

느타리버섯의 Benomyl 抵抗性에 관한 研究

俞 晟 濬·申 寬 澈
忠南大學校 農科大學 農生物學科

Studies on the Benomyl Resistance of Oyster Mushroom (*Pleurotus* spp.)

Sung-Joon Yoo and Gwan-Chull Shin

Department of Agricultural Biology, College of Agriculture, Chungnam National
University, Daejeon 300-31, Korea

Abstract: The mycelial growth of some mushrooms was inhibited by benomyl treatment. The ED₅₀ of benomyl to that of *Pleurotus* spp., *Agaricus bisporus* and *Flammulina velutipes* was 25ppm, 50ppm and 200ppm, respectively, which indicates the former was the most sensitive to the fungicide. The mycelial growth of mushrooms growing on artificial media amended by benomyl was increased when they were cultured successively 5 times and 10 times on the media. The increasing rate of that of each mushroom was the highest at the concentration of ED₅₀ of benomyl. The mycelial growth of *P. ostreatus* was increased progressively as the number of successive culturing increased, while that of *P. florida* and *A. bisporus* was increased until they were cultured successively up to 5 times and 7 times, respectively, but they were decreased after that. Mutant sectors of mycelia were induced by successive treatment of benomyl. Mutant sectors of *P. ostreatus* appeared earlier than those of *P. florida* and all of them were induced earlier on the media of low concentration of benomyl than on that of high concentration. The mycelia of mutant sectors induced by benomyl treatment grow faster than those of mother colony treated with benomyl successively, but there was no difference in resistance against the fungicide between them. The increase of mycelial growth of the mushrooms culturing successively on media containing benomyl indicated that they might obtain the resistance against benomyl.

Keywords: Basidiomycete, *Pleurotus*, *Pleurotus ostreatus*, *P. florida*, *Agaricus bisporus*, *Flammulina velutipes*, Benomyl, Mycelial growth, Mutant sector.

느타리버섯(*Pleurotus ostreatus*)은 農家에서 널리 栽培되고 있는 主要 所得作目으로서 맛과 香氣가 韓國人의 嗜好에 알맞고 營養價値가 높아 需要는 每年 增加하고 있다. 느타리버섯은 1960年代까지는 濶葉樹의 原木을 使用하여 小規模로 栽培되어왔으나 벗짚 培地를 利用한 栽培法이 開發普及된 이래(朴 등 1975) 栽培面積이 急激히 擴大되어 都市近郊를 中心으로 農家副業 또는 專業形態의 栽培가 이루어지고 있다.

느타리버섯의 벗짚培地는 벗짚다발 또는 醱酵한 벗짚을 栽培舍에 入床한 다음 60°C에서 6時間 加熱消毒하여 製造하는데 培地의 消毒過程이 不完全하여 많은

有害菌類가 發生하여 느타리버섯의 菌絲生長을 沮害하고 子實體收量을 減少시킨다. 벗짚培地의 有害菌類는 加溫施設이 不良한 簡易栽培舍에서 많이 發生하고 栽培回數가 많은 老朽栽培舍와 氣溫이 높은 時期에 栽培할때 被害가 甚하여 우리나라의 農家栽培에 있어서 심각한 生産沮害要因으로 作用하고 있다.

버섯류의 病原菌 및 競合微生物에 대하여는 dithane 등 有機硫黃劑가 많이 使用되었으나 이들은 버섯菌의 生長에도 똑같이 큰 影響을 미쳐 甚한 藥害를 감소해야 했다. 그러나 1967年 Du Pont에서 開發한 benzimidazole은 대부분의 不完全菌類에는 탁월한 殺菌效果

가 있으나擔子菌類와藻菌類에는藥效가 적은殺菌選擇性을 갖고 있음이 밝혀지므로서(Edgington *et al.* 1971) 벼식재배에 사용할 수 있는殺菌劑로서 주목을 받게 되었다. Wuest 등 (1970)은 양송이의 *Mycogone perniciosa*, *Verticillium malthousei* 및 *Trichoderma* spp. 등 벼식病原菌에 대하여 benomyl이 매우 효과의임을 보고하였고 그후 benomyl의 우수성이 널리 인정되었다(Wuest 등 1973, Snel 등 1974). 우리나라에서도 benzimidazole系殺菌劑가 벼식類의病害防除에 효과의임이 金等(1975, 1979)에 의하여 確認되어 벼식재배農家에서 널리 사용되고 있다.

Benzimidazole系殺菌劑는連用時眞菌類에藥劑抵抗性을誘發하였고抵抗性의程度가他殺菌劑와比較할 수 없을 만큼 뚜렷한 것이어서 *Cercospora* spp., *Penicillium* spp., *Sclerotinia* spp., *Venturia inaequalis* 등에서 심각한 문제를 일으키게 되었다(Dekker 1976, Uesugi 1978).

Benzimidazole系殺菌劑는 DNA의合成을抑制하여細胞內에서의細胞質, 酵素, 細胞膜物質등의生産을靜止시키므로서殺菌作用을 나타낸다. 따라서 benzimidazole은特定菌類에만 특이적으로殺菌作用을 가지며 이特異性은 하나의效果의인 돌연변이이므로 DNA合成阻害 작용의消滅에 다른藥劑抵抗性을 유발할 수 있다(Dutsch 1973).

실제로 오이의노균병(*Erysiphe polygoni*)에 대하여 benomyl을撒布한 결과 1年內에藥劑抵抗性이發現되어防除效果가크게 감소하였다. 또한 세러리의 *Cercospora apii*, 사탕무우의 *C. beticola*, 그라디오러스의 *Fusarium oxysporum*, 오이의 *Sphaerotheca fuliginea*, 딸기의 *S. humuli*, 딸기의 *Verticillium dahliae* 등에서도 確認되었고 같은 benzimidazole系인 thiabendazole과 thiophanate-methyl에서도 연구되었다. Thiabendazole에 대한藥劑抵抗性은감귤을 침해하는 *Penicillium digitatum*, *P. italicum*에서, Thiophanate-methyl에 대한抵抗性은가지의 *Botrytis* spp., 감귤의 *Penicillium* spp., 딸기의 *Sphaeroteca humuli*, 사과와 *Venturia inaequalis* 등에서 確認되었다(Dekker 1976).

양송이의 경우에 있어서는 *Mycogone perniciosa*, *Verticillium malthousei*, *Dactylium dendroides*, *Trichoderma* spp., *Ostracoderma* spp. 등寄生菌 및有害競合微生物들에 benomyl의連用에 따른藥劑抵抗性이報告되었다(Edgington *et al.* 1971, Ercegorich *et al.* 1973).

느타리 벼식재배에서는 *Trichoderma* spp. *Rhizopus*

spp. *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp. 등菌類가發生하여菌絲生長 및子實體收量에 많은被害를 주고 있는데農家에서는이들을防除하기 위하여 benomyl을使用하여왔다. 느타리栽培솥에 있어서 benomyl의連用은有害菌類의藥劑抵抗性을誘發하였고 그에 따라藥劑의撒布濃度 및回數를 계속 증가시켜 왔으며 이로因하여多數의農家에서 느타리벼식에 benomyl의被害가發生하였다.

이와같이 benomyl은連用에 의한 벼식病原菌의抵抗性誘發과 함께食用벼식에藥害를誘發하는 것이 밝혀졌으나 느타리벼식의藥劑抵抗性에 관한體系의인研究는 없었으므로食用벼식의抵抗性發現與否 및抵抗性程度와時期를究明하여 느타리벼식栽培時效果의이고安全한 benomyl 使用方法的基礎를確立하고자本研究를實施하였다.

材料 및 方法

供試菌株 및 培地

本試驗에供試한菌株는農村振興廳菌耳科에서分讓받은 *Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus florida*, *Agaricus bisporus*, *Flammulina velutipes*를 사용하였다. 供試培地로는 PDA에 malt extract 5g을添加한 PDMA와堆肥抽出液培地를 사용하였다. 堆肥抽出液培地는 건조한 양송이 벼식堆肥 50g을 蒸溜水에 넣어 10分間 끓인 후 치스크로스로濾過하여 얻은 堆肥抽出液 1l에 dextrose 20g, malt extract 5g, agar 20g을 넣어 製造하였다.

供試藥劑

供試藥劑로는 benzimidazole系殺菌劑인 benomyl (Benlate 50% W.P.) [methyl-1-(butyl carbamoyl)-2-benzimidazole carbamate], thiabendazole [2-(4'-thiazolyl)-benzimidazole], thiophanate-methyl [1,2-bis(3-methoxy carbonyl-2-thioureido benzene)] 그리고 Myco 水和劑[2-(methoxy carbonyl amino)-benzimidazole]를 사용하였다.

處理方法

殺菌된 蒸溜水에 benomyl을 稀釋하여 벼식種類別로 benomyl 處理水準을 달리하여 實驗하였다. 本實驗에서는 9cm petri 접시에 아래의藥劑稀釋液을 各各 0.4ml 씩 분주하여藥劑處理濃度を調節하였다. 벼식種類別 benomyl 處理水準은 느타리벼식의 경우 25ppm, 50ppm, 100ppm, 200ppm, 400ppm, 양송이의 경우 12.5ppm, 25ppm, 50ppm, 100ppm, 팽이벼식의 경우 50ppm, 100ppm, 200ppm, 400ppm, 600ppm 등이었다.

菌의 接種 및 生長調查

Benomyl 處理濃度別로 느타리버섯과 양송이는 10세대까지 팽이버섯은 5세대까지 繼代培養하면서 느타리버섯과 팽이버섯은 培養 4日째부터 菌叢直徑을 매일 測定하였고 양송이는 培養 7日째부터 이틀 간격으로 測定하면서 菌絲의 生長을 比較 調査하였다.

한편 느타리는 10세대까지 繼代培養中 藥處理濃度別로 mutant sector의 出現을 調査하였다.

또한 느타리의 경우 各處理 濃度別 培地에서 生長한 정상적인 집락으로부터 出現한 mutant sector의 安定性을 檢定하기 위해 各各의 藥劑농도별 培地에 normal 菌絲와 mutant 菌絲를 接種하여 9日間 培養하면서 菌叢直徑을 測定하여 後代生長을 比較하였다.

結果 및 考察

느타리버섯, 팽이버섯, 양송이등 三種의 食用버섯菌에 benomyl을 濃度別로 處理한 培地에서 菌絲生長을 調査한 結果는 Fig. 1과 같았다.

Fig. 1에서 菌絲生長을 50% 억제시키는 benomyl의

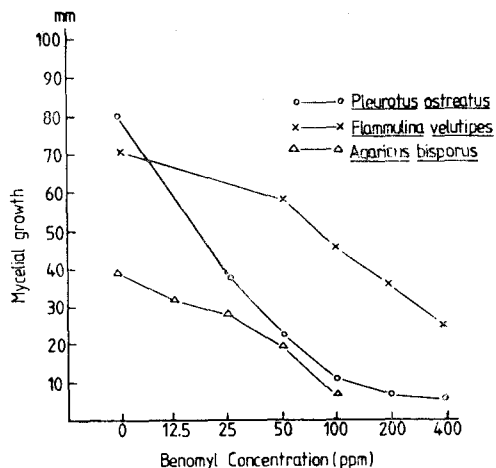


Fig. 1. The mycelial growth of *Pleurotus ostreatus*, *Agaricus bisporus* and *Flammulina velutipes* on media containing different concentrations of benomyl for 9 days.

濃度인 ED₅₀으로 比較하면 느타리의 경우는 25ppm으로서 藥劑에 銳敏한 反應을 나타낸 반면 팽이버섯은 ED₅₀이 200ppm으로서 benomyl에 強하였으며 양송이는

Table I. The mycelial growth of some cultivated mushrooms successively cultured on PDMA containing different concentrations of benomyl.

Mushroom	Concentrations of benomyl(ppm)	Colony diameters(mm) cultured successively			Increasing rate of mycelial growth ^{a)}	
		1st	5th	10th	A	B
<i>Agaricus bisporus</i>	Control ^{b)}	55.0	56.0	59.0	0	0
	12.5	44.0	56.0	55.8	25.5	19.5
	25	37.0	58.0	44.0	55.0	11.6
	50	25.5	26.0	33.0	0.2	22.1
<i>Pleurotus ostreatus</i>	Control	72.8	72.3	80.3	0	0
	25	35.0	49.2	58.4	41.3	54.6
	50	18.6	21.0	24.7	13.6	22.5
	100	9.0	11.2	12.4	25.1	27.5
<i>Pleurotus florida</i>	Control	74.0	74.0	80.0	0	0
	25	41.6	49.8	40.4	19.3	-11.0
	50	20.3	26.7	21.4	31.5	-2.7
	100	7.6	9.3	8.1	22.4	-1.5
<i>Flammulina velutipes</i>	Control	65.0	65.0	—	0	—
	50	55.0	60.5	—	10.0	—
	100	41.5	50.0	—	20.5	—
	200	33.0	41.8	—	26.7	—

a) A = 5th/1th × 100 Increasing rate of control

B = 10th/1th × 100 Increasing rate of control

b) Control means benomyl was not added.

ED₅₀이 50ppm으로 中間 程度의 反應을 나타내었다. Fig. 1에서 느타리버섯과 팽이버섯菌은 菌絲生長이 신속하나 양송이菌은 菌絲生長이 늦은 편이기 때문에 benomyl 濃度別 菌叢生長量은 적게 표시되어 있다. 즉 人工培地에서의 菌絲의 生長速度와 benomyl의 ED₅₀濃度와는 關係가 없었다.

느타리버섯, 사철 느타리버섯, 양송이 그리고 팽이버섯 등 4種의 버섯에 benomyl을 濃度別로 添加한 培地에 1世代에서 10世代까지 繼代培養하여 世代別 增加率을 5世代는 $A=5th/1st \times 100$ —無處理增加率로 10世代는 $B=10th/1st \times 100$ —無處理增加率로 계산한 結果는 Table I과 같다.

Table I에서 보던 양송이의 경우 5世代까지는 benomyl 25ppm區에서 生長增加가 가장 컸고 12.5ppm區에서도 뚜렷한 增加를 보였으나 ED₅₀인 50ppm區에서는 生長에 差異를 보이지 않았다. 그러나 10世代의 경우에 있어서는 ED₅₀인 50ppm에서 生長增加가 뚜렷하였던 반면 12.5 및 25ppm區는 5世代때보다 生長이 減少하는 現象을 보였다. 느타리의 경우 benomyl의 ED₅₀ 25ppm인區에서는 5世代때 41.3, 10世代때 54.6%의 生長增加를 보여 다른 處理濃度에서보다 增加率이 현저하였으며 50 및 100ppm區에서도 生長이 增加함을 確認할 수 있었다. 사철느타리의 경우는 5世代때는 benomyl의 連續處理에 의하여 18~22%의 生長增加를 보였으나 10世代때는 1回處理時보다도 生長이 不良하여 5世代와 10世代사이에 藥劑에 대한 感受性이 增加하였음을 나타내었다. 팽이버섯은 benomyl의 處理濃度가 增加할수록 5世代의 菌絲生長 增加率도 ED₅₀인 200ppm에서 가장 높은 增加率을 보였다.

供試한 三種의 食用버섯菌을 benomyl을 濃度別로 處理한 培地에 1世代에서 10世代까지 繼代培養하여 繼代

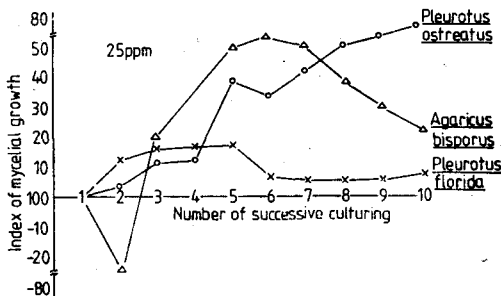


Fig. 2. Changes of the mycelial growth of three mushrooms successively cultured on media containing 25ppm benomyl. Index 100 indicates the mycelial growth at the first benomyl treatment.

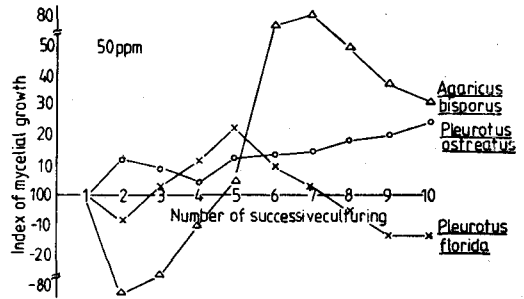


Fig. 3. Changes of the mycelial growth of three mushrooms successively cultured on media containing 50ppm benomyl. Index 100 indicates the mycelial growth at the first benomyl treatment.

別 菌絲生長의 變化를 調査하였다. Fig. 2는 供試버섯菌이 benomyl을 25ppm 含有한 培地에서 1世代때 차란 菌絲生長量을 指數 100으로 하여 比較한 結果이며 그림 3은 50ppm 處理區에 있어서의 世代別 菌絲生長을 比較한 結果이다.

Fig. 2에서 보는 바와 같이 느타리는 1世代에서 10世代까지 菌絲生長이 꾸준히 증가하였으나 사철느타리는 5世代까지는 菌絲生長이 점차 增加하여 18%까지 증가하다가 5世代를 起點으로 減少하는 傾向이어서 느타리와는 큰 차이가 있었다. Benomyl 50ppm培地上에서의 菌絲生長 變化도 25ppm과 비슷한 경향을 나타내었다. 느타리의 경우 10世代까지 菌絲生長이 계속 增加하였으나 사철느타리의 경우는 5世代까지는 菌絲生長이 증가하는 趨勢를 나타내다가 그 이후 급격히 떨어져 7世代이후는 1世代보다 生長이 抑制되는 것을 알 수 있었다(Fig. 3).

Benomyl 50ppm 處理時 느타리의 2世代때 菌絲生長이 減少한 것은 1世代에서 藥劑處理한 菌絲를 接種源으로 使用하여 繼代培養하였기 때문에 菌絲의 活力이 일시 감소한데 기인한 것으로 생각된다. 양송이는 2世代에서 菌絲生長이 일시 떨어졌다가 그후 계속 증가하고 7世代이후 10世代까지 점차로 減少하는 趨勢를 나타내었다. 2世代에서 일시 生長이 떨어진 것은 25ppm 培地에서 生長이 抑制된 1世代의 菌絲를 2世代의 接種源으로 使用하여 繼代培養하므로서 菌絲의 活力이 일시 떨어진데 기인한 것으로 생각된다. Benomyl 50ppm 處理時 2,3代도 마찬가지이다. 繼代別 菌絲生長은 benomyl 50ppm 處理의 경우에도 25ppm 處理時와 類似한 結果를 보였다.

Benomyl은 細胞分裂時 DNA의 特定 nucleotide 合成

Table II. Occurrence of mutant sector from the colony of *Pleurotus* spp. successively cultured on PDMA containing different concentrations of benomyl.

Mushroom	Concentrations of benomyl(ppm)	Number of successive culturing									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>P. ostreatus</i>	25					+	+	+	+	+	+
	50							+	+	+	+
	100									+	+
	200										+
<i>P. florida</i>	25								+	+	+
	50									+	+
	100									+	+
	200									+	+

+ : Sector appeared

代謝를 沮害하는 作用을 하며 따라서 極小數의 nucleotide에 變異가 있어도 benomyl에 對한 藥劑抵抗性이 發現되는 것으로 알려져 있으므로 benomyl을 濃度別로 處理하여 10世代까지 繼代培養하면서 mutant sector의 出現을 調査하였다(Table II).

Table II에서 보면 二種의 느타리버섯菌叢에서 benomyl 含有培地에서 正常菌絲보다 生長이 顯著하게 빠른 mutant sector가 出現하였는데 sector의 出現時期는 느타리버섯의 種類에 따라 그리고 benomyl의 處理濃度에 따라 差異가 있었다. 느타리의 경우 benomyl 25ppm 區에서는 5世代에서, 50ppm에서는 7世代, 100ppm에서는 9世代, 200ppm에서는 10世代에 mutant sector가 出現하여 benomyl의 濃도가 높을수록 sector 出現時期가 늦어지는 경향이였다.

사철느타리는 25ppm은 8世代이후에 50ppm, 100ppm, 200ppm에서는 9世代이후에 出現하였다. 사철느타리는 느타리보다 mutant sector의 出現이 늦고 頻度も 낮아서 benomyl에 대한 抵抗性의 發現이 잘 되지 않음을 알 수가 있었다. 양송이의 경우는 3世代에 抵抗性 sector가 出現하여 느타리버섯菌보다 benomyl에 대한 抵抗性이 아주 쉽게 얻어짐을 觀察할 수 있었다.

느타리 및 사철느타리를 benomyl 含有培地에서 繼代培養하여 出現한 mutant sector와 그 mutant sector가 出現하였던 母菌叢(normal colony)의 生長特性을 調査하였다.

Table III은 benomyl 200ppm 處理區에서 9世代에 出現한 mutant sector와 normal colony의 菌叢直徑을 測定한 結果이다.

Table III에서 느타리의 母菌叢은 16mm인데 비하여 그로부터 發生한 mutant sector는 35mm로서 菌絲生長

Table III. Comparisons of mycelial growth between the normal colony and the mutant sector of *Pleurotus* spp. appeared 9th successive culture on PDMA containing 200ppm of benomyl.

Mushroom	Colony diameter(mm)		
	Normal colony	Mutant sector	B/A×100
<i>Pleurotus ostreatus</i>	16mm	35mm	218.7
<i>Pleurotus florida</i>	18	24	133.3

速度가 2배이상 빨랐고 사철느타리의 경우는 mutant sector의 菌絲生長 速度가 normal colony 보다 33% 빨랐다. Mutant sector에 관한 여러 實驗에서 觀察한 바 normal colony와 mutant sector와의 生長比率는 항상 일정한 것이 아니었고 出現世代, benomyl 濃度, 出現後의 世代經過에 따라 差異가 있었다. 즉 Table III은 生長速度를 比較한 例일 뿐이다.

Benomyl 含有培地에서 繼代培養하여 菌絲生長의 增加를 보이고 있는 느타리의 normal colony와 이 normal colony로부터 benomyl에 의해 誘發된 mutant sector를 50ppm과 100ppm이 含有된 培地에 接種하여 Benomyl benomyl에 대한 抵抗性을 檢定하였다(Table IV).

Table IV에서 菌絲生長은 mutant sector가 모든 處理에서 normal colony보다 뚜렷한 增加를 보였으나 生長增加率은 50ppm 및 100ppm 添加區 모두 無處理와 差異가 없었다. 이 結果는 mutant sector는 normal colony 보다 菌絲生長은 빠르나 benomyl 抵抗性은 差異가 없음을 나타내는 것이다. 즉 mutant sector만이 benomyl 抵抗性을 가진 것이 아니고 normal colony도

Table IV. Mycelial growth of the progenies from the normal colony and the mutant sector of *P. ostreatus*.

Progeny of	Colony diam. at different conc. of benomyl		
	Control	50ppm	100ppm
Normal colony(A)	67.9mm	13.6mm	10.6mm
Mutant sector(B)	80.9	15.1	12.2
B/A×100	119.1%	114.1%	115.2%

benomyl 함유培地에 繼代培養하는 동안 benomyl 抵抗性を 獲得하였던 것으로 생각된다. Table I과 Fig. 2 및 Fig. 3에서 보는 바와 같은 benomyl 培地에서의 繼代培養에 따른 버섯菌의 生長增加는 benomyl 抵抗性的 誘發에 기인한 것으로 추정할 수 있다.

Benomyl에 依하여 誘發된 느타리의 benomyl 抵抗性 菌株가 다른 benzimidazole系 殺菌劑에 對하여 交叉抵抗性を 보이는지를 確認하기 위하여 thiabendazole, thiophanate methyl 및 Myco를 材料로 實驗한 結果는 Table V와 같다.

Table V에서 느타리의 benomyl 抵抗性 菌株를 benzimidazole系 殺菌劑를 함유한 培地에 接種하였을때

Table V. Response of the benomyl-resistant mycelium to benzimidazole fungicides.

Fungicide	Concentrations of chemicals (ppm)	Mycelial growth		A/B×100
		BR(A) ^{a)}	BS(B) ^{b)}	
Thiabendazole	100	18	13.5	133
	200	17.3	13	133
	400	15.6	11	142.8
	800	13	7.3	178
Thiophanate methyl	100	35.3	28.7	123
	200	32.7	23.3	140
	400	28	21.3	131
	800	14.7	14.5	101
Myco ^{c)}	100	46.7	37	126
	200	45	37	122
	400	45	35.7	126
	800	34	29	177
Control		65	56.5	115

a) BR (A)=Benomyl-resistant mycelium

b) BS (B)=Benomyl-sensitive mycelium

c) Myco=2-(methoxy carbonyl amino) benzimidazole

benomyl 感受性 菌株보다 菌絲生長이 增加하여 이 약제들에 交叉抵抗性を 가지고 있음이 밝혀졌다.

藥劑別로 보면 thiabendazole의 경우는 약제의 濃度を 增加시킬때 感受性 菌絲는 甚한 生長阻害가 일어나나 抵抗性 菌株는 菌絲生長이 약간 減少하여 強한 抵抗性を 보였다.

Thiophanate-methyl과 Myco의 경우는 400ppm까지는 抵抗性を 보였고 800ppm區에서는 菌絲生長이 다소 減少하는 경향이었으나 交叉抵抗性を 認定할 수 있었다.

摘 要

1. Benomyl은 버섯類의 菌絲生長을 抑制하였는데 ED₅₀은 *Pleurotus* spp. 25ppm, *Agaricus bisporus* 50ppm, *Flammulina velutipes* 200ppm으로서 *Pleurotus* spp.가 benomyl에 대하여 感受性이 가장 높았다.

2. Benomyl 함유培地에서 繼代培養할 때 5世代 및 10世代에는 1世代보다 菌絲生長이 增加하였고 生長增加率은 각 버섯菌의 benomyl ED₅₀濃度에서 가장 높았다.

3. Benomyl 處理 培地에서의 繼代別 菌絲生長은 菌의 種類에 따라 달라서 *P. florida*는 5世代, *Agaricus bisporus*는 7代까지는 菌絲生長이 增加하다가 그후 減少하는 傾向이었다.

4. Benomyl의 繼續處理는 mutant sector의 發生을 誘起하였는데 sector의 出現은 benomyl의 處理濃度가 낮을때 빨랐으며 *P. ostreatus*가 *P. florida* 보다 빨랐다.

5. Benomyl에 의해 誘起된 mutant sector는 藥劑에 繼續處理된 母 colony 보다 菌絲生長이 빨랐으나 benomyl에 대한 抵抗性에는 差異가 없었다. benomyl 함유培地에서 繼代培養時 正常 colony에서 보인 菌絲生長의 增加는 藥劑抵抗性에 起因하는 것이었다.

文 獻

Bartel, J. and MacNeill, B.H. (1969): The response of several mutants of *Fusarium* to benomyl and related fungicide. *Phytopatology* 60:571.

Clemons, G.P. and Sisler, H.D. (1969): Formation of a fungitoxic derivative from Benlate. *Phytopathology* 69:705-706.

Dekker, J. (1976): Acquired resistance to fungicides.

- Ann. Rev. Phytopathology* 14:405-428.
- Dekker, J. (1977): Resistance. Page 176-197 in *Systemic Fungicides*. R.W., Marsh, ed Longman. London. 401pp
- Dutsch, G.A. (1973): *Mode of action and resistance problems of fungicides used in mushroom growing*. Edgington, L.V., Khew, K.L. and Barron, G.L. (1971): Fungitoxic spectrum of benzimidazole compounds. *Phytopathology* 61:42-44.
- Ercegorich, C.D. Wuest, P.J. and Cole, H., Jr. (1973): Further information on controlling *Verticillium* disease of mushrooms and benomyl residue associated with control treatments. *Mushroom News*.
- Gandy, G.W. and Atkins, P. (1972): The use of benomyl (benlate) in commercial mushroom production. *MGA Bull.* 272:348-352.
- Gandy, D.G. (1972): Experiments on the use of benomyl (benlate) against *Verticillium*. *MGA Bull.* 257:348-352.
- Georgopoulos, S.G. (1977): Development of fungal resistance to fungicides. in *Antifungal Compounds* Vol. 2. Siegel, M.R. and H.D. Sisler. New York.
- Janice, B.S. and MacNeill, B.H. (1971): A compounds of the mode of action of three benzimidazoles. *Phytopathology* 61:816-819.
- Jones, A.L. and Ehret, G.R. (1980): Resistance of *Coccomyces hiemalia* to benzimidazole fungicides. *Plant Dis.* 64:767-769.
- Kinrus, A. (1973). To keep you informed the proper use of benlate. *Mushroom News* 21:3-7.
- Lambert, D.H. and Wuest, P.J. (1976). Acid production: a possible basis for benomyl tolerance in *Verticillium dahliae* to benomyl. *Phytopathology* 64:331-334.
- Leben, C., Boone, D.M. and Keitt, G.W. (1955): *Venturia inaequalis* (CKE.) Wint. IX. Search for mutants resistant to fungicides. *Phytopathology* 45: 467-472.
- Maude, R.B. and Humpherson-Jones, F.M. (1980): The effect of iprodione on the seed-borne phase of *Alternaria brassicicola*. *Ann. Appl. Biol.* 95:321-327.
- Partridge, A.D. and Rich, A.E. (1962): Induced tolerance to fungicides in three species of fungi. *Phytopathology* 52:1000-1003.
- Peake, R. (1972): Benlate-the fungicide for mushrooms. *MGA Bull.* 267:127-129.
- Pepin, H.S. and MacPherson, E.A. (1982): Strains of *Botrytis cinerea* resistant to benomyl and captan in the field. *Plant Dis.* 60:404-405.
- Peterson, C.A. and Edginton, L.V. (1970): Transport of the systemic fungicide, benomyl, in bean plants. *Phytopathology* 60:475-478.
- Peterson, C.A. and Edginton, L.V. (1970): Transport of benomyl into various plants organs. *Phytopathology* 61:91-92.
- Pearson, R.C. and Taschenberg, E.F. (1980): Benomyl-resistant strains *Uncinula necator* on grape. *Plant Dis.* 64:677-680.
- Polach, F.G. and Molin, W.T. (1975): Benzimidazole-resistant mutant derived from a single ascospore culture of *Botryotinia fuckeliana*. *Phytopathology* 65:902-904.
- Snel, M. and Fletcher, J.T. (1974): Benomyl and thiabendazole for the control of mushroom diseases. *Plant Dis. Repr.* 55:120-121.
- Uesugi, Y. (1978): Resistance of fungi to fungicides. *Recent Advances in Phytopathological Chemistry*. Page: 211-220.
- Whiteside, J.O. (1980): Tolerance of *Mycosphaerella citri* to benomyl in Florida citrus grove. *Plant Dis.* 64:300-302.
- Wuest, P.J. (1973): Benlate-Miracle drug of fraud. *Mushroom News* 21:8-16.
- Wuest, P.J. and Cole, H. Jr. (1970). Effect of three fungicides on the growth of *Verticillium dahliae* and *Agaricus bisporus* isolates. *Phytopathology* 60: 1320 (Abster.)
- Wuest, P.J., Cole, H., Jr. and Sanders, P.L. (1973): Tolerance of *Verticillium* to benomyl. *Phytopathology* 64:331-334.
- 金光布 (1975): 殺菌劑 Benomyl과 ACM이 양송이 主要病菌 및 食用버섯에 미치는 影響. 農試報告 17輯: 137-147.
- 金光布, 申寬澈, 朴容煥 (1979): 殺菌劑 Benomyl에 依한 양송이 마이코곤菌 (*Mycogone perniciosa* Magn.)의 耐性發現에 關한 研究. 農試報告 21輯(土肥作保菌耳) 33-38.

- 朴容煥, 高昇柱, 金東秀 (1975): 벗짚을 利用한 느타리버섯栽培에 關한 研究. 第1報. 培地材料에 關한 試驗. 農試報告 17輯: 103-107.
- 정환채, 박용환, 김양섭 (1981): 느타리버섯 系統別 特性에 關한 基礎 調査. *Kor. J. Mycol.* 9, 129-132.

<Received January 30, 1984>