RH-2161. However, these chemicals brought undesirable effects on the cultivation.

Basamid and Vapam are found not to be harmful to *Agaricus bisporus*' mycelial growth in casing soil, these chemicals were treated up to 100 ppm of concentration for 15 days in advance of use.

Although *Mycogone pernicios*a was tolerant to Benomyl, Basamid and Vapam were very effective and enabled it to produce higher levels of mushroom sporophores.

緒 言

우리나라의 양송이栽培歷史는 짧지만 短期間에 生産性은 크게 向上되었다. 그러나 病害虫으로 因한 被害는 每年 增加되고 있다. 양송이 栽培가 同一 栽培床에서 連作이 不可避하고, 各種 有害 微生物의 繁殖이 旺盛한 環境條件下에서 栽培되고 있다. 病害虫과 有害 微生物이 棲息繁殖 하기 쉬운 堆肥나 土壤을 使用하여 栽培를 하기 때문에 被害는 점점 增加추세에 있다. 우리나라에서 양송이 病原菌으로 因한 被害가 甚한 病으로서는 *Mycogone* 病을 들 수 있다. 本病은 *Mycogone Perniciosa* Magn.이라는 土壤性 傳染病菌에 依해서 發生된다.

數年前에는 一部 地域에서만 發病하였으나 지금은 其被害面積이 擴大되어 양송이 生産에 있어서 深刻한 沮害要因이 되고 있다. 本病의 藥劑防除研究로서는 Dithiocarbamate系 殺菌劑가 양송이 病原菌에만 選擇的으로 作用한다고 究明되었다(Newman 1969年, Wuest 1970年) Zineb(Zinc ethylene-bis-dithiocarbamate)와 Maneb (manganese ethylene-bis-dithiocarbamate)가 널리 使用되어 왔다.

그러나 이 病原菌의 이들 藥劑에 對한 抵抗性의 發生이 確認되었다(Fekete, 1965) 특히 Zineb는 製造所에 따라서 褐斑病菌의 孢子發芽抑制效果에 많은 差異가 있음이 報告(Holmes, 1971年)된바 있으며, 防除效果에 있어서도 滿足할 만한 結果를 얻기 어려워서 그 使用量이 크게 減少 되었다.

그 뒤 Mancozeb (Manganese-Zinc ethylenebis-dithiocarbamate)가 새로운 防除藥劑로 開發되어 널리 사용되었다. (Atkins, 1966年, Fekete, 1965年, Staron, 1964年). 國內에서는 Zineb와 Maneb 그리고 Mancozeb가 防除에 效果가 없는 것으로 알려져 있고 (Kim, 1975年) 그밖에 殺菌劑로서 效果가 큰 藥劑가 開發되지 못하였다. 그러나 一般植物 病害防除에 있어서는 1967年 以後 benzimidazole fungicide의 出現으로 (Delp 1968年, Staron, 1964年, 1966年, Weinke, 1969年) 藥劑防除에 新紀元을 이룩하게 되었고 Staron은 그 뒤 thiabendazole [2-(4-thiazolyl)-benzimidazole]가 藻菌類와 不完全菌類間에 選擇의 作用이 있음을 報告하였다. Benomyl [Methyl 1-(butylcarbamoyl)-2-benzimidazole carbamate]은 廣範한 菌類에 作用效果를 나타낼 수 있으나 不完全菌類의 淡色線菌科에 屬하는 菌類에는 銳敏하게 作用하는 選擇성이 있음이 밝혀진 바 있다(Delp, 1968年). Benzimidazole fungicide가 양송이 病害에 利用된 것은 benomyl을 褐斑病 防除에 (Wuest, 1970年) 사용한 以後부터 이며 多數의 研究者들에 의하여 benomyl와 thiabendazole가 洋松茸 病害防除에 效果가 있음을 밝혔다. Benomyl의 洋松茸 病原菌에 對한 防除效果는 研究者에 따라 藥劑處理量 및 使用方法을 달리하고 있고 Snel(1971年)가 試驗한 바 覆土에 benomyl을 10ppm으로 混合하였을때 마이코곤病을 完全防除하였다고 한다. 또 다른 研究者는 마이코곤病 防除에는 Benomyl을 覆土 1m²當 藥劑를 56g 混合使用하는 것이 더욱 效果의이라고 했으나 (Drakes, 1971年), 菌床에 直接撒布時에는 1.2g(a.i)/m² 收穫되기 前에 첫 灌水를 代身하여 1回 撒布하거나 800倍液 500ml/m²로 覆土 直後부터 10日 間隔으로 4回 撒布하는 것이 效果가 좋았다고 하였다(Holmes, 1971).

이와같이 Benomyl을 使用時에는 覆土에 混合하거나

覆土表面에 撒希하는 方法으로 Mycogone病的 完全 防除가 可能하였다. 國內(Kim, 1975)에서도 Benomyl이 紹介된 以來 Mycogone病은 손쉽게 完全防除가 이루어졌으나 最近에 3~4年 동안 Benomyl을 連用한 地域에서는 藥劑 使用量이나 撒布回數를 增加하여도 防除 效果가 激減되어 이제는 mycogone 病 防除에 새로운 問題點을 提起하고 있다.

이와같은 事實은 *Verticillium malthousei*에서 Benomyl을 連用한바 耐性이 發現하여 40~100倍 以上의 高濃度에서 만이 所期の 藥效가 있다고 하였으며(Lambert 1975, Paul 1974), 이같이 菌에서 耐性이 생기는 原因은 病原菌이 Ethyl Acetate를 分泌하여 藥效를 減少시킨다고 했고 (Clemens 1969 Lambert와 Wuest 1976) 등은 Benomyl에 耐性이 있는 菌株은 Zineb에 銳敏하게 應答하는 傾向이 있다고 한다 (Lambert, 1975). 그러나 이같은 試驗은 주로 *Verticillium malthousei*에 關하여 實施하였고 *Mycogone pernisiosa*에 關해서는 아직 밝혀진 바가 없다. 우리나라에서도 Mycogone病 防除時에 Benomyl의 藥效가 激減되는 傾向이고 地域에 따라서는 全然 效果가 없음을 볼 수 있어 이를 代替할 수 있는 새로운 藥劑의 使用이 切實히 要請되고 있다. 따라서 本試驗에서는 Mycogone病 被害를 甚히 받는 地域에서 菌株을 蒐集하여 各種 殺菌劑의 效果를 比較하고 耐性菌株에 對한 藥劑 防除法를 究明하고자 試圖하였다.

材料 및 方法

本 試驗에 供試된 菌株은 全國 23個 地域에서 蒐集된 菌株中 Benomyl에 耐性인 菌株과 Benomyl에 全然 接觸되지 않는 本 研究所 保存菌株을 比較 試驗하였으 며 供試藥劑는 다음과 같다.

Common names	Chemical nomenclature
1. Benlate 50% W.P.	○ Methyl-1-(butyl carbamoyl)-2-benzimidazole carbamate.
2. Ambam 48% Lq.	○ Di-Ammonium ethylene bis dithiocarbamate.
3. Difolatan 80% W.P.	○ N-Tetrachloro ethyl thiotetrahydrophthalimid.
4. RH 2161	○ —
5. Captan 50% W.P.	○ N-Trichloro methyl thio-4-cyclohexene-1, 2-dicarboximidie.
6. Vitathiram W.P.	○ 5,6-Dihydro-2-methyl-1, 4 Oxathiin-3-carboxanilide 37.5% + Tetramethyl thiram disulfide 37.5%
7. Basamid 85% W.P.	○ Dizomet 85% = 3.5-Dimethyltetra hydro 1, 3, 5, 2-H-thiadiazine-2-thione.
8. Vapam 32.7% Lq	○ Sodium methyl dithiocarbamate (anhydrous: 32.7%)
9. Formalin 90%	○ Formaldehyde.

1. 室內試驗

가) 阻止圈 試驗法(Zonal inhibition technique on petri dish Edgington 1971, Holmes 1971)

蒐集菌株中 Benomyl에 高度의 耐性이 發現되어 藥效가 없는 4個 菌株을 擇하여 本 研究所 保存菌株와 比較試驗하였으며 試驗法은 petri dish zonal inhibition technique法에 準하였다.

나) 土壤에서의 殺菌力 比較

土壤에서 供試病原菌의 殺菌力을 比較하기 爲하여 風乾된 土壤(壇壤土 3 : 砂壤土1)를 20 mesh 체로 쳐서 250ml Erlernmyer flask에 100g씩 넣고 15Lbs(121°C)에서 50分間 殺菌시켰다가 供試菌의 菌絲 및 孢子 懸濁液을 5ml씩 接種시킨後 28°C에서 24時間 培養시켰으며, 供試藥劑를 處理濃度別로 10ml씩 注入하고, 다시 flask를 흔들어 注入된 藥液이 고르게 浸透되도록 만든다음 28°C에서 48時間 經過後 土壤試料를 一定量씩 꺼내어 P.S.A 培地에 接種移植 한 後 28°C에서 72時間 培養하여 菌이 生長하도록 유도한 後 培養基 上에서 菌의 生存 與否를 判斷하였고, 處理別 8反覆으로 試驗하였다.

2. 栽培舍 試驗

室內에서 얻어진 結果를 確認하고 이들 藥劑가 양층이 收量에 미치는 影響을 調査하기 爲하여 供試藥劑中 室內에서 選拔된 것을 擇하여 土壤殺菌劑를 選擇하여 農村振興廳 標準洋松茸 栽培法에 準한 栽培를 實施하면서 處理區當(1.5m²) 100kg(水分 68%)의 밧질 堆肥를 넣고 505號 양층이 白色系統의 穀粒種菌 1200g을 栽植하여 23~25°C에서 14日間 維持後 覆土를 實施하였으며 藥劑는 다음과 같이 處理했다.

가) 菌床處理 藥劑: 土壤(壇壤土 3 : 砂壤土 1)을 80°C에서 60分間 蒸氣消毒하여 mycogone 供試菌株別로 P.S.A. 培地에 增殖시켜 孢子 및 菌絲를 均一하게

分注 接種하여 이튿날 覆土를 實施한後 즉시 供試藥劑를 600倍(成分量)로 稀釋하여 500cc/m²씩 噴霧撒布 하였다.

나) 土壤 殺菌劑 處理: 覆土 16日 前에 使用될 土壤을 나누어 Mycogone 菌株別로 接種한後 24時間 經過後 土壤에 Basamid, Vapam, Formalin을 各各 土壤 무게의 50ppm 濃度로 處理 하여 비닐로 5日間 被覆시켰다가 覆土를 퍼 놓고 10日 동안에 2回 뒤집어 주면서 殘存藥劑를 揮散 시킨後 水分을 調節하여 覆土를 하였다.

다) 土壤殺菌劑의 殘効性 調査

土壤殺菌劑를 土壤에 處理後에 殘効된 藥劑가 覆土에서 양층의 菌絲生長에 미치는 影響을 調査하기 爲하여 Basamid, Vapam, Formalin을 土壤에 100, 200, 300, 400ppm(成分量)濃度로 處理하고 密閉期間을 달리하여 즉 藥劑 處理後 즉시 5日後, 10日後, 15日後에 各各 試料를 採取하고, 양층이 菌絲生長이 完了된 堆肥위에 覆土하여 覆土層에 菌絲가 生長되는 程度를 測定하고 菌絲에 미치는 影響을 調査하였다.

結果 및 考察

1. Mycogone病 防除을 爲한 菌床處理 藥劑

가) 阻止圈 試驗法

阻止圈 試驗法으로 供試殺菌劑의 殺菌效果를 測定한 結果 表1 과 같이 Vitathiram, RH 2161, Ambam 등이 效果가 좋았으며 이들 藥劑는 Benomyl에 抵抗性인 耐性菌株에 對해서도 同一한 藥効를 나타 내었다. 그러나 Difolatan은 菌株間에 藥効差異가 생기는 現象을 볼수 있었으며 즉 2-2와 1-3菌株에는 强하게 作用 하지만 나머지 菌株에는 弱하게 作用 하였다.

Captan은 藥効가 제일 적게 나타나서 防除效果가 적은 것으로 判明 되었다

Table 1. Effect of fungicides on *mycogone perniciosa*

Isolate No.	Effect of Benomyl	Diameter of inhibition zone (mm.)				
		Vitathiram	Captan	Difolatan	Ambam	RH 2161
6-1 (MS)	(Sen.) +	53.0	24.0	33.5	45.0	40.0
3-1	(Tol.) -	69.5	33.0	31.5	49.0	49.5
2-2	(Tol.) -	69.5	33.5	43.5	37.5	43.0
1-3	(Tol.) -	59.5	28.5	43.0	46.0	49.0
1-5	(Tol.) -	60.0	30.0	39.0	46.5	53.5

+ sensitive
- Tolerant

나. 栽培舍內 試驗

室內에서 얻어진 結果를 確認하고 이들 藥劑가 Mycogone病 防除에 미치는 影響 즉 罹病率이나 버섯의 品質, 生産量等을 調査하기 爲해 Vitathiram, RH2161, Difolatan等을 選定하여 菌床에 直接撒布하여 試驗한 結果 그림 1에서와 같이 供試藥劑 모두 罹病率을 크게 減少시켰으며 특히 耐性이 發現된 菌株에도 Benomyl의 効果는 낮았지만 供試藥劑는 모두 效果를 크게 나타 내었으나 양송이 收量은 크게 減少되는 結果를 얻었다.

이 結果의 原因으로서는 覆土上에 藥劑處理時 菌絲生長을 抑制하는 現象을 볼수 있어 初發芽가 늦고 버섯 發芽數도 작아서 實體收量이 減少된 것이다. 이들 藥劑를 菌床에 直接 撒布할 時는 藥害가 컸었다. 따라서 앞으로 이들 藥劑를 使用할 時에는 覆土前에 撒布하여 藥害를 避할 수 있도록 하여야 한다.

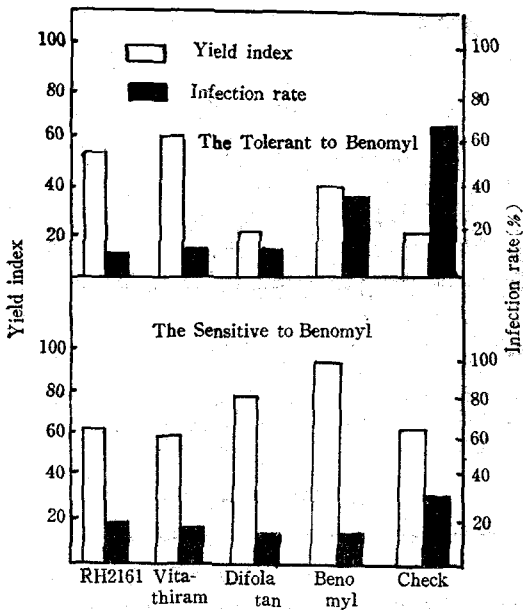


Fig. 1. Effect of fungicides on mycogone perniciosa invading Agaricus bisporus.

2. 土壤殺菌劑

가. 室內試驗

土壤殺菌劑를 擇하여 繁用藥劑인 Formalin과 比較하고 供試藥劑가 蒸氣消毒이나 Formalin 消毒에 代替利用할수 있는지 그 可能性을 檢討 하고자 室內에서 殺菌力을 測定한 結果 Vapam이나 Basamid는 Formalin 보다 40배 以上이나 強力한 殺菌力을 나타내었다(表 2)

Table 2. Effects of Vapam, Basamid and Formalin on Mycogone perniciosa in the soil.

Fungicides	Effect of Benomyl	Concentration (ppm)					
		0	5	50	100	200	400
Basamid*1)	Sen.*4)	+	+	-	-	-	-
	Tol.	+	+	-	-	-	-
Vapam*2)	Sen.	+	+	-	-	-	-
	Tol.	+	+	-	-	-	-
Formalin*3)	Sen.	+	+	+	+	±	-
	Tol.	+	+	+	+	±	-

*a) Sen : Sensitive strain to Benomyl
Tol : Tolerant strain to Benomyl

*1) Basamid : Dazomet 85% = 3,5-Dimethyltetrahydro-1,3,5,2-Hthiadiazine-2-thione.

*2) Vapam : Sodium methyl dithiocarbamate (Anhydrous) : 32.7%

*3) Formalin : Formaldehyde

土壤殺菌劑는 使用方法 特別히 藥劑 處理後 殘存된 藥劑를 揮散시켜야 藥害가 일어나지 않는바 이들 供試藥劑 處理時 藥劑 揮散期間別로 양송이 菌絲生長을 阻害하는 程度를 調査한 結果 藥劑處理 15日 後에는 Formalin은 32%의 藥害가 있으나 Vapam이나 Basamid는 藥害가 全然 나타나지 않았으며, 高濃度에서는 Basamid는

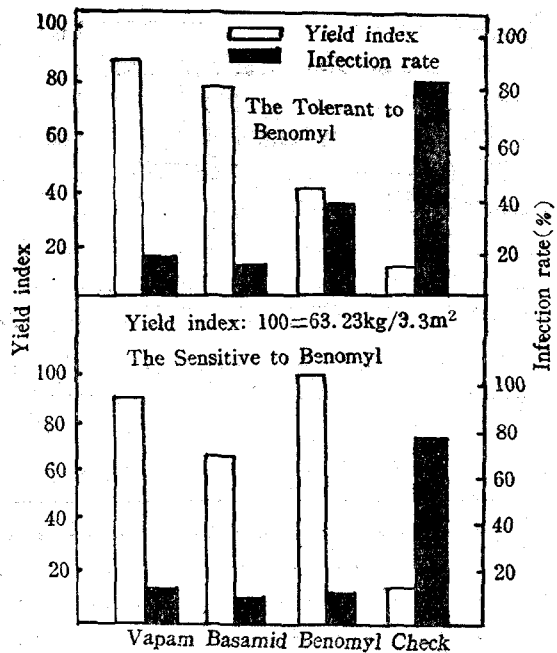


Fig. 2. Effect of Vapam, Basamid and Benomyl on Mycogone perniciosa invading Agaricus bisporus.

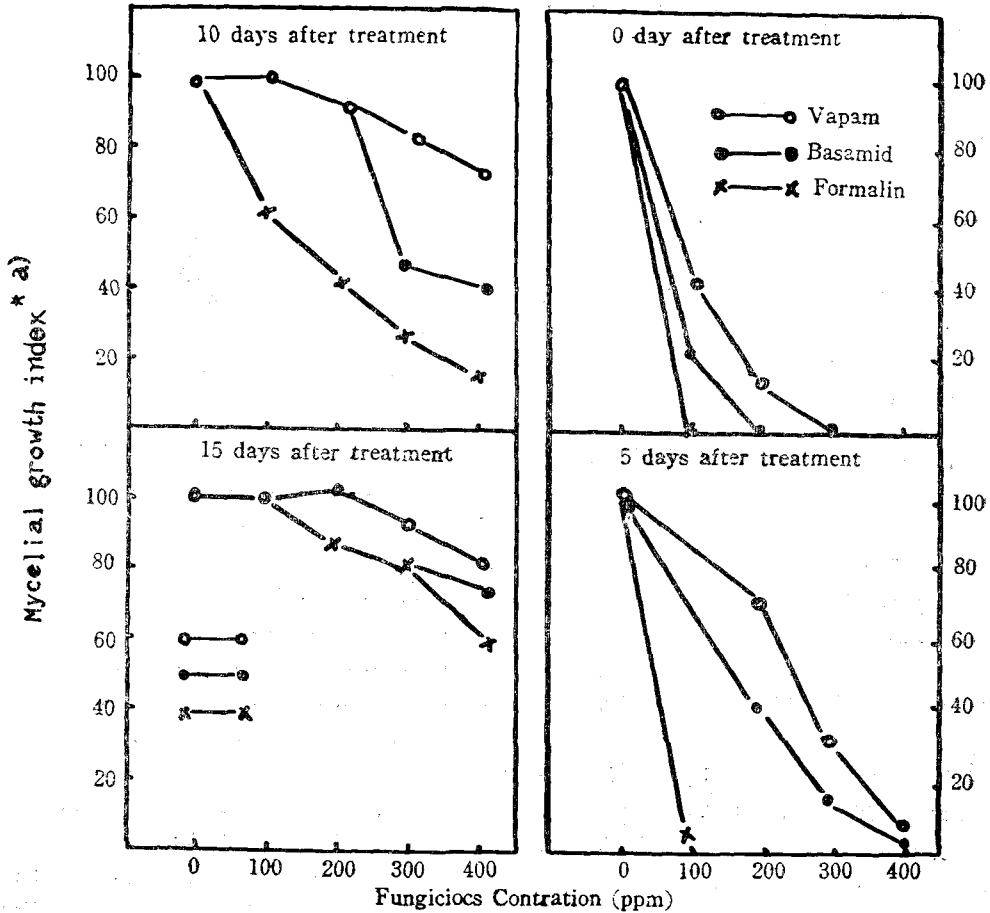


Fig. 3. Effect of fungicides on mycelial growth of *Agaricus bisporus* in casing soil
 *a) M.g. Index=development of treated mycelia/development of untreated mycelia

藥害를 유발하지만 Vapam은 藥害를 적게 發生시켰다
 따라서 土壤殺菌劑 中에서 Vapam과 Basamid는 양
 송이의 Mycogone病 防除을 위해 Formalin보다 優秀
 한 性能을 가진 것으로 생각된다. 그 가운데서 Vapam
 은 Basamid(보가 藥劑揮散이 잘되어 實際利用面에서
 보다 더 便利하다고 본다.

나. 栽培舍 試驗

지금까지 얻어진 結果를 土臺로 하여 Basamid와
 Vapam을 處理하여 覆土를 實施한後 mycogone病 罹病
 率과 양송이 子實體收量을 調査한바 그림 2에서와 같
 이 Benomyl에 耐性인 菌株에 의해서도 罹病率이 낮고
 收량이 높으며 藥害도 없었다. 따라서 앞으로 栽培者
 들은 蒸氣消毒이나 Formalin에 代替하여 供試藥劑를
 使用할 수 있겠으며, 특히 Benomyl에 耐性인 것에도
 本病의 防除에 使用할 수 있다는 結論을얻었다.

要 約

Mycogone病 防除時에 使用하는 Benomyl의 效果가
 減少되어 이에 代替 使用할 수 있는 藥劑를 찾기 爲해 本
 試驗을 遂行한 結果 다음과 같은 몇가지 結論을 얻었다.

1. Benomyl에 耐性인 mycogone病原菌株에 대한 防
 除藥劑로는 Vitathiram, RH2161, Difolatan 등이 效果
 가 있었으나 양송이 菌絲生長에 있어서 藥害를 유발한다.
2. Benomyl에 耐性인 病原菌株을 防除하는 藥劑로
 서는 Vapam과 Basamid등이 有効하였으며 이들은
 Formalin에 比하여 40배의 높은 殺菌效果가 있었다.
3. Basamid와 Vapam은 覆土에 100ppm濃度로 處理
 하여 15日後 使用하여도 藥害가 없었다.
4. Basamid나 Vapam은 Benomyl에 耐性인 菌株에
 서도 防除效果가 높았고 健全한 버섯의 收量도 많았다.

參 考 文 獻

1. Atkins F.C. (1966) : Mushroom growing today. Faber and Faber Limited, 24 Russell Square, London. pp. 134—136.
2. Clemens G.P. and H.D. Sisler (1969) : Formation of a Fungitoxic Derivative from Benlate. Phytopathology. **69** : 705—706.
3. Drakes, D., and J.T. Fletcher. (1971) : Experiment on the control of wet Bubble (*Mycogone perniciosa*) at Fairfield EHS. MGA. Bull. **259** : 300—301.
4. Delp G.J., and H.L. Klopping. (1968) : Performance attributes of a new fungicide and mite ovicide candidate. Plant Dis. Repr. **52** : 95—99.
5. Dough T.C., and C.H. Hung. (1971) : Studies on the bubble disease of cultivated mushroom. Jnl. Taiwan Agric. Res. **20**(3) : 54—65.
6. Edgington L.V. and K.L. Khew and G.L. Barron. (1971) : Fungitoxic spectrum of benzimidazole compounds. Phytopathology. **61** : 42—44.
7. Fekete K., and J. Kuhn. (1965) : Bekämpfung von *Verticillium* and *Mycogone*. Mushr. Sci. **6** : 495—505.
8. Hey. G.L. (1952) : Recent development in disease control. MGA. Bull. **27** : 79.
9. Holmes, J., H. Cole, Jr., and P.J. Wuest. (1971) : Control of the *Verticillium* disease of the cultivated mushroom, *Agaricus bisporus* with benomyl spray application to cased trays. Plant Dis. Repr. **55**(8) : 684—687.
10. Holmes, J. (1971) : Variability in commercial samples of zineb as indicated by their effect on spore germination of *Verticillium malthousei*. MGA Bull. **261** : 423—427.
11. Kneebone, L.R., and E. Merek. (1961) : Mushroom pathogens, weed moulds, indicator moulds and competitors. pp. 12—14.
12. Kim, G.P. (1975) : Fungitoxicity of Benomyl and BCM to Some Edible Fungi and Pathogenic Organism Causing Major Diseases of *Agaricus bisporus* (Lange) Sing. The research Reports of O.R.D. **17** : 137—147. Korea
13. Lamber, D.H. and P.J. Wuest. (1975) : Increased Sensitivity to Zineb for *verticillium malthousei*. Studies Tolerant to Benomyl. Phytopathology **65** : 637—638.
14. Lamber, D.H. and P.J. Wuest (1976) : Acid production a Possible Basis for Benomyl Tolerance in *Verticillium malthousei*. Phytopathology. **66** : 1144—1147.
15. Newman, R.H., and M. Savidge, B. Sc. (1969) : Mancozeb dust a break through in mushroom disease control. MGA. Bull. **232** : 161—162.
16. Paul J. Wuest, Herbert Cole, Jr., and Patricia L. Sanders. (1974) : Tolerance of *verticillium malthousei* to Benomyl. Phytopathology. **64** : 331
17. Sinden, J.W., and J.B. Yoder. (1949) : Effect of copper and certain dithiocabamate fungicides on the control of *Verticillium* spot and bubble of mushroom. Phytopathology **39** : 22 (Abstr.).
18. Sinden J.W., and E. Hauser. (1953) : Nature and control of three mildew diseases of mushrooms in America. Mushr. Sci. **2** : 177—190.
19. Snel, M. and J.T., Fletcher. (1971) : Benomyl and thiabendazole for the control of mushroom diseases. Plant Dis. Repr. **55**(2) : 120—12.
20. Staron, T., and C. Allard. (1964) : Propriétés antifongiques du 2-(*r* thiazolyl) benzimidazole du thiabendazole. Phytriatrie-Phytopharm. **13** : 163
21. Staron, T., C. Allard H. Darpoux, H. Grabowski, and A. Kollmann. (1966) : Persistance du thiabendazole dans les plants propriétés systemiques de ses sels at quelques données nouvelles sur son mode d'action. Phytatrie-Phytopharmacie **15** : 129—134.
22. Smith R.C. (1970) : Some experiences with *Verticillium*. MGA Bull. **250** : 445—449.
23. Source book of laboratory exercises in plant pathology. (1971) : W.H. Freemann and company, San Fransico and London. p. 290—292.
24. Weinke, K.E., J.J., Lauber, B.W. Greenwald and F.A. Preiser. (1969) : Thiabendazole, a new systemic fungicide. Proc. Brit. Insectic. Fungie. Conf., 5th. **2** : 340—346.
25. Wuest P.J., and H. Gole, Jr. (1970) : Effect of three fungicides on the growth of *Verticillium malthousei* and *Agaricus bisporus* isolates. Phytopathology. **60** : 1320 (Abstr.)
26. Zibimate-the new selective fungicide. (1952) : Mushroom news. **3**(7) : 144—145.