

จุลินทรีย์ในรวงรังปลวกและผลต่อการเจริญของสาหร่ายเห็ดโคน

(*Termitomyces globulus* Heim & Gosse.-Font.)

Microflora in Termite Combs and Their Effects on Mycelial Growth of  
the Termite Mushroom (*Termitomyces globulus* Heim & Gosse.-Font.)

อภิญญา สุราวุธ

Apinya Surawoot

วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาโรคพืชวิทยา

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

Master of Science Thesis in Plant Pathology

Prince of Songkla University

2541

๑

เลขที่	๐.๕๖๐๔.๑.๕๓๓ ๐๕๖ ๒๕๔๑	๒.๒
Bib Key	๕ ๑๔๒๘๖๔	

ชื่อวิทยานิพนธ์ จุลินทรีย์ในรวงรังปลวกและผลต่อการเจริญของสายราเห็ดโคน  
(*Termitomyces globulus* Heim & Gosse.-Font.)

ผู้เขียน นางสาวอภิญา สุราวุธ

สาขาวิชา โรคพืชวิทยา

คณะกรรมการที่ปรึกษา

คณะกรรมการสอบ

.....ประธานกรรมการ .....ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.วสันต์ เพชรรัตน์)

(รองศาสตราจารย์ ดร.วสันต์ เพชรรัตน์)

.....กรรมการ

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์พัลลภา กฤษณีไพบูลย์)

(รองศาสตราจารย์พัลลภา กฤษณีไพบูลย์)

.....กรรมการ (ผู้ช่วยศาสตราจารย์มานะ กาญจนมณีเสถียร) (ผู้ช่วยศาสตราจารย์มานะ กาญจนมณีเสถียร)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.รัตนา สดุดี)

.....กรรมการ (รองศาสตราจารย์ ดร.เสาวลักษณ์ พงษ์ไพจิตร)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยฉบับนี้เป็น  
ส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาโรคพืชวิทยา

..... (รองศาสตราจารย์ ดร.ก้าน จันทร์พรหมมา)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อวิทยานิพนธ์      จุลินทรีย์ในรวงรังปลวกและผลต่อการเจริญของสายราเห็ดโคน  
 (Termitomyces globulus Heim & Gosse.-Font.)  
 ผู้เขียน                นางสาวอภิญา สุราวุธ  
 สาขาวิชา              โรคพืชวิทยา  
 ปีการศึกษา            2540

### บทคัดย่อ

การศึกษาจุลินทรีย์ในรวงรังปลวกโดยการจำแนกชนิดและศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างจุลินทรีย์ที่ส่งเสริมต่อการเจริญของสายราเห็ดโคน ในการเก็บตัวอย่างจาก 4 จังหวัด คือ สงขลา ยะลา พัทลุงและสตูล จำแนกเห็ดโคนได้ 2 ชนิด คือ *Termitomyces globulus* Heim & Gosse.-Font. และ *T. heimii* Natarajan และเห็ดโคนทั้ง 2 ชนิด มีความสัมพันธ์กับปลวก *Macrotermes gilvus* Hagen.

การศึกษาพัฒนาการของเห็ดโคนในห้องปฏิบัติการ โดยการย้ายรวงรังที่มีตุ่มของดอกเห็ดมาเลี้ยงแบบสภาพรังปลวก ไม่พบการพัฒนาการของดอกเห็ด แต่จะพบรา *Xylaria* sp. เจริญขึ้นปกคลุมรวงรัง และการแยกจุลินทรีย์จาก 20 รวงรัง พบเชื้อรา 23 สกุล 51 ชนิด จำแนกชนิดได้ดังนี้คือ *Aspergillus candidus* Link, *A. carbonarius* (Bain-ier) Thorn, *A. flavus* Link., *A. japonicus* Saito, *A. niger* V.Tiegh, *A. tamarii* Kita, *A. terreus* Thom, *Aspergillus* sp., *Aureobasidium* sp., *Botryodiplodia* sp., *Chalaropsis* sp., *Chaetomium* *deceptivum* Malloch & Benny, *C. dreyfusii* V. Arx, *C. fusiforme* Chivers, *C. globosum* Kunze, *Cladosporium cladosporioides* (Fers.) de Vries, *Eupenicillium hirayamae* Scott & Stolk, *Eupenicillium* sp. 1-5, *Fusarium solani* (Mart.) Sacc., *F.* sp., *Gliocladium virens* (Miller) Giddens & Foster, *Mucor* sp., *Neosartoya fisheri* (Wehmer) Malloch & Cain, *Nigrospora* sp., *Paecilomyces* sp., *Penicillium purpurogenum* Stoll, *Penicillium* sp. 1-8, *Pestalotiopsis* sp., *Scytalidium* sp., *Sporothrix* sp., *Syncephalastrum racemosum* Chon ex Schrot, *Talaromyces* sp., *Thielaviopsis* sp., *Torula* sp., *Trichoderma hamatum* (Bon.) Bain, *T. harzianum* Rifai, *T. koningii* Oud., *T. pseudokoningii* Rifai, *T. viride* Pers. ex. S.F. Gray, *Xylaria* sp. และอีก 6 ไอโซเลทไม่สามารถจำแนกชนิดได้ และพบเชื้อแบคทีเรีย 47 ไอโซเลท

และแอสโคสปอร์ 29 ไอโซเลท แอสโคสปอร์ทุกไอโซเลทคาดว่าเป็นกลุ่มของ *Streptomyces*

การศึกษาการเจริญของสายราเห็ดโคนบนอาหารวุ้นต่างชนิดผสมวุ้นปลวก 1% ที่ระดับ pH ต่างกัน พบว่าอาหาร malt yeast agar ผสมวุ้น 1% ที่ pH 7 และอาหาร glucose peptone agar ผสมวุ้น 1 % ที่ pH 7 สายราเห็ดโคนสามารถเจริญได้ดีที่สุด เมื่อนำจุลินทรีย์มาศึกษาอิทธิพลต่อการเจริญของสายราเห็ดโคนโดยการเลี้ยงเชื้อร่วม และการใช้ culture filtrate ในระดับความเข้มข้นที่ต่างกันพบว่าไม่มีจุลินทรีย์ชนิดใดที่ส่งเสริม หรือยับยั้งการเจริญของสายราเห็ดโคน *Termitomyces globulus* การวิเคราะห์ปริมาณของ สารอาหารและ pH ของวุ้นพบว่าค่าที่วิเคราะห์ได้มีค่าแตกต่างกันทั้งหมดยกเว้น pH ที่มี ค่าใกล้เคียงกันคือมีค่าอยู่ระหว่าง 4.20-4.81

Thesis Title            Microflora in Termite Combs and Their Effects on Mycelial Growth  
of the Termite Mushroom (*Termitomyces globulus* Heim & Gosse.-  
Font.)

Author                    Miss Apinya Surawoot

Major Program        Plant Pathology

Academic Year        1997

### Abstract

This study aimed to observe the association between natural microflora and the macrofungi, *Termitomyces* sp. ; and also to identify the microfungi associated with the termite combs. Twenty combs from four provinces in Southern Thailand (Songkhla, Yala, Phatthalung and Satun) were selectively collected, where one genus of termite, *Macrotermes gilvus* Hagen, was found in association with two species of termite mushroom, *Termitomyces globulus* Heim & Gosse.- Font. and *Termitomyces heimii* Natarajan.

*Xylaria* sp. always overgrew *T. globulus* in *in vitro* study. Fungi, bacteria and actinomycetes were isolated from the termite combs. The isolated microfungi consisted of 23 genera and 51 species. The identified microfungi are : *Aspergillus candidus* Link, *A. carbonarius* (Bain-ier) Thorn, *A. flavus* Link., *A. japonicus* Saito, *A. niger* V.Tiegh, *A. tamarii* Kita, *A. terreus* Thom, *Aspergillus* sp., *Aureobasidium* sp., *Botryodiplodia* sp., *Chalaropsis* sp., *Chaetomium deceptivum* Malloch & Benny, *C. dreyfusii* V. Arx, *C. fusiforme* Chivers, *C. globosum* Kunze, *Cladosporium cladosporioides* (Fers.) de Vries, *Eupenicillium hirayamae* Scott & Stolk, *Eupenicillium* sp. 1-5, *Fusarium solani* (Mart.) Sacc., *Fusarium* sp., *Gliocladium virens* (Miller) Giddens & Foster, *Mucor* sp., *Neosartoya fisheri* (Wehmer) Malloch & Cain, *Nigrospora* sp., *Paecilomyces* sp., *Penicillium purpurogenum* Stoll, *Penicillium* sp. 1-8, *Pestalotiopsis* sp., *Scytalidium* sp., *Sporothrix* sp., *Syncephalastrum racemosum* Chon ex Schrot, *Talaromyces* sp.,

*Torula* sp., *Trichoderma hamatum* (Bon.) Bain, *T. harzianum* Rifai, *T. koningii* Oud., *T. pseudokoningii* Rifai, *T. viride* Pers. ex. S.F. Gray, *Xylaria* sp. and 6 unidentified species. Forty-seven isolates of bacteria and twenty-nine isolates of actinomyces (possibly *Streptomyces*) were also found on the termite combs.

Two media using termite comb as an ingredient (malt yeast agar plus 1% termite comb at pH 7 and glucose peptone agar plus 1% termite comb at pH7) are suitable for *Termitomyces globulus* mycelial growth. Stimulatory and inhibitory tests using dual culture and culture filtrate at different concentration showed that neither microflora stimulated nor inhibited *T. globulus* growth. Chemical analysis of the termite combs showed that most parameters varied in a broad range, except pH which only varied between 4.20-4.81.

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดีโดยได้รับความกรุณาจากรองศาสตราจารย์ ดร.วสันต์ เพชรรัตน์ ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์พัลลภ กฤษณีไพบุลย์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์มานะ กาญจนมณีเสถียร กรรมการที่ปรึกษา ที่กรุณาให้คำแนะนำ ช่วยเหลือในการศึกษาวิจัย ตลอดจนตรวจแก้ไขข้อบกพร่องของวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.รัตนา สดุดี และรองศาสตราจารย์ ดร.เสาวลักษณ์ พงษ์ไพจิตร กรรมการ ที่ให้คำแนะนำและตรวจแก้ไขข้อบกพร่องเพิ่มเติม ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สมบูรณ์ยิ่งขึ้นผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณในความกรุณาของอาจารย์ทั้งห้าท่านเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เสียง กฤษณีไพบุลย์ Dr.Takamatsu, Y. และ ดร.ยุพา หาญบุญทรง ที่กรุณาให้คำแนะนำช่วยเหลือในการจำแนกชนิดของปลวก

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาการจัดการศัตรูพืช ที่ได้กรุณาถ่ายทอดความรู้ และคำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่อการวิจัย ขอขอบคุณคุณสุภาพ จันทรัตน์ คุณจำลอง ชูกำเนิด และคุณสุระพงษ์ สายบุญ ที่ให้ความสะดวกในการใช้อุปกรณ์ต่างๆในห้องปฏิบัติการ และให้คำแนะนำในการใช้อุปกรณ์เครื่องมือและกล้องถ่ายภาพ ขอขอบคุณพี่น้องและเพื่อนๆ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในด้านอื่นๆ

ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์สมปอง เตชะโต ที่กรุณาให้ความสะดวกในการใช้ห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีชีวภาพ

ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่ให้ทุนสนับสนุนการทำวิทยานิพนธ์

กราบขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ พี่สาวและพี่ชาย ที่เป็นกำลังใจ ให้ความช่วยเหลือ และให้การสนับสนุนในทุกๆด้านตลอดมา

อภิญญา สุราวุธ

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ.....	(3)
Abstract.....	(5)
กิตติกรรมประกาศ.....	(7)
สารบัญ.....	(8)
รายการตาราง.....	(9)
รายการภาพ.....	(10)
บทที่	
1. บทนำ.....	1
บทนำต้นเรื่อง.....	1
การตรวจเอกสาร.....	2
วัตถุประสงค์.....	15
2. วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ.....	16
วัสดุ.....	16
อุปกรณ์.....	18
วิธีการ.....	19
3. ผลและวิจารณ์.....	27
4. สรุป.....	154
เอกสารอ้างอิง.....	156
ภาคผนวก.....	167
ประวัติผู้เขียน.....	180

รายการตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงส่วนประกอบคุณค่าทางอาหารของเห็ดโคน.....	12
2	แหล่งตัวอย่างรวงรังปลวกที่ทำการศึกษา.....	28
3	ชนิดและความถี่ของการพบเชื้อราจากตัวอย่างรวงรังปลวกที่เก็บจาก จังหวัดต่างๆ.....	38
4	จำนวนเชื้อแบคทีเรียที่แยกได้จากรวงรังปลวก 4 รัง....	41
5	จำนวนเชื้อแอคติโนมัยซิสที่แยกได้จากรวงรังปลวก 4 รัง.....	43
6	การเจริญของสายรา <i>Termitomyces globulus</i> บนอาหารวุ้นที่เตรียมจาก รวงรังปลวก <i>Macrotermes gilvus</i> ในความเข้มข้นต่างๆกันหลังปลูกเชื้อ 20 วัน.....	140
7	การเจริญของสายราเห็ดโคน <i>Termitomyces globulus</i> บนอาหารวุ้น ต่างชนิดผสมรวงรัง 1% ที่ระดับ pH 4-7 หลังจากปลูกเชื้อ 20 วัน.....	142
8	น้ำหนักแห้งของสายราเห็ดโคน <i>Termitomyces globulus</i> ในอาหาร PDB ที่มี ระดับความเข้มข้นของ culture filtrate ต่างกัน หลังปลูกเชื้อ 20 วัน.....	151
9	ผลจากการวิเคราะห์ปริมาณของสารอาหารในรวงรัง.....	153

รายการภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ลักษณะโครงสร้างของรังปลวก.....	6
2	การศึกษาพัฒนาการของดอกเห็ดโคนในห้องปฏิบัติการ.....	20
3	ลักษณะวางรังปลวก <i>Macrotermes gilvus</i> .....	27
4	ลักษณะปลวก <i>Macrotermes gilvus</i> ในวรรณะทหาร.....	29
5	A. ดอกเห็ดโคน <i>Termitomyces globulus</i> ระยะต่างๆกัน.....	31
	B. ลักษณะของดอกเห็ดโคน <i>Termitomyces globulus</i> .....	31
6	ลักษณะของดอกเห็ดโคน <i>Termitomyces heimii</i> .....	32
7	ลักษณะโคโลนีของเห็ดโคน <i>Termitomyces globulus</i> บนอาหาร PDA อายุ 30 วัน.....	33
8	A. การเจริญของสาหร่าย <i>Xylaria</i> sp. ที่ปกคลุมวางรัง.....	34
	B. ลักษณะ fruiting body ของ <i>Xylaria</i> sp.....	34
9	<i>Aspergillus candidus</i> .....	45
10	<i>Aspergillus carbonarius</i> .....	47
11	<i>Aspergillus flavus</i> .....	49
12	<i>Aspergillus japonicus</i> .....	51
13	<i>Aspergillus niger</i> .....	53
14	<i>Aspergillus tamarii</i> .....	55
15	<i>Aspergillus terreus</i> .....	57
16	<i>Aspergillus</i> sp.....	59
17	<i>Aureobasidium</i> sp.....	61
18	<i>Botryodiplodia</i> sp.....	63
19	<i>Chaetomium deceptivum</i> .....	66
20	<i>Chaetomium dreyfusii</i> .....	68
21	<i>Chaetomium fusiforme</i> .....	70
22	<i>Chaetomium globosum</i> .....	72
23	<i>Cladosporium cladosporioides</i> .....	74

รายการภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
24	<i>Eupenicillium hirayamae</i> .....	76
25	<i>Eupenicillium</i> sp. 2.....	79
26	<i>Eupenicillium</i> sp. 3.....	81
27	<i>Eupenicillium</i> sp. 4.....	83
28	<i>Eupenicillium</i> sp. 5.....	85
29	<i>Fusarium solani</i> .....	87
30	<i>Gliocladium virens</i> .....	90
31	<i>Mucor</i> sp.....	92
32	<i>Neosartoya fisheri</i> .....	94
33	<i>Paecilomyces</i> sp.....	97
34	<i>Penicillium purpurogenum</i> .....	99
35	<i>Penicillium</i> sp. 1.....	101
36	<i>Penicillium</i> sp. 2.....	103
37	<i>Penicillium</i> sp. 3.....	105
38	<i>Penicillium</i> sp. 4.....	107
39	<i>Penicillium</i> sp. 5.....	109
40	<i>Penicillium</i> sp. 6.....	111
41	<i>Penicillium</i> sp. 7.....	113
42	<i>Penicillium</i> sp. 8.....	115
43	<i>Pestalotiopsis</i> sp.....	117
44	<i>Sporothrix</i> sp.....	120
45	<i>Syncephalastrum racemosum</i> .....	122
46	<i>Trichoderma hamatum</i> .....	127
47	<i>Trichoderma harzianum</i> .....	129
48	<i>Trichoderma koningii</i> .....	131
49	<i>Trichoderma pseudokoningii</i> .....	133

รายการภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
50	<i>Trichoderma viride</i> .....	135
51	<i>Xylaria</i> sp.....	137
52	การเจริญของสายราเห็ดโคนบนอาหารที่มีความเข้มข้นของรวงรังต่างกัน...	140
53	การเจริญของสายราเห็ดโคนบนอาหาร 5 ชนิดผสมรวงรัง 1 % ที่ pH 4 ระดับ เมื่อเวลาผ่านไป 20 วัน.....	143
54	จานเลี้ยงเชื้อแสดงการเลี้ยงสายราเห็ดโคน <i>Termitomyces globulus</i> ร่วมกับสายราที่ใช้ทดสอบ.....	144
55	จานเลี้ยงเชื้อแสดงการเลี้ยงสายราเห็ดโคน <i>Termitomyces globulus</i> ร่วมกับเชื้อแบคทีเรีย.....	145
56	จานเลี้ยงเชื้อแสดงการเลี้ยงสายราเห็ดโคน <i>Termitomyces globulus</i> ร่วมกับเชื้อแอคติโนมัยซิส.....	146
57	ผลของ culture filtrate ของเชื้อราบางชนิดที่มีต่อสายราเห็ดโคน. <i>Termitomyces globulus</i> .....	147

## บทที่ 1

### บทนำ

#### บทนำต้นเรื่อง

ปลวกจัดเป็นแมลงที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจเนื่องจากเป็นแมลงที่ชอบกัดกินเนื้อไม้เป็นอาหารจึงมักทำลายที่พักอาศัยและอุปกรณ์ใช้สอยที่เป็นไม้ ปลวกบางชนิดอาศัยทำรังอยู่ตามต้นไม้จึงเป็นสาเหตุสำคัญในการทำให้ลำต้นและรากของพืชเศรษฐกิจมุงและเน่าเปื่อยอย่างรวดเร็ว เช่น อ้อย (Falloon, 1988) ข้าวโพด (Sithole, 1989) ปาล์ม (Dhileepan, 1992) ถั่วลิสง (Wightman, 1989) ข้าว โกโก้ มะพร้าว ฝ้าย ยางพารา และกาแฟ นอกจากนี้ปลวกบางชนิดยังจัดเป็นแมลงศัตรูป่าไม้ที่สำคัญ (Hickin, 1971) ในประเทศมาเลเซียประสบปัญหาการสูญเสียป่าไม้เนื่องมาจากการเข้าทำลายโดยปลวกหลายชนิด เช่น *Coptotermes curvignathus* Holmgren, *Coptotermes borneensis* Oshima, *Microcerotermes dubius* Haviland, *Nasutitermes matangensis* Haviland, *Macrotermes gilvus* Hagen โดยปลวกจะเข้าทำลายใจกลางของเนื้อไม้จนเน่าและตายในที่สุด (Khen, 1996) อย่างไรก็ตามปลวกก็มีประโยชน์ในแง่ของนิเวศวิทยาโดยเป็นตัวเปลี่ยนแปลงสภาพเศษไม้กิ่งไม้ไปเป็นอินทรีย์วัตถุที่เป็นประโยชน์แก่พืชได้ แม้ปลวกหลายชนิดจะเป็นแมลงที่ทำลายอาคารบ้านเรือนแต่ปลวกบางชนิดในวงศ์ย่อย Macrotermitinae ก็ยังมีประโยชน์โดยเป็นแหล่งผลิตเห็ดโคน (*Termitomyces* spp.) (Harris, 1971 ; Abo-Khatwa, 1977 ; Harnboonsong, 1986 ; Thomas, 1987 ; Okech and Kotengo, 1988) โดยที่ภายในรังของปลวกจะมีการสร้างสวนเห็ดราเพื่อใช้เป็นแหล่งอาหาร (Sands, 1969 ; Batra and Batra, 1979) เมื่อสภาพแวดล้อมเหมาะสม เชื้อเห็ดราจะสร้างดอกเห็ดแทงทะลุผิวดินออกเป็นดอกเห็ดซึ่งเป็นที่รู้จักกันดีในชื่อของเห็ดโคนหรือเห็ดปลวก

เห็ดโคนจัดเป็นอาหารที่มีรสชาติดีมีคุณค่าทางอาหารสูงเป็นที่นิยมของผู้บริโภค แต่เห็ดโคนเป็นเห็ดที่ค่อนข้างหายากและมีราคาสูง เนื่องจากยังไม่มีผู้ใดสามารถเพาะเลี้ยงได้นอกจากเก็บจากป่าธรรมชาติบริเวณที่มีจอมปลวกเท่านั้น ในประเทศไทยพบเห็ดโคนมากในจังหวัดกาญจนบุรี สุพรรณบุรี เนื่องจากมีป่าไผ่มาก (ณัฐสิทธิ์ ตันสกุล และสุนเภกคณาลักษณ์, 2536) ภายในรังปลวกนอกจากเห็ดโคนแล้วยังพบว่ามีราชนิดอื่นๆ

ขึ้นปะปนอยู่ เช่น *Aspergillus flavus* Link, *Aspergillus niger* V.Tiegh., *Penicillium* spp., *Fusarium* sp., *Mucor* sp., *Cunninghamella* sp., *Chaetomium* sp, *Gliocladium* sp, *Monilia* sp. และ *Trichoderma longibrachetum* Rifai (Harnboonsong, 1986) นอกจากนี้เข็รราแล้วยังพบว่า มีแบคทีเรีย และแอคติโนไมซีตีส (actinomycetes) ขึ้นปะปนอยู่ด้วย (Arshad *et al.*, 1982)

ความสัมพันธ์ระหว่างปลวก เห็ดโคนและจุลินทรีย์ดังกล่าวยังไม่มีการศึกษาดังนั้น การศึกษาถึงชนิดของเชื้อราและจุลินทรีย์ต่างๆที่พบในรังปลวกและผลของจุลินทรีย์ต่างๆต่อการเจริญของเห็ดโคนจึงอาจเป็นแนวทางที่ช่วยให้การเพาะเห็ดโคนสำเร็จได้ในอนาคต

## การตรวจเอกสาร

### 1. ปลวก (termites, white ants)

ปลวกเป็นแมลงที่จัดอยู่ในอันดับ Isoptera เป็นแมลงที่มีขนาดเล็กถึงขนาดกลาง มีขนาดและรูปร่างคล้ายมด อยู่รวมกันเป็นสังคมเช่นเดียวกับผึ้ง ต่อและแตน โดยปลวกจะแสดงพฤติกรรมทางสังคมที่มีวิวัฒนาการก้าวหน้ามาก มีการจัดลำดับของสังคม (social hierachy) อย่างชัดเจน โดยแบ่งออกเป็นวรรณะต่างๆและมีการควบคุมอัตราส่วนของวรรณะต่างๆให้อยู่ในสมดุลอยู่เสมอ โดยอาศัยกลไกการควบคุมทางสังคมภายในรังของมันเอง (องอาจ รุ่งเรืองบางขัน, 2527) ปลวกมีลักษณะพิเศษโดยสังเกตได้จากระบบวรรณะที่มีการพัฒนาในระดับสูง มีส่วนปากที่เปลี่ยนรูปไปเพื่อการกัดกินโดยเฉพาะ มีหนวดเป็นแบบลูกบิดต่อกันเป็นสายหรือเส้นด้าย มีลำตัวอ่อนนุ่มและมีสีจาง การจำแนกเป็นวงศ์ต่างๆอาศัยลักษณะโครงสร้างของส่วนหัวและการที่มีวรรณะอยู่ครบหรือไม่เป็นหลัก ปลวกแตกต่างจากแมลงสังคมอื่นๆ เช่น ผึ้ง มด และต่อ ซึ่งอยู่ในอันดับ Hymenoptera คือ ลักษณะลำตัวของปลวกประกอบด้วยส่วนอก (thorax) เชื่อมต่อกับส่วนท้อง (abdomen) โดยปราศจากส่วนเอว (waist) และวรรณะสืบพันธุ์ของปลวกประกอบด้วยปีก 2 คู่ที่เท่ากัน ดังนั้นจึงจัดปลวกไปอยู่ในอันดับ Isoptera (องอาจ รุ่งเรืองบางขัน, 2527)

ปลวกจัดเป็นแมลงที่มีระบบพัฒนาการของวรรณะต่าง ๆ อยู่ครบคือวรรณะสืบพันธุ์ วรรณะทหารและวรรณะงาน วรรณะสืบพันธุ์จะสลัดปีกทิ้งภายหลังจากมีการจับคู่เพื่อผสมพันธุ์ ปลวกมีการแพร่กระจายทั่วโลก ส่วนใหญ่ในป่าร้อน ฝนตกชุก ปัจจุบันปลวกที่พบมีรายงานมากกว่า 2,000 ชนิด แบ่งได้เป็น 7 วงศ์ (family) 14 วงศ์ย่อย (subfamily) และ

270 สกุล (genus) (Kambhampati *et al.*, 1996) สำหรับปลวกที่พบในประเทศไทยมีประมาณ 92 ชนิด (ฉวีวรรณ หุตะเจริญ, 2533)

Higashi และ Abe (1997) แบ่งปลวกออกเป็น 2 กลุ่มคือ

1. ปลวกชั้นต่ำ (lower termites) ลักษณะสำคัญในปลวกชั้นต่ำคือมีโปรโตซัวอาศัยอยู่ในลำไส้เพื่อช่วยในการย่อยสลายเซลลูโลส (Harris, 1971) ได้แก่ปลวกที่อยู่ในวงศ์ Mastotermitidae, Kalotermitidae, Termopsidae, Hodotermitidae, Rhinotermitidae และ Seritermitidae

2. ปลวกชั้นสูง (higher termites) ลักษณะสำคัญในปลวกจำพวกนี้คือภายในลำไส้ไม่มีโปรโตซัวแต่จะมีแบคทีเรียซึ่งช่วยในการย่อยสลายเซลลูโลสอาศัยอยู่แทน (Harris, 1971) ได้แก่ปลวกที่อยู่ในวงศ์ Termitidae ปลวกชั้นสูงในวงศ์ย่อย Macrotermitinae นอกจากจะมีแบคทีเรียช่วยในการย่อยสลายเซลลูโลสยังพบว่าภายในลำไส้ปลวกยังมีเชื้อรา *Termitomyces* spp. ช่วยในการย่อยสลายเซลลูโลสอีกด้วย ความสัมพันธ์ระหว่างปลวกและเชื้อรานี้เป็นแบบพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน (symbiosis) (O'Brien and Slaytor, 1982)

ปลวกที่มีความสัมพันธ์กับเห็ดโคนได้แก่ปลวกในสกุล *Macrotermes* spp., *Odontotermes* spp. และ *Microtermes* spp. (ณัฐสิทธิ์ ต้นสกุล และสุชน เอกคณาลักษมี, 2536) จัดอยู่ในวงศ์ย่อย Macrotermitinae ปลวกเหล่านี้พบแพร่กระจายในประเทศแอฟริกา อินเดีย จีน และแถบมาลาเย (Krishna, 1970) อาหารของปลวกส่วนใหญ่จะเป็นเศษไม้ เปลือกไม้ และพืชบางชนิด เช่นสาบเสือ หรือพืชอื่นที่มีเซลลูโลสเป็นองค์ประกอบตามแต่สภาพแวดล้อม และไนโตรเจนหลักของปลวกได้จากการนำกลับมาใช้ใหม่ (recycle) ของกากไนโตรเจน (waste nitrogen) เช่นกรดยูริกในรวงรัง (Thomas, 1981)

ภายในลำไส้ของปลวกประกอบไปด้วยเชื้อราหลายชนิด Rajgopal และคณะ (1979) แยกเชื้อราจากลำไส้ปลวก *Odontotermes obesus* Rambur พบเชื้อรา *Cunninghamella echinulata* (Thaxt.) Thaxt., *Penicillium* sp., *Fusarium moniliformae* Sheld., *Aspergillus awamori* Nakazawa, *A. flavus* และ *A. nidulans* Eidam Rajgopal และ Varma (1980) แยกเชื้อราจากลำไส้ปลวก *O. obesus* พบเชื้อรา *C. echinulata*, *Rhizopus* sp., *Fusarium* sp., *Cladosporium* sp., *Penicillium* sp., *Aspergillus clavatus* Desmazieres, *A. nidulans* และ *A. flavus* และยังพบว่าเชื้อราเหล่านี้สามารถปลดปล่อย auxin (IAA) ออกสู่อาหารเลี้ยงเชื้อ

(culture medium) หลังจากเลี้ยงไว้ 48 ชั่วโมง ที่  $30 \pm 1$  องศาเซลเซียส นอกจากนี้ที่ผนังลำตัวของปลวกยังมีเชื้อราหลายชนิดติดอยู่ Farhat และคณะ (1982) แยกเชื้อราที่ผนังลำตัวของปลวก *O. obesus* พบเชื้อรา *Monilia* sp, *Aspergillus fumigatus* Fresenius, *A. uadrilineatus* และ *Penicillium* sp.

### 1.1 ระบบรังปลวก (nest system)

ปลวกอาศัยอยู่ร่วมกันเป็นกลุ่ม รังประกอบด้วยมูลดินและเศษไม้ผสมกับน้ำลายของปลวก และภายในรังปลวกยังประกอบไปด้วยเอนไซม์เซลลูเลส ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่พบในกระเพาะของปลวก (Abo-Khatwa, 1977) ปลวกควบคุมสภาพแวดล้อมภายในรังให้เหมาะสมแก่การเจริญของตัวอ่อน ปลวกที่อยู่ใต้ดิน (subterranean termites) จะเดินติดต่อไปมาระหว่างรังใต้ดินกับเนื้อไม้ที่ใช้เป็นอาหาร ปลวกวรรณะงานกัดกินเนื้อไม้แล้วนำไปเลี้ยงวรรณะอื่นๆ ปลวกจะสร้างทางเดินเป็นท่อดินด้วยเศษไม้ เพื่อป้องกันแสงสว่าง ความร้อน และบรรยากาศที่แห้งแล้ง ถ้ารังมีรอยแตกชำรุด ปลวกวรรณะงานจะทำการซ่อมแซมรังทันที ความชื้นสัมพัทธ์ภายในรังสูงถึง 90-99 % อุณหภูมิภายในรังโดยปกติจะสูงกว่าภายนอก ภายในรังปลวกสามารถควบคุมอุณหภูมิและความชื้นให้คงที่ได้อยู่ตลอดเวลา (Batra and Batra, 1979) การถ่ายเทอากาศส่วนใหญ่จะอยู่ภายในรัง Luscher (1961) ศึกษาเมตาบอลิซึมของเชื้อราและปลวกภายในรังพบว่าการสร้างความร้อนและก๊าซแพร่กระจายออกมา และมีการถ่ายเทอากาศด้วยเหตุผล 2 ประการ คือประการแรกเพื่อรักษาอุณหภูมิของรังให้คงที่ และประการที่สองเพื่อการหายใจของปลวกและเชื้อรา ปลวกเป็นสัตว์ที่มีตารวม (compound eyes) ไม่ครบทุกวรรณะ กล่าวคือจะมีตารวมในวรรณะสืบพันธุ์ และในวรรณะทหารจะพบการพัฒนาการของตารวมในบางสกุล ส่วนปลวกในวรรณะงานไม่มีตารวม การติดต่อสื่อสารอาศัยหนวดและฮอร์โมนเป็นสำคัญ (Gay, 1970)

ในเชิงนิเวศวิทยา รังที่อยู่อาศัยของปลวกมีโครงสร้างที่สลับซับซ้อน มีการสร้างที่กำบังได้อย่างแข็งแรงและมีการจัดสรรปันส่วนเนื้อที่ภายในรังให้เหมาะแก่การใช้ประโยชน์ โดยโครงสร้างภายในรังของปลวกจะแยกย่อยออกเป็นโพรงเล็กโพรงน้อย รังชั้นในประกอบด้วยวัสดุที่ทำด้วยวัสดุพิเศษต่างจากรังชั้นนอก ในรังของปลวกจะพบการสร้างรัง 2 แบบ

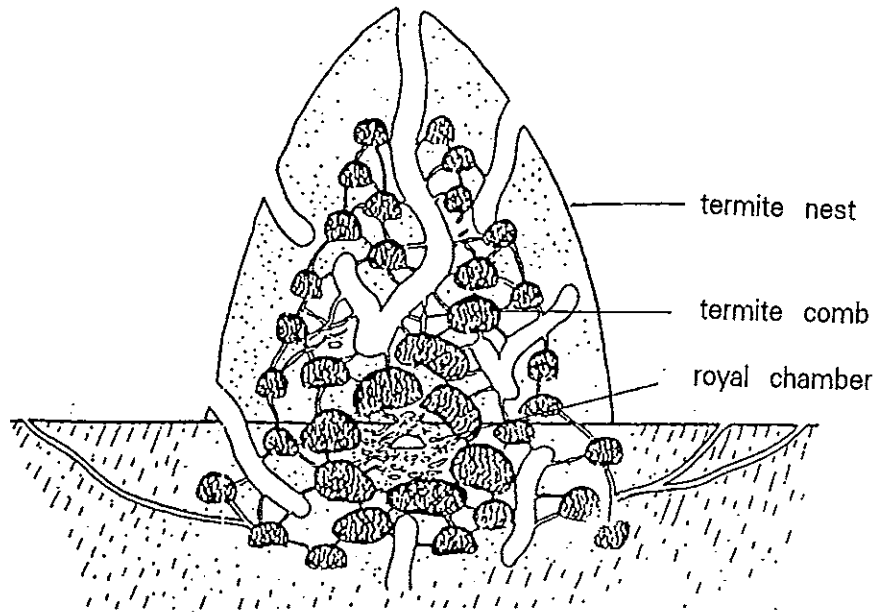
1. การสร้างมูลดินเป็นจอมปลวก (mound - building) รัชชนิดนี้เป็นที่รู้จักกันทั่วไป เพราะปลวกจะสร้างมูลดินสูงกว่าระดับพื้นดิน ภายใต้มูลดินเป็นที่อยู่อาศัยรวมทั้งเป็นแหล่งสะสมอาหารคือรวงรัง (termite comb) มีการสร้างห้องพิเศษ (royal chamber) สำหรับเป็นที่อยู่ของนางพญาปลวก (ภาพที่ 1) ปลวกที่มีการสร้างมูลดินเป็นจอมปลวกโดยปกติจะไม่ทำอันตรายแก่อาคารบ้านเรือน สกุนที่สำคัญของปลวกพวกนี้ได้แก่ *Hypotermes* spp., *Macrotermes* spp., *Microtermes* spp. และ *Odontotermes* spp. ในปลวกที่มีการสร้างมูลดินเป็นจอมปลวก รูปร่างของจอมปลวกจะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับสภาพภูมิอากาศในแต่ละท้องถิ่นและชนิดของปลวก (Pomeroy, 1977)

2. พวกที่สร้างรังใต้พื้นดินด้วยเศษและเยื่อไม้ (carton - nest - building) มักพบทำรังตามพื้นดินหรือกิ่งไม้โดยมีทางเดินติดต่อกับพื้นดิน มีหลายชนิดที่กินใบไม้และหญ้า รังทำด้วยไม้ที่ใช้เป็นอาหารแล้วนำมาผสมกับดินและเศษไม้ สกุนที่สำคัญได้แก่ *Microcerotermes* spp., *Hospitalitermes* spp. และ *Nasutitermes* spp.

### 1.2 รวงรังปลวกหรือสวนเห็ดรา (termite comb หรือ fungus garden)

ในรังปลวกจะพบรวงรังมีลักษณะเป็นก้อนคล้ายรวงผึ้งสีดำ ภายในมีเชื้อราอาศัยอยู่ บางครั้งจึงเรียกว่าสวนเห็ดรา เป็นที่อยู่อาศัยของไข่และตัวอ่อน สวนเห็ดรามีรูปร่างรีหรือค่อนข้างกลม มีลักษณะคล้ายฟองน้ำ ซึ่งพบแตกต่างกันไปในแต่ละชนิด ภายนอกสวนเห็ดราปกคลุมด้วยสายราสีขาวของเชื้อรา และคอนิเดีย (conidia) รูปร่างกลมสีขาว ซึ่งคาดว่าเป็นตัวที่ทำหน้าที่สำคัญในรวงรัง (Harris, 1971)

Inoue และคณะ (1997) ศึกษารวงรังของปลวก *Macrotermes gilvus* พบว่าประกอบด้วยรวงรัง 2 ส่วน คือ รวงรังที่อยู่รวมกันบริเวณใจกลางรัง และรวงรังที่กระจายไปตามพื้นดิน



ภาพที่ 1 ลักษณะโครงสร้างของรังปลวก (termite nest) บริเวณตรงกลางเป็นที่อยู่ของ king และ queen (royal chamber) บริเวณที่เลี้ยงตัวอ่อน (termite comb) จะเป็นบริเวณที่พบการเจริญของเห็ดโคน แต่ละรวงรังจะมีทางเชื่อมต่อกันทั้งหมด (ดัดแปลงจาก : Bel และ Pataragetvet, 1982)

Thomas (1987) ศึกษาของรังปลวก *Macrotermes bellicosus* Smeathman พบว่าสามารถแบ่งได้ 3 ส่วน คือ รวงรังใหม่ (fresh comb) จะมีสีค่อนข้างดำ รวงรังตรงกลาง (middle comb) ที่บริเวณผิวของรวงรังตรงกลางอาจพบเม็ดกลมสีขาว (fungus nodules) ซึ่งประกอบด้วยสายราและ asexual spore เม็ดกลมสีขาวนี้จำเป็นสำหรับการอยู่รอดของปลวกโดยเม็ดกลมสีขาวนี้เป็นอาหารของตัวอ่อนของปลวก (Noirot, 1980) และรวงรังเก่า (old comb) เป็นส่วนที่เก่าที่สุดของรวงรังจะมีสีน้ำตาลแดง เม็ดกลมสีขาวมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5-1 มม. และเม็ดกลมนี้เป็นดอกเห็ดระยะแรกของเห็ดโคน จัดเป็น symbiotic Basidiomycetes ในช่วงปกติปลวกมีจำนวนมากจึงกินเม็ดกลมสีขาวและกลุ่มของสายราเห็ดโคนมากจึงไม่พบดอกเห็ด เดือน ก.ย. - ต.ค. - พ.ย. เป็นช่วงที่จำนวนปลวกเริ่มลดลงซึ่งอาจเป็นเพราะฝนตกน้ำท่วมและอพยพมาเจอตัวน้ำทำลายอีกจำนวนประชากรของปลวก

จึงลดลง ดังนั้นจึงใช้เมล็ดกลมสีขาวและกลุ่มของสายราเห็ดโคนเป็นอาหารน้อย จึงมีกลุ่มของสายราเหลือมากประกอบกับอากาศร้อนชื้นและมีฝนตก จึงพบการเจริญของดอกเห็ดโคน โดยเฉพาะในระยะที่เห็ดโคนกำลังงอกอินทรีย์วัตถุภายในรังจะมีความชื้นสูงมาก มี pH 5 - 5.5 อุณหภูมิภายในรังปลวก 28-30 องศาเซลเซียส ความชื้นในบรรยากาศ 70-80 % อุณหภูมิภายนอก 26-27 องศาเซลเซียส และรังปลวกที่เห็ดโคนขึ้นนี้ยังคงมีปลวกอาศัยอยู่ Sands (1969) เชื่อว่าจำนวนของเมล็ดกลมสีขาวของเห็ดโคนเป็นตัวที่มีบทบาทสำคัญในการย่อยเซลลูโลส และลิกนินเพื่อให้ได้แหล่งคาร์บอนและสารอาหารอื่นที่เหมาะสมต่อการเจริญของปลวก การศึกษาการเกิดเห็ดโคนบนรวงรังของปลวกวงศ์ย่อย Macrotermitinae บางครั้งพบว่าถูกปกคลุมด้วยสายรา *Xylaria* sp. ซึ่งเป็นตัวยับยั้งการงอกของสปอร์ในเห็ดโคน (Sand, 1969) Batra และ Batra (1967) ให้ข้อคิดเห็นว่า *Xylaria* sp. อาจเป็นตัวเข้าเจริญในรวงรังเพื่อเตรียมอาหารสำหรับการเจริญของเห็ดโคน อดอง รุ่งเรืองบางชั้น (2527) นำรวงรังบรรจุลงในกล่องพลาสติกมีฝาปิดมิดชิด ทิ้งไว้ 1 สัปดาห์พบสายราเจริญอยู่เต็มรวงรังซึ่งแสดงให้เห็นถึงความชื้นสูงภายในรวงรัง และสายราที่พบประกอบด้วยเซลลูโลสซึ่งเป็นอาหารที่สำคัญของปลวก

ในการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของรวงรังปลวก *Odontotermes* sp. พบว่าประกอบด้วยเถ้า 31.42 %, สารละลายกรด 16.54 %, ไนโตรเจน 2.01 %, เซลลูโลส 18.03 % และลิกนิน 12.00 % โดยอัตราส่วนของลิกนินและเซลลูโลสเท่ากับ 1.5 และพบว่าปริมาณของเซลลูโลสมีความสัมพันธ์กับการเกิดของเห็ดโคน โดยพบว่าในรวงรังขณะที่พบการเจริญของเห็ดโคน จะมีปริมาณของเซลลูโลสต่ำ และเมื่อมีการเจริญของ *Xylaria* sp. จะพบว่าปริมาณของเซลลูโลสสูงกว่าลิกนิน (Batra and Batra, 1979) Lee และ Wood (1971) ศึกษาส่วนประกอบทางเคมีของรวงรังปลวก *Macrotermes falciger* Gerstaecker พบว่าประกอบด้วยเถ้า 23.9 %, ไนโตรเจน 1.5 % pH 4.5-6.85 และ อินทรีย์วัตถุ Zoberi (1979) พบว่ารวงรังเป็นแหล่งอาหารที่ดีสำหรับการเลี้ยงเชื้อราและแบคทีเรียหลายชนิด เช่น *Alternaria* sp., *Aspergillus* sp., *Fusarium* sp., *Trichoderma* sp. และ *Penicillium* sp.

### 1.3 จุลินทรีย์ที่พบในรวงรังปลวก

McDonald (1968) พบว่าเชื้อราที่แยกได้โดยวิธี direct isolation และ dilution plate เป็นเชื้อราที่พบทั่วไปในดินยุงเห้น *Termitomyces* spp. และ *Xylaria* spp. Harnboonsong (1986) แยกเชื้อราจากรวงรังพบเชื้อรา *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger*, *Penicillium* sp., *Fusarium* sp., *Mucor* sp., *Cunninghamella* sp., *Chaetomium* sp., *Gliocladium* sp., *Monilia* sp., และ *Trichoderma longibrachetum* Rifai Farhat และคณะ (1982) แยกเชื้อราจากรวงรังปลวก *Odontotermes obesus* พบเชื้อรา *Fusarium* sp., *Curvularia* sp., *Xylaria* sp., *Sporotrichum* sp. และ *Alternaria* sp. Mohindra และ Mukerji (1982) ศึกษาเชื้อราจากรวงรังปลวก *Odontotermes obesus* ในประเทศอินเดียพบเชื้อรา *Alternaria* sp., *Aspergillus* sp., *Cladosporium* sp., *Chaetomium* sp., *Dictyostelium* sp., *Fusarium* sp., *Humicola* sp., *Myrothecium* sp., *Penicillium* sp., *Stachybotrys* sp. และ *Trichoderma* spp. นอกจากนี้ยังพบว่าประชากรของเชื้อราที่รวงรังสูงกว่าดินบริเวณรอบๆ และเชื้อราทุกชนิดที่แยกได้สามารถย่อยสลายเซลลูโลสได้ (Rohrman and Rossman, 1980) ความสัมพันธ์ระหว่างปลวกและเชื้อรายังไม่ทราบแน่ชัด แต่เชื่อว่าหน้าที่หลักของเชื้อราในรวงรังปลวกมี 3 ประการคือ

1. เป็นตัวย่อยสลายลิกนินในซากพืชที่ตายแล้ว (Rohrman and Rossman, 1980)
2. เชื้อรามีผลต่อการปรับค่า C-N balance ของปลวกและมีผลต่อการปรับสภาพอาหารของปลวกให้เหมาะสม (Matsumoto, 1976 ; Rohrmann, 1978)
3. เป็นส่วนสำคัญในการย่อยสลายเซลลูโลส โดยปลวกจะใช้ cellulolytic enzyme จากเชื้อรา (Martin, 1987)

นอกจากเชื้อราแล้วยังพบแบคทีเรียและแอคติโนมัยซิสภายในรวงรังอีกด้วยด้วย Arshad และคณะ (1982) ศึกษาประชากรของเชื้อรา แบคทีเรียและแอคติโนมัยซิส พบว่าจำนวนประชากรสัมพันธ์กับส่วนของรัง โดยส่วนของรังที่มีตัวอ่อนอาศัยอยู่ (nursery chamber) เป็นส่วนที่พบแบคทีเรียมากที่สุด เนื่องจากบริเวณนี้มีส่วนประกอบของธาตุคาร์บอนและความชื้นสูงในทางกลับกันบริเวณนี้เป็นส่วนที่พบเชื้อราน้อย และการแพร่กระจายของแอคติโนมัยซิสจะคล้ายคลึงกับแบคทีเรียกล่าวคือ จะพบแอคติโนมัยซิสมากในบริเวณส่วนของรังที่มีตัวอ่อนของปลวกอาศัยอยู่ นอกจากนี้ช่วงฤดูกาลยังมีความสัมพันธ์

กับปริมาณของจุลินทรีย์ในรวงรัง คือในช่วงฤดูฝนจะพบจุลินทรีย์มากที่สุด และในช่วงฤดูร้อนจะพบจุลินทรีย์น้อยที่สุด (Singh *et al.*, 1978)

## 2. เห็ดโคน (*Termitomyces* spp.)

เห็ดโคนหรือเห็ดปลวกมีชื่อสามัญว่า termite mushroom เป็นราใน Phylum Basidiomycota Class Basidiomycetes Family Amanitaceae (Hawksworth *et al.*, 1995) เห็ดโคนเจริญและออกดอกตามธรรมชาติ มีรายงานการแยกเชื้อได้โดยใช้อาหาร potato dextrose agar, malt extract agar, fungus comb agar (Okech and Kotengo, 1988) semisynthetic agar, malt yeast agar และ malt agar (Kongkamol *et al.*, 1988) แต่ยังไม่มียุทธศาสตร์ที่สามารถเพาะให้ออกดอกได้ในห้องปฏิบัติการ Bel และ Pataragevit (1982) พบว่าเห็ดโคนมีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิด (obligate symbiosis) กับปลวกในวงศ์ย่อย Macrotermitinae โดยมีลักษณะเป็น pseudorhiza ติดกับจอมปลวกโดยปลวกจะกินอินทรีย์วัตถุพวกใบไม้และไม้พุ่มที่มีสปอร์ของเห็ดราเป็นอาหาร พร้อมกับสะสมอาหารไว้ในรังปลวก เพื่อเลี้ยงตัวอ่อน สปอร์ของเห็ดราจะเจริญเป็นสายร่าภายในรังปลวก จากนั้นสายร่าจะมารวมตัวกันมีลักษณะเป็น dikaryotic spherical conidia กระจายอยู่ทั่วไปและมีการพัฒนาเป็นตุ่มเล็กๆสีขาวเส้นผ่านศูนย์กลาง ประมาณ 2-3 มิลลิเมตร (Dixon, 1983 อ้างโดย สราวุธ สมถวิล, 2538) เมื่อสภาพแวดล้อม อุณหภูมิและความชื้นเหมาะสม ตุ่มสีขาวจะพัฒนาเป็นดอกเห็ดโดยเฉพาะในวันที่อากาศร้อนอบอ้าวแล้วเกิดฝนตกหนัก พื้นดินมีความชื้นสูงจะพบดอกเห็ดโคนในบริเวณที่ราบห่างจากจอมปลวกประมาณ 5-15 เซนติเมตร โดยเห็ดจะออกดอกเป็นจำนวนมากอยู่ 1-2 วัน และจะงอกเพียง 2-10 ดอกต่อ 1 จอมปลวก ถ้าปล่อยให้ทิ้งไว้จะพบหนอนแมลงวัน *Phusiphora* sp. เข้ากัดกินหมวกของดอกเห็ด (ครรรชิต หุ่นศิริ, 2539)

การเจริญของเห็ดโคนในรวงรังปลวกพบว่ามี 3 ระยะคือ (Bel และ Pataragevit, 1982)

ระยะที่ 1 กลุ่มของสายร่าเห็ดโคนจะเป็นตุ่มเล็กๆสีขาว ขนาด 0.5-1.5 มิลลิเมตร กระจายทั่วไปในรังปลวกปะปนอยู่กับสายร่า *Xylaria* sp. ในระยะนี้ปลวกจะกัดกินสายร่าของเห็ดโคนเป็นอาหาร มีการศึกษาพบสายร่าเห็ดโคนในกระเพาะของปลวก *Macrotermes bellicosus* Smeathman (Thomas, 1987)

ระยะที่ 2 กลุ่มสายราเห็ดโคนเจริญคลุมรังปลวก สายราของเห็ดโคนมีการรวมตัวเป็น pseudorhiza เมื่อฝนตกหนักประชากรของปลวกจะลดลง ประกอบกับอุณหภูมิและความชื้นในรังสูงตุ่มดอกจะพัฒนาเป็นดอกเห็ดแทงพื้นผิวดินขึ้นมาโดยมีรากหยั่งถึงรังปลวก เมื่อหมวกเห็ดบานเต็มที่จะปล่อยสปอร์ลงสู่พื้นดิน ในระยะนี้สายรา *Xylaria* sp. จะมีการฟอร์มตัวกันเป็น fruiting bodies ด้วย แต่สายรา *Xylaria* sp. จะมีข้อจำกัดในการเจริญผ่านผิวดินจึงพัฒนาอยู่ภายในรังต่างจากเห็ดโคนซึ่งมี perforatorium ซึ่งเป็นส่วนที่ใช้ในการแทงพื้นผิวดินมีลักษณะหนาและแข็ง (Sands, 1969)

ระยะที่ 3 ไม่ปรากฏตุ่มสีขาวของเห็ดโคนในรังปลวก จะพบเฉพาะสายรา *Xylaria* sp. เจริญอยู่ภายในรังปลวก

Heim (1958) แบ่ง *Termitomyces* spp. เป็น 2 สกุลย่อย (subgenus) คือ *Praetermitomyces* และ *Entermitomyces* Pegler และ Vanhaecke (1994, อ้างโดยวสันต์ เพชรรัตน์ (2540)) ศึกษาเห็ดโคนในทวีปเอเชียตะวันออกเฉียงใต้พบว่ามี 12 ชนิด สำหรับเห็ดโคนที่พบในภาคใต้ของประเทศไทยมีประมาณ 7 ชนิด คือ *Termitomyces clypeatus* Heim, *T. cylindricus* S.C.He, *T. globulus* Heim & Gosse-Font., *T. heimii* Natarajan, *T. microcarpus* (Berk. & Br.) Heim, *T. tyleranus* Otieno และ *Termitomyces* sp. (วสันต์ เพชรรัตน์, 2540)

เห็ดโคนมีลักษณะที่แปลกและเด่นชัดกว่าเห็ดชนิดอื่นคือก้านดอกเห็ดมีลักษณะคล้ายรากหยั่งลึกลงดินเรียกรากเทียม (pseudorhizoid) และมีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับปลวก ดอกเห็ดมีลักษณะคล้ายร่มประกอบด้วยหมวกดอก (cap หรือ pileus) ก้านดอก (stalk หรือ stipe) ใต้หมวกดอกจะมีครีบของหมวก (gills หรือ lamella) ซึ่งเป็นแหล่งที่สร้างสปอร์หมวกดอกมีขนาดเล็กจนถึงใหญ่ (2-30 เซนติเมตร) สีของหมวกดอกจะเป็นสีน้ำตาลหรือน้ำตาลดำ ผิวด้านบนอาจเรียบหรือมีเกล็ด (scales) เล็กน้อย ส่วนบนของหมวกดอกมักมียอดแหลม (perforatorium) (Sands, 1969) และเมื่อดอกเห็ดบานเต็มที่ผิวด้านบนของหมวกจะมีรอยเส้นแตก (striate) คล้ายรัศมีกระจายออกไปยังขอบหมวก ก้านดอกของเห็ดโคนจะติดอยู่ตรงกลางหมวก ก้านดอกมีสีขาวยาวประมาณ 5-20 เซนติเมตร กว้างประมาณ 0.5-3 เซนติเมตร ส่วนบนของก้านดอกจะมีเนื้อเยื่อที่ละเอียดและแน่น ส่วนโคนของก้านดอกจะป่องออกเป็นกระเปาะใหญ่อยู่เหนือพื้นดินแล้วเรียวเล็กลงไปยังใต้ดินจนถึงรวงรังปลวก

คล้ายกับรากลักษณะเนื้อเยื่อภายใต้หมวกดอกเป็นแผ่นบางๆสีขาวเรียกครีบดอก เป็นแหล่งที่สร้างเบซิดิโอสปอร์ (basidiospore) บนเบซิดิเดียม อาจมีเส้นใยพาราไฟซิส (paraphysis) และซิสติเดียม (cystidia) แทรกอยู่ เบซิดิโอสปอร์มีรูปร่างรี (ovoid to ellipsoid-cylindric) หรือ apiculate เป็นสีครีมอมชมพูจนถึงน้ำตาล (Heim, 1977 อ้างโดยสรราชู สมถวิล, 2538)

เห็ดโคนจัดเป็นเห็ดที่มีรสชาติดีมีคุณค่าทางอาหารสูงโดยเฉพาะโปรตีนและกรดอมิโน (ตารางที่ 1)

ในการศึกษาสารอาหารโปรตีน โดยวิธี Kjeldahl method ในเห็ดต่างชนิดกัน 6 ชนิด คือ *Boletus* sp., *Geaster* sp., *Pleurotus* sp., *Russula delica* Fr., *Termitomyces* sp., และ *Tricholoma crassum* (Beck.) Sacc. พบว่าเห็ดสดเกือบทั้งหมดมีปริมาณโปรตีน 2-3 % ยกเว้น *Termitomyces* sp. มีปริมาณโปรตีน ถึง 6.27 % (Pongsamart et al., 1985) ในการศึกษาปริมาณกรดอมิโนและสารอาหารรอง (trace mineral) ของเห็ด 3 ชนิดในประเทศไนจีเรีย คือ *Termitomyces robustus* (Beeli.) Heim, *Tricholoma lobayensis* Heim และ *Volvariella esculenta* Mass. พบว่ากรดอมิโนมีความแตกต่างกันไปโดยพบว่ามีความสัมพันธ์กับระยะเวลาเจริญ ชนิดและส่วนของเห็ด ส่วนธาตุอาหารรองพบว่าความแตกต่างขึ้นอยู่กับส่วนของเห็ดมากกว่าระยะเวลาเจริญ (Alofe, 1991) การศึกษาการทดสอบคุณค่าของโปรตีนโดยวิธี HPLC ในประเทศแอฟริกาใต้ของเห็ดโคน 3 ชนิดคือ *Termitomyces umkowaani*, *T. sagittaeformis*, *T. reticulatus* Natarajan. เมื่อเปรียบเทียบกับ *Agaricus bisporus* (Lange) Sing. และ โปรตีนมาตรฐาน พบว่าเห็ดทั้งหมดประกอบด้วยกรดอมิโนที่จำเป็น 10 ชนิดและกรดอมิโนที่ไม่จำเป็น 8 ชนิด และพบว่า *T. sagittaeformis* มีกรดอมิโนที่จำเป็นสูงที่สุด (Botha and Eicker, 1992)

ตารางที่ 1 แสดงส่วนประกอบทางคุณค่าทางอาหารของเห็ดโคน

ส่วนประกอบทางอาหาร	ชนิดของเห็ดโคน ( <i>Termitomyces</i> spp.)			
	<i>T. microcapus</i>	<i>T. bunakamaka</i>	<i>T. butundatund</i>	<i>T. nakyebowa</i>
ความชื้น (%)	8.0	10.0	12.0	8.0
โปรตีน (%)	27.4	28.0	27.8	27.4
ไขมัน (%)	4.3	4.4	3.4	3.3
เยื่อใย (%)	2.2	4.4	5.7	6.5
เถ้า (%)	14.1	15.6	6.8	8.7
พลังงาน <sup>1</sup>	364	349	376	366
กรดอะมิโน <sup>2</sup>				
Isoleucine	286	268	277	312
Leucine	437	437	429	482
Lysine	402	357	312	357
Methionine	98	80	89	72
Phenylalanine	277	277	214	250
Tyrosine	223	241	214	170
Threonine	330	330	339	357
Valine	366	348	268	437
Arginine	411	348	304	357
Histidine	214	161	125	170

ดัดแปลงจาก : Crisan and Sands, 1978

<sup>1</sup> Kcal/100 g.

<sup>2</sup> mg/g. ของโปรตีน

Thomas (1981) ศึกษาอุณหภูมิและ pH ที่เหมาะสมกับการเจริญของเห็ดโคน พบว่าที่อุณหภูมิ 29 องศาเซลเซียส และ pH 5.2 เหมาะสำหรับการเจริญของเห็ดโคน Okech และ Kotengo (1988) ศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเจริญของเห็ดโคน โดยเลี้ยง synnemata ของเชื้อเห็ดไว้ที่อุณหภูมิ 20, 25, 29, 30, 35 และ 40 องศาเซลเซียสพบว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 29 และ 30 องศาเซลเซียส และเชื้อจะเจริญน้อยมากที่สุดที่ 20 และ 35 องศาเซลเซียส และไม่พบการเจริญที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ในการศึกษาเห็ดชนิดดังกล่าวด้วยกล้องจุลทรรศน์พบว่า เส้นใยมีการแตกแขนงสั้นๆ ที่ข้อมีขนาดใหญ่ บางครั้งพบการแตกแขนงยาวประมาณ 0.025 มิลลิเมตร และ 0.010 มิลลิเมตร กว้าง 0.003 มิลลิเมตร

### 3. ความสัมพันธ์ระหว่างชนิดของเห็ดโคนและชนิดของปลวก

มีรายงานว่าชนิดของเห็ดโคนมีความสัมพันธ์กับชนิดของปลวก Pegler และ Pierce (1980) ศึกษาชนิดของเห็ดโคนที่มีความสัมพันธ์กับชนิดของปลวก พบว่า *Termitomyces titanicus* Pegler & Pierce สัมพันธ์กับปลวก *Macrotermes* sp. *T. medius* Heim & Grasse สัมพันธ์กับปลวก *Ancistrotermes latinotus* Holmgren *T. microcarpus* สัมพันธ์กับปลวก *Odontotermes badius* Haviland และ *T. schimperi* (Pat.) Heim สัมพันธ์กับปลวก *Macrotermes* sp. Zang (1981) ศึกษาชนิดของเห็ดโคนที่มีความสัมพันธ์กับชนิดของปลวกในประเทศจีน พบว่า *T. albuminosus* (Berk) Heim สัมพันธ์กับปลวก *Macrotermes barbeyi*, *M. annandalei*, *Odontotermes formosanus* Shiraki, *O. horni* Wasmann, *O. gurdaspurensis* Holmgren K. & N., *O. obesus*, *O. obscuriceps* Wasmann, *O. sundaicus* Kemner และ *Microtermes insperatus* Kemner *T. robustus* สัมพันธ์กับปลวก *Globitermes andex*, *Capritermes* sp., *O. formosanus* และ *Acanthothorax* sp. *T. microcarpus* สัมพันธ์กับปลวก *O. obesus*, *O. badius*, *O. transvalensis* และ *O. vulgaris* Haviland Otani (1981) พบว่า *T. clypeatus* สัมพันธ์กับปลวก *Odontotermes formosanus* และ Saarimaki และคณะ (1994) พบว่า *T. singidensis* สัมพันธ์กับปลวกในสกุล *Odontotermes*

Wood และ Thomas (1989) รายงานว่าเห็ดโคนชนิดเดียวกันอาจมีความสัมพันธ์กับปลวกหลายชนิด เช่น *Termitomyces microcarpus* มีความสัมพันธ์กับปลวก *Odontotermes badius*, *O. kibarensis* Fuller, *O. obesus*, *O. transvalensis* Sjostedt, *O. vulgaris*, *Odontotermes spp*, *Macrotermes falciger*, *M. natalensis* Haviland, *Microtermes obesi* Holmgren เห็ดชนิด *Termitomyces albuminosus* (Berk.) Heim มีความสัมพันธ์กับปลวก *Odontotermes badius*, *O. gurdaspurensis*, *O. horni*, *O. obesus*, *O. obscuriceps*, *O. redemanni* Wasmann, *O. sundaicus*, *Microtermes insperatus* เห็ดชนิด *T. cartilagineus* (Berk) Heim มีความสัมพันธ์กับปลวก *O. horni* เห็ดชนิด *T. clypeatus* มีความสัมพันธ์กับปลวก *O. lacustris* Harris เห็ดชนิด *T. entolomoides* Heim มีความสัมพันธ์กับปลวก *Protermes minutus* Grasse เห็ดชนิด *T. eurhizus* (Berk.) Heim มีความสัมพันธ์กับปลวก *O. badius*, *Pseudacanthotermes spiniger* Sjostedt, *T. fuliginosus* Heim มีความสัมพันธ์กับปลวก *Acanthotermes acanthothorax* Sjostedt เห็ดชนิด *T. letestui* (Pat.) Heim มีความสัมพันธ์กับปลวก *Macrotermes natalensis* เห็ดชนิด *T. mammiformis* Heim มีความสัมพันธ์กับปลวก *Pseudacanthotermes sp.* และ *Acanthotermes sp.* เห็ดชนิด *T. medius* มีความสัมพันธ์กับปลวก *Ancistrotermes latinotus*, *Ancistrotermes sp.*, *O. patruus* Sjostedt เห็ดชนิด *T. robustus* มีความสัมพันธ์กับปลวก *Acanthotermes acanthothorax*, *Macrotermes natalensis* เห็ดชนิด *T. schimperi* มีความสัมพันธ์กับปลวก *Macrotermes natalensis*, *O. patruus* เห็ดชนิด *T. striatus* (Beeli) Heim มีความสัมพันธ์กับ *Pseudacanthotermes militaris* Hagen

## วัตถุประสงค์

1. เพื่อจำแนกชนิดของจุลินทรีย์ที่พบในรวงรังปลวก
2. เพื่อศึกษาอิทธิพลของเชื้อจุลินทรีย์ที่มีต่อเจริญของสายราเห็ดโคน (*Termitomyces globulus*)

## บทที่ 2

### วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

#### วัสดุ

1. รวบรวมปลวกจากแหล่งต่างๆในจังหวัดต่อไปนี้ คือ จังหวัดสงขลา ยะลา พัทลุง และสตูล

#### 2. เชื้อเห็ดโคน

เชื้อเห็ดแยกจากเห็ดโคน *Termitomyces globulus* (ตัวอย่างเห็ดโคนเก็บจากบริเวณข้างเรือนเห็ด ภาควิชาการจัดการศัตรูพืช มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์) โดยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในห้องปฏิบัติการ

#### 3. สารเคมี

Ethanol

Dextrose

Peptone

Beef extract

Malt extract

Glucose

Rose bengal

Glycerol

Fructose

Sucrose

Yeast extract

Streptomycin

Phloxin

$K_2HPO_4$

$MgSO_4 \cdot 7H_2O$

$NH_4NO_3$

$FeSO_4 \cdot 7H_2O$

$KH_2PO_4$

$NaNO_3$

$ZnSO_4 \cdot 7H_2O$

$CuSO_4 \cdot 5H_2O$

KCl

Agar

#### 4. อาหารเลี้ยงเชื้อเตรียมเองตามสูตรในภาคผนวก ได้แก่

Casein glycerol medium agar (CGMA)

Czapek yeast extract agar (CYA)

Czapek yeast extract agar with 20 % sucrose (CY20S)

Glucose ammonium nitrate agar (GANA)

Glycerol nitrate agar (G25N)

Glucose peptone agar (GPA)

Malt extract agar (MEA)

Malt yeast agar (MYA)

Nutrient agar (NA)

Potato fructose agar (PFA)

Potato dextrose agar (PDA)

Water agar (WA)

\* ดูสูตรในภาคผนวก

## อุปกรณ์

เครื่องชั่งไฟฟ้าอย่างละเอียด (analytical balance)

ตู้อบเครื่องแก้ว (hot air oven)

หม้อนึ่งความดัน (autoclave)

เครื่องกรอง (millipore membrane filter)

ไมโครปิเปตต์ (micro pipette)

เครื่องหมุนเหวี่ยง (centrifuge)

ตู้ปลอดเชื้อ (laminar air flow cabinet)

ที่เจาะเชื้อ (cork borer) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร

กล้องจุลทรรศน์ (microscope)

กล้องสเตอริโอซูม (stereo zoom)

จานเลี้ยงเชื้อ (petri dish) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 และ 9 เซนติเมตร

เครื่องเขย่าสารเคมี (table rotary shaker)

เครื่องวัดความเป็นกรดเป็นด่าง (pH meter)

เครื่องแก้วและอุปกรณ์อื่นๆที่จำเป็น

## วิธีการ

### 1. การเก็บตัวอย่างรวงรังปลวก ปลวก และเห็ดโคน

ทำการสำรวจบริเวณที่มีการบันทึกว่าพบการเจริญของเห็ดโคนในจังหวัดสงขลา ยะลา พัทลุงและสตูล

#### 1.1 การเก็บตัวอย่างรวงรัง

เก็บตัวอย่างรวงรังทำโดยชุดจอมปลวกที่พบการเจริญของเห็ดโคนหรือมีประวัติว่ามีเห็ดโคน เก็บรวงรังที่ปกคลุมไปด้วยตุ่มของเห็ดโคนและสายราสีขาว จำนวน 20 รวงรัง นำมาฝังให้แห้งในห้องปฏิบัติการ เก็บไว้ศึกษาต่อไป

#### 1.2 การเก็บตัวอย่างปลวก

เก็บตัวอย่างปลวกทำโดยชุดจอมปลวกที่พบการเจริญของเห็ดโคน *Termitomyces globulus* จำนวน 9 ตัวอย่าง (ตัวอย่างที่ 1, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13 และ 19) และเห็ดโคน *T. heimii* 1 ตัวอย่าง (ตัวอย่างที่ 14) ตัวอย่างปลวกที่เก็บเป็นปลวกในวรรณะทหาร เก็บในเอทิลแอลกอฮอล์ 70 % (Harnboonsong, 1986) การจำแนกปลวกทำโดยการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาเปรียบเทียบกับหนังสืออ้างอิงที่ใช้ในการจำแนกปลวก (Ahmad, 1965)

#### 1.3 การเก็บตัวอย่างเห็ดโคน

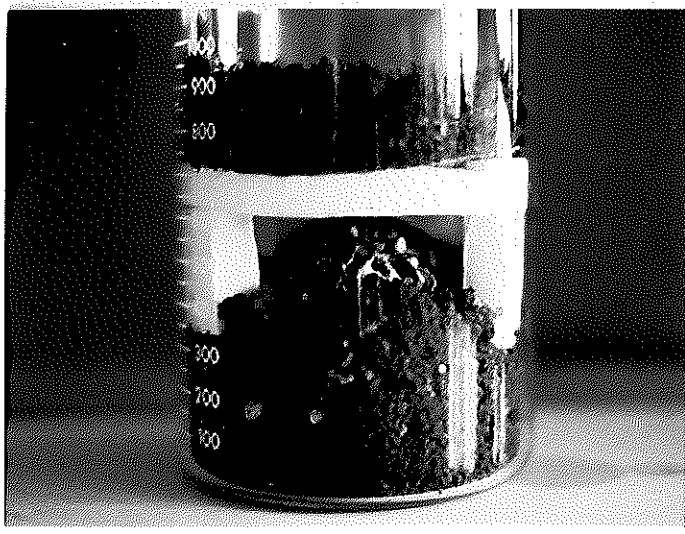
เก็บตัวอย่างเห็ดโคนจากบริเวณที่พบการเจริญของเห็ด โดยการใช้ถุงถึงปลายรากของเห็ดโคน ถ่ายภาพ และศึกษารายละเอียดต่างๆ เช่นลักษณะสี ขนาด ครีบและสปอร์เพื่อจำแนกชนิดต่อไป

### 2. การแยกเชื้อเห็ด

การแยกเชื้อเห็ดโคนใช้วิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ (tissue culture) นำเห็ดโคนที่รวบรวมได้มาทำความสะอาดภายนอกด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ 70 % จากนั้นใช้ปากคีบจับดอกเห็ดมาวางในจานเพาะเชื้อ ใช้ใบมีดผ่าตัดดอกเห็ดออกเป็น 2 ส่วน ใช้เข็มเขี่ยเนื้อเยื่อที่อยู่บริเวณก้านดอกกับหมวกดอก นำไปวางบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA บ่มในสภาพห้องปฏิบัติการอุณหภูมิ 28-30 องศาเซลเซียส 5-7 วัน แยกเชื้อบริสุทธิ์เก็บไว้ศึกษาต่อไป (การแยกเชื้อบริสุทธิ์เห็ดโคนทำในสภาพปลอดเชื้อ)

### 3. ศึกษาพัฒนาการของเห็ดโคนในห้องปฏิบัติการ

นำรวงรังปลวกในตัวอย่างที่ 1, 6, 10 และ 14 ที่มีตุ่มของเห็ดโคน (primodia) และสายราสีขาวของเห็ดโคนปกคลุมรวงรังมาใส่ในโถขึ้นที่มีการเลียนแบบให้มีสภาพคล้ายรวงรังปลวกโดยนำดินที่ขุดจากบริเวณรอบๆรวงรังปลวก นำมาใส่ในบีกเกอร์ขนาด 1000 มิลลิลิตร ให้สูงประมาณ 1 ใน 3 ของบีกเกอร์ นำรวงรังที่มีตุ่มของดอกเห็ดโคนติดอยู่มาวางบนชั้นดิน จากนั้นวางชั้นโฟมให้เหนือรวงรังประมาณ 2-3 เซนติเมตร วางตะแกรงและดินเหนือรวงรัง (ภาพที่ 2) (ดินที่ใช้ในการทดลองเป็นดินที่เก็บจากบริเวณรอบๆรวงรังปลวก) ให้ความชื้นโดยการสเปรย์น้ำประมาณ 10 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปวางในตู้ที่มีอุณหภูมิ 28-30 องศาเซลเซียส ศึกษาการพัฒนาการของดอกเห็ดโคน



ภาพที่ 2 การศึกษาพัฒนาการของดอกเห็ดโคนในห้องปฏิบัติการ

#### 4. การแยกเชื้อจุลินทรีย์จากรวงรัง

##### 4.1 การแยกเชื้อรา

การแยกเชื้อราใช้วิธี soil plate method แยกเชื้อจากรวงรังที่เก็บได้จำนวน 20 รวงรัง ทำโดยใส่รวงรังปลวกที่บดละเอียดลงจานเลี้ยงเชื้อ จานละ 5 มิลลิกรัม ตัวอย่างละ 10 จาน รวมทั้งหมด 200 จาน จากนั้นเทอาหาร glucose ammonium nitrate agar หลอมเหลวลงในจานเลี้ยงเชื้อจานละประมาณ 15 มิลลิลิตร ป่มเชื้อไว้ในที่มืด 5-7 วันจึงทำการแยกโคโลนีของราใส่ PDA slant ทำการนับจำนวนจานเลี้ยงเชื้อที่พบเชื้อราแต่ละชนิด

##### 4.2 การแยกเชื้อแบคทีเรีย

การแยกเชื้อแบคทีเรียใช้วิธี dilution plate ทำโดยนำรวงรังที่บดละเอียดจำนวน 1 กรัม มาละลายน้ำให้ได้ 10 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันจากนั้นจึงทำให้เจือจางให้มีความเข้มข้น  $10^{-1}$  -  $10^{-12}$  ใช้ปิเปตดูดสารละลายแต่ละความเข้มข้นจำนวน 1 มิลลิลิตร ใส่จานเลี้ยงเชื้อ ความเข้มข้นละ 10 จาน รวมทั้งหมด 120 จาน จากนั้นเทอาหาร NA หลอมเหลวลงไปประมาณ 15 มิลลิลิตร หมุนจานเลี้ยงเชื้อให้อาหารผสมกับสารละลายรวงรังปลวก ป่มจานเลี้ยงเชื้อไว้ 3-5 วัน จึงแยกโคโลนีของแบคทีเรียไว้ศึกษาต่อไป

##### 4.3 การแยกเชื้อแอคติโนมัยซิส

การแยกเชื้อแอคติโนมัยซิสใช้วิธี dilution plate ทำโดยนำรวงรังปลวกที่บดละเอียดจำนวน 1 กรัม มาละลายน้ำให้ได้ 10 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันจากนั้นจึงทำให้เจือจางให้มีความเข้มข้น  $10^{-1}$  -  $10^{-12}$  ใช้ปิเปตดูดสารละลายแต่ละความเข้มข้นจำนวน 1 มิลลิลิตร ใส่จานเลี้ยงเชื้อ ความเข้มข้นละ 10 จาน รวมทั้งหมด 120 จาน จากนั้นเทอาหาร casein glycerol medium agar หลอมเหลวลงไปประมาณ 15 มิลลิลิตร หมุนจานเลี้ยงเชื้อให้อาหารผสมกับสารละลายรวงรังปลวก ป่มจานเลี้ยงเชื้อไว้ 3-5 วัน จึงแยกโคโลนีของแอคติโนมัยซิสไว้ศึกษาต่อไป

การแยกแบคทีเรียและแอคติโนมัยซิสคัดเลือกมาเพียง 4 ตัวอย่าง คือตัวอย่าง รวงรังที่ 9, 10, 11 และ 14 เพื่อเป็นตัวแทนในการศึกษารั้งนี้ ทั้งนี้เนื่องจากในการแยกเชื้อจุลินทรีย์มักจะได้จุลินทรีย์ที่คล้ายคลึงกัน

## 5. การจำแนกเชื้อรา

การจำแนกเชื้อรา นำเชื้อราบริสุทธิ์ที่ได้จากการทำ hyphal tip มาเลี้ยงในอาหารที่เหมาะสมกับเชื้อราแต่ละกลุ่มเป็นเวลา 5-15 วัน ศึกษาลักษณะต่างๆ เช่น ลักษณะ fruiting bodies, conidiophore, สปอร์ ลักษณะโคโลนี และอื่นๆ เปรียบเทียบกับหนังสืออ้างอิงที่ใช้ในการจำแนกเชื้อราที่มี โดยทำการจำแนกชนิดอย่างน้อยในระดับสกุล ส่วนเชื้อแบคทีเรียและแอกติโนมัยซิสไม่ได้ทำการจำแนกชนิด

## 6. การศึกษาความเข้มข้นของรวงรังที่เหมาะสมต่อการเจริญของสายราเห็ดโคน

การศึกษาความเข้มข้นของรวงรังที่เหมาะสมต่อการเจริญของสายราเห็ดโคน วางแผนการทดลองแบบ CRD (Completely Randomized Design) มี 4 ทรีตเมนต์ แต่ละทรีตเมนต์ทำการทดลอง 4 จาน โดย 1 จานเลี้ยงเชื้อถือเป็น 1 ซ้ำ รวมทั้งหมด 16 จาน ดังนี้ (ใช้จานเลี้ยงเชื้อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 เซนติเมตร)

ทรีตเมนต์ที่ 1 (T1 cont.)	อาหารสูตร water agar (WA)
ทรีตเมนต์ที่ 2 (T2)	อาหารสูตร WA + รวงรังปลวก 1%
ทรีตเมนต์ที่ 3 (T3)	อาหารสูตร WA + รวงรังปลวก 5%
ทรีตเมนต์ที่ 4 (T4)	อาหารสูตร WA + รวงรังปลวก 10%

จากนั้นจึงถ่ายสายราเห็ดโคนวางบนอาหารดังกล่าว แล้วบ่มไว้ที่อุณหภูมิห้อง ประมาณ 28-30 องศาเซลเซียส ศึกษาการเจริญของสายราเห็ดโคนโดยวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีของเห็ดโคนเมื่อเวลาผ่านไป 20 วัน

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT (Duncan's New Multiple Range Test) (ไพศาล เหล่าสุวรรณ, 2531) เพื่อหาความเข้มข้นของรวงรังที่เหมาะสมต่อการเจริญของสายราเห็ดโคน

## 7. การศึกษาการเจริญของสายราเห็ดโคนบนอาหารวุ้นต่างชนิดผสมรวงรัง 1 % ที่ระดับ pH ต่างกัน

การทดสอบการเจริญของสายราเห็ดโคนบนอาหารวุ้นต่างชนิดผสมรวงรัง 1 % ที่ระดับ pH ต่างกัน ทำการทดลองแบบแฟกทอเรียลในแผนการทดลอง CRD (Completely Randomized Design) โดยให้แฟกเตอร์แรกคือชนิดของอาหารมี 5 ชนิดคือ glucose peptone agar (GPA), malt yeast agar (MYA), potato dextrose agar (PDA), potato fructose agar (PFA) และ water agar (WA) อาหารทุกสูตรผสมรวงรัง 1% และแฟกเตอร์ที่ 2 คือระดับของ pH ปรับ pH ของอาหารเป็น 4 ระดับ คือ 4, 5, 6 และ 7 โดยใช้สารละลายกรด HCl 1 % รวม 20 ทริตเมนต์ แต่ละทริตเมนต์ทำการทดลองละ 4 จาน โดย 1 จานเลี้ยงเชื้อ ถือเป็น 1 ข้ำ รวมทั้งหมด 80 จาน ดังนี้ (ใช้จานเลี้ยงเชื้อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 เซนติเมตร)

ทริตเมนต์ที่ 1 (T1)	อาหารสูตร GPA + รวงรังปลวก 1%	pH 4
ทริตเมนต์ที่ 2 (T2)	อาหารสูตร GPA + รวงรังปลวก 1%	pH 5
ทริตเมนต์ที่ 3 (T3)	อาหารสูตร GPA + รวงรังปลวก 1%	pH 6
ทริตเมนต์ที่ 4 (T4)	อาหารสูตร GPA + รวงรังปลวก 1%	pH 7
ทริตเมนต์ที่ 5 (T5)	อาหารสูตร MYA + รวงรังปลวก 1%	pH 4
ทริตเมนต์ที่ 6 (T6)	อาหารสูตร MYA + รวงรังปลวก 1%	pH 5
ทริตเมนต์ที่ 7 (T7)	อาหารสูตร MYA + รวงรังปลวก 1%	pH 6
ทริตเมนต์ที่ 8 (T8)	อาหารสูตร MYA + รวงรังปลวก 1%	pH 7
ทริตเมนต์ที่ 9 (T9)	อาหารสูตร PDA + รวงรังปลวก 1%	pH 4
ทริตเมนต์ที่ 10 (T10)	อาหารสูตร PDA + รวงรังปลวก 1%	pH 5
ทริตเมนต์ที่ 11 (T11)	อาหารสูตร PDA + รวงรังปลวก 1%	pH 6
ทริตเมนต์ที่ 12 (T12)	อาหารสูตร PDA + รวงรังปลวก 1%	pH 7
ทริตเมนต์ที่ 13 (T13)	อาหารสูตร PFA + รวงรังปลวก 1%	pH 4
ทริตเมนต์ที่ 14 (T14)	อาหารสูตร PFA + รวงรังปลวก 1%	pH 5
ทริตเมนต์ที่ 15 (T15)	อาหารสูตร PFA + รวงรังปลวก 1%	pH 6
ทริตเมนต์ที่ 16 (T16)	อาหารสูตร PFA + รวงรังปลวก 1%	pH 7

ทรีตเมนต์ที่ 17 (T17)	อาหารสูตร WA + รวงรังปลวก 1%	pH 4
ทรีตเมนต์ที่ 18 (T18)	อาหารสูตร WA + รวงรังปลวก 1%	pH 5
ทรีตเมนต์ที่ 19 (T19)	อาหารสูตร WA + รวงรังปลวก 1%	pH 6
ทรีตเมนต์ที่ 20 (T20)	อาหารสูตร WA + รวงรังปลวก 1%	pH 7

จากนั้นถ่ายสายราเห็ดโคนวางบนอาหารดังกล่าว แล้วบ่มไว้ที่อุณหภูมิห้อง ประมาณ 28-30 องศาเซลเซียส ศึกษาการเจริญของสายราเห็ดโคนโดยวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีของเห็ดโคน เมื่อเวลาผ่านไป 20 วัน

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT (Duncan's New Multiple Range Test) (ไพศาล เหล่าสุวรรณ, 2531) เพื่อหาอาหารรุ่นที่เหมาะสมต่อการเจริญของสายราเห็ดโคน

## 8. การศึกษาผลของจุลินทรีย์บางชนิดต่อการเจริญของสายราเห็ดโคน

### 8.1 การเลี้ยงเชื้อร่วม (dual culture)

เลี้ยงสายราเห็ดโคนบนอาหาร WA + รวงรัง 1 % เป็นเวลา 15 วัน จึงนำเชื้อจุลินทรีย์แต่ละชนิดปลูกเชื้อ (inoculate) ลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อดังกล่าวโดยการทดสอบเชื้อราทำโดยใช้ที่เจาะจุกคอรักขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร เจาะบริเวณขอบของโคโลนีของสายราที่ต้องการทดสอบ จากนั้นนำมาวางเลี้ยงให้ห่างจากโคโลนีของสายราเห็ดโคนประมาณ 5 มิลลิเมตร ส่วนกรณีของเชื้อแบคทีเรียและแอคติโนมัยซิสใช้วิธีเดียวกันคือ ใช้ loop ตระแบคทีเรียหรือแอคติโนมัยซินนำมาขีดเป็นเส้น 1 ขีด ให้ห่างจากขอบโคโลนีของสายราเห็ดโคน 5 มิลลิเมตร บ่มเชื้อต่ออีก 20 วัน สังเกตการเจริญของสายราเห็ดโคนว่ามีการเจริญเพิ่มขึ้นหรือไม่อย่างไร (ใช้จานเลี้ยงเชื้อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 เซนติเมตร)

8.2 การศึกษา culture filtrate ของสายราที่แยกได้จากรวงรังต่อการเจริญของสายราเห็ดโคนบนอาหารแข็ง

เตรียม culture filtrate ของเชื้อราโดยนำเชื้อรามาเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อ potato dextrose broth (PDB) เป็นเวลา 5 วันสำหรับเชื้อที่มีการเจริญเร็ว (*Aspergillus japonicus*, *Botryodiplodia* sp., *Fusarium solani*, *Gliocladium virens*, *Mucor* sp., *Paecilomyces* sp., *Penicillium purpurogenum*, *Pestalotiopsis* sp., *Syncephalastrum racemosum*,

*Trichoderma harzianum*, *Xylaria* sp.) และ 10 วัน สำหรับเชื้อที่มีการเจริญช้า (*Chaetomium dreyfusii*, *Cladosporium* sp., *Eupenicillium hirayamae*, *Neosartoya fisheri*, *Sporothrix* sp., *Torula* sp., *unidentified species*) จากนั้นนำอาหาร PDB ที่ได้จากการเลี้ยงเชื้อมากรองด้วยกระดาษกรอง และกรองผ่านแผ่น millipore filter ขนาดช่อง 0.45  $\mu\text{m}$  เพื่อกำจัดสายราและเซลล์ของแบคทีเรียที่อาจปนเปื้อนมาเพื่อให้ได้ culture filtrate ที่ปราศจากเชื้อ จากนั้นนำมาทดสอบกับสายราเห็ดโคนที่เลี้ยงไว้บนอาหาร WA + รวงรัง 1% อายุ 15 วัน โดยใช้ที่เจาะจุกคอรัทขนาด 5 มิลลิเมตร เจาะอาหารวันเป็นหลุมจำนวน 4 หลุม โดยให้ห่างจากจุดที่วางสายราเห็ดโคนประมาณ 5 มิลลิเมตร ทำการทดลองตัวอย่างละ 4 งาน หยด culture filtrate ลงไปในหลุมที่ทำการเจาะเอาอาหารวันออกจนเต็มหลุม บ่มเชื้อ 20 วัน สังเกตการเจริญของสายราเห็ดโคนว่ามีการเจริญเพิ่มขึ้นหรือไม่อย่างไร

8.3 การหาระดับความเข้มข้นของ culture filtrate ที่มีอิทธิพลต่อการเจริญของสายราเห็ดโคน

เตรียม culture filtrate โดยทำการเลี้ยงเชื้อราที่สนใจในอาหารเลี้ยงเชื้อ PDB เป็นเวลา 5 วัน สำหรับเชื้อที่มีการเจริญเร็ว (*Aspergillus japonicus*, *Botryodiplodia* sp., *Fusarium solani*, *Gliocladium virens*, *Mucor* sp., *Paecilomyces* sp., *Pestalotiopsis* sp., *Syncephalastrum racemosum*, *Trichoderma harzianum*, *Xylaria* sp.) และ 10 วันสำหรับเชื้อที่เจริญช้า (*Chaetomium fusiforme*) จากนั้น นำมากรองด้วยกระดาษกรอง และกรองผ่านแผ่น millipore filter เพื่อให้ได้ culture filtrate ที่ปราศจากเชื้อ จากนั้นนำ culture filtrate ไปผสมกับอาหาร PDB ในอัตราส่วนที่ต่างกัน วางแผนการทดลองแบบ CRD (Completely Randomized Design) มี 4 ทรีตเมนต์ แต่ละทรีตเมนต์ทำการทดลอง 4 ซ้ำ ดังนี้

ทรีตเมนต์ที่ 1 (T1 Cont)	อาหารสูตร PDB
ทรีตเมนต์ที่ 2 (T2)	อาหารสูตร PDB + culture filtrate 1%
ทรีตเมนต์ที่ 3 (T3)	อาหารสูตร PDB + culture filtrate 5%
ทรีตเมนต์ที่ 4 (T4)	อาหารสูตร PDB + culture filtrate 10%

จากนั้นถ่ายสายราเห็ดโคนลงในอาหารดังกล่าว นำไปวางบนเครื่องเขย่าที่ความเร็ว 100 รอบ/นาที เป็นเวลา 20 วัน ที่อุณหภูมิห้องประมาณ 28-30 องศาเซลเซียส บ่มเลี้ยงจนครบ 20 วัน บันทึกผลการทดลองโดยหาน้ำหนักแห้งของสายราเห็ดโคน

การหาน้ำหนักแห้งของสายราเห็ดโคนทำโดยนำสายราที่ได้จากการเลี้ยง นำมาล้างให้สะอาดด้วยน้ำกลั่น นำมาอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำมาชั่งน้ำหนักแห้งของสายรา

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT (Duncan's New Multiple Range Test) (ไพศาล เหล่าสุวรรณ, 2531) เพื่อหาระดับความเข้มข้นของ culture filtrate ที่มีอิทธิพลต่อการเจริญของสายราเห็ดโคน

#### 9. การวิเคราะห์ปริมาณของสารอาหารในรวงรัง

ส่งตัวอย่างรวงรังที่เก็บได้ จากตัวอย่างที่ 6, 10 และ 14 จำนวน 3 ตัวอย่าง โดยตัวอย่างที่ 6 และ 10 ขณะเก็บตัวอย่างพบว่ามีดอกเห็ดโคน *Termitomyces globulus* ส่วนตัวอย่างที่ 14 ขณะทำการเก็บตัวอย่างพบว่ามีดอกเห็ดโคน *Termitomyces heimii* ส่งตัวอย่างวิเคราะห์หาปริมาณของสารอาหารในรวงรังปลวกที่ห้องปฏิบัติการกลาง คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

### บทที่ 3

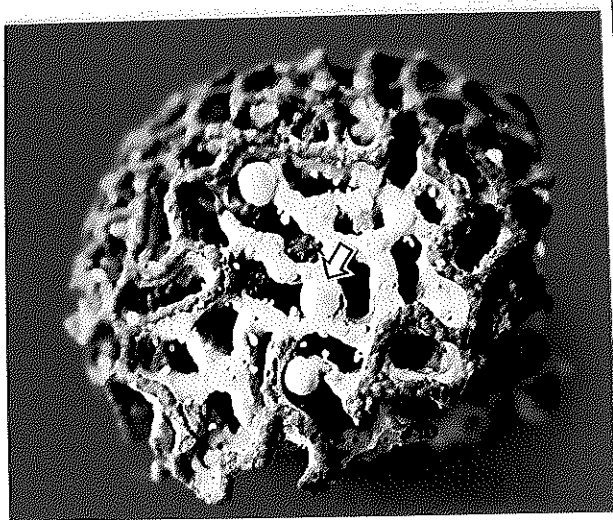
#### ผลและวิจารณ์

#### 1. การเก็บตัวอย่างรวงรังปลวก ปลวก และเห็ดโคน

ทำการเก็บตัวอย่างจำนวน 20 ตัวอย่างระหว่างเดือนเมษายน 2538 ถึงเดือนสิงหาคม 2540 จากจังหวัดต่างๆดังต่อไปนี้ จังหวัดสงขลาจำนวน 14 รัง จังหวัดยะลาจำนวน 4 รัง จังหวัดพัทลุงจำนวน 1 รัง และจังหวัดสตูลจำนวน 1 รัง แหล่งที่ทำการเก็บตัวอย่างแสดงดังตารางที่ 2

##### 1.1 การเก็บตัวอย่างรวงรัง

รวงรังปลวกที่เก็บได้มีลักษณะรูปร่างค่อนข้างกลม มีลักษณะคล้ายฟองน้ำมีสีน้ำตาลคล้ายสีของดิน ภายนอกปกคลุมไปด้วยสายราสีขาวของเชื้อรา และพบตุ่มของดอกเห็ดโคน (ภาพที่ 3)



ภาพที่ 3 ลักษณะรวงรังปลวก *Macrotermes gilvus* รวงรังปกคลุมไปด้วยสายราสีขาว และมีตุ่มของดอกเห็ดโคน *Termitomyces globulus* (ครซึ่) ปรากฏอยู่

ตารางที่ 2 แหล่งตัวอย่างรวบรวมที่ทำการศึกษา

ตัวอย่างที่	วันเดือนปีที่เก็บ	แหล่งที่เก็บ	ชนิดของเห็ด
1	5 เม.ย. 2538	ข้างเรือนฝึ้งภาควิชาการจัดการศัตรูพืช มอ.	Tg
2	16 มิ.ย. 2538	อ.เทพา จ.สงขลา	-
3	15 ก.ค. 2538	อ.รัตภูมิ จ.สงขลา	Tg
4	18 ก.ค. 2538	น้ำตกยาโรย จ.สตูล	-
5	8 ส.ค. 2538	น้ำตกปริพัตร จ.สงขลา	Tg
6	6 มิ.ย. 2539	บริเวณหอสมุดคณะแพทย์ มอ.	Tg
7	11 มิ.ย. 2539	บริเวณหอพักนักศึกษา มอ.	Tg
8	31 มิ.ย. 2539	ภาควิชาการจัดการศัตรูพืช (ใต้ต้นจำปา) มอ.	Tg
9	2 ก.ค. 2539	หน้าตึกคณะทรัพยากรธรรมชาติ มอ.	Tg
10	7 ก.ค. 2539	ข้างเรือนเห็ด ภาควิชาการจัดการศัตรูพืช มอ.	Tg
11	20 ก.ค. 2539	กิ่งอ.คลองหอยโข่ง จ.สงขลา	Tg
12	30 ก.ค. 2539	หน้าตึกคณะอุตสาหกรรมเกษตร มอ.	Tg
13	6 ส.ค. 2539	ภาควิชาการจัดการศัตรูพืช (ใต้ต้นเงาะ) มอ.	-
14	14 ส.ค. 2539	อ.เบตง จ.ยะลา (ข้างวัดพุทธาธิวาส)	Th
15	18 ต.ค. 2539	อ.เบตง จ.ยะลา (กิโลเมตรที่ 7)	-
16	18 ต.ค. 2539	อ.เบตง จ.ยะลา (กิโลเมตรที่ 18)	-
17	18 ต.ค. 2539	อ.เบตง จ.ยะลา (บริเวณสวนสาธารณะ)	Th
18	7 ธ.ค. 2539	อ.เมือง จ.พัทลุง	-
19	10 ก.ค. 2540	บริเวณด้านข้างของหอสมุด มอ.	Tg
20	15 ส.ค. 3540	น้ำตกโตนงาช้าง จ.สงขลา	-

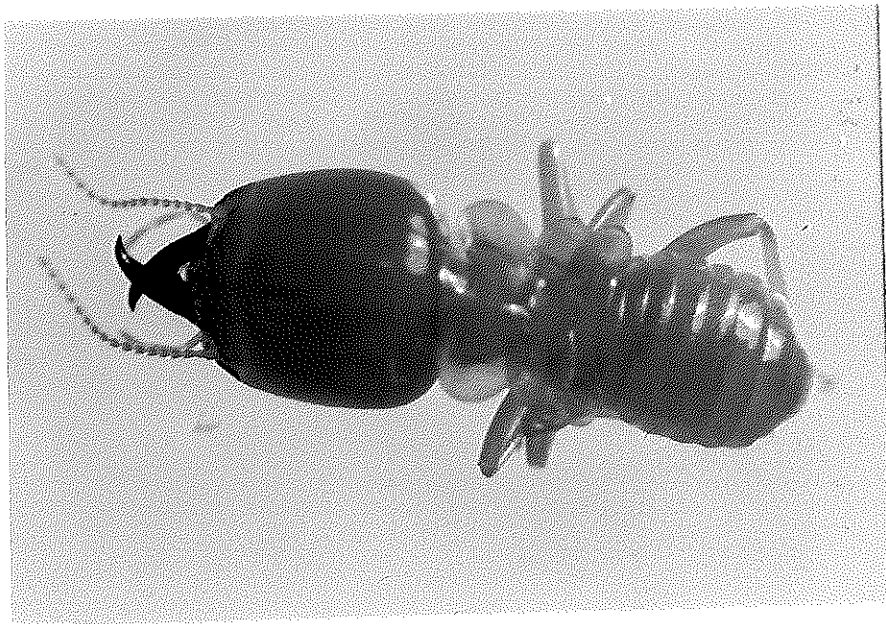
Tg *Termitomyces globulus*Th *Termitomyces heimii*

- ไม่พบการเจริญของดอกเห็ดโคน

## 1.2 การเก็บตัวอย่างปลวก

ปลวกที่พบทุกตัวอย่างจำแนกเป็นปลวกชนิด *Macrotermes gilvus* ยืนยันโดย Dr.Takamatsu, Y.

ลักษณะของปลวกในวรรณะทหารที่พบหัวมีสีน้ำตาลแดง เป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมู เล็กน้อย ส่วนหน้าของหัวแคบ มีขนสั้นๆ ขึ้นประปราย ส่วนหัวพบ fantanelle เล็กๆ อยู่ด้านบน ริมฝีปากมีสีน้ำตาลแดงรูปโดมส่วนปลายเป็นรูปสามเหลี่ยมใสไม่มีสีสังเกตได้ชัดเจน ด้านข้างมีเส้นขนซึ่งขึ้นเป็นแถวทั้ง 2 ด้าน กรามมีสีน้ำตาลดำ ทั้งสองด้านของกรามเป็น symmetrical ลักษณะของกรามจะอ้วนสั้นโค้งเป็นรูปดาบ กรามซ้ายมีรอยฟันหยักตั้งแต่ส่วนกลางถึงส่วนฐานของกราม ส่วนกรามขวาจะเรียบ หนวดมีสีน้ำตาลดำมีจำนวน 17 ปล้อง แผ่นแข็งด้านนอกปล้องแรกเป็นรูปอานม้า ด้านข้างของแผ่นแข็งของอกทั้ง 3 ขยายกว้างออกมาจากส่วนของลำตัว (ภาพที่ 4)



ภาพที่ 4 ลักษณะปลวก *Macrotermes gilvus* ในวรรณะทหาร x 35

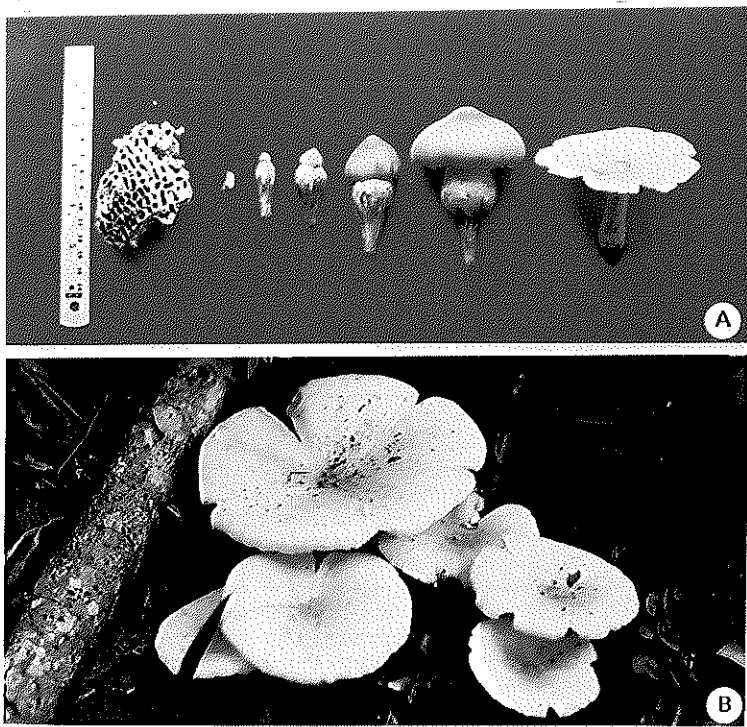
ลักษณะของปลวก *Macrotermes gilvus* ที่จำแนกได้มีลักษณะตรงกับที่ Thapa (1981) นิศร์ กীরติบุตรและยุพา หาญบุญทรง (2529), Harnboonsong (1986) และ Amhad (1965) ได้อธิบายไว้

Pegler และ Rayner (1969) ได้รายงานถึงชนิดของปลวกที่มีความสัมพันธ์กับเห็ดโคน *Termitomyces globulus* คือปลวก *Odontotermes badius* ในการศึกษาพบว่า ปลวกอีกชนิดหนึ่งที่มีความสัมพันธ์กับเห็ดชนิดนี้คือ *Macrotermes gilvus*

### 1.3 การเก็บตัวอย่างเห็ดโคน

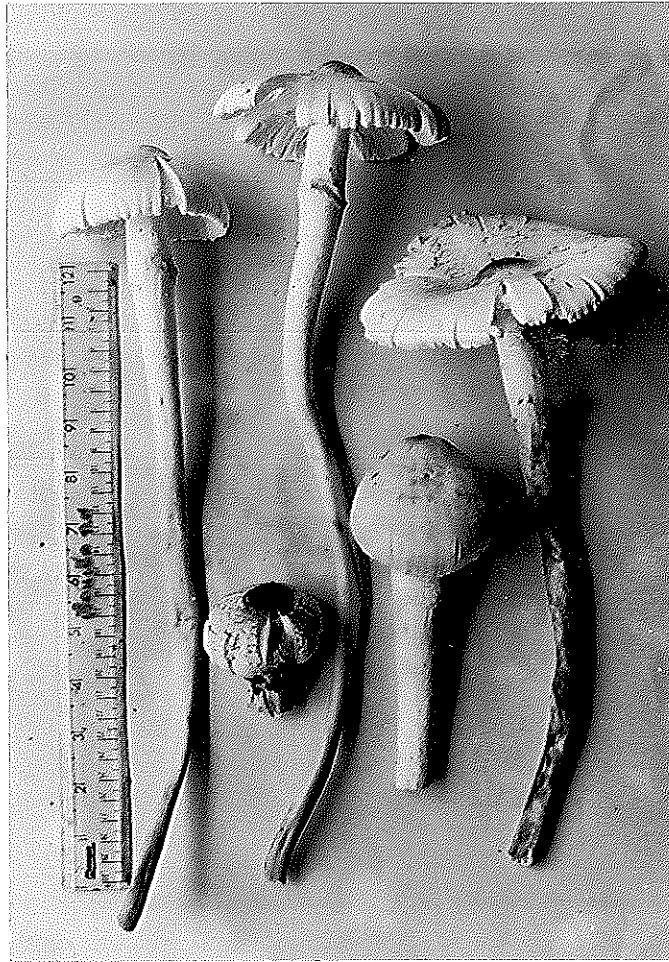
จากการจำแนกเห็ดโคนที่พบในตัวอย่างที่ 1, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 และ 19 เป็นเห็ดโคนชนิด *Termitomyces globulus* ลักษณะของดอกเห็ดโคนชนิดนี้คือ ดอกเห็ดมีสีน้ำตาลอมเหลือง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8-10 เซนติเมตร บริเวณหมวกดอกด้านบนมีสีเข้มกว่าหมวกดอกและมีลักษณะนูนเล็กน้อย เป็นรอยหยัก ก้านดอกมีลักษณะอ้วนสั้น มีขนาดใหญ่มีสีอ่อนกว่าหมวกดอกเล็กน้อย ก้านดอกยาวประมาณ 4-8 เซนติเมตร กว้าง 1-2 เซนติเมตร ส่วนโคนอาจโป่งเป็นกระเปาะ และค่อนข้างเรียวเป็นรากเทียมยาว 5-10 เซนติเมตร มีสีน้ำตาลอ่อนจนถึงน้ำตาลอมดำ ครีบไม่ติดกับก้านดอก ระยะแรกมีสีขาว ต่อมาเปลี่ยนเป็นสีครีมอมชมพู (ภาพที่ 5) เป็นสีเดียวกับพิมพ์สปอร์ สปอร์ใส ผิวเรียบมีขนาด  $6-7 \times 3.5-4.5 \mu\text{m}$

ดอกเห็ดที่เก็บได้จากตัวอย่างที่ 14 และ 17 เป็นตัวอย่างเห็ดโคนชนิด *Termitomyces heimii* เป็นดอกเห็ดที่มีสีขาว ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 10-15 เซนติเมตร บริเวณหมวกดอกด้านบนมีสีเข้มกว่าหมวกดอกและมีลักษณะนูนเล็กน้อย ก้านดอกยาวเรียวมีสีอ่อนกว่าหมวกดอกเล็กน้อย ก้านดอกยาวประมาณ 8-12 เซนติเมตร กว้าง 1-2 เซนติเมตร ก้านดอกบริเวณต่ำกว่าหมวกดอกประมาณ 2-3 เซนติเมตร จะมีวงแหวนลักษณะเป็นเนื้อเยื่อ 2 ชั้นบางๆ มีสีขาวติดอยู่ ส่วนโคนของก้านติดกับรากเทียม ซึ่งมีขนาดใหญ่ใกล้เคียงกับก้านดอก (ภาพที่ 6) ภายในรากเทียมมีลักษณะกลวง มีสีน้ำตาลอ่อน เบลีเทียมเป็นรูปกระบอกมี 4 สปอร์ ขนาด  $18-22 \times 6-7 \mu\text{m}$  พิมพ์สปอร์ มีสีชมพูอ่อน สปอร์รูปไข่ผิวเรียบ ใส มีขนาด  $5-8 \times 3.5-4.5 \mu\text{m}$



ภาพที่ 5 A ดอกเห็ดโคน *Termitomyces globulus* ระยะต่างๆกัน

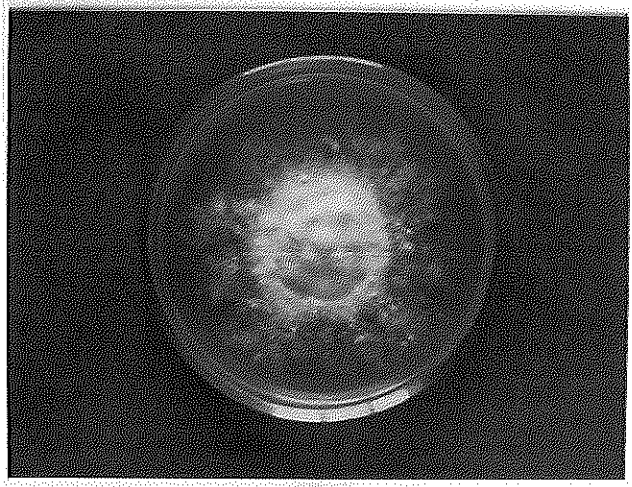
B ลักษณะของดอกเห็ดโคน *Termitomyces globulus*



ภาพที่ 6 ลักษณะของดอกเห็ดโคน *Termitomyces heimii*

## 2. การแยกเชื้อเห็ด

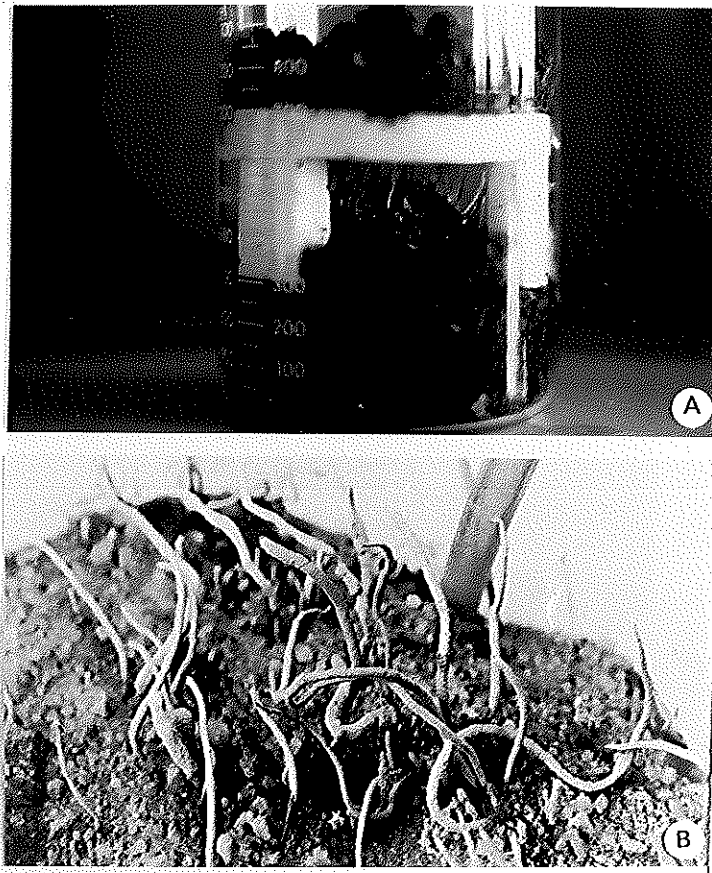
ลักษณะของสายราที่แยกได้บนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA สายรามีสีขาวและเจริญเต็มจานเลี้ยงเชื้อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 เซนติเมตร ในเวลา 30 วัน พบว่าการเจริญของสายราจะมีความหนาแน่นน้อยในบริเวณถัดจากขอบเข้าไปกลางจานอาหารเลี้ยงเชื้อ (ภาพที่ 7)



ภาพที่ 7 ลักษณะโคโลนีของเห็ดโคน *Termitomyces globulus* บนอาหาร PDA อายุ 30 วัน

### 3. ศึกษาพัฒนาการของเห็ดโคนในห้องปฏิบัติการ

จากการนำรวงรังปลวกที่มีตุ่ม (primodia) ของเห็ดโคนที่ติดอยู่มาใส่ในโถขึ้นที่มีการเลียนแบบให้มีสภาพคล้ายรังปลวก พบว่าเมื่อเวลาผ่านไป 1 วันจะพบการเจริญของเชื้อรา *Xylaria* sp. ซึ่งเป็นราขนาดใหญ่ สีขาวฟูเจริญเป็นแท่งยาวปกคลุมรวงรังปลวกรวมทั้งตุ่มของเห็ดโคนด้วย และเมื่อเวลาผ่านไป 3 วัน *Xylaria* sp. มีการเปลี่ยนสีจากสีขาวเป็นสีเทา (ภาพที่ 8A) และเมื่อเวลาผ่านไป 5 วัน *Xylaria* sp. จะแทงทะลุชั้นดินขึ้นมาด้านบนสร้าง fruiting body สีเทาเป็นก้านยาวประมาณ 4-15 เซนติเมตร และมีการสร้างสปอร์โดยรอบ (ภาพที่ 8B) ส่วนตุ่มของเห็ดโคนมีลักษณะฝ่อแห้ง และตายไปในที่สุด ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของรวงรังพบ fruiting body ของ *Xylaria* sp. เหมือนกันทั้ง 4 ตัวอย่าง



ภาพที่ 8 A การเจริญของสายรา *Xylaria* sp. ที่ปกคลุมวงรัง

B ลักษณะ fruiting body ของ *Xylaria* sp.

Thomas (1981) รายงานว่า ขณะที่พบดอกเห็ดโคนนั้นยังคงพบสปอร์ของเชื้ออื่นบนวงรังด้วย เมื่อใดที่วงรังถูกเคลื่อนย้ายจากรังหรือปลวกกะทิ้งรัง เชื้อราอื่นจะมีการเจริญอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะ *Xylaria* sp. ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากในขณะทำการทดลองมีช่วงอุณหภูมิ 28-30 องศาเซลเซียส เป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญของสายรา *Xylaria* sp. Hsich (1980) รายงานว่า *Xylaria* sp. สามารถเจริญได้ในช่วงอุณหภูมิ 22-30 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส *Xylaria* sp. สามารถเจริญได้ดีที่สุด Batra และ Batra (1967) คาดว่า *Xylaria* sp. เป็นเชื้อราที่มีความสำคัญในการทำหน้าที่เตรียมวัตถุดิบ (substrate) สำหรับการเจริญของเห็ดโคน Noirot (1980) พบว่า *Termitomyces* sp. และ

*Xylaria* sp. เป็นเชื้อราที่พบเสมอในรวงรังปลวก นอกจากนี้ Sreerama และ Veerabhadrapa (1993) ยังรายงานการพบ *Xylaria nigripes* ในลำไส้ของปลวกอีกด้วย

ในการเลียนแบบสภาพรังปลวกไม่สามารถเลียนแบบได้ 100 เปอร์เซ็นต์ทั้งนี้เนื่องจากภายในรังปลวก *Macrotermes* sp. การสร้างรังจะสลับซับซ้อนมาก และมีการสร้างความร้อนและก๊าซแพร่กระจายออกมา (Luscher, 1961) และมีการไหลผ่านของอากาศ (air passage) เพื่อรักษาอุณหภูมิและความชื้นให้คงที่เพื่อการหายใจของปลวกและเชื้อรา การย้ายรวงรังรวมทั้งดินบริเวณใกล้เคียงกับรวงรังมาศึกษาในห้องทดลอง เป็นการเลียนแบบได้เพียงบางส่วนเท่านั้น ในการย้ายรวงรังอาจมีการแตกหักของสายรา และมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและความชื้นภายในรวงรังซึ่งการเปลี่ยนแปลงนี้มีผลทำให้พฤติกรรมของปลวกซึ่งอาจมีผลต่อการพัฒนาการของเห็ดโคนเปลี่ยนไป (Singh and Singh, 1981) Xiangguang (1987) รายงานว่าสภาพอากาศมีผลต่อพฤติกรรมของปลวก

#### 4. การแยกเชื้อจุลินทรีย์จากรวงรัง

##### 4.1 การแยกเชื้อรา

จากการแยกเชื้อราพบว่าในรวงรังปลวกแต่ละรวงรังมีเชื้อราต่างชนิดกันทั้งหมด ทำให้เปอร์เซ็นต์ความถี่ในการพบเชื้อราแต่ละชนิดมีตัวเลขต่ำ (อยู่ในระดับน้อยมาก) คือมีค่าเปอร์เซ็นต์ความถี่ในการพบอยู่ในช่วง 0.5-36 (ตารางที่ 3) แต่อย่างไรก็ตามเชื้อราที่พบส่วนใหญ่จัดอยู่ในกลุ่ม *Penicillium* (*Penicillium* spp., *Eupenicillium* spp. และ *Talaromyces* spp.) *Trichoderma* spp., *Aspergillus* (*Aspergillus* spp. และ *Neosartoya fisheri*) และ *Mucor* spp.

กลุ่มของ *Penicillium* พบเกือบทุกรวงรังที่ศึกษา กล่าวคือพบในทุกรวงรังยกเว้น รวงรังที่ 15 และ 18 มีการกระจายตัวเท่ากับ 90 % กลุ่ม *Trichoderma* spp. พบ 17 รวงรัง จากรวงรังทั้งหมด 20 รวงรัง มีการกระจายตัวเท่ากับ 85 % กลุ่ม *Aspergillus* spp. พบ 16 รวงรัง มีการกระจายตัวเท่ากับ 80 % เชื้อราในกลุ่ม *Mucor* spp. พบ 11 รวงรัง มีการกระจายตัวเท่ากับ 55 % เชื้อราที่พบรองลงมาคือ กลุ่มของ *Pestalotiopsis* sp., *Paecilomyces* spp. ตามลำดับ โดยพบใน 9 รวงรังเท่ากัน มีการกระจายตัว 45 % ส่วนราชนิดอื่นๆ พบน้อยมากโดยมีการกระจายตัวน้อยกว่าหรือเท่ากับ 25 %

เชื้อราในกลุ่ม *Penicillium* สามารถจัดจำแนกได้เป็น *Penicillium* 9 ชนิด *Eupenicillium* 6 ชนิด และ *Talaromyces* 1 ชนิด ในจำนวนนี้ *Penicillium* sp. 1 มีเปอร์เซ็นต์ความถี่ในการพบสูงที่สุดคือ 12 % และพบใน 9 รวงรัง เชื้อราในกลุ่ม *Trichoderma* สามารถจำแนกได้เป็น *T. hamatum*, *T. harzianum*, *T. koningii*, *T. pseudokoningii* และ *T. viride* ในจำนวนนี้ *T. pseudokoningii* มีเปอร์เซ็นต์ความถี่ในการพบสูงที่สุดคือ 12.5 % และพบใน 8 รวงรัง เชื้อราในกลุ่ม *Aspergillus* สามารถจำแนกได้เป็น *A. candidus*, *A. carbonarius*, *A. flavus*, *A. japonicus*, *A. niger*, *A. tamarii*, *A. terreus*, *Aspergillus* sp. และ *Neosartoya fisheri* ในจำนวนนี้ *A. niger* มีเปอร์เซ็นต์ความถี่ในการพบสูงที่สุดคือ 9 % และพบใน 7 รวงรัง เชื้อรา *Mucor* spp. มีเปอร์เซ็นต์ความถี่ในการพบ 36 % เชื้อรา *Mucor* spp. ไม่สามารถทำการจำแนกชนิดได้จึงคิดเปอร์เซ็นต์ความถี่ในการพบรวมกันทั้งหมดโดยคิดในระดับสกุลจึงทำให้ค่าที่ได้มีค่าสูง และพบใน 11 รวงรัง เชื้อราในกลุ่ม *Pestalotiopsis* spp. มีเปอร์เซ็นต์ความถี่ในการพบ 17.5 % และพบใน 9 รวงรัง เชื้อราในกลุ่ม *Paecilomyces* spp. มีเปอร์เซ็นต์ความถี่ใน

การพบทั้งหมด 12 % และพบใน 9 รวงรัง ส่วนราที่พบน้อยมาก คือพบไม่เกิน 1 เปอร์เซ็นต์ คือ *Aureobasidium* sp., *Chalaropsis* sp., *Gliocladium virens*, *Scyncephalastrum racemosum*, *Taralomyces* sp., *Thielaviopsis* sp., *Torula* sp. และ *Xylaria* sp.

ถึงแม้ว่า *Xylaria* sp. จะเป็นเชื้อที่มีรายงานว่าพบเสมอในรวงรังปลวก แต่การแยกครั้งนี้พบเพียง 2 ตัวอย่างเท่านั้น คือตัวอย่างที่ 2 และ 12 ทั้งนี้เนื่องมาจาก *Xylaria* sp. ในรังอยู่ในสภาพสายราจึงแยกได้น้อย และสาเหตุอีกประการหนึ่งอาจเนื่องมาจากอาหารที่ใช้แยกไม่เหมาะสม Hsieh (1980) รายงานว่า *Xylaria* sp. สามารถเจริญและสร้าง stroma ได้ดีบนอาหาร PDA การเจริญบนอาหารที่ไม่เหมาะสมอาจทำให้ *Xylaria* sp. เจริญเติบโตช้า จึงอาจถูกปกคลุมด้วยเชื้อที่เจริญได้เร็วกว่า เช่น *Penicillium* spp. , *Mucor* sp. เป็นต้น

ในการแยกเชื้อครั้งนี้พบว่าตัวอย่างที่ 9 จากหน้าคณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ มีจำนวนเชื้อราที่แยกได้สูงที่สุดคือ 15 ชนิด คือ *Aspergillus terreus*, *Botryodiplodia* sp., *Chaetomium globosum*, *Eupenicillium hirayamae*, *Eupenicillium* sp. 2, *Fusarium solani*, *Neosartoya fisheri*, *Nigrospora* sp., *Penicillium* sp. 1, *Penicillium* sp. 7 , *Pestalotiopsis* sp., *Scytalidium* sp., *Trichoderma harzianum*, *T. pseudokoningii* และ *T. viride* และตัวอย่างที่มีจำนวนเชื้อที่แยกได้น้อยที่สุดในครั้งนี้ 3 ตัวอย่างคือตัวอย่างที่ 5, 15 และ 18 มีจำนวนที่แยกได้เพียง 5 ชนิด ตัวอย่างทั้ง 3 ตัวอย่างนี้เป็นตัวอย่างจาก 3 จังหวัด คือ สงขลา, ยะลา และพัทลุง การที่เชื้อที่แยกได้ในแต่ละรวงรังแตกต่างกันไปอาจมีสาเหตุเนื่องมาจากสถานที่เก็บต่างกัน ส่งผลให้สภาพแวดล้อมรวมทั้งเชื้อราที่อาศัยอยู่ในบริเวณนั้นแตกต่างกันไปด้วย เมื่อปลวกออกไปหาอาหารจึงทำให้เชื้อราที่ติดมากับตัวปลวกในแต่ละตำแหน่งแตกต่างกันไปจึงส่งผลให้เชื้อราที่แยกได้แตกต่างกัน และถึงแม้ว่าจะเก็บจากบริเวณใกล้เคียงกัน ดังเช่นตัวอย่างที่เก็บจากภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์เช่นเดียวกันแต่ต่างตำแหน่ง จำนวนชนิดของเชื้อก็แตกต่างกันไปด้วยดังเหตุผลที่กล่าวในข้างต้น และการที่ตัวอย่างที่ 5, 15 และ 18 แยกเชื้อได้น้อยอาจมีสาเหตุอีกประการหนึ่งเนื่องมาจากในการแยกเชื้อมีเชื้อ *Mucor* sp. ซึ่งเป็นเชื้อที่มีการเจริญเติบโตได้รวดเร็ว เจริญปกคลุมผิวหน้าของอาหารทำให้แยกเชื้อได้น้อย เป็นที่น่าสังเกตว่าตัวอย่างทั้ง 3 ตัวอย่างพบเชื้อ *Mucor* sp. ชนิดของเชื้อราและความถี่ที่พบในการเก็บตัวอย่าง (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ชนิดและความถี่ของการพบเชื้อราจากตัวอย่างรวงรังปลวกที่เก็บจากจังหวัด  
ต่างๆ

ชนิดของเชื้อ	ความถี่ของเชื้อที่พบ (%)	ตัวอย่างรวงรังที่พบ
<i>Aspergillus candidus</i>	1	20
<i>Aspergillus carbonarius</i>	1	8
<i>Aspergillus flavus</i>	1.5	10, 12, 14
<i>Aspergillus japonicus</i>	2	3, 10, 13
<i>Aspergillus niger</i>	9	3, 4, 6, 12, 16, 18, 19
<i>Aspergillus tamarii</i>	0.5	20
<i>Aspergillus terreus</i>	1	9, 19
<i>Aspergillus</i> sp.	1	5
<i>Aureobasidium</i> sp.	0.5	3
<i>Botryodiplodia</i> sp.	8.5	8, 9, 12, 13
<i>Chalaropsis</i> sp.	0.5	8
<i>Chaetomium deceptivum</i>	0.5	16
<i>Chaetomium dreyfusii</i>	1	8
<i>Chaetomium fusiformi</i>	0.5	8
<i>Chaetomium globosum</i>	0.5	9
<i>Cladosporium</i> sp.	3.5	2, 7, 11, 12, 20
<i>Eupenicillium hirayamae</i>	2.5	9, 13
<i>Eupenicillium</i> sp. 1	2.5	3, 8, 11, 12
<i>Eupenicillium</i> sp. 2	1	9, 12

ตารางที่ 3 (ต่อ)

ชนิดของเชื้อ	ความถี่ของเชื้อที่พบ (%)	ตัวอย่างรวงรังที่พบ
<i>Eupenicillium</i> sp. 3	1	3
<i>Eupenicillium</i> sp. 4	3	7
<i>Eupenicillium</i> sp. 5	1	1
<i>Fusarium solani</i>	2	8, 9, 10, 17
<i>Fusarium</i> sp.	0.5	4
<i>Gliocladium virens</i>	1	8, 15
<i>Mucor</i> spp.	36	1, 4, 5, 6, 11, 14, 15, 16 18, 19, 20
<i>Neosartoya fisheri</i>	4	6, 7, 9, 14, 17
<i>Nigrospora</i> sp.	2	9
<i>Paecilomyces</i> sp.	12	1, 3, 4, 6, 10, 12, 14, 16, 17
<i>Penicillium purpurogenum</i>	2.5	4, 16, 19
<i>Penicillium</i> sp. 1	12	1, 2, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 17
<i>Penicillium</i> sp. 2	3.5	3, 5, 13
<i>Penicillium</i> sp. 3	1	5, 13
<i>Penicillium</i> sp. 4	4.5	4, 8, 10, 11, 13, 20
<i>Penicillium</i> sp. 5	0.5	7
<i>Penicillium</i> sp. 6	1	2, 14
<i>Penicillium</i> sp. 7	0.5	9
<i>Penicillium</i> sp. 8	0.5	2
<i>Pestalotiopsis</i> spp.	17.5	2, 3, 4, 5, 8, 9, 11, 12, 20

## ตารางที่ 3 (ต่อ)

ชนิดของเชื้อ	ความถี่ของเชื้อที่พบ (%)	ตัวอย่างรวงรังที่พบ
<i>Scytalidium</i> sp.	3.5	3, 9, 14, 16
<i>Sporothrix</i> sp.	5.5	2, 15, 18
<i>Syncephalastrum racemosum</i>	0.5	3
<i>Talaromyces</i> sp.	0.5	6
<i>Thielaviopsis</i> sp.	1	3
<i>Torula</i> sp.	0.5	13
<i>T. hamatum</i>	2	8, 13
<i>T. harzianum</i>	6.5	4, 7, 8, 9, 11, 16, 18, 20
<i>T. koningii</i>	3	1, 10, 12, 13, 15, 17
<i>T. pseudokoningii</i>	12.5	4, 9, 14, 15, 17, 18, 19, 20
<i>T. viride</i>	3.5	3, 9, 12
<i>Xylaria</i> sp.	1	2, 12
unidentified species	3	1, 3, 19

เปอร์เซ็นต์การพบคำนวณโดยใช้สูตรของ Eicker (1980)

$$\% \text{ ความถี่ที่พบเชื้อ} = \frac{\text{จำนวนจานเลี้ยงที่พบเชื้อราชนิดนั้น}}{\text{จำนวนจานเลี้ยงเชื้อทั้งหมด}} \times 100$$

0-25 % = น้อยมาก

26-50 % = น้อย

51-75 % = ปานกลาง

76-100 % = มาก

จำนวนจานเลี้ยงเชื้อทั้งหมด 200 จาน

#### 4.2 การแยกเชื้อแบคทีเรีย

การแยกเชื้อแบคทีเรียจาก 4 ตัวอย่าง ในตัวอย่างที่ 9, 10, 11 และ 14 ทุกตัวอย่างเก็บขณะพบการเจริญของดอกเห็ด พบเชื้อแบคทีเรียทั้งหมด 47 isolates (ตารางที่ 4) และการคัดเลือกเชื้อแบคทีเรียอาศัยลักษณะของโคโลนี และลักษณะสี โดยคัดเลือกเฉพาะโคโลนีที่ต่างกัน

ตารางที่ 4 จำนวนเชื้อแบคทีเรียที่แยกได้จากรวงรังปลวก 4 รัง

ตัวอย่างรวงรัง	จำนวน Isolate ที่แยกได้
9	16
10	10
11	13
14	8
รวม 47 isolates	

#### 4.3 การแยกเชื้อแอคติโนมัยซิส

การแยกเชื้อแอคติโนมัยซิส จาก 4 ตัวอย่าง ในตัวอย่างที่ 9, 10, 11 และ 14 ทุกตัวอย่างเก็บขณะพบการเจริญของดอกเห็ด พบเชื้อแอคติโนมัยซิสทั้งหมด 29 isolates (ตารางที่ 5) แบ่งได้ 7 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 โคโลนีมีขนาดเล็กสีครีม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1-2 มิลลิเมตร (อายุ 7 วัน) โคโลนีมีลักษณะนูนเป็นมัน ลักษณะโคโลนีเมื่อสังเกตใต้กล้องจุลทรรศน์จะเห็นเป็นกลุ่มของสายราละเอียดพันกัน ความกว้างของสายรามีขนาด 1  $\mu\text{m}$  ลักษณะสปอร์ต่อกันเป็นสาย

กลุ่มที่ 2 โคโลนีมีขนาดเล็กสีขาว ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1-2 มิลลิเมตร (อายุ 7 วัน) โคโลนีมีลักษณะนูนเป็นมันเล็กน้อย ลักษณะโคโลนีเมื่อสังเกตใต้กล้องจุลทรรศน์จะเห็นเป็นกลุ่มของสายราละเอียดพันกัน ความกว้างของสายรามีขนาด 1  $\mu\text{m}$  ลักษณะสปอร์ต่อกันเป็นสาย

กลุ่มที่ 3 โคโลนีมีขนาดใหญ่สีขาว ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3-4 มิลลิเมตร (อายุ 7 วัน) โคโลนีไม่มีลักษณะนูนเป็นมัน ลักษณะโคโลนีดูเหมือนแข็งด้าน ลักษณะโคโลนีเมื่อสังเกตใต้กล้องจุลทรรศน์จะเห็นเป็นกลุ่มของสายราละเอียดพันกัน ความกว้างของสายราขนาด 1  $\mu\text{m}$  ลักษณะสปอร์ต่อกันเป็นสาย

กลุ่มที่ 4 โคโลนีมีขนาดใหญ่สีครีม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3-4 มิลลิเมตร (อายุ 7 วัน) โคโลนีไม่มีลักษณะนูนเป็นมัน ลักษณะโคโลนีดูเหมือนแข็งด้าน ลักษณะโคโลนีเมื่อสังเกตใต้กล้องจุลทรรศน์จะเห็นเป็นกลุ่มของสายราละเอียดพันกัน ความกว้างของสายราขนาด 1  $\mu\text{m}$  ลักษณะสปอร์ต่อกันเป็นสาย

กลุ่มที่ 5 โคโลนีมีขนาดเล็กสีขาว ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2-3 มิลลิเมตร (อายุ 7 วัน) โคโลนีมีลักษณะนูนเป็นมัน ลักษณะโคโลนีเมื่อสังเกตใต้กล้องจุลทรรศน์จะเห็นเป็นกลุ่มของสายราละเอียดพันกัน ความกว้างของสายราขนาด 1  $\mu\text{m}$  ลักษณะสปอร์ต่อกันเป็นสาย

กลุ่มที่ 6 โคโลนีมีขนาดเล็กสีครีม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2-3 มิลลิเมตร (อายุ 7 วัน) โคโลนีมีลักษณะนูนเป็นมัน ลักษณะโคโลนีเมื่อสังเกตใต้กล้องจุลทรรศน์จะเห็นเป็นกลุ่มของสายราละเอียดพันกัน ความกว้างของสายราขนาด 1  $\mu\text{m}$  ลักษณะสปอร์ต่อกันเป็นสาย

กลุ่มที่ 7 โคโลนีมีขนาดเล็กมากสีครีม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 มิลลิเมตร (อายุ 7 วัน) ลักษณะโคโลนีคล้ายแอสโคติโนมัยซิสในกลุ่มที่ 1 แต่มีขนาดเล็กกว่า โคโลนีมีลักษณะนูนเป็นมัน ลักษณะโคโลนีเมื่อสังเกตใต้กล้องจุลทรรศน์จะเห็นเป็นกลุ่มของสายราละเอียดพันกัน ความกว้างของสายราขนาด 1  $\mu\text{m}$  ลักษณะสปอร์ต่อกันเป็นสาย

การคัดเลือกเชื้อแอสโคติโนมัยซิสอาศัยลักษณะของโคโลนีและลักษณะสี โดยคัดเลือกเฉพาะโคโลนีที่ต่างกัน จากการศึกษาลักษณะการแตกแขนงของสายราและลักษณะสปอร์ของเชื้อที่แยกได้คาดว่าแอสโคติโนมัยซิสทุกไอโซเลทจัดอยู่ในสกุล *Streptomyces* (Krasil'nikov, 1966)

ตารางที่ 5 จำนวนเชื้อแอสเพอริลลินที่แยกได้จากรวงรังปลวก 4 รัง

ตัวอย่างรวงรัง	กลุ่มของแอสเพอริลลิน	จำนวน Isolate ที่แยกได้
9	1,2	12
10	2,3,6,7	7
11	1,2,5	6
14	1,2,3,4,5	4
		รวม 29 isolates

จุลินทรีย์ที่แยกได้นี้สอดคล้องกับการทดลองของ Arshad และคณะ (1982) ซึ่งกล่าวไว้ในรวงรังปลวกนอกจากจะพบเชื้อราแล้วยังพบแบคทีเรียและแอสเพอริลลินอีกด้วย และเชื้อราที่พบทั้งหมดส่วนใหญ่เป็นเชื้อราในดินซึ่ง Wood และ Thomas (1989) คาดว่าเป็นเชื้อราที่ติดมากับตัวปลวกขณะที่ปลวกออกไปหาอาหาร และการที่แยกจุลินทรีย์ได้แตกต่างกันในแต่ละรวงรังก็เนื่องมาจากสถานที่แตกต่างกันส่งผลให้สภาพแวดล้อมเกี่ยวกับอาหารของปลวกแตกต่างกันด้วย (Xiangguang, 1987)

กลุ่มของเชื้อราที่พบมากที่สุดคือกลุ่มของเชื้อรา *Penicillium* spp., *Mucor* sp., *Trichoderma* spp. และกลุ่มของเชื้อรา *Aspergillus* spp. ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Petrova และคณะ (1980) ซึ่งรายงานว่าเชื้อราที่พบมากในรวงรังปลวก *Anacanthotermes ahngerinus* คือเชื้อรา *Aspergillus* และ *Penicillium* โดยพบเชื้อรา *Aspergillus* spp. ถึง 14 ชนิดและ *Penicillium* spp. 10 ชนิด Rajgopal และคณะ (1979) ได้รายงานการแยกเชื้อราจากผิวลอกของไม้ (cuticle) ที่เป็นอาหารของปลวกพบว่า *Penicillium* เป็นกลุ่มของเชื้อราที่พบมากที่สุด

Singh และคณะ (1978) ทำการศึกษาประชากรจุลินทรีย์ของรวงรังปลวก *Odontotermes obesus* และ *O. redemanni* ในประเทศอินเดียพบจุลินทรีย์ทั้งหมด 23 ชนิด โดยพบ *Aspergillus* spp. มากที่สุดรองลงมาคือ *Fusarium* spp. และ *Trichoderma* spp.

## 5. การจำแนกเชื้อรา

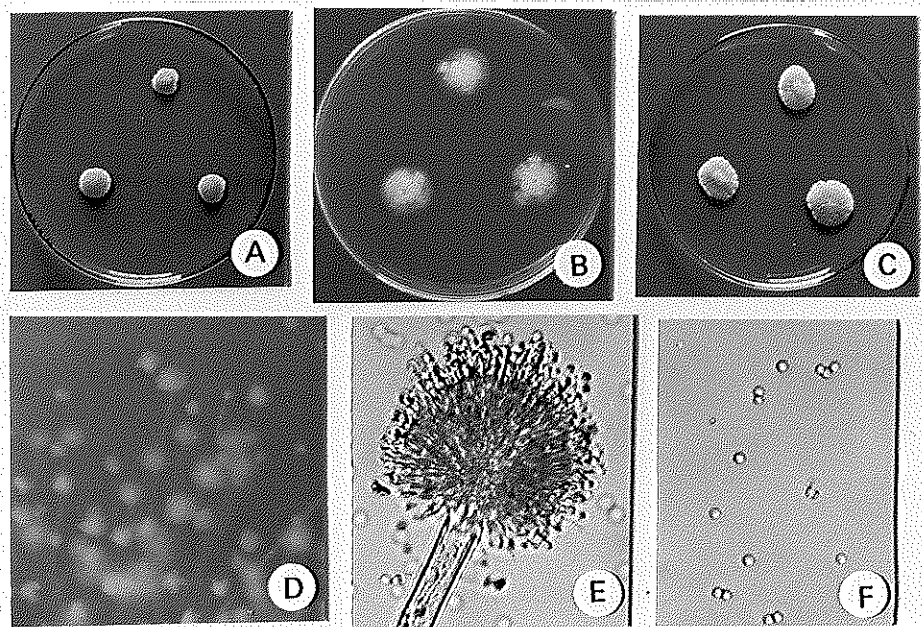
จากการศึกษาเชื้อราที่แยกได้จำนวน 200 ไอโซเลท สามารถจำแนกได้ 23 สกุล 51 ชนิด และอีก 6 ไอโซเลท ไม่สามารถจำแนกชนิดได้ (ตารางที่ 3) ดังมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

### 1. *Aspergillus candidus* Link (ภาพที่ 9)

โคโลนีบนอาหารเลี้ยงเชื้อ CYA มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20-23 มิลลิเมตร ในเวลา 7 วัน ที่อุณหภูมิห้อง ผิวหน้าของโคโลนีมีกลุ่ม conidial head สีขาวครีม โคโลนีบนอาหาร MEA มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 19-23 มิลลิเมตร ที่ผิวหน้าโคโลนีมีกลุ่ม conidial head สีขาว โคโลนีบนอาหาร CY20S มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12-14 มิลลิเมตร ลักษณะการเจริญของ *A. candidus* ที่แยกได้บนอาหาร CYA และ CY20S จะมีลักษณะคล้ายกัน ถึงแม้ว่าจะเลี้ยงในอาหารต่างชนิดกัน กล่าวคือที่ผิวหน้าของโคโลนีมีกลุ่ม conidial head สีขาวครีมเจริญบนอาหารและจะเจริญช้ากว่า *Aspergillus* ชนิดอื่นที่แยกได้จากการทดลองนี้

ลักษณะ conidial head เป็นแบบ radiate stipes ยาว 300-400  $\mu\text{m}$  กว้าง 5  $\mu\text{m}$  ผนังเรียบ (smooth wall) ไม่มี vesicle รูปร่าง globe กว้าง 10-12  $\mu\text{m}$  การแตกแขนงของ phialide เป็นแบบ biseriate คอนิเดียรูปร่างกลม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2-5  $\mu\text{m}$  ผนังเรียบ

ลักษณะของเชื้อที่แยกได้สอดคล้องกับ *Aspergillus candidus* ที่ Maren และ John (1988) และ Raper และคณะ (1965) ได้รายงานเอาไว้



ภาพที่ 9 *Aspergillus candidus*

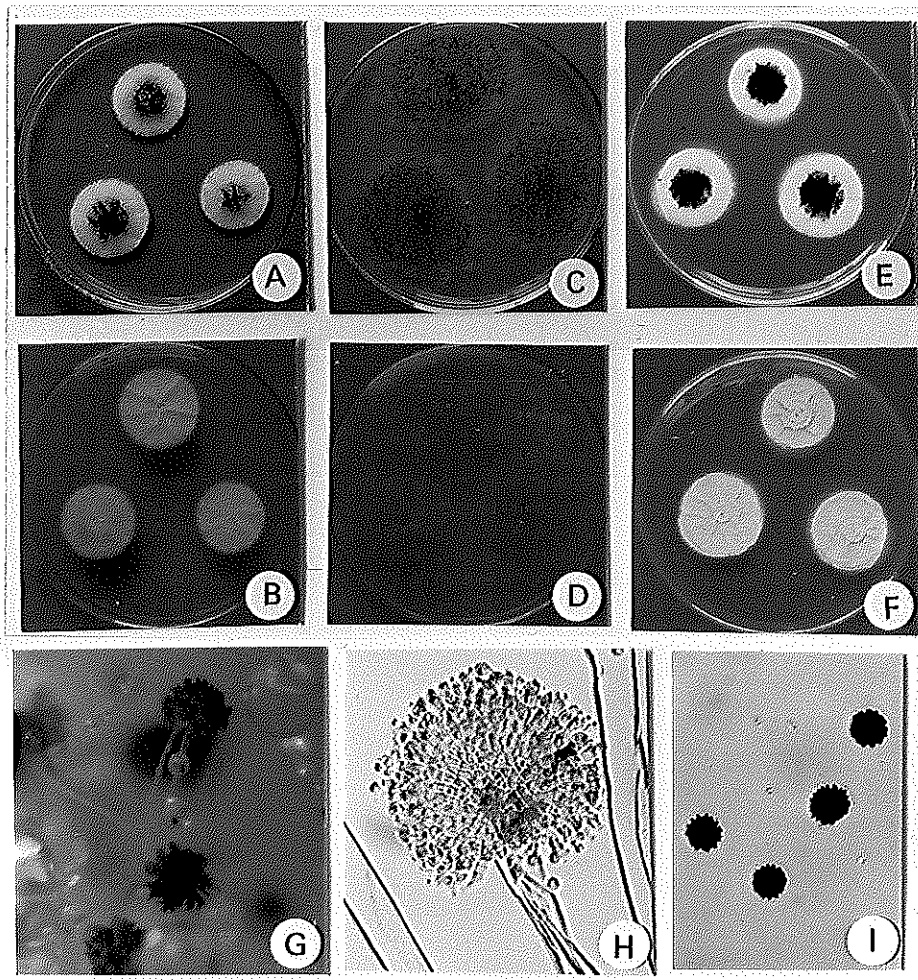
- A = ลักษณะโคโลนีบนอาหาร CYA (อายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิห้อง)  
 B = ลักษณะโคโลนีบนอาหาร MEA (อายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิห้อง)  
 C = ลักษณะโคโลนีบนอาหาร CY20S (อายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิห้อง)  
 D = ลักษณะ conidial head x 40  
 E = ลักษณะการแตกแขนงของ phialide x400  
 F = ลักษณะคอนิเดีย x 40

## 2. *Aspergillus carbonarius* (Bain-ier) Thorn (ภาพที่ 10)

โคโลนีบนอาหารเลี้ยงเชื้อ CYA มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 35-40 มิลลิเมตร ในเวลา 7 วัน ที่อุณหภูมิห้อง ผิวหน้าของโคโลนีมีสีขาว บริเวณกลางโคโลนีมีกลุ่ม conidial head สีดำ ด้านใต้ของโคโลนีมีรอยย่น โคโลนีบนอาหาร MEA มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50-55 มิลลิเมตร ผิวหน้าของโคโลนีมีกลุ่ม conidial head สีดำ โคโลนีบนอาหาร CY20S มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 38-45 มิลลิเมตร ผิวหน้าของโคโลนีมีสีขาว บริเวณกลางโคโลนีมีกลุ่ม conidial head สีดำ คล้ายคลึงกับการเจริญบนอาหาร CYA ด้านใต้ของโคโลนีมีรอยย่น การเจริญของเชื้อราบนอาหารทั้ง 3 ชนิดไม่มีการเปลี่ยนสีของอาหาร

ลักษณะ conidial head เป็นแบบ radiate stipes ยาว 2000-3000  $\mu\text{m}$  กว้าง 10  $\mu\text{m}$  ผนังเรียบ vesicle รูปร่างค่อนข้างกลม (nearly sphere) การแตกแขนงของ phialide เป็นแบบ biseriate คอนิเดียรูปร่างกลม สีดำ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7.5-10  $\mu\text{m}$  ผนังขรุขระ คล้ายมีหนาม

ลักษณะเชื้อที่แยกได้สอดคล้องกับ *Aspergillus carbonarius* ที่ Maren และ John (1988) และ Raper และคณะ (1965) ได้รายงานเอาไว้ แต่ลักษณะการเจริญบนอาหาร CYA และ CY20S เจริญช้ากว่า Maren และ John (1988) รายงานไว้ คือ *A. carbonarius* ที่แยกได้เจริญบนอาหาร CYA และ CY20S วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางได้ 35-40 มิลลิเมตร และ 38-45 มิลลิเมตร ต่างจากที่ Maren และ John (1988) รายงานไว้คือ 60-70 มิลลิเมตรและ 65-70 มิลลิเมตร ตามลำดับ



ภาพที่ 10 *Aspergillus carbonarius*

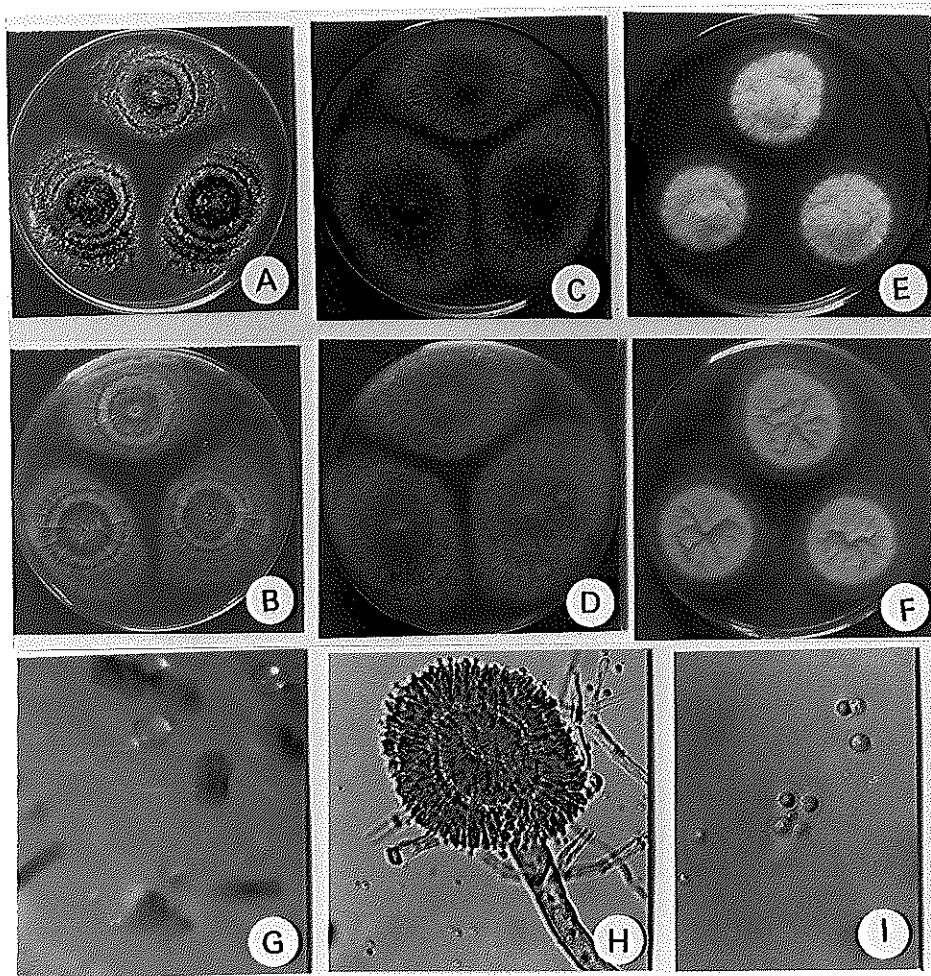
- A = ลักษณะโคโลนีบนอาหาร CYA (อายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิห้อง)  
 B = ลักษณะโคโลนีด้านใต้ของอาหาร CYA (อายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิห้อง)  
 C = ลักษณะโคโลนีบนอาหาร MEA (อายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิห้อง)  
 D = ลักษณะโคโลนีด้านใต้ของอาหาร MEA (อายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิห้อง)  
 E = ลักษณะโคโลนีบนอาหาร CY20S (อายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิห้อง)  
 F = ลักษณะโคโลนีด้านใต้ของอาหาร CY20S (อายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิห้อง)  
 G = ลักษณะ conidial head x 40  
 H = ลักษณะการแตกแขนงของ phialide x 200  
 I = ลักษณะคอนิเดีย x 400

### 3. *Aspergillus flavus* Link (ภาพที่ 11)

โคโลนีบนอาหารเลี้ยงเชื้อ CYA มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 45-50 มิลลิเมตร ในเวลา 7 วัน ที่อุณหภูมิห้อง ผิวหน้าของโคโลนีมีกลุ่ม conidial head สีเขียว โคโลนีบนอาหาร MEA มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 40-50 มิลลิเมตร ผิวหน้าของโคโลนีมีกลุ่ม conidial head สีเขียวกระจายทั่วทั้งโคโลนี มีการสร้างเม็ด sclerotia ระยะแรกเม็ด sclerotia จะมีสีขาวขนาดประมาณ 1 มิลลิเมตร เมื่อเชื้อราอายุมากขึ้นจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลดำ โคโลนีบนอาหาร CY20S มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 45-55 มิลลิเมตร ลักษณะโคโลนีสีขาวมีกลุ่มของ conidial head เล็กน้อยอยู่ตรงกลาง

ลักษณะ conidial head เป็นแบบ columnar stipes ยาว 300-500  $\mu\text{m}$  กว้าง 12.5-15  $\mu\text{m}$  ผนังขรุขระ vesicle รูปร่างกลม ไม่มีสี กว้าง 45-50  $\mu\text{m}$  การแตกแขนงของ phialide มีทั้ง uniseriate และ biseriate คอนิเดียรูปร่างกลม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5-7.5  $\mu\text{m}$  ผนังขรุขระ

ลักษณะของเชื้อที่แยกได้สอดคล้องกับ *Aspergillus flavus* ที่ Maren และ John (1988) และ Raper และคณะ (1965) ได้รายงานเอาไว้



ภาพที่ 11 *Aspergillus flavus*

A = ลักษณะโคโลนีบนอาหาร CYA (อายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิห้อง)

B = ลักษณะโคโลนีด้านใต้ของอาหาร CYA (อายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิห้อง)

C = ลักษณะโคโลนีบนอาหาร MEA (อายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิห้อง)

D = ลักษณะโคโลนีด้านใต้ของอาหาร MEA (อายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิห้อง)

E = ลักษณะโคโลนีบนอาหาร CY20S (อายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิห้อง)

F = ลักษณะโคโลนีด้านใต้ของอาหาร CY20S (อายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิห้อง)

G = ลักษณะ conidial head x 40

H = ลักษณะการแตกแขนงของ phialide x 200

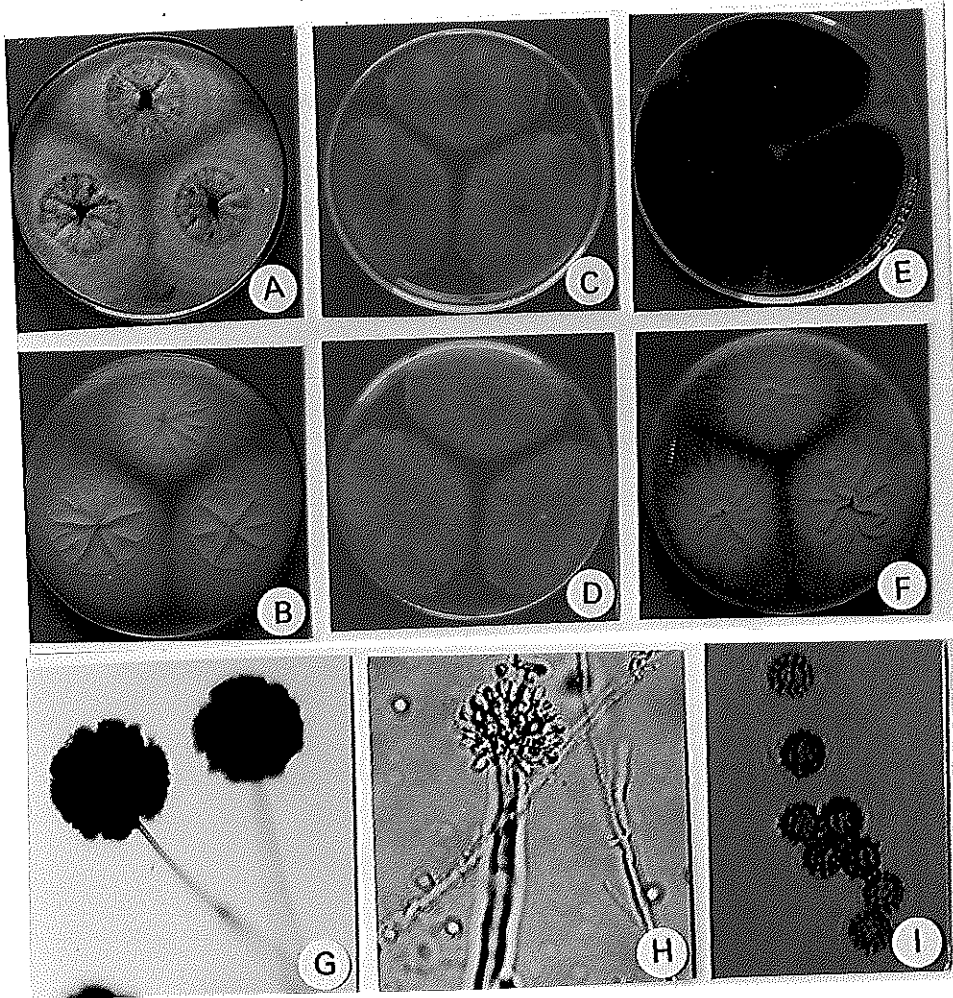
I = ลักษณะคอนิเดีย x 400

#### 4. *Aspergillus japonicus* Saito (ภาพที่ 12)

โคโลนีบนอาหารเลี้ยงเชื้อ CYA, MEA และ CY20S เจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว โคโลนีบนอาหาร CYA วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางได้ 45-70 มิลลิเมตร ในเวลา 7 วัน ผิวหน้าของโคโลนีมีลักษณะคล้ายเป็นชั้นๆ สีขาว บริเวณกลางโคโลนีมีกลุ่ม conidial head สีดำ ด้านใต้ของโคโลนีมีลักษณะเป็นรอยย่น ไม่มีการเปลี่ยนสีของอาหาร โคโลนีบนอาหาร MEA มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 60-70 มิลลิเมตร ผิวหน้าของโคโลนีมีกลุ่ม conidial head สีดำกระจายทั่วทั้งโคโลนี โคโลนีบนอาหาร CY20S มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 60-70 มิลลิเมตร

ลักษณะ conidial head เป็นแบบ radiate stipes ยาว 600-800  $\mu\text{m}$  กว้าง 10-12.5  $\mu\text{m}$  ผนังเรียบ vesicle รูปร่าง flask-shaped กว้าง 25-40  $\mu\text{m}$  การเกิดของ phialide เป็นแบบ uniseriate คอนิเดียรูปร่างกลม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5  $\mu\text{m}$  ผนังขรุขระคล้ายมีหนาม

ลักษณะของเชื้อที่แยกได้สอดคล้องกับ *Aspergillus japonicus* ที่ Maren และ John (1988) และ Raper และคณะ (1965) ได้รายงานเอาไว้



ภาพที่ 12 *Aspergillus japonicus*

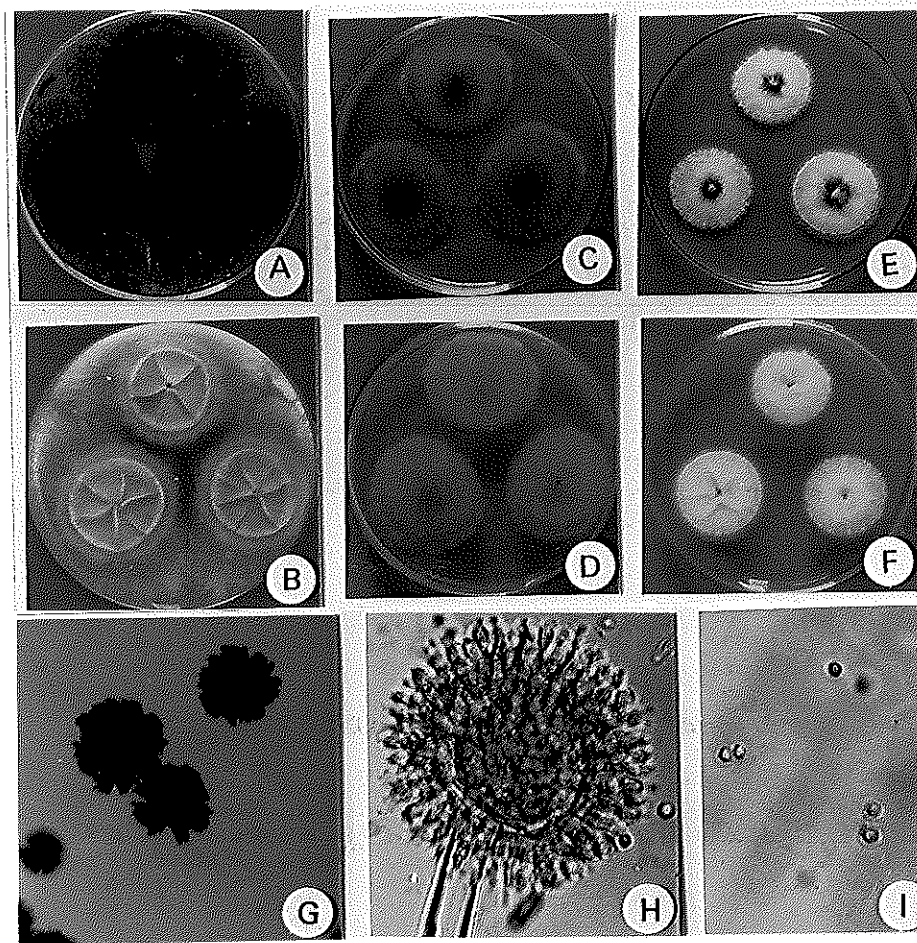
- A = ลักษณะโคโลนีบนอาหาร CYA (อายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิห้อง)  
 B = ลักษณะโคโลนีด้านใต้ของอาหาร CYA (อายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิห้อง)  
 C = ลักษณะโคโลนีบนอาหาร MEA (อายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิห้อง)  
 D = ลักษณะโคโลนีด้านใต้ของอาหาร MEA (อายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิห้อง)  
 E = ลักษณะโคโลนีบนอาหาร CY20S (อายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิห้อง)  
 F = ลักษณะโคโลนีด้านใต้ของอาหาร CY20S (อายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิห้อง)  
 G = ลักษณะ conidial head x 40  
 H = ลักษณะการแตกแขนงของ phialide x 400  
 I = ลักษณะคอนิเดีย x 1000

5. *Aspergillus niger* V.Tiegh (ภาพที่ 13)

โคโลนีสบนอาหารเลี้ยงเชื้อ CYA มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50-60 มิลลิเมตร ในเวลา 7 วัน ที่อุณหภูมิห้อง ผิวหน้าของโคโลนีมีกลุ่มของ conidial head สีดำอยู่ตรงกลาง โคโลนีสบนอาหาร MEA มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50-70 มิลลิเมตร มีกลุ่ม conidial head สีดำกระจายไปทั่วโคโลนี โคโลนีสบนอาหาร CY20S มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20-25 มิลลิเมตร ลักษณะโคโลนีคล้ายกับการเจริญบนอาหาร CYA แต่เจริญช้ากว่า

ลักษณะ conidial head เป็นแบบ radiate stipes ยาว 900-1200  $\mu\text{m}$  กว้าง 15-17.5  $\mu\text{m}$  ผนังเรียบ vesicle รูปร่างค่อนข้างกลม กว้าง 45-60  $\mu\text{m}$  การแตกแขนงของ phialide โดยมากจะเป็นแบบ biseriate พบการแตกแขนงแบบ uniseriate น้อยมาก คอนิเดีย รูปร่างกลม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5  $\mu\text{m}$  ผนังขรุขระ

ลักษณะของเชื้อที่แยกได้สอดคล้องกับ *Aspergillus niger* ที่ Maren และ John (1988) และ Raper และคณะ (1965) ได้รายงานเอาไว้ ต่างกันเพียงการเจริญบนอาหาร CY20S โดยเชื้อที่แยกได้เจริญ 20-25 มิลลิเมตรในเวลา 7 วัน ต่างจากที่ Maren และ John รายงานไว้คือ 68-70 มิลลิเมตร



ภาพที่ 13 *Aspergillus niger*

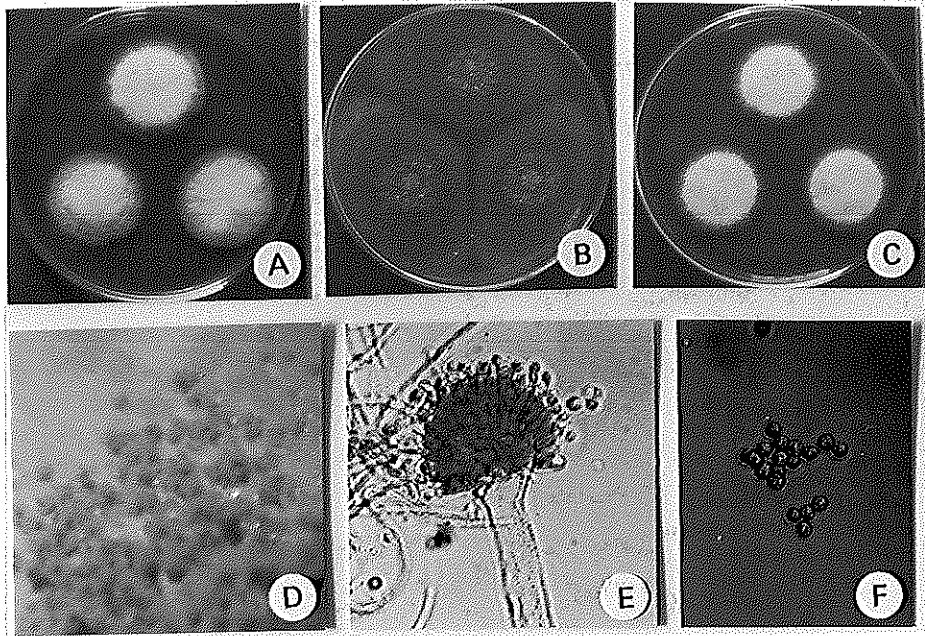
- A = ลักษณะโคโลนีบนอาหาร CYA (อายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิห้อง)  
 B = ลักษณะโคโลนีด้านใต้ของอาหาร CYA (อายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิห้อง)  
 C = ลักษณะโคโลนีบนอาหาร MEA (อายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิห้อง)  
 D = ลักษณะโคโลนีด้านใต้ของอาหาร MEA (อายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิห้อง)  
 E = ลักษณะโคโลนีบนอาหาร CY20S (อายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิห้อง)  
 F = ลักษณะโคโลนีด้านใต้ของอาหาร CY20S (อายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิห้อง)  
 G = ลักษณะ conidial head x 40  
 H = ลักษณะการแตกแขนงของ phialide x 200  
 I = ลักษณะคอนิเดีย x 400

6. *Aspergillus tamarii* Kita (ภาพที่ 14)

โคโลนีสบนอาหารเลี้ยงเชื้อ CYA มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 35-50 มิลลิเมตร ในเวลา 7 วัน ที่อุณหภูมิห้อง ผิวหน้าของโคโลนีมีสีขาว ด้านใต้ของโคโลนีมีรอยย่น โคโลนีสบนอาหาร MEA มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 40-50 มิลลิเมตร ผิวหน้าของโคโลนีมีกลุ่ม conidial head สีเขียวน้ำตาล เมื่อเวลาผ่านไป 10 วันเชื้อรามีการสร้าง sclerotia หลวมๆ สีน้ำตาลดำ โคโลนีสบนอาหาร CY20S มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 40-50 มิลลิเมตร

ลักษณะ conidial head มีทั้งเป็นแบบ radiate และ columnar stipes ยาว 600-800  $\mu\text{m}$  กว้าง 8-10  $\mu\text{m}$  vesicle รูปร่างกลม กว้าง 15-20  $\mu\text{m}$  การแตกแขนงของ phialide เป็นแบบ biseriate คอนิเดียรูปร่างกลม (globose) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5  $\mu\text{m}$  ผนังขรุขระคล้ายมีหนามสังเกตเห็นได้ชัดเจน

ลักษณะของเชื้อที่แยกได้สอดคล้องกับ *Aspergillus tamarii* ที่ Maren และ John (1988) และ Raper และคณะ (1965) ได้รายงานเอาไว้



ภาพที่ 14 *Aspergillus tamarii*

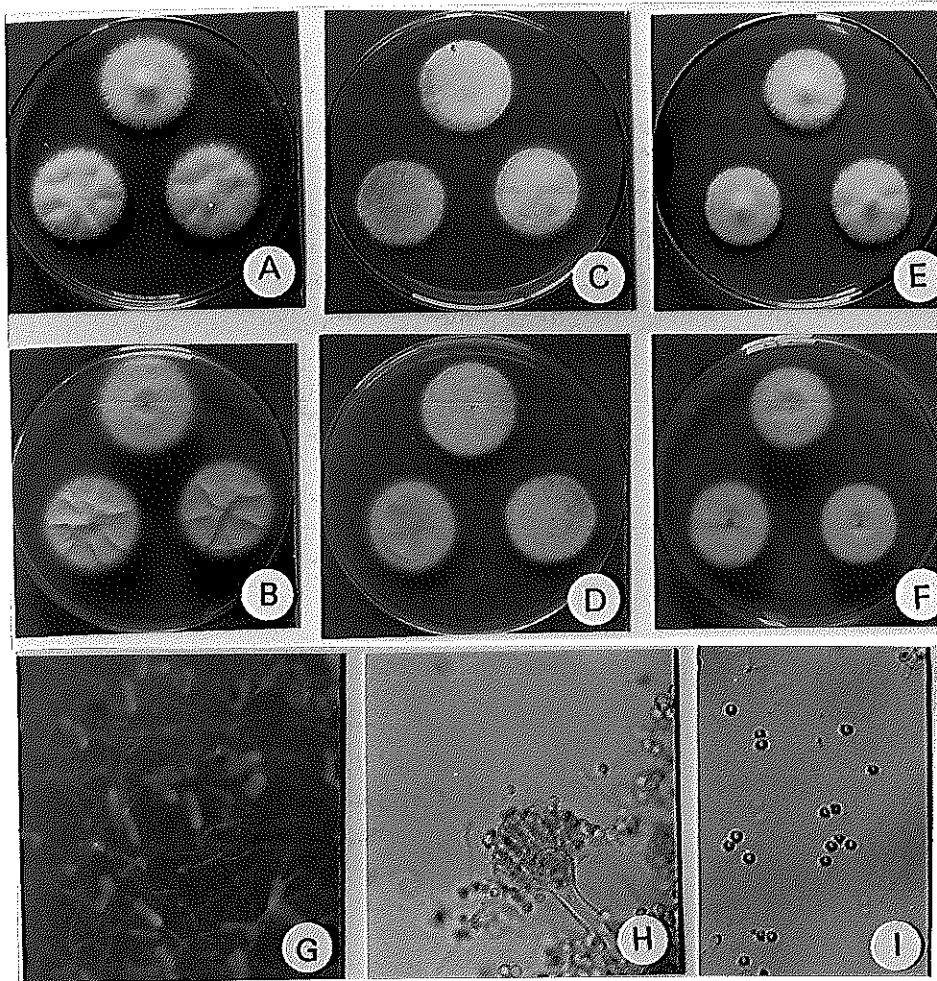
- A = ลักษณะโคโลนีบนอาหาร CYA (อายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิห้อง)
- B = ลักษณะโคโลนีบนอาหาร MEA (อายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิห้อง)
- C = ลักษณะโคโลนีบนอาหาร CY20S (อายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิห้อง)
- D = ลักษณะ conidial head x 40
- E = ลักษณะการแตกแขนงของ phialide x 200
- F = ลักษณะคอนิเดีย x 400

## 7. *Aspergillus terreus* Thom (ภาพที่ 15)

โคโลนีบนอาหารเลี้ยงเชื้อ CYA มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 35-40 มิลลิเมตร ในเวลา 7 วัน ที่อุณหภูมิห้อง โคโลนีมีสีเขียวจากนั้นจะเริ่มเปลี่ยนเป็นสีเหลืองน้ำตาล โคโลนีบนอาหาร MEA มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 30-35 มิลลิเมตร โคโลนีบนอาหาร CY20S มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 35-40 มิลลิเมตร ลักษณะโคโลนีของเชื้อบนอาหารทั้ง 3 ชนิดจะคล้ายคลึงกันกล่าวคือโคโลนีมีสีขาวและมีกลุ่มของ conidial head สีเหลืองน้ำตาล

ลักษณะ conidial head เป็นแบบ columnar stipes ยาว 150-200  $\mu\text{m}$  กว้าง 5  $\mu\text{m}$  ผนังเรียบ ไม่มี vesicle รูปร่างกลม กว้าง 10-12.5  $\mu\text{m}$  การแตกแขนงของ phialide เป็นแบบ biseriata คอนนิตีเดียรูปร่างกลม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2-5  $\mu\text{m}$  ผนังเรียบ

ลักษณะของเชื้อที่แยกได้สอดคล้องกับ *Aspergillus terreus* ที่ Maren และ John (1988) และ Raper และคณะ (1965) ได้รายงานเอาไว้



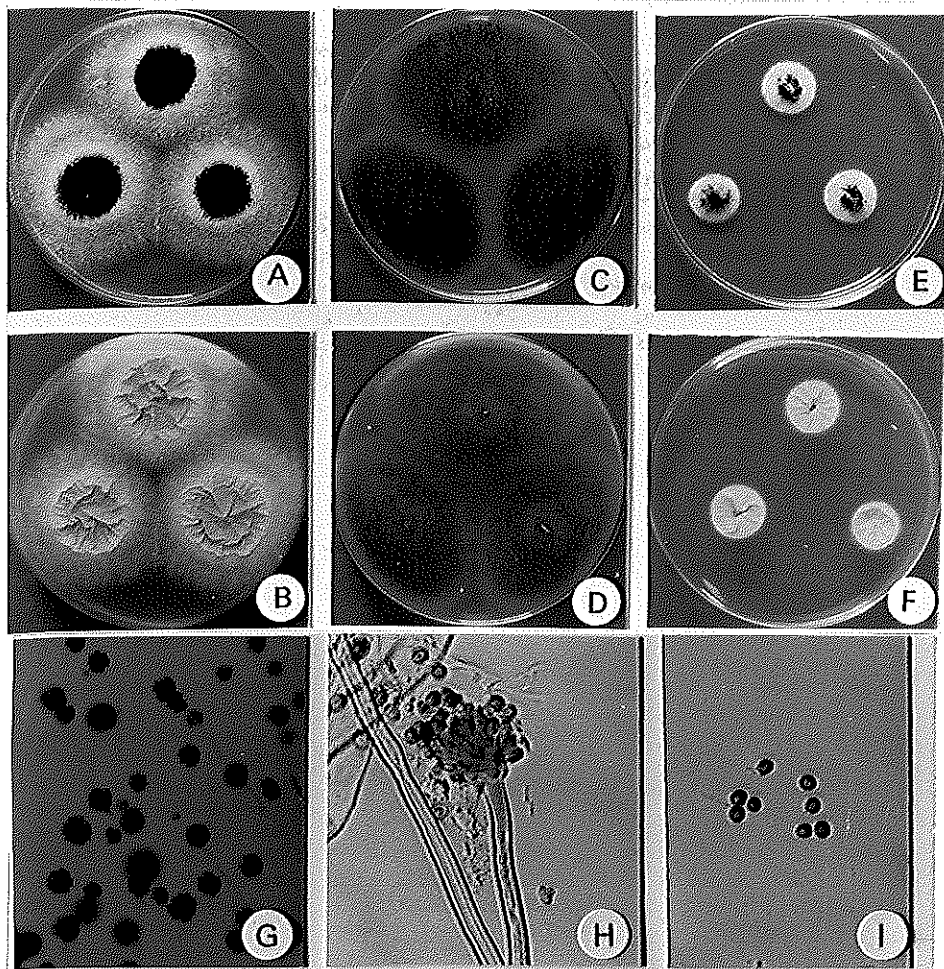
ภาพที่ 15 *Aspergillus terreus*

- A = ลักษณะโคโลนีบนอาหาร CYA (อายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิห้อง)  
 B = ลักษณะโคโลนีด้านใต้ของอาหาร CYA (อายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิห้อง)  
 C = ลักษณะโคโลนีบนอาหาร MEA (อายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิห้อง)  
 D = ลักษณะโคโลนีด้านใต้ของอาหาร MEA (อายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิห้อง)  
 E = ลักษณะโคโลนีบนอาหาร CY20S (อายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิห้อง)  
 F = ลักษณะโคโลนีด้านใต้ของอาหาร CY20S (อายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิห้อง)  
 G = ลักษณะ conidial head x 40  
 H = ลักษณะการแตกแขนงของ phialide x 200  
 I = ลักษณะคอนิเดีย x 400

## 8. *Aspergillus* sp. (ภาพที่ 16)

โคโลนีบนอาหาร CYA มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50-55 มิลลิเมตร ในเวลา 7 วัน ที่อุณหภูมิห้อง โคโลนีบนอาหาร MEA มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 35-40 มิลลิเมตร ผิวหน้าของโคโลนีมีกลุ่มของ conidial head สีน้ำตาลเข้มกระจายทั่วทั้งโคโลนี โคโลนีบนอาหาร CY20S มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 35-40 มิลลิเมตร ลักษณะโคโลนีมีสีขาวบริเวณกลาง โคโลนีมีกลุ่ม conidial head สีน้ำตาลเข้ม

ลักษณะ conidial head เป็นแบบ radiate stipes ยาว 700-900  $\mu\text{m}$  กว้าง 12.5-15  $\mu\text{m}$  vesicle รูปร่างค่อนข้างกลม กว้าง 15-40  $\mu\text{m}$  การแตกแขนงของ phialide เป็นแบบ biseriate คอนิเดียมีรูปร่างหลายแบบทั้งกลม, กึ่งกลม และทรงกระบอก แต่ส่วนมากจะเป็นแบบกลม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4-5  $\mu\text{m}$  ผนังขรุขระ



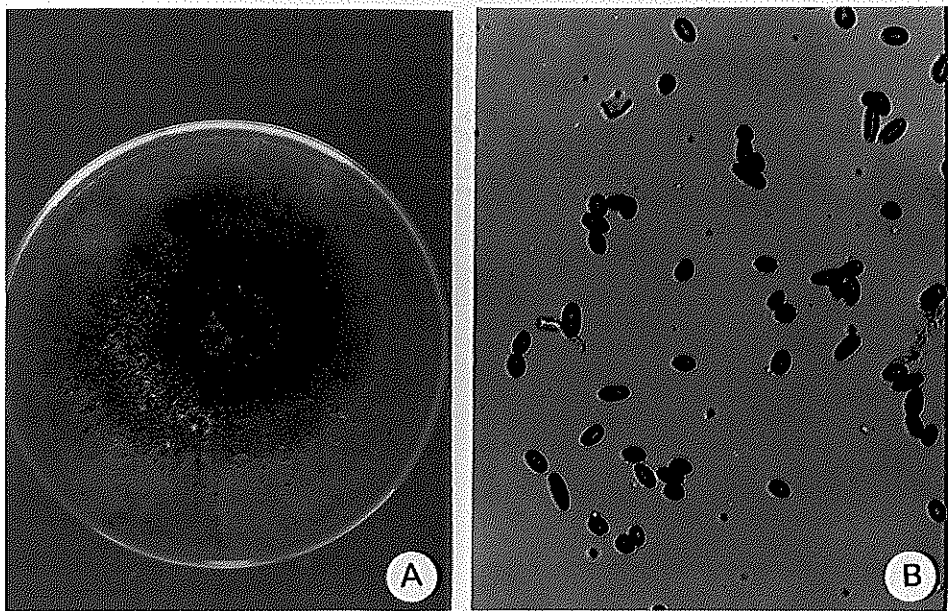
ภาพที่ 16 *Aspergillus* sp.

- A = ลักษณะโคโลนีบนอาหาร CYA (อายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิห้อง)  
 B = ลักษณะโคโลนีด้านใต้ของอาหาร CYA (อายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิห้อง)  
 C = ลักษณะโคโลนีบนอาหาร MEA (อายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิห้อง)  
 D = ลักษณะโคโลนีด้านใต้ของอาหาร MEA (อายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิห้อง)  
 E = ลักษณะโคโลนีบนอาหาร CY20S (อายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิห้อง)  
 F = ลักษณะโคโลนีด้านใต้ของอาหาร CY20S (อายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิห้อง)  
 G = ลักษณะ conidial head x 40  
 H = ลักษณะการแตกแขนงของ phialide x 200  
 I = ลักษณะคอนิเดีย x 400

9. *Aureobasidium* sp. (ภาพที่ 17)

โคโลนีบนอาหาร PDA เริ่มแรกโคโลนีจะมีสีขาวครีม เมื่ออายุมากขึ้นโคโลนีจะเปลี่ยนเป็นสีเข้มจนกระทั่งกลายเป็นสีเทา สายราจะมี septum ผนังหนา ขนาด 2-10  $\mu\text{m}$  คอนิเดียรูปร่าง ovoid ถึง short cylinder ผนังเรียบ 1 เซลล์ ขนาด 2-3 x 3-4  $\mu\text{m}$  conidiophore สีน้ำตาลดำ ผนังเรียบหนาสั้นมาก บางครั้งไม่พบ conidiophore โดยคอนิเดีย จะเกิดติดกับสายราเลย

ลักษณะของเชื้อ *Aureobasidium* sp. ที่แยกได้สอดคล้องกับที่ Barnett และ Hunter (1972) ได้รายงานเอาไว้



ภาพที่ 17 *Aureobasidium* sp.

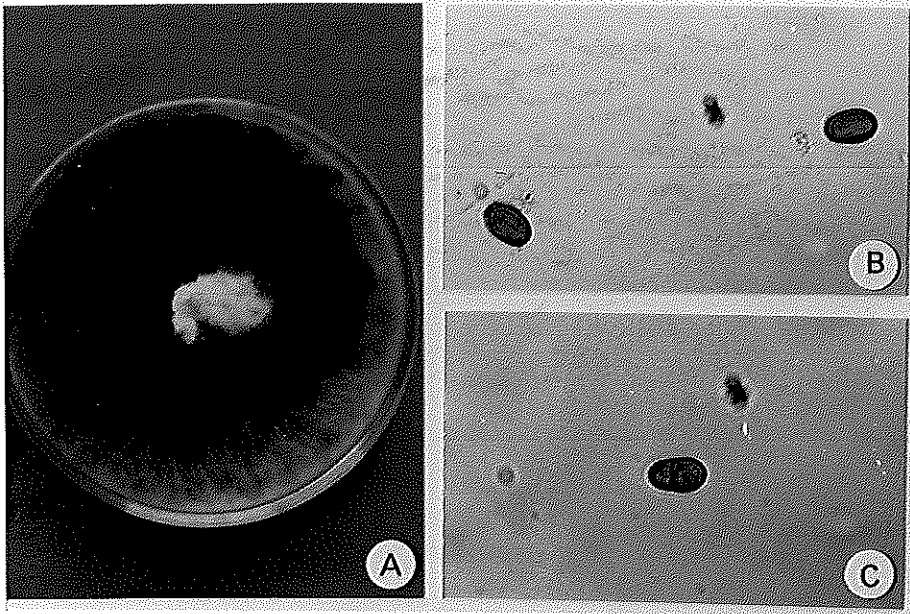
A = ลักษณะโคโคนีบนอาหาร PDA (อายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิห้อง)

B = ลักษณะของคอนิเดีย x 400

10. *Botryodiplodia* sp. (ภาพที่ 18)

โคโลนีสบนอาหาร PDA เริ่มแรกโคโลนีจะมีสีขาว เมื่ออายุมากขึ้นโคโลนีจะเปลี่ยนเป็นสีเป็นสีเข้ม จนกระทั่งกลายเป็นสีดำ สายราจะมี septum ขนาด 5-6  $\mu\text{m}$  มี pycnidia สีดำ และ คอนิเดียจะถูกสร้างจากภายใน pycnidia คอนิเดียรูปร่าง ovoide ถึง elongate สีดำเมื่อยังอ่อนคอนิเดียจะมีเซลล์เดียว แต่เมื่อเชื้อราอายุมากขึ้นคอนิเดียจะมี 2 เซลล์ ขนาด 7-8 x 12-14  $\mu\text{m}$  ผงเรียบ

ลักษณะของเชื้อ *Botryodiplodia* sp. ที่แยกได้สอดคล้องกับที่ Barnett และ Hunter (1972) ได้รายงานเอาไว้



ภาพที่ 18 *Botryodiplodia* sp.

A = ลักษณะโคโลนีบนอาหาร PDA (อายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิห้อง)

B = ลักษณะคอนิเดีย 1 เซลล์ x 400

C = ลักษณะคอนิเดีย 2 เซลล์ x 400

11. *Chalaropsis* sp.

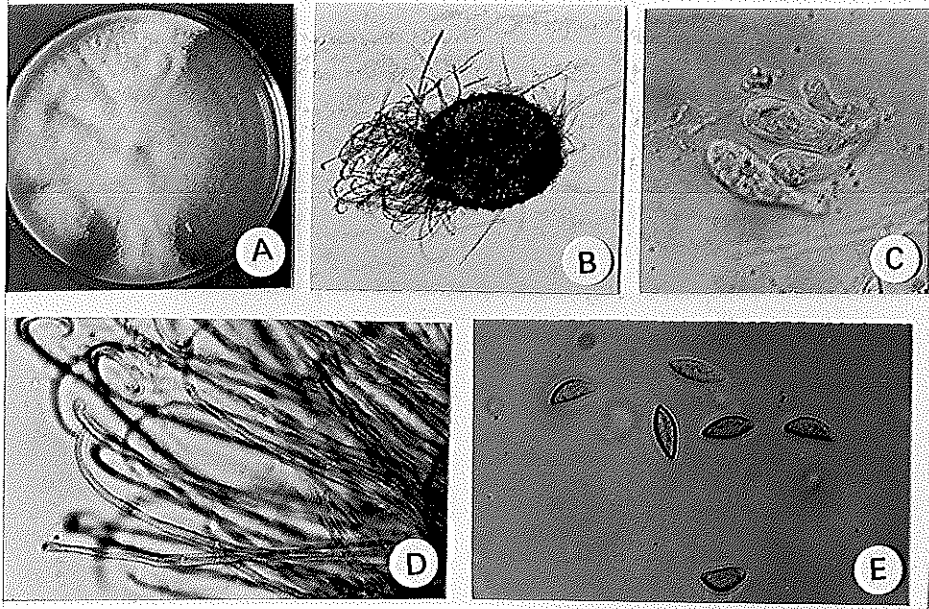
โคโลนีสบนอาหาร PDA จะมีมีสีดำ สายรา มี septum conidiophore สีเข้ม คอนิเดีย รูปร่าง rod-shaped โดยปกติคอนิเดียจะต่อกันเป็นสาย chlamydospore รูปร่าง ovoid สีดำ ผงแห้ง

ลักษณะของเชื้อ *Chalaropsis* sp. ที่แยกได้สอดคล้องกับที่ Barnett และ Hunter (1972) ได้รายงานเอาไว้

12. *Chaetomium deceptivum* Malloch & Benny (ภาพที่ 19)

โคโลนีบนอาหาร PDA เริ่มแรกโคโลนีมีสีขาว เมื่ออายุมากขึ้นโคโลนีจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองครีม มีการเปลี่ยนสีของอาหารเป็นสีเหลือง จากนั้นเมื่อเวลาผ่านไป 10 วัน เชื้อราจะสร้าง ascomata สีเหลืองครีม รูปร่าง sphere และ ovate ขนาด 100-200  $\mu\text{m}$  มีปากเปิด (ostiole) ลักษณะ ascomata ผนังบาง มีขนขึ้นปกคลุมรอบๆ ascomata ลักษณะขนมีสีน้ำตาล ผนังเรียบ ระยะแรกขนจะยาวเหยียดตรง บริเวณปลายของขนไม่มีการแตกแขนง เมื่อเชื้อราอายุมากขึ้นพบว่าขนจะมีลักษณะคดเคี้ยว เชื้อรามีการสร้าง ascus รูปร่างเป็นแบบ clavate มีก้านสั้นๆ ลักษณะการปรากฏของ ascus จะปรากฏในช่วงระยะเวลาหนึ่งเท่านั้น จากนั้น ascus ก็จะสลายตัวไป ขนาดของ ascus 20-28 x 36-50  $\mu\text{m}$  ในแต่ละ ascus จะประกอบไปด้วย 8 ascospore ลักษณะของ ascospore มี 1 เซลล์ รูปร่างเป็นแบบ ellipsoid ขนาด 9-10 x 18-20  $\mu\text{m}$  สีน้ำตาลผนังเรียบ บริเวณปลายหัวท้ายของ ascospore จะมีรูงอก (germ pore) ปรากฏอยู่

ลักษณะของเชื้อ *C. deceptivum* ที่แยกได้มีลักษณะสอดคล้องกับที่ Arx และคณะ (1986) ได้บรรยายเอาไว้



ภาพที่ 19 *Chaetomium deceptivum*

A = ลักษณะโคโลนีบนอาหาร PDA (อายุ 10 วัน ที่อุณหภูมิห้อง)

B = ลักษณะ ascomata x 100

C = ลักษณะ ascus x 400

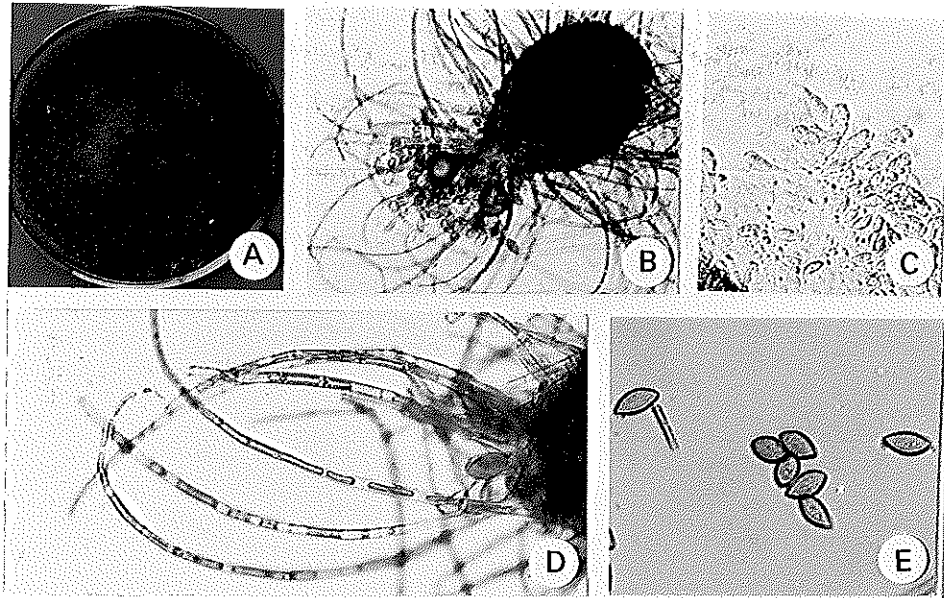
D = ลักษณะขน x 400

E = ลักษณะ ascospore x 400

### 13. *Chaetomium dreyfusii* V.Ar. (ภาพที่ 20)

โคโลนีบนอาหาร PDA เริ่มแรกโคโลนีมีสีขาว เมื่ออายุมากขึ้นโคโลนีจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล เชื้อรามีการเปลี่ยนสีของอาหารเป็นสีน้ำตาล เมื่อเวลาผ่านไป 6 วัน เชื้อราจะสร้าง ascomata สีเขียวขี้ม้า รูปร่าง sphere และ ovate ขนาด 140-200  $\mu\text{m}$  มีปากเปิด ลักษณะ ascomata ผนังมีขนขึ้นปกคลุมรอบๆ ascomata ลักษณะขนมีสีน้ำตาล ผนังหนาเรียบ มี septum สังเกตเห็นได้ชัดเจน กว้าง 4-5  $\mu\text{m}$  บริเวณปลายขนไม่มีการแตกแขนง เชื้อรามีการสร้าง ascus รูปร่างเป็นแบบ clavate มีก้านสั้นๆ ลักษณะการปรากฏของ ascus จะปรากฏอยู่ในช่วงระยะเวลาหนึ่งเท่านั้น จากนั้น ascus ก็จะสลายตัวไป ขนาดของ ascus 12-15 x 36-52  $\mu\text{m}$  ในแต่ละ ascus จะประกอบไปด้วย 8 ascospore ลักษณะของ ascospore มี 1 เซลล์ รูปร่างเป็นแบบ fusiform หรือ elongate pyriform ขนาด 6-7 x 14-15  $\mu\text{m}$  มีสีน้ำตาลผนังเรียบ บริเวณปลายหัวท้ายของ ascospore จะมีรูงอกปรากฏอยู่

ลักษณะของเชื้อ *C. dreyfusii* ที่แยกได้มีลักษณะสอดคล้องกับที่ Arx และคณะ (1986) ได้บรรยายเอาไว้



ภาพที่ 20 *Chaetomium dreyfusii*

A = ลักษณะโคโลนีบนอาหาร PDA (อายุ 10 วัน ที่อุณหภูมิห้อง)

B = ลักษณะ ascomata x 200

C = ลักษณะ ascus x 200

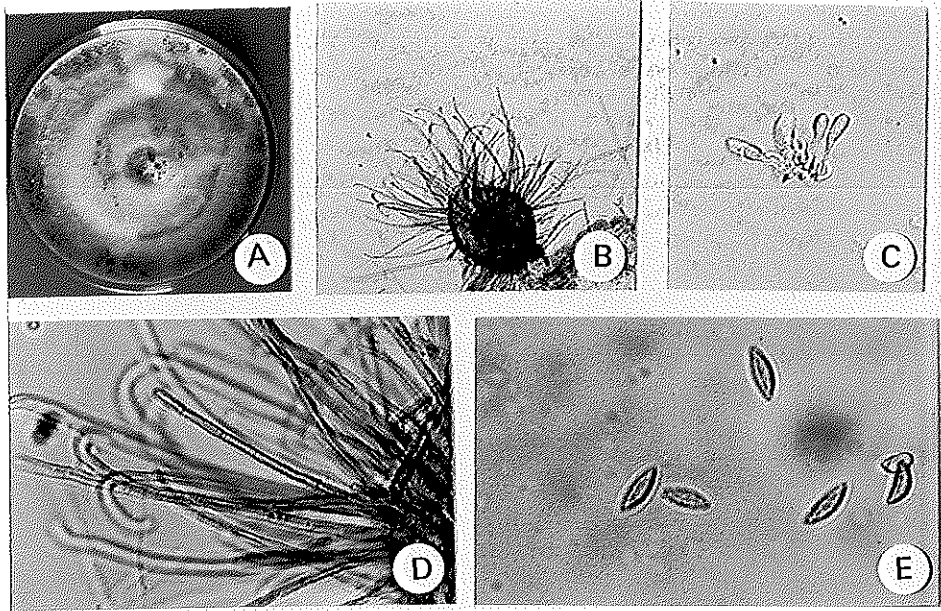
D = ลักษณะขน x 400

E = ลักษณะ ascospore x 400

#### 14. *Chaetomium fusiforme* Chivers (ภาพที่ 21)

โคโลนีบนอาหาร PDA เริ่มแรกโคโลนีจะมีสีขาว เมื่ออายุมากขึ้นโคโลนีจะเปลี่ยนสีเป็นสีส้ม เชื้อรามีการปลดปล่อย exudate สีแดง เมื่อเวลาผ่านไป 15 วัน เชื้อราจะสร้าง ascomata สีแดงรูปร่าง spherical และ ovate ขนาด 70-140  $\mu\text{m}$  มีปากเปิด ลักษณะ ascomata ผันบาง มีขนขึ้นปกคลุมรอบๆ ascomata ลักษณะขนมีสีน้ำตาล ผันเรียบ มี septum กว้าง 2-3  $\mu\text{m}$  ในระยะแรกขนจะเหยียดตรง บริเวณส่วนปลายของขนไม่มีการแตกแขนง เมื่อเชื้อราอายุมากขึ้น พบว่าขนจะมีลักษณะคดเคี้ยว เชื้อรามีการสร้าง ascus รูปร่างเป็นแบบ clavate มีก้านสั้นๆ ลักษณะการปรากฏของ ascus จะปรากฏในช่วงระยะเวลาหนึ่งเท่านั้น หลังจากนั้นผนังของ ascus ก็will สลายตัวไป ขนาดของ ascus 15-19 x 45-60  $\mu\text{m}$  ในแต่ละ ascus จะประกอบไปด้วย 8 ascospore ลักษณะของ ascospore มี 1 เซลล์ รูปร่างเป็นแบบ fusiform ขนาด 5-7.5 x 13-19  $\mu\text{m}$  สีน้ำตาลเข้ม บริเวณปลายหัวท้ายของ ascospore จะมีรูงอกปรากฏอยู่

ลักษณะของเชื้อ *C. fusiforme* ที่แยกได้มีลักษณะสอดคล้องกับที่ Arx และคณะ (1986) ได้บรรยายเอาไว้



ภาพที่ 21 *Chaetomium fusiforme*

A = ลักษณะโคโคไบนอาหาร PDA (อายุ 10 วัน ที่อุณหภูมิห้อง)

B = ลักษณะ ascomata x 100

C = ลักษณะ ascus x 200

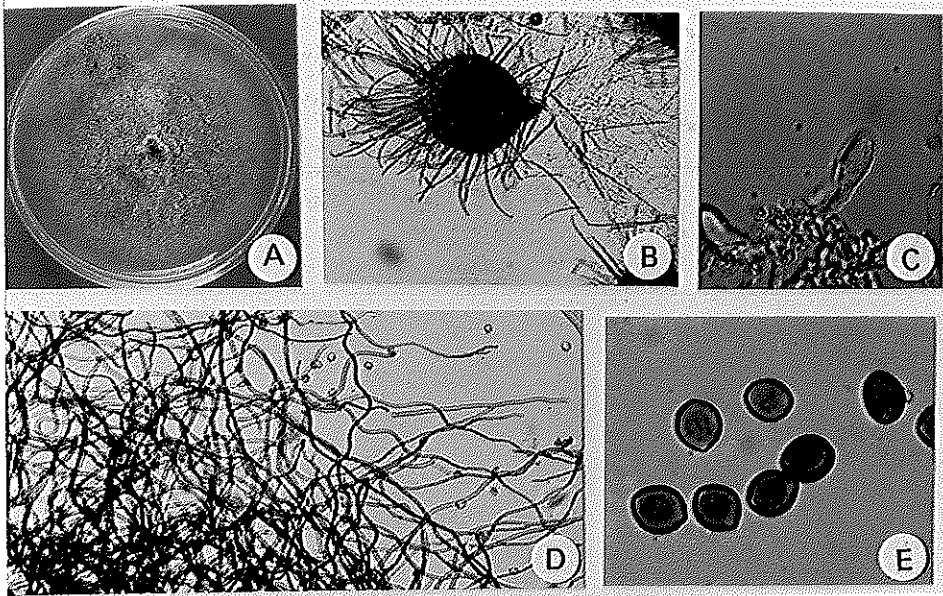
D = ลักษณะขน x 400

E = ลักษณะ ascospore x 400

15. *Chaetomium globosum* Kunze (ภาพที่ 22)

โคโลนีบนอาหาร PDA เริ่มแรกโคโลนีมีสีขาว เมื่ออายุมากขึ้นโคโลนีจะเปลี่ยนเป็นสีเทา เมื่อเวลาผ่านไป 7-9 วัน เชื้อราจะสร้าง ascomata สีเทา รูปร่าง sphere และ ovate ขนาด 175-280  $\mu\text{m}$  มีปากเปิด ลักษณะ ascomata ผนังมีสีน้ำตาลเข้มมีขนปกคลุมรอบๆ ascomata ลักษณะขนผนังเรียบ กว้าง 3-4.5  $\mu\text{m}$  ในระยะแรกขนจะเหยียดตรง บริเวณปลายของขนไม่มีการแตกแขนง เมื่อเชื้อราอายุมากขึ้นขนจะมีลักษณะคดเคี้ยว เชื้อรามีการสร้าง ascus รูปร่างเป็นแบบ clavate มีก้านสั้นๆ ลักษณะการปรากฏของ ascus นี้จะปรากฏเพียงช่วงระยะเวลาหนึ่งเท่านั้น จากนั้นก็จะสลายตัวไป ขนาด 11-16 x 20-40  $\mu\text{m}$  ในแต่ละ ascus จะประกอบไปด้วย 8 ascospore ลักษณะของ ascospore มี 1 เซลล์ รูปร่างเป็นแบบ limoniform ขนาด 7.5-10 x 10-12.5  $\mu\text{m}$  ผนังค่อนข้างหนา บริเวณปลายหัวท้ายของ ascospore มีรูงอกปรากฏอยู่

ลักษณะของเชื้อ *C. globosum* ที่แยกได้มีลักษณะสอดคล้องกับที่ Arx และคณะ (1986) ได้บรรยายเอาไว้



ภาพที่ 22 *Chaetomium globosum*

A = ลักษณะโคโลนีบนอาหาร PDA (อายุ 10 วัน ที่อุณหภูมิห้อง)

B = ลักษณะ ascomata x 100

C = ลักษณะ ascus x 400

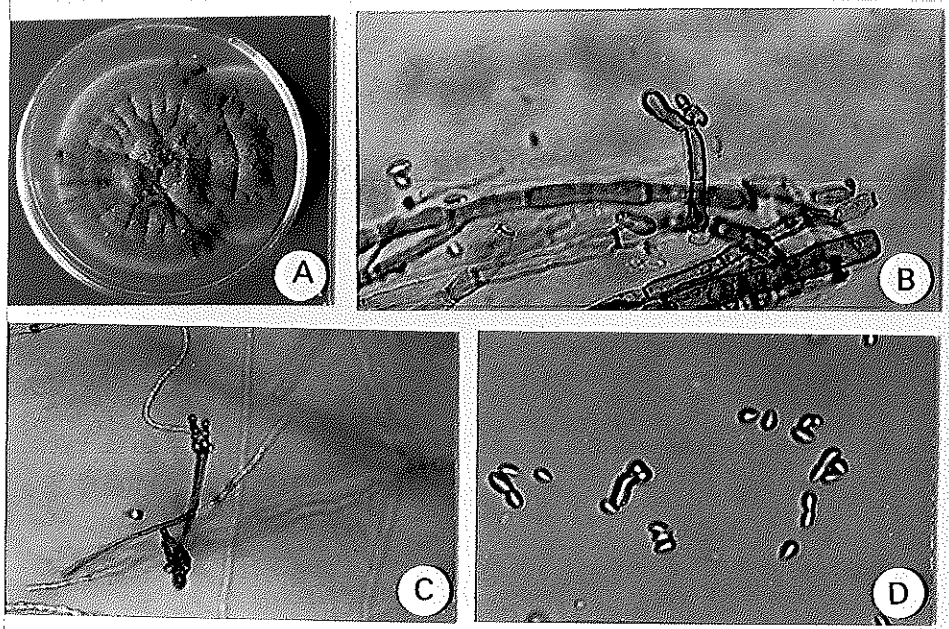
D = ลักษณะขน x 200

E = ลักษณะ ascospore x 400

16. *Cladosporium cladosporioides* (Fers.) de Vries (ภาพที่ 23)

โคโลนีบนอาหาร PDA เจริญเติบโตค่อนข้างช้า โคโลนีมีสีน้ำตาลอมดำหนา ไม่เปลี่ยนสีอาหารรุ่น สายรามี septum สีน้ำตาลกว้าง 5-7  $\mu\text{m}$  conidiophore มีสีน้ำตาลแยกจากสายรา (vegetative hyphae) สังเกตเห็นได้ชัดเจน คอนิเดียสร้างจากปลายของ conidiophore มีลักษณะต่อกันเป็นสาย (chain) มี 1 เซลล์ รูปร่าง ellipsoid หรือ fusiform ขนาด 2-5 x 5-7.5  $\mu\text{m}$  บริเวณปลายของ conidiophore มีลักษณะพิเศษคือ ผนังของเซลล์จะหนาและมีสีน้ำตาลดำ

ลักษณะเชื้อ *Cladosporium cladosporioides* ที่แยกได้ สอดคล้องกับที่ Domsch และคณะ (1980) และ Barnett และ Hunter (1972) ได้บรรยายเอาไว้



ภาพที่ 23 *Cladosporium cladosporioides*

A = ลักษณะโคโลนีบนอาหาร PDA (อายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิห้อง)

B = ลักษณะ conidiophore x 400

C = ลักษณะการต่อกันเป็นสายของคอนิเดีย x 200

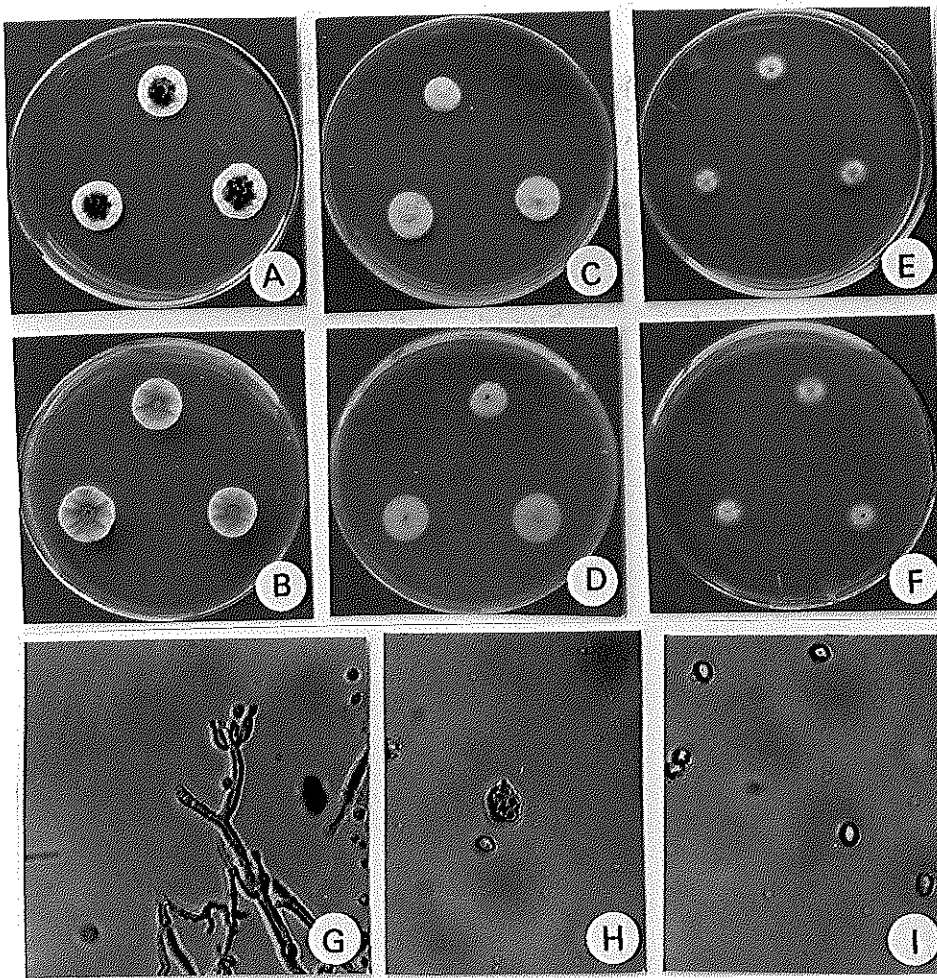
D = ลักษณะคอนิเดีย x 400

17. *Eupenicillium hirayamae* Scott & Stolk (ภาพที่ 24)

โคโลนีบนอาหาร CYA มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 13-18 มิลลิเมตร ในเวลา 7 วัน ที่อุณหภูมิห้อง โคโลนีมีสีเหลืองอ่อน เชื้อรามีการปลดปล่อย exudate สีส้มอมน้ำตาล และจะสร้าง cleistothecia สีส้มน้ำตาล โคโลนีบนอาหาร MEA มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 13-18 มิลลิเมตร โคโลนีบนอาหาร G25N มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5-7 มิลลิเมตร ลักษณะโคโลนีคล้ายกับการเจริญบนอาหาร MEA

cleistothecia มีสีส้มอมน้ำตาล เชื้อรามีการสร้าง ascus รูปร่างกลม ขนาด 10  $\mu\text{m}$  ภายใน ascus ประกอบไปด้วย ascospore เล็กๆ รูปร่างเป็นแบบ ellipsoid ผนังขรุขระ ขนาดของ ascospore 2-2.5 x 4-5  $\mu\text{m}$  การแตกแขนงของ phialide เป็นแบบ monovercillate ก้านยาว 5-10  $\mu\text{m}$

ลักษณะของเชื้อ *E. hirayamae* ที่แยกได้มีสอดคล้องกับลักษณะที่ John (1988) และ Ramirez (1982) ได้บรรยายเอาไว้



ภาพที่ 24 *Eupenicillium hirayamae*

A = ลักษณะโคโลนีบนอาหาร CYA (อายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิห้อง)

B = ลักษณะโคโลนีด้านใต้ของอาหาร CYA (อายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิห้อง)

C = ลักษณะโคโลนีบนอาหาร MEA (อายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิห้อง)

D = ลักษณะโคโลนีด้านใต้ของอาหาร MEA (อายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิห้อง)

E = ลักษณะโคโลนีบนอาหาร G25N (อายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิห้อง)

F = ลักษณะโคโลนีด้านใต้ของอาหาร G20N (อายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิห้อง)

G = ลักษณะการแตกแขนงของ phialide x 400

H = ลักษณะ ascus x 400

I = ลักษณะ ascospore x 400

18. *Eupenicillium* sp. 1

โคโลนีสบนอาหาร CYA มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 28-30 มิลลิเมตร ในเวลา 7 วัน ที่อุณหภูมิห้อง โคโลนีสบนอาหาร MEA มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 17-18 มิลลิเมตร โคโลนีสมีสีขาว เชื้อรามีการสร้าง cleistothecia สีขาว โคโลนีสบนอาหารเลี้ยงเชื้อ G25N มีการเจริญเพียงเล็กน้อย มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3-4 มิลลิเมตร

cleistothecia มีสีขาว เชื้อรามีการสร้าง ascus รูปร่างกลม ภายใน ascus ประกอบด้วย ascospore เล็กๆ รูปร่างเป็นแบบ ellipsoid ผนังขรุขระ ขนาดของ ascospore  $2.5 \times 5 \mu\text{m}$  การแตกแขนงของ phialide เป็นแบบ biverticillate

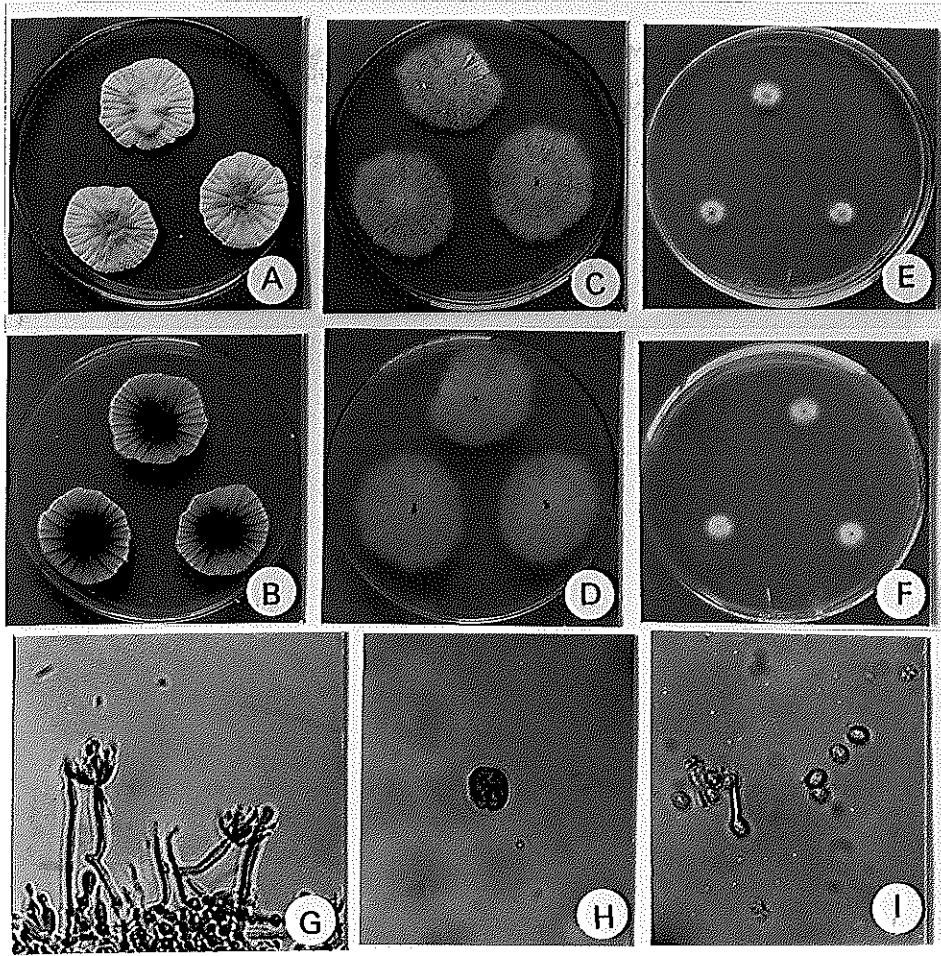
ลักษณะของ *Eupenicillium* sp.1 ที่แยกได้มีลักษณะสอดคล้องกับลักษณะของ *Eupenicillium* ที่ John (1988) ได้บรรยายไว้

19. *Eupenicillium* sp. 2 (ภาพที่ 25)

โคโลนีบนอาหาร CYA มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 28-29 มิลลิเมตร โคโลนีสีขาวหนา บริเวณกลางโคโลนีมีสีน้ำตาลเล็กน้อย ด้านใต้ของโคโลนีมีลักษณะคล้ายรอยแตกสีน้ำตาลแดงจากกลางโคโลนี บริเวณขอบของโคโลนีมีสีจางกว่าเล็กน้อย โคโลนีบนอาหาร MEA มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 31-32 มิลลิเมตร โคโลนีมีสีเหลืองอ่อน มีการสร้าง cleistothecia สีเหลือง ลักษณะแข็งกระจายทั่วโคโลนี โคโลนีบนอาหาร G25N มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12-13 มิลลิเมตร โคโลนีสีขาวเหลือง

cleistothecia มีสีเหลืองอ่อน เชื้อรามีการสร้าง ascus รูปร่างกลม และภายใน ascus ประกอบไปด้วย ascospore รูปร่างเป็นแบบ ellipsoid ผนังขรุขระ ขนาดของ ascospore 3 x 5-7  $\mu\text{m}$  การแตกแขนงของ phialide เป็นแบบ monoverticillate

ลักษณะของ *Eupenicillium* sp. 2 ที่แยกได้มีลักษณะสอดคล้องกับลักษณะของ *Eupenicillium* ที่ John (1988) ได้บรรยายไว้



ภาพที่ 25 *Eupenicillium* sp. 2

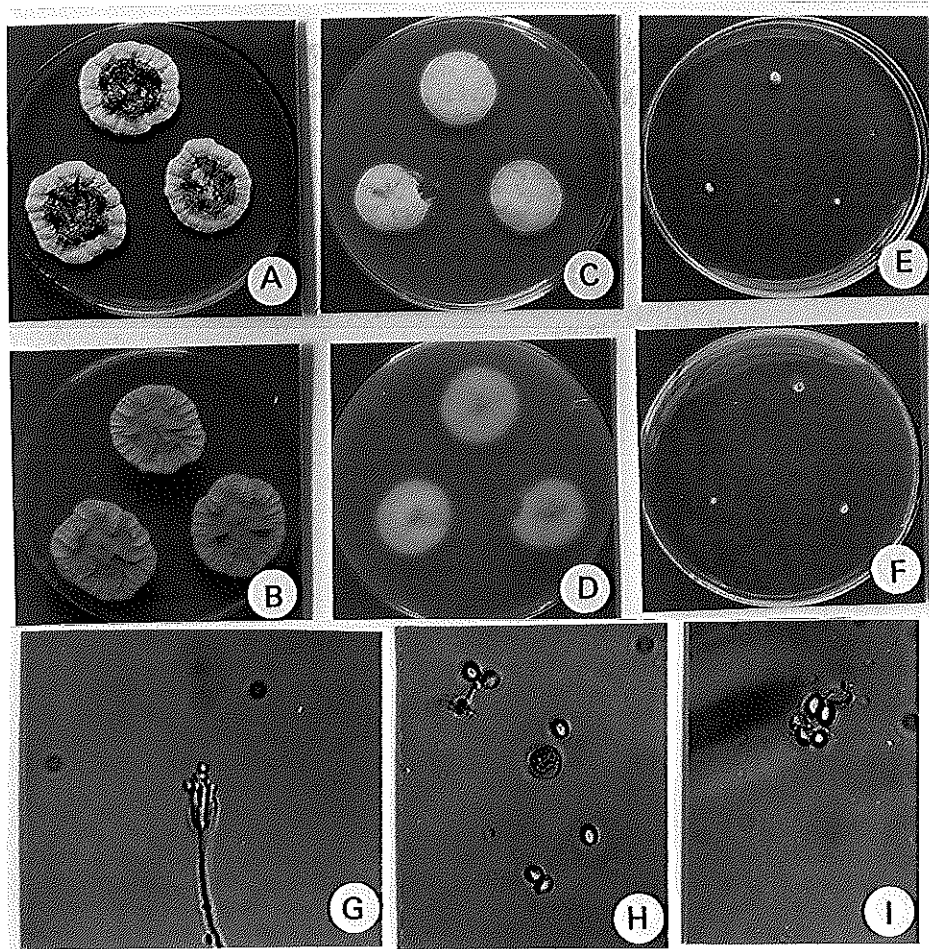
- A = ลักษณะโคโลนีบนอาหาร CYA (อายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิห้อง)  
 B = ลักษณะโคโลนีด้านใต้ของอาหาร CYA (อายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิห้อง)  
 C = ลักษณะโคโลนีบนอาหาร MEA (อายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิห้อง)  
 D = ลักษณะโคโลนีด้านใต้ของอาหาร MEA (อายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิห้อง)  
 E = ลักษณะโคโลนีบนอาหาร G25N (อายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิห้อง)  
 F = ลักษณะโคโลนีด้านใต้ของอาหาร G20N (อายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิห้อง)  
 G = ลักษณะการแตกแขนงของ phialide x 400  
 H = ลักษณะ ascus x 400  
 I = ลักษณะ ascospore x 400

20. *Eupenicillium* sp. 3 (ภาพที่ 26)

โคโลนีบนอาหาร CYA มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 24-37 มิลลิเมตร ในเวลา 7 วัน ที่อุณหภูมิห้อง ลักษณะโคโลนีหนาสีขาว บริเวณกลางโคโลนีมีสีเทา มีการสร้าง cleistothecia สีเทาแข็ง ด้านใต้โคโลนีมีลักษณะคล้ายรอยแตกสีน้ำตาลอ่อน โคโลนีบนอาหาร MEA มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16-20 มิลลิเมตร โคโลนีบนอาหาร G25N มีการเจริญเติบโตเพียงเล็กน้อยคือ 3-4 มิลลิเมตร

cleistothecia มีสีเทา ลักษณะแข็ง เชื้อรามีการสร้าง ascus รูปร่างกลม ภายใน ascus ประกอบไปด้วย 8 ascospore และ ascospore มีรูปร่างเป็นแบบ ellipsoid ผนังขรุขระ ขนาดของ ascospore 2-3 x 5-6  $\mu\text{m}$  การแตกแขนงของ phialide เป็นแบบ monoverticillate

ลักษณะของ *Eupenicillium* sp. 3 ที่แยกได้มีลักษณะสอดคล้องกับลักษณะของ *Eupenicillium* ที่ John (1988) ได้บรรยายไว้



ภาพที่ 26 *Eupenicillium* sp. 3

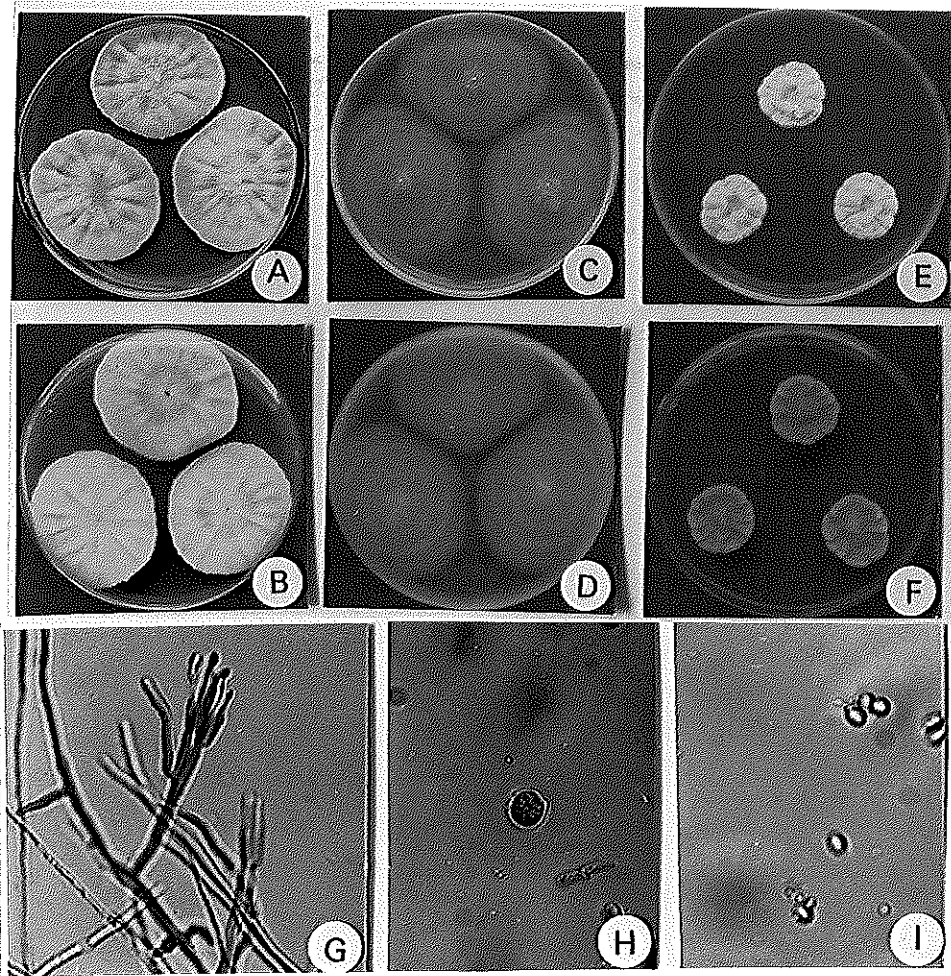
- A = ลักษณะโคโลนีบนอาหาร CYA (อายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิห้อง)  
 B = ลักษณะโคโลนีด้านใต้ของอาหาร CYA (อายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิห้อง)  
 C = ลักษณะโคโลนีบนอาหาร MEA (อายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิห้อง)  
 D = ลักษณะโคโลนีด้านใต้ของอาหาร MEA (อายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิห้อง)  
 E = ลักษณะโคโลนีบนอาหาร G25N (อายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิห้อง)  
 F = ลักษณะโคโลนีด้านใต้ของอาหาร G20N (อายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิห้อง)  
 G = ลักษณะการแตกแขนงของ phialide x 400  
 H = ลักษณะ ascus x 400  
 I = ลักษณะ ascospore x 400

21. *Eupenicillium* sp. 4 (ภาพที่ 27)

โคโลนีบนอาหาร CYA มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 23-25 มิลลิเมตร ลักษณะโคโลนีหนา สีขาวอมน้ำตาล ด้านใต้โคโลนีมีลักษณะคล้ายรอยแตกสีเดียวกับด้านหน้าของโคโลนี โคโลนีบนอาหาร MEA มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 53-57 มิลลิเมตร ลักษณะโคโลนีคล้ายเป็นชั้นๆ สีน้ำตาล มีการสร้าง cleistothecia สีน้ำตาล ด้านใต้โคโลนีมีลักษณะคล้ายด้านหน้าโคโลนี โคโลนีบนอาหาร G25N ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15-18 มิลลิเมตร โคโลนีมีสีขาวหนา ด้านใต้โคโลนีมีรอยแตกสีน้ำตาลอ่อน

cleistothecia มีสีน้ำตาล เชื้อรามีการสร้าง ascus รูปร่างกลม ภายใน ascus ประกอบไปด้วย ascospore และ ascospore รูปร่างเป็นแบบ ellipsoid ผนังขรุขระ ขนาดของ ascospore มีขนาด  $2-3 \times 5-7 \mu\text{m}$  การแตกแขนงของ phialide เป็นแบบ biverticillate

ลักษณะของ *Eupenicillium* sp. 4 ที่แยกได้มีลักษณะสอดคล้องกับลักษณะของ *Eupenicillium* ที่ John (1988) ได้บรรยายไว้



ภาพที่ 27 *Eupenicillium* sp. 4

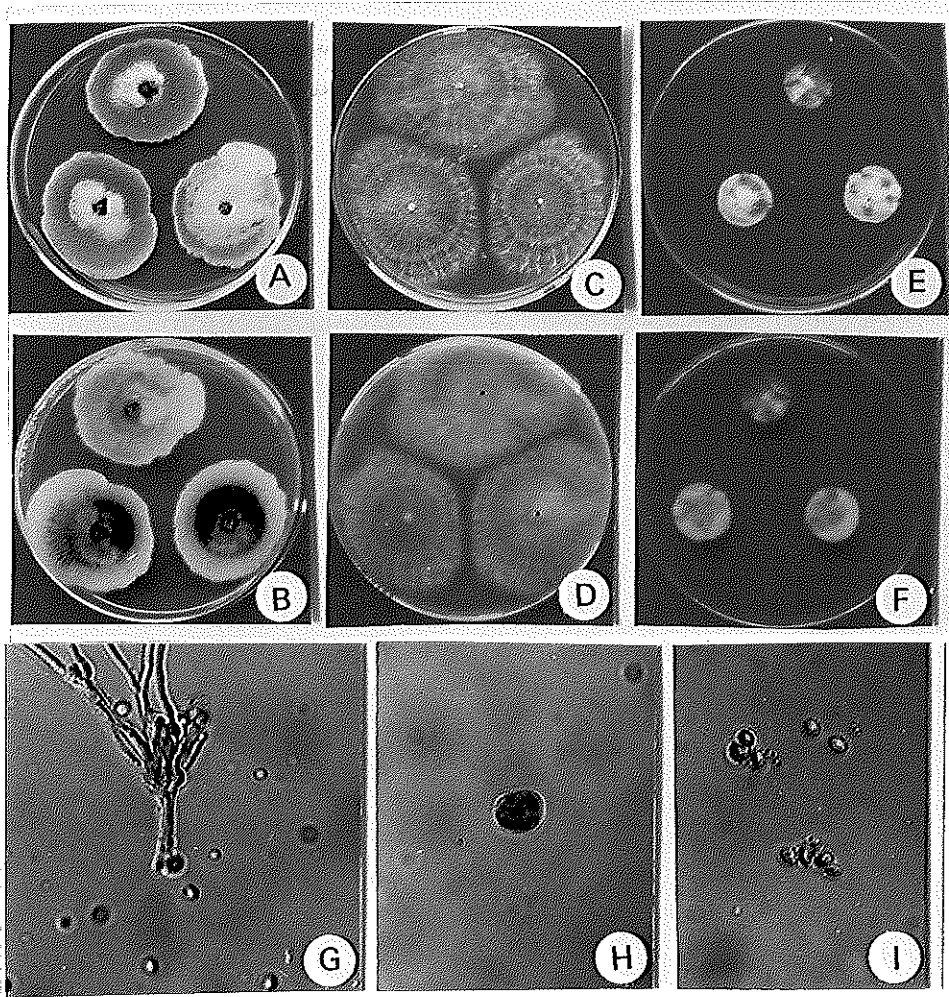
- A = ลักษณะโคโลนีบนอาหาร CYA (อายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิห้อง)  
 B = ลักษณะโคโลนีด้านใต้ของอาหาร CYA (อายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิห้อง)  
 C = ลักษณะโคโลนีบนอาหาร MEA (อายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิห้อง)  
 D = ลักษณะโคโลนีด้านใต้ของอาหาร MEA (อายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิห้อง)  
 E = ลักษณะโคโลนีบนอาหาร G25N (อายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิห้อง)  
 F = ลักษณะโคโลนีด้านใต้ของอาหาร G20N (อายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิห้อง)  
 G = ลักษณะการแตกแขนงของ phialide x 400  
 H = ลักษณะ ascus x 400  
 I = ลักษณะ ascospore x 400

22. *Eupenicillium* sp. 5 (ภาพที่ 28)

โคโลนีบนอาหารเลี้ยงเชื้อ CYA มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 48-54 มิลลิเมตร โคโลนีมีสีเหลืองน้ำตาล บริเวณกลางโคโลนีมีสีขาวหนา ด้านใต้ของโคโลนีมีสีน้ำตาลเข้ม ขอบโคโลนีมีสีขาว โคโลนีบนอาหาร MEA มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 60-70 มิลลิเมตร ลักษณะโคโลนีคล้ายเป็นชั้นๆสีเหลือง มีการสร้าง cleistothecium สีน้ำตาล ด้านใต้โคโลนีมีสีเดียวกัน โคโลนีบนอาหาร G25N มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 21-22 มิลลิเมตร โคโลนีมีสีเหลืองอมขาว

cleistothecia มีสีเหลืองน้ำตาล เชื้อรามีการสร้าง ascus รูปร่างกลม ภายใน ascus ประกอบด้วย ascospore และ ascospore รูปร่างเป็นแบบ ellipsoid ขนาดของ ascospore 2-3 x 4-5  $\mu\text{m}$  การแตกแขนงของ phialide เป็นแบบ monoverticillate

ลักษณะของ *Eupenicillium* sp. 5 ที่แยกได้มีลักษณะสอดคล้องกับลักษณะของ *Eupenicillium* ที่ John (1988) ได้บรรยายไว้



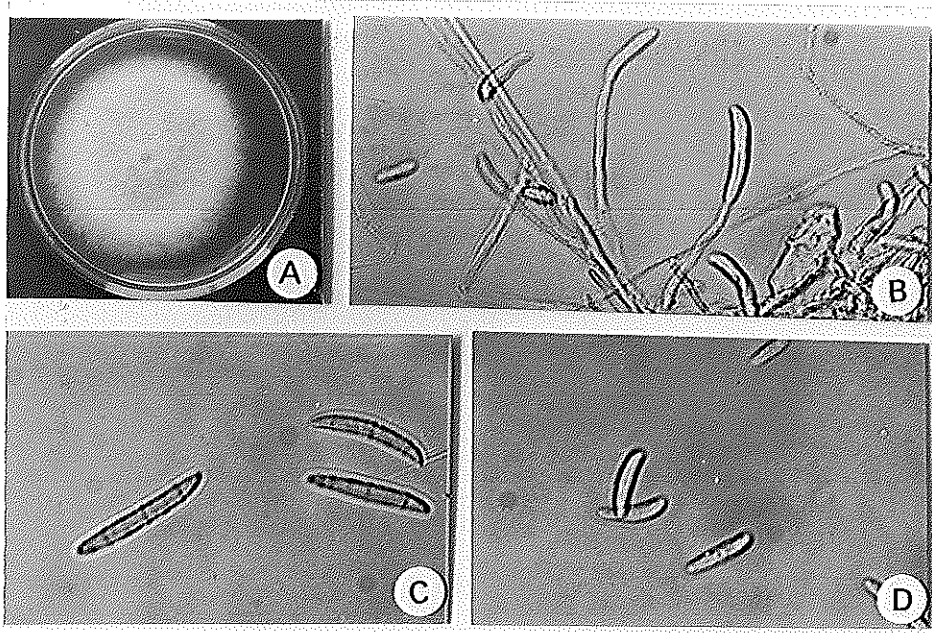
ภาพที่ 28 *Eupenicillium* sp. 5

- A = ลักษณะโคโลนีบนอาหาร CYA (อายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิห้อง)  
 B = ลักษณะโคโลนีด้านใต้ของอาหาร CYA (อายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิห้อง)  
 C = ลักษณะโคโลนีบนอาหาร MEA (อายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิห้อง)  
 D = ลักษณะโคโลนีด้านใต้ของอาหาร MEA (อายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิห้อง)  
 E = ลักษณะโคโลนีบนอาหาร G25N (อายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิห้อง)  
 F = ลักษณะโคโลนีด้านใต้ของอาหาร G20N (อายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิห้อง)  
 G = ลักษณะการแตกแขนงของ phialide x 400  
 H = ลักษณะ ascus x 400  
 I = ลักษณะ ascospore x 400

23. *Fusarium solani* (Mart.) Sacc. (ภาพที่ 29)

โคโลนีบนอาหาร PDA เจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ลักษณะโคโลนีเริ่มแรกจะเป็นสีขาว เมื่ออายุมากขึ้นโคโลนีจะเปลี่ยนเป็นสีครีม สายราผนังเรียบ เชื้อราจะสร้างคอนิเดีย 2 แบบ คือ macroconidia และ microconidia microconidia สร้างจาก conidiophore เมื่อเวลาผ่านไป 2-3 วัน และคอนิเดียจะอยู่รวมกันเป็นกลุ่ม microconidia มี ลักษณะรูปร่างเป็น cylinder อาจมีหรือไม่มี septum ก็ได้ ผนังเรียบ ขนาด  $2.5 \times 10 \mu\text{m}$  ส่วน macroconidia จะสร้างจาก conidiophore เมื่อเวลาผ่านไป 4-7 วัน ลักษณะคล้ายรูปเคียว มี 2-4 เซลล์ ขนาด  $5 \times 30-35 \mu\text{m}$  ทั้ง macroconidia และ microconidia จะใสไม่มีสี

ลักษณะของ *Fusarium solani* ที่แยกได้จากการทดลองนี้สอดคล้องกับลักษณะที่ Booth (1971) และ Booth (1977) ได้บรรยายเอาไว้



ภาพที่ 29 *Fusarium solani*

A = ลักษณะโคโลนีบนอาหาร PDA (อายุ 5 วันที่อุณหภูมิห้อง)

B = ลักษณะ conidiophore x 400

C = ลักษณะของ Macroconidia x 400

D = ลักษณะของ Microconidia x 400

24. *Fusarium* sp.

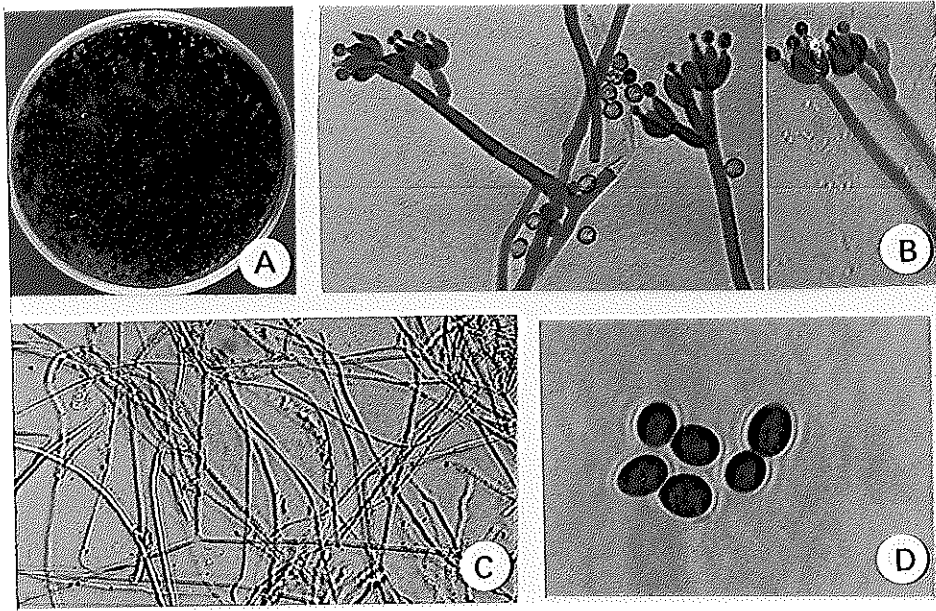
โคโลนีบนอาหาร PDA เชื้อราเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว โคโลนีเริ่มแรกจะมีสีขาว เมื่ออายุมากขึ้นโคโลนีจะเปลี่ยนเป็นสีบานเย็น สายรามงเวียน เชื้อราจะสร้างคอนิเดีย 2 แบบ คือ microconidia และ macroconidia microconidia มีลักษณะเป็นรูปไข่อาจมีหรือไม่มี septum ก็ได้ macroconidia ลักษณะรูปเคียวมี 2-4 septum

ลักษณะของ *Fusarium* sp. ที่แยกได้จากการทดลองนี้สอดคล้องกับลักษณะที่ Booth (1971) และ Booth (1977) ได้บรรยายเอาไว้

25. *Gliocladium virens* (Miller) Giddens & Foster (ภาพที่ 30)

โคโลนีบนอาหาร PDA เจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร ในเวลา 3 วัน ที่อุณหภูมิห้อง โคโลนีมีสีเขียว ลักษณะโคโลนีจะคล้ายคลึงกับเชื้อ *Trichoderma* sp. conidiophore มี septum การแตกแขนงของ phialide คล้าย *Penicillium* sp. phialide รูปร่างเป็นแบบ pin-shaped คือตรงกลางของ phialide จะกว้างที่สุด วัดขนาดได้ 3-5  $\mu\text{m}$  คอนิเดียรูปร่าง short-ellipsoid สีเขียวอ่อน ผิวเรียบขนาด 3.5-4 x 4.5-6  $\mu\text{m}$

ลักษณะของเชื้อ *Gliocladium virens* ที่แยกได้มีลักษณะสอดคล้องกับเชื้อที่ Domsch และคณะ (1980) ได้บรรยายเอาไว้



ภาพที่ 30 *Gliocladium virens*

A = ลักษณะโคไลบนอาหาร PDA (อายุ 7 วันที่อุณหภูมิห้อง)

B = ลักษณะ conidiophore x 400

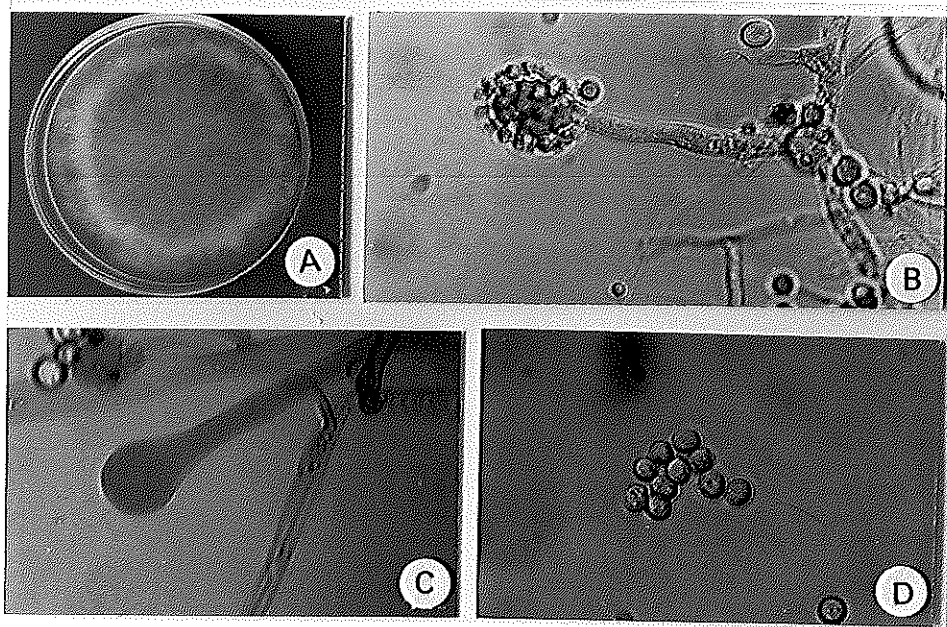
C = ลักษณะสายรา x 400

D = ลักษณะคอนิเดีย x 400

26. *Mucor* spp. (ภาพที่ 31)

โคโคนีบนอาหาร PDA เชื้อราเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว เจริญเต็มจากอาหารเลี้ยงเชื้อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร ในเวลา 3 วัน ที่อุณหภูมิห้อง เริ่มแรกโคโคนีจะมีสีขาว เมื่ออายุมากขึ้นโคโคนีจะเปลี่ยนเป็นสีเทา โคโคนีมีลักษณะฟูจรดฝาจานเลี้ยงเชื้อ สายรากกว้าง 5  $\mu\text{m}$  เชื้อรามีการสร้าง sporangiophore และ sporangium ลักษณะของ sporangiophore ไม่มี rhizoid sporangiophore รูปร่างกลม สีเขียวเทา ผนังเรียบ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6-7  $\mu\text{m}$

ลักษณะของเชื้อ *Mucor* sp. ที่แยกได้มีลักษณะสอดคล้องกับเชื้อที่ Domsch และคณะ (1980) ได้บรรยายเอาไว้



ภาพที่ 31 *Mucor* sp.

A = ลักษณะโคโลนีบนอาหาร PDA (อายุ 7 วันที่อุณหภูมิห้อง)

B = ลักษณะ sporangium x 400

C = ลักษณะ sporangium x 400

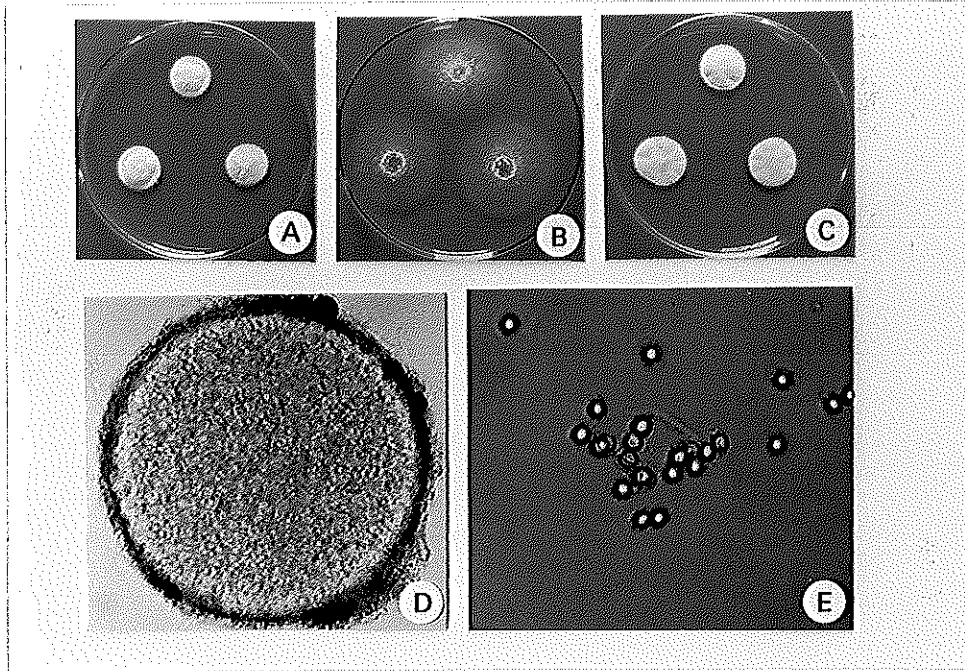
D = ลักษณะ sporangiospore x 400

27. *Neosartoya fisheri* (Wehmer) Malloch & Cain (ภาพที่ 32)

โคโลนีบนอาหาร CYA มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20-28 มิลลิเมตร ในเวลา 7 วัน ที่อุณหภูมิห้อง โคโลนีมีลักษณะหนา สีขาว โคโลนีบนอาหาร MEA มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 45-50 มิลลิเมตร เชื้อรามีการสร้าง cleistothecia สีขาว ไม่มีการเปลี่ยนสีของอาหาร โคโลนีบนอาหาร CY20S มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 23-27 มิลลิเมตร โคโลนีมีสีขาวหนา การเจริญบนอาหาร CY20S คล้ายคลึงกับการเจริญบนอาหาร CYA

ลักษณะ conidial head เป็นแบบ columnar vesicle รูปร่าง pyriform เชื้อรามีการสร้าง ascus รูปร่างกลม ขนาด 12.5-15  $\mu\text{m}$  ภายใน ascus ประกอบไปด้วย ascospore รูปร่างกลม ผนังขรุขระ มี longitudinal flanges 2 เส้นเล็กพาดที่ ascospore และ ascospore มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5-6  $\mu\text{m}$  การแตกแขนงของ phialide เป็นแบบ uniseriate

ลักษณะของเชื้อ *Neosartoya fisheri* ที่แยกได้มีลักษณะสอดคล้องกับเชื้อที่ Maren และ John (1988) ได้บรรยายเอาไว้



ภาพที่ 32 *Neosartoya fisheri*

- A = ลักษณะโคโลนีบนอาหาร CYA (อายุ 7 วันที่อุณหภูมิห้อง)
- B = ลักษณะโคโลนีบนอาหาร MEA (อายุ 7 วันที่อุณหภูมิห้อง)
- C = ลักษณะโคโลนีบนอาหาร CY20S (อายุ 7 วันที่อุณหภูมิห้อง)
- D = ลักษณะ cleistothecia x 100
- E = ลักษณะ ascospore x 400

28. *Nigrospora* sp.

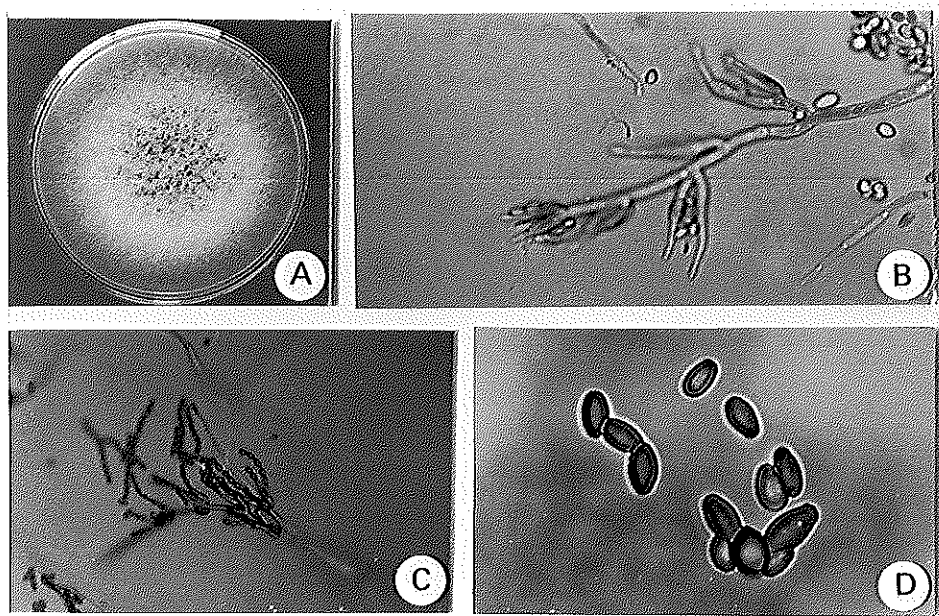
โคไคโนบนอาหาร PDA มีสีเทาดำ conidiophore มีลักษณะสั้นมาก conidiophore มีการแตกแขนงจากสายรา คอนิเดียมีสีดำ 1 เซลล์ ผนังเรียบ

ลักษณะของเชื้อ *Nigrospora* sp. สอดคล้องกับลักษณะที่ Barnett และ Hunter (1972) ได้บรรยายเอาไว้

29. *Paecilomyces* sp. (ภาพที่ 33)

โคโลนีบนอาหาร PDA เจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว เจริญเต็มจานอาหารเลี้ยงเชื้อ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร ในเวลา 3-4 วัน สายรามีลักษณะฟู ผิวหน้าของโคโลนีมีลักษณะคล้ายผงแป้งสีเหลือง เมื่ออายุมากขึ้นโคโลนีจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองน้ำตาล conidiophore ขนาด  $2.5-3 \times 50-200 \mu\text{m}$  มีการแตกแขนง ลักษณะผนังเรียบ สีใส phialide คล้ายเชื้อราในกลุ่ม *Penicillium* แต่มีขนาดใหญ่กว่า โดยเฉพาะบริเวณโคนจะโป่ง และปลายเรียวมักแตกกิ่งก้านจำนวนมาก คอนิเดียรูปร่าง ellipsoid มีเซลล์เดียว ใสไม่มีสี ผนังเรียบ ขนาด  $2.5-5 \times 5-7.5 \mu\text{m}$  คอนิเดียจะเกิดต่อกันเป็นลูกโซ่

ลักษณะของเชื้อ *Paecilomyces* sp. ที่แยกได้มีลักษณะคล้ายกับเชื้อที่ Domsch และคณะ (1980) ได้บรรยายเอาไว้



ภาพที่ 33 *Paecilomyces* sp.

A = ลักษณะโคโคเนียบนอาหาร PDA (อายุ 7 วันที่อุณหภูมิห้อง)

B = ลักษณะ conidiophore x 400

C = ลักษณะการต่อกรเป็นสายของคอนิเดีย x 200

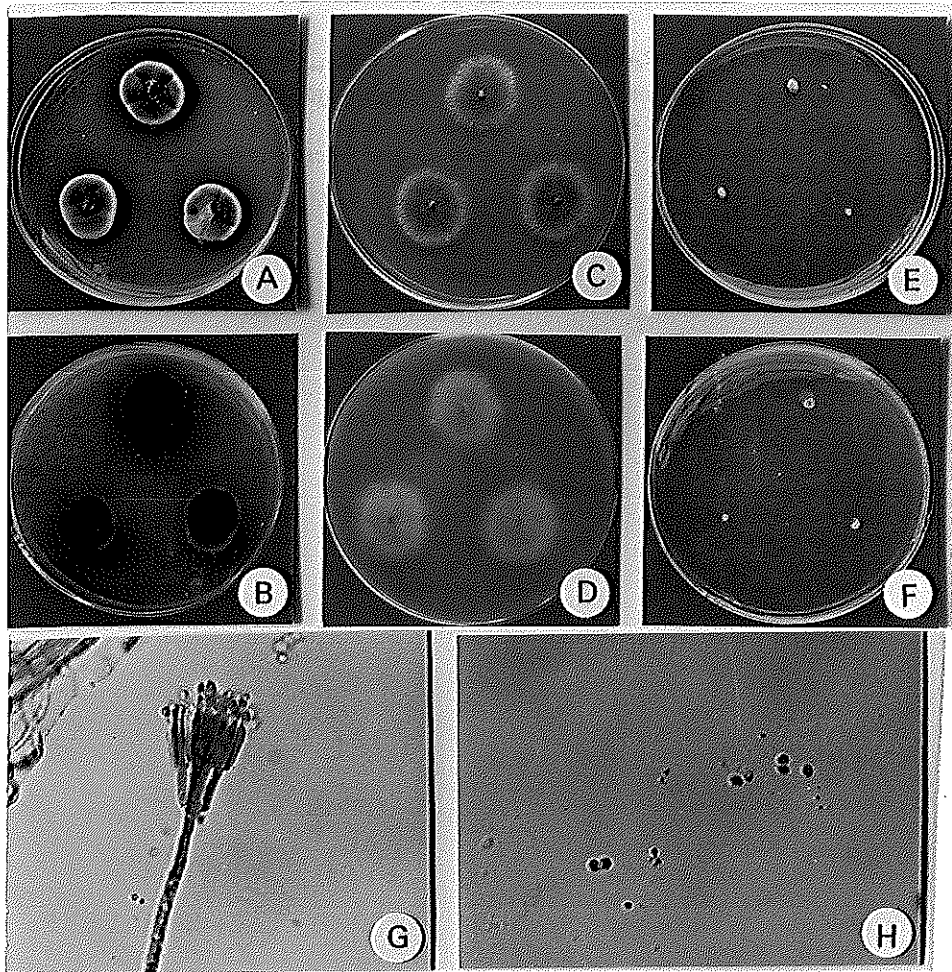
D = ลักษณะคอนิเดีย x 1000

30. *Penicillium purpurogenum* Stoll (ภาพที่ 34)

โคโลนีบนอาหาร CYA มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 22-26 มิลลิเมตร ในเวลา 7 วัน ที่อุณหภูมิห้อง เชื้อราสร้าง exudate สีแดงส้ม ผิวหน้าโคโลนีมีสีเขียว บริเวณขอบของโคโลนี ลักษณะอาหารเป็นสีแดง ด้านใต้โคโลนีเป็นสีแดงดำ รอบๆโคโลนีอาหารเปลี่ยนเป็นสีแดง โคโลนีบนอาหาร MEA มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 28-29 มิลลิเมตร โคโลนีมีสีเขียว โคโลนีบนอาหาร G25N เจริญได้เพียงเล็กน้อยคือขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3-5 มิลลิเมตร

การแตกแขนงของ phialide เป็นแบบ biverticillate ก้านยาว 70-300  $\mu\text{m}$  ผนังเรียบ คอนิเดียรูปร่าง ellipsoid ขนาด 1-2 x 2-3  $\mu\text{m}$

ลักษณะของเชื้อ *Penicillium purpurogenum* ที่แยกได้มีลักษณะสอดคล้องกับที่ John (1988) บรรยายไว้ แต่มีลักษณะการเจริญบนอาหาร G25N เจริญช้ากว่าคือเจริญได้ 4-5 มิลลิเมตร ต่างจากที่ John (1988) รายงานไว้คือ 12-22 มิลลิเมตร



ภาพที่ 34 *Penicillium purpurogenum*

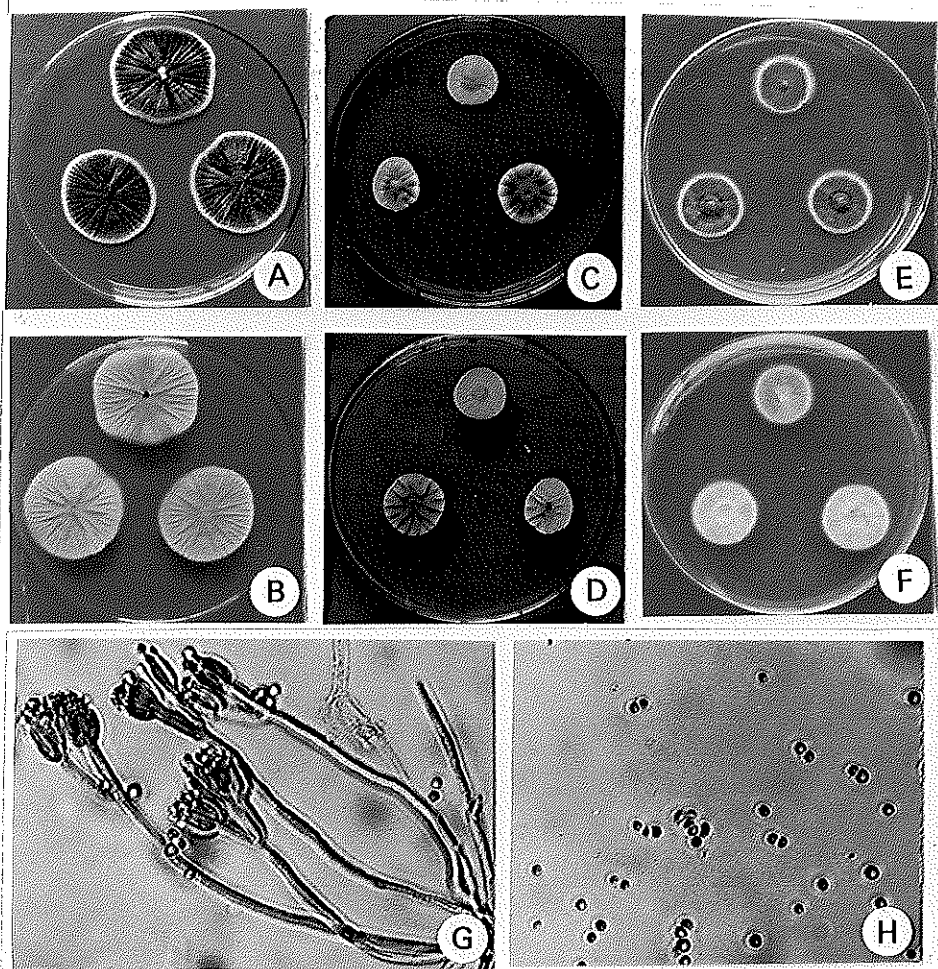
- A = ลักษณะโคโลนีบนอาหาร CYA (อายุ 7 วันที่อุณหภูมิห้อง)
- B = ลักษณะโคโลนีด้านใต้ของอาหาร CYA (อายุ 7 วันที่อุณหภูมิห้อง)
- C = ลักษณะโคโลนีบนอาหาร MEA (อายุ 7 วันที่อุณหภูมิห้อง)
- D = ลักษณะโคโลนีด้านใต้ของอาหาร MEA (อายุ 7 วันที่อุณหภูมิห้อง)
- E = ลักษณะโคโลนีบนอาหาร G25N (อายุ 7 วันที่อุณหภูมิห้อง)
- F = ลักษณะโคโลนีด้านใต้ของอาหาร G25N (อายุ 7 วันที่อุณหภูมิห้อง)
- G = ลักษณะการแตกของ phialide x 400
- H = ลักษณะคอนิเดีย x 400

31. *Penicillium* sp. 1 (ภาพที่ 35)Subgen. *Furcatum*Sect. *Furcatum*

โคโลนีบนอาหาร CYA มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 30-32 มิลลิเมตร ในเวลา 7 วัน ที่อุณหภูมิห้อง โคโลนีมีสีเขียวเข้ม ขอบโคโลนีมีสีขาว ลักษณะด้านใต้โคโลนีมีลักษณะคล้ายรอยแตก มีสีขาวอมเหลือง โคโลนีบนอาหาร MEA มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 18-20 มิลลิเมตร โคโลนีมีสีเขียว ขอบโคโลนีสีขาว ด้านใต้ของโคโลนีมีลักษณะคล้ายรอยแตกสีขาว โคโลนีบนอาหาร G25N มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 -25 มิลลิเมตร

การแตกแขนงของ phialide เป็นแบบ biverticillate คอนิเดียมรูปร่างกลม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2-3  $\mu\text{m}$  ผนังเรียบ

ลักษณะของ *Penicillium* sp 1 ที่แยกได้ มีลักษณะสอดคล้องกับ *Penicillium* ที่ John (1988) ได้บรรยายเอาไว้



ภาพที่ 35 *Penicillium* sp.1

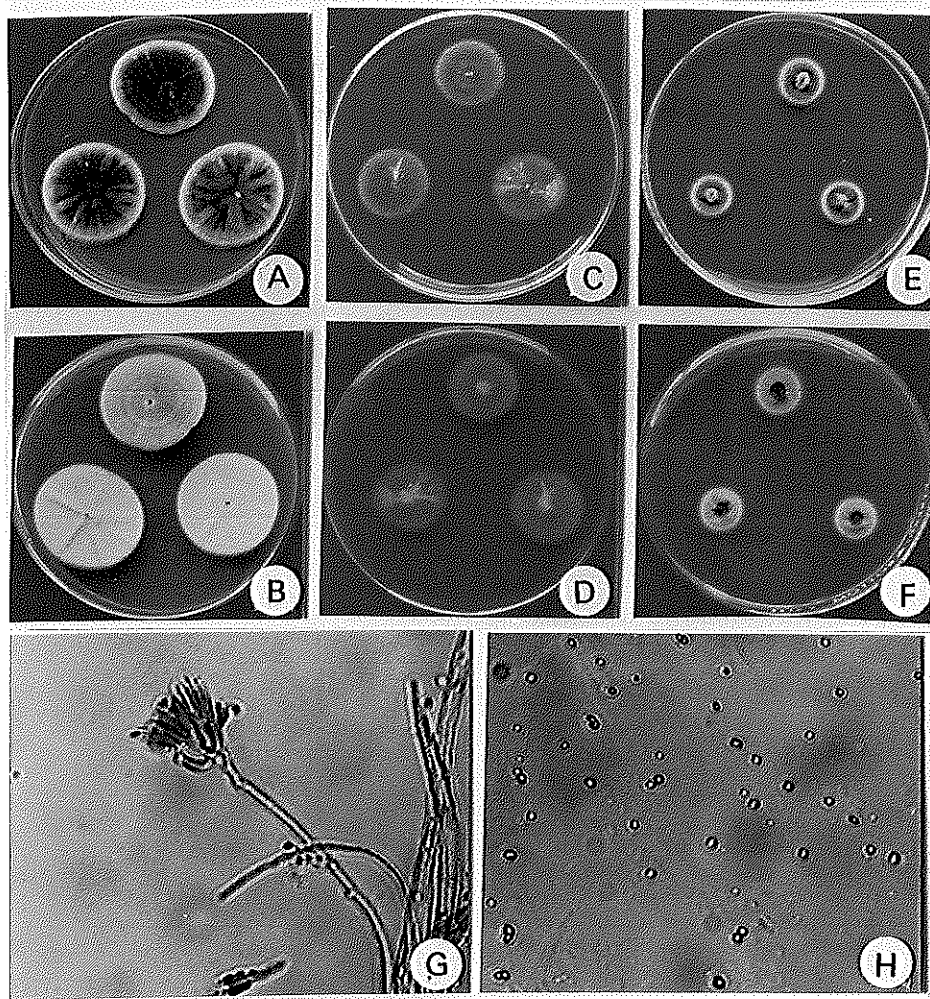
- A = ลักษณะโคโลนีบนอาหาร CYA (อายุ 7 วันที่อุณหภูมิห้อง)
- B = ลักษณะโคโลนีด้านใต้ของอาหาร CYA (อายุ 7 วันที่อุณหภูมิห้อง)
- C = ลักษณะโคโลนีบนอาหาร MEA (อายุ 7 วันที่อุณหภูมิห้อง)
- D = ลักษณะโคโลนีด้านใต้ของอาหาร MEA (อายุ 7 วันที่อุณหภูมิห้อง)
- E = ลักษณะโคโลนีบนอาหาร G25N (อายุ 7 วันที่อุณหภูมิห้อง)
- F = ลักษณะโคโลนีด้านใต้ของอาหาร G25N (อายุ 7 วันที่อุณหภูมิห้อง)
- G = ลักษณะการแตกของ phialide x 400
- H = ลักษณะคอนิเดีย x 400

32. *Penicillium* sp. 2 (ภาพที่ 36)Subgen. *Penicillium*Sect. *Penicillium*

โคโลนีบนอาหาร CYA มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 35-40 มิลลิเมตร ในเวลา 7 วัน ที่อุณหภูมิห้อง โคโลนีมีสีเขียว ขอบของโคโลนีมีสีขาว ลักษณะด้านใต้โคโลนีมีลักษณะคล้ายรอยแตกสีขาว โคโลนีบนอาหาร MEA มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20-25 มิลลิเมตร โคโลนีมีสีเขียวอมเหลือง โคโลนีบนอาหาร G25N มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15-18 มิลลิเมตร โคโลนีมีสีเขียวขอบโคโลนีสีขาว คล้ายการเจริญบนอาหาร CYA แต่มีขนาดเล็กกว่า

การแตกแขนงของ phialide เป็นแบบ terverticillate คอนิเดียมรูปร่าง subsphere ถึง ellipsoid ขนาด 1-2 x 2-3  $\mu\text{m}$  ผนังเรียบ

ลักษณะของ *Penicillium* sp. 2 ที่แยกได้ มีลักษณะสอดคล้องกับ *Penicillium* ที่ John (1988) ได้บรรยายเอาไว้



ภาพที่ 36 *Penicillium* sp.2

- A = ลักษณะโคโลนีบนอาหาร CYA (อายุ 7 วันที่อุณหภูมิห้อง)  
 B = ลักษณะโคโลนีด้านใต้ของอาหาร CYA (อายุ 7 วันที่อุณหภูมิห้อง)  
 C = ลักษณะโคโลนีบนอาหาร MEA (อายุ 7 วันที่อุณหภูมิห้อง)  
 D = ลักษณะโคโลนีด้านใต้ของอาหาร MEA (อายุ 7 วันที่อุณหภูมิห้อง)  
 E = ลักษณะโคโลนีบนอาหาร G25N (อายุ 7 วันที่อุณหภูมิห้อง)  
 F = ลักษณะโคโลนีด้านใต้ของอาหาร G25N (อายุ 7 วันที่อุณหภูมิห้อง)  
 G = ลักษณะการแตกของ phialide x 400  
 H = ลักษณะคอนิเดีย x 400

33. *Penicillium* sp. 3 (ภาพที่ 37)

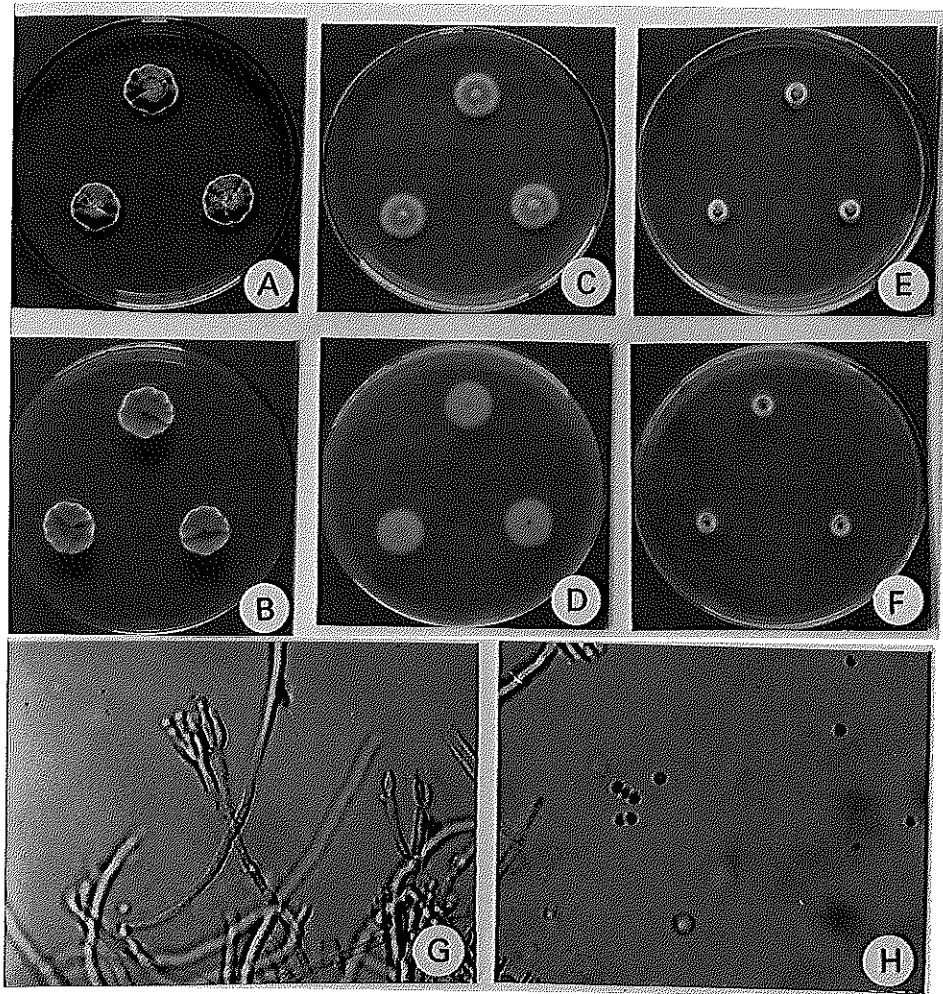
Subgen. Bivericillate

Sect. Simplicia

โคโลนีบนอาหาร CYA มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16-17 มิลลิเมตร ในเวลา 7 วัน ที่อุณหภูมิห้อง โคโลนีมีสีเขียว ขอบของโคโลนีมีสีขาว กลางโคโลนีมีสีเหลือง ลักษณะด้านใต้โคโลนีมีลักษณะคล้ายรอยแตก มีสีเหลืองขอบขาว โคโลนีบนอาหาร MEA มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16-18 มิลลิเมตร โคโลนีมีสีเขียวอ่อน ขอบโคโลนีสีขาว กลางโคโลนีมีสีเหลือง โคโลนีบนอาหาร G25N มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7-8 มิลลิเมตร

การแตกแขนงของ phialide เป็นแบบ biverticillate คอนิเดียรูปร่างกลม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2-3  $\mu\text{m}$  ผนังเรียบ

ลักษณะของ *Penicillium* sp. 3 ที่แยกได้ มีลักษณะสอดคล้องกับที่ John (1988) ได้บรรยายเอาไว้



ภาพที่ 37 *Penicillium* sp. 3

- A = ลักษณะโคโลนีบนอาหาร CYA (อายุ 7 วันที่อุณหภูมิห้อง)  
 B = ลักษณะโคโลนีด้านใต้ของอาหาร CYA (อายุ 7 วันที่อุณหภูมิห้อง)  
 C = ลักษณะโคโลนีบนอาหาร MEA (อายุ 7 วันที่อุณหภูมิห้อง)  
 D = ลักษณะโคโลนีด้านใต้ของอาหาร MEA (อายุ 7 วันที่อุณหภูมิห้อง)  
 E = ลักษณะโคโลนีบนอาหาร G25N (อายุ 7 วันที่อุณหภูมิห้อง)  
 F = ลักษณะโคโลนีด้านใต้ของอาหาร G25N (อายุ 7 วันที่อุณหภูมิห้อง)  
 G = ลักษณะการแตกของ phialide x 400  
 H = ลักษณะคอนิเดีย x 400

34. *Penicillium* sp. 4 (ภาพที่ 38)

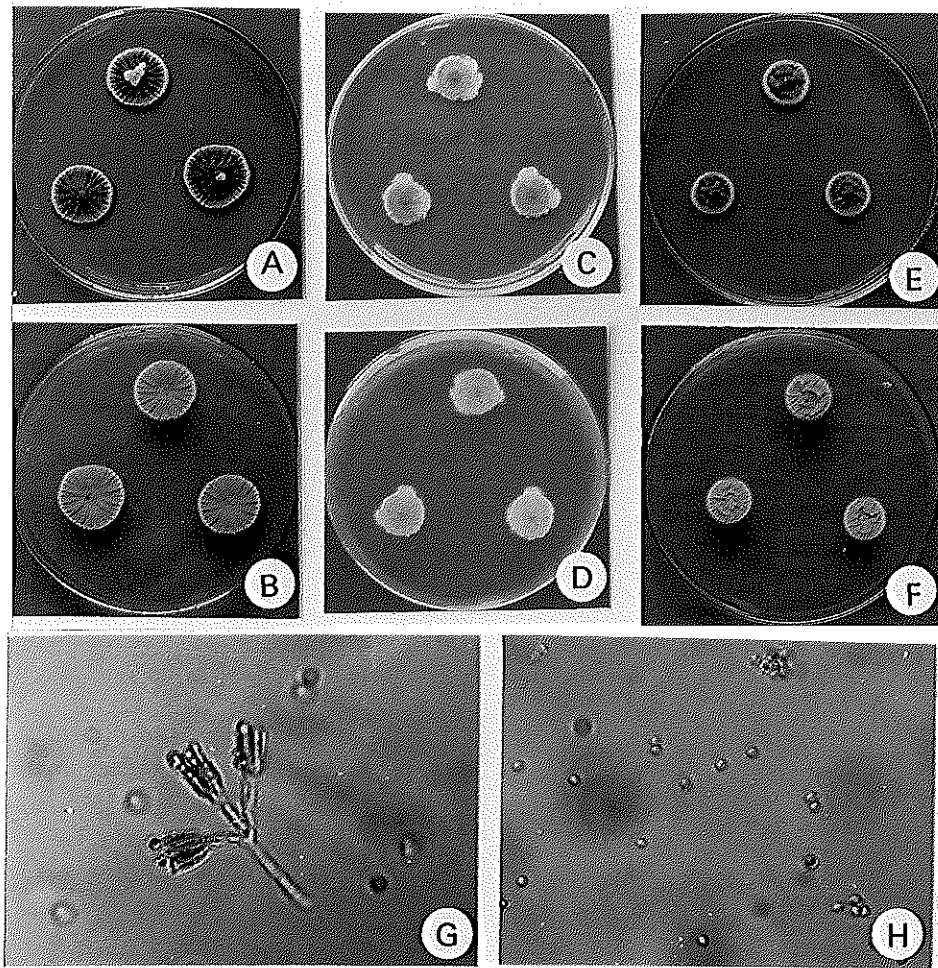
Subgen. Furcatum

Sect. Furcatum

โคโลนีบนอาหาร CYA มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 24-27 มิลลิเมตร ในเวลา 7 วัน ที่อุณหภูมิห้อง โคโลนีมีสีเขียวเข้ม ขอบของโคโลนีมีสีขาว ลักษณะด้านใต้โคโลนีมีลักษณะคล้ายรอยแตก มีสีขาวอมเหลือง โคโลนีบนอาหาร MEA มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 18-20 มิลลิเมตร โคโลนีมีสีเขียว ขอบโคโลนีสีขาว โคโลนีบนอาหาร G25N มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 18-20 มิลลิเมตร คล้ายกับการเจริญบนอาหาร CYA แต่มีขนาดเล็กกว่า

การแตกแขนงของ phialide เป็นแบบ biverticillate คอนิเดียมรูปร่างกลม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2-3  $\mu\text{m}$  ผนังเรียบ

ลักษณะของ *Penicillium* sp. 4 ที่แยกได้ มีลักษณะคล้ายกับที่ John (1988) ได้บรรยายเอาไว้



ภาพที่ 38 *Penicillium* sp. 4

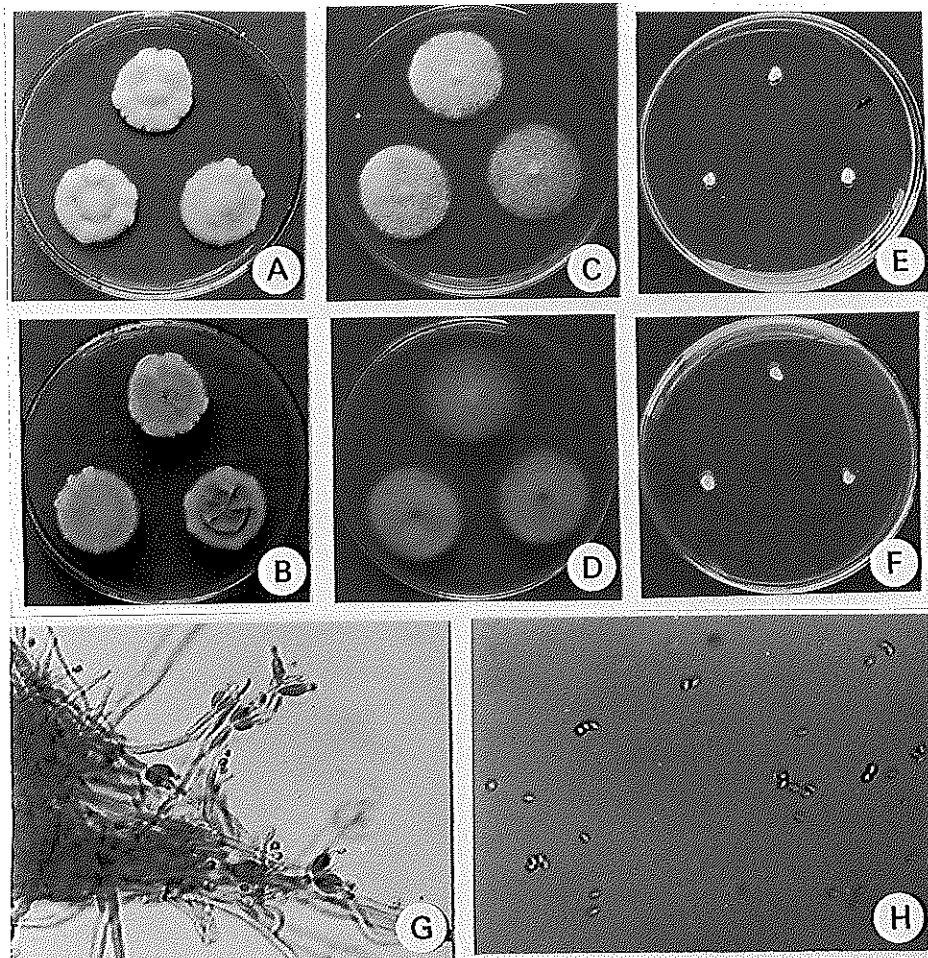
- A = ลักษณะโคโลนีบนอาหาร CYA (อายุ 7 วันที่อุณหภูมิห้อง)  
 B = ลักษณะโคโลนีด้านใต้ของอาหาร CYA (อายุ 7 วันที่อุณหภูมิห้อง)  
 C = ลักษณะโคโลนีบนอาหาร MEA (อายุ 7 วันที่อุณหภูมิห้อง)  
 D = ลักษณะโคโลนีด้านใต้ของอาหาร MEA (อายุ 7 วันที่อุณหภูมิห้อง)  
 E = ลักษณะโคโลนีบนอาหาร G25N (อายุ 7 วันที่อุณหภูมิห้อง)  
 F = ลักษณะโคโลนีด้านใต้ของอาหาร G25N (อายุ 7 วันที่อุณหภูมิห้อง)  
 G = ลักษณะการแตกของ phialide x 400  
 H = ลักษณะคอนิเดีย x 400

35. *Penicillium* sp. 5 (ภาพที่ 39)Subgen. *Biverticillium*Sect. *Simplicia*

โคโลนีสบนอาหาร CYA มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 27-30 มิลลิเมตร ในเวลา 7 วัน ที่อุณหภูมิห้อง โคโลนีมีสีเขียวเข้ม ขอบของโคโลนีมีสีขาวเทา ลักษณะโคโลนีหนา โคโลนีบนอาหาร MEA มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 33-34 มิลลิเมตร โคโลนีมีสีขาว โคโลนีบนอาหาร G25N เจริญเพียงเล็กน้อยคือ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3-5 มิลลิเมตร

การแตกแขนงของ phialide เป็นแบบ biverticillate คอนิเดียมรูปร่าง ellipsoid ขนาด 1-2 x 2-3  $\mu\text{m}$  ผนังเรียบ

ลักษณะของ *Penicillium* sp. 5 ที่แยกได้ มีลักษณะสอดคล้องกับที่ John (1988) ได้บรรยายเอาไว้



ภาพที่ 39 *Penicillium* sp. 5

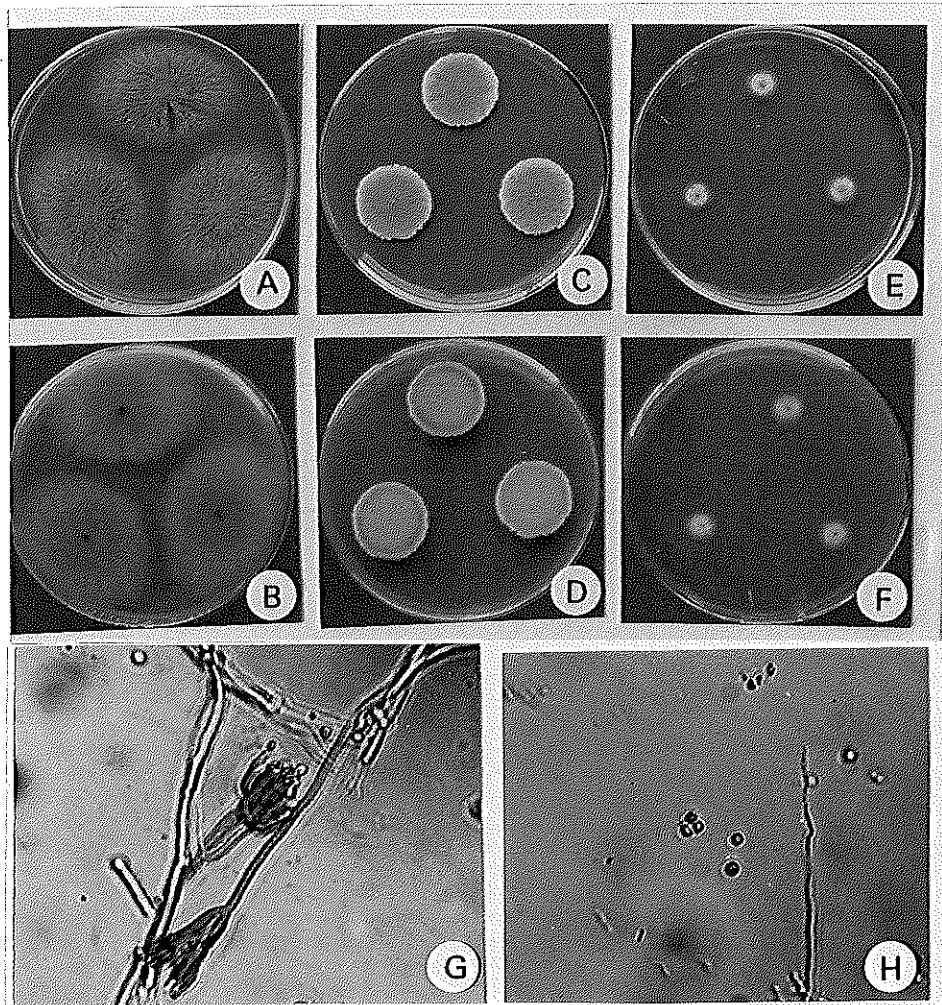
- A = ลักษณะโคโลนีบนอาหาร CYA (อายุ 7 วันที่อุณหภูมิห้อง)  
 B = ลักษณะโคโลนีด้านใต้ของอาหาร CYA (อายุ 7 วันที่อุณหภูมิห้อง)  
 C = ลักษณะโคโลนีบนอาหาร MEA (อายุ 7 วันที่อุณหภูมิห้อง)  
 D = ลักษณะโคโลนีด้านใต้ของอาหาร MEA (อายุ 7 วันที่อุณหภูมิห้อง)  
 E = ลักษณะโคโลนีบนอาหาร G25N (อายุ 7 วันที่อุณหภูมิห้อง)  
 F = ลักษณะโคโลนีด้านใต้ของอาหาร G25N (อายุ 7 วันที่อุณหภูมิห้อง)  
 G = ลักษณะการแตกของ phialide x 400  
 H = ลักษณะคอนิเดีย x 400

36. *Penicillium* sp. 6 (ภาพที่ 40)Subgen. *Furcatum*Sect. *Furcatum*

โคโลนีบนอาหาร CYA มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50-60 มิลลิเมตร ในเวลา 7 วัน ที่อุณหภูมิห้อง โคโลนีมีสีเหลืองน้ำตาล โคโลนีบนอาหาร MEA มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25-35 มิลลิเมตร โคโลนีมีสีน้ำตาล ด้านใต้ของโคโลนีมีลักษณะเหมือนด้านบน โคโลนีบนอาหาร G25N มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6-8 มิลลิเมตร

การแตกแขนงของ phialide เป็นแบบ biverticillate คอนิเดียรูปร่างกลม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2-3  $\mu\text{m}$  ผั่งเรียบ

ลักษณะของ *Penicillium* sp. 6 ที่แยกได้ มีลักษณะสอดคล้องกับ *Penicillium* ที่ John (1988) ได้บรรยายเอาไว้



ภาพที่ 40 *Penicillium* sp. 6

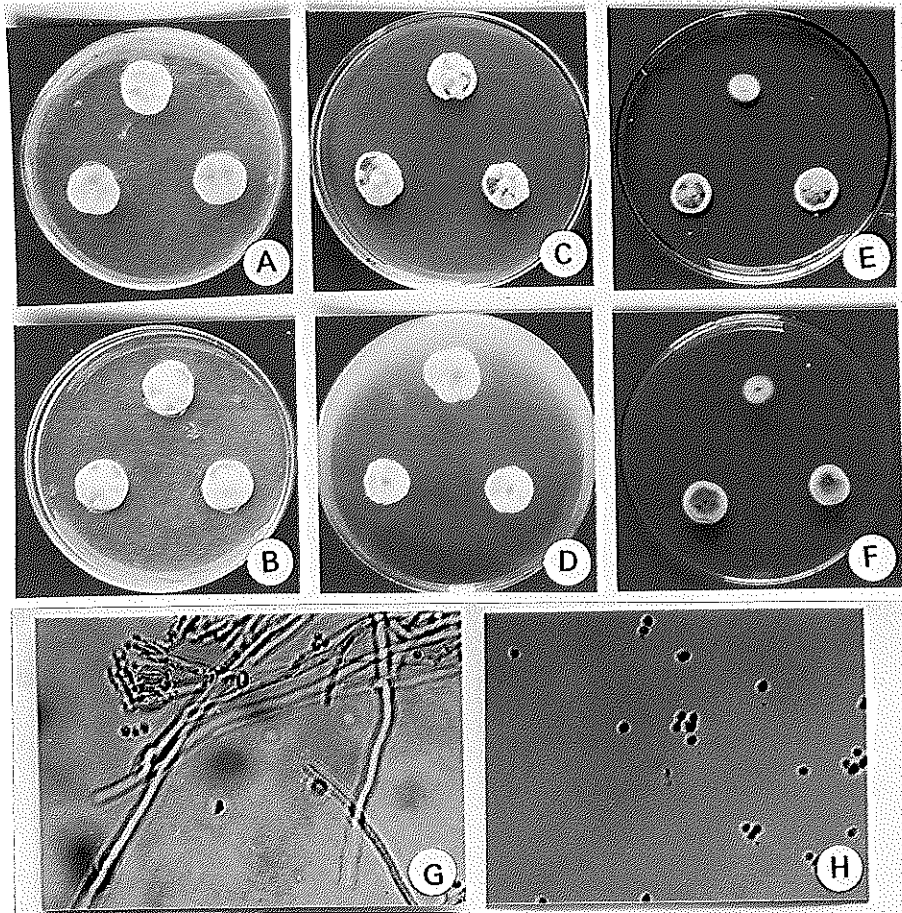
- A = ลักษณะโคโลนีบนอาหาร CYA (อายุ 7 วันที่อุณหภูมิห้อง)  
 B = ลักษณะโคโลนีด้านใต้ของอาหาร CYA (อายุ 7 วันที่อุณหภูมิห้อง)  
 C = ลักษณะโคโลนีบนอาหาร MEA (อายุ 7 วันที่อุณหภูมิห้อง)  
 D = ลักษณะโคโลนีด้านใต้ของอาหาร MEA (อายุ 7 วันที่อุณหภูมิห้อง)  
 E = ลักษณะโคโลนีบนอาหาร G25N (อายุ 7 วันที่อุณหภูมิห้อง)  
 F = ลักษณะโคโลนีด้านใต้ของอาหาร G25N (อายุ 7 วันที่อุณหภูมิห้อง)  
 G = ลักษณะการแตกของ phialide x 400  
 H = ลักษณะคอนิเดีย x 400

37. *Penicillium* sp. 7 (ภาพที่ 41)Subgen. *Penicillium*Sect. *Penicillium*

โคโลนีบนอาหาร CYA มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 18-22 มิลลิเมตร ในเวลา 7 วัน ที่อุณหภูมิห้อง โคโลนีมีลักษณะหนาสีขาวอมเขียว ลักษณะด้านใต้โคโลนีมีลักษณะคล้ายรอยแตกสีเขียวเหลือง โคโลนีบนอาหาร MEA มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 14-18 มิลลิเมตร โคโลนีบนอาหาร G25N มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10-12 มิลลิเมตร โคโลนีมีสีเขียวขอบขาว ใจกลางโคโลนีโคโลนีมีสีเหลืองเล็กน้อย

การแตกแขนงของ phialide เป็นแบบ terverticillate คอนิเดียรูปร่าง ellipsoid ขนาด 1-2 x 2-3  $\mu\text{m}$  ผนังเรียบ

ลักษณะของ *Penicillium* sp 7 ที่แยกได้ มีลักษณะสอดคล้องกับ *Penicillium* ที่ John (1988) ได้บรรยายเอาไว้



ภาพที่ 41 *Penicillium* sp. 7

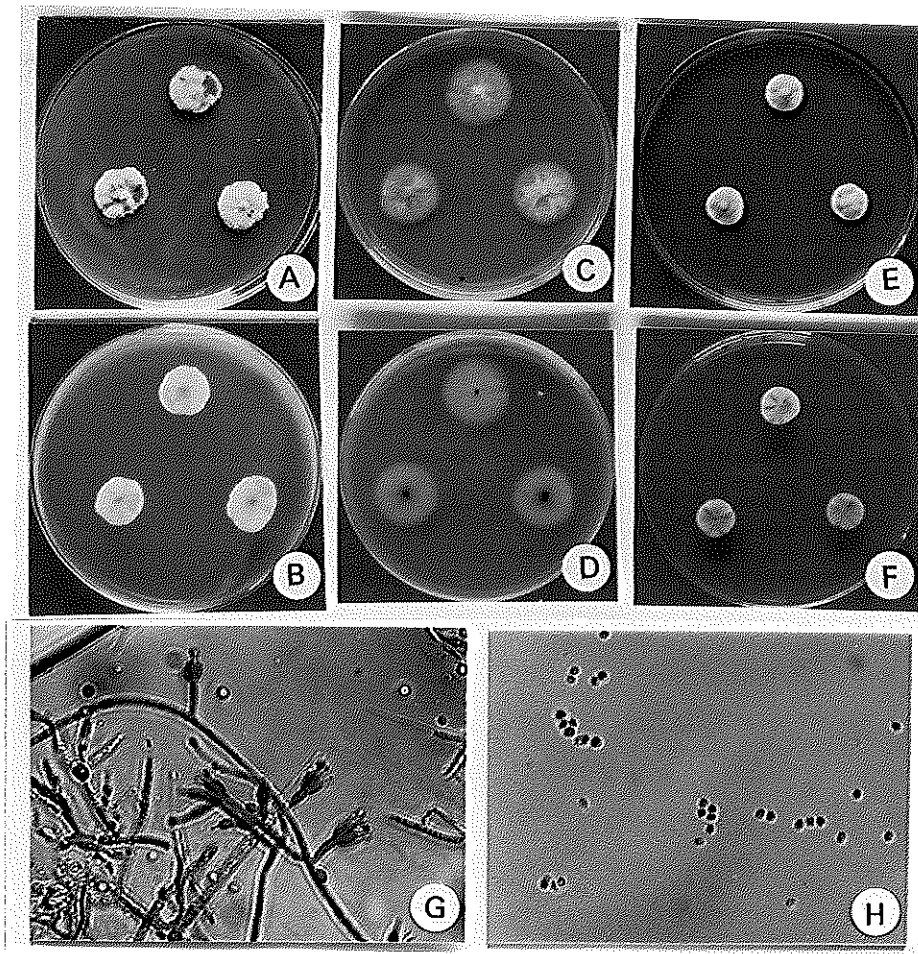
- A = ลักษณะโคโลนีบนอาหาร CYA (อายุ 7 วันที่อุณหภูมิห้อง)  
 B = ลักษณะโคโลนีด้านใต้ของอาหาร CYA (อายุ 7 วันที่อุณหภูมิห้อง)  
 C = ลักษณะโคโลนีบนอาหาร MEA (อายุ 7 วันที่อุณหภูมิห้อง)  
 D = ลักษณะโคโลนีด้านใต้ของอาหาร MEA (อายุ 7 วันที่อุณหภูมิห้อง)  
 E = ลักษณะโคโลนีบนอาหาร G25N (อายุ 7 วันที่อุณหภูมิห้อง)  
 F = ลักษณะโคโลนีด้านใต้ของอาหาร G25N (อายุ 7 วันที่อุณหภูมิห้อง)  
 G = ลักษณะการแตกของ phialide x 400  
 H = ลักษณะคอนิเดีย x 400

38. *Penicillium* sp. 8 (ภาพที่ 42)Subgen. *Aspergilloides*Sect. *Exilicaulis*

โคโลนีบนอาหาร CYA มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20-28 มิลลิเมตร ในเวลา 7 วัน ที่อุณหภูมิห้อง โคโลนีบนอาหาร MEA มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 22-25 มิลลิเมตร โคโลนีมีสีเขียวอ่อน โคโลนีบนอาหาร G25N มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10-15 มิลลิเมตร โคโลนีหนา สีขาวอมเขียว ด้านใต้โคโลนีมีลักษณะคล้ายรอยแตก

การแตกแขนงของ phialide เป็นแบบ monoverticillate คอนิเดียรูปร่างกลม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1-2  $\mu\text{m}$  ผนังเรียบ

ลักษณะของ *Penicillium* sp. 8 ที่แยกได้ มีลักษณะสอดคล้องกับ *Penicillium* ที่ John (1988) ได้บรรยายเอาไว้



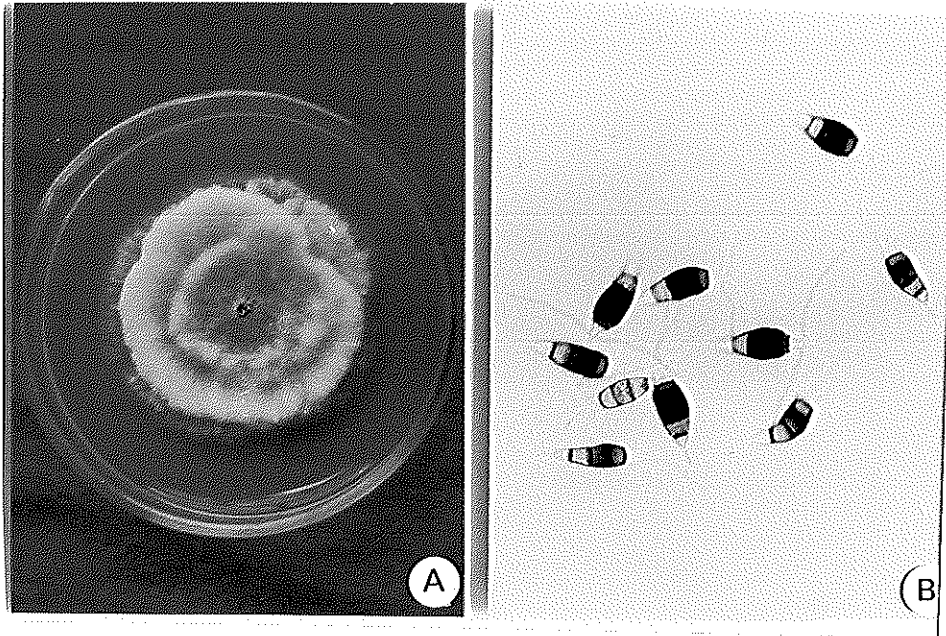
ภาพที่ 42 *Penicillium* sp. 8

- A = ลักษณะโคโลนีบนอาหาร CYA (อายุ 7 วันที่อุณหภูมิห้อง)  
 B = ลักษณะโคโลนีด้านใต้ของอาหาร CYA (อายุ 7 วันที่อุณหภูมิห้อง)  
 C = ลักษณะโคโลนีบนอาหาร MEA (อายุ 7 วันที่อุณหภูมิห้อง)  
 D = ลักษณะโคโลนีด้านใต้ของอาหาร MEA (อายุ 7 วันที่อุณหภูมิห้อง)  
 E = ลักษณะโคโลนีบนอาหาร G25N (อายุ 7 วันที่อุณหภูมิห้อง)  
 F = ลักษณะโคโลนีด้านใต้ของอาหาร G25N (อายุ 7 วันที่อุณหภูมิห้อง)  
 G = ลักษณะการแตกของ phialide x 400  
 H = ลักษณะคอนิเดีย x 400

39. *Pestalotiopsis* sp. (ภาพที่ 43)

โคโลนีบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA เริ่มแรกโคโลนีจะมีสีขาว ต่อมาเชื้อราจะมีการสร้าง conidia สีดำเป็นกลุ่มๆ บนอาหารเลี้ยงเชื้อ คอนิเดียรูปร่าง ellipsoid ถึง fusoid สีดำ มี 3-4 เซลล์ ขนาด  $5-7.5 \times 10-12.5 \mu\text{m}$  บริเวณปลายของคอนิเดีย (apical appendages) จะมีเส้นสีใสๆ 2-3 เส้น

ลักษณะของ *Pestalotiopsis* sp. ที่แยกได้ มีลักษณะคล้ายกับที่ Barnett และ Hunter(1972) ได้บรรยายเอาไว้ Barnett และ Hunter (1972) ยังรายงานไว้ว่า *Pestalotiopsis* มีการสร้างคอนิเดียจากภายใน acervuli ลักษณะของ acervuli สีดำ มีรูปร่างเป็นแบบ discoid หรือ cushion และ acervuli นี้จะพบในสภาพธรรมชาติ



ภาพที่ 43 *Pestalotiopsis* sp.

A = ลักษณะโคโลนีบนอาหาร PDA (อายุ 5 วัน ที่อุณหภูมิห้อง)

B = ลักษณะคอนิเดีย x 400

40. *Scytalidium* sp.

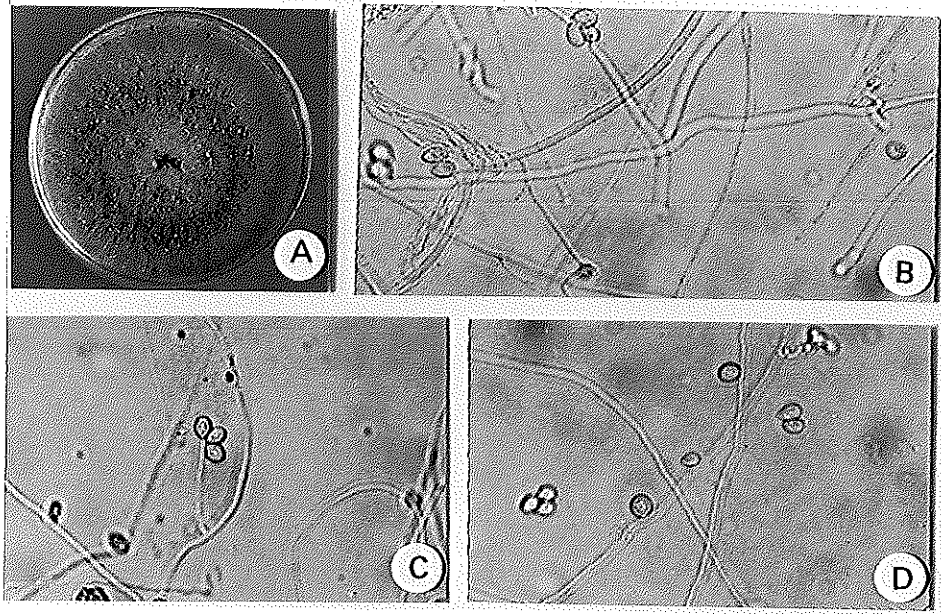
โคโลนีบนอาหาร PDA เริ่มแรกโคโลนีจะมีสีขาว เมื่ออายุมากขึ้นโคโลนีจะเปลี่ยนเป็นสีดำ และเชื้อราจะเปลี่ยนสีของอาหารเลี้ยงเชื้อเป็นสีดำ ลักษณะสายราผนังจะหนาเรียบ กว้าง 2-5  $\mu\text{m}$  คอนิเดียเจริญต่อกันเป็นลูกโซ่ยาว อยู่ระหว่างขั้วของเส้นใย (intercalary chlamydospore) คอนิเดียมี 2 แบบ คือ คอนิเดียผนังบาง มีสีเล็กน้อย รูปร่าง cylinder หรือ oblong และคอนิเดียผนังหนา มีสีดำ รูปร่าง oblong หรือ ellipsoid

ลักษณะของเชื้อ *Scytalidium* sp. ที่แยกได้มีลักษณะเหมือนกับที่ Ellis (1971) ได้บรรยายเอาไว้

41. *Sporothrix* sp. (ภาพที่ 44)

โคโลนีบนอาหาร PDA เริ่มแรกโคโลนีจะเป็นสีขาว เมื่ออายุมากขึ้นโคโลนีจะเปลี่ยนเป็นสีเทา ลักษณะของสายราผนังเรียบ conidiophore ค่อนข้างยาว ขนาด 70-90  $\mu\text{m}$  ไม่มีผนังกัน บริเวณปลายของ conidiophore จะมีลักษณะบวมกว่าส่วนอื่น มี denticle เล็กๆ ซึ่งเป็นที่เกิดของคอนิเดีย คอนิเดีย 1 เซลล์ เกิดบน denticle เล็กๆ เป็นกลุ่มที่ปลายของ conidiophore คอนิเดียรูปร่างกลมถึง ellipsoid ใสไม่มีสี ขนาด 2.5-5 x 5-6  $\mu\text{m}$  ผนังเรียบ

ลักษณะของ *Sporothrix* sp. ที่แยกได้มีลักษณะเหมือนกับที่ Domsch และคณะ (1980) ได้บรรยายเอาไว้



ภาพที่ 44 *Sporothrix* sp.

A = ลักษณะโคโคเนืบนอาหาร PDA (อายุ 7 วันที่อุณหภูมิห้อง)

B = ลักษณะสายรา x 400

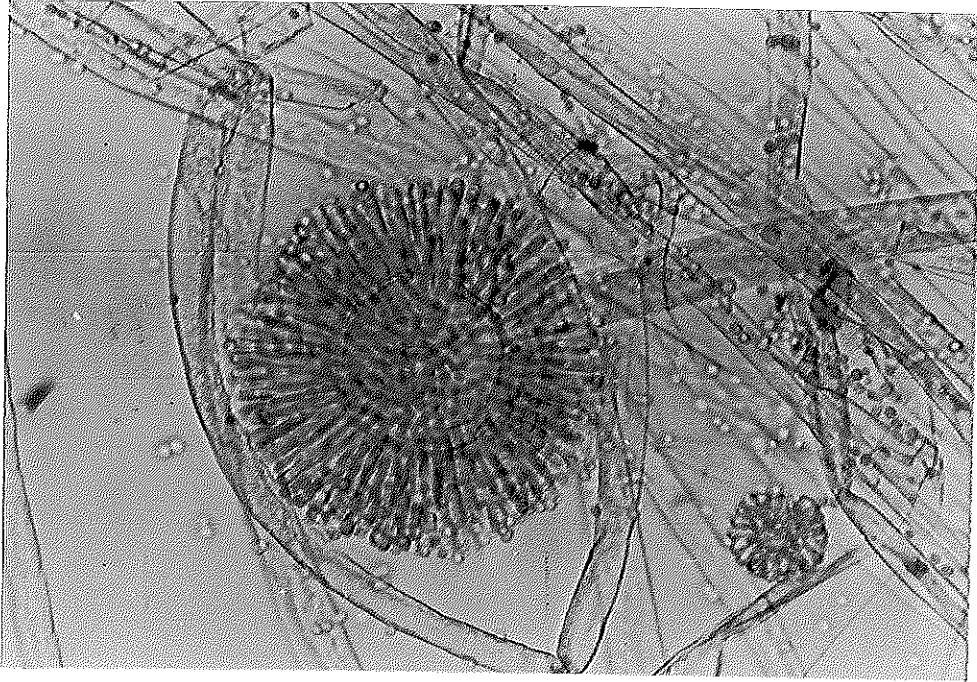
C = ลักษณะ conidiophore x 400

D = ลักษณะคอนิเดีย x 400

42. *Syncephalastrum racemosum* Chon ex Schrot (ภาพที่ 45)

โคโลนีบนอาหาร PDA เชื้อราเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว โคโลนีระยะแรกจะมีสีขาว เมื่ออายุมากขึ้นโคโลนีจะมีสีเทา โคโลนีของเชื้อราจะฟูจนจรดฝาจานเลี้ยงเชื้อ ลักษณะเชื้อราจะพบว่าสายราใสไม่มีสี แตกกิ่งก้านมาก conidiophore ยาว vesicle รูปร่างกลม เป็นที่เกิดของ merosporangium merospore รูปร่างกลม ผนังเรียบ 1 เซลล์

ลักษณะของเชื้อ *Syncephalastrum racemosum* ที่แยกได้มีลักษณะสอดคล้องกับเชื้อที่ Domsch และคณะ (1980) บรรยายไว้



ภาพที่ 45 ลักษณะเชื้อ *Syncephalastrum racemosum*

43. *Talaromyces* sp.

โคโคนีมีสีขาว ลักษณะผิวหน้าแผ่ราบ แต่จะมีส่วนหนาซึ่งเกิดจาก ascomata บริเวณผิวหน้าของอาหาร ผนังของ ascomata ประกอบด้วยสายราสีขาว แตกแขนงมากมายพันกันอยู่อย่างหลวมๆ เชื้อรามีการสร้าง ascus และภายใน ascus ประกอบด้วย ascospore ผนังเรียบ

ลักษณะของเชื้อ *Talaromyces* sp. ที่แยกได้มีลักษณะสอดคล้องกับเชื้อที่ John (1988) บรรยายไว้

44. *Thielaviopsis* sp.

โคโลนีมีสีน้ำตาลดำ conidiophore มีสีเข้ม คอนิเดียมต่อกันเป็นสาย รูปร่าง ellipsoid, obovoid หรือ oblong มีสีน้ำตาลดำ ผนังเรียบ ไม่มี septum

ลักษณะของเชื้อ *Thielaviopsis* sp. ที่แยกได้มีลักษณะสอดคล้องกับ เชื้อที่ Barnett และ Hunter (1972) บรรยายไว้

45. *Torula* sp.

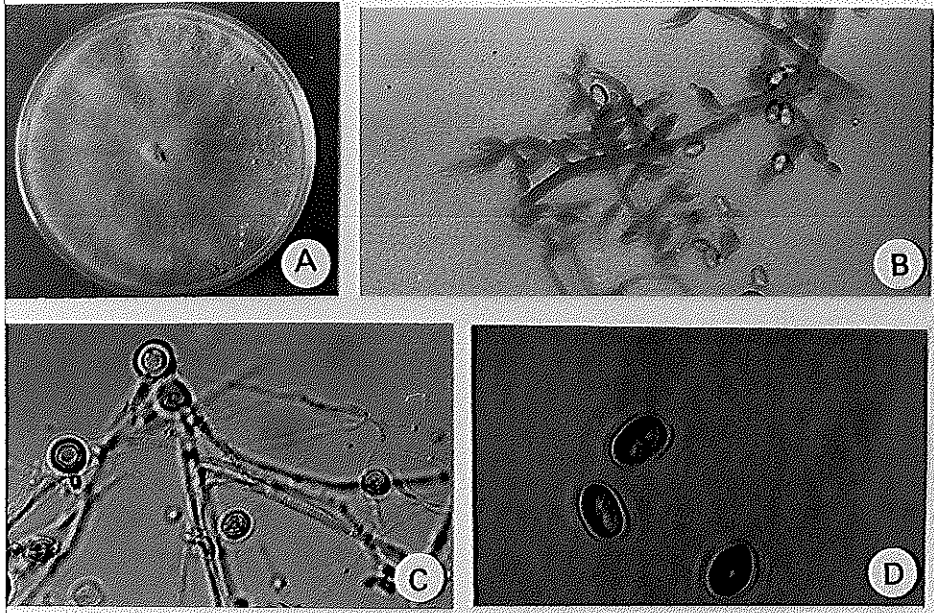
โคโลนีบนอาหาร PDA จะมีสีน้ำตาลเข้มจนถึงดำ คอเนเดียต่อกันเป็นสาย  
คอเนเดียรูปร่าง subsphere ผนังขรุขระ ไม่มี septum

ลักษณะของเชื้อ *Torula* sp. ที่แยกได้มีลักษณะสอดคล้องกับเชื้อที่ Barnett และ  
Hunter (1972) บรรยายไว้

46. *Trichoderma hamatum* (Bon.) Bain (ภาพที่ 46)

โคโลนีบนอาหาร PDA เจริญอย่างรวดเร็ว เจริญเต็มจานอาหารเลี้ยงเชื้อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร ในเวลา 3 วัน ที่อุณหภูมิห้อง เริ่มแรกโคโลนีจะมีสีขาว ต่อมาเชื้อราจะมีการสร้างกลุ่มคอนิเดียสีเขียวและจะเปลี่ยนเป็นสีเข้มขึ้นเรื่อยๆตามเวลาที่ผ่านไป ไม่มีการเปลี่ยนสีของอาหาร สายราน้ำเรียบใสไม่มีสี มี septum ขนาด 2-9  $\mu\text{m}$  เชื้อราจะมีหรือไม่มี sterile hyphal ก็ได้ มีการสร้าง chlamyospore บนเส้นใย รูปร่างกลมผนังเรียบ ใสไม่มีสี ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7-12.5  $\mu\text{m}$  conidiophore มีการแตกแขนงเป็นแขนงหลัก (main branch) และในแขนงหลักจะแตกเป็นแขนงย่อย (side branch) โดยแต่ละแขนงจะสั้น conidiophore อยู่รวมกันเป็นกลุ่มหลวมๆ phialide เป็นรูป pin-shaped ฐานจะกว้างปลายคอด ขนาด 3-4 x 4-6.5  $\mu\text{m}$  phialide จะแตกเป็นมุมกว้าง phialospore รูปร่าง subcylinder หรือ oblong ฐานตัด (truncate) สีเขียวอ่อน ขนาด 2.2-2.8-3.8-6  $\mu\text{m}$  ผนังเรียบ

ลักษณะของเชื้อ *T. hamatum* ที่แยกได้สอดคล้องกับลักษณะที่ Rifai (1969) ได้บรรยายไว้



ภาพที่ 46 *Trichoderma hamatum*

A = ลักษณะโคโลนีบนอาหาร PDA (อายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิห้อง)

B = ลักษณะ conidiophore x 400

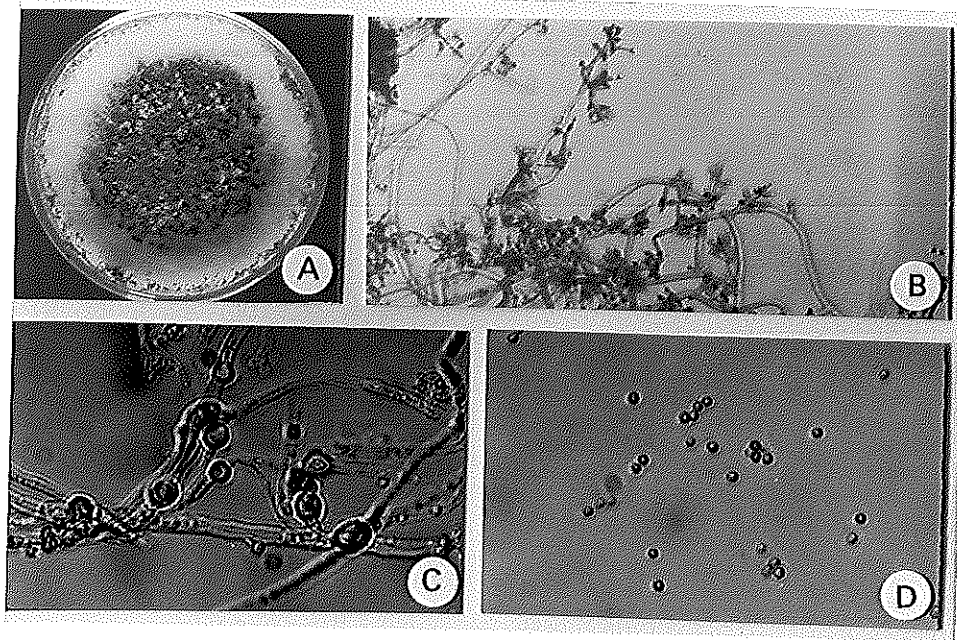
C = ลักษณะ chlamydospore x 400

D = ลักษณะ phialospore x 1000

47. *Trichoderma harzianum* Rifai (ภาพที่ 47)

โคโลนีบนอาหาร PDA เจริญอย่างรวดเร็ว เจริญเต็มจานอาหารเลี้ยงเชื้อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร ในเวลา 3 วัน ที่อุณหภูมิห้อง เริ่มแรกโคโลนีสีขาว ต่อมาเชื้อราจะสร้างกลุ่มคอนิเดียสีเขียว และจะเปลี่ยนเป็นสีเข้มขึ้นเรื่อยๆตามเวลาที่ผ่านมา สายรามนึ่งเรียบ ใสไม่มีสี มี septum ขนาด 2-12  $\mu\text{m}$  มีการสร้าง chlamydospore บนเส้นใย รูปร่างกลม ผนึ่งเรียบ ใสไม่มีสี ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6-12  $\mu\text{m}$  conidiophore มีการแตกแขนงคล้ายต้นไม้ (dendroid) ประกอบด้วยแขนงหลัก และในแขนงหลักจะแตกเป็นแขนงย่อย หลายชั้น conidiophore จะอยู่รวมกันหลวมๆ phialide เป็นรูป pin-shaped ตรงกลางของ phialide จะกว้างที่สุดวัดขนาดได้ 3.5-7.5  $\mu\text{m}$  phialide จะแตกออกเป็นมุมกว้าง phialospore รูปร่างกลมถึง subglobe ลักษณะ phialospore จะคล้ายกับ *T. viride* แต่ขนาดจะเล็กกว่าและมีผนึ่งเรียบ วัดขนาดได้ 2.5-2.7 x 2.8-3  $\mu\text{m}$

ลักษณะของเชื้อ *T. harzianum* ที่แยกได้สอดคล้องกับลักษณะที่ Rifai (1969) ได้บรรยายไว้



ภาพที่ 47 *Trichoderma harzianum*

A = ลักษณะโคโคไบนอาหาร PDA (อายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิห้อง)

B = ลักษณะ conidiophore x 200

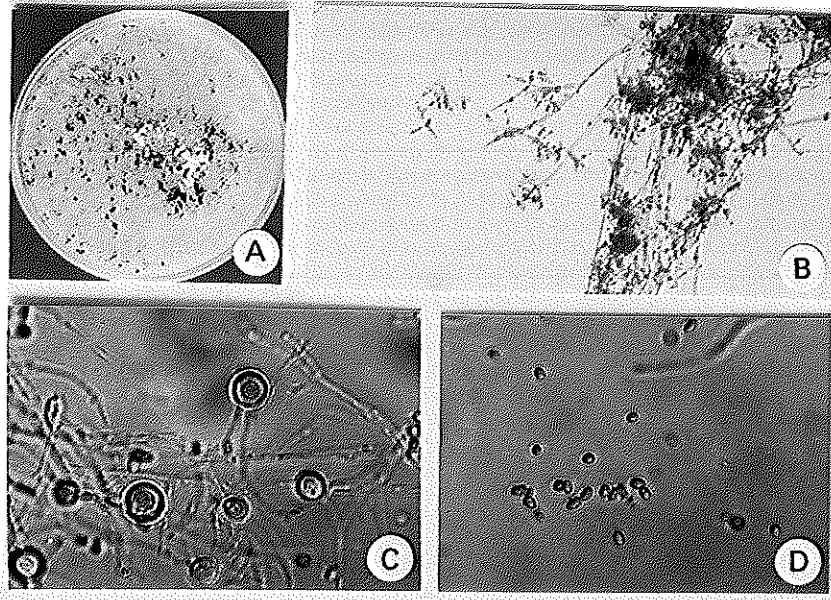
C = ลักษณะ chlamydospore x 400

D = ลักษณะของ phialospore x 400

48. *Trichoderma koningii* Oud (ภาพที่ 48)

โคโลนีบนอาหาร PDA เจริญอย่างรวดเร็ว เจริญเต็มจานอาหารเลี้ยงเชื้อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร เมื่อเวลาผ่านไป 3 วัน ที่อุณหภูมิห้อง เริ่มแรกโคโลนีจะเป็นสีขาว ต่อมาจะมีการสร้างกลุ่มคอนิเดียสีเขียวและจะเปลี่ยนเป็นสีเข้มขึ้นเรื่อยๆตามเวลาที่ผ่านไป ไม่มีการเปลี่ยนสีของอาหาร สายราผนังเรียบใส ไม่มีสี มี septum ขนาด 2-8  $\mu\text{m}$  มีการสร้าง chlamydospore บนเส้นใย รูปร่างกลม ผนังเรียบ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10-12.5  $\mu\text{m}$  conidiophore มีการแตกแขนงเป็นแขนงหลัก และในแขนงหลักจะแตกเป็นแขนงย่อยหลายชั้น conidiophore จะอยู่รวมกันเป็นกลุ่มหลวมๆ ในแขนงย่อยจะมีกลุ่มของ conidiophore 2-3 กลุ่ม phialide เป็นรูป pin-shaped ตรงกลางของ phialide จะกว้างที่สุดวัดขนาดได้ 2.5-3.5 x 7.5-12  $\mu\text{m}$  phialide จะแตกเป็นมุมกว้าง phialospore ส่วนใหญ่รูปร่างยาวรีเป็น elliptic-subcylinder ปลายกลมมน ฐานตัด ขนาด 2.5 x 5  $\mu\text{m}$  สีเขียวอ่อน ผนังเรียบ

ลักษณะของเชื้อ *T. koningii* ที่แยกได้สอดคล้องกับลักษณะที่ Rifai (1969) ได้บรรยายไว้



ภาพที่ 48 *Trichoderma koningii*

A = ลักษณะโคโลนีบนอาหาร PDA (อายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิห้อง)

B = ลักษณะ conidiophore x 200

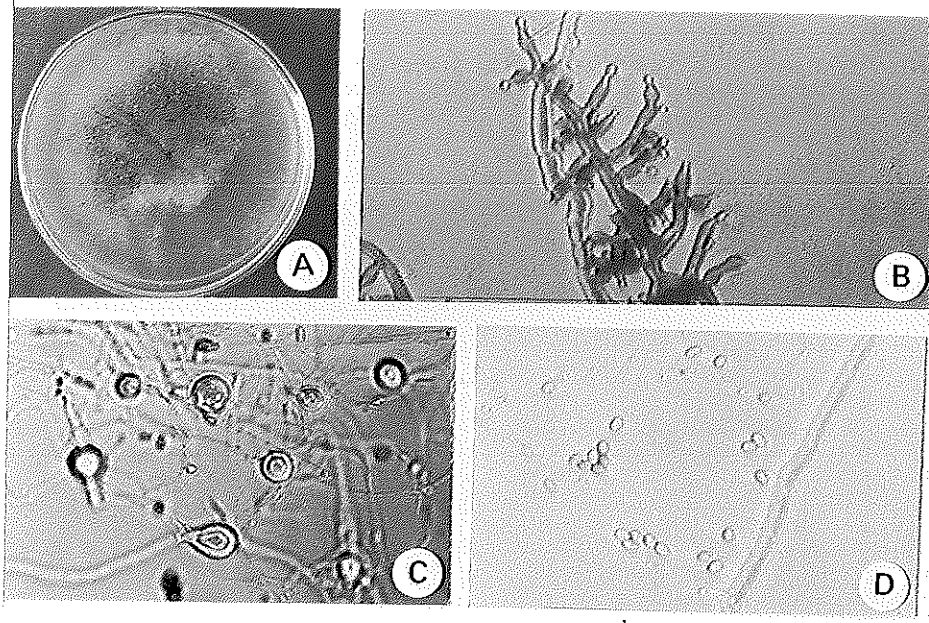
C = ลักษณะ chlamydospore x 400

D = ลักษณะของ phialospore x 400

49. *Trichoderma pseudokoningii* Rifai (ภาพที่ 49)

โคโลนีบนอาหาร PDA เชื้อราเจริญอย่างรวดเร็ว เจริญเต็มจานอาหารเลี้ยงเชื้อ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร ในเวลา 3 วัน ที่อุณหภูมิห้อง เริ่มแรกโคโลนีเป็น สีขาว ต่อมามีการสร้างกลุ่มคอนิเดียสีเขียว และจะเปลี่ยนเป็นสีเข้มขึ้นเรื่อยๆ ตามเวลาที่ผ่านมา มีการเปลี่ยนสีของอาหารเป็นสีเหลือง สายราผนังเรียบ ใสไม่มีสี มี septum ขนาด 2-8  $\mu\text{m}$  เชื้อรามีการสร้าง chlamydospore บนเส้นใย รูปร่างกลม ผนังเรียบ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6-10  $\mu\text{m}$  conidiophore มีการแตกแขนงเป็นแขนงหลัก และในแขนงหลักจะแตกเป็นแขนงย่อยหลายชั้นมาก conidiophore จะอยู่รวมกันเป็นกลุ่ม phialide รูปร่าง pin-shaped ตรงกลางของ phialide จะกว้างที่สุดวัดขนาดได้ 2.7-3.5 x 5-5.8  $\mu\text{m}$  phialide แตกเป็นมุมกว้าง ในบางครั้งพบว่า phialide เกิดจากเส้นใยโดยตรง phialospore รูปร่าง subcylinder ปลายกลมมนท้ายตัดขนาด 2-2.5 x 3-4  $\mu\text{m}$  สีเขียวอ่อน ผนังเรียบ phialospore คล้ายกับ *T. koningii* แต่การแตกแขนงของ *T. pseudokoningii* จะมีความสลับซับซ้อนมากกว่า

ลักษณะของเชื้อ *T. pseudokoningii* ที่แยกได้สอดคล้องกับลักษณะที่ Rifai (1969) ได้บรรยายไว้



ภาพที่ 49 *Trichoderma pseudokoningii*

A = ลักษณะโคโลนีบนอาหาร PDA (อายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิห้อง)

B = ลักษณะ conidiophore x 400

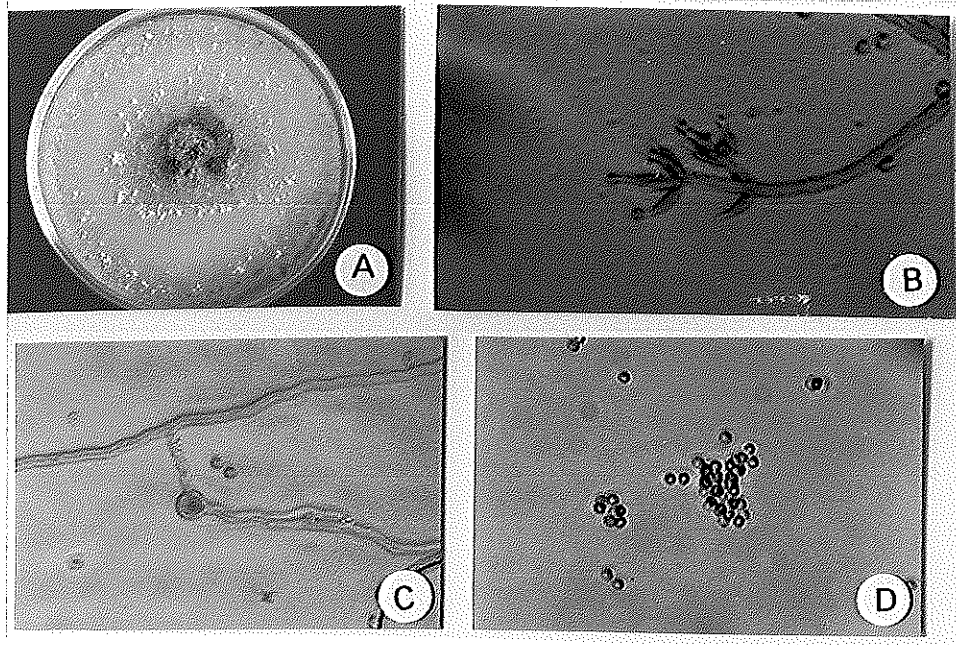
C = ลักษณะ chlamydospore x 400

D = ลักษณะของ phialospore x 400

50. *Trichoderma viride* Pers. ex. S.F. Gray (ภาพที่ 50)

โคโลนีบนอาหาร PDA เชื้อราเจริญอย่างรวดเร็วเต็มจานอาหารเลี้ยงเชื้อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร ในเวลา 2-3 วัน ที่อุณหภูมิห้อง เริ่มแรกโคโลนีจะมีสีขาว ต่อมา มีการสร้างคอนิเดียสีเขียว และจะเปลี่ยนเป็นสีเข้มขึ้นเรื่อยๆตามเวลาที่ผ่านมา ไม่มีการเปลี่ยนสีของอาหาร สายราผนังเรียบ ใสไม่มีสี มี septum ขนาด 10-13  $\mu\text{m}$  มีการสร้าง chlamydospore บนเส้นใย รูปร่างกลม ผนังเรียบ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 13-14  $\mu\text{m}$  conidiophore มีการแตกแขนงเป็นแขนงหลัก และในแขนงหลักจะแตกแขนงเป็นแขนงย่อย ไม่สลับซับซ้อน ในแต่ละแขนงย่อยจะประกอบด้วย phialide รูปร่าง pin-shaped ตรงกลางของ phialide จะกว้างที่สุดวัดขนาดได้ 3-5  $\mu\text{m}$  phialide จะแตกเป็นมุมกว้างมาก phialospore ส่วนใหญ่รูปร่างกลม ถึง short obovoid ขนาด 3.5-4 x 4-4.8  $\mu\text{m}$  สีเขียวอ่อน ผนังขรุขระ

ลักษณะของเชื้อ *T. viride* ที่แยกได้สอดคล้องกับลักษณะที่ Rifai (1969) ได้บรรยายไว้ นอกจากนี้ Rifai ยังรายงานลักษณะเฉพาะของ *T. viride* Pers. ex. S.F. ไว้ว่า เมื่อเชื้อราอายุมากขึ้นจะมีกลิ่นคล้ายมะพร้าว (coconut)



ภาพที่ 50 *Trichoderma viride*

A = ลักษณะโคโลนีบนอาหาร PDA (อายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิห้อง)

B = ลักษณะ conidiophore x 400

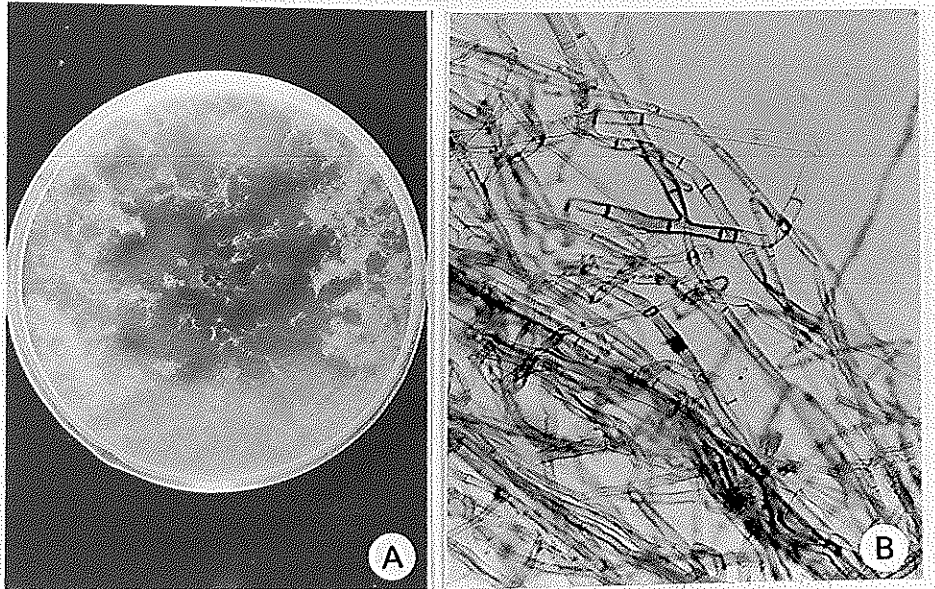
C = ลักษณะ chlamydospore x 400

D = ลักษณะของ phialospore x 400

51. *Xylaria* sp. (ภาพที่ 51)

โคโลนีบนอาหาร PDA เชื้อราเจริญอย่างรวดเร็ว เริ่มแรกโคโลนีจะมีสีขาว เมื่ออายุมากโคโลนีขึ้นจะเปลี่ยนเป็นสีเทา และพบว่าเชื้อราจะมีการสร้างก้าน (stalk) ออกจากจานอาหารเลี้ยงเชื้อด้วย ก้านยาวประมาณ 3-5 เซนติเมตร ในสภาพธรรมชาติเชื้อราจะมีการสร้าง stromata ผันงหนาดคล้ายกำมะหยี่จากรังยาว 4-12 เซนติเมตร มีการแตกแขนงของ stromata

ลักษณะของ *Xylaria* ที่แยกได้สอดคล้องกับลักษณะที่ Sands (1969) ได้บรรยายไว้



ภาพที่ 51 *Xylaria* sp.

A = ลักษณะโคโลนีบนอาหาร PDA

B = ลักษณะสายรา x 400

## 52. unidentified species

โคโลนีบนอาหาร PDA มีสีขาว ไม่พบการสร้าง conidiophore และสปอร์ พบ  
เฉพาะสายรา มีกลิ่นคล้ายแอลกอฮอล์หมัก

## 6. การศึกษาความเข้มข้นของรวงรังที่เหมาะสมต่อการเจริญของสายราเห็ดโคน

จากผลการทดสอบความเข้มข้นของรวงรังที่เหมาะสมต่อการเจริญของสายราเห็ดโคนโดยการวัดขนาดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของโคโลนี พบว่า ความเข้มข้นของรวงรังที่ 0% และ 1% ให้ผลไม่แตกต่างกันทางสถิติ โคโลนีมีขนาดใกล้เคียงกัน คือ  $19.75 \pm 2.06$  และ  $19.25 \pm 0.95$  มิลลิเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 6) แต่ความหนาของโคโลนีที่ 1% จะมากกว่ารวงรัง 0% ส่วนโคโลนีบนรวงรัง 5% และ 10% ความหนาของโคโลนีจะเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของรวงรัง แต่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของโคโลนีจะน้อย (ภาพที่ 52) เพื่อให้การทดลองในข้อที่ 7 ซึ่งวัดการเจริญโดยการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางสังเกตผลได้ชัดเจน จึงใช้ความเข้มข้นของรวงรังที่ 1%

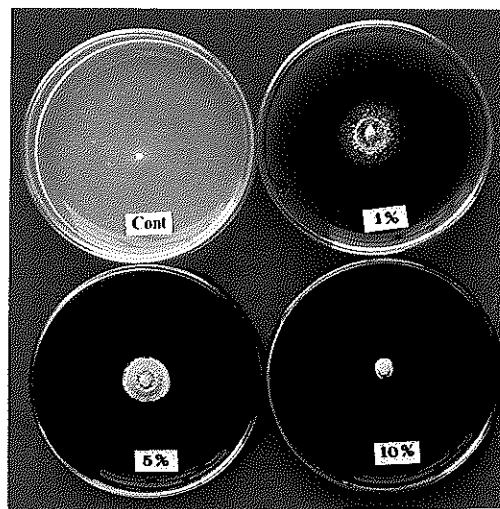
จากการทดลองจะเห็นว่าเมื่อความเข้มข้นต่างกัน ความหนาของโคโลนีก็จะต่างกัน ทั้งนี้อาจเป็นผลเนื่องมาจาก pH ที่ต่างกันของอาหารเลี้ยงเชื้อแต่ละทรีตเมนต์ เมื่อเปรียบเทียบค่า pH ในแต่ละทรีตเมนต์ ที่รวงรัง 0% มีค่า pH 6.08, รวงรัง 1% มีค่า pH 6.03, รวงรัง 5% มีค่า pH 5.82 และรวงรัง 10% มีค่า pH 5.65 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าเมื่อเปอร์เซ็นต์ของรวงรังที่ผสมในอาหารเพิ่มขึ้นค่า pH จะลดลง ทั้งนี้เนื่องมาจากสภาพของรวงรังในธรรมชาติเป็นกรด (Sands, 1969) การนำรวงรังมาผสมในอาหารจึงเท่ากับเป็นการลด pH ของอาหารทำให้อาหารเป็นกรดเพิ่มขึ้น ซึ่งสภาพที่เป็นกรดมากๆอาจไม่เหมาะสมต่อการเจริญของสายราเห็ดโคน แต่ในสภาพธรรมชาติการที่รวงรังเป็นกรดแต่เห็ดโคนยังสามารถเจริญได้นั้นอาจเนื่องมาจากในสภาพรวงรังธรรมชาติมีจุลินทรีย์หลายชนิดเช่น แบคทีเรีย และแอคติโนมัยซิส และเชื้อรา (Arshad et al., 1982) รวมทั้งปลวกซึ่งอาจมีการทำงานร่วมกันและมีการปลดปล่อยสารบางอย่างส่งผลให้สายราเห็ดโคนสามารถเจริญได้แม้ในสภาวะเป็นกรด และเมื่อเปรียบเทียบค่าของรวงรัง ที่ผสมในอาหารที่ 0% และ 1% จะเห็นว่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของสายราเห็ดโคนมีค่าใกล้เคียงกัน อาจเนื่องมาจากค่า pH ของอาหารใกล้เคียงกันคือ 6.08 และ 6.03 แต่ลักษณะโคโลนีจะต่างกันคือลักษณะโคโลนีบนอาหาร WA+รวงรัง 1% จะมีลักษณะหนากว่ารวงรัง 0 % ทั้งนี้เป็นเพราะรวงรังเป็นแหล่งอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญของจุลินทรีย์หลายชนิด (Zoberi, 1979) ดังนั้นการเพิ่มรวงรังจึงเป็นการเพิ่มอาหารให้กับสายราเห็ดโคน

ตารางที่ 6 การเจริญของสายรา *Termitomyces globulus* บนอาหารวุ้นที่เตรียมจากรวงรังปลวก *Macrotermes gilvus* ในความเข้มข้นต่างๆกันหลังปลูกเชื้อ 20 วัน

เปอร์เซ็นต์ของรวงรัง	pH	เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย ( มม. ) ( 20 วัน )	ความหนาแน่นของเส้นใย
0	6.08	19.75±2.06 <sup>a</sup>	+
1	6.03	19.25±0.95 <sup>a</sup>	+++
5	5.82	12.50±0.57 <sup>b</sup>	++++
10	5.65	5.25±0.95 <sup>c</sup>	++++

abc = อักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (  $P < 0.1$  %) โดยวิธี DMRT

- + = ความหนาแน่นของสายราน้อยมาก
- ++ = ความหนาแน่นของสายราน้อย
- +++ = ความหนาแน่นของสายราปานกลาง
- ++++ = ความหนาแน่นของสายรามาก



ภาพที่ 52 การเจริญของสายราเห็ดโคนบนอาหารที่มีความเข้มข้นของรวงรังต่างกัน

## 7. การศึกษาการเจริญของสายราเห็ดโคนบนอาหารร่วนต่างชนิดผสมวุ้น 1% ที่ระดับ pH ต่างกัน

ผลการศึกษาการเจริญของสายราเห็ดโคนบนอาหารร่วนต่างชนิดผสมวุ้น 1 % ที่ระดับ pH ต่างกัน พบว่าชนิดของอาหารที่ต่างกันจะทำให้อัตราการเจริญของสายราต่างกัน โดยอาหาร MYA สายราจะเจริญได้ดีที่สุด และบนอาหาร PFA สายราเจริญได้น้อยที่สุด และระดับของ pH ที่ต่างกันอัตราการเจริญของสายราก็จะต่างกัน อาหารทุกชนิดที่ pH 4 สายราเห็ดโคนไม่สามารถเจริญได้ ที่ระดับ pH 5 การเจริญบนอาหาร MYA, PDA และ WA ให้ผลไม่แตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับ pH 6 ระหว่างอาหาร 5 ชนิด พบว่าอาหาร MYA สายราเห็ดโคนสามารถเจริญได้ดีที่สุด ชนิดของอาหารและระดับของ pH ที่เหมาะสมกับการเจริญของสายราเห็ดโคนคือ อาหาร MYA + วุ้น 1% pH 7 และ GPA + วุ้น 1% pH 7 สายราเห็ดโคนมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง  $23.50 \pm 1.29$  มิลลิเมตร และ  $23.00 \pm 0.81$  ตามลำดับ (ตารางที่ 7)

การที่สายราเห็ดโคนไม่สามารถเจริญเติบโตได้ในอาหาร pH 4 อาจเนื่องมาจากสภาพ pH เป็นกรดมากเกินไปอาจส่งผลให้สารอาหารบางชนิดในวุ้นอยู่ในสภาพที่สายราเห็ดโคนไม่สามารถนำมาใช้ได้ แต่ในสภาพธรรมชาติวุ้นมี pH 4.2-4.8 สายราเห็ดโคนเจริญได้ อาจเป็นเพราะในสภาพธรรมชาติมีจุลินทรีย์หลายชนิดอาศัยอยู่ในวุ้นและจุลินทรีย์เหล่านั้นอาจสร้างสารบางชนิดมากระตุ้นการเจริญของสายราเห็ดโคนให้เจริญได้ ทั้งๆที่สภาพ pH ต่ำ และเมื่อเปรียบเทียบการเจริญของสายราเห็ดโคนระหว่าง PDA และ PFA จะเห็นได้ว่าบนอาหาร PDA สายราเจริญได้ดีกว่าบนอาหาร PFA จึงกล่าวได้ว่าสายราเห็ดโคนสามารถใช้ Dextrose ได้ดีกว่า Fructose ทั้งๆที่เป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวเหมือนกัน และลักษณะการเจริญบนอาหารทุกชนิดยกเว้น WA โคโลนีมีลักษณะหนา ทั้งนี้เป็นเพราะในอาหารทุกสูตรยกเว้น WA มีการเติมสารเคมีซึ่งเป็นอาหารของเชื้อราทำให้การเจริญของโคโลนีมีลักษณะหนา (ภาพที่ 53) เมื่อเปรียบเทียบในอาหารชนิดเดียวกันแต่ต่าง pH กัน จะเห็นได้ว่า เมื่อ pH เพิ่มขึ้นการเจริญของสายราเห็ดโคนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในทุกอาหาร ยกเว้น PDA เมื่อเพิ่ม pH จาก 6 เป็น 7 อัตราการเจริญบนอาหารทั้ง 2 ชนิดใกล้เคียงกัน

ตารางที่ 7 การเจริญของสายราเห็ดโคน *Termitomyces globulus* บนอาหารร่วนต่างชนิด  
ผสมรวงรัง 1 % ที่ระดับ pH 4-7 หลังจากปลูกเชื้อ 20 วัน

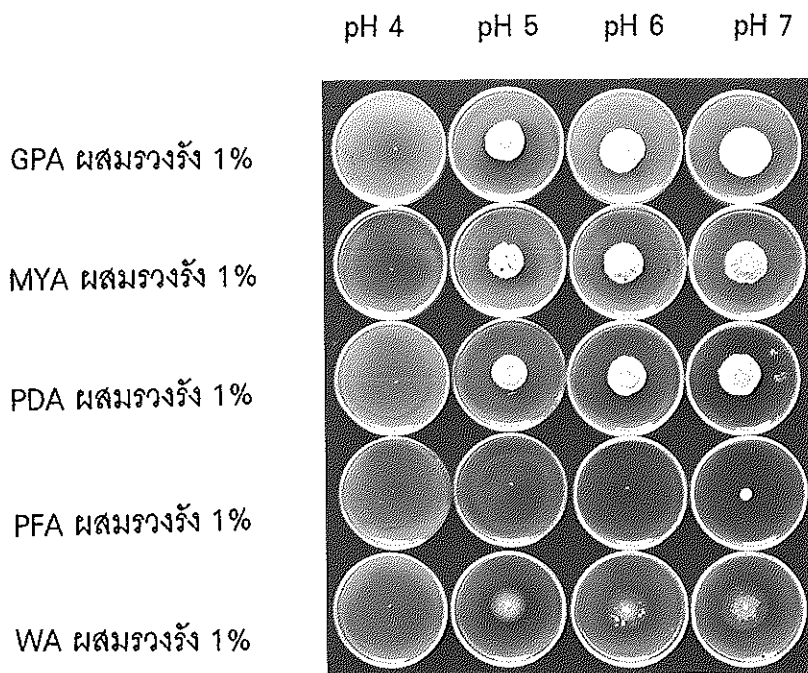
ชนิดของอาหาร	เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยที่ระดับ pH ต่างกัน (มม.)			
	pH 4	pH 5	pH 6	pH 7
GPA	2.25±0.50 <sup>aC</sup>	17.5±0.50 <sup>aC</sup>	19.00±0.81 <sup>bB</sup>	23.00±0.81 <sup>aA</sup>
MYA	2.25±0.50 <sup>aC</sup>	18.00±2.30 <sup>aB</sup>	21.50±1.73 <sup>aA</sup>	23.50±1.29 <sup>aA</sup>
PDA	2.25±0.50 <sup>aC</sup>	16.50±1.00 <sup>aB</sup>	18.50±1.00 <sup>bA</sup>	17.00±1.82 <sup>cAB</sup>
PFA	2.25±0.50 <sup>aB</sup>	2.75±1.50 <sup>bB</sup>	6.25±5.67 <sup>cAB</sup>	8.50±2.38 <sup>dA</sup>
WA	2.25±0.50 <sup>aC</sup>	16.25±0.50 <sup>aB</sup>	17.25±1.25 <sup>bB</sup>	20.50±0.57 <sup>bA</sup>

abc = อักษรเหมือนกันในแถวตั้งเดียวกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ( $P < 0.01\%$ ) โดยวิธี

DMRT

ABC = อักษรเหมือนกันในแถวนอนเดียวกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ( $P < 0.01\%$ ) โดย

วิธี DMRT

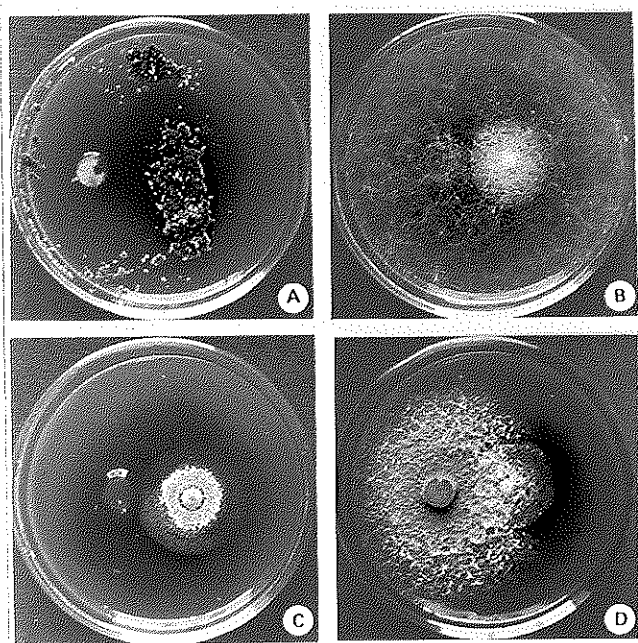


ภาพที่ 53 การเจริญของสายราเห็ดโคนบนอาหาร 5 ชนิดผสมรวงรัง 1% ที่ pH 4 ระดับ  
 หลังปลูกเชื้อ 20 วัน จากซ้ายไปขวาคือระดับของ pH 4 ระดับคือ 4, 5, 6 และ  
 7 ตามลำดับ และจากบนลงล่างคือชนิดของอาหาร 5 ชนิด คือ GPA, MYA,  
 PDA, PFA และ WA ตามลำดับ

## 8. การศึกษาผลของจุลินทรีย์บางชนิดต่อการเจริญของสายราเห็ดโคน

### 8.1 การเลี้ยงเชื้อร่วม

การทดลองนี้ทำการทดลองเริ่มแรกโดยใช้สายรา *Trichoderma harzianum*, *Mucor* sp., *Chaetomium fusiforme* และ *Paecilomyces* sp. แต่ประสบปัญหา เนื่องจากสายราที่ใช้ในการทดสอบเจริญเร็วกว่าสายราของเห็ดโคนมาก เพียงระยะเวลา 5 วันสายราที่ใช้ทดสอบขึ้นปกคลุมสายราเห็ดโคน (ภาพที่ 54) ทำให้ไม่สามารถสังเกตผลได้ จึงทำการทดลองในข้อ 8.2 และ 8.3 ซึ่งไม่ใช้สายราแต่จะใช้ culture filtrate ของเชื้อราแทน



ภาพที่ 54 งานเลี้ยงเชื้อแสดงการเลี้ยงสายราเห็ดโคน *Termitomyces globulus* ร่วมกับสายราที่ใช้ทดสอบ (อายุ 5 วัน)

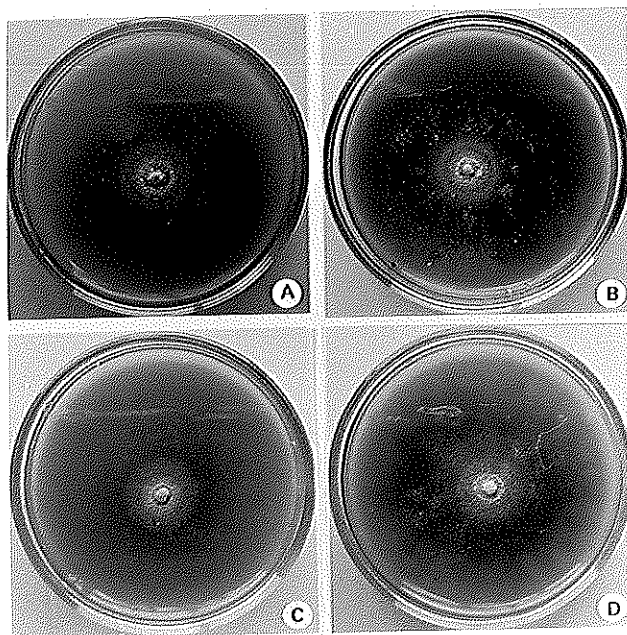
A = สายราเห็ดโคนและ *Trichoderma harzianum*

B = สายราเห็ดโคนและ *Mucor* sp.

C = สายราเห็ดโคนและ *Chaetomium fusiforme*

D = สายราเห็ดโคนและ *Paecilomyces* sp.

ส่วนการทดสอบเชื้อแบคทีเรียที่เรียกว่าการทดสอบจำนวน 47 ไอโซเลทไม่พบว่า  
ไอโซเลทใดที่ส่งเสริมหรือยับยั้งการเจริญของสายราเห็ดโคน (ภาพที่ 55)



ภาพที่ 55 จานเลี้ยงเชื้อแสดงการเลี้ยงสายราเห็ดโคน *Termitomyces globulus* ร่วมกับเชื้อ  
แบคทีเรีย (อายุ 20 วัน)

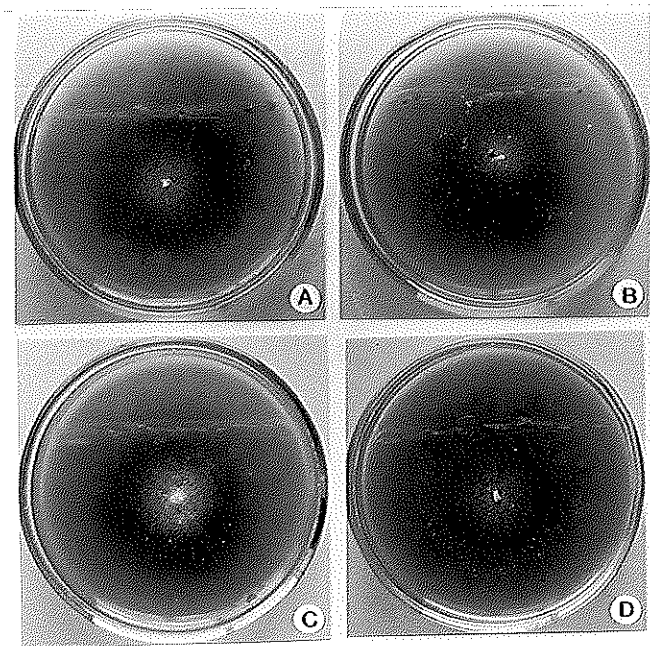
A = สายราเห็ดโคน (control)

B = สายราเห็ดโคนและแบคทีเรียไอโซเลทที่ 1

C = สายราเห็ดโคนและแบคทีเรียไอโซเลทที่ 2

D = สายราเห็ดโคนและแบคทีเรียไอโซเลทที่ 3

การทดสอบเชื้อแอกติโนมัยซิสทำการทดสอบ 7 กลุ่ม (*Streptomyces* sp.) พบว่าไม่มีแอกติโนมัยซิสกลุ่มใดที่ส่งเสริมหรือยับยั้งการเจริญของสายราเห็ดโคน (ภาพที่ 56)



ภาพที่ 56 จานเลี้ยงเชื้อแสดงการเลี้ยงสายราเห็ดโคน *Termitomyces globulus* ร่วมกับเชื้อ

แอกติโนมัยซิส (อายุ 20 วัน)

A = สายราเห็ดโคน (control)

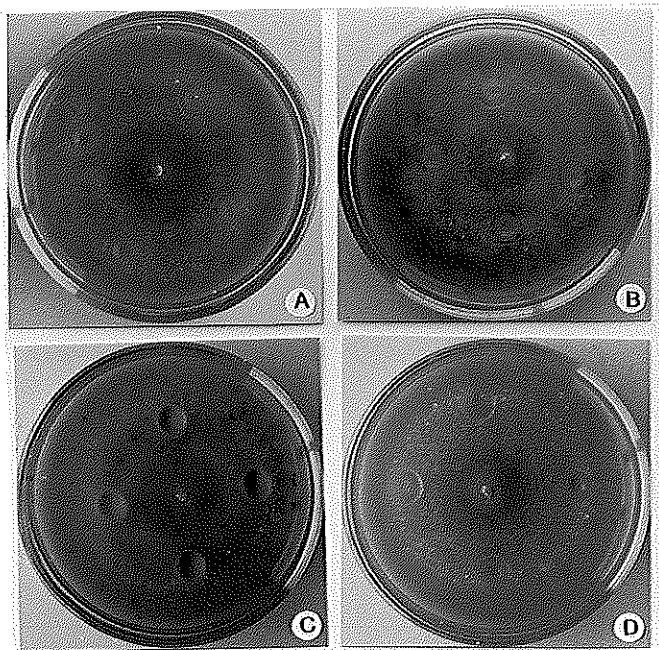
B = สายราเห็ดโคนและ *Streptomyces* sp. 1

C = สายราเห็ดโคนและ *Streptomyces* sp. 2

D = สายราเห็ดโคนและ *Streptomyces* sp. 3

## 8.2 การศึกษา culture filtrate ของสายราที่แยกได้จากวงรังต่อการเจริญของสายรา เห็ดโคนบนอาหารแข็ง

ในการทดลองนี้เลือกราที่พบทุกสกุล (genus) คือ *Aspergillus japonicus*, *Aureobasidium* sp., *Botryodiplodia* sp., *Chalaropsis* sp., *Chaetomium fusiforme*, *Cladosporium* sp., *Eupenicillium hirayamae*, *Fusarium solani*, *Gliocladium virens*, *Mucor* sp., *Neosartoya fisheri*, *Nigrospora* sp., *Paecilomyces* sp., *Penicillium purpurogenum* Stoll, *Pestalotiopsis* sp, *Scytalidium* sp, *Sporothrix* sp, *Syncephalastrum racemosum*, *Talaromyces* sp., *Thielaviopsis* sp., *Torula* sp. *Trichodema harzianum*, *Xylaria* sp. และ unidentified species เมื่อตรวจผลที่ 20 วันพบว่าไม่มี culture filtrate ของสายราสกุลใดที่ส่งเสริมการเจริญเติบโตต่อสายราเห็ดโคน (ภาพที่ 57)



ภาพที่ 57 ผลของ culture filtrate ของเชื้อราบางชนิดที่มีต่อสายราเห็ดโคน *Termitomyces globulus* (อายุ 20 วัน)

A = สายราเห็ดโคน (Control)

B = ผลของ culture filtrate ของ *Xylaria* sp. ที่มีต่อสายราเห็ดโคน

C = ผลของ culture filtrate ของ *Trichoderma harzianum*. ที่มีต่อสายราเห็ดโคน

D = ผลของ culture filtrate ของ *Paecilomyces* sp. ที่มีต่อสายราเห็ดโคน

การศึกษา culture filtrate ของสายราที่แยกได้จากวงรังพบว่าไม่มีสายราสกุลใดที่ส่งเสริมหรือยับยั้งการเจริญต่อสายราเห็ดโคน อาจเป็นได้ว่า culture filtrate ของเชื้อราแต่ละชนิดที่แยกได้ไม่สามารถส่งผลต่อการเจริญของสายราเห็ดโคนในห้องปฏิบัติการ ส่วนในสภาพธรรมชาติสายราเห็ดโคนเจริญได้ดีอาจเป็นผลเนื่องมาจากการทำงานร่วมกันระหว่าง culture filtrate ของเชื้อหลายชนิด ถึงแม้จะมีรายงานว่าเชื้อราหลายชนิดจะสามารถผลิตเอนไซม์ ท็อกซิน และแอนติไบโอติก ซึ่งมีผลต่อจุลินทรีย์หลายชนิดเช่น เชื้อรา *Aspergillus* สามารถผลิตท็อกซินที่มีผลต้านทานการทำงานของฮอร์โมน IAA เชื้อรา *Trichoderma harzianum* และ *Gliocladium virens* สามารถผลิตเอนไซม์ chitinolytic และ glucanolytic ซึ่งมีคุณสมบัติคือ สามารถย่อยสลายผนังเซลล์ (Lorito *et al.*, 1994) และเชื้อรา *Trichoderma viride* ยังสามารถผลิตแอนติไบโอติก (trichocellins-A และ trichocellins-B) ได้อีกด้วย (Wada *et al.*, 1994) จุลินทรีย์ในกลุ่ม *Penicillium* ผลิต penicillin มีคุณสมบัติในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียจำพวก *Micrococcus* ได้ นอกจากนี้ยังมีรายงานการผลิตเอนไซม์หลายชนิดโดยเชื้อ *Mucor* เช่น polygalacturonase, lipase (Perraud and Laboret, 1995 ; Wang *et al.*, 1997) แต่จากการทดลองนี้ culture filtrate ที่เชื้อผลิตได้ไม่มีผลต่อการเจริญของสายราเห็ดโคน นอกจากนี้อาจมีสาเหตุเนื่องมาจากเปอร์เซ็นต์ของอาหารร่วนที่ใช้ในการทดสอบมากเกินไป ทำให้ขนาดของช่องว่างระหว่างร่วนมีขนาดเล็กมากอาจส่งผลให้ culture filtrate ไม่สามารถแพร่กระจายเข้าสู่เนื้อร่วน

### 8.3 การหาระดับความเข้มข้นของ culture filtrate ที่มีอิทธิพลต่อการเจริญของสาหร่ายเห็ดโคน

การทดลองเลือกใช้ culture filtrate ของสาหร่าย 11 สกุล จากจำนวนเชื้อรา 51 ชนิด ทั้งนี้เนื่องจากเป็นจุลินทรีย์ที่พบบ่อยในการแยกเชื้อในรวงรังจากแต่ละตัวอย่าง ส่วนสาหร่าย *Xylaria* sp. ถึงแม้ว่าจะเป็นจุลินทรีย์ที่แยกได้น้อยในการแยกเชื้อแต่ละรวงรัง แต่เป็นจุลินทรีย์ที่มีรายงานว่าพบเสมอในรวงรังปลวก

การทดสอบระดับความเข้มข้นของ culture filtrate 4 ระดับ ของสาหร่าย 11 สกุล พบว่าไม่มีสาหร่ายสกุลใดที่ส่งเสริมการเจริญต่อสาหร่ายเห็ดโคน จะเห็นได้ว่าน้ำหนักแห้งของสาหร่ายทุกชนิดที่วัดได้ให้ผลไม่แตกต่างกันทางสถิติ เชื้อ *Aspergillus japonicus* ให้ค่าน้ำหนักแห้งในชุดควบคุมคือ  $21.00 \pm 9.62$  และที่ culture filtrate 1%, 5% และ 10% เป็น  $24.50 \pm 4.79$ ,  $24.50 \pm 2.88$  และ  $19.75 \pm 7.84$  ตามลำดับ (ตารางที่ 8)

จากการทดลองไม่พบจุลินทรีย์ชนิดใดทั้งเชื้อรา แบคทีเรียและแอคติโนมัยซิสที่ส่งเสริมการเจริญต่อสาหร่ายเห็ดโคน อาจเป็นได้ว่าการทำงานของจุลินทรีย์เพียงชนิดเดียวไม่สามารถส่งเสริมการเจริญต่อสาหร่ายเห็ดโคนได้ ถึงแม้จะมีรายงานว่าแอคติโนมัยซิสบางชนิดสามารถกระตุ้นการเจริญของเห็ด *Agaricus bisporus* ได้

*Streptomyces thermovulgaris* Henssen เป็นแอคติโนมัยซิสที่มีรายงานว่าสามารถกระตุ้นการเจริญของสาหร่ายเห็ด *Agaricus bisporus* โดย *Streptomyces thermovulgaris* จะสร้างกรดอะมิโนหลายชนิด เช่น aspartic acid, glutamic acid, serine, alanine, glycine, lysine, valine, isoleucine และ phenylalanine นอกจากนี้ผนังของ *Streptomyces* ยังประกอบไปด้วย alanine, glutamic acid, glycine, L-diaminopimelic acid และยังมีรายงานว่า *Streptomyces* สามารถปลดปล่อย biotic, antibiotic หรือสารประกอบพวกที่เป็นพิษ (toxic substances) ได้ และสารพวก biotic เป็นสารพวกวิตามิน B1, B2, B6, B12, biotin, folic acid, auxin, panthonic acid, nicotinic acid และกรดอะมิโนซึ่งอาจมีผลต่อการเจริญของเห็ด และช่วยเตรียมสภาพแวดล้อมทางนิเวศวิทยาที่เหมาะสม นอกจากนี้แอคติโนมัยซิสยังยับยั้งสาเหตุที่มีผลกระทบต่อการสร้างดอกของเห็ด (Cummins and Harris, 1958 ; Park, 1971 ; Krasil'nikov, 1958 อ้างโดย Stanek, 1972)

Staneek (1974) รายงานว่าจุลินทรีย์ในกลุ่ม thermophilic actinomycetes ในสกุล *Streptomyces* และ thermotolerant fungi ในสกุล *Humicola* สามารถย่อยสลาย cellulose และสร้างวิตามินที่เป็นประโยชน์ต่อการเจริญของสาหร่ายเห็ด และยังพบว่า culture filtrate จากแบคทีเรียกระตุ้นการย่อยสลายเซลลูโลสของแอคติโนมัยซิส นอกจากนี้ culture filtrate จากแอคติโนมัยซิสสามารถกระตุ้นการเจริญของแบคทีเรียได้เช่นกัน และ culture filtrate ที่ได้จากการเลี้ยงแบคทีเรียและแอคติโนมัยซิสสามารถกระตุ้นการเจริญของเส้นใยเห็ด *Agaricus bisporus* แต่จากการทดลองนี้พบว่าไม่มีเชื้อรา แบคทีเรียหรือแอคติโนมัยซิสชนิดใดที่ส่งเสริมการเจริญของสาหร่ายเห็ดโคน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะในโรงรังปลวกอาจมีการทำงานร่วมกันระหว่างจุลินทรีย์หลายชนิดรวมทั้งอาจเนื่องมาจากสารเคมีบางชนิดในตัวปลวกด้วย ดังนั้นแนวทางหนึ่งที่น่าสนใจคือ การนำ culture filtrate ที่ได้จากการเลี้ยงจุลินทรีย์หลายชนิดผสมกัน โดยอาจจะเป็นเชื้อรารวมกับแบคทีเรีย, เชื้อรารวมกับแอคติโนมัยซิส, เชื้อแบคทีเรียรวมกับแอคติโนมัยซิส หรือทั้งเชื้อรา แบคทีเรียและแอคติโนมัยซิสรวมกัน อาจช่วยกระตุ้นการเจริญของสาหร่ายเห็ดโคนได้

และจากการทดลองครั้งนี้ จะเห็นได้ว่าค่าของน้ำหนักแห้งของสาหร่ายที่วัดได้มีค่าความแปรปรวนค่อนข้างสูง เนื่องจากสาหร่ายเห็ดโคนเจริญช้ามาก การเจริญของสาหร่ายแต่ละโคโลนีมีความแปรปรวนมาก อาจเกิดจากสภาพแวดล้อมที่ต่างกันในแต่ละหลอดทดลองแต่ละหลอด จากการสังเกตพบว่าในหลอดทดลองที่มีโคโลนีจมอยู่ใต้อาหารเหลวมักมีการเจริญน้อยกว่าพวกที่ลอยอยู่บนผิวหน้าอาหาร ซึ่งอาจทำให้เราได้รับออกซิเจนน้อย การทดลองครั้งต่อไปควรรหาเทคนิคการเลี้ยงเชื้อที่เหมาะสมกว่า

ตารางที่ 8 น้ำหนักแห้งของสายราเห็ดโคน *Termitomyces globulus* ในอาหาร PDB ที่มีระดับความเข้มข้นของ culture filtrate ต่างกัน หลังปลูกเชื้อ 20 วัน

ชนิดของเชื้อรา	น้ำหนักแห้งเส้นใย <i>Termitomyces globulus</i> (mg)			
	Cont.	culture filtrate 1 %	culture filtrate 5 %	culture filtrate 10 %
<i>Aspergillus japonicus</i>	21.00±9.62 <sup>a</sup>	24.50±4.79 <sup>a</sup> (14.28)	24.50±2.88 <sup>a</sup> (14.28)	19.75±7.84 <sup>a</sup> (-6.32)
<i>Botryodiplodia</i> sp.	16.50±6.45 <sup>a</sup>	15.25±10.50 <sup>a</sup> (-8.19)	22.00±6.05 <sup>a</sup> (25.00)	16.50±2.08 <sup>a</sup> (0)
<i>Chaetomium dreyfusii</i>	18.25±7.32 <sup>a</sup>	25.25±3.30 <sup>a</sup> (27.72)	23.25±4.78 <sup>a</sup> (21.50)	21.50±3.87 <sup>a</sup> (15.11)
<i>Fusarium solani</i>	13.75±1.50 <sup>a</sup>	26.50±15.86 <sup>a</sup> (48.11)	24.00±6.16 <sup>a</sup> (42.70)	14.50±2.08 <sup>a</sup> (5.17)
<i>Gliocladium virens</i>	21.00±9.62 <sup>a</sup>	21.75±4.57 <sup>a</sup> (3.44)	22.00±10.42 <sup>a</sup> (4.54)	36.50±8.42 <sup>a</sup> (42.46)
<i>Mucor</i> sp.	15.75±4.34 <sup>a</sup>	17.00±2.94 <sup>a</sup> (7.35)	18.50±1.29 <sup>a</sup> (14.86)	20.25±2.06 <sup>a</sup> (22.22)
<i>Paecilomyces</i> sp.	21.00±9.62 <sup>a</sup>	15.25±3.86 <sup>a</sup> (-37.7)	18.50±7.93 <sup>a</sup> (-13.51)	23.75±3.77 <sup>a</sup> (11.57)
<i>Pestalotiopsis</i> sp.	26.75±4.34 <sup>a</sup>	21.50±5.80 <sup>a</sup> (-24.41)	25.75±5.12 <sup>a</sup> (-3.88)	20.25±6.13 <sup>a</sup> (-32.09)
<i>Syncephalastrum rasemosum</i>	21.00±9.62 <sup>a</sup>	22.25±4.34 <sup>a</sup> (5.61)	22.25±7.13 <sup>a</sup> (5.61)	26.50±5.06 <sup>a</sup> (20.75)
<i>Trichoderma harzianum</i>	13.75±1.59 <sup>a</sup>	21.25±9.87 <sup>a</sup> (35.29)	18.75±6.80 <sup>a</sup> (26.66)	19.50±4.93 <sup>a</sup> (29.48)
<i>Xylaria</i> sp.	24.50±7.74 <sup>a</sup>	23.00±4.96 <sup>a</sup> (-6.52)	25.25±4.42 <sup>a</sup> (2.97)	22.75±2.62 <sup>a</sup> (-7.69)

a = อักษรเหมือนกันในแถวบนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $P < 0.01\%$ ) โดยวิธี DMRT  
ตัวเลขในวงเล็บแสดงเปอร์เซ็นต์การเจริญเพิ่มขึ้นหรือลดลงของสายราเทียบกับชุดควบคุม

## 9. การวิเคราะห์ปริมาณของสารอาหารในรวงรัง

จากการวิเคราะห์สารอาหารจาก 3 ตัวอย่างในตัวอย่างที่ 6, 10 และ 14 พบว่าค่าความชื้นในรวงรังที่วิเคราะห์ได้จากตัวอย่าง 6 และ 10 มีค่าความชื้นใกล้เคียงกัน คือ 12.29 และ 12.20 ตามลำดับ ซึ่งค่าที่ได้ใกล้เคียงกับการรายงานของ Harnboonsong (1986) ซึ่งรายงานความชื้นของรัง *Macrotermes* spp. และ *Odontotermes* spp. พบว่าอยู่ระหว่าง 12.36-16.28 และ 12.30-15.10 ตามลำดับ ในตัวอย่างที่ 14 มีเปอร์เซ็นต์ความชื้นที่ต่ำทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสภาพแวดล้อมและแหล่งที่อยู่ (habitat) ที่ต่างกัน นอกจากนี้การที่ค่าความชื้นของรวงรังที่แตกต่างกันอาจเกี่ยวเนื่องกับชนิดของเห็ดที่พบ จากการเก็บตัวอย่างของเห็ดจะเห็นได้ว่าตัวอย่างที่ 6 และ 10 ซึ่งมีค่าความชื้นใกล้เคียงกันพบเห็ดชนิดเดียวกันคือ *Termitomyces globulus* ส่วนตัวอย่างที่ 14 เป็นตัวอย่างที่มีค่าความชื้นต่ำและพบเห็ด *Termitomyces heimii* นอกจากนี้ปริมาณความชื้นที่แตกต่างกันแล้วค่าของ Acid insoluble ที่วัดได้ในตัวอย่างที่ 14 มีค่าสูงกว่าตัวอย่างที่ 6 และ 10 มาก อาจเป็นได้ว่าค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นและค่าของ Acid insoluble ที่วัดได้มีความสัมพันธ์กับชนิดของเห็ดที่พบ Lee และ Wood (1971) ได้ทำการวิเคราะห์เถ้าของรวงรังของปลวก *Macrotermes falciger* พบว่าประกอบด้วยเถ้า 23.9 เปอร์เซ็นต์ ค่าที่ได้จากการวิเคราะห์มีเพียงตัวอย่างที่ 6 และ 10 ที่มีค่าใกล้เคียงกันกับปริมาณเถ้า ที่ Lee และ Wood (1971) รายงานไว้คือ 19.97 และ 28.75 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ส่วนค่าของโปรตีน เยื่อใย ไขมัน และลิกนิน ค่าที่วิเคราะห์ได้แตกต่างกันหมดในแต่ละตัวอย่าง อาจเป็นผลเนื่องมาจากสภาพแวดล้อมที่ต่างกัน ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการเก็บวัตถุดิบที่ปลวกนำกลับมาสร้างรวงรังต่างกัน ส่วนค่าความเป็นกรดเป็นด่างที่วัดได้ในแต่ละตัวอย่างมีค่าใกล้เคียงกันในแต่ละตัวอย่างคือมีค่า pH เป็นกรดอยู่ระหว่าง 4.20-4.81 (ตารางที่ 9) ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของ Thomas (1987) ที่กล่าวว่า pH ของรวงรังมีค่าอยู่ระหว่าง 4.1-4.6 และการที่สภาพของรวงรังขณะที่เห็ดงอกมีค่า pH ต่ำทั้งนี้เนื่องมาจากปฏิกิริยาการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย

ผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารที่แตกต่างกันในแต่ละรวงรัง อาจเนื่องมาจากความแตกต่างของสถานที่เก็บ Xiangguang (1987) รายงานว่าในแต่ละสภาพพื้นที่ที่แตกต่างกัน ชนิดของพืชผัก คุณภาพของฟุ่มไม้ กิ่งไม้ ที่อยู่รวมกันในป่าจะต่างกัน มีผลทำให้อาหารของ

ปลวกที่เก็บมาในแต่ละห้องที่แตกต่างกัน รวมไปถึงช่วงเวลาในการเก็บ ทั้งนี้เนื่องมาจากในแต่ละแหล่งการออกดอกของเห็ดโคนจะต่างกัน

ตารางที่ 9 ผลจากการวิเคราะห์ปริมาณของสารอาหารในรวงรัง

ชนิดของสารอาหารและ pH	ตัวอย่างที่		
	6	10	14
ASH (%)	28.75	19.97	58.17
Protein (%)	12.78	7.66	5.69
Crude fiber (%)	10.70	20.19	10.60
Moisture (%)	12.29	12.00	6.57
Fat (%)	1.61	1.65	0.47
Neutral detergent fiber (%)	39.79	49.20	61.13
Acid detergent fiber (%)	65.50	48.35	63.48
Acid detergent lignin (%)	22.37	19.26	6.16
Acid soluble (%)	10.06	7.15	12.58
Acid insoluble (%)	18.70	12.83	45.58
pH	4.52	4.20	4.81

## บทที่ 4

### สรุป

จากการเก็บตัวอย่างรวงรัง พร้อมทั้งปลวกและเห็ดโคนจำนวน 20 ตัวอย่าง ใน 4 จังหวัดคือ สงขลา ยะลา พัทลุงและสตูล พบว่าเห็ดโคนที่พบมี 2 ชนิด คือ *Termitomyces globulus* และ *T. heimii* โดยเห็ดโคนทั้งสองชนิดนี้มีความสัมพันธ์กับปลวกชนิดเดียวกัน คือ *Macrotermes gilvus*

ลักษณะของสายรา *T. globulus* ที่แยกได้จากวิธีการเพาะเลี้ยงเชื้อ โคลินี้จะมีลักษณะเฉพาะคือโคโลนีของสายราจะมีความหนาแน่นน้อยในบริเวณถัดจากขอบเข้าไป กลางจานอาหารเลี้ยงเชื้อ

เมื่อนำรวงรังมาศึกษาพัฒนาการของเห็ดโคนในห้องปฏิบัติการ โดยการย้ายรวงรังที่มีตุ่มของดอกเห็ดมาเลี้ยงบนแบบสภาพรังปลวก ไม่พบการพัฒนาการของดอกเห็ด แต่จะพบรา *Xylaria* sp. เจริญขึ้นปกคลุมรวงรัง

และจุลินทรีย์ที่พบจาก 20 รวงรัง ประกอบด้วยเชื้อรา 23 สกุล ( 51 ชนิดและอีก 6 ไอโซเลท ไม่สามารถจำแนกชนิดได้) คือ *Aspergillus candidus*, *A. carbonarius*, *A. flavus*, *A. japonicus*, *A. niger*, *A. tamarii*, *A. terreus*, *A. sp.*, *Aureobasidium sp.*, *Botryodiplodia sp.*, *Chalaropsis sp.*, *Chaetomium deceptivum*, *C. dreyfusii*, *C. fusiforme* Chivers, *C. globosum*, *Cladosporium cladosporioides*, *Eupenicillium hirayamae*, *Eupenicillium sp.* 1-5, *Fusarium solani*, *Fusarium sp.*, *Gliocladium virens*, *Mucor sp.*, *Neosartoya fisheri*, *Nicospora sp.*, *Paecilomyces sp.*, *Penicillium purpurogenum*, *Penicillium sp.* 1-8, *Pestalotiopsis sp.*, *Scytalidium sp.*, *Sporothrix sp.*, *Syncephalastrum racemosum*, *Talaromyces sp.*, *Thielaviopsis sp.*, *Torula sp.*, *Trichoderma hamatum*, *T. harzianum*, *T. koningii*, *T. pseudokoningii*, *T. viride*, *Xylaria sp.* และ unidentified species เชื้อแบคทีเรีย และแอคติโนมัยซีตจาก 4 รวงรัง พบเชื้อแบคทีเรีย 47 ไอโซเลท และ *Streptomyces sp.* จำนวน 29 ไอโซเลท และกลุ่มของเชื้อราที่พบมากที่สุดคือ กลุ่มของเชื้อรา *Penicillium*, *Trichoderma*, *Aspergillus* และ *Mucor*

การศึกษาความเข้มข้นของรวงรังที่เหมาะสมต่อการเจริญของสายราเห็ดโคนพบว่า รวงรัง 1 % การเจริญของสายราเห็ดโคนมีขนาดโคโลนีกว้างที่สุด และชนิดของอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญของสายราเห็ดโคนบนอาหารร่วนผสมรวงรัง 1 % ที่ระดับ pH ต่างกัน พบว่าอาหาร malt yeast agar ผสมรวงรังปลวก 1% และ glucose peptone agar ผสมรวงรัง 1 % สายราเห็ดโคนสามารถเจริญได้ดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับอาหารชนิดอื่นที่ใช้ในการทดสอบ และในอาหารทุกชนิดยกเว้น PDA สายราเห็ดโคนเจริญในอาหารที่มีระดับ pH 7 ได้ดีกว่าอาหารที่มีระดับ pH ต่ำลงมา ส่วนที่ระดับ pH 4 สายราเห็ดโคนไม่สามารถเจริญได้ในอาหารทุกชนิดที่ทำการทดสอบ

เมื่อนำจุลินทรีย์ที่แยกได้จากรวงรังมาทดสอบหาชนิดของจุลินทรีย์ที่ส่งเสริมการเจริญของสายราเห็ดโคนพบว่าไม่มีจุลินทรีย์ชนิดใดที่ส่งเสริมการเจริญของสายราเห็ดโคน (*T. globulus*)

การวิเคราะห์ปริมาณของสารอาหารและ pH ของรวงรังพบว่าปริมาณของโปรตีน เยื่อใย ความชื้น ไขมัน ลิกนิน รวมทั้งปริมาณกรดที่วิเคราะห์ได้ในแต่ละตัวอย่างมีค่าแตกต่างกันทั้งหมด มีเพียง pH เท่านั้นที่มีค่าใกล้เคียงกัน คือมีค่าเป็นกรดอยู่ระหว่าง 4.20-4.81

## เอกสารอ้างอิง

ครรรชิต หรุ่นศิริ. 2539. เที่ยวป่าหาเห็ดโคน. กสิกร 69 : 369-371.

จวีวรรณ หุตะเจริญ. 2533. แมลงป่าไม้ของไทย. กองบำรุง กรมป่าไม้ กรุงเทพฯ.

ณัฐสิทธิ์ ต้นสกุล และสุชน เอกคนาลักษมี. 2536. การเพาะเห็ดปลวกและเห็ดโคน.  
ข่าวเกษตรศาสตร์ 38 : 47-57.

ณิศร์ กীরติบุตร และยุพา หาญบุญทรง. 2529. การศึกษาอนุกรมวิธานของปลวกที่เกี่ยวข้อง  
กับเห็ดโคน. เกษตร 14 : 145-150.

ไพศาล เหล่าสุวรรณ. 2531. สถิติสำหรับการวิจัยทางเกษตร. คณะทรัพยากรธรรมชาติ  
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

วสันต์ เพชรรัตน์. 2540. เห็ดป่าในภาคใต้ของประเทศไทย : I เห็ดปลวก (*Termitomyces*  
spp.) วารสารสงขลานครินทร์ วทท. 19 : 165-171.

สราวุธ สมถวิล. 2538. อิทธิพลของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ต่อการเจริญของสายใยและการ  
เกิดปุ่มดอกของเห็ดฟาง *Volvariella volvacea* เห็ดโคน *Termitomyces* sp. และเห็ด  
ลูกผสมที่เกิดจากการรวมโปรโตพลาสต์. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

องอาจ รุ่งเรืองบางขัน. 2527. การศึกษาชีววิทยาและนิเวศวิทยาบางประการของปลวกใน  
ห้องที่มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

- Abo-Khatwa, N. 1977. Cellulase of fungus growing termite : A new hypothesis on its origins. *Experientia* 34 : 559-560.
- Alofe, F.V. 1991. Amino acids and trace mineral of three edible wild mushroom from Nigeria. *Journal of Food Composition and Analysis* 4 : 167-174.
- Amhad, M. 1965. Termites (Isoptera) of Thailand. *American Museum of Natural History* 131 : 7-9.
- Arshad, M.A., Mureria, N.K. and Keya, S.O. 1982. Effect of termite activities on the soil microflora. *Pedibologia* 24 : 161-167.
- Arx, J.A.V., Guarro, J. and Figueras, M.J. 1986. *The Ascomycete Genus Chaetomium*. Germany : Strauss Offsctdruck Gmbh.
- Barnett, H.L. and Hunter, B.B. 1972. *Illustrated Genera of Imperfect Fungi*. United stated : Burgess Publishing Company.
- Batra, L.R. and Batra, S.W.T. 1979. Termites-fungus mutualism. In *Insect Fungus Symbiosis*. (ed. Batra, L.R.) pp. 117-163. N.J. Allanheld, Osmun, Montclair.
- Batra, S.W.T. and Batra, L.R. 1967. The fungus gardens of insects. *Science American Association for the Advancement of Science* 217 : 112-12.
- Bel, P.J. and Pataragetvit, S. 1982. Edible mushrooms in Thailand, cultivated by termites. In *Tropical Biological Nature and Cultivation Methods*. (ed. Chang, S.T. and T.H. Quimio) pp. 445-491. Hong Kong : The Chinese University Press.

- Booth, C. 1971. The Genus *Fusarium*. Great Britain : The Eastern Press Limited.
- Booth, C. 1977. *Fusarium*. England : The Commonwealth Mycological Institute.
- Botha, W.T. and Eicker, A. 1992. Nutritional value of *Termitomyces* mycelial protein and growth of mycelium on natural substrates. *Mycological Research* 96 : 350-354.
- Crisan, E.V. and Sands, A 1978. Nutritive value. In *The Biology and Cultivation of Edible Mushroom*. (ed. Chang, S.T. and W.A. Hayes) pp 137-165. New York : Academic Press.
- Cummins, C.S. and Harris, H. 1958. Studies on the cell wall composition and taxonomy of Actinomycetales and related groups. *Microbiology* 18 : 173-189.
- Dhileepan, K. 1992. Insect pest of oil palm (*Elaeis guineensis*) in India. *Planter* 183-191.
- Domsch, K.H., Gams, W. and Anderson, T.H. 1980. *Compendium of Soil Fungi*. London : Academic Press.
- Eicker, A. 1980. Mesophilic fungi associated with cultivation of *Agaricus brunnescens*, *Transactions of the British Mycological Society* 74 : 645-670.
- Ellis, M.B. 1971. *Dematiaceous Hyphomycetes*. U.K. : Cambrian News, Aberystwyth.

- Falloon, T. 1988. Investigations on subterranean termites damaging Jamaican sugar can. Proceeding of the 23rd west Indies sugar technologists association conference, Hilton Hotel, Barbados, 18-22. Apr 1988. Bridgetown (Barbados). Sugar association of the Caribbean. 1988. p. 29-33.
- Farhat, N., Chaudhary, A.H. and Iqbal, Q.J. 1982. Studies on the fungi associated with the termite *Odontotermes obesus*. Pakistan Journal of Botany 14 : 27.
- Gay, F.J. 1970. Isoptera In The Insect of Australia. Canberra : Melbourne University Press.
- Ghosh, A.H. and Sengupta, S 1980. Isolation and purification of a xylanase from mushroom, *Termitomyces clypeatus* grown under submerged culture. Bangladesh Association for the Advancement of Science. Rajshahi (Bangladesh) BAAS. pp. 182.
- Grasse, P.P. 1945. Reserches sur la biologie des termites champignonnistes (Macrotermitinae). Ann. Soc. Nat. Zool. Bil. Animale 11 : 115-146.
- Harris, W.V. 1971. Termites, their Recogniting and Control. London : Longman Group LTD.
- Harnboonsong, Y. 1986. Fungus Growing Termites. Bangkok : Master of Science (Agriculture) Kasetsart Univeristy.
- Hawksworth, D.L.S. and Ainsworth, G.C. 1983. Dictionary of the Fungi. Great Britain : Charlesworth & Co Ltd.

- Hawksworth, D.L., Kirk, P.M., Sutton, B.B and Pegler, D.N. 1995. Dictionary of the Fungi. UK. The University Press.
- Heim, R. 1958. Termitomyces In "Flore Leonographique des Champignons du Congo", pp. 139-151.
- Hickin, N.E. 1971. Termites a World Problem. London : Hutchison & Co LTD.
- Higashi, M. and Abe, T. 1997. Global diversification of termites driven by the evolution of symbiosis and sociality. In Biology and Ecology of Termites. (ed. Kirybutr, N. and T. Abe) pp. 28-57. The international network for diversitas in western Pacific and Asia.
- Hsich, W.H. 1980. Root and basal stem rots of sugarcane : a new disease caused by *Xylaria* sp. Report of the Taiwan Sugar-Research Institute 87 : 15-24.
- Inoue, T., Vigarnsorn, P. and Abe, T. 1997. Mound structure of the fungus-growing termite *Macrotermes gilvus* in Thailand. Journal of Tropical Ecology 13 : 115-124.
- John, I.P. 1988. A Laboratory Guide to Common *Penicillium* species. N.S.W. Commonwealth scientific and industrial research organization division of food proceeding.
- Kambhampati, S., Kjer, K.M. and Thorne, B.L. 1996. Phytogenetic relationship among termites families based on DNA sequence of mitochondrial 16s ribosomal RNA gene. Insect of Molecular and Biology 5 : 229-238.

- Khen, C.V. 1996. Termites. In Forest Pest in Sabah. pp. 3-16. Sabah forest department forest research center.
- Kongkamol, S., Klingsorn, P. and Phanichapul, L. 1988. New Termitomyces species of Thailand. Chulalongkon Univ., Bangkok (Thailand). Programme and abstracts 14th conference on science and technology of Thailand.
- Krishna, K. 1970. Taxonomy, phylogeny and distribution of termites. In Biology of Termites. (ed. Krishna, K and M, Weesner) vol. II pp. 127-150. New York : Academic Press.
- Lee, K.E. and Wood, T.G. 1971. Termite and Soils. New York : Academic Press.
- Lorito, M., Peterbauer, C., Hayes, C.K. and Harman, G.E. 1994. Synergistic interaction between fungal cell wall degrading enzymes and different antifungal compounds enhances inhibition of spore germination. Microbiology 140 : 623-629.
- Luscher, M. 1961. Air conditioned termites nests. Science American 205 : 138-145.
- Maren, A.K. and John, I.P. 1988. A Laboratory Guide to Common *Aspergillus* Species and Their Teleomorphs. N.S.W. Commonwealth scientific and industrial research organization, Divison of food processing.
- Martin, M.M. 1987. Ingested Fungal Enzyme in Arthropod Biology. Ithaca : Cornell University Press.

- Matsumoto, T. 1976. The role of termites in an equatorial rain forest ecosystem of west Malaysia 1. population density, biomass, carbon, nitrogen and calorific content and respiration rate. *Oecologia* 22 : 153-178.
- Mcdonald, D. 1968. A list of fungi associated with groundnuts in Nigeria. Samari Miscellaneous pp. 27.
- Mohindra, P. and Mukerji, K.G. 1982. Fungal ecology of termite mounds. *Revue d'Ecologie et de Biologie de Sol* 19 : 351-361.
- Noirot, C. 1980. Recent studied on symbiosis in fungus-cultivating termites (Macrotermitinae). *Biologie-Ecologie Mediterraneene* 7 : 123-128.
- O'Brien, R.W. and Slaytor, M 1982. Role of microorganism in the metabolism of termite. *Australian Journal of Biological Science* 35 : 239-262.
- Okech, M.A. and Kotengo, M.O. 1988. Culture, isolation and microscopic studied on *Termitomyces* species from the fungus comb of *Macrotermes michaelseni*, *Mushroom Journal* 8 : 53-57.
- Otani, Y. and Shimizu, D. 1981. *Termitomyces clypeatus* Heim. Collected from Iriomoto Island, Okinawa, Japan. *Bulletin of the National Science, Tokyo* 7 : 131-134.
- Park, J.Y. 1971. A stimulative effect of *Streptomyces thermovulgaris* on the mycelium growth of *Agaricus bisporus*. *MGA Bulletin* 254 : 78-83.

- Pegler, D.N. and Rayner, R.W. 1969. A contribution to the organic flora of Kenya. Kew Bulletin 23 : 347-412.
- Pegler, D.N. and Pierce, G.D. 1980. The edible mushroom of Zambia. Kew Bulletin 35 : 475-492.
- Perrandaud, R. and Laboret, F. 1995. Optimization of methyl propionate production catalysed by *Mucor miehei* lipase. Applied Microbiology and Biotechnology 44 : 321-326.
- Petrova, A.D., Sizova, T.P., Mirchink, T.G. and Pokrovskaya, I.V. 1980. Microscopic soil fungi found in the hill of the termite *Anacanthotermes ahngerianus* Jac. in west Turkmenistan. Mikologiya i Fitopatologiya 14 : 13-20.
- Pomeroy, D.E. 1977. The distribution and abundance of large termite mounds in Uganda. Journal of Applied Ecology 14 : 465-475.
- Pongsamart, S., Boonvisit, S. and Vooticumpee, P. 1985. Protein quality of wild edible mushroom in Thailand. Journal of Pharmaceutical Sciences 10 : 149-163.
- Rajgopal, S., Rao, D.R. and Varma, A.K. 1979. Association of fungi in termite gut. Current Science 48 : 998-999.
- Rajgopal, S. and Varma, A.K. 1980. Auxin (IAA) production by associative fungi of termite gut *Odontotermes obesus* in vitro. Current Science 49:632-634.
- Ramirez, C. 1982. Manual and Atlas of the Penicillia. Netherlands : Elsevier Biomedical Press.

Raper, K.B., Fennell, D.I. and Anstwick, P.K.C. 1965. The Genus *Aspergillus*. United States : The Williams and Wilkins Company.

Rifai, M.A. 1969. A revision of the genus *Trichoderma*. Mycological Paper No.156 : 1-56.

Rohrmann, G.F. 1978. The origin, structure and nutritional importance of the comb in two species of *Macrotermitinae* (Insecta : Isoptera). *Pedobiologia* 18 : 89-98.

Rohrmann, G.F. and Rossman, A.Y. 1980. Nutrient strategies of *Macrotermes ukuzii* (Isoptera : Termitidae) . *Pedobiologia* 20 : 61-73.

Roy, A. and Samajpati, N. 1982. Edible mushroom of West Bengal-IX *Termitomyces latestui* (PAT) Heim, A new India edible mushroom. *Mushroom Newsletter for the Tropics* 3 : 10-12.

Saarimaki, T., Harkonen, M. and Mwasumbi, L. 1994. Tanzanian mushroom and their uses *Termitomyces singidensis*, sp nov. *Karstenia* 34 : 13-20.

Sands, W.A. 1969. Association of termites and fungi, In *Biology of Termites* (ed. Krishna, K. and F.M. Weesner) Vol. I, pp 495-524. New York : Academic Press.

Singh, U.T., Singh, J. and Singh, I.D. 1978. Microbial association with the termites in a tropical deciduous forest at Varanasi. *Tropical Ecology* 19 : 163-173.

Singh, U.R. and Singh, S.J. 1981. Temperature and humidity relation of termites. *Pedobiologia* 21 : 211-216.

- Sithole, S.Z. 1989. Maize insect pests in Zimbabwe. Toward insect resistant maize for the third world. Mexico, DF (Mexico). CIMMYT. 286-288.
- Sreerama, L. and Veerabhadrapa, P.S. 1993. Isolation and properties of carboxylesterases of the termite gut-associated fungus, *Xylaria nigripes* and their identity from the host termite, *Odontotermes horni*, mid-gut carboxylesterases. International Journal of Biochemistry 25 : 1637-1651
- Stanek, W. 1972. Microorganisms inhabiting mushroom compost during fermentation, Mushroom Science 8 : 797-810.
- Stanek, W. 1974. Bacteria associated with mushroom mycelium (*Agaricus bisporus* (LG.) Sing.) in hyphosphere. Mushroom Science 9 : 197-207.
- Thapa, R.S. 1981. Termites of Sabah (East Malaysia) . Entomology branch, Forest research institute & colleges, Dehra Dun, India.
- Thomas, R.J. 1981. Ecological studied on the symbiosis of *Termitomyces* Heim. with Nigerian macrotermitinae. Termite Abstract 2 : 885.
- Thomas, R.J. 1987. Distribution of *Termitomyces* Heim and other fungi in the nests and major workers of *Macrotermes bellicosus* (Smeathman) in Nigeria. Soil Biology and Biochemistry 19 : 329-333.
- Wada, S. Nishimura, T., Iida, A., Toyama, N. and Fujita, T. 1994. Primary structures of antibiotic peptides, trichocellins-A and -B from *Trichoderma viride*. Elsevier Science 35 : 3095-3098.

- Wang, G. Michailides, T.J. and Bostock, R.M. 1997. Improved detection of polygalacturonase activity due to *Mucor piriformis* with a modified dinitrosalicylic acid reagent. *Phytopathology* 87 : 161-163.
- Wightman, J.A. 1989. Contribution of insects to low groundnut yields in Southern Africa. International Crop: Research Inst. for the Semi-arid Tropics, Patancheru, A.P. (India) Proceeding of the third regional groundnut workshop for Southern Africa, 13-18 Mar 1988, Lilongwe, Malawi Patancheru, A.P. (India). ICRISAT. 129-140.
- Wood, T.G. and Thomas, R.J. 1989. The mutualistic association between Macrotermitinae and Termitomyces. In *Insect-Fungus Interactions*. New York : Academic Press.
- Xiangguang, D. 1987. Studies on the bionomics of *Macrotermes barbeyi* Light. *Scientia. Silvae-Sinica (China)* 23 : 298-502.
- Zang, M. 1981. Notes on the classification and distribution of *Termitomyces* from Yunnan. *Acta Botanica* 3 : 367-374.
- Zoberi, M.H. 1979. The ecology of some fungi in a termite hill. *Mycologia* 71 : 537-545.

ภาคผนวก

## ภาคผนวก ก

## อาหารเลี้ยงเชื้อ

## 1. Czapek concentrate

NaNO <sub>3</sub>	30	กรัม
KCl	5	กรัม
MgSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	5	กรัม
FeSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	0.1	กรัม
ZnSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	0.1	กรัม
CuSO <sub>4</sub> .5H <sub>2</sub> O	0.05	กรัม
Distilled water	100	มิลลิลิตร

## 2. Casein glycerol medium agar (CGMA)

FeSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	10	มิลลิกรัม
Glycerol	10	มิลลิลิตร
K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	0.5	กรัม
MgSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	0.2	กรัม
Solution white casein	2	กรัม
Agar	15	กรัม
Distilled water	1,000	มิลลิลิตร

### 3. Czapek yeast extract agar (CYA)

$K_2HPO_4$	1	กรัม
Czapek concentrate	10	มิลลิลิตร
Powdered yeast extract	5	กรัม
Sucrose	30	กรัม
Agar	15	กรัม
Distilled water	1,000	มิลลิลิตร

### 4. Czapek yeast extract agar with 20% sucrose (CY20S)

$K_2HPO_4$	1	กรัม
Czapek concentration	10	มิลลิลิตร
Powdered yeast extract	5	กรัม
Sucrose	200	กรัม
Agar	15	กรัม
Distilled water	1,000	มิลลิลิตร

### 5. Glucose ammonium nitrate agar (GANA)

Glucose	5	กรัม
$K_2HPO_4$	1	กรัม
$MgSO_4 \cdot 7H_2O$	0.5	กรัม
$NH_4NO_3$	1	กรัม
Rose Bengal	30	มิลลิกรัม
Streptomycin	30	มิลลิกรัม
Yeast extract	1	กรัม
Agar	20	กรัม
Distilled water	1,000	มิลลิลิตร

### 6. Glycerol nitrate agar (G25N)

$K_2HPO_4$	0.75	กรัม
Czapek concentrate	7.5	มิลลิลิตร
Yeast extract	3.7	กรัม
Glycerol, analytical grade	250	กรัม
Agar	12	กรัม
Distilled water	1,000	มิลลิลิตร

### 7. Glucose peptone agar (GPA)

Glucose	10	กรัม
Peptone	2	กรัม
$KH_2PO_4$	0.5	กรัม
$MgSO_4 \cdot 7H_2O$	0.5	กรัม
Agar	20	กรัม
Distilled water	1,000	มิลลิลิตร

### 8. Malt extract agar (MEA)

Powdered malt extract	20	กรัม
Peptone	1	กรัม
Glucose	20	กรัม
Agar	20	กรัม
Distilled water	1,000	มิลลิลิตร

## 9. Malt yeast agar (MYA)

Malt extract	3	กรัม
Yeast extract	2	กรัม
$\text{KH}_2\text{PO}_4$	0.5	กรัม
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0.5	กรัม
Agar	17	กรัม
Distilled water	1,000	มิลลิลิตร

## 10. Nutrient agar (NA)

Beef extract	2	กรัม
Peptone	5	กรัม
Agar	15	กรัม
Distilled water	1,000	มิลลิลิตร

## 11. Potato fructose agar (PFA)

มันฝรั่ง (ปอกเปลือกแล้ว)	200	กรัม
Fructose	20	กรัม
Agar	17	กรัม
Distilled water	1,000	มิลลิลิตร

## 12. Potato dextrose agar (PDA)

มันฝรั่ง (ปอกเปลือกแล้ว)	200	กรัม
Glucose	20	กรัม
Agar	17	กรัม
Distilled water	1,000	มิลลิลิตร

## 13. Water agar (WA)

Agar	20	กรัม
Distilled water	1,000	มิลลิลิตร

อาหารทุกสูตรนี้ฆ่าเชื้อด้วยไอน้ำภายใต้ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้วเป็นเวลา 15 นาที

## ภาคผนวก ข

ตารางภาคผนวกที่ 1 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในการทดสอบความระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมของรวงรังที่ใช้ในการเตรียมอาหาร (ประกอบตารางที่ 6)

Source	df	SS	MS	F
Treatment	3	557.18	185.729	115.78**
Error	12	19.25	1.60	
Total	15	576.43		

CV = 8.9 %

\*\* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในการทดสอบอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของสายราเห็ดโคน (ประกอบตารางที่ 7)

Source	df	SS	MS	F
Treatment	19	5360.63	282.13	93.14**
Media (M)	4	1210.32	302.58	99.89**
pH (P)	3	3149.23	1049.74	346.55**
M x P	12	1001.07	83.42	27.54**
Error	60	181.75	3.02	
Total	79	5542.38		

CV = 14.4 %

\*\* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในการทดสอบระดับความเข้มข้น  
ของ culture filtrate ของสายรา *Aspergillus japonicus* ต่อการเจริญ  
ของสายราเห็ดโคน (ประกอบตารางที่ 8)

Source	df	SS	MS	F
Treatment	3	71.18	23.72	0.51NS
Error	12	556.75	46.39	
Total	15	627.93		

CV = 30.4 %

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 4 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในการทดสอบระดับความเข้มข้น  
ของ culture filtrate ของสายรา *Botryodiplodia* sp. ต่อการเจริญของ  
สายราเห็ดโคน (ประกอบตารางที่ 8)

Source	df	SS	MS	F
Treatment	3	109.18	36.39	0.75NS
Error	12	578.75	48.22	
Total	15	687.93		

CV = 39.5 %

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 5 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในการทดสอบระดับความเข้มข้น  
ของ culture filtrate ของสายรา *Chaetomium dreyfiii* ต่อการ  
เจริญของสายราเห็ดโคน (ประกอบตารางที่ 8)

Source	df	SS	MS	F
Treatment	3	105.68	35.22	1.96NS
Error	12	215.25	17.93	
Total	15	320.93		

CV = 19.2 %

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 6 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในการทดสอบระดับความเข้มข้น  
ของ culture filtrate ของสายรา *Fusarium solani* ต่อการเจริญ  
ของสายราเห็ดโคน (ประกอบตารางที่ 8)

Source	df	SS	MS	F
Treatment	3	508.68	169.56	2.29NS
Error	12	888.75	74.06	
Total	15	1397.43		

CV = 43.7 %

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 7 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในการทดสอบระดับความเข้มข้น  
ของ culture filtrate ของสายรา *Gliocladium virens* ต่อการ  
เจริญของสายราเห็ดโคน (ประกอบตารางที่ 8)

Source	df	SS	MS	F
Treatment	3	669.68	223.22	3.04NS
Error	12	879.75	73.31	
Total	15	1549.43		

CV = 33.8 %

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 8 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในการทดสอบระดับความเข้มข้น  
ของ culture filtrate ของเชื้อรา *Mucor* sp. ต่อการเจริญของสายรา  
เห็ดโคน (ประกอบตารางที่ 8)

Source	df	SS	MS	F
Treatment	3	45.25	15.08	1.80NS
Error	12	100.50	8.37	
Total	15	145.75		

CV = 16.2 %

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 9 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในการทดสอบระดับความเข้มข้น  
ของ culture filtrate ของเชื้อรา *Paecilomyces* sp. ต่อการเจริญ  
ของสายราเห็ดโคน (ประกอบตารางที่ 8)

Source	df	SS	MS	F
Treatment	3	157.25	52.41	1.13NS
Error	12	554.50	46.20	
Total	15	711.75		

CV = 34.6 %

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 10 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในการทดสอบระดับความเข้มข้น  
ของ culture filtrate ของเชื้อรา *Pestalotiopsis* sp. ต่อการเจริญของ  
สายราเห็ดโคน (ประกอบตารางที่ 8)

Source	df	SS	MS	F
Treatment	3	120.68	40.22	1.38NS
Error	12	349.25	29.10	
Total	15	469.93		

CV = 22.9 %

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 11 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในการทดสอบระดับความเข้มข้น  
ของ culture filtrate ของเชื้อรา *Syncephalastrum racemosum* ต่อการเจริญของสายราเห็ดโคน (ประกอบตารางที่ 8)

Source	df	SS	MS	F
Treatment	3	69.50	23.166	0.49NS
Error	12	564.50	47.04	
Total	15	634.00		

CV = 29.8 %

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 12 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในการทดสอบระดับความเข้มข้น  
ของ culture filtrate ของเชื้อรา *Trichoderma harzianum* ต่อการเจริญของสายราเห็ดโคน (ประกอบตารางที่ 8)

Source	df	SS	MS	F
Treatment	3	124.18	41.39	0.91NS
Error	12	511.25	42.60	
Total	15	635.43		

CV = 35.6 %

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 13 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในการทดสอบระดับความเข้มข้น  
ของ culture filtrate ของเชื้อรา *Xylaria* sp. ต่อการเจริญของสาหร่าย  
เห็ดโคน (ประกอบตารางที่ 8)

Source	df	SS	MS	F
Treatment	3	17.25	5.75	0.30NS
Error	12	228.50	19.04	
Total	15	245.75		

CV = 18.3 %

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นางสาวอภิญา สุราษฎร์

วัน เดือน ปีเกิด 18 พฤษภาคม 2516

วุฒิการศึกษา

วุฒิ

ชื่อสถาบัน

ปีที่สำเร็จการศึกษา

วิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

2538