14288

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษปริญญาโท

SPECIAL PROBLEM

เรื่อง

การทดสอบใช้ยาเชื้อคีโตเมี่ยมของมะเขือเทศโดยชีววิธีในสาธารณรัฐประชาชนจีน

Evaluation of Ketomium® Mycofungicides for biological control of tomato in P.R. China

ปก.
ห 2841
ส 841

โดย

นางสาวนพรัตน์ จินดาวงษ์

NOPPARAT JINDAWONG

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 93815
วัน เดือน ปี 12 Jun 2003

สาขาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบัง

พ.ศ. 2541

Plant Pest Management, Graduate School, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, 1998

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

The special problem attached hereto, entitled "Evaluation of Ketomium® Mycofungicides for biological control of tomato in P.R. China", prepared and submitted by NOPPARAT JINDAWONG, in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science (Plant Pest Management Technology), specializing in Microbial Biotechnology is hereby accepted.

Kasem Soytong

DR. KASEM SOYTONG

Associate Professor of KMITL, Thailand

Visiting Professor of HIT, P.R. China

Accepted as partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science (Plant Pest Management Technology).

DR. WARADEJ CHANTARASORN

Associate Professor, Departmental Head

14/12/98

(date signed)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title : **Evaluation of Ketomium® mycofungicides for biological control of tomato wilt in P.R. China**

By : **Ms. Nopparat Jindawong**

Degree : **Master of Science (Plant Pest Management Technology)**

Major Field : **Plant Pest Management Technology**

Advisory Committee : Kasem Soytong .

(Assoc. Prof. Dr. Kasem Soytong)

Abstract

Ketomium® mycofungicides in pellet and powder formulation with produced from *Chaetomium globosum (CG), Ch. cupreum (CC)* and *Ch. globosum+Ch. cupreum (CG+CC)* were evaluated for biological control of tomato wilt caused by *Fusarium oxysporum*f.sp. *lycopersici.* Bi-culture-test showed Ketomium® mycofungicides in pellet form revealed that CG, CC and CG+CC could inhibit mycelium growth of *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici* which the percent inhibition of radial growth were 84.61, 73.23 and 84.28, respectively. However, in powder form showed that the Ketomium® could also inhibit the mycelium growth of the tested pathogen.

In pot experiment, it was showed that the Ketomium® mycofungicide both in pellet and powder forms could significantly reduce the incidence of tomato wilt at the application rate of 0.3, 0.5 and 1 g. It concluded that the higher rate of application gave significantly better in disease control than the lower rate of application . Moreover, It was observed that the Ketomium® mycofungicide treatment in both formulations gave a better plant stands than the non-treated one. It was further noted that population of the pathogen reduced in Ketomium® mycofungicide treatments but increased in the control.

It is recommended that the Ketomium® mycofungicide in both formulations that has been developed and tested the potent to control tomato wilt cause by *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* in Guilin, P.R. China gave a good results in reducing the incidence of tomato wilt. But evaluation in the field trials is being investigated in ecological climates.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Acknowledgements

I would like to express my sincerely thanks to Dr. Kasem Soytong (KMITL) and Prof. Yang Qian (Harbin Institute of Technology, P.R. China) Advisory Committee for his invaluable suggestions, recommendations and comments. My sincerely thanks is also directly to Mr. Liang Ya Xi for his kindly offering the research grant, travel grant, accommodation and all facilities for research work , and Mr. Chong Kean Yeng and Mr. Rattichai Boonrod for constantly supportive to me. Thanks also conveyed to all research staff in laboratory at Guangxi Linchuang District Green Harvest Compound Fertilizer Factory, Guilin, P.R. China.

Nopparat Jindawong

Ms. Nopparat Jindawong

August 1998

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CONTENTS

ABSTRACT	1
ACKNOWLEDGEMENT	2
TABLES	4
FIGURES	5
INTRODUCTION	8
OBJECTIVES	9
REVIEW LITERATURE	10
MATERIALS AND METHODS	12
RESULT	15
DISCUSSION	47
REFERENCES	49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TABLE OF CONTENTS

Table 1	Bi-culture antagonistic test between Ketomium® mycofungicide in pellet form and *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*	23
Table 2	Bi-culture antagonistic test between Ketomium® mycofungicide powder form and *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*	28
Table 3	Disease level after inoculation *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* in 30 days	32
Table 4	Plant growth parameters and disease incidence of tomato wilt caused by *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* after applying Ketomium® mycofungicides in pot experiment	41
Table 5	Population of pathogen inoculum before and after applying Ketomium® in pot experiment for 30 days	42
Table 6	Percentage of propagule survival in pellet form of Ketomium® mycofungicides	44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TABLE OF CONTENTS

Table 1	Bi-culture antagonistic test between Ketomium® mycofungicide in pellet form and *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*	23
Table 2	Bi-culture antagonistic test between Ketomium® mycofungicide powder form and *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*	28
Table 3	Disease level after inoculation *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* in 30 days	32
Table 4	Plant growth parameters and disease incidence of tomato wilt caused by *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* after applying Ketomium® mycofungicides in pot experiment	41
Table 5	Population of pathogen inoculum before and after applying Ketomium® in pot experiment for 30 days	42
Table 6	Percentage of propagule survival in pellet form of Ketomium® mycofungicides	44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FIGURE OF CONTENTS

Figure 1. *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* isolated from tomato fruit 15

Figure 2. Colony characteristic of *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* on PDA 16

Figure 3. Chlamydospores of *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* 16

Figure 4. Morphology of *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* 17

Figure 5. Colony characteristic of *Chaetomium cupreum* 18

Figure 6. Fruiting structure (perithecium) of *Chaetomium cupreum* 18

Figure 7. Asci and ascospores of *Chaetomium cupreum* 19

Figure 8. Asci of *Chaetomium cupreum* 19

Figure 9. Ascospores of *Chaetomium cupreum* 20

Figure 10. Colony characteristic of *Chaetomium globosum* 20

Figure 11 Fruiting structure (perithecium) of *Chaetomium globosum* 21

Figure 12 Fruiting structure (perithecium) of *Chaetomium globosum* 21

Figure 13 Ascospores of *Chaetomium globosum* 22

Figure 14 Asci of *Chaetomium globosum* 22

Figure 15 Mycofungicides produced from *Chaetomium globosum, Chaetomium cupreum* And *Chaetomium globosum*+ *Chaetomium cupreum* 25

Figure 16 Bi-culture antagonistic test of Ketomium® mycofugicides in pellet form produced from *Chaetomium globosum* against *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* 25

Figure 17 Bi-culture antagonistic test of Ketomium® mycofugicides in pellet form produced from *Chaetomium cupreum* against *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* 26

Figure 18 Bi-culture antagonistic test of Ketomium® mycofugicides in pellet form produced from *Chaetomium cupreum and globosum* against *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* 26

Figure 19 Bi-culture antagonistic test of Ketomium® mycofugicides in powder form produced from *Chaetomium globosum* against *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* 29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Figure 20 Bi-culture antagonistic test of Ketomium® mycofugicides in powder form produced from *Chaetomium cupreum* against *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* 29

Figure 21 Bi-culture antagonistic test of Ketomium® mycofugicides in powder form produced from *Chaetomium cupreum* and *Chaetomium globosum* against *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* 30

Figure 22 Disease index of tomato by *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* ap plication of Ketomium® mycofungicides 33

Figure 23 Application of Ketomium® powder to inoculated tomato with *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* 33

Figure 24 Tomato wilt with non-treated control 34

Figure 25 Tomato treated with Ketomium® powder of the rate of 0.3 g/plant 34

Figure 26 Tomato treated with Ketomium® powder of the rate of 0.5 g/plant 35

Figure 27 Tomato treated with Ketomium® powder of the rate of 1.0 g/plant 35

Figure 28 Tomato treated with Ketomium® powder after 30 days 36

Figure 29 Application of Ketomium® pellets to inoculated tomato with *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* 36

Figure 30 Tomato wilt with non-treated control 37

Figure 31 Tomato treated with Ketomium® pellets of the rate of 0.3 g/plant 37

Figure 32 Tomato treated with Ketomium® pellets of the rate of 0.5 g/plant 38

Figure 33 Tomato treated with Ketomium® pellets of the rate of 1.0 g/plant 38

Figure 34 Tomato treated with Ketomium® pellets after 30 days 39

Figure 35 Population changes of *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* before and after the experiment in 30 days 39

Figure 36 Population changes of Ketomium® before and after the experiment in 30 days 40

Figure 37 Epidemic of tomato wilt caused by *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* in the field in Guilin, Guangxi, P.R.China 40

Figure 38 Survival of Ketomium® mycofungicide after storage for 25 days 45

Figure 39 Survival of Ketomium® mycofungicide after storage for 40 days 45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Figure 40 Survival of Ketomium® mycofungicide after storage for 55 days 46

Figure 41 Survival of Ketomium® mycofungicide after storage for 70 days 46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

INTRODUCTION

Tomatoes have become one of the most popular and widely grown vegetables in the world. The main reason of yield loss was pest management problems including insect pests and diseases. Fusarium wilt is one of the most prevalent and damaging tomatoes among several varieties in highland area wherever tomatoes are grown intensively. Widespread outbreaks of disease occur wherever the tomatoes are grown and the fungal pathogen can be persistent in soils even if there is sterilization and crop rotation. The use of chemical fungicides to control the disease is one of the practical methods for the growers. But, there are many reports indicated that the fungus become resistant to fungicide and can be cause pollution problems in the surrounding environment. Biological control of plant pathogens is of increasing interest to plant pathologists and many researchers (Soytong,1989a). It can serve as long-term protection of disease and can maintain natural balance. In the last few decades, research interest in biological control of plant pathogens has become extremely active. One of the main reasons for this burst of research activity is the hazardous impact of various fungicides and other agrochemical on ecosystem. The search for promising microbial antagonists have been increasingly interested and used to control the diseases. There are numerous reports indicated that *Chaetomium globosum* could control seedling blight of wheat caused by *Helminthosporium victoriae* (Tveit and Moore, 1954). Spraying the spore suspension of *Ch. globosum* could significantly control apple scab caused by *Venturia inequalis* (Cullen et al., 1984). *Chaetomium cupreum* is also reported to be antagonistic to *Phomopsis sojae* which caused seed-borne pathogen of soybean (Manandhar, 1986) and could significantly reduced the growth of seed-borne pathogen of rice e.g. *Curcularia lunata, Drechslera oryzae, Fusarium moniliforme* and *Pyricularia oryzae* (Soytong, 1992b). *Ch. globosum* is reported to be significantly suppressedtomato wilt in Thailand caused by *Fusaarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* and *Pseudomonas solanaceurum*(Soytong,1990:1991b). It was also reported that *Ch.cupreum* could be controlled tomato wilt in the fields (Soytong, 1992a). The effective strains of *Chaetomium* spp. have been formulated as biological products in the forms of pellet and powder (Soytong, 1993) and effective controlled many soil borne plant pathogens (Soytong and Soytong,1997). The aim of this project is to evaluate Ketomium as a mycofungicide in different ecology to control tomato wilt in P.R.China.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

OBJECTIVES

1. To study the Chunese plant pathogen, *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*, and the growth of *Chaetomium globosum* and *Chaetomium cupreum* in P.R.China.
2. To evaluate the Ketomium-mycofungicides in the forms of pellet and powder for inhibition of *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* (Chinese isolate) using Bi-culture antagonistic test.
3. To evaluate the Ketomium-mycofungicides in the forms of pellet and powder for inhibition of *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* (Chinese isolate) in pot experiment.
4. To evaluate the shelf life or survival of Ketomium-mycofungicide in the forms of pellet and powder which growing the cultures and formulating in P.R. China.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

REVIEW LITERATURE

Biological control of plant pathogens has drawn increasing attention not only among plant pathogens, but also among other researchers and plant pathologists. In the past several decades, the growers have been using chemical fungicides to control the disease which known to cause environmental pollution and leave chemical residues in the agricultural soil. Moreover, it is also known that continuous application of chemical fungicides leads to pathogens becoming resistant to these fungicides. Research and development of microbial antagonists becomes one of the control strategies for developing biological control technology of plant pathogens that can be integrated with the other control measures (Soytong, 1989a).

The genus Chaetomium is reported to occur not only as a strictly saprophyte, degrading everything containing cellulose (von Arx et al., 1986) but also as a biological control agent of plant pathogens (Tveit and Moore,1954). *Chaetomium* is one of the largest genera of saprophytic Ascomycetes which it could potentially degrade cellulose and organic materials. More than 300 species are distributed all over the world (von Arx et al.1986; Soytong and Quimio,1989b) There are more than 25 species of *Chaetomium* have been found in Thailand (Soytong, 1991a,c). There are many reports on *Chaetomium* spp. as microbial antagonist. Such reports are *Ch. globosum* and *Chaetomium cochiloides* antagonistic to *Helminthosporium* and *Fusarium* (Tviet and Moore,1954), *Fusariun roseum* f. sp. *cerealis* (Chang and Kommedahl, 1968; Kommedahl and Mew, 1975) and *Venturia inequalis* (Heye and Andrews,1983). More recently, Kolh et al.(1995) reported that *Ch. globosum* could significantly reduce the inoculum of *Botrytis cinerea.*

In Thailand, screening for biological control potential of *Chaetomium* species and strains, isolated from field soils, was first started in 1989. There are several reports indicating that specific strains of *Ch. cupreum* and *Ch. globosum* (Soytong, 1991b) could significantly reduce the pathogen inoculum and disease level in many economically important plant diseases e.g. rice blast caused by *Pyricularia oryzae* (Soytong and Quimio,1989a ; Soytong,1992b), basal stem rot of corn and tomato and leaf spot of corn (Soytong, 1991b). It was also the first report of using *Ch. cupreum* to control *P. oryzae* (Soytong, 1992b), *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* (Soytong, 1992a; Soytong, 1993; Soytong, 1994). Moreover, Soytong (1995) stated that in many years of research work, several other strains of *Ch. cupreum* and *Ch. globosum* have been isolated and screened for

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

their ability to control other economic important plant pathogens like *Phytophthora palmivora* (Root rot of Durian), *Phytophthora parasitica* (Root rot of Citrus) *Colletotrichum gloeosporioides* (Anthracnose). Formulation of the mycofungicide has gradually developed since 1992, and it has now been formulated into pellet and powder preparations. These biopellet and biopowder consisting of a mixture of 22 effective strains of *Ch. cupreum* and *Ch. globosum* were used. The ability of propagules to survive in the preparation during storage was tested. Propagule survival in both formulations declined on storage. The biopellets, however, had a higher propagule survival percentage (77 percent) than the biopowder (57 percent), after one-year storage. Field evaluation of the ability of formulations to control Fusarium wilt of tomato (*F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*) and basal stem rot of corn (*Sclerotium rolfsii*) showed significant reduction of both diseases when the Chaetomium's biopellet and biopowder were applied. They were as effective as the chemical fungicide, PCNB. Field evaluation of the ability of Chaetomium biopellet to control root and stem rot (*Phytophthora palmivora*) of durian var. Montong was in a plantation with a stand of 12-years old durian trees. Disease incidence in the field before treatment was 26.6 percent. The formulation of Chaetomium treatment showed both curative effects and protective control abilities against the disease. Application of Chaetomium biopellets to the Phytophthora rot-infected trees at the rate of 40 g/tree, integrated with cultural practices resulted in a 88.2 percentage of disease recovery. When the Chaetomium-mycofungicide was applied to the healthy trees as a protectant, at the rate of 20 g/tree, complete protection was noted. These field tests indicate that the formulated biological products of Chaetomium show promise as a broad spectrum mycofungicide (Soytong and Soytong,1997). However, there are some specific strains of *Ch. globosum* and *Ch. cupreum* that produce the antibiotic substances, which could inhibit the growth of tested plant pathogens (Kanokmedhakul and Soytong 1998, personal communication).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MATERIALS AND METHODS

1. Study on the Chinese isolate of *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* and the growth of *Chaetomium globosum* and *Chaetomium cupreum* in P.R. China.

1.1 Isolation of the pathogen, *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici* and pathogenicity test.

Post-harvest of tomato fruits were collected from the market of Tashi, Guilin City, Guangxi Province, P.R. China and brought to laboratory for isolation at Guangxi Green Compound Fertilizer Factory. Tomato fruits were washed with distilled water and soaked into 1% sodium hypochlorite for 5 min and again washed with distilled water, then made wounds with the sterile razor blade before placed into polyethylene bag as a moist chamber. It was incubated at the temperature of 25^{o}C for 2 days. The mycelia of pathogen was transferred from incubated tomato fruits onto potato dextrose agar (PDA) and incubated at the same temperature and isolated to pure culture. The experiment was also conducted to determine the pathogenicity of the isolated fungus on 15-days old seedling of tomato. Spore suspension (2.6 X 10^{6} spore/ml) of the pathogen was prepared and inoculated to the tomato roots for 5 min at the rate of 5 ml/seedlings before planting into the sterilized soil in the pots. The non-inoculated seedlings treated only sterilized water, served as controls. The experiment was replicated four times.

1.2 Growth of *Chaetomium globosum* and *Chaetomium cupreum* in P. R. China.

Ch. globosum and *Ch. cupreum* were cultured onto PDA, pH 6.5 incubated at 20^{o}C, measured the growth of colonies. The number of ascospore production was counted using Haematocytometer and morphological character also examined under Binocular Compound Microscope.

2. Testing of Ketomium-mycofungicides in pellet and powder forms using Bi-culture antagonistic test.

2.1 Testing of Ketomium-mycofungicide in pellet form.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Ketomium-mycofungicide in pellet form developed and produced from the standard formulation under instruction and know-how of Dr. Kasem Soytong. Ketomium's pellet formulated from *Ch. globosum* (CG pellet), *Ch. cupreum* (CC pellet) and mixture formulation of *Ch. globosum* and *Ch. cupreum* (Ketomium pellet). The PDA medium, pH 6.5 was seeded separately with one pellet of each formulation and tested pathogen (*F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*) at equidistant points near the peripheral of petri dishes. This test was done by placing two 0.3 cm diameter agar plugs of the pathogen at equal distances apart from each other and directly opposite the two 1 mm diameter pellets of each tested formulation. The inoculated plates were incubated at 20°C. Completely Randomized Design (CRD) with 10 replications was used for the experiment. Data collection in colony diameter and number of spores (x 10 ml) were computed the analysis of variance and compared the treatment means with Duncan's Multiple Range Test (DMRT) at P=0.05 and P=0.01. The percent growth inhibition (PGI) was calculated as PGI = R_1-R_2/R_1 x 100 where R_1 is the colony diameter or spore number of the pathogen in control plate and R_2 is the colony diameter or spore number of the pathogen in bi-culture antagonistic plate X 100.

2.2 Testing of Ketomium-mycofungicide in powder form.

Ketomium-mycofungicide in powder form produced from the standard formulation under instruction and know-how of Dr. Kasem Soytong. Ketomium's powder formulated from *Ch. globosum* (CG powder), *Ch. cupreum* (CC powder) and mixture formulation of *Ch. globosum* and *Ch. cupreum* (Ketomium powder) were used to inhibit the tested pathogen (*F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*). The two-factors factorial experiment in CRD was used with five replications. The factorial treatment combinations consisted of three powder formulations of Ketomium-mycofungicide and three concentration rates of mycofungicide. Powder formulations were used as follows:- CG powder, CC powder and Ketomium powder. Three concentration rates of mycofungicide in powder form were as follows:- 10^{-3}, 10^{-4} and 10^{-5}. Each dilution was transferred into sterilized petri dish at rate of 0.1 ml before poured the melting PDA medium (about50°C) and incubated at 20 °C for 2 days. Bi-culture antagonistic test was done by placing two 0.3 cm diameter agar plugs of the pathogen at equal distances apart from each other and the inoculated plates were incubated at 20°C for 10 days.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. Evaluation of Ketomium-mycofungicide to control tomato wilt in pot experiment

Two-factors factorial experiment in Randomized Complete Block Design with four replications was used and 5-pots in each replication. Treatment combinations were mycofungicide and rate of application. Mycofungicides were used as follows:- Ketomium Powder and Ketomium Pellet. Application rates were as follows:- 0.0, 0.3 0.5 and 1.0 g/plant. Soil medium consisted of soil:sand:compost at the ratio of 10:1:2 v/v and sterilized at 121 ^{o}C , 15 lbs/inch^{2} for 40 min in Autoclave. The 150 g of sterilized soil medium was then pushed into each experimental pot and separately applied either Ketomium Powder or Ketomium Pellet in each application rate. The inoculated pots with Ketomium-mycofungicides were then moistened and incubated at 20^{o}C for 7 days before planting the inoculated 15-days old seedlings of tomato with 5-ml of inoculum concentration of 2.6 X 10^{6} spore/ml. The experimental pots were moistened and maintained at 20^{o}C, 12- hours light, 80 % relative humidity for 30 days. Disease level of tomato wilt was recorded with 4 rating scales as follows;- 0 = healthy seedlings, 1 = 1-30 % wilting of twig and yellowing leaves, 2 = 31-60 % wilting of yellowing leaves and 3 = over 61 % of wilting, yellowing leaves and died. Disease Severity Index (DSI) was calculated as follows:- number of wilting plants X averaged disease level / total number of tested plants X highest disease level X 100. Analysis of variance were computed the collected data of growth parameters like number of compound leaves, fresh and dry weight of shoot and root (g) and plant height (cm). Mean comparison used DMRT at P = 0.05 and P = 0.01. The fresh shoots and roots were separately dried in the Hot-Oven at 60 ^{o} C for 12 hours before weighing. Soil plate technique was used to determine the population dynamic of the pathogen and Chaetomium (colony forming unit/g^{-1}.soil).

4. Testing of survival viability of Ketomium-mycofungicides

Viable spore population was determined both of pellet and powder forms by dilution plating assays at 25, 40, 55 and 70 days, after formulation and kept at 20^{o}C. The standard method of testing as described previously report (Soytong and Soytong, 1997) with the quality of Ketomiun-mycofungicide must meet the standard of over 1.5 X 10^{6} colony formimg units/g of pellet or powder form.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RESULTS

1. Study on the Chinese isolate of *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* and the growth of *Chaetomium globosum* and *Chaetomium cupreum* in P.R. China.

1.1 Isolation of the pathogen, *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici* . The pathogen causing tomato wilt was isolated from the tomato fruits (Fig. 1) and imperfect stage found to be the primary inoculum including macroconidia, microconidia and chamydospores (Fig. 2-4). The isolated culture of pathogen was highly aggressive soil-borne pathogen and virulent to 2-weeks-old seedlings of tomato after 7 days of root inoculation with 5 ml/seedling of spore suspension (2.6×10^5 spore/ml). The non-inoculated seedlings were not showed any signs and symptom.

Figure 1. *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* isolated from tomato fruit

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

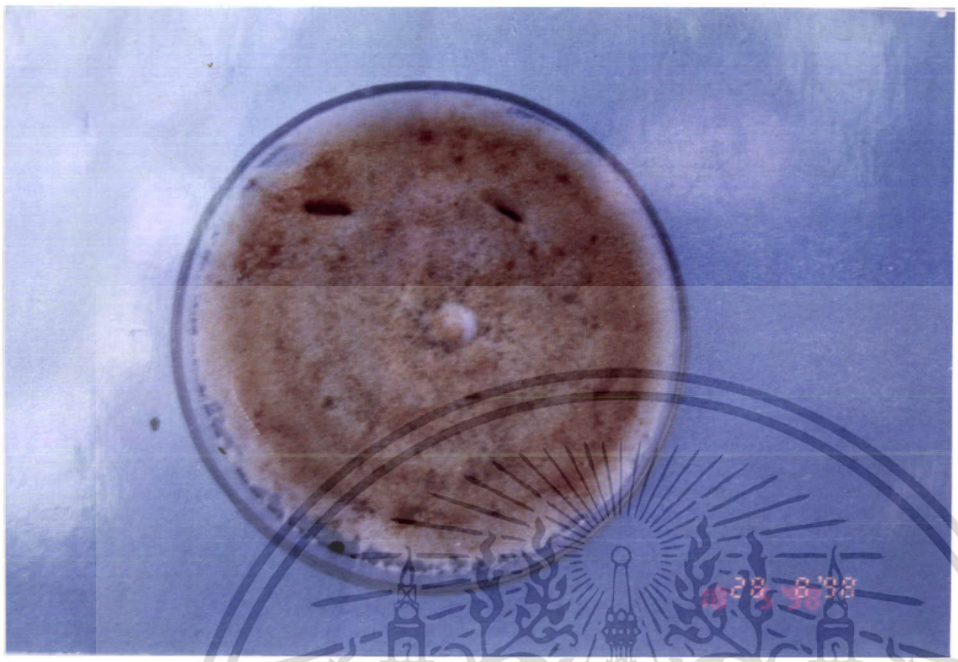

Figure 2. Colony characteristic of *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* on PDA

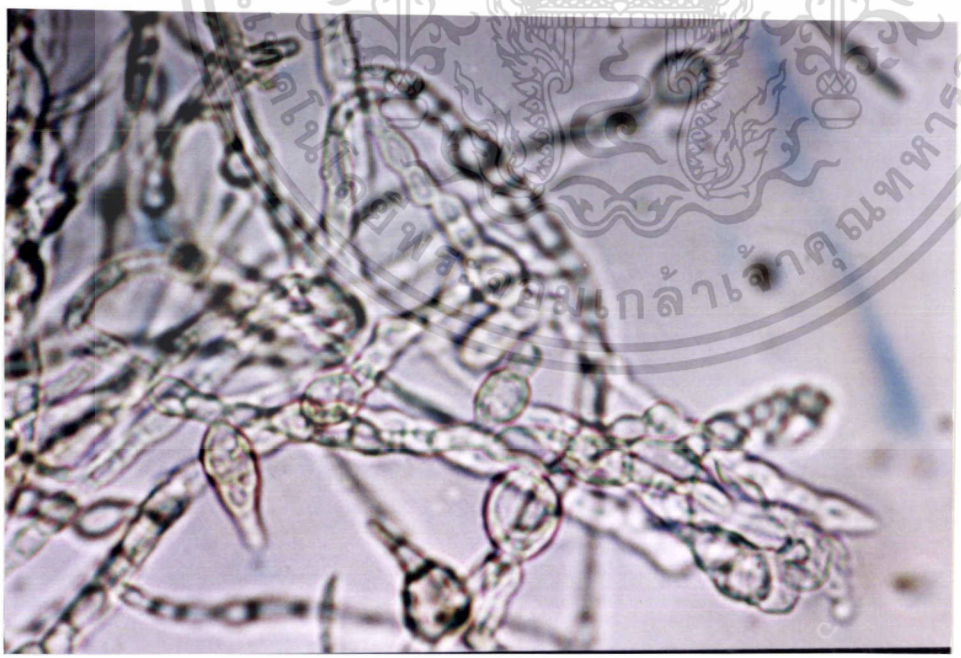

Figure 3. Chlamydospores of *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

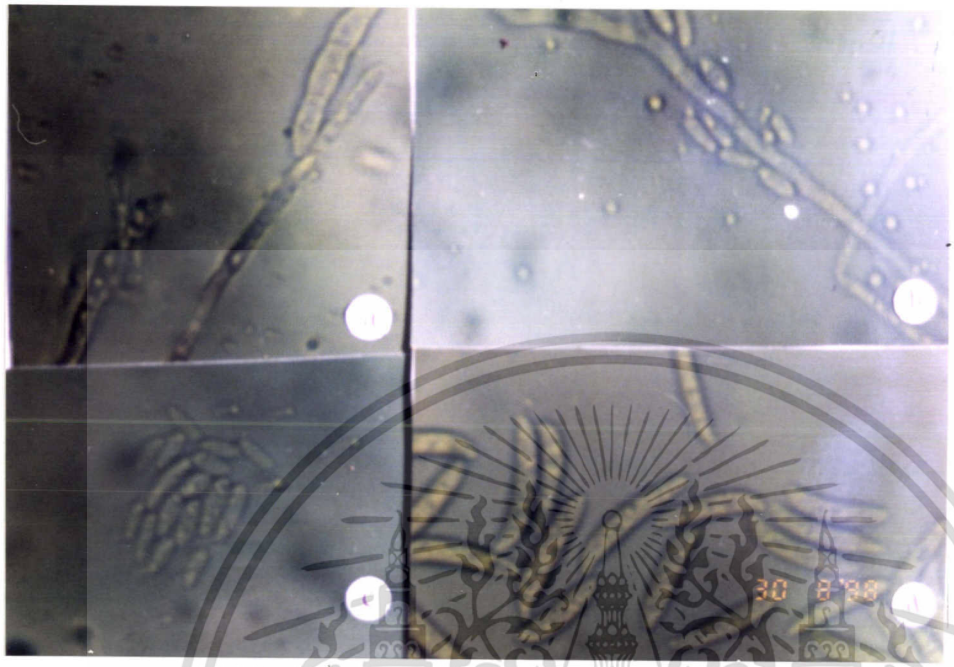

Figure 4. Morphology of *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*

1.2 *Ch. cupreum* grew very well on PDA, pH 6.5 at 20-25°C. The fruiting structures (Perithecia) could produce in this condition but the lower temperature (about 10-15°C), this antagonistic fungus grew very slowly. *Ch. cupreum* releasing the red pigment into the medium could produce fruiting structures, asci and ascospores on PDA after 25 days of incubation (Fig. 5-9). *Ch. globosum* could also productive growth as *Ch. cupreum* but it observed that the growth is a little faster than the latter one (Fig. 10-14).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
93878

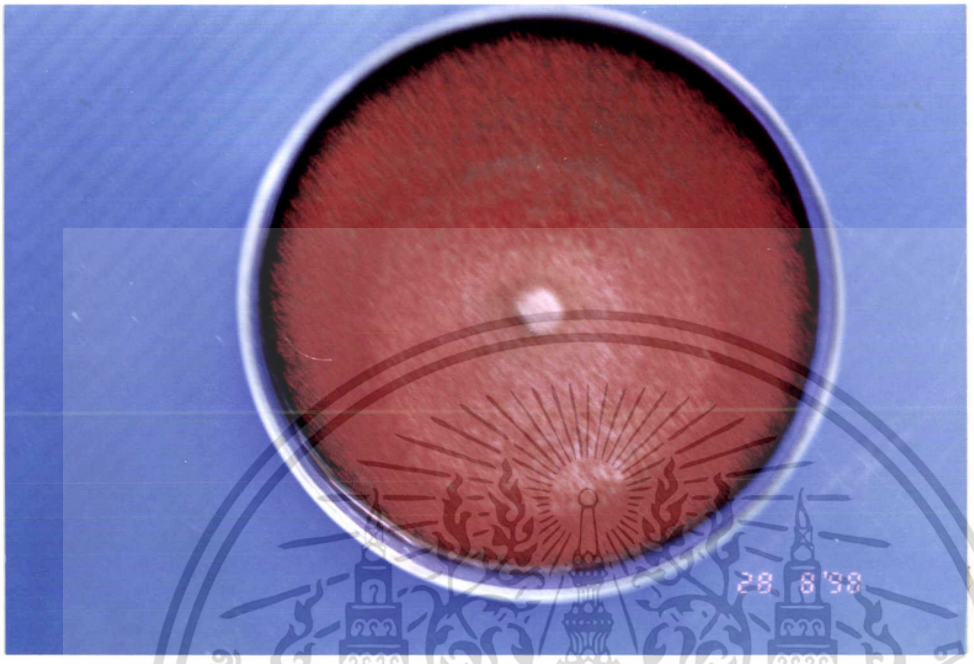

Figure 5. Colony characteristic of *Chaetomium cupreum*

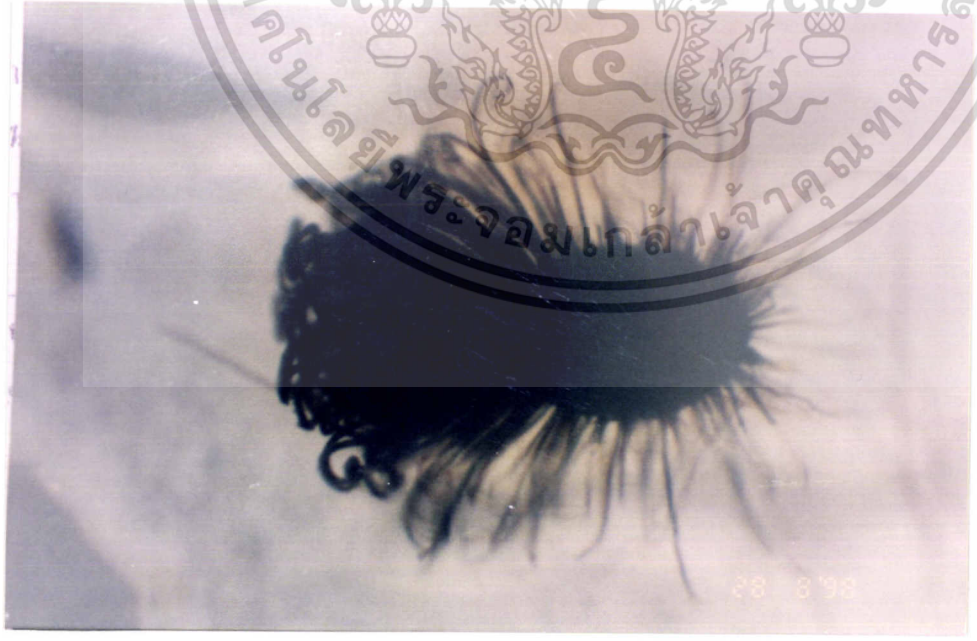

Figure 6. Fruiting structure (perithecium) of *Chaetomium cupreum*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

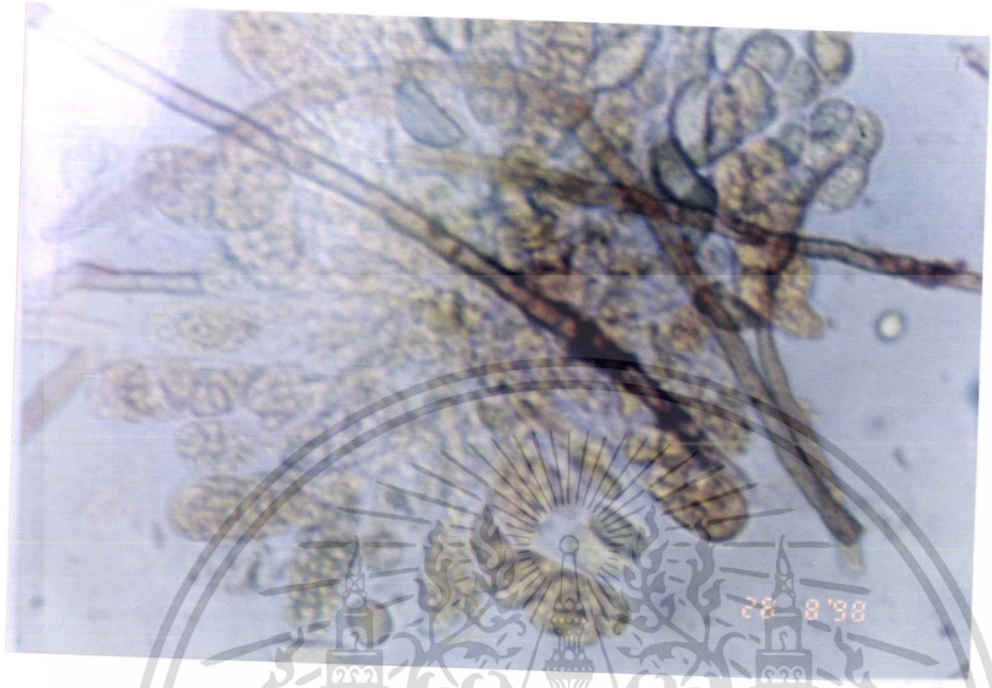

Figure 7. Asci and ascospores of *Chaetomium cupreum*

Figure 8. Asci of *Chaetomium cupreum*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

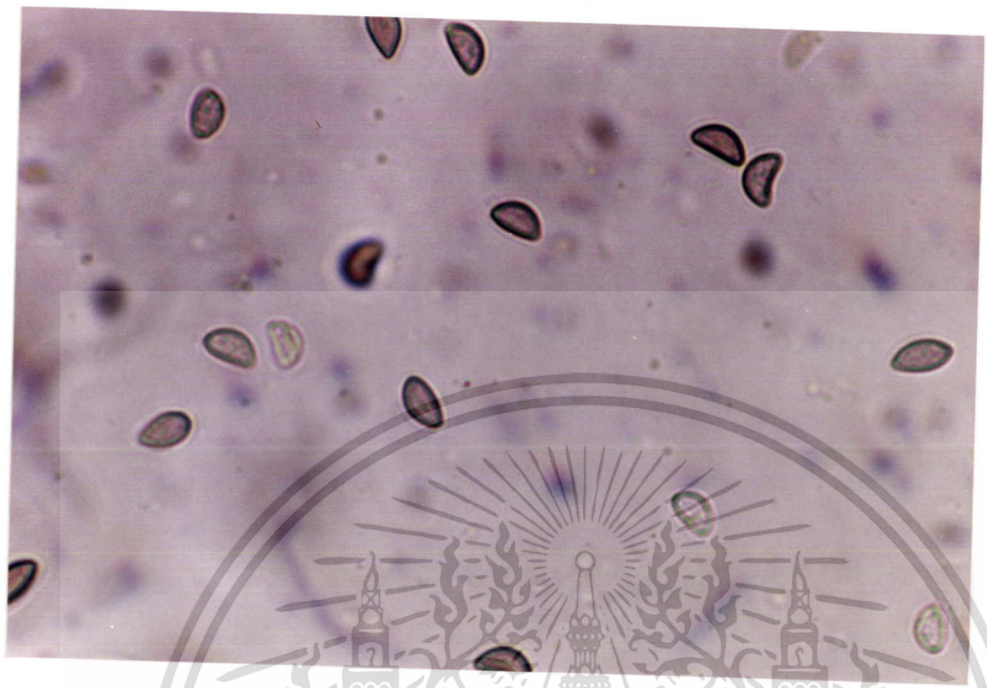

Figure 9. Ascospores of *Chaetomium cupreum*

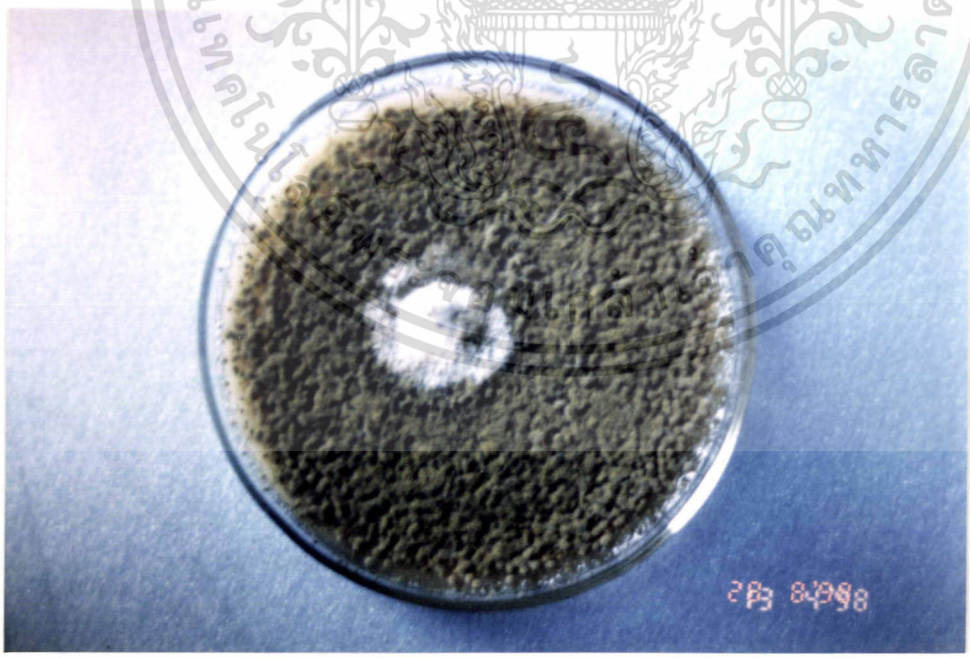

Figure 10. Colony characteristic of *Chaetomium globosum*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

17288

Figure 11 Fruiting structure (perithecium) of *Chaetomium globosum*

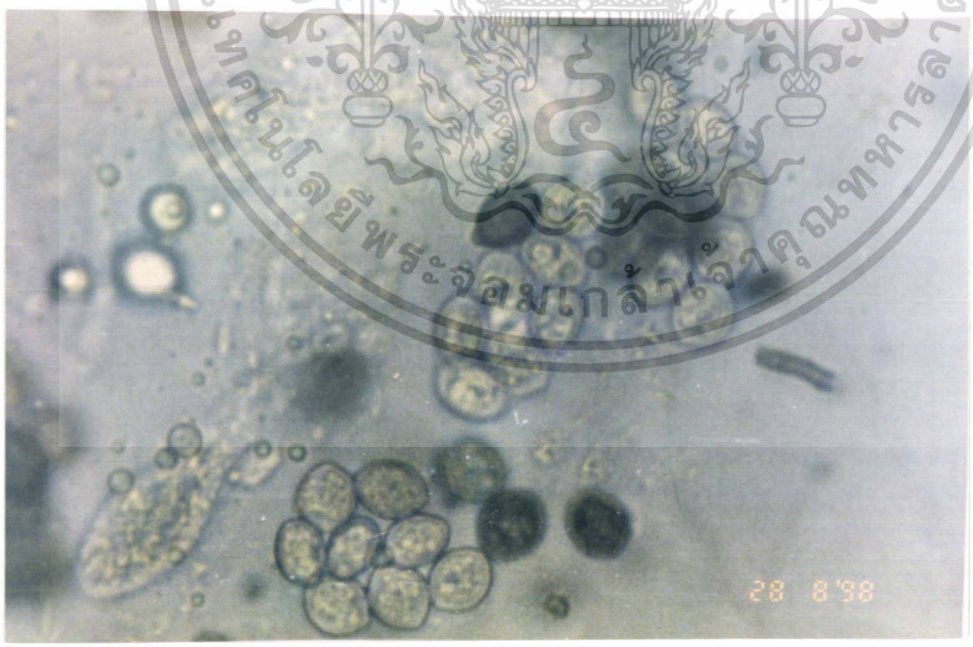

Figure 12 Asci and ascospores of *Chaetomium globosum*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง

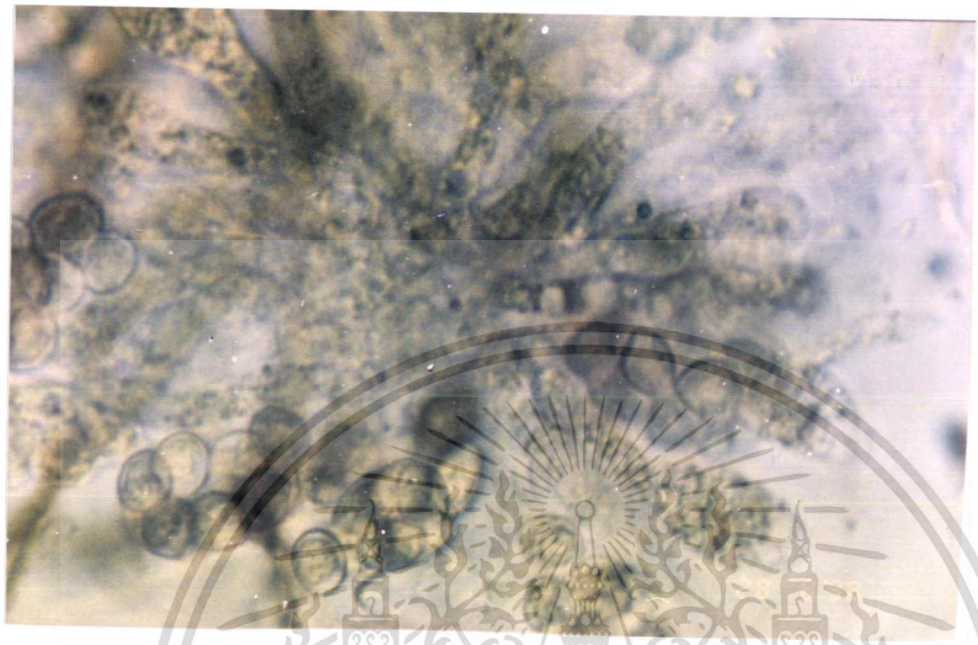

Figure 13 Asci of *Chaetomium globosum*

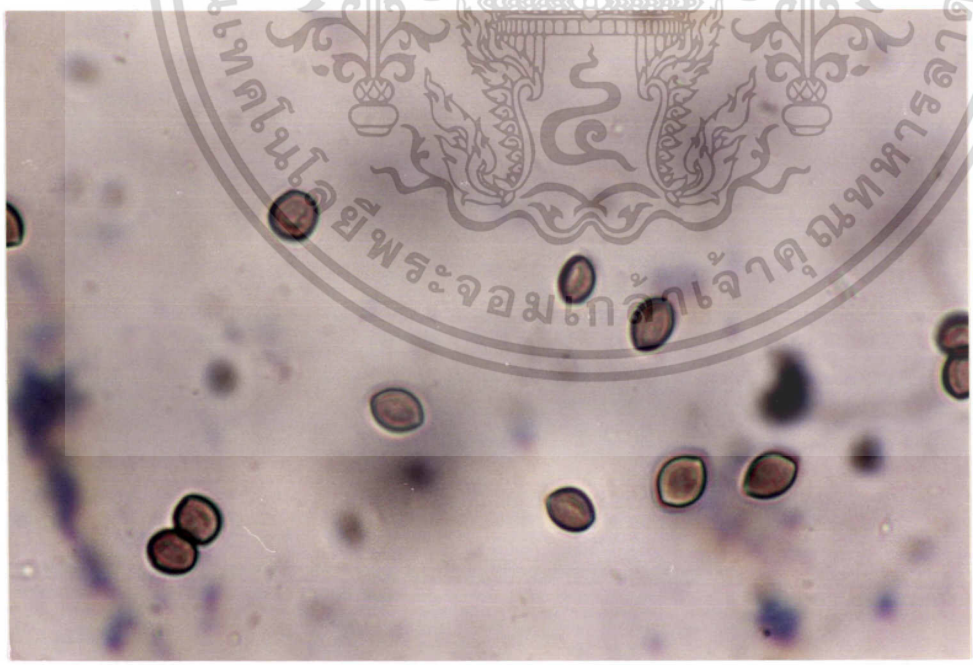

Figure 14 Ascospores of *Chaetomium globosum*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. Testing of Ketomium-mycofungicides in pellet and powder forms using Bi-culture antagonistic test.

2.1 **Testing of Ketomium-mycofungicide in pellet form.**

Ketomium® in pellet formulations as follows:- CG-pellet, CC-pellet and Ketomium®-pellet were tested to control tomato wilt caused by *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* on bi-culture antagonistic tests (Fig. 15). Results showed that all formulations had significantly inhibited the colony of tested pathogen which gave the diameter of 1.39, 2.14 and 1.46 cm when compared with the control (9 cm) which the growth inhibition of the pathogen were 84.61, 76.23 and 84.28 per cent, respectively. The bi-culture antagonistic plates of tested CG-pellet, CC-pellet and Ketomium® had significantly inhibited the inoculum production of pathogen on PDA which showed the number of spore as follows:- $8.4x10^4$, $10.3x10^4$ and $7.3x10^4$ spore/ml which was much less than the control ($58x10^4$ spore/ml). It was showed that CG-pellet, CC-pellet and Ketomium® could inhibit the spore production of the pathogen which were 87.39, 80.29 and 85.69 per cent, respectively (Table 1; Fig. 16-18).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 1 Biculture antagonistic test between Ketomium® Mycofungicide in pellet form and *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*

Treatments	*F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*			
	Colony (cm)	Inhibition[1] (%)	Number of Spore ($X10^4$)	Inhibition (%)
CG-pellet	1.39 c[2]	84.61 a	8.4 b	87.39 a
CC-pellet	2.14 b	76.23 a	10.3 b	80.29 b
Ketomium®-pellet	1.46 c	84.28 a	7.3 b	85.69 a
Control	9.00 a	-	58.0 a	-

[1]Percent Inhibition = R_1- R_2 / R_1 x100 : which R_1 = colony diameter (cm) or spore of tested pathogen in control plate and R_2 = colony diameter or spore of tested pathogen in Bi-culture antagonistic plate.

[2]Average of ten replications. Mean followed by a common letter in each column are not significantly different by DMRT at 5% level.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

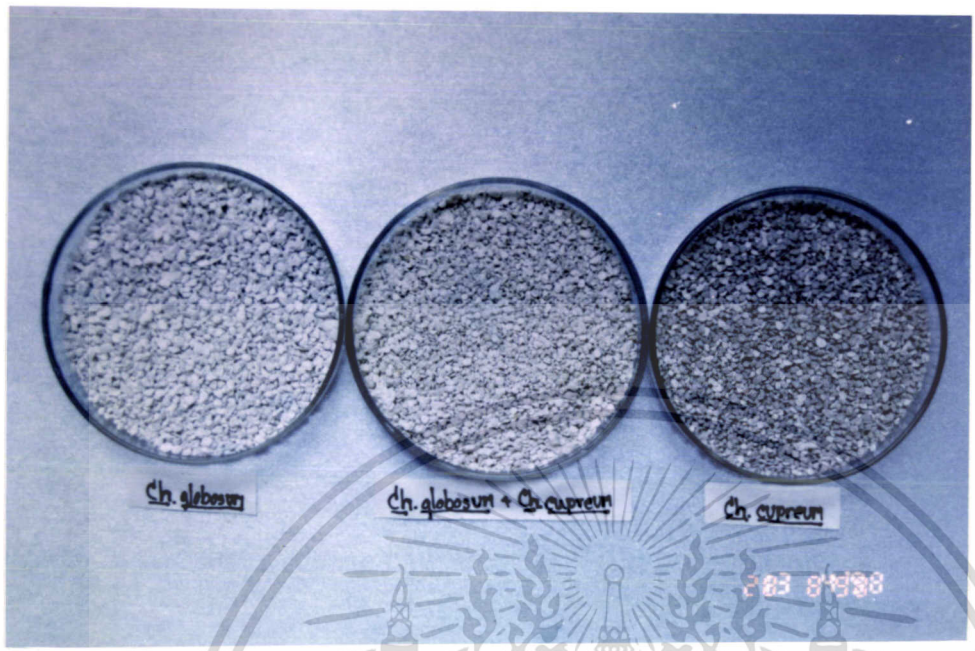

Figure 15 Ketomium® mycofugicides produced from *Chaetomium globosum*, *Chaetomium cupreum* and *Chaetomium globosum*+*Chaetomium cupreum*

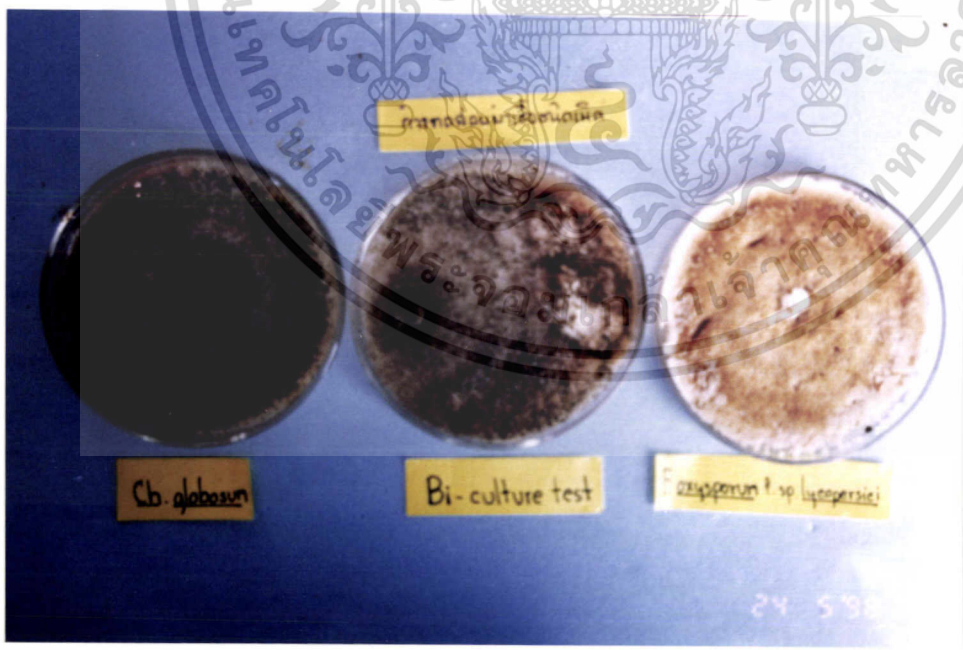

Figure 16 Bi-culture antagonistic test of Ketomium® mycofugicides in pellet form produced from *Chaetomium globosum* against *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Figure 17 Bi-culture antagonistic test of Ketomium® mycofugicides in pellet form produced from *Chaetomium cupreum* against *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*

Figure 18 Bi-culture antagonistic test of Ketomium® mycofugicides in pellet form produced from *Chaetomium cupreum and globosum* against *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 Testing of Ketomium-mycofungicide in powder form.

Ketomium® in powder formulations as follows:- CG-powder, CC-powder and Ketomium®-powder at different concentrations were tested to control tomato wilt caused by *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* on bi-culture antagonistic tests. Results showed that all formulations had significantly inhibited the colony of the tested-pathogen which gave the averaged colony diameter of 0.16, 1.44 and 1.01 cm when compared with the control (9 cm) which the growth inhibition of the pathogen were 94.18, 87.80 and 88.78 per cent, respectively. The bi-culture antagonistic plates of tested CG-pellet, CC-pellet and Ketomium® had significantly inhibited the inoculum production of pathogen on PDA which the number of spores were 1.68×10^4, 2.11×10^4 and 2.62×10^4 spore/ml which was much less than the control (59.04×10^4). It was showed that CG-powder, CC-powder and Ketomium® powder could inhibit the spore production of the pathogen which were 96.98, 96.10 and 96.05 per cent, respectively (Table 2). Moreover, it was noted that the lowest concentrations of all tested powder formulation had still effective in inhibition of colony growth and spore of tested pathogen (Fig. 19-21).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 2 Bi-culture antagonistic test between Ketomium® Mycofungicide powder and *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*

Treatments	Concentrations	*F.oxysporum* f.sp. *lycopersici*			
		colony (cm)	Inhibition[1] (%)	Number of spore ($X10^4$)	Inhibition (%)
CG	Control	9.00 a [2/]	-	61.60 a	- [1/]
	10^{-1}	0.00 f	100.00 a	0.00 c	100.00 a
	10^{-2}	0.00 f	100.00 a	0.00 c	100.00 a
	10^{-3}	0.00 f	100.00 a	0.20 c	99.66 a
	10^{-4}	0.34 ef	96.02 a	3.00 bc	94.12 bcd
	10^{-5}	0.48 e	94.66 a	5.20 b	91.20 cd
CC	Control	9.00 f	-	57.80 a	-
	10^{-1}	0.00 f	100.00 a	0.20 c	99.68 a
	10^{-2}	0.00 f	100.00 a	0.20 c	99.68 a
	10^{-3}	1.45 d	82.96 b	1.48 bc	95.90 abc
	10^{-4}	2.15 c	76.11 c	3.60 bc	93.79 bcd
	10^{-5}	3.62 b	59.78 d	5.60 b	91.38 cd
Ketomium®	Control	9.00 a	-	57.40 a	-
	10^{-1}	0.00 f	100.00 a	0.00 c	100.00 a
	10^{-2}	0.00 f	100.00 a	0.00 c	100.00 a
	10^{-3}	1.08 d	88.20 b	1.88 bc	97.47 ab
	10^{-4}	1.41 d	84.53 b	5.00 bc	93.14 bcd
	10^{-5}	2.56 c	71.57 c	6.20 a	89.83 d

[1]Percent Inhibition = $R_1 - R_2 / R_1 \times 100$; which R_1 = colony diameter (cm) or spore of tested pathogen in control plate and R_2 = colony diameter or spore of tested pathogen in Bi-culture antagonistic plate.[2]Average of five replications. Mean followed by a common letter in each column are not significantly different by DMRT at 5% level.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 2 Bi-culture antagonistic test between Ketomium® Mycofungicide powder and *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*

Treatments	Concentrations	*F.oxysporum* f.sp. *lycopersici*			
		colony (cm)	Inhibition[1] (%)	Number of spore ($X10^4$)	Inhibition (%)
CG	Control	9.00 a [2/]	-	61.60 a	- [1/]
	10^{-1}	0.00 f	100.00 a	0.00 c	100.00 a
	10^{-2}	0.00 f	100.00 a	0.00 c	100.00 a
	10^{-3}	0.00 f	100.00 a	0.20 c	99.66 a
	10^{-4}	0.34 ef	96.02 a	3.00 bc	94.12 bcd
	10^{-5}	0.48 e	94.66 a	5.20 b	91.20 cd
CC	Control	9.00 f	-	57.80 a	-
	10^{-1}	0.00 f	100.00 a	0.20 c	99.68 a
	10^{-2}	0.00 f	100.00 a	0.20 c	99.68 a
	10^{-3}	1.45 d	82.96 b	1.48 bc	95.90 abc
	10^{-4}	2.15 c	76.11 c	3.60 bc	93.79 bcd
	10^{-5}	3.62 b	59.78 d	5.60 b	91.38 cd
Ketomium®	Control	9.00 a	-	57.40 a	-
	10^{-1}	0.00 f	100.00 a	0.00 c	100.00 a
	10^{-2}	0.00 f	100.00 a	0.00 c	100.00 a
	10^{-3}	1.08 d	88.20 b	1.88 bc	97.47 ab
	10^{-4}	1.41 d	84.53 b	5.00 bc	93.14 bcd
	10^{-5}	2.56 c	71.57 c	6.20 a	89.83 d

[1]Percent Inhibition = R_1- R_2 / R_1 x100 ; which R_1 = colony diameter (cm) or spore of tested pathogen in control plate and R_2 = colony diameter or spore of tested pathogen in Bi-culture antagonistic plate.[2]Average of five replications. Mean followed by a common letter in each column are not significantly different by DMRT at 5% level.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

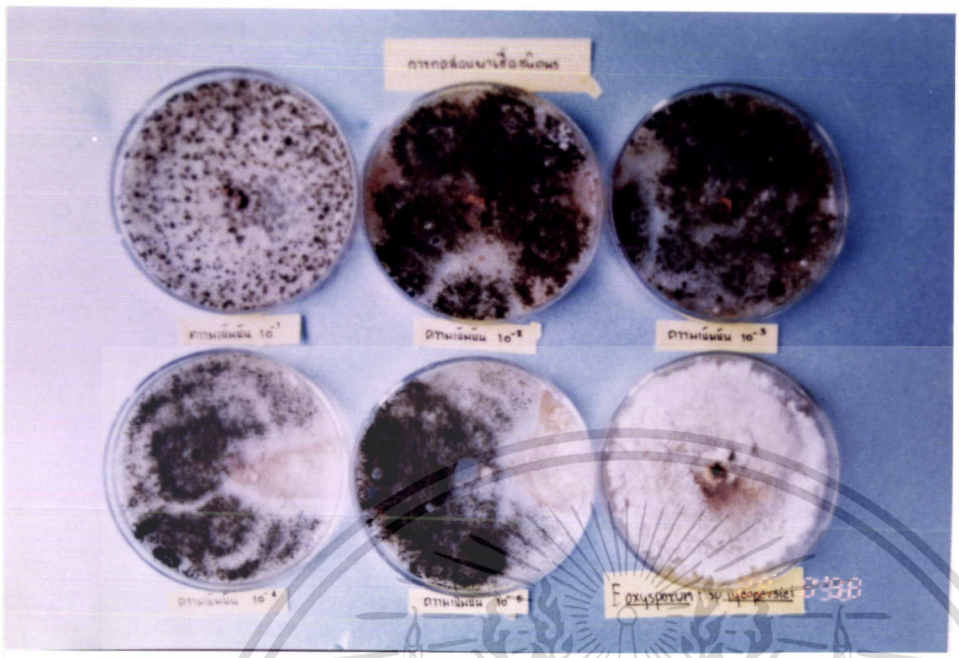

Figure 19 Bi-culture antagonistic test of Ketomium® mycofugicides in powder form produced from *Chaetomium globosum* against *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*

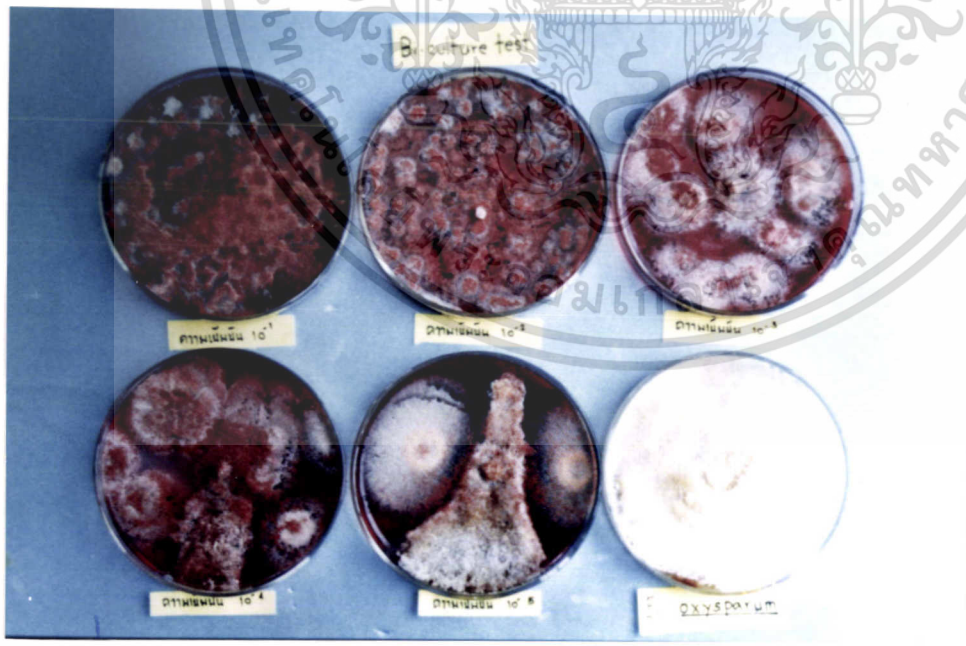

Figure 20 Bi-culture antagonistic test of Ketomium® mycofugicides in powder form produced from *Chaetomium cupreum* against *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Figure 21 Bi-culture antagonistic test of Ketomium® mycofugicides in powder form produced from *Chaetomium cupreum* and *Chaetomium globosum* against *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. Evaluation of Ketomium® -mycofungicide to control tomato wilt in pot experiment

The results showed Ketomium® in powder and pellet formulations at the application rate of 0.0, 0.3, 0.5 and 1.0 g/plant, completely significantly prevented damage of *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* which caused tomato wilt. This indicated the inhibition property of Ketomium® mycofungicide on the pathogenicity of *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici.* In all cases where the soil was infested with the pathogen, a high percentage of dead plants was observed. The Ketomium® in powder formulation gave significantly complete control the inoculated tomato wilt as effective as in pellet formulation. It had observed that the highest rate of application (1.0 g/plant) gave significantly better suppressed tomato wilt than the lower rate of applications (0.3 and 0.5 g/plant) as seen in Table 3. The disease severity index (DSI) was also recorded which it was shown that the Ketomium® in powder and pellet formulations at the application rate of 0.0, 0.3, 0.5 and 1.0 g/plant, gave significantly lower wilting than the non-treated one (Fig. 22-37).

Ketomium® treated tomato plants were shown significantly better in plant growth parameters than the non-treated one after planting sterilized soil. Moreover, Ketomium® treated tomato plants promoted plant growth with higher number of healthy leaves, fresh and dry weight of plants than the non-treated plants (Table 4).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 3. The reduction of disease level and disease severity index of tomato wilt after application of Ketomium® for 30 days in pot experiment.

Mycofungicide	Application rate	Disease level[1]	DSI[2]
Powder form	0.0 g	3.0	100
	0.3 g	1.6	80
	0.5 g	0.4	40
	1.0 g	0.2	20
Pellet form	0.0 g	3.0	100
	0.3 g	1.8	90
	0.5 g	0.4	40
	1.0 g	0.2	20

[1]Disease levels:- 1 = healthy seedlings, 2 = 1-30 % wilting of twig and yellowing leaves, 3 = 31-60 % wilting of yellowing leaves and 4 = over 61 % of wilting, yellowing leaves and died. [2]Disease Severity Index (DSI) was calculated as follows:- number of wilting plants X averaged disease level / total number of tested plants X highest disease level X 100.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

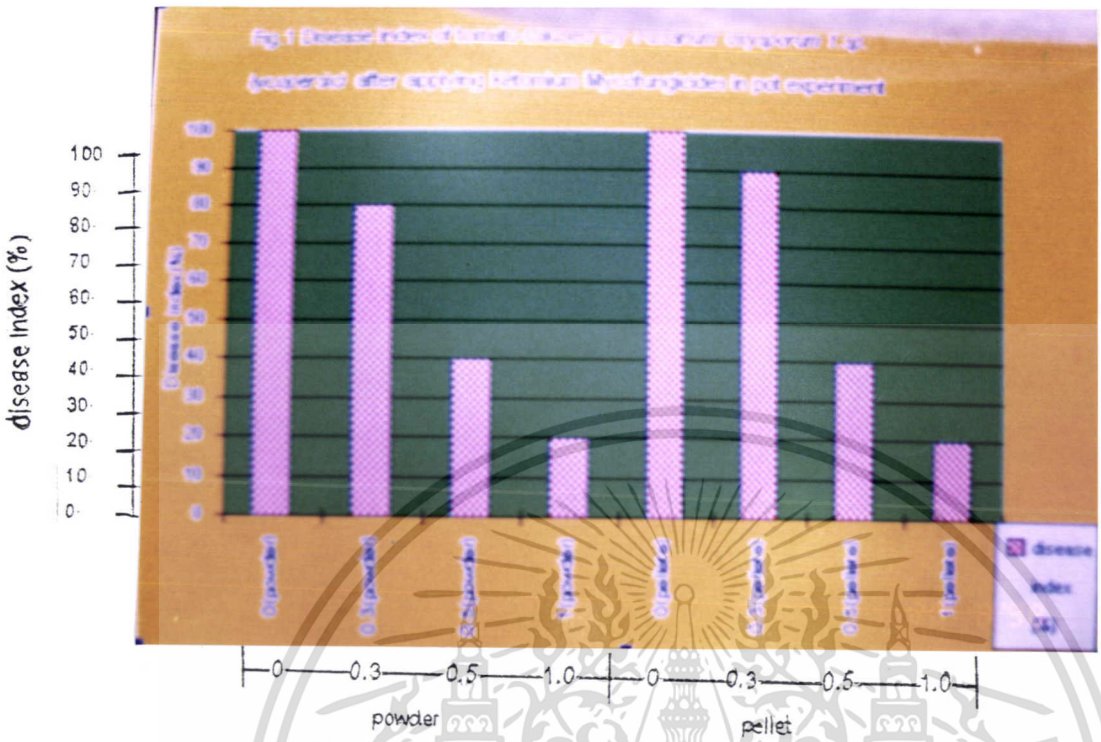

Figure 22 Disease index of tomato by *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* application of Ketomium® mycofungicides

Figure 23 Application of Ketomium® powder to inoculated tomato with *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* , T1 = control, T2 = 0.3 g/plant, T3 = 0.5 g/plant and T4 = 1 g/plant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

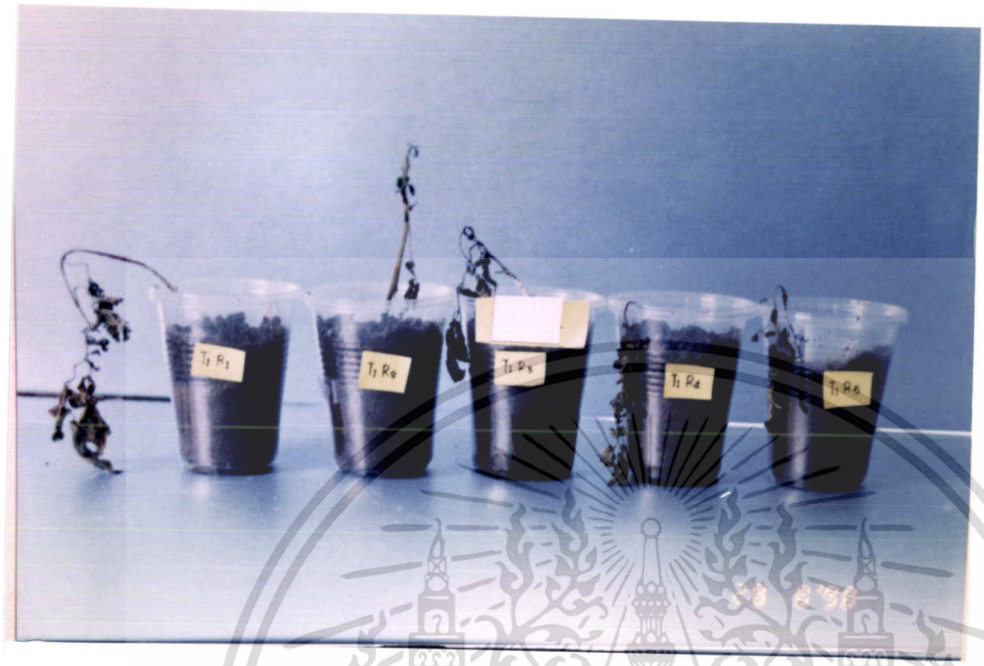

Figure 24 Tomato wilt with non-treated control

Figure 25 Tomato treated with Ketomium® powder of the rate of 0.3 g/plant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Figure 26 Tomato treated with Ketomium® powder of the rate of 0.5 g/plant

Figure 27 Tomato treated with Ketomium® powder of the rate of 1.0 g/plant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

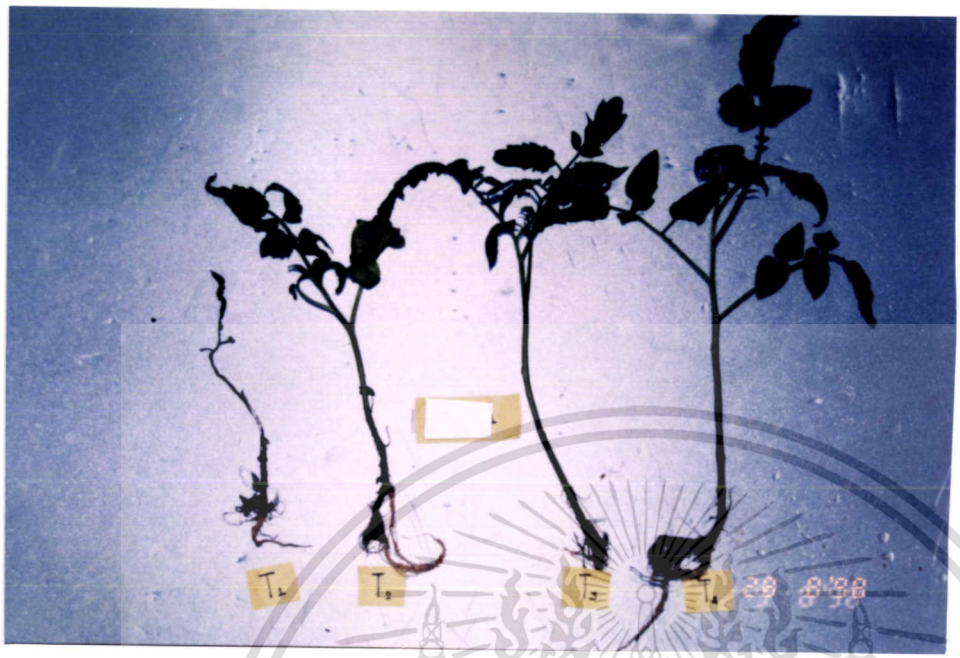

Figure 28 Tomato treated with Ketomium® powder after 30 days

Figure 29 Application of Ketomium® pellets to inoculated tomato with *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* , T1 = control, T2 = 0.3 g/plant, T3 = 0.5 g/plant and T4 = 1 g/plant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

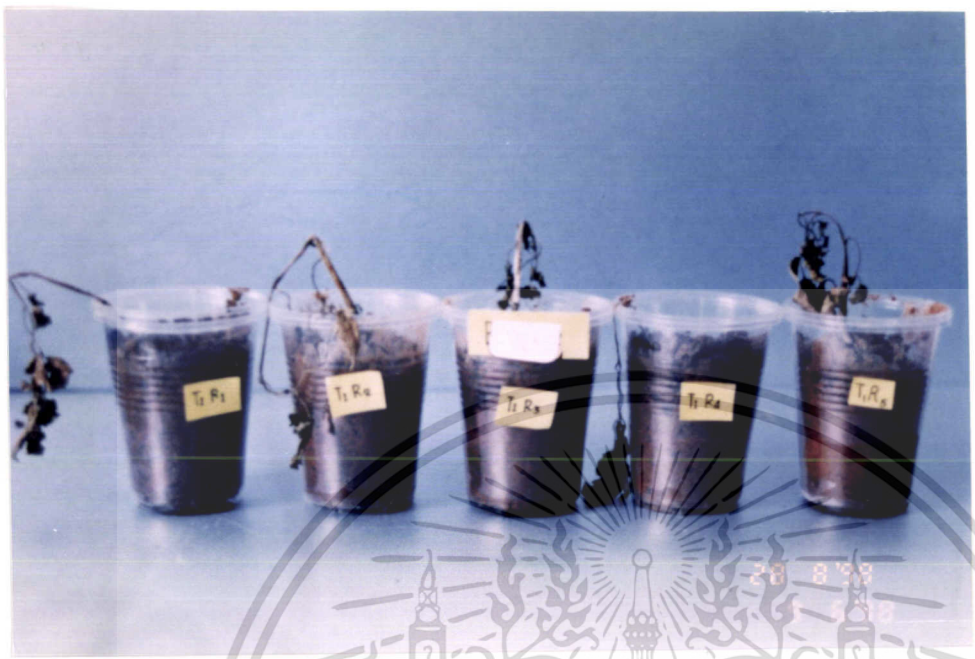

Figure 30 Tomato wilt with non-treated control

Figure 31 Tomato treated with Ketomium® pellets of the rate of 0.3 g/plant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

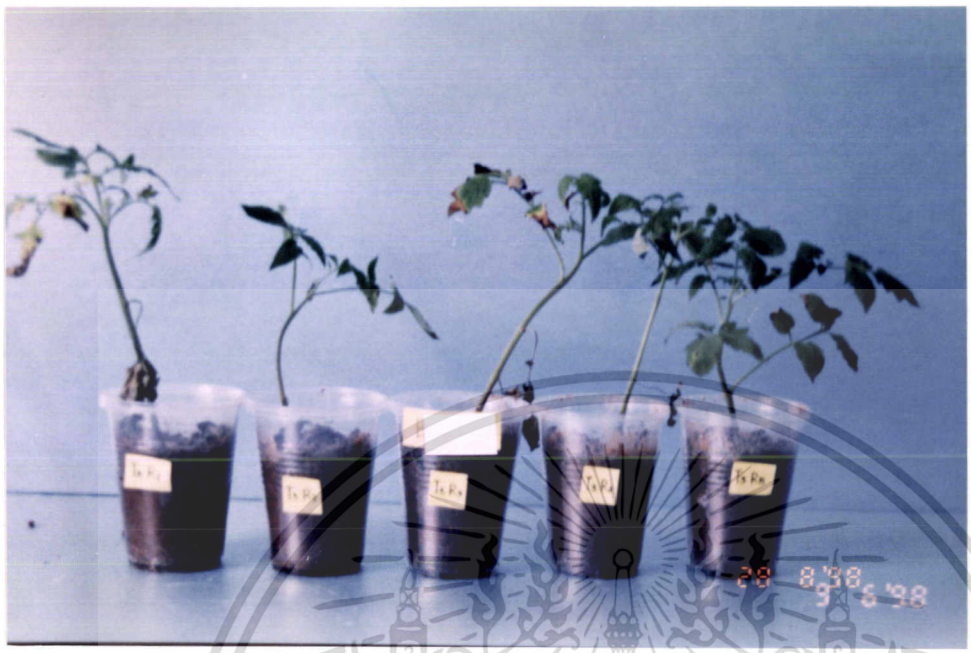

Figure 32 Tomato treated with Ketomium® pellets of the rate of 0.5 g/plant

Figure 33 Tomato treated with Ketomium® pellets of the rate of 1.0 g/plant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Figure 34 Tomato treated with Ketomium® pellets after 30 days

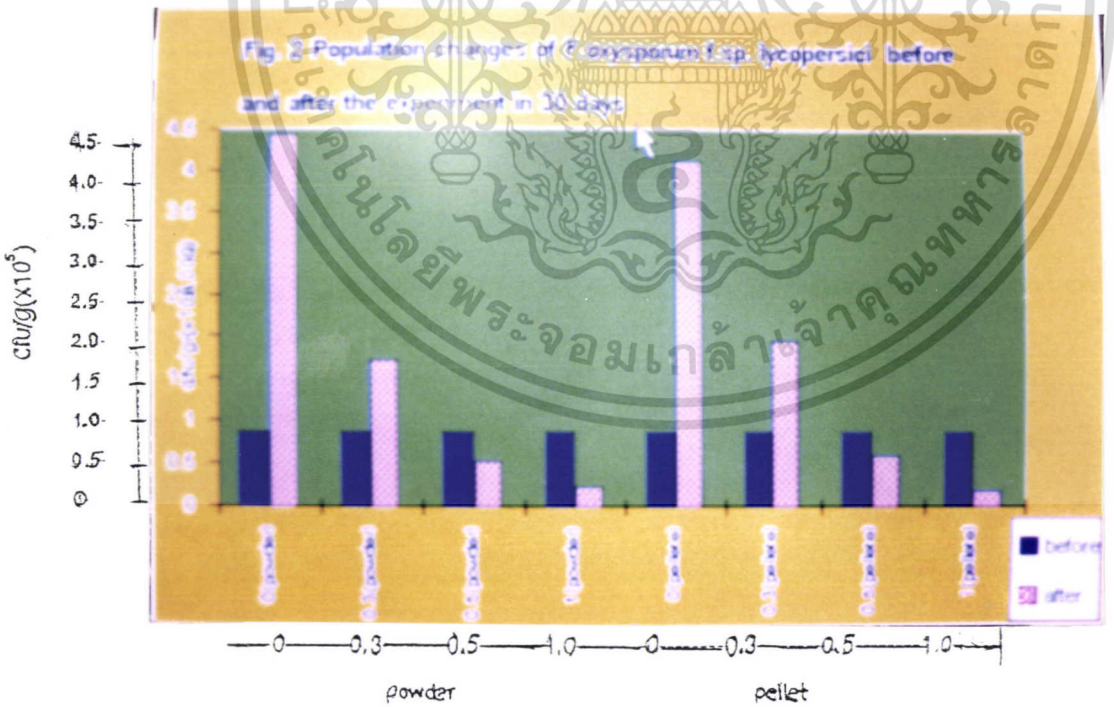

Figure 35 Population changes of *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* before and after the experiment in 30 days

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Figure 36 Population changes of Ketomium® before and after the experiment in 30 days

Figure 37 Epidemic of tomato wilt caused by *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* in the field in Guilin, Guangxi, P.R.China

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 4. Plant growth parameters tomato plants after applying Ketomium® mycofungicides in pot experiment for 30 days.

Ketomium®	Rate (g)	Number of	Fresh weight (g)		dry weight (g)	
		Healthy leave	Shoot	Root	Shoot	Root
	0.0	0.0e[1]	0.00 e	0.00 c	0.00 c	0.00 b
Powder	0.3	15.6cd	1.36 d	0.58 b	0.20 b	0.10 a
	0.5	19.0bc	1.98 bc	0.84 a	0.26 ab	0.14 a
	1.0	24.0a	2.76 a	1.14 a	0.38 a	0.14 a
	0.0	0.0e	0.00 e	0.00 c	0.00 c	0.00 b
Pellet	0.3	13.0d	1.78 c	0.56 b	0.12 ab	0.10 a
	0.5	21.0ab	1.84 c	0.60 b	0.22 ab	0.10 a
	1.0	22.2ab	2.30 b	1.00 a	0.28 a	0.12 a

[1] Average of five replications. Means followed by a common in each column are not significantly different by DMRT at 5% level.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 5. Population dynamic of pathogen and *Chaetomium* before and after application of Ketomium® mycofungicide into the soil in pot experiment for 30 days.

Mycofungicide (g/plant)	population ($x10^5$ cfu/soil.g^{-1})			
	before planting		After planting for 30 days	
	Chaetomium	*Fusarium*	*Chaetomium*	*Fusarium*
Powder (0.0)	0.00	0.87	0.00 e[1]	4.43 a
Powder (0.3)	0.32	0.87	1.28 d	1.71 b
Powder (0.5)	0.64	0.87	2.85 b	0.52 c
Powder (1.0)	1.67	0.87	4.78 a	0.22 c
Pellet (0.0)	0.00	0.87	0.00 e	4.12 a
Pellet (0.3)	0.32	0.87	1.64 cd	1.94 b
Pellet (0.5)	0.64	0.87	2.49 bc	0.60 c
Pellet (1.0)	1.67	0.87	3.19 a	0.18 c

[1]Average of five replications. Mean followed by a common letter in each column are not significantly different by DMRT at 5% level.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. Testing of survival viability of Ketomium® -mycofungicides

Ketomium® mycofungicide is formulated from the mixture of 22 effective strains of *Ch. globosum* and *Ch. cupreum*. The standard of Ketomium® mycofugicide contains the ascospores (propagules) over 1.5 X 10^6cfu/g of Ketomium® according to registration at Department of Agriculture in Thailand and the Property of Patent Right (Incl^5. AO 1 N25/12, Patent No.6266, 22 February 1994 to 21 February 2014). Testing for its standard quality control of Ketomium® produced in P.R. China revealed that it meets higher standard which contains the averaged ascospores (propagules) of 143.21 X 10^6 cfu/g of Ketomium® and the survival of the Ketomium® averaged 89.43 % after storage for 70 days (Table6, Fig.38-41).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 6 Percentage of propagule survival in pellet form of Ketomium® mycofungicide

Days after storage	Propagule survival (%)[1]	colony forming unit/g^{-1}($X10^6$)
25	98.75	158.47
40	90.00	144.01
55	87.33	139.72
70	81.66	130.66
Average	89.43	143.21

[1]Propagule survival (%) = counted colony forming unit/initial colony forming unit X 100.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

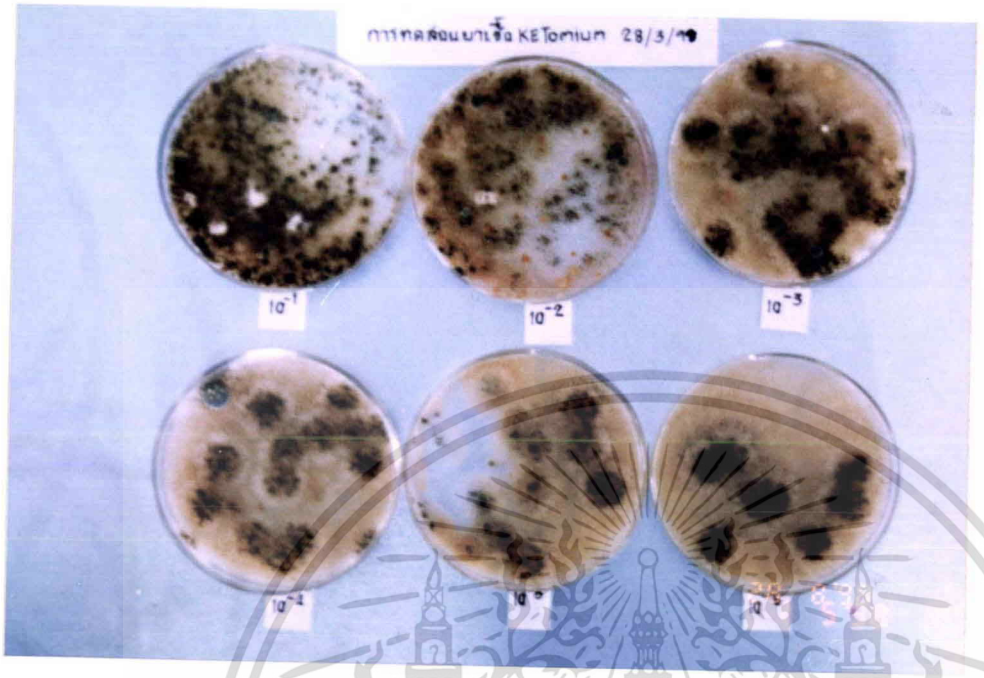

Figure 38 Survival of Ketomium® mycofungicide after storage for 25 days

Figure 39 Survival of Ketomium® mycofungicide after storage for 40 days

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

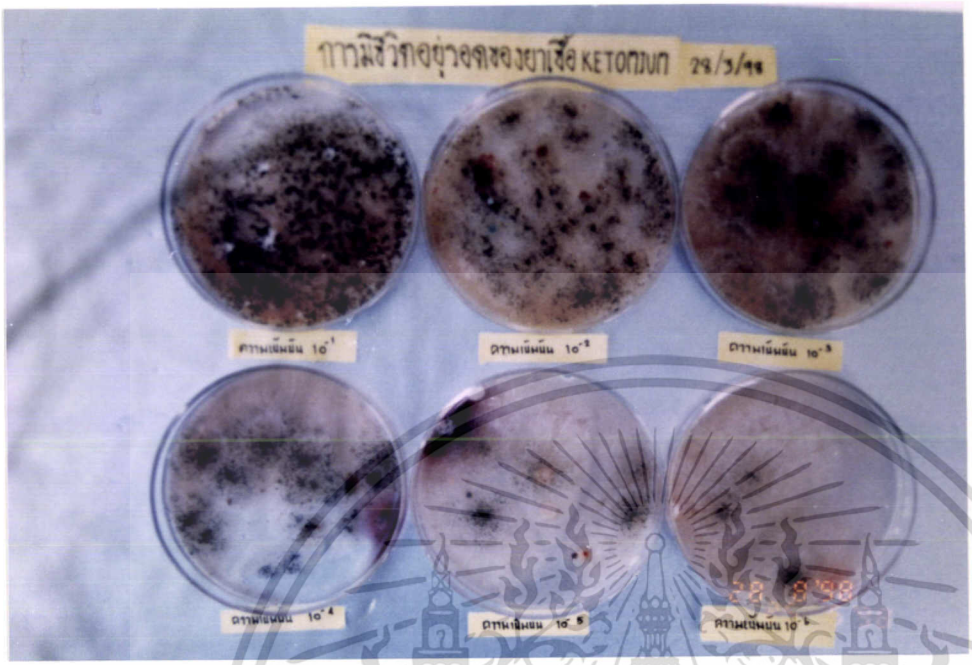

Figure 40 Survival of Ketomium® mycofungicide after storage for 55 days

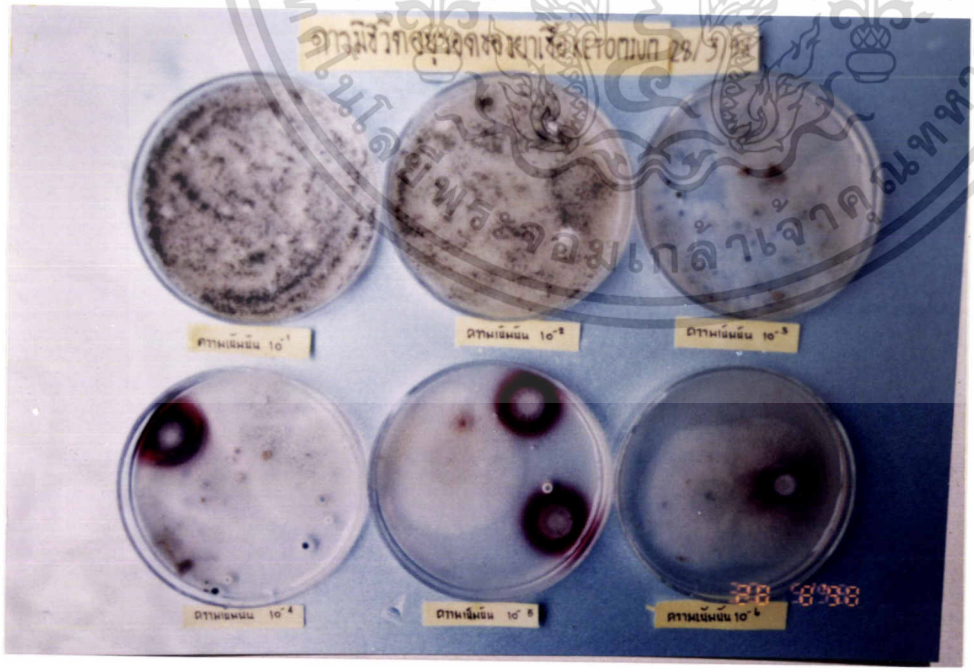

Figure 41 Survival of Ketomium® mycofungicide after storage for 70 days

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DISCUSSIONS

F. oxysporum f. sp. *lycopersici* caused tomato plants not only found to damage the plants grown in highland condition in Thailand (Soytong, 1992) but also seriously found to destroyed the plants in Guilin, P.R. China. The Chinese plant pathogen, *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici,* was isolated and proved for pathogenicity to tomato seedlings. The growth of *Ch. globosum* and *Ch. cupreum* in PDA, pH 6.5 incubated at 20-25°C revealed the optimum condition for growing the cultures and produced the fruiting structures within 45 days in P.R. China. This showed similar results as in Thailand (Soytong, 1989).

The evaluation of Ketomium® mycofungicide in the forms of pellet and powder for inhibition of *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* (Chinese isolate) using Bi-culture antagonistic tests observed that Ketomium® in pellet formulations as follows:- CG-pellet, CC-pellet and Ketomium®-pellet were significantly inhibited the colony and inoculum production of pathogen on bi-culture antagonistic plates as effective as Ketomium® in powder formulations:- CG-powder, CC-powder and Ketomium®-powder. It was observed that all formulations had significantly inhibited the colony and reduced the inoculum of the pathogen as similar results in Thailand (Soytong, 1992). The inhibition pattern showed that *Chaetomium* spp. had their hyphae just in front of the pathogen hyphae. The hyphae of pathogen were deformed that affected by the substances released from the *Chaetomium* hyphae (Soytong, 1997).

The evaluation of Ketomium® mycofungicides in the forms of pellet and powder showed clearly that all formulations could gave significantly reduced the incidence of tomato wilt caused by *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici* (Chinese isolate) in pot experiments. These research findings has been conducted in Guilin, Guangxi Province, P.R. China that significantly differ ecological climate (ca. Temp. 20-25°C) from Thailand, but it was a similar results in tropical climate conditions in Thailand. Soytong (1992) stated that *Ch. cuperum* completely prevented damaged by *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* by spore suspension and culture extract of *Ch. cupreum* had effectively controlled the tomato wilt over the chemical fungicide (Pentachloronitrobenzene). This study was also similar to previous experiments for evaluating the Ketomium® mycofungicide done in Thailand by Soytong and Soytong (1997), which they indicated that Ketomium®

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

mycofungicide in the forms of biopellet and biopowder applied to Fusarium-infested field soil, planted to tomato, could suppress both pathogen and disease incidence. Their study showed that the disease incidence of tomato treated with biopellets (22%) which was significantly lower in the non-treated ones (43%). It was observed in this study that all formulations of Ketomium® mycofungicide treated-plants were usually greater plant stands, higher fresh and dry weight of shoots and roots than the tomato plants from non-treated one after planting. This was similar to the works of Soytong (1992) and Soytong and Soytong (1997), although the experiments were conducted in difference ecological climates between P.R. China and Thailand.

The test for shelf life or survival of Ketomium® mycofungicide which developed and formulated in P.R. China in the forms of pellet and powder were proved that this biological products could meet the standard quality as same as producing in Thailand. Ketomium® mycofungicide formulated from the mixture of 22 effective strains of *Ch. globosum* and *Ch. cupreum* gave same quality as in Thailand. As it revealed that the standard of Ketomium® mycofugicide producing in Thailand contains the ascospores (propagules) 1.5 X 10^6cfu/g according to the registration of biological products at Department of Agriculture in Thailand and the Property of Patent Right (Incl^5. AO 1 N25/12, Patent No.6266, 22 February 1994 to 21 February 2014) (Soytong and Soytong, 1997). In this study, testing for the shelf life and its standard quality of Ketomium® produced in P.R. China meets over standard than in Thailand which contains the averaged ascospores (propagules) of 143.21 X 10^6 cfu/g and the survival of the Ketomium® averaged 89.43 % after storage for 70 days. However, Soytong and Soytong (1997) stated that better shelf life of Ketomium® in biopellet (77%) compared with that the biopowder formulation (57%) was noted after storage for one year.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

REFERENCES

Chang, I. And Kommedahl, T. 1968. Biological control of seedling of corn by coating kernels with antagonistic microopganisms. Phytopathology 77:1470.

Cullen, D., Berbeem, F. M. and Andrews, J. H. 1984. *Chaetomium globosum* antagonizes the apple scab pathogen, *Venturia inequalis*, under field conditions. Canadian Journal of Botany 62:1814-1818.

Kohl, J., Molhoek, W. H. L., van der Plas, C. H. and Fokkema, H. J. 1995. Effect of *Urocladium atrum* and other antagonists on sporrulation of *Botrytis cinerea* on dead lily leaves exposed to field conditions. Phytopathology 85:393-400.

Kommedahl, T. and Mew, I. P. 1975. Biocontrol of corn root infection in the field by seed treatment with antagonists. Phytopathology 65:296-300.

Manandhar, P. N., Thapliyal, P. N. and Sinclair, J. B. 1986. Potential of biocontrol fungi for selected soybean fungal pathogens. Biological Control and Cultural Tests 1:36.

Soytong, K. and T.H. Quimio. 1989. Antagonism of *Chaetomium globosum* to the rice blast pathogen, *Pyricularia oryzae.* Kasetsart J.(Nat. Sci.)23:198-203.

Soytong, K. and T.H. Quimio. 1989. A taxonomic study on the Philippine species of *Chaetomium*. The Philippine Agriculturist 72(1):59-72.

Soytong, K. 1990. Biological control of tomato wilt disease caused by Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici using a new biofungicide. A paper presented at the International Conference on Biotechnology and Environmental Science, August, 21-24, 1990. Chulabhorn Research Institute (Abstract).

Soytong, K. 1991a. Species of *Chaetomium* in Thailand soils. Thai Phytopathology 11(3-4):86-94).

Soytong, K. 1991b. Species of Chaetomium in Thailand and screening for their biocontrol properties against plant pathogens. A paper presented at the XII International Plant Protection Congress. Rio de Janeiro, Brazil, 11-16 August, 1991 (abstract).

Soytong, K. 1991c. Species of Chaetomium in Thailand Soils. Thai Phytopathology 11(3-4) : 86-94. Proc. of the Fourth International Mycological Congress. Regensburg. Germany. August, 28-September, 3, 1990. p. 55 (IFS Travel grant). and Proc. of First Symposium of Mycology in Asia. October, 29-30, 1991. p. 27 (abstract).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Soytong, K. 1992a. Biological control of tomato wilt caused by Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici using Chaetomium cupreum. Kasetsart J. (Nat. Sci.) 26 : 310-313. And Proc. of the International Conference on Biological Control in Tropical Agriculture. Malaysia. August 27-30, 1991. p. 135.

Soytong, K. 1992b. Biological control of rice blast disease by seed coating with antagonistic fungi. Songklanakarin J. Sci. Technol.(14):60-65.

Soytong, K. 1992c. Antagonism of *Chaetomium cupreum* to *Pyricularia oryzae* . J. of Plant Protection in the Tropics 9(3):17-23.

Soytong, K. 1993. Encapsulation of potential biocontrol agents in sodium alginate. Proc. of the 6th International Congress of Plant Pathology. Canada. July, 28-August, 6, 1993. (abstract). p. 273.

Soytong, K. 1994. Development of Chaetomium cupreum as a soil mycofungicide for controlling tomato wilt. Proc. of the Fifth International Mycological Congress. August 14-21. Vancouver, British Columbia. Canada. (abstract), and Proc. of the XIII International Plant Protection Congress, the Haque, The Netherland, 2-7 July, 1995.

Soytong, K. 1995. Chaetomium as a biocontrol agent against plant pathogens. Proc. of the XIII International Plant Protection Congress, The Hague-The Netherlands, 2-7 July. (abstract).

Soytong, Kasem and Soytong, Kobboon. 1997. Chaetomium as a new broad spectrum mycofungicide in Proceedings of the first International Symposium on Biopesticides, October 27-31,1996, Thailand, p.124—132.

Pechprome, S. and Soytong, K. 1997. Integrated Biological control of durian stem and root rot caused by *Phytophthora palmivora.* in Proceedings of the first International Symposium on Biopesticides, October 27-31,1996, Thailand, p.228-237.

Tveit, M. and Moore, M. B. 1954. Isolates of *Chaetomium* that protect oats from *Helminthosporium victoriae.* Phytophathorogy 44:686-689.

Von Arx, J. A., Guarro, J. and Figueras, M. J. 1986. The Ascomycetes Genus Chaetomium. Nova Hedwegia 84:1-162.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้