



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ชีวภาพป่าไม้)

ปริญญา

วิทยาศาสตร์ชีวภาพป่าไม้ สาขา.....

ชีววิทยาป่าไม้

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง ความหลากหลายของราดินในการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทต่างๆ
ในเขตป่าสงวนท่ากุ่ม-ห้วยแร้ง จังหวัดตราด

Diversity of Soil Fungi in Different Land Use Types in Tha Kum-Huai Raeng
Forest Reserves, Trat Province

นามผู้วิจัย นายพงศธร พวงสมบัติ

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อุทัยวรรณ แสงวณิช, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(รองศาสตราจารย์คอรัก มารอด, D.Sci.)

หัวหน้าภาควิชา

(รองศาสตราจารย์นริศ ภูมิภาคพันธ์, วท.ค.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญญา ชีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ความหลากหลายของราดินในการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทต่างๆ
ในเขตป่าสงวนท่ากุ่ม-ห้วยแร้ง จังหวัดตราด

Diversity of Soil Fungi in Different Land Use Types in
Tha Kum-Huai Raeng Forest Reserves, Trat Province

โดย

นายพงศธร พวงสมบัติ

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตรจารย์ชีวภาพป่าไม้)

พ.ศ. 2553

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พงศธร พวงสมบัติ 2553: ความหลากหลายของราดินในการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทต่างๆ ในเขตป่าสงวนท่ากุ่ม-ห้วยแครง จังหวัดตราด ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ชีวภาพป่าไม้) สาขาวิทยาศาสตร์ชีวภาพป่าไม้ ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ อุทัยวรรณ แสงวนิช, Ph.D. 221 หน้า

ได้ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างดินอย่างมีระบบทั้งหมด 9 จุด จากพื้นที่ที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินแตกต่างกัน ในเขตป่าสงวนท่ากุ่ม-ห้วยแครง ซึ่งได้แก่ ป่าดิบแล้งรุ่นที่สอง สวนป่าพะยุง ทุ่งหญ้า สวนยางพารา และไร่สับปะรด ในแต่ละจุดที่เก็บตัวอย่างดินได้เก็บซากพืชคลุมดินในพื้นที่ 1 เมตร × 1 เมตร มาชั่งน้ำหนักแห้งด้วย น้ำดินที่เก็บมาแยกไว้ในดินด้วยวิธี soil dilution plate เพื่อให้ได้เชื้อบริสุทธิ์และนับจำนวนไอโซเลทของราแต่ละชนิด หลังจากจำแนกชนิดราในแต่ละพื้นที่แล้ว ได้เปรียบเทียบความหลากหลายของรา ค่าดัชนีความหลากหลาย ค่าดัชนีความสำคัญ และค่าดัชนีความคล้ายคลึงของรา ดินชุดเดียวกันนี้ไปวิเคราะห์เพื่อให้ทราบสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ เเปอร์เซ็นต์อนุภาคดินทราย ทรายแป้ง และดินเหนียว และสมบัติทางเคมี ได้แก่ ค่าความเป็นกรด-ด่าง เเปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุ ปริมาณธาตุฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมและวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างชนิดราในดินกับน้ำหนักแห้งของซากพืชคลุมดินและสมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน ด้วยวิธีการจัดเรียงลำดับแบบ Canonical Correspondence Analysis (CCA)

ผลจากการศึกษาพบราดินทั้งหมด 71 ชนิดและ 3,190 ไอโซเลท จากพื้นที่ที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดิน 5 ประเภท โดยราส่วนใหญ่จำนวน 62 ชนิด จัดอยู่ใน Class Deuteromycetes ส่วนราที่เหลืออีก 4 ชนิด และ 5 ชนิด จัดอยู่ใน Class Zygomycetes และ Class Ascomycetes ตามลำดับ ดินป่าดิบแล้งรุ่นที่สองพบรา 33 ชนิดและ 895 ไอโซเลท ดินสวนป่าพะยุงพบรา 29 ชนิดและ 870 ไอโซเลท ดินทุ่งหญ้าพบรา 38 ชนิดและ 756 ไอโซเลท ดินสวนยางพาราพบรา 27 ชนิดและ 1,010 ไอโซเลท และดินไร่สับปะรดพบรา 36 ชนิดและ 379 ไอโซเลท ดัชนีความหลากหลายของราดินในไร่สับปะรดมีค่าสูงที่สุดคือ 2.90 รองลงมาได้แก่ ป่าดิบแล้งรุ่นที่สอง (2.19) สวนป่าพะยุง (2.12) ทุ่งหญ้า (1.65) และสวนยางพารา (1.56) ค่าความสำคัญของราดินในทุกพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน 5 ลำดับแรก ได้แก่ *Gongronella butleri*, *Penicillium* spp., *Talaromyces* sp., *Trichoderma* spp. และ unidentified sp.1 ราดินในป่าดิบแล้งรุ่นที่สองกับสวนป่าพะยุงมีค่าดัชนีความคล้ายคลึงสูงสุดคือ 63.15% รองลงมาคือสวนป่าพะยุงกับทุ่งหญ้า (55.01%) และป่าดิบแล้งรุ่นที่สองกับไร่สับปะรดมีค่าดัชนีความคล้ายคลึงต่ำที่สุด (35.40%) เนื่องจากการวิเคราะห์ค่าของปัจจัยแวดล้อมต่างๆ ที่กล่าวมาแล้ว ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นความหลากหลายชนิดและความคล้ายคลึงกันของราดิน อาจมีผลมาจากปริมาณแสงที่ส่องถึงผิวดินและอุณหภูมิของดิน จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างราดินกับปัจจัยแวดล้อมพบว่า ราดินมีความสัมพันธ์ทางบวกกับปริมาณธาตุฟอสฟอรัส แคลเซียม และแมกนีเซียม โดยปริมาณธาตุฟอสฟอรัส แคลเซียม และแมกนีเซียมของดินที่สนับสนุนการปรากฏของรามีค่าระหว่าง 2.24-2.44 , 185.02-326.15 และ 34.93-80.07 mg/kg ตามลำดับ

Pongsatorn Puangsombat 2010: Diversity of Soil Fungi in Different Land Use Types in Tha Kum-Huai Raeng Forest Reserves, Trat Province. Master of Science (Forest Biological Science), Major Field: Forest Biological Science, Department of Forest Biology. Thesis Adviser: Assistant Professor Uthaiwan Sangwanit, Ph.D. 221 pages.

Soils under different land use types in Tha Kum-Huai Raeng forest reserves including secondary dry-evergreen forest (DEF), Phayoong (*Dalbergia cochinchinensis*) plantation (PP), grassland (GL), rubber (*Heavia brasiliensis*) plantation (RP) and pineapple farm (PF) were systematically sampled from 9 spots in each land use. The leaf litter covered a 1 m×1 m area at each soil sample spot was also collected and weighed for a dry weight. The soils were isolated to obtain pure fungal cultures and isolation number of each fungal species by using a soil dilution plate method. After identification of soil fungi in each land use, the fungal diversity, Species Diversity Index, Important Value Index and Similarity Index were compared among the 5 land uses. The same sets of soil samples were also analyzed for physical properties (% sand, % silt and % clay) and chemical properties (pH, % organic matter, P, K, Ca and Mg). The relationships of soil fungi to leaf litter dry weights and soil physical and chemical properties were analyzed by ordination with Canonical Correspondence Analysis (CCA).

Results of the study revealed that there were altogether 71 species and 3,190 isolates of fungi in soils from 5 different land use types. The majority of them, 62 species were classified to the Class Deuteromyces, while the rest, 4 and 5 species were in the Class Zygomycetes and Class Ascomycetes, respectively. The numbers of fungal species and isolates in DEF, PP, GL, RP and PF were 33 and 895, 29 and 870, 38 and 756, 27 and 1,010 and 36 and 379, respectively. The Species Diversity Index was highest in PF (2.90), followed by DEF (2.19), PP (2.12), GL (1.65) and RP (1.56). The first five fungi of all land use types ranked by the Important Value Index were *Gongronella butleri*, *Penicillium* spp., *Talaromyces* sp., *Trichoderma* spp. and unidentified sp.1. The highest Similarity Index of soil fungi was found between DEF and PP (63.15%) followed by between PP and GL (55.01%) and the lowest was between DEF and PF (35.30%). Since there was no statistical difference in all mentioned environmental factors, the influence on soil fungal diversity and similarity may come from light radiated to the soil surface and soil temperature. Results of ordination with CCA showed that the soil fungi in these land uses had positive relationships with the amounts of P, Ca and Mg in the soils. The ranges of the amounts of P, Ca and Mg which supported the fungal appearance were 2.24-2.44, 185.02-326.15 and 34.93-80.07mg/kg respectively.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อุทัยวรรณ แสงวณิช อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ที่ให้ความช่วยเหลือและให้คำแนะนำในการทำวิทยานิพนธ์ พร้อมทั้งช่วยให้คำปรึกษาในการแก้ปัญหาอย่างสม่ำเสมอตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษานจนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี รongศาสตราจารย์ ดร. ดอกกรัก มารอด อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม รongศาสตราจารย์ ดร. เลขา มาโนช ประธานกรรมการสอบ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุวิทย์ แสงทองพราว ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอกมหาวิทยาลัย ที่กรุณาให้คำแนะนำและตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ อาจารย์ธีระพงษ์ ชุมแสงศรี ที่ช่วยทำแผนที่ภาพถ่ายดาวเทียมของขอบเขตพื้นที่ศึกษา และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. รุ่งเรือง พูลศิริ ที่ช่วยให้คำปรึกษาในรายละเอียดเกี่ยวกับดิน

ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่มอบทุนสนับสนุนงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาในการวิจัยครั้งนี้ ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ของสถานีวิจัยวนเกษตรตราดทุกคน องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ตำบลท่ากุ่ม ที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการเก็บตัวอย่างดินเป็นอย่างดี และขอขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มณฑล จำริญพฤกษ์ หัวหน้าโครงการวิจัย Thailand-Asian-Korea Environmental Cooperative Project (Thailand-AKECOP) ที่ให้ความอนุเคราะห์งบประมาณ จากโครงการวิจัยฯ เป็นค่าวิเคราะห์ตัวอย่างดินทั้งหมด

ข้าพเจ้าขอขอบคุณ คุณกุศล ตั้งใจพิทักษ์ ที่ให้คำแนะนำและความช่วยเหลือทุกๆ ด้านทั้งในห้องปฏิบัติการและภาคสนาม คุณธารรัตน์ แก้วกระจ่าง คุณศศิธร হাসิน คุณยุทธภูมิ เกียรติอุ้มสม คุณวัชรพรรณ พลอามาตย์ พี่น้องภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ พี่น้องห้องปฏิบัติการ โรคพืช คณะเกษตร ที่คอยให้ความช่วยเหลือตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษาวิจัย

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ ปู่โสม ย่าเหนย ชวดหนอม พ่อคุณ แม่คุณ พ่อโชค แม่เราะ ป้าตุ้ย อาหนูช อามล อาตุ้ม อาแขก ย่าป๋อง พี่นัค ที่คอยอบรมสั่งสอน สนับสนุนและส่งเสริมการศึกษาของข้าพเจ้าด้วยดีตลอดมา ขอขอบคุณ คุณอาจารย์ ลิขิตทกสมิต สำหรับกำลังใจและความช่วยเหลือจนกระทั่งสำเร็จการศึกษา

พงศธร พวงสมบัติ

มกราคม 2553

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(4)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
การตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการ	23
ผลและวิจารณ์	31
สรุปและข้อเสนอแนะ	46
สรุป	46
ข้อเสนอแนะ	48
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	49
ภาคผนวก	56
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	221

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ตัวอย่างสารทุติยภูมิจากราที่ผลิตในเชิงพาณิชย์ เพื่อใช้ประโยชน์ในด้าน เกษษกรรม การเกษตร และการวิจัย	6
2	ราดินที่สามารถระบุชนิดได้ในประเทศไทย	19
3	การจัดจำแนก จำนวน ไอโซเลท และชนิดราที่พบในดินป่าดิบแล้งรุ่นที่สอง (DEF) สวนป่าพะยูน (PP) ท่งหญ้า (GL) สวนยางพารา (RP) และไร่สับปะรด (PF)	32
4	ค่าเฉลี่ยและค่าการทดสอบความแปรปรวนของค่าเฉลี่ย (Analysis of Variance) ของน้ำหนักแห้งของซากพืชคลุมดิน (DW) เปอร์เซ็นต์ของอนุภาคดินทราย (Sand) เปอร์เซ็นต์ของอนุภาคดินทรายแป้ง (Silt) เปอร์เซ็นต์ของอนุภาคดินเหนียว (%Clay) ค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน (pH) เปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุในดิน (%Org) ปริมาณธาตุอาหารในดิน ได้แก่ ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) แคลเซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg) (mg/kg) ของแต่ละจุดเก็บตัวอย่างในพื้นที่การใช้ประโยชน์ทั้ง 5 พื้นที่	39
5	ค่าดัชนีความหลากหลายของรา จำนวนชนิดและไอโซเลทของราดินในป่าดิบแล้งรุ่นที่สอง (DEF) สวนป่าพะยูน (PP) ท่งหญ้า (GL) สวนยางพารา (RP) และไร่สับปะรด (PF)	41
6	ค่าดัชนีความคล้ายคลึงของราดินในป่าดิบแล้งรุ่นที่สอง (DEF) สวนป่าพะยูน (PP) ท่งหญ้า (GL) สวนยางพารา (RP) และไร่สับปะรด (PF)	43
ตารางผนวกที่		
1	ค่าดัชนีความสำคัญของราดินในป่าดิบแล้งรุ่นที่สอง	207
2	ค่าดัชนีความสำคัญของราดินในสวนป่าพะยูน	208
3	ค่าดัชนีความสำคัญของราดินในท่งหญ้า	209
4	ค่าดัชนีความสำคัญของราดินในสวนยางพารา	211
5	ค่าดัชนีความสำคัญของราดินในไร่สับปะรด	212

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
6	215
7	219

6 น้ำหนักแห้งของซากพืชคลุมดิน (DW) เปอร์เซ็นต์ของอนุภาคดินทราย (sand) เปอร์เซ็นต์ของอนุภาคดินทรายแป้ง (silt) เปอร์เซ็นต์ของอนุภาคดินเหนียว (clay) ค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน (pH) เปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุในดิน (%Org) ปริมาณธาตุอาหารในดิน ได้แก่ ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) แคลเซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg) (mg/kg) ของแต่ละจุดเก็บตัวอย่างในพื้นที่การใช้ประโยชน์ทั้ง 5 พื้นที่

7 ชื่อย่อของราที่แสดงในภาพที่ 2

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แผนที่ภาพถ่ายดาวเทียมเขตป่าสงวนท่ากุ่ม-ห้วยแร้ง แสดงพื้นที่การศึกษา ได้แก่ ป่าดิบแล้งรุ่นที่สอง สวนป่าพะยูง หุ่นห้วยป่า สวนยางพารา และไร่สับปะรด	30
2	ความสัมพันธ์ของราดินกับปริมาณธาตุฟอสฟอรัส (P) แคลเซียม (Ca) และ แมกนีเซียม (Mg) โดยการวิเคราะห์แบบ Canonical Correspondence Analysis	45
ภาพผนวกที่		
1	<i>Aspergillus candidus</i> Link โคลนிட้านบนและล่างบน MEA (A, A1), CZA (B, B1) และ CMA (C, C1), conidial head (D), ลักษณะของ vesicle, metulae และ phialide (E, F); bar=10 μ m	58
2	ภาพวาด <i>Aspergillus candidus</i> Link จาก camera lucida (bar=10 μ m)	59
3	<i>Aspergillus cervinus</i> (Masse) emend. Neill โคลนிட้านบนและล่างบน MEA (A, A1), CZA (B, B1) และ CMA (C, C1), conidial head (D), vesicle และ phialide (E, F); bar=10 μ m, conidia (G); bar=10 μ m	61
4	ภาพวาด <i>Aspergillus cervinus</i> (Masse) emend. Neill จาก camera lucida (bar=10 μ m)	62
5	<i>Aspergillus japonicus</i> Saito โคลนிட้านบนและล่างบน MEA (A, A1), CZA (B, B1) และ CMA (C, C1), conidial head (D), conidia, vesicle และ phialide (E, F และ G); bar=10 μ m	64
6	<i>Aspergillus niger</i> Van Tieghem โคลนிட้านบนและล่างบน MEA (A, A1), CZA (B, B1) และ CMA (C, C1), conidial head (D), vesicle และ phialide (E, F); bar=20 μ m, phialide และ conidia (G, H); bar=10 μ m	66
7	<i>Aspergillus niveus</i> Blochwitz โคลนிட้านบนและล่างบน MEA (A, A1), CZA (B, B1) และ CMA (C, C1), conidial head (D), conidia; bar=10 μ m (E), vesicle และ phialide (F, G); bar=10 μ m	68

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่		หน้า
8	ภาพวาด <i>Aspergillus niveus</i> Blochwitz จาก camera lucida ของ (bar=10µm)	69
9	<i>Aspergillus paradoxus</i> Fennell and Raper โคลโลนีด้านบนและล่างบน MEA (A, A1), CZA (B, B1) และ CMA (C, C1), conidial head (D), sclerothium บน โคลโลนี (E), sclerothium (F); bar=100 µm, vesicle และ phialide (G, H); bar=10 µm	71
10	ภาพวาด <i>Aspergillus paradoxus</i> Fennell and Raper จาก camera lucida (bar=10 µm)	72
11	<i>Aspergillus wentii</i> group โคลโลนีด้านบนและล่างบน MEA (A, A1), CZA (B, B1) และ CMA (C, C1), conidial head (D), vesicle และชั้น sterigma (E); bar=20 µm, phialide (F); bar=10 µm, conidia (G); bar=10 µm	74
12	<i>Aspergillus zonatus</i> Kwon and Fennell โคลโลนีด้านบนและล่างบน MEA (A, A1), CZA (B, B1) และ CMA (C, C1), conidial head (D), vesicle และชั้น sterigma (E); bar=20 µm vesicle และชั้น sterigma (F); bar=10 µm , conidia (G); bar=10 µm	76
13	<i>Aspergillus</i> sp. โคลโลนีด้านบนและล่างบน MEA (A, A1), CZA (B, B1) และ CMA (C, C1), vesicle และ phialide (D); bar=10µm , ภาพวาดจาก camera lucida (E); bar=10µm	78
14	<i>Cephalosporium</i> sp. โคลโลนีด้านบนและล่างบน PDA (A, A1), conidiophore และ conidia (B, C); bar=10 µm	80
15	ภาพวาด <i>Cephalosporium</i> sp. จาก camera lucida (bar=10 µm)	81
16	<i>Chaetomella</i> sp. โคลโลนีด้านบนและล่างบน PDA (A, A1), pycnidia บน โคลโลนี (B), pycnidia (C); bar=100 µm, ลักษณะรยางค์ (D); bar=50 µm, conidium (E); bar=10 µm	82
17	<i>Chloridium</i> sp. โคลโลนีบน PDA (A), conidiophore (B); bar=20 µm, conidiophore และ conidia (C); bar=10 µm, aleuriospore (D); bar=10 µm	84

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่	หน้า
18 ภาพวาด <i>Chloridium</i> sp. จาก camera lucida (bar1=25 μ m, bar2=10 μ m)	85
19 <i>Cunninghamella elegans</i> Lendner โคลนีด้านบนและล่างบน PDA (A, A1), sporangiophore และ sporangiole (B); bar=20 μ m, sporangiophore และ sporangiole (C); bar=10 μ m	86
20 ภาพวาด <i>Cunninghamella elegans</i> Lendner จาก camera lucida (bar1=10 μ m, bar2=25 μ m)	87
21 <i>Eupenicillium</i> sp. โคลนีด้านบนและล่างบน MEA (A, A1), CZA (B, B1) และ CYA (C, C1), ascomata และ asci (D); bar=10 μ m, imperfect stage (E); bar=10 μ m	89
22 ภาพวาด <i>Eupenicillium</i> sp. จาก camera lucida ascospore, asci และ ascomata wall (A), imperfect stage (B) (bar=10 μ m)	90
23 <i>Fusarium oxysporum</i> Schlecht. โคลนีด้านบนและล่างบน PDA (A, A1), macroconidia (B); bar=10 μ m, microconidia (C); bar=10 μ m, ภาพวาดจาก camera lucida ของ microconidia และ macroconidia (D, E); bar=10 μ m	93
24 <i>Geotrichum</i> sp. โคลนีด้านบนและล่างบน PDA (A, A1), conidia (B); bar=10 μ m, conidia วาดจาก camera lucida (C); bar=10 μ m	94
25 <i>Gliocladium roseum</i> Bain โคลนีด้านบนและล่างบน PDA (A, A1), phialide (B, C, D); bar=10 μ m, conidia (E); bar=10 μ m, conidiophore และ phialide วาดจาก camera lucida (F); bar=10 μ m	95
26 <i>Gongronella butleri</i> (Lendner) Peyronel & Dal Vesco โคลนีด้านบนและล่างบน PDA (A, A1), sporangium ที่แตกแล้ว (B); bar=10 μ m sporangium ที่ยังไม่แตก (C); bar=10 μ m, การแตกกิ่งก้านของ sporangiophore (D); bar=20 μ m	96
27 <i>Gongronella butleri</i> (Lendner) Peyronel & Dal Vesco วาดจาก camera lucida (bar=10 μ m)	97

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่	หน้า	
28	<p><i>Heterocephalum</i> sp. โคลโณนีด้านบนและล่างบน PDA (A, A1), conidial head (B), conidia (C); bar=10 μm, ภาพวาด จาก camera lucida แสดง conidia, conidial head และส่วนปลายของรยางค์ที่ยื่นออกมาจาก conidial head (D, E, F); bar1=10 μm, bar2=25 μm</p>	99
29	<p><i>Humicola fuscoatra</i> Traaen โคลโณนีด้านบนและล่างบน PDA (A, A1), conidia (B); bar=10 μm, ภาพวาด conidiophore และ conidia จาก camera lucida (C); bar=10 μm</p>	100
30	<p><i>Leptographium</i> sp. โคลโณนีด้านบนและล่างบน PDA (A, A1), phialide และ conidia (B, C); bar=10 μm, conidia (D); bar=10 μm</p>	102
31	<p>ภาพวาด <i>Leptographium</i> sp. จาก camera lucida ดัชนี conidiophore (A, B); bar1=25 μm, conidiophore, phialide และ conidia (C, D); bar2=10 μm</p>	103
32	<p><i>Mariannaea elegans</i> (Corda) Samson โคลโณนีด้านบนและล่างบน MEA (A, A1), conidiophore, phialide และ conidia (B); bar=10 μm</p>	104
33	<p>ภาพวาด <i>Mariannaea elegans</i> (Corda) Samson จาก camera lucida (bar=10 μm)</p>	105
34	<p><i>Monocillium</i> sp. โคลโณนีด้านบนและล่างบน PDA (A, A1), phialide และการรวมกลุ่มของเส้นใย (B, C); bar=10 μm, conidia (D) ภาพวาดจาก camera lucida (E); bar=10 μm</p>	107
35	<p><i>Mortierella parvispora</i> Linnem. โคลโณนีด้านบนและล่างบน PDA (A, A1), sporangium (B, C); bar=50 μm</p>	108
36	<p><i>Mucor</i> sp. โคลโณนีบน PDA (A), sporangium บน PDA (B), sporangium (C); bar=10 μm; collumella (D); bar=10 μm</p>	109
37	<p><i>Nectria</i> sp. โคลโณนีด้านบนและล่างบน PDA (A, A1), ascomata; bar=50 μm (B), asci (C, D); bar=10 μm, ascospore (E); bar=10 μm ภาพวาดจาก camera lucida (F); bar=10 μm</p>	110

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่		หน้า
38	<i>Penicillium adametzi</i> Zaleski โคลนีด้านบนและล่างบน MEA (A, A1), CZA (B, B1) และ CYA (C, C1), การรวมตัวกันของเส้นใย (D); bar=20 μm , phialide และ conidia (E, F); bar=10 μm	112
39	ภาพวาด <i>Penicillium adametzi</i> Zaleski จาก camera lucida (bar=10 μm)	113
40	<i>Penicillium ochro-chloron</i> Biourge โคลนีด้านบนและล่างบน MEA (A, A1), CZA (B, B1) และ CYA (C, C1), conidia (D); bar=10 μm , conidiophore, phialide และ conidia (E, F, G); bar=10 μm	115
41	ภาพวาด <i>Penicillium ochro-chloron</i> Biourge จาก camera lucida (bar=10 μm)	116
42	<i>Penicillium oxalicum</i> Currie & Thom โคลนีด้านบนและล่างบน MEA (A, A1), CZA (B, B1) และ CYA (C, C1), conidia (D); bar=10 μm , phialide (E); bar=10 μm	118
43	ภาพวาด <i>Penicillium oxalicum</i> Currie & Thom จาก camera lucida (bar=10 μm)	119
44	<i>Penicillium rubrum</i> Stoll โคลนีด้านบนและล่างบน MEA (A, A1), CZA (B, B1) และ CYA (C, C1), ชั้น sterigma (D, E); bar=10 μm	121
45	ภาพวาด <i>Penicillium rubrum</i> Stoll จาก camera lucida (bar=10 μm)	122
46	<i>Penicillium rugulosum</i> Thom โคลนีด้านบนและล่างบน MEA (A, A1), CZA (B, B1) และ CYA (C, C1), metulae และ phialide (D, F); bar=10 μm , conidia (E); bar=10 μm	124
47	ภาพวาด <i>Penicillium rugulosum</i> Thom จาก camera lucida (bar=10 μm)	125
48	<i>Penicillium simplicissimum</i> (Oud.) Thom โคลนีด้านบนและล่างบน MEA (A, A1), CZA (B, B1) และ CYA (C, C1), conidiophore และ phialide (D, E, F); bar=10 μm	127
49	ภาพวาด <i>Penicillium simplicissimum</i> (Oud.) Thom จาก camera lucida (bar=10 μm)	128

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่	หน้า
50 <i>Penicillium stiatissporum</i> Stolk โคลนินี้ด้านบนและล่างบน MEA (A, A1), CZA (B, B1) และ CYA (C, C1), conidiophore และ phialide (D, E); bar=10 μ m, conidia (F); bar=10 μ m	130
51 ภาพวาด <i>Penicillium stiatissporum</i> Stolk จาก camera lucida (bar=10 μ m)	131
52 <i>Penicillium verruculosum</i> Peyronel โคลนินี้ด้านบนและล่างบน MEA (A, A1), CZA (B, B1) และ CYA (C, C1), metulae และ phialide (E, F); bar=10 μ m, conidia (D); bar=10 μ m	133
53 ภาพวาด <i>Penicillium verruculosum</i> Peyronel จาก camera lucida (bar=10 μ m)	134
54 <i>Penicillium</i> sp.1 โคลนินี้บน MEA (A), CZA (B) และ CYA (C), conidiophore และ phialide (D); bar=20 μ m, sclerothium (E); bar=50 μ m conidia (F); bar=10 μ m	135
55 <i>Penicillium</i> sp.2 โคลนินี้ด้านบนและล่างบน MEA (A, A1), CZA (B, B1) และ CYA (C, C1), conidiophore และ phialide (D, E, F); bar=10 μ m	138
56 ภาพวาด <i>Penicillium</i> sp.2 จาก camera lucida (bar=10 μ m)	139
57 <i>Penicillium</i> sp.3 โคลนินี้ด้านบนและล่างบน MEA (A, A1), CZA (B, B1), conidiophore และ phialide (D, E); bar=10 μ m, conidia (E); bar=10 μ m	139
58 ภาพวาด <i>Penicillium</i> sp.3 จาก camera lucida (bar=10 μ m)	140
59 <i>Penicillium</i> sp.4 โคลนินี้ด้านบนและล่างบน MEA (A, A1), CZA (B, B1) และ CYA (C, C1), conidia (D); bar=10 μ m, metulae และ phialide (E); bar=10 μ m	141
60 ภาพวาด <i>Penicillium</i> sp.4 จาก camera lucida (bar=10 μ m)	142
61 <i>Penicillium</i> sp.5 โคลนินี้ด้านบนและล่างบน MEA (A, A1), CZA (B, B1) และ CYA (C, C1), metulae และ phialide (D, E, F, G); bar=10 μ m	144
62 ภาพวาด <i>Penicillium</i> sp.5 จาก camera lucida (bar=10 μ m)	145
63 <i>Penicillium</i> sp.6 โคลนินี้ด้านบนและล่างบน MEA (A, A1), CZA (B, B1), conidia และ phialide(C, D); bar=10 μ m	148

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่	หน้า
64 ภาพวาด <i>Penicillium</i> sp.6 จาก camera lucida (bar=10 μ m)	149
65 <i>Penicillium</i> sp.7 โคลนินี้ด้านบนและล่างบน MEA (A, A1), CZA (B, B1), CYA (C, C1), ลักษณะ metulae และ phialide (D, E); bar=10 μ m	150
66 <i>Penicillium</i> sp.8 โคลนินี้ด้านบนและล่างบน MEA (A, A1), CZA (B, B1), และ CYA (C, C1), metulae และ phialide (D); bar=10 μ m, conidia (E); bar=10 μ m	151
67 ภาพวาด <i>Penicillium</i> sp.8 จาก camera lucida (bar=10 μ m)	152
68 <i>Penicillium</i> sp.9 โคลนินี้ด้านบนและล่างบน MEA (A, A1), CZA (B, B1), โคลนินี้บน CYA (C), conidia (D); bar=10 μ m , metulae และ phialide (E, F); bar=10 μ m	154
69 ภาพวาด <i>Penicillium</i> sp.9 จาก camera lucida (bar=10 μ m)	155
70 <i>Penicillium</i> sp.10 โคลนินี้ด้านบนและล่างบน MEA (A, A1), CZA (B, B1) และ CYA (C, C1), conidia (D); bar=15 μ m, metulae และ phialide (E, F); bar=10 μ m, G คือ ภาพวาดจาก camera lucida (G); bar=10 μ m	156
71 <i>Penicillium</i> sp.11 โคลนินี้ด้านบนและล่างบน MEA (A, A1), CZA (B, B1) และ CYA (C, C1), metulae และ phialide (D, E, F); bar=10 μ m	158
72 ภาพวาด <i>Penicillium</i> sp.11 จาก camera lucida (bar=10 μ m)	159
73 <i>Penicillium</i> sp.12 โคลนินี้ด้านบนและล่างบน MEA (A, A1), CZA (B, B1), conidia (C), conidiophore และ phialide (D); bar=10 μ m ภาพวาดจากกล้อง camera lucida (E); bar=10 μ m	160
74 <i>Penicillium</i> sp.13 โคลนินี้ด้านบนและล่างบน MEA (A, A1), CZA (B, B1) และ CYA (C, C1), metulae และ phialide (D, E); bar=10 μ m	163
75 ภาพวาด <i>Penicillium</i> sp.13 จาก camera lucida (bar=10 μ m)	164
76 <i>Penicillium</i> sp.14 โคลนินี้ด้านบนและล่างบน MEA (A, A1), CZA (B, B1) และ CYA (C, C1), metulae และ phialide (D, E); bar=10 μ m	165
77 ภาพวาด <i>Penicillium</i> sp.14 จาก camera lucida (bar=10 μ m)	166

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่	หน้า
78 <i>Penicillium</i> sp.15 โคลนีด้านบนและล่างบน MEA (A, A1), CZA (B, B1) และ CYA (C, C1), metulae และ phialide (D, E); bar=10 μ m	167
79 ภาพวาด <i>Penicillium</i> sp.15 จาก camera lucida (bar=10 μ m)	168
80 <i>Penicillium</i> sp.16 โคลนีด้านบนและล่างบน MEA (A, A1), CZA (B, B1) และ CYA (C, C1), metulae และ phialide (D); bar=10 μ m	170
81 ภาพวาด <i>Penicillium</i> sp.16 จาก camera lucida (bar=10 μ m)	171
82 <i>Penicillium</i> sp.17 โคลนีด้านบนและล่างบน MEA (A, A1), CZA (B, B1) และ CYA (C, C1), metulae และ phialide (D, E, F); bar=10 μ m	172
83 ภาพวาด <i>Penicillium</i> sp.17 จาก camera lucida (bar=10 μ m)	173
84 <i>Penicillium</i> sp.18 โคลนีด้านบนและล่างบน MEA (A, A1), CZA (B, B1) และ CYA (C, C1), metulae และ phialide (D, E, F); bar=10 μ m	174
85 ภาพวาด <i>Penicillium</i> sp.18 จาก camera lucida (bar=10 μ m)	175
86 <i>Penicillium</i> sp.19 โคลนีด้านบนและล่างบน MEA (A, A1), CZA (B, B1) และ CYA (C, C1), metulae และ phialide (D, E); bar=10 μ m	177
87 ภาพวาด <i>Penicillium</i> sp.19 จาก camera lucida (bar=10 μ m)	178
88 <i>Pestalotiopsis</i> sp. โคลนีด้านบนและล่างบน PDA (A, A1), conidia (B); bar=10 μ m	179
89 ภาพวาด <i>Pestalotiopsis</i> sp. จาก camera lucida (bar=10 μ m)	180
90 <i>Phialophora</i> sp. โคลนีด้านบนและล่างบน PDA (A, A1), phialide (B, C); bar=10 μ m, ภาพวาดจาก camera lucida (D); bar=10 μ m	181
91 <i>Phoma</i> sp. โคลนีบน PDA (A), pycnidia บน PDA (B) pycnidia (C); bar=100 μ m, conidia (D); bar=10 μ m	183
92 <i>Scopulariopsis brumptii</i> Salvanet-Duval โคลนีด้านบนและล่างบน PDA (A, B), conidiophore และ conidia (C); bar=20 μ m, conidiophore และ conidia (D); bar=10 μ m	184

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่	หน้า
93 ภาพวาด <i>Scopulariopsis brumptii</i> Salvanet-Duval กล้อง camera lucida (bar=10 μ m)	185
94 <i>Scytalidium</i> sp. โคลนีด้านบนและล่างบน PDA (A, B), conidia (C); bar=50 μ m	186
95 <i>Talaromyces</i> sp. โคลนีด้านบนและล่างบน MEA (A, A1), CZA (B, B1) และ CYA (C, C1), ascomata (D); bar=40 μ m, ผนังของ ascomata (G), asci และ ascospore (E); bar=10 μ m ภาพวาด ascoma, ascospore และ asci จาก camera lucida (F); bar1=100 μ m, bar2=10 μ m	188
96 <i>Thielavia terricola</i> (Gilman & Abbott) Emmons โคลนีด้านบนและล่างบน PDA (A, A1), ascomata บนผิวอาหาร PDA (B), ascomata (C); bar=20 μ m, asci และ ascospore(D); bar=20 μ m, ascomata, asci และ ascospore วาดจาก camera lucida(E); bar1=25 μ m asci และ ascospore วาดจาก camera lucida (F); bar2=10 μ m	190
97 <i>Trichoderma harzianum</i> Rifai โคลนีบน PDA (A) phialide และ conidia (B, C); bar=10 μ m	191
98 <i>Trichoderma hamatum</i> (Bon.) Bain. โคลนีด้านบนและล่างบน PDA (A, B), phialide และ sterile conidiophore apices (C); bar=50 μ m	192
99 ภาพวาด <i>Trichoderma hamatum</i> (Bon.) Bain. จาก camera lucida (bar=10 μ m)	193
100 <i>Trichoderma artroviride</i> Rifai โคลนีบน PDA (A), conidiophore, phialide และ conidia (B, C, D); bar=10 μ m	194
101 ภาพวาด <i>Trichoderma artroviride</i> Rifai จาก camera lucida (bar=10 μ m)	195
102 <i>Trichoderma oblongisporum</i> Bissett โคลนีด้านบนและล่างบน PDA (A, B), phialide (C, D); bar=10 μ m, conidia (E); bar=10 μ m, sterile conidiophore apices (F); bar=10 μ m	197
103 ภาพวาด <i>Trichoderma oblongisporum</i> Bissett จาก camera lucida (bar=10 μ m)	198

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่	หน้า
104 <i>Trichoderma virens</i> (Miller, Giddens & Foster) von Arx, phialide (A, B); bar=20 μm , โคลโลนีบนอาหาร PDA (C)	198
105 ภาพวาด <i>Trichoderma virens</i> (Miller, Giddens & Foster) von Arx จาก camera lucida (bar=10 μm)	199
106 <i>Verticillium lecanii</i> (Zimm.) Viégas โคลโลนีบน PDA (A), phialide และ conidia (B, C, D); bar=10 μm	201
107 ภาพวาด <i>Verticillium lecanii</i> (Zimm.) Viégas จาก camera lucida (bar=10 μm)	202
108 unidentified ascomycetes โคลโลนีด้านบนและล่างบน MEA (A, A1), โคลโลนีด้านบนและล่างบน CZA (B, B1), โคลโลนีด้านบนและล่างบน CYA (C, C1), asci (D); bar=10 μm ภาพวาดจาก camera lucida (E); bar=10 μm	203
109 unidentified hyphomycetes โคลโลนีด้านบนและล่างบน PDA (A, A1), conidiophore และ conidia (B, C); bar=5 μm , ภาพวาดจาก camera lucida (D); bar=10 μm	205
110 unidentified sp.1 โคลโลนีด้านบนและล่างบน PDA (A, A1)	206
111 unidentified sp.2 โคลโลนีด้านบนและล่างบน PDA (A, A1)	206
112 unidentified sp.3 โคลโลนีด้านบนและล่างบน PDA (A, A1)	206

ความหลากหลายของราดินในการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทต่างๆ
ในเขตป่าสงวนท่ากุ่ม-ห้วยแเรียง จังหวัดตราด

Diversity of Soil Fungi in Different Land Use Types in
Tha Kum-Huai Raeng Forest Reserves, Trat Province

คำนำ

ในปัจจุบัน สภาพธรรมชาติ ป่าไม้ แม่น้ำลำธารในประเทศไทยได้ถูกทำลายไปจนเสื่อมโทรมลงอย่างต่อเนื่อง ทำให้สิ่งมีชีวิตบางชนิดที่อาศัยอยู่ในพื้นที่เหล่านี้ค่อยๆ หายไปอย่างน่าวิตก ดังนั้นการเร่งงานสำรวจและการวิจัยถึงการ ใช้ประโยชน์ ตลอดจนการวางแผนเพื่อการอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพให้คงอยู่อย่างยั่งยืน จึงเป็นสิ่งที่ควรกระทำอย่างยิ่ง ก่อนที่สิ่งมีชีวิตเหล่านี้จะสูญหายไป และไม่ทราบถึงประโยชน์อันทรงคุณค่าที่มีต่อมวลมนุษยชาติ

ราในดินหรือราดินเป็นสิ่งมีชีวิตอีกกลุ่มหนึ่งที่มีความสำคัญไม่ด้อยไปกว่าพืชและสัตว์ เนื่องจากมีบทบาทเป็นผู้ย่อยสลายที่สำคัญในระบบนิเวศ ทำหน้าที่คืนสารอาหารลงสู่ดิน ซึ่งพืชสามารถนำกลับไปใช้ได้ ดังนั้นราดินจึงเป็นองค์ประกอบหนึ่งซึ่งขาดเสียมิได้ในระบบนิเวศ นอกจากประโยชน์ในการเป็นผู้ย่อยสลายแล้ว ราชังมีประโยชน์มหาศาลในเชิงอุตสาหกรรม เช่น การผลิตชีอิ้ว เนย สารปฏิชีวนะ กรดอินทรีย์ และอื่นๆ อีกมากมาย ดังนั้นหากมีการสำรวจและศึกษาสิ่งมีชีวิตกลุ่มนี้อย่างจริงจัง อาจเป็นทางหนึ่งในการติดตามการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเปลี่ยนแปลงของ สภาพดิน

การศึกษาในครั้งนี้ได้เปรียบเทียบความหลากหลายของราดินในป่าดิบแล้งรุ่นที่สอง สวนป่าพะยูง ท่งหญ้า สวนยางพาราและไร่สับปะรด ในเขตป่าสงวนท่ากุ่ม-ห้วยแเรียง จังหวัดตราด พื้นที่ในบริเวณนี้ทั้งหมดแต่เดิมเป็นพื้นที่ป่าธรรมชาติที่เป็นแหล่งพันธุกรรมของพืชและสัตว์ แหล่งความรู้ และแหล่งอาหารสำหรับชุมชน แต่ในปัจจุบันพื้นที่แห่งนี้บางส่วนได้เปลี่ยนแปลงไปเป็นพื้นที่เกษตรกรรม สวนป่า และท่งหญ้า ซึ่งการใช้ประโยชน์ที่ดินเหล่านี้ส่งผลกระทบต่อจุลินทรีย์ในดิน ดังนั้นการศึกษาทางด้านความหลากหลายของราซึ่งเป็นจุลินทรีย์กลุ่มหนึ่งในดิน จึงเป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับการวางแผนการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่แห่งนี้เหมาะสมในอนาคต

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาชนิดและเปรียบเทียบความหลากหลายของราดินในป่าดิบแล้งรุ่นที่สอง สวนป่าพะยูง ทุ่งหญ้า สวนยางพาราและไร่สับปะรด
2. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างชนิดราดินกับน้ำหนักแห้งของซากพืชคลุมดิน สมบัติทางกายภาพ และเคมีของดิน



การตรวจเอกสาร

ความหลากหลายทางชีวภาพ

ในปัจจุบันนี้เราได้ให้ความสำคัญกับความหลากหลายทางชีวภาพมากขึ้น เนื่องจากทรัพยากรอันทรงคุณค่าของมวลมนุษยชาติกำลังลดลงทุกขณะ อันเป็นผลมาจากความต้องการปัจจัยสำหรับดำรงชีวิตของมนุษย์มากขึ้น ดังจะเห็นได้จากการออกกฎหมายควบคุมการใช้ทรัพยากรธรรมชาติหลายฉบับ ตัวอย่างเช่น พระราชบัญญัติสงวนและคุ้มครองสัตว์ป่า พ.ศ. 2503 หรือการจัดตั้งอนุสัญญาว่าด้วยการค้าระหว่างประเทศซึ่งชนิดของสัตว์ป่าและพืชป่าที่ใกล้จะสูญพันธุ์

ความหลากหลายทางชีวภาพมีความหมายกว้างขวางมาก ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความสนใจของผู้ศึกษาแต่ละบุคคล เช่น นักจุลชีววิทยาจะให้ความหมายในเชิงจำนวนชนิดของจุลินทรีย์ในพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่ง แต่นักนิเวศวิทยาอาจให้ความหมายในด้านความมากมายของที่อยู่อาศัยในพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่งก็ได้ ตามระเบียบสำนักนายกรัฐมนตรีว่าด้วยการอนุรักษ์และการใช้ประโยชน์ความหลากหลายทางชีวภาพ พ.ศ. 2543 ได้ให้ความหมายของความหลากหลายทางชีวภาพว่า ความหลากหลายทางชีวภาพคือ “ความแตกต่างของสิ่งมีชีวิตจากทุกแหล่ง ซึ่งหมายความรวมถึงระบบนิเวศทางบก ระบบนิเวศทางทะเล และระบบนิเวศทางน้ำและอื่นๆ ตลอดจนความซับซ้อนทางระบบนิเวศนั้น ทั้งนี้ ไม่ว่าจะเป็นความหลากหลายของพันธุกรรม ความหลากหลายของชนิดพันธุ์ และความหลากหลายของระบบนิเวศ” (ยงยุทธ, 2549)

ในปัจจุบันป่าไม้ซึ่งเป็นแหล่งของความหลากหลายทางชีวภาพที่สำคัญของประเทศไทยมีพื้นที่ลดลงอย่างรวดเร็ว ดังจะเห็นได้จาก พ.ศ. 2504 ประเทศไทยมีพื้นที่ป่าถึง 171 ล้านไร่ คิดเป็นร้อยละ 53 ของพื้นที่ประเทศ แต่อีก 4 ทศวรรษต่อมาใน พ.ศ. 2541 พื้นที่ป่าในประเทศไทยลดเหลือเพียง 81 ล้านไร่ คิดเป็นร้อยละ 25 ของพื้นที่ประเทศ (ธวัชชัย, 2549) ดังนั้นการเร่งสำรวจความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตและการอนุรักษ์ทรัพยากรอันทรงคุณค่าของป่าไม้ ไม่ว่าจะเป็น พืช สัตว์ หรือจุลินทรีย์ สมควรเร่งดำเนินการเป็นอย่างยิ่ง ก่อนที่พื้นที่ป่าไม้จะร่อยหรอลงไปมากกว่านี้ จนไม่เหลืออะไรให้ศึกษาและใช้ประโยชน์แก่มวลมนุษยชาติเลย

ราและแหล่งที่อยู่

รา (fungi) คือ จุลินทรีย์กลุ่มหนึ่งที่มีเชื้อหุ้มนิวเคลียส (eukaryotic organism) ราอาจมีเซลล์เดี่ยว (unicellular) หรือหลายเซลล์ (multicellular) ส่วนใหญ่มีการเติบโตในรูปของเส้นใย (hypha) ซึ่งเส้นใยนั้นอาจมีผนังกัน (septate hypha) หรือไม่มีผนังกัน (non septate hypha หรือ coenocytic hypha) โดยที่ผนังของเส้นใยของรามีไคติน (chitin) และเบต้ากลูแคน (beta-glucan) เป็นส่วนประกอบ รามีความหลากหลายของชนิดสูงมาก มีความผันแปรทั้งขนาด รูปร่าง รวมไปถึงลักษณะทางด้านนิเวศ โดยทั่วไปแล้ว รามีการสืบพันธุ์โดยการสร้างสปอร์ ซึ่งมีทั้งสปอร์แบบอาศัยเพศและไม่อาศัยเพศ (sexual spore และ asexual spore) ราสร้างอาหารเองไม่ได้จึงจัดเป็นสิ่งมีชีวิตพวก heterotroph ที่ต้องอาศัยสารอาหารจากสิ่งที่ยึดอยู่ (substrate) โดยวิธีการดูดซึม (absorption) โดยปกติแล้วรามีบทบาทเป็นผู้ย่อยสลาย (saprophytic) เป็นผู้อยู่ร่วมกับสิ่งมีชีวิตอื่นแบบพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน (mutualistic) หรือเป็นปรสิต (parasitic) (ภาควิชาจุลชีววิทยา, 2544; Kirk *et al.*, 2001)

เราสามารถพบราได้ทุกหนทุกแห่งและตลอดเวลา ไม่ว่าจะเป็น ในน้ำ ดิน อากาศ ทั้งในเขตร้อนและเขตหนาว ตลอดจนบนร่างกายของเราด้วย แต่เมื่อเปรียบเทียบแหล่งที่อยู่ต่างๆ ของราแล้วพบว่า ในพื้นที่ที่เป็นป่าธรรมชาติ เช่น ป่าไม้ที่ไม่มีการรบกวนจากมนุษย์จะมีความหลากหลายชนิดมากกว่าแหล่งที่อยู่ที่มีการรบกวน เช่น พื้นที่เกษตรกรรม หรือชุมชนเมือง ตัวอย่างเช่น เห็ดและราทำลายแมลง เป็นต้น Lodge (1997) กล่าวว่า ในการที่จะรักษาความหลากหลายของรา เราต้องควบคุมพื้นที่ป่าธรรมชาติไม่ให้เกิดการรบกวน เนื่องจากความซับซ้อนของระบบนิเวศป่าไม้ เป็นแหล่งที่อยู่ของราเป็นอย่างดี สำหรับในวิทยานิพนธ์เรื่องนี้จะกล่าวถึงราที่อาศัยอยู่ในดินเท่านั้น

ดินและส่วนประกอบของดิน

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา (2548) ได้อธิบายว่าดินคือ เทหวัตถุธรรมชาติ (natural body) ที่ปกคลุมผิวโลกอยู่บางๆ เกิดขึ้นจากผลของการแปรสภาพหรือผุพังของหินและแร่ และอินทรีย์วัตถุผสมคลุกเคล้ากัน หรือดินคือ เทหวัตถุที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติรวมตัวกันเป็นชั้น (profile) จากส่วนผสมของแร่ธาตุต่างๆ ที่สลายตัวเป็นชั้นเล็กชั้นน้อยกับอินทรีย์วัตถุที่เปื่อยผุพังอยู่รวมกันเป็นชั้นบางๆ ห่อหุ้มผิวโลก และเมื่อมีอากาศและน้ำในปริมาณที่เหมาะสมแล้ว จะช่วยล้าง

พร้อมทั้งช่วยในการยังชีพและการเติบโตของพืช จากนิยามข้างต้นจะเห็นว่า ดินมีความหมายได้สองแบบขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์และคุณประโยชน์ที่จะได้รับในการศึกษาเกี่ยวกับดิน

โดยทั่วไปแล้ว ดินมีส่วนประกอบหลัก 4 อย่าง ได้แก่ อนินทรีย์วัตถุ อินทรีย์วัตถุ น้ำ และอากาศ โดยที่อนินทรีย์วัตถุเป็นแหล่งกำเนิดธาตุอาหารพืช และเป็นแหล่งอาหารของจุลินทรีย์ ในดิน อินทรีย์วัตถุเป็นแหล่ง คาร์บอน ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และกำมะถัน อีกทั้งยังเป็นตัวกำหนดความอุดมสมบูรณ์ของดินเช่น โครงสร้างดิน ความร่วนซุย การระบายน้ำและการแลกเปลี่ยนอากาศของดิน น้ำเป็นตัวทำละลายธาตุอาหารต่างๆ ในดิน เพื่อให้พืชดูดมาใช้ประโยชน์ได้ อากาศเป็นแหล่งของออกซิเจนในการหายใจ แหล่งไนโตรเจน และแหล่งคาร์บอนของสิ่งมีชีวิตในดิน หากดินมีคาร์บอนอินทรีย์มากกว่า 20% โดยน้ำหนักแล้ว จะจัดเป็นดินอินทรีย์ แต่ถ้าหากดินมีคาร์บอนอินทรีย์น้อยกว่า 20% แล้ว จะจัดให้ดินนั้นเป็นดินอนินทรีย์ ซึ่งส่วนประกอบเหล่านี้รวมตัวกันเป็นอนุภาคของแข็งซึ่งเราเรียกว่า เนื้อดิน (soil texture) โดยในทางปฐพีวิทยา เนื้อดินถูกจำแนกเป็นหลายประเภทโดยใช้สัดส่วนของอนุภาคทราย (sand) อนุภาคทรายตะกอนหรืออนุภาคทรายแป้ง (silt) และอนุภาคดินเหนียว (clay) เป็นเกณฑ์

บทบาทของราดิน

ราเป็นจุลินทรีย์กลุ่มหนึ่งที่พบมากในดิน เนื่องจากดินเป็นทั้งแหล่งอาหาร แหล่งพลังงาน และแหล่งหลบภัยให้รา โดยในปัจจุบันมีรายงานการพบราดินแล้วกว่า 75,000 ชนิด ซึ่งคิดเป็น 5% ของราทั้งหมดที่พบจากทุกแหล่งทั่วโลกเท่านั้น (Finlay, 2007) รามีบทบาทเป็นผู้ย่อยสลายที่สำคัญในระบบนิเวศ ช่วยคืนธาตุอาหารลงสู่ดินซึ่งพืชสามารถนำไปใช้ได้ อีกทั้งยังทำให้ดินบริเวณนั้นอุดมสมบูรณ์ แมลงในดินหลายชนิดกินราเป็นอาหาร ดังนั้นราดินจึงมีบทบาทในการคงความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตในดินทางอ้อม นอกจากนี้ราดินยังดำรงชีพอยู่เป็นปรสิตของพืชและสัตว์ หรืออยู่ร่วมกับรากพืชแบบพึ่งพาอาศัยที่เรียกว่า mycorrhiza อีกด้วย นอกจากราดินจะมีประโยชน์ต่อระบบนิเวศอย่างมหาศาลแล้ว ยังสามารถนำมาสกัดสารเคมีที่เป็นประโยชน์ต่อมนุษย์ได้ เช่น สารปฏิชีวนะ กรดอินทรีย์ และเอนไซม์ที่มีการใช้อย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมการผลิตอาหาร ซึ่งสารเหล่านี้เป็นสารทุติยภูมิผลิตขึ้น ในทางการเกษตรยังใช้เป็นเครื่องมือในการควบคุมแมลงและราศัตรูพืชได้อีกด้วย ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ตัวอย่างสารทุติยภูมิจากราที่ผลิตในเชิงพาณิชย์ เพื่อใช้ประโยชน์ในด้าน เกษตรกรรม การเกษตร และการวิจัย

ประเภทการใช้ประโยชน์	ชื่อสาร	ชื่อรา	การใช้งาน
เกษตรกรรม	Penicillin	<i>Penicillium chrysosporum</i>	สารยับยั้งแบคทีเรีย
	Cephalosporins	<i>Cephalosporium Acremonium</i>	สารยับยั้งแบคทีเรีย
	Griseofulvin	<i>Penicillium griseofuivum</i>	สารยับยั้งรา
	Fusidin	<i>Fusidium coccineum</i>	สารยับยั้งแบคทีเรีย
	Cyclosporin	<i>Trichoderma polysporum</i>	สารกดภูมิคุ้มกัน
	Ergot alkaloids	<i>Claviceps purpurea</i>	รักษาโรคไมเกรน
การเกษตร	Zearalenone	<i>Gibberella zeae</i>	สารเร่งการเจริญของวัวควาย
	Giggerellins	<i>Gibberella fujikuroi</i>	ฮอร์โมนพืช
การวิจัย	Gliotoxin	<i>Trichoderma virens</i>	สารกดภูมิคุ้มกัน
	Cytochalasins	<i>Helminthosporium dermatodeum</i>	สารยับยั้งแอกติน
	Fusicoccin	<i>Fusicoccum amygdali</i>	สารเปิดปากใบ
	Phalloidin	<i>Amanita phalloides</i>	สารจับกับแอกติน
	Alpla Amanitin	<i>Amanita phalloides</i>	ยับยั้งเอนไซม์ RNA polymerase

ที่มา: เลขา (2542)

การจัดหมวดหมู่ของราดิน

จากการศึกษาทั้งหมด ราดินจำแนกรวมหมู่ ตามหลักของ Alexopoulos *et al.* (1996) ได้ ดังนี้

Kingdom Fungi

Phylum Chytridiomycota

Class Chytridiomycetes

Phylum Zygomycota

Class Zygomycetes

Phylum Ascomycota

Class Ascomycetes

Phylum Basidiomycota

Class Basidiomycetes

Kingdom Stramenopila

Phylum Oomycota

Class Oomycetes

ราดินที่พบส่วนใหญ่จัดอยู่ใน Class Deuteromycetes ซึ่งในปัจจุบันไม่ได้ถูกจัดให้อยู่ใน phylum ใดๆ ทั้งสิ้น Class Deuteromycetes นี้ในอดีตเคยเป็น Phylum Deuteromycota ต่อมาได้ถูกยกเลิกไป ในปัจจุบัน Class Deuteromycetes ยังคงใช้กันอย่างแพร่หลายในการจัดหมวดหมู่ของรา ซึ่งไม่สร้างสปอร์แบบอาศัยเพศ โดยที่เมื่อราใน Class Deuteromycetes สร้างสปอร์แบบอาศัยเพศแล้ว อาจจัดอยู่ใน Phylum Ascomycota หรือ Basidiomycota ก็ได้ ราใน Class Deuteromycetes แบ่งออกเป็น 3 กลุ่มตามรูปร่างลักษณะภายนอก ได้แก่

Coelomycetes เป็นราที่สร้างสปอร์แบบไม่อาศัยเพศใน pycnidia หรือ acervuli

Hyphomycetes เป็นราที่สร้างสปอร์แบบไม่อาศัยเพศโดยที่ไม่มี conidiomata ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มย่อยดังนี้

Moniliaceous species เป็นราที่สร้างเส้นใยและสปอร์ไม่มีสีหรือสีอ่อน

Dermatiaceous species เป็นราที่สร้างเส้นใยหรือสปอร์สีเข้ม

Stilbeaceous species เป็นราที่สร้าง synnemata

Mycelia Sterilia เป็นราที่ไม่สร้างสปอร์

ปัจจัยที่มีผลต่อการเติบโตของรา

ราเป็นจุลินทรีย์ที่สร้างอาหารด้วยตัวเองไม่ได้ ดังนั้นจึงต้องการปัจจัยทางด้านอาหารจากสิ่งที่มีน้ันเจริญอยู่ เพื่อใช้ดำรงชีพ นอกจากปัจจัยทางด้านอาหารแล้ว ราชังต้องการปัจจัยแวดล้อมทางกายภาพที่เหมาะสมอีกด้วย โดยที่ Griffin (1972) ได้กล่าวถึงรายละเอียดของปัจจัยเหล่านั้นไว้ดังนี้

ปัจจัยทางด้านสารอาหาร (nutrient factor)

ธาตุคาร์บอน (carbon) เป็นธาตุอาหารหลักที่มีความสำคัญมากธาตุหนึ่งเพราะเป็นส่วนประกอบหลักของสารประกอบอินทรีย์ต่างๆ ไม่ว่าจะเป็น คาร์โบไฮเดรต ไขมัน โปรตีน กรดอินทรีย์ต่างๆ แอลกอฮอล์ เป็นต้น โดยธาตุคาร์บอนวนเวียนในดินและชั้นบรรยากาศในรูปของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน ก๊าซมีเทน (CH_4) และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) สารประกอบคาร์บอนที่กล่าวมานี้เกิดจากกิจกรรมของพืช สัตว์ และการย่อยสลายของจุลินทรีย์ ซึ่งผลผลิตจากกิจกรรมเหล่านี้สะสมอยู่ในรูปของอินทรีย์วัตถุ (organic matter) (Coyne, 1999) เราใช้ธาตุคาร์บอนในกระบวนการหายใจ (respiration) ซึ่งธาตุคาร์บอนเข้าสู่เซลล์ในรูปของน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว เช่น glucose fructose mannose และ galactose โดยเราอาจได้รับน้ำตาลเหล่านี้มาโดยตรงหรือเป็นผลจากการย่อยสารประกอบคาร์บอนที่มีขนาดโมเลกุลใหญ่ เช่น น้ำตาลโมเลกุลคู่ สารประกอบเซลลูโลส ลิกนิน ไคติน เป็นต้น นอกจากนี้น้ำตาลแล้ว ายังได้รับธาตุคาร์บอนในรูปสารประกอบอินทรีย์อื่นๆ เช่น กรดกลูตามิก (glutamic acid) กรดอะมิโน (amino acid) สารประกอบวงแหวนเชิงซ้อน (polycyclic compound) และสารประกอบประเภทไขมัน (Griffin, 1994) โดยมีเอนไซม์ที่จำเพาะเจาะจงกับสารอาหารแต่ละชนิดและทำหน้าที่คัดเลือกสารเข้าสู่เซลล์

ธาตุไนโตรเจน (nitrogen) เป็นธาตุอาหารหลักอีกธาตุหนึ่งซึ่งวนเวียนเป็นวงจรรอบในดินและชั้นบรรยากาศอยู่เสมอ โดยกระบวนการหลัก 4 กระบวนการคือ Ammonification, Nitrification, Denitrification และ Nitrate Reduction โดยความสัมพันธ์ของทุกกระบวนการมีจุลินทรีย์ในดินเป็นตัวขับเคลื่อน เริ่มต้นจากการย่อยสลายซากพืช ซากสัตว์ ได้ผลผลิตเป็นกรดอะมิโน ต่อมากรดอะมิโนจะถูกสลายได้แอมโมเนีย (NH_3) ต่อมาแอมโมเนียจะถูกออกซิไดส์เป็นไปเป็นไนไตรต์ (NO_2^-) และไนเตรต (NO_3^-) ซึ่งกระบวนการเปลี่ยนแปลงระหว่างแอมโมเนีย ไนไตรต์ และไนเตรต จะเกิดกลับไปมา ไนเตรตจะถูกรีดิวซ์โดยแบคทีเรียที่เรียกเป็นก๊าซไนโตรเจน (N_2) ในสภาวะที่ขาดอากาศ และในที่สุดก๊าซไนโตรเจนก็จะถูกตรึงโดยแบคทีเรียกลายเป็นโปรตีนในพืช ซึ่งเป็นการเริ่มวงจรใหม่อีกครั้ง (ภาควิชาจุลชีววิทยา, 2544) เราได้รับธาตุไนโตรเจนจากแอมโมเนีย (NH_3) ในการสังเคราะห์กรดอะมิโนที่จำเป็น เช่น กรดกลูตามิก (glutamic acid) และกรดแอสปาดิก (aspartic acid) ซึ่งเป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์สารประกอบที่จำเป็นต่อกระบวนการเมแทบอลิซึม เช่น อลานีน (Alanine) เป็นต้น นอกจากนี้เราสามารถใช้นิเตรตและไนไตรต์ เป็นแหล่งของไนโตรเจนได้อีกด้วย โดยมีเอนไซม์ nitrate reductase และ nitrite reductase ทำหน้าที่เปลี่ยนไนเตรตและไนไตรต์เป็นแอมโมเนียเพื่อเป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์กรดอะมิโนต่อไป (Deacon,

2006) ยกเว้นราใน Class Chytridiomycetes, Oomycetes และ Basidiomycetes ที่ไม่สามารถใช้ประโยชน์จากไนเตรตและไนไตรต์ได้ (Griffin, 1994)

อัตราส่วนระหว่างธาตุคาร์บอนและไนโตรเจน(C:N ratio) อัตราส่วนระหว่างธาตุคาร์บอนและไนโตรเจนในเซลล์ของราก็คือ 10:1 ถึง 12:1 (Griffin, 1972) ส่วนอัตราส่วนระหว่างธาตุคาร์บอนและไนโตรเจนในสิ่งที่ราเจริญอยู่ หากมีอัตราส่วนเป็น 30:1 แล้วจะทำให้การเติบโตและการย่อยสลายของราเป็นไปได้เป็นอย่างดีมีประสิทธิภาพที่สุด เนื่องจากราจะใช้คาร์บอน 10 ส่วนในการสร้างเซลล์ อีก 20 ส่วนจะเปลี่ยนเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ส่วนไนโตรเจน 1 ส่วนนั้นราใช้ในการสร้างเซลล์ ถ้าในสิ่งแวดล้อมที่ราอาศัยอยู่นั้น มีอัตราส่วนที่มากกว่านี้เช่น 100:1 ราจะหยุดการเติบโต เนื่องจากการขาดธาตุไนโตรเจน (Deacon, 2006) จากการศึกษาของ Sayanh (2005) พบว่า เมล็ดพืชที่มีอัตราส่วนระหว่างธาตุคาร์บอนและไนโตรเจนสูง (>50:1) ราจะทำการย่อยเมล็ดพืชนั้นช้ากว่าเมล็ดพืชที่มีอัตราส่วนระหว่างธาตุคาร์บอนและไนโตรเจนต่ำ (20-30:1)

ธาตุอาหารรองอื่นๆ (other trace element) นอกจากธาตุคาร์บอนและไนโตรเจนแล้ว มีธาตุอาหารรองชนิดอื่นๆ ที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีพของราได้แก่ ฟอสฟอรัส (phosphorus; P) ซัลเฟอร์ (sulphur; S) แมกนีเซียม (magnesium; Mg) โพแทสเซียม (potassium; K) แคลเซียม (calcium; Ca) เหล็ก (iron; Fe) ทองแดง (copper, Cu) แมงกานีส (manganese, Mn) สังกะสี (Zinc; Zn) และ โมลิบดีนัม (molybdenum; Mo) ซึ่งธาตุเหล่านี้ เป็นส่วนประกอบของสารพันธุกรรม อีกทั้งยังเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของเยื่อหุ้มเซลล์ ทำหน้าที่เกี่ยวกับการสร้างพลังงานและการทำงานของเอนไซม์ต่างๆ รวมทั้งควบคุมกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับประจุไฟฟ้าในเซลล์ โดยปกติแล้วธาตุเหล่านี้มีความในปริมาณน้อย กล่าวคือ ราต้องการธาตุโพแทสเซียม ฟอสฟอรัส และแมกนีเซียม ที่ความเข้มข้น 10^{-3} M ซัลเฟอร์และแคลเซียมที่ความเข้มข้น 10^{-4} M เหล็ก 10^{-6} M ทองแดง 10^{-6} - 10^{-7} M แมงกานีส 10^{-7} M สังกะสี 10^{-8} M และ โมลิบดีนัมที่ความเข้มข้น 10^{-9} M (Griffin, 1994)

ปัจจัยทางด้านกายภาพ (physical factor)

น้ำ (water) ราต้องการน้ำในการดำรงชีพ น้ำเป็นตัวกลางที่ทำให้เอนไซม์ทำปฏิกิริยาได้ และเป็นตัวขับเคลื่อนสารต่างๆ ในเซลล์ด้วยตัวอย่างเช่น การแพร่ของสารอาหาร ไปยังตำแหน่งต่างๆ น้ำเคลื่อนที่เข้าและออกเซลล์โดยแรงดันออสโมซิส (Griffin, 1994) น้ำยังอยู่ตามช่องว่างระหว่างอนุภาคดิน โดยอาศัยแรงดึงดูดระหว่างน้ำกับอนุภาคดิน

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ราทุกชนิดต้องการก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในการสังเคราะห์กรดไขมัน ซึ่งความต้องการคาร์บอนไดออกไซด์จะแตกต่างกันในราแต่ละชนิด ราที่ต้องการอากาศในการเติบโต ต้องการคาร์บอนไดออกไซด์ปริมาณน้อยเมื่อเทียบกับราที่สามารถดำรงชีพได้ในบริเวณที่ไม่มีอากาศ ถ้ามีคาร์บอนไดออกไซด์ปริมาณมากเกินไป จะทำให้เซลล์หยุดการเติบโต คาร์บอนไดออกไซด์เกิดจากการสลายอาหารในกระบวนการหายใจของรา (Deacon, 2006)

ค่าความเป็นกรดด่าง (pH) ค่าความเป็นกรดด่างที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของรา โดยทั่วไปอยู่ในช่วง 5.0-7.0 ราบางชนิดอาจมีชีวิตรอดอยู่ในช่วงค่า pH ที่กว้างกว่านี้ เช่น *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp. และ *Fusarium* spp. ราบางชนิดที่ดำรงชีพอยู่ในกระเพาะของสัตว์สามารถทนความเป็นกรดสูงที่ pH เท่ากับ 2.0 หรือราที่ดำรงชีพอยู่ในของเสียจากเหมืองแร่สามารถมีชีวิตรอดได้ที่ pH 1.0 หรือราที่อาศัยอยู่ในทะเลสาบที่มีความเป็นด่างสูง สามารถมีชีวิตรอดได้ที่ pH 10.0 (Deacon, 2006) จากตัวอย่างที่กล่าวมาจะเห็นว่าค่า pH อาจมีการเปลี่ยนแปลงได้หากการละลายของธาตุต่างๆ บริเวณที่ราอาศัยอยู่มีการเปลี่ยนแปลง

แสง (light) แสงเกี่ยวข้องกับราในเรื่องของการงอกของสปอร์ (Griffin, 1994) แสงในช่วงความยาวคลื่น 380-720 นาโนเมตร มีผลต่อการเติบโตของเส้นใยเล็กน้อย นอกจากนี้แสงยังเกี่ยวข้องกับการสร้างสี (pigmentation) ของราด้วย (Deacon, 2006) ดังจะเห็นได้จากราที่ดำรงชีพอยู่ในบริเวณที่มีแสงมากเช่น ทะเลทราย จะเป็นราพวกที่มีสีเข้ม (dermatiaceus fungi) เช่น *Alternaria* spp., *Bipolaris* spp. และ *Curvularia* spp. เป็นต้น นอกจากนี้ราบางชนิดอาจสร้างผนังเซลล์ที่หนาขึ้นเพื่อป้องกันอวัยวะภายในจากแสง ดังการศึกษาราที่อาศัยอยู่บนส่วนของพืชในทุ่งหญ้าประเทศเคนยาของ Caretta *et al.* ในปี 1999 แต่อย่างไรก็ตามแสงไม่มีผลกระทบต่อราที่อาศัยอยู่ในดินอย่างเด่นชัด เนื่องจากดินคอยป้องกันราจากแสงอาทิตย์ นอกจากนี้แสง ยังทำให้อุณหภูมิของดินสูงขึ้น ทำให้ราที่ชอบอุณหภูมิสูง สามารถงอกสปอร์ได้ดี (Jack and Tansey, 1977)

อุณหภูมิ (temperature) ราสามารถดำรงชีพอยู่ในช่วงอุณหภูมิกว้างตั้งแต่อุณหภูมิต่ำกว่า 5 องศาเซลเซียส ไปจนถึง 65 องศาเซลเซียส (Deacon, 2006) เนื่องจากราแต่ละชนิดจะมีช่วงที่เหมาะสมต่อการทำกิจกรรมในเซลล์ไม่เท่ากัน สำหรับในบรรยากาศอุณหภูมิมีช่วงการเปลี่ยนแปลงกว้างในแต่ละช่วงเวลาเมื่อเทียบกับดิน ซึ่งอุณหภูมิของดินค่อนข้างคงที่ซึ่งถูกกำหนดโดยการปรากฏของพรรณพืชในบริเวณนั้น และปริมาณน้ำในดิน

ก๊าซออกซิเจน (oxygen) ราวส่วนใหญ่ต้องการออกซิเจนในการดำรงชีพ ซึ่งออกซิเจนมีผลต่อการสร้างสปอร์และการเติบโตของเส้นใย ราวบางชนิดสามารถดำรงชีพอยู่ในสถานะที่มีออกซิเจนน้อยหรือไม่มีเลย เหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากราวส่วนใหญ่ที่ต้องการออกซิเจน สามารถสร้างเอนไซม์ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนอนุมูลของออกซิเจนที่เป็นพิษ ซึ่งเกิดมาจากกระบวนการเมแทบอลิซึม (metabolism) ไปเป็นน้ำและออกซิเจนได้ ในขณะที่ราที่ดำรงชีพในบริเวณที่ไม่มีออกซิเจนไม่สามารถสร้างเอนไซม์นี้ได้ (Coyne, 1999)

วิธีการแยกราติน

วิธีการแยกราตินมีหลายวิธี แต่วิธีที่เป็นที่นิยมอย่างแพร่หลาย มี 6 วิธีดังนี้ (เลขา, 2543)

1. Soil dilution plate เป็นการแยกราโดยนำดินตัวอย่างมาทำการเจือจาง เพื่อให้ได้สารละลายดินที่มีความเจือจาง 10^{-3} - 10^{-4} เท่า ในน้ำกลั่นที่นิ่งมาเชื้อแล้วก่อนนำมาเลี้ยงลงบนอาหาร เพราะต้องการคัดเลือกงานเลี้ยงเชื้อที่มีจำนวน โคโลนีของราไม่มากและน้อยเกินไป เพื่อนับจำนวนได้อย่างถูกต้อง
2. Soil plate ทำได้โดยตักดินประมาณ 0.0005-0.015 กรัม แล้วเกลี่ยให้ทั่วงานเลี้ยงเชื้อ ก่อน จากนั้นจึงเทอาหารเลี้ยงเชื้อลงบนดินในงานเลี้ยงเชื้อ
3. Alcohol treatment เป็นการคัดเลือกราในไฟลัม Ascomycota โดยนำดินจำนวนหนึ่งมาแช่ใน ethyl alcohol 65% ก่อน เป็นเวลา 15 นาที ก่อนที่จะนำดินมาเลี้ยงเชื้อเช่นเดียวกับวิธี soil plate
4. Heat treatment การแยกเชื้อโดยวิธี Heat treatment เป็นวิธีที่ใช้คัดเลือกราที่ทนต่อความร้อนในดิน โดยนำดินจำนวนหนึ่งมาแช่ในน้ำกลั่นที่นิ่งมาเชื้อแล้ว นำไปใส่ใน water bath ที่อุณหภูมิ 60-80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10-15 นาที จากนั้นนำดินที่ผ่านความร้อนแล้วมาแยกเชื้อเช่นเดียวกับวิธี soil plate

5. Baiting เป็นการแยกราสที่สร้างสปอร์ที่เคลื่อนที่ได้โดยนำดินมาแช่ในน้ำกลั่นที่มีเมล็ดพืชที่นึ่งฆ่าเชื้อแล้วเป็นเหยื่อ เมื่อมีการเจริญของเส้นใยบนเมล็ดพืชให้นำเมล็ดพืชนั้นมาล้างในน้ำกลั่น ให้สะอาดแล้วตัดเส้นใยมาเลี้ยงต่อไป

6. Actidione treatment เป็นการคัดเลือกราในฟิล์ม Ascomycetes โดยเติมสารละลาย actidione (cycloheximide) ลงในอาหารเลี้ยงเชื้อก่อนนำมาแยกราด้วยวิธี soil dilution plate หรือ soil plate

ในการวิเคราะห์ทางปริมาณเกี่ยวกับราดินส่วนใหญ่นิยมใช้วิธี soil dilution plate เนื่องจากสปอร์ของรามีโอกาสกระจายทั่วงานเลี้ยงเชื้อทำให้นับจำนวนและแยกราง่าย ส่วนวิธี Alcohol treatment, Heat treatment, Baiting และ Actidione treatment เป็นวิธีที่ใช้คัดเลือกราบางกลุ่มเช่น ราในฟิล์ม Ascomycota และ Oomycota วิธี Soil plate เป็นวิธีที่เหมาะสมแก่การจำแนกชนิดราเท่านั้น เนื่องจากการนับจำนวนและแยกราสที่เจริญอยู่กับอนุภาคดินที่จมอยู่ใต้อาหารทำได้ยาก (Bill *et al.*, 2004)

การศึกษาลักษณะทางนิเวศของราดิน

การศึกษากการปรากฏของราดินในถิ่นที่อยู่ที่มีลักษณะต่างกัน เช่น หมู่ไม้ ชั้นดิน ปริมาณธาตุอาหารต่างๆ ในดิน การทำไม้ เป็นต้น เน้นในเรื่องการปรากฏ และการแพร่กระจายของจำนวนประชากรราในดินเป็นหลัก โดยที่

McLennan and Ducker (1953) ศึกษาการปรากฏของราตามแนวความลึกของชั้นดิน โดยเก็บดินในหมู่ไม้ heath ทั้ง 4 ชั้นดิน (litter (A₀), A₁, A₂, B, B-C) โดยมีความลึกตั้งแต่ 0-36 นิ้ว มาแยกราสโดยใช้วิธี dilution plate พร้อมกับวัดค่า pH เปอร์เซ็นต์ของเม็ดทราย ตะกอน ดินเหนียว น้ำในดิน และธาตุคาร์บอนจากสารอินทรีย์ พบว่าดินชั้น A และ B มีปริมาณราทั้งจำนวนชนิดและประชากรของราแต่ละชนิดไม่แตกต่างกัน แต่ดินชั้น B-C มีปริมาณราในดินทั้งชนิดและจำนวนน้อยกว่าชั้น A และ B มาก เนื่องจากปริมาณคาร์บอนจากสารอินทรีย์ในดินชั้น B-C มีน้อยมาก จึงสรุปว่าการปรากฏของราในดินขึ้นอยู่กับปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน โดยราดินในพื้นที่ศึกษาที่พบเป็นชนิดเด่นได้แก่ *Mortierella ramanniana*, *Penicillium* spp. และ *Aspergillus* spp.

Gams and Domsch (1969) ศึกษาการปรากฏของราตามฤดูกาลโดยแยกราดินด้วยวิธี soil washing จากดินลึก 3-5 เซนติเมตร จากไร่ข้าวสาลีเดือนละครั้ง เป็นเวลา 3 ปี พบว่า การเปลี่ยนแปลงของฤดูกาลส่งผลกระทบต่อปรากฏของรา โดยที่ในฤดูร้อน ราดินมีจำนวนเพิ่มขึ้นเล็กน้อยซึ่งพบได้ชัดเจนใน *Verticillium nigrescens* นอกจากนี้ ยังพบว่าราดินชอบอยู่ในดินที่มีอนุภาคอินทรีย์วัตถุปริมาณสูงมากกว่าดินที่มีอนุภาคแร่ธาตุสูง ซึ่งความสัมพันธ์นี้พบได้ชัดเจนในรา *Fusarium spp.*, *Mucor hiemalis* และ *Gaeumannomyces graminis*

Christensen (1969) ทำการศึกษาเกี่ยวกับการปรากฏของราดิน ในหมูไม้ที่มีลักษณะแตกต่างกัน 6 หมูไม้ ได้แก่ Jack pine, red pine, white pine, hemlock และ maple ซึ่งมีพันธุ์ไม้จำพวก conifer และ hardwood เป็นไม้เด่นในรัฐวิสคอนซิน โดยแยกราและนับจำนวนราแต่ละชนิดในหน่วยโคโลนีต่อดิน 1 กรัม ด้วยวิธี dilution plate ที่ความเข้มข้น 10^{-4} พบว่าราชนิดหลักที่ปรากฏใน 6 หมูไม้ ได้แก่ *Mortierella vinacea* II, *Trichoderma spp.*, *Mortierella isabellina*, *Penicillium nigricans*, *Mortierella nana*, *Pullularia pullulans* และ *Monocillium humicola* var. *brunneum* จากนั้นนำจำนวนและชนิดของราดินที่แยกได้ไปทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์กับปัจจัยแวดล้อม ได้แก่ ความเป็นกรดต่างในดินและชนิดพรรณไม้เด่นในแต่ละหมูไม้ ด้วยวิธี ordination โดยใช้ความคล้ายคลึงของสังคมราดินเป็นหลัก พบว่าการปรากฏของราในแต่ละพื้นที่แตกต่างกันตามลักษณะสังคมพืชที่ราอาศัยอยู่ และการปรากฏของรายังขึ้นอยู่กับความเป็นกรดต่างในดินชั้นซากพืชด้วย ในการศึกษาครั้งนี้พบว่าบริเวณที่ดินมีค่า pH อยู่ในช่วง 4.5-4.7 มีราในดินเป็นจำนวนมากทั้งชนิดและปริมาณ

Eicker (1970) เก็บตัวอย่างดินในแต่ละระดับความลึกตั้งแต่ 1-28 นิ้ว ตามลักษณะชั้นดิน (soil profile) วัดค่า pH ความชื้น และปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน แล้วนำดินมาแยกด้วยวิธี dilution plate และ soil plate พบว่าความชื้นในดินเป็นปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อการปรากฏของราเนื่องจากทั้งความชื้นในดินและจำนวนชนิดของรา ลดลงตามระดับความลึกของดิน โดยที่ระดับ 1 นิ้วพบรา 26 ชนิด และที่ระดับ 28 นิ้ว พบรา 5 ชนิด ได้แก่ *Absidia tenuissima*, *Aspergillus allahabadi*, *Cladosporium oxysporum*, *Penicillium casei* และ *Thielavia terricola* ส่วนราที่พบจำนวนมากที่ระดับผิวดินเท่านั้น ได้แก่ *Aspergillus allahabadi*, *Humicola sp.*, *Mortierella isabellina*, *Mucor vallesiacus*, *Neocosmospora vasinfecta*, *Rhizopus nigricans*, *Stysanus medius* และ *Trichosporon sp.*

Wongseenin (1971) เก็บตัวอย่างดินจากป่าเต็งรังและป่าดิบแล้ง บริเวณสถานีวิจัย ลี้แควดล้อมสระแกรซ โดยเก็บดินที่ระดับความลึก 0-10 เซนติเมตร (ดินชั้น A) และ 10-20 เซนติเมตร (ดินชั้น B) หาความหนาแน่นของรากพืชในดินตัวอย่าง วัดค่า pH ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และความชื้นในดิน ต่อมาทำการแยกรากพืชจากตัวอย่างดินแต่ละตัวอย่าง ที่เก็บได้ แล้วแยกรากที่อยู่ในดินบริเวณรากพืชด้วยวิธีล้างราก แล้วเพาะเชื้อจากของเหลวที่ใช้ล้างราก ด้วยอาหาร Martin's medium agar จากนั้นนำดินที่แยกรากออกไปแล้วมาแยกรากด้วยวิธี dilution plate ด้วยอาหาร Martin's medium agar ขึ้นต่อไปทำการแยกรากที่อาศัยอยู่บนรากพืช โดยการล้าง รากพืชให้สะอาดแล้วตัดเป็นท่อนๆ ไปวางบนอาหาร Martin's medium agar นำจานเลี้ยงเชื้อที่เพาะ ราแล้วไปบ่มที่อุณหภูมิห้องประมาณ 6 วัน เมื่อพบการเจริญของโคโลนีราแล้ว นับจำนวนโคโลนี ของราแต่ละชนิด พร้อมกับจำแนกชนิดราจากโคโลนีที่แตกต่างกัน จากการศึกษาในครั้งนี้พบว่า ป่า ดิบแล้งมีจำนวนชนิดราและปริมาณของราดินสูงกว่าป่าเต็งรังเนื่องจาก ดินในป่าดิบแล้งมีปริมาณ อินทรีย์วัตถุ สูงกว่าป่าเต็งรัง ส่วนความหนาแน่นของรากพืชในดินตัวอย่างให้ผลไม่ต่างกันทั้งป่า สองชนิด ความหลากหลายชนิดและปริมาณของรากลดลงตามระดับความลึกเนื่องจากปริมาณอินทรีย์วัตถุ ลดลงตามระดับความลึกของดิน ในการศึกษาครั้งนี้พบราทั้งหมด 18 ชนิด โดยราที่พบบ่อย ได้แก่ รา สกุก *Penicillium*, *Aspergillus*, *Gliocladium* และ *Trichoderma* นอกจากนี้ยังพบว่าราสกุก *Cylindrocladium* พบเฉพาะป่าเต็งรังเท่านั้น

Wicklow and Whittingham (1975) เก็บตัวอย่างดินจากหญ้า 8 หญ้า ซึ่งใน 8 หญ้านี้ แบ่งออกเป็น หญ้า 3 ชนิด หญ้าที่มีการรบกวนจากการเกิดไฟป่าในอดีต และหญ้า 5 ชนิด ที่ผ่านการ ทำไม้แบบตัดหมด (clear cutting) ในรัฐวิสคอนซิน ซึ่งดินในป่าเป็นชนิด loamy sand, sandy loam และ silt loam แล้วทำการเปรียบเทียบระหว่างชนิดและจำนวนประชากรของรา ขึ้นดิน และชนิด ของดิน ในแต่ละหญ้า พบว่า ในหญ้าที่ดินเป็นชนิด loamy sand และ silt loam รา *Mortierella alpine* และ *Trichoderma* spp. มีความหนาแน่นมากที่สุด ส่วนหญ้าที่ดินเป็นชนิด sandy loam พบ *Fusarium tricinctum*, *Paecilomyces farinosus* และ *Mycelia sterilia* เป็นราเด่น โดยการปรากฏของ ราในหญ้า 3 ชนิดไม่แตกต่างกันในแต่ละชั้นดิน เมื่อเปรียบเทียบในหญ้าที่ผ่านการรบกวน พบว่า ในหญ้าที่มีดินชนิด loamy sand และเคยเกิดไฟป่าในอดีตมีความถี่ของรา *Volutella* sp. สูง ในชั้นซากพืช แต่พบ *Trichoderma* spp. ในปริมาณน้อย ส่วนในหญ้าที่มีดินชนิด sandy loam และ เคยเกิดไฟป่าไม่พบ *Fusarium tricinctum* และ *Paecilomyces farinosus* ซึ่งราสองชนิดนี้ปรากฏใน ดินธรรมชาติ และเมื่อเปรียบเทียบหญ้าที่มีชนิดดินเป็น silt loam ทั้งที่เป็นธรรมชาติและเคยเกิดไฟ ป่าพบว่าดินที่ผ่านการไหม้มี *Volutella* sp. เป็นชนิดราเด่น และพบรา *Alternaria alternata*,

Penicillium lanosum และ *Thysanophora penicilloides* เพียง 1% ซึ่งรวมทั้ง 3 ชนิดนี้พบถึง 20% จากดินธรรมชาติ จากการศึกษาครั้งนี้ทำให้ผู้วิจัยได้เสนอแนะว่าการรบกวนทำให้มีการเปลี่ยนแปลงประชากรและชนิดของราดินเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของสารอาหารในดิน ซึ่งทำให้เกิดการแข่งขันระหว่างราแต่ละชนิด

Bissett and Parkinson (1978) ทำการศึกษาราดินบนภูเขาสูงตั้งแต่ 1,900-2,840 เมตรจากระดับน้ำทะเลประเทศแคนาดา แล้วนำมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างราที่ปรากฏและลักษณะทางกายภาพของดินที่ราอาศัยอยู่ โดยวิธี correlation, multiple regression และ ordination จากโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS subroutine REGRESSION, SPSS subroutine FACTOR และ BMD06M ตามลำดับ พบว่าปัจจัยกำหนดที่สำคัญต่อการปรากฏของราดิน ได้แก่ อุณหภูมิดิน ชาติโพแทสเซียม (K) และความเป็นกรดต่าง (pH) ของดิน โดยที่อุณหภูมิและความชื้นในดินเป็นปัจจัยที่ต้องพิจารณาประกอบกัน และจะแตกต่างกันไปในแต่ละฤดูกาล จากการศึกษาพบว่ารา *Cylindrocarpon didymum*, *Gliocladium deliquescens*, *Fusarium merismoides*, *Penicillium steckii* และ *C. destructans* ปรากฏเฉพาะในดินที่มีอุณหภูมิและความชื้นสูง *P. janthinellum* และ *Chrysosporium pannorum* พบในดินที่มีอุณหภูมิและความชื้นต่ำ ชาติโพแทสเซียมเป็นปัจจัยกำหนดของรา *Penicillium steckii*, *Phoma epyrena*, *P. simplicissimum*, *P. janthinellum* และ *Fusarium acuminatum* ราเหล่านี้ต้องการชาติโพแทสเซียมสูง นอกจากนี้ยังพบว่าราแต่ละชนิดสามารถดำรงชีวิตในดินที่มีความเป็นกรดต่างแตกต่างกัน โดยที่ *P. restrictum*, *Chrysosporium roseus*, *G. deliquescens* และ *Cylindrocarpon didymium* จะลดจำนวนลงเมื่อดินมีความเป็นด่างมากขึ้น แต่เมื่อดินเป็นด่างมากขึ้นจะพบการปรากฏของ *Chrysosporium pannorum* มากขึ้น โดยฤดูกาลที่พบความหนาแน่นของราดินมากที่สุดได้แก่ ฤดูใบไม้ผลิ (spring)

Houston *et al.* (1998) ทำการศึกษาราดินในป่าตอนเหนือของรัฐ Ontario ที่ผ่านการทำไม้แบบตัดหมด (clear-cutting) เป็นเวลา 7-9 ปีและป่าธรรมชาติ ทำการแยกราด้วยวิธี washing method โดยการล้างดินออกจากอนุภาคอินทรีย์วัตถุและอนินทรีย์วัตถุ แล้วย้ายไปเลี้ยงใน 2% malt extract agar เป็นเวลา 2 สัปดาห์ พร้อมทั้งวัดค่า pH ค่าการนำไฟฟ้า ความชื้นในดิน ปริมาณสารอินทรีย์ในดินและสารกระตุ้นการหายใจ จากนั้นนำจำนวนชนิดและประชากรราที่ได้ไปหาค่าความสม่ำเสมอ (evenness) ความหลากหลายชนิด (species richness) และความเด่น (dominance) แล้วนำข้อมูลของแต่ละพื้นที่มาหาความต่างของค่าเฉลี่ยพบว่าความหลากหลาย ความเด่น ความสม่ำเสมอของทั้งสองพื้นที่ไม่แตกต่างกัน แต่อย่างไรก็ตามในป่าที่ผ่านการทำไม้ ค่าปริมาณต่างๆ ที่

วัดได้จะน้อยกว่าป่าธรรมชาติเล็กน้อย และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างการแยกจากอนุภาค อินทรีย์วัตถุและอนินทรีย์วัตถุ จะพบว่าราที่แยกได้จากอนุภาคอินทรีย์วัตถุมีความหลากหลาย มากกว่าราที่แยกได้จากอนุภาคอนินทรีย์วัตถุ จากการศึกษาที่ผู้วิจัยเสนอแนะว่าการเปลี่ยนแปลง ของหน้าดินชั้นอินทรีย์วัตถุจะมีผลการพบต่อการปรากฏของรามากกว่าชั้นอนินทรีย์วัตถุ เนื่องจากการทำไม้มีผลโดยตรงต่อหน้าดินซึ่งเป็นชั้นของอินทรีย์วัตถุ

กรณีการ (2536) ทำการศึกษาปริมาณของจุลินทรีย์ในป่าธรรมชาติเปรียบเทียบกับป่าที่ ผ่านการทำไม้แบบเลือกตัดในจังหวัดกาญจนบุรี พร้อมกันนี้ได้เก็บข้อมูลองค์ประกอบทางกายภาพ และทางเคมีของดินเพื่อทดสอบความสัมพันธ์กับการปรากฏของจุลินทรีย์ พบว่า ความหลากหลายชนิด และปริมาณของราและแบคทีเรียแต่ละชนิดในป่าธรรมชาติและป่าที่ผ่านการทำไม้แล้วมีปริมาณที่ ไม่แตกต่างกัน เนื่องจากระบบการทำไม้เป็นแบบเลือกตัด ทำให้สภาพป่ามีความใกล้เคียงกับป่า ธรรมชาติ เนื่องจากป่าผ่านการทำไม้มาเพียง 2 ปี แต่หลังจากการสำรวจปีที่ 3 พบว่า ปริมาณราใน ดินมีแนวโน้มลดลงเนื่องจาก ดินที่ผ่านการทำไม้มาเป็นปีที่ 3 นั้น มีความเป็นด่างมากขึ้น และมี ปริมาณอินทรีย์วัตถุ และฟอสฟอรัสลดลง ซึ่งการเปลี่ยนแปลงนี้พบได้ชัดเจนบริเวณทางซีกกลางไม้ แต่เมื่อเปรียบเทียบปริมาณของราในชั้นดินแต่ละชั้นแล้ว พบว่าปริมาณราที่อาศัยอยู่ในดินจะลดลง ตามระดับความลึก เหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องมาจากดินชั้นบนซึ่งหนาระหว่าง 0-5 เซนติเมตร มี สารอาหารอุดมสมบูรณ์กว่าดินในระดับลึกกว่า จากการศึกษาในครั้งนี้แยกราได้ 11 สกุลได้แก่ *Aspergillus*, *Penicillium*, *Absidia*, *Rhizopus*, *Trichoderma*, *Cunninghamella*, *Curvularia*, *Fusidium*, *Circinella*, *Rhizoctonia* และ *Sclerothium* โดยในการศึกษาครั้งนี้แยกราโดยวิธี dilution plate และ soil plate

Keller and Bidochka (1998) ทำการศึกษาความแตกต่างของราที่อาศัยอยู่ในดินในหญ้าไม้ 4 หญ้าไม้ในรัฐ Ontario ได้แก่ ceda forest, deciduous forest, alfalfa field และไร่นาที่ถูกทิ้งร้าง ใน รอบ 1 ปี เก็บตัวอย่าง 3 ครั้ง ในเดือนพฤษภาคม มิถุนายน และสิงหาคมโดยแยกราจากดินด้วยวิธี dilution plate บนอาหาร peptone dextrose agar เมื่อราเจริญแล้ว นับจำนวนของราแต่ละชนิดเป็น จำนวนโคโลนีต่อน้ำหนักดิน 1 กรัม พบว่า ราที่พบมากที่สุด ได้แก่ *Cladosporium herbarum* และ *Talaromyces trachyspermus* ในหญ้าไม้ทั้ง 4 หญ้าไม้ จากการศึกษาทำให้ทราบว่าในฤดูร้อน ราจะมี จำนวนชนิดและประชากรน้อยที่สุด เนื่องจากการลดลงของความชื้นในดิน ในเดือนสิงหาคมความ หลากหลายของราในดินแต่ละพื้นที่มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากใบไม้เริ่มร่วงลงสู่พื้นดินมากขึ้น ทำให้ดินเริ่มมีความอุดมสมบูรณ์มากขึ้น เหมาะแก่การดำรงชีพของรา ในหญ้าไม้ที่มีไม้จำพวกสนจะ

มีความหลากหลายของราในดินน้อยกว่าในป่าผลัดใบเนื่องจากดินมีสภาพเป็นกรดและมีอัตราการย่อยสลายช้า ส่วนการเปลี่ยนแปลงของราชนิดเด่นในพื้นที่แต่ละช่วงการเก็บตัวอย่างพบว่า ราในป่ามีการเปลี่ยนแปลงชนิด ในแต่ละช่วงการเก็บตัวอย่างน้อยกว่าราในพื้นที่การเกษตร เนื่องจากในป่ามีเรือนยอดของต้นไม้ช่วยปกป้องผิวดินจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและความชื้นในดินแต่ละฤดูกาล จากการศึกษาในครั้งนี้พบราทั้งสิ้น 69 ชนิด 28 สกุล โดยที่ในหมู่ไม้ cedar forest พบรา 18 ชนิด deciduous forest พบ 14 ชนิด alfalfa field และ old field พบหมู่ไม้ละ 12 ชนิด ซึ่งผู้วิจัยเสนอแนะว่า ราที่พบในการศึกษานี้มีจำนวนน้อยกว่าที่ควรจะเป็น เนื่องจาก ดินที่นำมาแยกมาเป็นเพียงดินส่วนน้อยของดินในพื้นที่เท่านั้น อีกทั้งการแยกราใช้วิธีแยกเพียง 1 วิธี และใช้อาหารเลี้ยงเชื้อเพียง 1 ชนิดเท่านั้น

Grishkan *et al.* (2005) ศึกษาราดินในทะเลทรายตามระดับปริมาณน้ำฝน (81-325 mm.) โดยเก็บดินที่เฉพาะบริเวณผิวดิน (0-10 เซนติเมตร) แบ่งพื้นที่แต่ละระดับปริมาณน้ำฝนเป็นพื้นที่เปิดโล่งและพื้นที่ที่มีไม้พุ่มปกคลุม นำมาแยกราดินโดยวิธี dilution plate ด้วยอาหาร malt extract agar (MEA) และ Czapek's agar (CzA) แล้วนับจำนวนราแต่ละชนิดในหน่วยโคโลนีต่อน้ำหนักดิน 1 กรัม พบว่า ในพื้นที่เปิดโล่งและมีปริมาณน้ำฝนต่ำพบราที่สร้าง melanin กระจายเป็นจำนวนมาก และผนังเซลล์หนา ทนทานต่อความแห้งแล้งได้ดี เช่น *Alternaria chlamyospora*, *Ulocladium atrum*, *Embellisia phragmospora*, *Sporormiella australis* แต่เมื่อเริ่มมีปริมาณน้ำฝนเพิ่มมากขึ้น *Phoma exigna* จะมีความเด่นมากขึ้น แต่พบ *Penicillium spp.* และ *Aspergillus spp.* ในปริมาณน้อย สำหรับรา *Aspergillus* ที่พบในพื้นที่นั้นจะเป็น *Aspergillus niger* ซึ่งมีสีเข้ม เมื่อพื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนมากขึ้นมีการปรากฏของราในไฟลัม Zygomycota เช่น *Mortierella alpine* และ *Rhizopus stolonifer* ส่วนรากลุ่ม Ascomycetes พบราพวกที่มี ascomata และสร้าง ascospore สีเข้ม สำหรับราดินในที่ที่มีไม้พุ่มปกคลุม พบว่ารา *Penicillium spp.* และ *Aspergillus spp.* เพิ่มจำนวนขึ้นอย่างเห็นได้ชัด สำหรับรา *Aspergillus sp.* ที่พบมากที่สุดในพื้นที่ได้แก่ *A. fumigatus* ในทางกลับกัน รากลุ่มที่สร้าง melanin มีการลดจำนวนลงอย่างชัดเจน แต่อย่างไรก็ตามจำนวนชนิดและปริมาณของราในดินบริเวณพื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนต่างกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน จากการศึกษาครั้งนี้ทำให้ทราบว่า รามีการปรับตัวให้สามารถดำรงชีพอยู่ได้ในพื้นที่ที่มีเหมาะสม เช่น พื้นที่แห้งแล้งและแสงแดดจัดในทะเลทราย เมื่อเปรียบเทียบทั้งพื้นที่เปิดโล่งและพื้นที่ใต้ไม้พุ่ม ราที่พบในพื้นที่เปิดโล่ง มีจำนวนชนิดและปริมาณน้อยกว่าราในพื้นที่ใต้ไม้พุ่ม ส่วนรา *Penicillium spp.* และ *Aspergillus spp.* จะพบมากในพื้นที่ที่มีความชื้นปานกลาง (mesophile) ดังนั้นจะเห็นได้ว่าสภาพภูมิอากาศ (macroclimate) เช่น ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิของอากาศ ไม่มีอิทธิพล โดยตรงต่อการ

ปรากฏของราในดิน แต่ปัจจัยที่มีผลโดยตรงต่อการปรากฏของราตามความเห็นของผู้วิจัยคือปัจจัยทางดิน (edaphic factor) เช่นปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน ความชื้น และอุณหภูมิดิน

Gomez *et al.* (2007) ศึกษาความมากมายและการกระจายของราในดิน 4 พื้นที่ในประเทศอาร์เจนตินา ได้แก่ (1) พื้นที่ทุ่งหญ้าธรรมชาติซึ่งมีพันธุ์ไม้เด่นเป็น ไม้พุ่มล้มลุกเล็กๆ (2) พื้นที่ที่เคยปลูกข้าวมาแล้วเป็นเวลา 8 ปี แต่ในปัจจุบันกลายเป็นทุ่งหญ้าธรรมชาติ (prairie) โดยพืชเด่นคือพืชในสกุล Bromus (3) พื้นที่ปลูกข้าวโพดและถั่วเหลือง และ (4) พื้นที่เพาะปลูกในอดีตแต่ในปัจจุบันไม่มีการเพาะปลูก ผู้วิจัยทำการเก็บดินลึกตั้งแต่ 0-7.5 เซนติเมตร มาแยกด้วยวิธี dilution plate ในอาหาร PDA แล้วนับจำนวนราที่พบในหน่วยโคโลนีต่อน้ำหนักดิน 1 กรัม แล้วนำจำนวนราที่แยกได้ในแต่ละพื้นที่มาเปรียบเทียบจำนวนชนิดและประชากรราที่นับจำนวนได้ จากการศึกษาพบว่า ราที่มีความถี่ในการพบมากที่สุด ได้แก่ *Penicillium* spp., *Aspergillus* spp., *Trichoderma* spp., *Gliocladium* spp., *Fusarium* spp., *Cladosporium* spp. และ *Alternaria* spp. ซึ่งราทุกสกุลยกเว้น *Cladosporium* spp. และ *Alternaria* spp. เป็นราที่มีบทบาทในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในดิน ราสกุล *Penicillium* พบมากในดินธรรมชาติ ดินในทุ่งหญ้า prairie และดินที่มีการเพาะปลูก ราสกุล *Aspergillus* พบในทุกพื้นที่ที่ศึกษา *Trichoderma* spp. พบเฉพาะในพื้นที่เพาะปลูกและพื้นที่ที่เคยเป็นที่เพาะปลูกในอดีต *Fusarium* spp. และ *Cladosporium* spp. พบมากในดินธรรมชาติและดินที่เคยมีการเพาะปลูก รา *Alternaria* spp. จะพบเฉพาะในพื้นที่ที่มีการเพาะปลูกเท่านั้น ส่วน *Gliocladium* spp. พบมากในดินทุ่งหญ้า prairie และพื้นที่ที่มีการเพาะปลูกในอดีต เมื่อเปรียบเทียบความมากมายของชนิดราพบว่าเมื่อความหนาแน่นของรา *Penicillium* spp. ลดลง จะทำให้ดินในพื้นที่นั้นมีความหลากหลายของราเพิ่มมากขึ้น ซึ่งเป็นเหตุผลจากการแข่งขันกันใช้ทรัพยากรของราแต่ละชนิด เมื่อเปรียบเทียบความหลากหลายของพื้นที่แต่ละพื้นที่แล้ว พบว่าพื้นที่ที่ไม่ถูกรบกวนโดยการเพาะปลูกจะมีความหลากหลายของรามากที่สุด

การศึกษาความหลากหลายของราดินในประเทศไทย

เลขา (2535) ได้เก็บตัวอย่างดินที่ทำกรเกษตรกรรมและดินป่าไม้ในจังหวัดต่างๆ นำมาแยกเชื้อบนอาหาร Gochenaur's glucose-ammonium nitrate agar (GAN) + Rose bengol และ streptomycin, potato dextrose agar + BNPR และ PCNB-peptone agar โดยวิธีต่างๆ ได้แก่ soil plate, dilution plate, alcohol treatment, heat treatment, actidione treatment และ baiting จากการศึกษาพบว่าการแยกราโดยใช้วิธีแยกแต่ละวิธี แยกราได้ต่างกัน โดยที่ ราไฟลัม Zygomycota

เช่น *Absidia* sp., *Gongronella* sp., *Mucor* sp. และ *Rhizopus* sp. แยกได้โดยวิธี soil plate หรือ dilution plate ราไฟลัม Ascomycota เช่น *Ceratocystis* sp., *Sordaria* sp. หรือ *Ascodermis* sp. สามารถแยกจากดินได้โดยใช้วิธี alcohol หรือ heat treatment ราใน class Hyphomycetes เป็นราคลาสใหญ่ที่สุดที่แยกเชื้อได้โดยที่แยกได้จากทุกวิธี ส่วนราพวกที่สามารถย่อยสลาย keratin ได้เช่น *Sporothrix* sp. สามารถแยกได้จากวิธี actidione treatment และราใน class Agonomycetes เช่น *Rhizoctonia solani* สามารถแยกได้จากวิธี baiting จากการศึกษารังนี้พบราทั้งหมด 38 สกุล ดังนี้ *Absidia*, *Acremonium*, *Ascodermis*, *Aspergillus*, *Byssochlamys*, *Ceratocystis*, *Chaetomium*, *Cunninghamella*, *Coniochaeta*, *Curvularia*, *Doratomyces*, *Emericella*, *Eupenicillium*, *Fusarium*, *Gelasinospora*, *Glimaniella*, *Gliocladium*, *Gongronella*, *Humicola*, *Microascus*, *Mucor*, *Microsporium*, *Neocosmospora*, *Neosartorya*, *Paecilomyces*, *Penicillium*, *Talaromyces*, *Thielavia*, *Trichoderma* และ *Westerdykella* ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 49 ชนิด

Manoch (1998, 2004) กล่าวว่า การศึกษาราดินในประเทศไทยมีมาเป็นเวลานานแล้วโดยในประเทศไทยพบราดินทั้งสิ้น 1,008 ไอโซเลท ที่สามารถระบุชนิดได้ แบ่งได้เป็น 89 สกุล 95 ชนิด โดยแยกได้จากดินในป่า ชากพืช ดินเกษตร ดินเลนจากป่าชายเลน และรังปลวก นอกจากนี้ประเทศไทยยังมีรายงานการพบราชนิดใหม่ด้วย ได้แก่ *Torulomyces* sp. ซึ่งพบในดินป่า โดยราใน Class Hyphomycetes เป็นราที่พบมากที่สุด (56%) รองลงมาได้แก่ Ascomycetes (16%), Coelomycetes (8%), Zygomycetes (7%), Agonomycetes (3%), Oomycetes (3%), Chytridiomycetes (2%) และ Basidiomycetes (1%) ตามลำดับ ราดินที่สามารถระบุชนิดได้แล้วในประเทศไทยแสดงไว้ในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ราดินที่สามารถระบุชนิดได้ในประเทศไทย

class	species
Hyphomycetes	<i>Acremonium</i> spp., <i>Acremonium polychromum</i> , <i>Acremoniu. nigricans</i> <i>Alternaria</i> sp., <i>Arthriniium</i> sp., <i>Arthriniium</i> state of <i>Apiospora montagnai</i> <i>Axiella terrestris</i> , <i>Aspergillus candidus</i> , <i>Aspergillus clavatus</i> <i>Aspergillus flavipes</i> , <i>Aspergillus flavus</i> group, <i>Aspergillus fumigatus</i> group <i>Aspergillus giganteus</i> , <i>Aspergillus japonicus</i> , <i>Aspergillus niger</i> group,

ตารางที่ 2 (ต่อ)

class	species
	<i>Aspergillus ochraceus</i> Gr. , <i>Aspergillus penicillioides</i> , <i>Aspergillus restrictus</i>
	<i>Aspergillus sclerotiorum</i> , <i>Aspergillus terreus</i> , <i>Aspergillus ustus</i>
	<i>Aspergillus</i> spp., <i>Beauveria bassina</i> , <i>Botryosporium longibrachiatum</i>
	<i>Chalara</i> spp., <i>Cladosporium cladosporioides</i> , <i>Cladosporium oxysporum</i>
	<i>Curvularia lunata</i> , <i>Curvularia</i> spp., <i>Cylindrocladium parvum</i>
	<i>Cylindrocladium scoparium</i> , <i>Cylindrocladium</i> spp., <i>Cylindrocarpon</i> spp.
	<i>Diheterospora</i> sp., <i>Drechslera</i> sp., <i>Fusarium acuminatum</i> , <i>Fusarium poae</i>
	<i>Fusarium decemcellulare</i> , <i>Fusarium equiseti</i> , <i>Fusarium longipes</i>
	<i>Fusarium moniliforme</i> , <i>Fusarium nivale</i> , <i>Fusarium oxysporum</i>
	<i>Fusarium semitectum</i> , <i>Fusarium solani</i> , <i>Fusarium sporotrichioides</i>
	<i>Fusarium</i> spp., <i>Geotrichum</i> sp., <i>Gilmaniella</i> spp., <i>Gliocladium roseum</i>
	<i>Gliocladium virens</i> , <i>Gliocladium viride</i> , <i>Gonytrichum macrocladium</i>
	<i>Humicola</i> spp., <i>Idriella linata</i> , <i>Mariannaea elegans</i> var. <i>punicea</i>
	<i>Memnoniella levispora</i> , <i>Volutella ciliata</i> , <i>Wiesneriomyces javanicus</i>
	<i>Memnoniella subsimplex</i> , <i>Memnoniella echinata</i> , <i>Menispora</i> sp., <i>Monilia</i> sp.
	<i>Monodictys</i> spp., <i>Myrothecium cinctum</i> , <i>Myrothecium rodidum</i>
	<i>Myrothecium verrucaria</i> , <i>Myrothecium</i> spp., <i>Nigrospora</i> sp.
	<i>Nodulisporium gregarium</i> , <i>Paecilomyces lilacinus</i> , <i>Paecilomyces variotii</i>
	<i>Paecilomyces marquandii</i> , <i>Penicillium striatisporum</i> , <i>Penicillium canescens</i>
	<i>Penicillium duclauxii</i> , <i>Penicillium rubrum</i> , <i>Penicillium</i> spp.,
	<i>Periconia lateralis</i> , <i>Periconia</i> spp., <i>Phaeotrichoconis crotolariae</i>
	<i>Pithomyces maydicus</i> , <i>Scolecobasidium constrictum</i> , <i>Scopulariopsis</i> sp.
	<i>Scytalidium</i> spp., <i>Sesquicillium candelabrum</i> , <i>Sesquicillium</i> spp.
	<i>Solosympodiella</i> sp., <i>Spegazzinia tessarthra</i> , <i>Stachybotrys dichroa</i>

ตารางที่ 2 (ต่อ)

class	species
	<i>Stachybotrys</i> sp., <i>Stilbella aciculosa</i> , <i>Thermomyces</i> sp., <i>Trichocladium</i> sp., <i>Trichoderma hamatum</i> , <i>Trichoderma longibrachiatum</i>
	<i>Tritirachium oryzae</i> , <i>Verticillium chlamyosporum</i> , <i>Verticillium</i> spp.
Ascomycetes	<i>Apiosordaria</i> sp., <i>Ascotricha</i> spp., <i>Chaetomium minutum</i> , <i>Eurotium</i> sp. <i>Chaetomium globosum</i> , <i>Chaetomium trilaterale</i> , <i>Chaetomium venezuense</i> , <i>Chaetomium</i> spp. <i>Emericella nidulans</i> var. <i>lata</i> , <i>Emericella varicolor</i> <i>Eupenicillium</i> spp., <i>Gelasinospora</i> sp., <i>Hamigera avellania</i> , <i>Nectria</i> sp. <i>Neocosmospora vasinfecta</i> , <i>Neosartorya fischeri</i> var. <i>glaber</i> <i>Talaromyces</i> spp., <i>Neosartorya fischeri</i> var. <i>spinosus</i> , <i>Neosartorya</i> sp. <i>Talaromyces helicus</i> , <i>Talaromyces bacillosporus</i> , <i>Sordaria</i> sp. <i>Thielavia terricola</i> , <i>Thielavia</i> sp., <i>Westerdykella</i> sp., <i>Xylaria</i> sp.
Coelomycetes	<i>Bartarina robillardoides</i> , <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> , <i>Phoma</i> spp. <i>Pestalotiosis</i> spp., <i>Phomopsis</i> spp., <i>Robillarda</i> spp., <i>Fusicoccum</i> sp.
Zygomycetes	<i>Absidia</i> sp., <i>Absidia cylindospora</i> var. <i>cylindospora</i> , <i>Choanephora cucurbitarum</i> , <i>Cunninghamella echinulata</i> , <i>Cunninghamella elegans</i> <i>Gongronella butlerii</i> , <i>Rhizomucor</i> spp., <i>Syncephalastrum racemosum</i> <i>Papulaspora</i> spp.
Agonomycetes	<i>Rhizoctonia</i> sp., <i>Sclerotium rolfsii</i>
Oomycetes	<i>Achlya</i> sp., <i>Allomyces</i> spp., <i>Dictyuchus</i> sp., <i>Pythium</i> spp.
Chytridiomycetes	<i>Olpidiopsis</i> sp.
Basidiomycetes	<i>Pycnoporus sanguineus</i>

ที่มา: Manoch (1998)

ศุจิตรา (2542) ศึกษาชนิดและปริมาณราในดิน น้ำ และพืช ภายใต้แปลงปลูกสัก ภูมุน้ำล้น ถิ่น จังหวัดกาญจนบุรี โดยเก็บตัวอย่างดินลึก 10 เซนติเมตร มาแยกโดยวิธี dilution plate บนอาหาร Gochenaur's glucose-ammonium nitrate agar พบว่าราในฤดูฝนพบราในดินมากที่สุดในฤดู ฝนและพบน้อยที่สุดในฤดูร้อน โดยราที่พบในดินจัดอยู่ในกลุ่ม Ascomycetes 9 ชนิด Coelomycetes 3 ชนิด Hyphomycetes 73 ชนิด Zygomycetes 4 ชนิด และ unidentified 4 ชนิด โดย ราที่พบมากในดินได้แก่ *Aspergillus*, *Penicillium*, *Paecilomyces*, *Myrothecium* และ *Fusarium*

เลขา และคณะ (2543) ทำการศึกษาเปรียบเทียบความหลากหลายและการกระจายของราดิน ในป่าชนิดต่างๆ ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง จ.อุทัยธานี โดยทำการแยกจากดิน น้ำ และ มูลสัตว์จากป่าเต็งรัง ป่าเบญจพรรณ และป่าดิบแล้ง โดยใช้วิธี dilution plate, soil plate, alcohol treatment, heat treatment, actidione treatment และ moist chamber พบราทั้งหมด 45 สกุล ราที่พบ มากที่สุดเป็นราในกลุ่ม Deuteromycetes (29 สกุล) รองลงมาได้แก่ Ascomycetes (12 สกุล) Zygomycetes (3 สกุล) และ Basidiomycetes (1 สกุล) ราที่มีการกระจายในป่าทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ *Penicillium* spp., *Aspergillus* spp. และ *Trichoderma* spp. และพบว่าชนิดและการแพร่กระจายของ ราไม่มีความแตกต่างกันในป่าทั้งสามชนิด สกุลของราที่พบได้แก่ *Acremonium*, *Alternaria*, *Arxiella*, *Aspergillus*, *Bartalinia*, *Botryodiplodia*, *Chaetomium*, *Chalara*, *Cladosporium*, *Colletotrichum*, *Coprotus*, *Cylindrocladium*, *Eupenicillium*, *Eurotium*, *Fusarium*, *Gelasinospora*, *Geotrichum*, *Gonytrichum*, *Hamigera*, *Heterocephalum*, *Humicola*, *Idriella*, *Myrothecium*, *Neocosmospora*, *Neosartorya*, *Oidiodendron*, *Paecilomyces*, *Phialophora*, *Penicillium*, *Podospora*, *Saccobolus*, *Sordaria*, *Talaromyces* และ *Trichoderma*

ธิดา (2550) ศึกษาความหลากหลายของรา *Talaromyces* spp. โดยเก็บตัวอย่างดินจาก 32 จังหวัด ใช้วิธีแยก 4 วิธี ได้แก่ soil plate, dilution plate, alcohol treatment และ heat treatment พบ รา *Talaromyces* spp. ทั้งสิ้น 11 ชนิด ได้แก่ *T. austrocalifornicus*, *T. bacillosporoides*, *T. flavus*, *T. macrosporus*, *T. helicus*, *T. indigoticus*, *T. luteus*, *T. stipitatus*, *T. rotundus*, *T. trachyspermus* และ *T. wortmannii* และได้วิเคราะห์สารทุติยภูมิจากรา *T. bacillosporoides* พบสาร oxyphenalenone dimmers ชนิดใหม่ได้แก่ bacillisporin D และ E นอกจากนี้ยังพบว่า *T. flavus* สามารถยับยั้งการ เจริญของรา *Phytophthora parasitica*, *Fusarium oxysporium*, *F. semitectum*, *Collectotricum capsici* และ *C. gloeosporioides* ซึ่งเป็นราสาเหตุของโรคพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่ไม่สามารถ ยับยั้งรา *Lasiodiplodia theobromae*, *Rhizoctonia oryzae* และ *Sclerotium rolfsii* ได้

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การเก็บตัวอย่างดิน และซากพืชคลุมดิน

การศึกษาครั้งนี้เก็บตัวอย่างดินในวันที่ 28-29 สิงหาคม 2551 โดย ในป่าดิบแล้งรุ่นที่สอง สวนป่าพะยูง ทุ่งหญ้า สวนยางพารา และไร่สับปะรด ได้เลือกตำแหน่งที่เป็นตัวแทนที่ดีที่สุดของแต่ละพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน แล้วทำการวางแปลงขนาด 100 เมตร×100 เมตร (1 เฮกแตร์) จำนวน 1 แปลง ในแต่ละพื้นที่ จากนั้นเก็บตัวอย่างดินในระดับความลึก 0-10 เซนติเมตรหนักประมาณ 500 กรัม โดยเก็บตัวอย่างทั้งหมด 9 จุดอย่างเป็นระบบ คือเก็บที่มุมแปลง 4 จุด กึ่งกลางในแต่ละด้านของขอบแปลง 4 จุด และกึ่งกลางแปลง 1 จุด ในแต่ละจุดที่เก็บดินได้เก็บซากพืชคลุมดินทั้งหมดที่อยู่ในพื้นที่ขนาด 1 เมตร ×1 เมตร ใส่ถุงพลาสติกโดยกำจัดเศษดินที่ติดมาออกให้มากที่สุด รวมแล้วจึงได้ตัวอย่างดินและซากพืชคลุมดินทั้งสิ้นอย่างละ 45 ตัวอย่างจากทุกพื้นที่ แบ่งดินแต่ละตัวอย่างออกเป็นสองส่วน เพื่อนำไปวิเคราะห์สมบัติของดินส่วนหนึ่ง อีกส่วนหนึ่งนำมาแยกธาตุนิวเคลียสด้วยวิธี soil dilution plate ณ ห้องปฏิบัติการ ไรศวิทยาป่าไม้ ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. การแยกธาตุนิวเคลียสด้วยวิธี soil dilution plate

ชั่งดินตัวอย่างละ 10 กรัม ใส่ลงในน้ำกลั่นที่นิ่งมาเชื้อแล้ว 90 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน เพื่อให้ได้สารละลายดินที่มีความเข้มข้น 10^{-1} จากนั้นจึงทำการเจือจางสารละลายดินนี้ ให้มีความเข้มข้น 10^{-2} โดยใช้ปิเปตอัตโนมัติดูดสารละลายดินเข้มข้น 10^{-1} จำนวน 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดน้ำกลั่นที่นิ่งมาเชื้อแล้ว 9 มิลลิลิตร แล้วเขย่าให้เข้ากัน ทำการเจือจางสารละลายดินในลักษณะนี้จนได้สารละลายดินเข้มข้น 10^{-3} , 10^{-4} และ 10^{-5} ตามลำดับ ใช้ปิเปตอัตโนมัติดูดสารละลายดินซึ่งเข้มข้น 10^{-3} , 10^{-4} และ 10^{-5} ใส่ลงในจานเลี้ยงเชื้อที่อบฆ่าเชื้อแล้วจานละ 1 มิลลิลิตร โดยที่แต่ละความเข้มข้นทำ 3 ซ้ำ เทอาหาร Gochenaour's glucose-ammonium nitrate agar (GAN) ที่มีส่วนผสมของ Rose Bengal และ Streptomycin ลงในจานเลี้ยงเชื้อ หมุนเบาๆ เพื่อให้สารละลายดินกระจายผสมกับอาหารทั่วจาน แล้วนำไปบ่มในที่มืดที่อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3-5 วัน เมื่อโคโลนี (colony) ของราเจริญ ได้เลือกความเข้มข้นของสารละลายดินที่สามารถนับจำนวนโคโลนีได้ดีที่สุด ซึ่งได้แก่ ความเข้มข้น 10^{-4} มาเพื่อนับจำนวนชนิดและจำนวนไอโซเลทของรา

โดยโคโลนีที่มีลักษณะการเจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อแตกต่างกัน หมายถึงเป็นราต่างชนิดกัน และกำหนดให้ 1 โคโลนีคือ 1 ไอโซเลท ดังนั้นดิน 1 ตัวอย่างที่นำมาแยกราดิน จึงต้องนับให้ทราบจำนวนชนิดรา และจำนวนไอโซเลทของราแต่ละชนิด จากนั้นจึงแยกราแต่ละชนิดออกไปเลี้ยงให้เป็นเชื้อบริสุทธิ์บนอาหาร Potato Dextrose Agar ที่บรรจุอยู่ในหลอดทดลอง (slant) เพื่อนำไปจำแนกชนิดต่อไป

3. การจำแนกชนิดรา

นำเชื้อบริสุทธิ์ของราที่แยกได้มาตรวจดูลักษณะภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบ compound microscope และ stereoscopic microscope บันทึกรายละเอียดลักษณะที่สำคัญ วัดขนาดของโครงสร้างต่างๆ และถ่ายภาพราภายใต้กล้องจุลทรรศน์ พร้อมกับวาดภาพราแต่ละชนิดโดยใช้ camera lucida เพื่อนำมาจำแนกตามคู่มือ ได้แก่ Berron (1968); Barnett and Hunter (1998); Domsch et al. (1993 a,b); Eilis (1971, 1976); Raper and Thom (1949) และ Raper and Fennell (1965)

4. การหาน้ำหนักแห้งของซากพืชคลุมดินและการวิเคราะห์สมบัติของดิน

นำซากพืชคลุมดินแต่ละถุงที่เก็บมาชั่งน้ำหนักซึ่งเป็น้ำน้ำหนักสด จากนั้นจึงสู้ออกมาจำนวนหนึ่งเพื่อชั่งให้ทราบน้ำหนักสด แล้วนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นานประมาณ 24 ชั่วโมง หรือจนกระทั่งมีน้ำหนักคงที่ ซึ่งเป็นน้ำหนักแห้งของซากพืช จากนั้นคำนวณค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นของซากพืช นำค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นที่ได้ไปคำนวณหาน้ำหนักแห้งของซากพืชคลุมดินแต่ละถุงที่เก็บมา

นำดินส่วนที่แบ่งไว้เพื่อวิเคราะห์สมบัติของดิน ส่งไปยัง ห้องปฏิบัติการปฐพีวิทยาป่าไม้ ภาควิชาวนวัฒนวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์ เพื่อวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของดิน ได้แก่ เปอร์เซ็นต์ของอนุภาคดินทราย (sand) เปอร์เซ็นต์ของอนุภาคดินทรายแป้ง (silt) เปอร์เซ็นต์ของอนุภาคดินเหนียว (clay) และสมบัติทางเคมีของดิน ได้แก่ ค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน (pH) เปอร์เซ็นต์อินทรียวัตถุ ปริมาณธาตุอาหารในดิน ได้แก่ แคลเซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg) ฟอสฟอรัส (P) และ โพแทสเซียม (K) (mg/kg)

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

5.1 ค่าดัชนีความหลากหลายของชนิดรา (Species Diversity Index)

ค่าดัชนีความหลากหลายของชนิดราดินที่พบในแต่ละพื้นที่ คำนวณโดยใช้สมการของ Shanon-Wiener ต่อไปนี้

$$H' = - \sum_{i=1}^n p_i \ln p_i$$

เมื่อ H' = ค่าดัชนีความหลากหลายของชนิดราดินแต่ละพื้นที่

P_i = อัตราส่วนของจำนวนไอโซเลทของราชนิดที่ i ($i=1,2,3,\dots, n$) ต่อผลรวมของจำนวนไอโซเลทของราทุกชนิดที่พบในดิน 1 กรัม (N) ในแต่ละพื้นที่ดังสูตร

$$P_i = \frac{n}{N}, i = 1,2,3,\dots$$

5.2 ค่าความหนาแน่น (density) ของราดิน

ความหนาแน่นของราดินที่พบในแต่ละพื้นที่ คิดเป็นจำนวนไอโซเลทของราแต่ละชนิดที่พบต่อน้ำหนักดิน 1 กรัม โดยมีวิธีการคำนวณดังนี้

$$\text{ความหนาแน่นของราชนิด A} = \frac{\text{จำนวนไอโซเลทของราชนิด A}}{\text{น้ำหนักดินทั้งหมดที่นำมาแยกเชื้อ}}$$

เมื่อ A = ราชนิดที่ 1,2,3,..., n

5.3 ค่าความถี่ (frequency) ของราดิน

ความถี่ของราดินแต่ละพื้นที่คิดเป็นจำนวนจุดเก็บตัวอย่างที่พบราชนิดนั้นต่อจำนวนจุดเก็บตัวอย่างทั้งหมด (9 จุด) คิดเป็นค่าร้อยละ โดยมีวิธีการคำนวณดังนี้

$$\text{ความถี่ของราชนิด A} = \frac{\text{จำนวนจุดเก็บตัวอย่างที่พบราชนิด A}}{9} \times 100$$

5.4 ค่าดัชนีความสำคัญ (Importance Value Index; IVI) ของรา

ค่าดัชนีความสำคัญเป็นค่าที่แสดงถึงความสำคัญของราที่พบในแต่ละพื้นที่ คำนวณจาก ผลรวมของค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์ (Relative Density) และความถี่สัมพัทธ์ (Relative Frequency) ของรานั้นๆ โดยมีวิธีการคำนวณดังนี้

ค่าดัชนีความสำคัญ (IVI) ของรา = ความหนาแน่นสัมพัทธ์ + ความถี่สัมพัทธ์

$$\text{โดย ความหนาแน่นสัมพัทธ์} = \frac{\text{ความหนาแน่นของรานั้น A}}{\text{ความหนาแน่นรวมของราทั้งหมด}} \times 100$$

$$\text{ความถี่สัมพัทธ์} = \frac{\text{ความถี่ของรานั้น A}}{\text{ความถี่รวมของราทั้งหมด}} \times 100$$

5.5 ค่าดัชนีความคล้ายคลึง (Index of Similarity) ของรา

การคำนวณค่าดัชนีความคล้ายคลึงของราที่ปรากฏในแต่ละพื้นที่ใช้สมการของ Sorensen โดยการเปรียบเทียบความคล้ายคลึงกันของชนิดราในแต่ละพื้นที่ที่ละคู่

$$IS = \frac{2C}{A + B} \times 100$$

เมื่อ IS = ค่าดัชนีความคล้ายคลึง (%)

A = ผลรวมของค่า IVI ของราชนิดที่พบในพื้นที่ A

B = ผลรวมของค่า IVI ของราชนิดที่พบในพื้นที่ B

C = ผลรวมของค่า IVI ที่น้อยที่สุดของราชนิดที่พบร่วมกันทั้งสองพื้นที่

5.6 ความสัมพันธ์ระหว่างชนิดราดินกับน้ำหนักแห้งของซากพืชคลุมดิน สมบัติทางกายภาพ และเคมีของดิน

ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างชนิดราดินกับสมบัติของดินนั้น ใช้จำนวนไอโซเลทของราแต่ละชนิดมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์กับสมบัติของดิน อันได้แก่ สมบัติทางกายภาพของดิน ได้แก่ เปอร์เซ็นต์ของอนุภาคดินทราย (sand) เปอร์เซ็นต์ของอนุภาคดินทรายแป้ง (silt) เปอร์เซ็นต์ของอนุภาคดินเหนียว (clay) และสมบัติทางเคมีของดิน ได้แก่ ค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน (pH) เปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุ ปริมาณธาตุอาหารในดิน ได้แก่ แคลเซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg) ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) (mg/kg) โดยวิธีการจัดเรียงลำดับ (ordination) แบบ canonical correspondence (CCA) ด้วยโปรแกรม PC-ORD version 5 โดยกำหนดข้อมูลใน main matrix เป็นจำนวนไอโซเลทของราแต่ละชนิด ในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง และข้อมูลใน second matrix เป็นข้อมูลปัจจัยแวดล้อมในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง พร้อมกำหนดชื่อย่อของราแต่ละชนิดเพื่อสะดวกต่อการวิเคราะห์ผลที่ได้ เพื่อต้องการทราบว่าปัจจัยใดบ้างที่มีผลต่อการปรากฏของรา จากนั้นทำการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของข้อมูลของปัจจัยแวดล้อมเหล่านั้นที่วิเคราะห์ได้ (Analysis of Variance) เพื่อทดสอบว่าปัจจัยเหล่านั้นในแต่ละพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินมีความแตกต่างกันหรือไม่

สถานที่ทำการศึกษา

ตัวอย่างดินที่นำมาศึกษาความหลากหลายของราดิน เก็บมาจากพื้นที่ที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินแตกต่างกัน 5 ประเภท ได้แก่ ป่าดิบแล้งรุ่นที่สอง สวนป่าพะยูง ทุ่งหญ้า สวนยางพารา และไร่สับปะรด โดยพื้นที่ทั้งหมดนี้ตั้งอยู่ในเขตป่าสงวนท่ากุ่ม-ห้วยแรง ในพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยแรง-คลองพืด (ภาพที่ 1) โดยป่าสงวนท่ากุ่ม-ห้วยแรง มีพื้นที่ 123.19 ตารางกิโลเมตร ครอบคลุมตำบลเขาสมิง อำเภอเขาสมิงตำบลด่านชุมพล อำเภอบ่อไร่ และตำบลห้วยแรงกับตำบลท่ากุ่ม อำเภอเมือง จังหวัดตราด

1. สภาพภูมิอากาศ

สภาพภูมิอากาศในบริเวณสถานที่ทำการศึกษา มีปริมาณน้ำฝนตลอดปีค่อนข้างสูงเฉลี่ยประมาณ 3,300 มิลลิเมตรต่อปี โดยประมาณร้อยละ 90 ของปริมาณน้ำฝนทั้งปี เกิดขึ้นระหว่างเดือน

พฤษภาคมถึงตุลาคม อุณหภูมิเฉลี่ยทั้งปีไม่แตกต่างกันมากนัก โดยในช่วงฤดูฝนมีอุณหภูมิประมาณ 27 องศาเซลเซียส และในช่วงเดือนธันวาคมถึงมกราคมมีอุณหภูมิประมาณ 26 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงสุดอยู่ในช่วงเดือนเมษายน คือประมาณ 29 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ตลอดปีมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 79.2 เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่าสูงสุดเฉลี่ย 96.5 เปอร์เซ็นต์ ในเดือนกรกฎาคม และต่ำสุดเฉลี่ย 55.5 เปอร์เซ็นต์ในเดือนมิถุนายน

2. ประวัติการใช้ประโยชน์ที่ดิน

พื้นที่ในเขตป่าสงวนท่ากุ่ม-ห้วยแครง แต่เดิมเป็นพื้นที่ป่าที่มีความอุดมสมบูรณ์ และมีความหลากหลายทางชีวภาพสูง ชุมชนท้องถิ่นได้อาศัยเป็นแหล่งปัจจัยสืในการดำรงชีพ ต่อมาในปี 2504 รัฐบาลได้ให้สัมปทานป่าไม้ และเริ่มมีการบุกเบิกทำเหมืองแร่ บ่อพลอย ทำให้มีถนนหลายสายตัดผ่านพื้นที่แห่งนี้ ประชากรจากต่างถิ่นอพยพเข้ามารับจ้างเป็นคณงานเหมืองแร่ บริเวณตำบลบ่อพลอย อำเภอบ่อไร่ในปัจจุบัน ภายหลังการยกเลิกสัมปทานป่าไม้ในปี 2532 ประชากรที่อพยพเข้ามาเป็นคณงานสัมปทานป่าไม้และคณงานเหมืองแร่ ต่างประสบปัญหาหาว่างาน จึงได้บุกรุกพื้นที่ป่าไม้จับจองทำการเกษตร ส่งผลให้พื้นที่ป่าลดลงอย่างรวดเร็ว โดยที่ระยะแรกมีการทำไร่มันสำปะหลังอย่างแพร่หลาย (เสาวภาคย์, 2550) แต่ในปัจจุบันนี้มีการทำสวนยางพารา และไร่สับปะรดแทนการทำไร่มันสำปะหลัง นอกจากนี้พื้นที่บางส่วนยังคงเป็นทุ่งหญ้าซึ่งยังไม่ได้มีการปลูกต้นไม้พื้นฟูหลังจากการทำสัมปทานป่าไม้ และพื้นที่บางส่วนองค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ได้ปลูกสวนป่าพื้นฟูพื้นที่ซึ่งเดิมเป็นพื้นที่ที่มีการทำสัมปทานป่าไม้

ในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ได้เลือกพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน 5 พื้นที่ที่แตกต่างกันซึ่งตั้งอยู่ในเขตป่าสงวนท่ากุ่ม-ห้วยแครง เพื่อศึกษาความหลากหลายของราในดิน ดังนี้

สังคมป่าดิบแล้งรุ่นที่สอง ตั้งอยู่ที่พิกัด E245814 m.E, N1374254 m.N เป็นสังคมป่าดิบแล้งที่อยู่ในช่วงของการทดแทนตามธรรมชาติ หลังจากการปิดสัมปทานการทำไม้ใน พ.ศ. 2532 ตั้งอยู่ริมลำธารระหว่างหุบเขา โดยสังคมนี้มีไม้เด่น 8 ชนิด ได้แก่ เต่าสยาม (*Macaranga siamensis*) สมพง (*Tetramelea nudiflora*) กระเบาเกล็ด (*Hydnocarpus ilicifolia*) ขางนา (*Dipterocarpus alatus*) คอเหยี่ยว (*Xerospermum noronhianum*) เลือดใหญ่ (*Knema elegans*) โสภ (*Saraca indica*) และขนุนป่า (*Artocarpus chama*) ตามลำดับ (อนุชา, 2552)

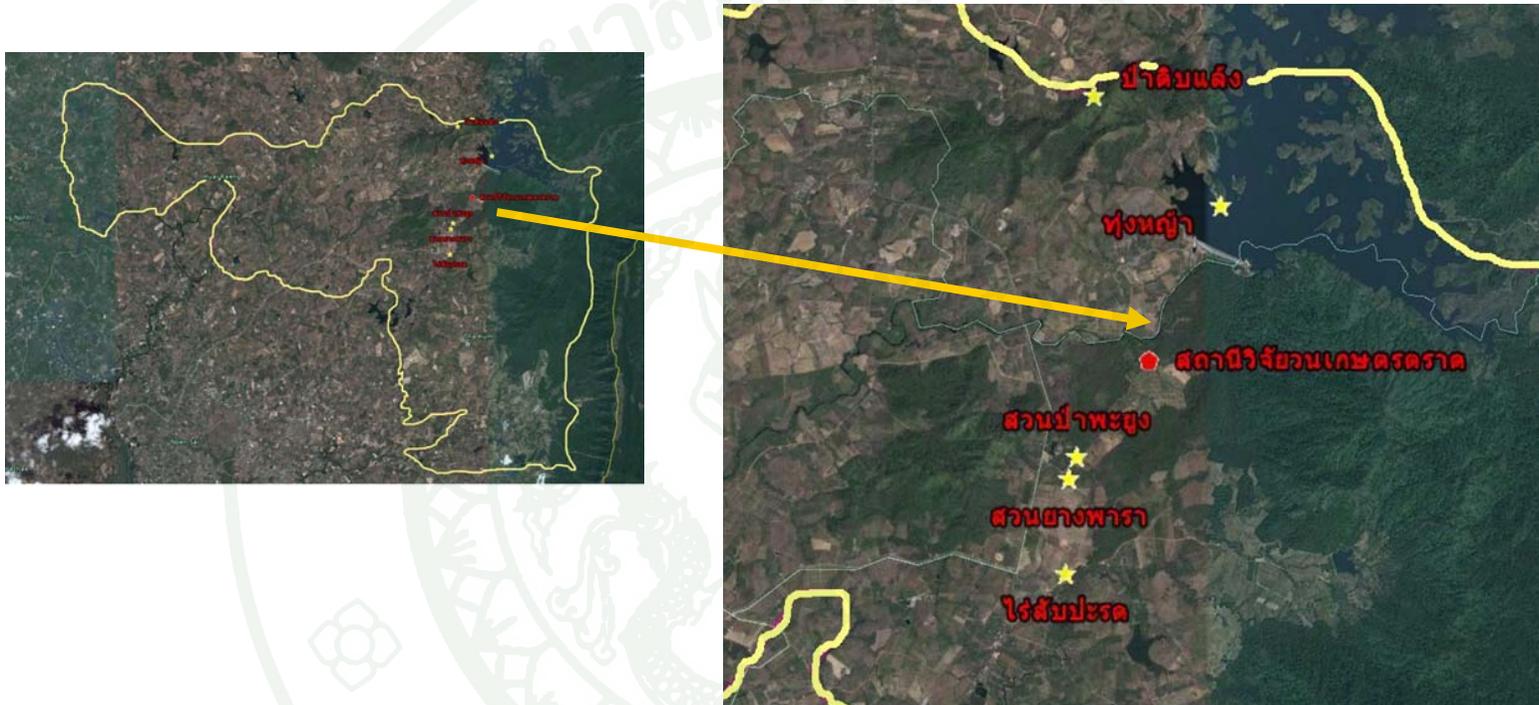
สวนป่าพะยูนขององค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ อายุ 25 ปี ตั้งอยู่ที่พิกัด 245590 m.E, 1369962 m.N สวนป่าพะยูนขององค์การอุตสาหกรรมป่าไม้เป็นสวนป่าที่ปลูกต้นพะยูน (*Dalbergia cochichiensis*) ทดแทนไม้ที่ถูกตัดออกไป โดยมีระยะปลูก 4×4 เมตร ซึ่งในปัจจุบันมีอายุ 25 ปี และมี อินทนิล (*Lagerstroemia macrocarpa*) และประคู้ (*Pterocarpus microcarpus*) ขึ้นในพื้นที่

ทุ่งหญ้า ตั้งอยู่ที่พิกัด 247382 m.E, 1374254 m.N แต่เดิมเป็นป่าธรรมชาติที่ถูกทำลายลงแล้วไม่มีการฟื้นฟู ตั้งอยู่ริมอ่างเก็บน้ำ รอบๆ พื้นที่ทุ่งหญ้านี้เคยผ่านการทำไร่สับปะรดมาแล้ว พรรณไม้ในพื้นที่ประกอบไปด้วย อ้อ (*Arundo donax*) สาบเสือ (*Eupatorium odortum*) หญ้าคา (*Imperata cylindrical*) กระจับปี่ (*Irvingia malayana*) ชงโค (*Bauhinia purpuria*) จิกนม (*Barringtonia macrostachya*) กะทือ (*Zingiber zerumbet*) มะเดื่อปล้อง (*Ficus hispida*) และเม่า (*Antidesma velutinosum*) เป็นต้น

สวนยางพารา ตั้งอยู่ที่พิกัด 245492 m.E, 1369700 m.N สวนยางพาราที่เก็บตัวอย่างดินนี้ ต้นยางพารามีอายุ 14 ปี เป็นที่ของชาวบ้านมีเนื้อที่ทั้งหมด 17 ไร่ จากการสอบถามเจ้าของสวนยางทราบว่าตั้งแต่ต้นยางพาราอายุ 11 ปี มีการใส่ปุ๋ยประเภทฟอสเฟต สูตร 20-8-20 ปีละ 2 ครั้ง ติดต่อกันมาเป็นเวลา 3 ปี และใช้ยาฆ่าหญ้าปีละ 2 ครั้งด้วย

ไร่สับปะรด ตั้งอยู่ที่พิกัด 245446 m.E, 1368563 m.N ไร่สับปะรดที่ศึกษานี้ปลูกสับปะรดมาแล้ว 3 ปี ปลูกสับปะรด 3 สายพันธุ์ ได้แก่ 600 235 และ 251 ระยะปลูกระหว่างแถวห่างกัน 1 เมตร ระหว่างต้นห่างกัน 60 เซนติเมตร โดยใช้ยาฆ่าหญ้าในช่วงแรกของการปลูกและหลังจากสับปะรดอายุ 1 ปี หลังจากปลูกแล้ว 1 เดือน ใส่ปุ๋ยสูตร 13-13-21 และ 21-0-0 นอกจากนี้ยังมีการใช้สารเร่งดอกประเภทอิทธิพลร่วมกับปุ๋ยยูเรียด้วย

ระบบพิกัดที่ใช้ในการบอกตำแหน่งคือ Universal Transverse Mercature (UTM)
WGS1984 Zone a8P



ภาพที่ 1 แผนที่ภาพถ่ายดาวเทียมเขตป่าสงวนท่ากุ่ม-ห้วยแร่ แสดงพื้นที่การศึกษา ได้แก่ ป่าดิบแล้งรุ่นที่สอง สวนป่าพะยุง ทุ่งหญ้า สวนยางพารา และ ไร่สับปะรด

ที่มา: Google Earth

ผลและวิจารณ์

ความหลากหลายของราดินในแต่ละพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน

จากการแยกราดินในดินที่เก็บมาจากป่าดิบแล้งรุ่นที่สอง สวนป่าพะยูง ทุ่งหญ้า สวนยางพาราและไร่สับปะรด พบราทั้งหมด 28 สกุล 71 ชนิด 3,910 ไอโซเลท จัดจำแนกได้เป็นราใน Class Zygomycetes 4 สกุล 4 ชนิด Class Ascomycetes 4 สกุล 5 ชนิด ในจำนวน 5 ชนิดนี้ไม่สามารถระบุชื่อได้ 1 ชนิดและ รา Deuteromycetes 18 สกุล 62 ชนิด ในจำนวน 62 ชนิดนี้ไม่สามารถระบุชื่อได้ 1 ชนิด โดยในแต่ละพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินพบรา ดังต่อไปนี้

ป่าดิบแล้งรุ่นที่สอง พบราดินทั้งหมด 14 สกุล 33 ชนิด 895 ไอโซเลท เป็นราใน Class Zygomycetes 3 สกุล 3 ชนิด Class Ascomycetes 1 ชนิด Class Deuteromycetes 9 สกุล 29 ชนิด ในจำนวน 29 ชนิดนี้ไม่สามารถระบุชื่อได้ 1 ชนิด

สวนป่าพะยูง พบราดินทั้งหมด 10 สกุล 29 ชนิด 870 ไอโซเลท เป็นราใน Class Zygomycetes 3 สกุล 3 ชนิด Class Ascomycetes 1 ชนิด Class Deuteromycetes 8 สกุล 25 ชนิด ในจำนวน 25 ชนิดนี้ไม่สามารถระบุชื่อได้ 1 ชนิด

ทุ่งหญ้า พบราดินทั้งหมด 15 สกุล 38 ชนิด 756 ไอโซเลท เป็นราใน Class Zygomycetes 2 สกุล 2 ชนิด Class Ascomycetes 2 สกุล 3 ชนิด ใน 3 ชนิดนี้ไม่สามารถระบุชื่อได้ 1 ชนิด Class Deuteromycetes 11 สกุล 33 ชนิด ใน 33 ชนิดนี้ไม่สามารถระบุชื่อได้ 3 ชนิด

สวนยางพารา พบราดินทั้งหมด 15 สกุล 27 ชนิด 1,010 ไอโซเลท เป็นราใน Class Zygomycetes 3 สกุล 3 ชนิด Class Ascomycetes 1 ชนิด Class Deuteromycetes 11 สกุล 23 ชนิด ใน 23 ชนิดนี้ไม่สามารถระบุชื่อได้ 2 ชนิด

ไร่สับปะรด พบราดินทั้งหมด 16 สกุล 36 ชนิด 379 ไอโซเลท เป็นราใน Class Zygomycetes 3 สกุล 3 ชนิด Class Ascomycetes 3 สกุล 3 ชนิด Class Deuteromycetes 10 สกุล 30 ชนิด ใน 30 ชนิดนี้ไม่สามารถระบุชื่อได้ 1 ชนิด

สำหรับชนิดราดินและจำนวนไอโซเลททั้งหมดของราที่แยกได้ในแต่ละพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินแสดงไว้ในตารางที่ 3 และภาพรวมทั้งรายละเอียดของราแต่ละชนิด แสดงไว้ในภาพผนวกที่ 1 ถึง 112

ตารางที่ 3 การจัดจำแนก ชนิดรา และจำนวนไอโซเลทของราดินที่พบในป่าดิบแล้งรุ่นที่สอง (DEF) สวนป่าพะยูน (PP) ทุ่งหญ้า (GL) สวนยางพารา (RP) และไร่สับปะรด (PF)

หมายเลข	ชนิด	จำนวนไอโซเลท				
		DEF	PP	GL	RP	PF
Class Zygomycetes						
1	<i>Cunninghamella elegans</i>	2	1	6	4	1
2	<i>Gongronella butleri</i>	354	364	508	257	57
3	<i>Mortiella pavisporum</i>	1				
4	<i>Mucor</i> sp.		1		441	2
Class Ascomycetes						
5	<i>Eupenicillium</i> sp.		3	5		2
6	<i>Nectria</i> sp.	1				
7	<i>Talaromyces</i> sp.			7	1	19
8	<i>Thielavia terricola</i>					5
9	unidentified ascomycetes			2		
Class Deuteromycetes						
10	<i>Aspergillus candidus</i>		10	2		
11	<i>Aspergillus cervinus</i>		1	2		1
12	<i>Aspergillus japonicus</i>	2		1		1
13	<i>Aspergillus niger</i>				1	
14	<i>Aspergillus niveus</i>				1	7

ตารางที่ 3 (ต่อ)

หมายเลข	ชนิด	จำนวนไอโซเลท				
		DEF	PP	GL	RP	PF
15	<i>Aspergillus paradoxus</i>			1		3
16	<i>Aspergillus zonatus</i>	3				
17	<i>Aspergillus wentii</i> group	1				
18	<i>Aspergillus</i> sp.	1				
19	<i>Cephalosporium</i> sp.	4		2		
20	<i>Chaetomella</i> sp.			3		5
21	<i>Chloridium</i> sp.	12		2		
22	<i>Fusarium oxysporum</i>			1	1	6
23	<i>Geotrichum</i> sp.				2	
24	<i>Gliocladium roseum</i>	1				
25	<i>Heterocephalum</i> sp.					1
26	<i>Humicola fuscoatra</i>	10	6		7	11
27	<i>Leptographium</i> sp.				1	
28	<i>Mariannaea elegans</i>		10	4	2	
29	<i>Monocillium</i> sp.		8			2
30	<i>Penicillium adametzi</i>		1	2	3	
31	<i>Penicillium ochro-chloron</i>	17	64	3		5
32	<i>Penicillium oxalicum</i>			1		
33	<i>Penicillium rubrum</i>	1	3	12		
34	<i>Penicillium rugulosum</i>	13	3			1
35	<i>Penicillium simplicissimum</i>	9			3	
36	<i>Penicillium stiatosporum</i>	2				
37	<i>Penicillium verruculosum</i>	61	12	1		2
38	<i>Penicillium</i> sp.1		4			
39	<i>Penicillium</i> sp.2	10		1		1
40	<i>Penicillium</i> sp.3	8	9	5	21	3

ตารางที่ 3 (ต่อ)

หมายเลข	ชนิด	จำนวนไอโซเลต				
		DEF	PP	GL	RP	PF
41	<i>Penicillium</i> sp.4					10
42	<i>Penicillium</i> sp.5					2
43	<i>Penicillium</i> sp.6	85	62	1	1	10
44	<i>Penicillium</i> sp.7	1	11	2		
45	<i>Penicillium</i> sp.8		2	2	4	32
46	<i>Penicillium</i> sp.9		6			
47	<i>Penicillium</i> sp.10	19				
48	<i>Penicillium</i> sp.11			12	2	32
49	<i>Penicillium</i> sp.12			15		1
50	<i>Penicillium</i> sp.13					2
51	<i>Penicillium</i> sp.14	3				
52	<i>Penicillium</i> sp.15		2			
53	<i>Penicillium</i> sp.16	1				
54	<i>Penicillium</i> sp.17			4		
55	<i>Penicillium</i> sp.18		3			
56	<i>Penicillium</i> sp.19		18			51
57	<i>Pestalotiopsis</i> sp.	1	2			
58	<i>Phialophora</i> sp.				3	10
59	<i>Phoma</i> sp.			5	1	
60	<i>Scopulariopsis brumptii</i>	4				
61	<i>Scytalidium</i> sp.	2		3		5
62	<i>Trichoderma artroviride</i>		25	29	4	11
63	<i>Trichoderma hamatum</i>	101	17	1	9	1
64	<i>Trichoderma harzianum</i>	99	93	59	197	5

ตารางที่ 3 (ต่อ)

หมายเลข	ชนิด	จำนวนไอโซเลต				
		DEF	PP	GL	RP	PF
65	<i>Trichoderma oblongisporum</i>	49	121	21	32	36
66	<i>Trichoderma virens</i>	7			2	2
67	<i>Verticillium lecanii</i>			11	1	
68	unidentified hyphomyces			11		
69	unidentified sp.1	10	8	3	8	34
70	unidentified sp.2			1	1	
71	unidentified sp.3			5		
รวม	71	895	870	756	1010	379

ดินจากพื้นที่ต่างๆ มีจำนวนชนิดราเรียงตามลำดับจากมากไปหาน้อยดังนี้ ดินทุ่งหญ้า (38 ชนิด) ดินไร่สับปะรด (36 ชนิด) ดินป่าดิบแล้งรุ่นที่สอง (33 ชนิด) ดินสวนป่าพะยูง (29 ชนิด) และ ดินสวนยางพารา (27 ชนิด) และมีจำนวนไอโซเลตของราเรียงลำดับจากมากไปหาน้อยดังนี้ ดินสวนยางพารา (1,010 ไอโซเลต) ดินป่าดิบแล้งรุ่นที่สอง (895 ไอโซเลต) ดินทุ่งหญ้า (870 ไอโซเลต) และดินจากไร่สับปะรด (379 ไอโซเลต)

จะเห็นได้ว่ารา *Gongronella butleri* พบในดินของทุกพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน ตามปกติแล้ว ราใน Class Zygomycetes เป็นราที่ชอบความชื้นสูง (Grishkan *et al.*, 2005) และจะเห็นได้ว่า *G. butleri* มีการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมที่มีแสงส่องถึงพื้นดินได้ดีด้วย นอกจากนี้ยังมีรา *Cunninghamella elegans*, unidentified sp.1, *Penicillium* sp.3, *Penicillium* sp.6, *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma oblongisporum* และ *Trichoderma hamatum* สามารถแยกได้จากดินในทุกๆ พื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน แต่บางชนิดแยกได้จากดินเฉพาะพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่งเท่านั้น เช่น *Aspergillus* sp., *Aspergillus wentii* group, *Aspergillus zonatus*, *Scopulariopsis brumptii*, *Glocladium roseum*, *Mortiella pavisporum*, *Nectria* sp., *Penicillium* sp.10, *Penicillium* sp.2, *Penicillium* sp. 14, *Penicillium* sp. 16 และ *Penicillium stiatosporum* พบเฉพาะในดินป่าดิบแล้งรุ่น

ที่สอง *Penicillium* sp.7, *Penicillium* sp.15 และ *Penicillium* sp. 9 พบเฉพาะในดินสวนป่าพะยูง unidentified ascomycetes, *Penicillium oxalicum*, *Penicillium* sp.17, unidentified sp.3 และ unidentified hyphomycetes พบเฉพาะในดินทุ่งหญ้า *Aspergillus niger*, *Geotrichum* sp. และ *Leptographium* sp. พบเฉพาะในดินสวนยางพารา *Penicillium* sp.4, *Penicillium* sp.5, *Thielavia terricola* และ *Heterocephalum* sp. พบเฉพาะในดินไร่สับปะรด

ราส่วนใหญ่ที่แยกได้จากดินในทุกพื้นที่จัดเป็นรา Class Deuteromycetes ซึ่งรากล่านี้ สามารถแยกได้มากเมื่อใช้วิธี soil plate และ soil dilution plate ซึ่งผลการศึกษาที่ได้สอดคล้องกับ งานวิจัยเกี่ยวกับการแยกราในดินที่มีการรายงานไว้แล้วหลายฉบับ เช่น งานวิจัยของ สุจิตรา (2542) และ เลขาและคณะ (2543) ซึ่งแยกรากลุ่ม Deuteromycetes ได้มากด้วยวิธี soil dilution plate ใน การศึกษาครั้งนี้พบรา Class Ascomycetes 5 ชนิด เท่านั้น เนื่องจากวิธีที่เหมาะสมต่อการแยกราใน Class Ascomycetes มากที่สุดได้แก่วิธี heat treatment และ alcohol treatment ซึ่งจากการศึกษาของ จินตนา (2517) สามารถแยกรา Class Ascomycetes ได้ถึง 26 ชนิดจากดินในแหล่งเกษตรกรรมด้วย วิธี alcohol treatment นอกจากนี้เลขาและคณะ (2543) สามารถแยกรา Class Ascomycetes ได้ 7 ชนิด จากป่าเต็งรัง ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง ด้วยวิธี heat treatment ส่วนราใน Class Zygomycetes เป็นราที่พบได้ในดินทั่วไป ซึ่งสามารถแยกได้บ่อยด้วยวิธี soil plate และ soil dilution plate (เลขา, 2536)

เมื่อพิจารณาในด้านพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน พื้นที่ที่มีจำนวนชนิดรามากที่สุดได้แก่ ทุ่งหญ้า โดยพบมากถึง 38 ชนิด ทั้งนี้ อาจเนื่องจากการหลุ่ร่วนและการทับถมของพืชล้มลุกที่มีอายุสั้น เกิดอย่างต่อเนื่อง ทำให้ดินมีอินทรีย์วัตถุสูงและมีการย่อยสลายปลดปล่อยธาตุอาหารหมุนเวียนใน ดินตลอดเวลา จึงเป็นผลให้สภาพดินเหมาะต่อการดำรงชีพของรา

ความหลากหลายชนิดของราดินในลำดับรองลงมาคือ ราดินในไร่สับปะรด มีจำนวนถึง 36 ชนิด ซึ่งมากกว่าในดินป่าดิบแล้งรุ่นที่สองซึ่งมี 33 ชนิด ทำให้ขัดแย้งกับสมมุติฐานทั่วไปที่มักคาดว่า ป่า ธรรมชาติซึ่งมีความหลากหลายของพันธุ์พืชมากกว่าแหล่งเกษตรกรรมควรจะพบราดินในป่า ธรรมชาติมากกว่าในดินแหล่งเกษตรกรรม ผลจากการศึกษาครั้งนี้สอดคล้องกับการศึกษาของ สุภาพร (2528) ซึ่งแยกราในดิน โดยใช้วิธี soil plate, soil dilution plate และ baiting จากดิน เกษตรกรรมและดินป่าในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย สามารถแยกราดินจากแหล่งเกษตรกรรม ได้ถึง 25 ชนิด และแยกราดินจากป่าได้เพียง 11 ชนิดเท่านั้น เป็นที่น่าสังเกตว่าทุ่งหญ้าและไร่-

สับปะรดเป็นพื้นที่เปิดโล่ง ทำให้แสงแดดตกกระทบพื้นดินโดยตรง จึงทำให้ดินมีอุณหภูมิค่อนข้างสูง เหมาะสำหรับราสีเข้มนที่ปรับตัวให้ดำรงชีพอยู่ได้ในพื้นที่ที่มีแสงแดดจัดปรากฏขึ้น ได้แก่ *Thielavia terricola*, *Chaetomella* sp., *Phialophora* sp. และ unidentified hyphomycetes และกลุ่มราที่ชอบอุณหภูมิค่อนข้างสูง ได้แก่ *Penicillium* sp.4, *Penicillium* sp.5, *Penicillium* sp.12, *Penicillium* sp.13 เป็นต้น ทั้งนี้เป็นไปตามความคิดเห็นของ Jack and Tansey (1977) และ Grishkan et al. (2005) ที่กล่าวว่า ปัจจัยที่มีผลโดยตรงต่อการปรากฏของราดินคือปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน และอุณหภูมิดิน

ในป่าดิบแล้งรุ่นที่สอง พบราทั้งสิ้น 33 ชนิด 895 ไอโซเลท เมื่อเปรียบเทียบกับป่าดิบแล้งในพื้นที่อื่นๆ พบว่ามีความหลากหลายชนิดของรามากกว่า เช่น ป่าดิบแล้งในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้งพบราเพียง 15 ชนิด 21 ไอโซเลท เท่านั้น โดยการแยกด้วยวิธี soil dilution plate (เลขาและคณะ, 2543) และการศึกษาราดินในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวร ซึ่งกิตติมา และคณะ (2543) แยกจากราดินป่าธรรมชาติซึ่งมีหลายสังคมพืช เช่น ป่าดิบแล้ง ป่าผสมผลัดใบ ป่าเต็งรัง ป่าทดแทน หรือทุ่งหญ้า ได้เพียง 33 ไอโซเลท 28 ชนิด เท่านั้น

เมื่อเปรียบเทียบจำนวนชนิดของราที่แยกได้จากดินสวนป่าพะยูงจากการศึกษาในครั้งนี้ ซึ่งมีจำนวน 29 ชนิด กับแปลงปลูกสัก สถานีวิจัยต้นน้ำแม่กลอง อ.ทองผาภูมิ จ. กาญจนบุรี พบว่า ความหลากหลายของราดินในแปลงปลูกสักมีมากกว่าราในดินสวนป่าพะยูงมาก โดยราดินในแปลงปลูกสัก มีทั้งสิ้น 100 ชนิด (สุจิตรา, 2542) เหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากการเก็บตัวอย่างดินในแปลงปลูกสักนั้น ผู้วิจัยเก็บตัวอย่างดิน 3 ครั้ง เพื่อเปรียบเทียบจำนวนและชนิดราในแต่ละฤดูกาล แต่การเก็บตัวอย่างดินสวนป่าพะยูงนั้น เก็บตัวอย่างดินเพียงหนึ่งครั้งเท่านั้น เพื่อเปรียบเทียบจำนวนและชนิดของราในแต่ละพื้นที่ ดังนั้นจำนวนครั้งของการเก็บตัวอย่างดินเพื่อนำมาแยกราดินจึงมีความสำคัญ การพบจำนวนชนิดราดินในสวนยางพาราน้อยที่สุด อาจเป็นเพราะในสวนยางพารามีการใช้สารเคมีกำจัดวัชพืชอยู่เป็นประจำ

ราดินที่แยกได้จากพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินต่างๆ กัน ในเขตป่าสงวนท่ากุ่ม-ห้วยแร้ง จังหวัดตราด มีราที่มีประโยชน์ต่อระบบนิเวศและมนุษย์หลายชนิด เช่น รา *Gongronella butleri* สามารถสกัดโคโตซานซึ่งเป็นสารที่มีประโยชน์ต่อมนุษย์ (Nwe and Stevens, 2002) รา *Aspergillus* spp. สามารถสร้างเอนไซม์ย่อยสารประกอบประเภทน้ำตาลและเซลลูโลสจากซากพืชได้ (กิตติมา และคณะ, 2543) *Aspergillus niger* เป็นราที่ผลิตกรดอินทรีย์ที่ใช้ในวงการ

อุตสาหกรรม (เลขา, 2535) ในการศึกษาครั้งนี้พบว่า *Aspergillus niger* เช่นกัน หากทำการศึกษาในเชิงลึกต่อไปแล้ว อาจพบว่า *Aspergillus niger* ที่แยกได้ครั้งนี้ อาจมีศักยภาพในการผลิตกรดอินทรีย์ที่ดีก็ได้ รา *Trichoderma* spp. สามารถใช้ควบคุมราที่เป็นสาเหตุของโรคพืชได้หลายชนิด เช่น โรครากเน่าโคนเน่าจากราสกุล *Pythium* และ *Phytophthora* ได้ ในการศึกษาครั้งนี้ พบราสกุล *Trichoderma* ทั้งหมด 5 ชนิด ได้แก่ *Trichoderma artroviride*, *Trichoderma hamatum*, *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma oblongisporum* และ *Trichoderma virens* รา *Verticillium lecanii* สามารถสร้างเอนไซม์ย่อยสลายเซลลูโลส ไคติน เพคติน และแป้ง นอกจากนี้ยังมีบทบาทเป็น ราทำลายแมลงซึ่งในอนาคตอาจพัฒนาเพื่อใช้ปราบแมลงศัตรูพืชได้ (Dijksterhuis and Samson, 2002) *Gliocladium roseum* สร้างสารเมตาบอไลต์ยับยั้งรา *Pythium* ซึ่งเป็นราก่อโรคกับพืช และ *Botrytis cinerea* ซึ่งก่อโรคกับสตรอเบอร์รี่ (Elad and Freeman, 2002) รา *Humicola fuscoatra* สามารถสร้างสารยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย *Bacillus subtilis* และเป็นปรสิตกับรา *Phytophthora cactorum* ด้วย (Domsch and Gams, 1993b) ราในสกุล *Cunninghamiella* มีความสามารถในการดูดซึมทองแดงจากสิ่งที่มีนเจอร์อยู่ได้ (Morley et al. 1996) *Cephalosporium* sp. สร้างสาร cephalosporin ยับยั้งแบคทีเรียบางชนิดได้ ธิดา (2550) รายงานการถึงการสกัดสารยับยั้งราศัตรูพืชได้จากรา *Taralomyces* spp. อีกด้วย ดังนั้นจึงควรมีการสนับสนุนให้มีการวิจัยที่จะนาราคินที่มีศักยภาพเหล่านี้ไปศึกษาเพิ่มเติมเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

น้ำหนักแห้งของซากพืชคลุมดินและสมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน

น้ำหนักแห้งของซากพืชคลุมดินในแต่ละพื้นที่การใส่ประโยชน์ที่ดินไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$, $F=27.90$) (ตารางที่ 4) อย่างไรก็ตาม สวนป่าพะยูงมีซากพืชคลุมดินมาก ทั้งนี้ซากพืชคลุมดินในสวนป่าพะยูงนอกจากเป็นซากใบพะยูงแล้วยังมีซากใบ ประดู่ อินทนิล และซากใบของไม้พุ่มและไม้พื้นล่างด้วย เนื่องจากเรือนยอดไม้แน่นทึบทำให้มีแสงสว่างส่องผ่านมาถึงพื้นล่างได้พอสมควร ส่งผลทำให้สวนป่าพะยูงมีไม้พุ่มและไม้พื้นล่างเกิดขึ้นมาก ทำให้พบปริมาณซากพืชคลุมดินสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่อื่นๆ ซึ่งซากพืชคลุมดินที่พบยังคงเป็นกลุ่มของไม้ต้นและไม้พุ่มในป่าดิบแล้งรุ่นที่สอง สำหรับซากพืชในพื้นที่การใส่ประโยชน์อื่นๆ ส่วนใหญ่เป็นกลุ่มของหญ้าและไม้ล้มลุก รายละเอียดของน้ำหนักแห้งของซากพืชคลุมดิน สมบัติทางกายภาพและเคมีของดินในแต่ละพื้นที่การใส่ประโยชน์ที่ดิน ในจุดเก็บตัวอย่างทุกจุด แสดงไว้ในตารางผนวกที่ 6

สมบัติทางกายภาพของดิน โดยเฉพาะเนื้อดิน (soil texture) ที่วิเคราะห์ได้พบว่า เปอร์เซ็นต์ของอนุภาคดินทราย (sand) อนุภาคดินทรายแป้ง (silt) และอนุภาคดินเหนียว (clay) ในแต่ละพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$, $F = 2.203$, $P > 0.05$, $F = 5.388$, $P > 0.05$, $F = 2.323$ ตามลำดับ) อย่างไรก็ตามพบว่าดินในทุกพื้นที่ มีอนุภาคของดินทรายสูง (ประมาณ 50% ของส่วนประกอบของเนื้อดิน) แสดงให้เห็นถึงผลกระทบจากการบุกรุกแผ้วถางพื้นที่ ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อการสูญเสียน้ำดิน (soil erosion) ในพื้นที่ศึกษา ดังตารางที่ 4

สมบัติทางเคมีของดิน จากผลการวิเคราะห์พบว่า ค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน (pH) เปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุในดิน ปริมาณธาตุแคลเซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg) ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) ในดินแต่ละพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$, $F = 28.00$, $P > 0.05$, $F = 8.105$, $P > 0.05$, $F = 2.816$, $P > 0.05$, $F = 6.594$, $P > 0.05$, $F = 9.013$, $P > 0.05$, $F = 7.459$ ตามลำดับ) (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยและค่าการทดสอบความแปรปรวนของค่าเฉลี่ย (Analysis of Variance) ของน้ำหนักแห้งของซากพืชคลุมดิน (DW) เปอร์เซ็นต์ของอนุภาคดินทราย (sand) เปอร์เซ็นต์ของอนุภาคดินทรายแป้ง (silt) เปอร์เซ็นต์ของอนุภาคดินเหนียว (%clay) ค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน (pH) เปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุในดิน (%org) ปริมาณธาตุฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) แคลเซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg) (mg/kg) ของแต่ละจุดเก็บตัวอย่างในพื้นที่การใช้ประโยชน์ทั้ง 5 พื้นที่

ปัจจัยแวดล้อมทางดิน	DEF	PP	GL	RP	PF	F value
DW (g/ m ²)	49.29	126.51	68.02	61.47	27.38	27.900
สมบัติทางกายภาพของดิน						
%sand	42.90	49.29	47.12	55.46	44.46	2.203
%silt	29.11	22.11	24.56	24.56	24.84	5.388
%clay	27.93	28.48	28.67	19.93	30.64	2.323
สมบัติทางเคมีของดิน						
pH	4.59	4.42	5.26	5.67	4.80	28.000
%org	7.00	5.35	6.08	3.51	3.03	8.105

ตารางที่ 4 (ต่อ)

ปัจจัยแวดล้อมทางดิน	DEF	PP	GL	RP	PF	F value
P (mg/kg)	4.99	2.24	2.44	1.82	7.58	9.013
K (mg/kg)	111.27	46.12	86.08	39.62	46.8	7.459
Ca (mg/kg)	326.15	185.02	436.36	228.16	126.83	2.816
Mg (mg/kg)	80.07	34.93	65.50	19.47	15.51	6.594

หมายเหตุ: DF แทนป่าดิบแล้งรุ่นที่สอง PP แทนสวนป่าพะยูง GL แทนทุ่งหญ้า
RP แทนสวนยางพารา PF แทนไร่สับปะรด

ค่าดัชนีความหลากหลายของชนิดราดิน

ค่าดัชนีความหลากหลายของราดิน คำนวณตามสมการของ Shannon-Wiener ซึ่งใช้จำนวนชนิดและจำนวนไอโซเลทของราแต่ละชนิดในการคำนวณ ค่าดัชนีความหลากหลายของราในแต่ละพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินแสดงไว้ในตารางที่ 5 ซึ่งเรียงลำดับจากมากไปหาน้อยได้ดังนี้ ไร่สับปะรด (2.90) ป่าดิบแล้งรุ่นที่สอง (2.19) สวนป่าพะยูง (2.12) ทุ่งหญ้า (1.65) และสวนยางพารา (1.56) ราดินไร่สับปะรดมีค่าดัชนีความหลากหลายสูงสุดเพราะมีความสม่ำเสมอของจำนวนไอโซเลทของราแต่ละชนิดมากกว่าราดินในพื้นที่อื่นๆ

สำหรับทุ่งหญ้าซึ่งมีความหลากหลายชนิดมากที่สุด แต่จำนวนไอโซเลทของรบบางชนิดมีความแตกต่างจากราอื่นๆ มากกล่าวคือ ในจำนวนไอโซเลทของราทั้งหมด 756 ไอโซเลท เป็นรา *Gongronella buterli* ถึง 508 ไอโซเลท จึงทำให้ค่าดัชนีความหลากหลายไม่อยู่ในลำดับที่สูงที่สุด ส่วนสวนยางพารามีค่าดัชนีความหลากหลายน้อยที่สุด เนื่องจากในสวนยางพารามีจำนวนชนิดรายน้อยที่สุดและจำนวนไอโซเลทมีความไม่สม่ำเสมอมากด้วย

ตารางที่ 5 ค่าดัชนีความหลากหลายของรา จำนวนชนิดและไอโซเลทของราดินในป่าดิบแล้งรุ่นที่สอง (DEF) สวนป่าพะยูน (PP) หุ่นหญา (GL) สวนยางพารา (RP) และไร่สับปะรด (PF)

พื้นที่	จำนวนชนิด	จำนวนไอโซเลท	ค่าดัชนีความหลากหลาย
DEF	33	895	2.19
PP	29	870	2.12
GL	38	756	1.65
RP	27	1,010	1.56
PF	36	379	2.90

ค่าดัชนีความสำคัญของราดิน

จากค่าดัชนีความสำคัญของราดินในแต่ละพื้นที่ พบว่าราที่มีความสำคัญในแต่ละพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินในลำดับที่ 1 ถึงลำดับที่ 5 มีความคล้ายคลึงกันมาก โดย ราที่มีความสำคัญลำดับที่ 1 ถึง 5 ในป่าดิบแล้งรุ่นที่สอง ได้แก่ *Gongronella butleri* (49.77), *Trichoderma hamatum*(17.68), *Trichoderma harzianum*(16.18), *Penicillium* sp.6 (15.90) และ *Penicillium verruculosum* (11.94) ราที่มีความสำคัญลำดับที่ 1 ถึง 5 ในสวนป่าพะยูน ได้แก่ *Gongronella butleri* (51.86), *Trichoderma oblongisporum* (22.86), *Trichoderma harzianum* (19.65), *Penicillium ochro-chloron* (15.20) และ *Penicillium* sp.6 (13.85) ราที่มีความสำคัญลำดับที่ 1 ถึง 5 ในหุ่นหญา ได้แก่ *Gongronella butleri* (77.80), *Trichoderma harzianum* (14.61), *Trichoderma artroviride* (7.93), *Trichoderma oblongisporum* (6.87) และ *Talaromyces* sp. (6.40) ราที่มีความสำคัญลำดับที่ 1 ถึง 5 ในสวนยางพารา ได้แก่ *Mucor* sp. (48.60), *Gongronella butleri* (34.09), *Trichoderma harzianum* (31.72), *Penicillium* sp.3 (13.63) และ *Trichoderma oblongisporum* (8.21) และราที่มีความสำคัญลำดับที่ 1 ถึง 5 ในไร่สับปะรด ได้แก่ *Gongronella butleri* (22.21), *Penicillium* sp.19 (19.60), unidentified sp.1 (18.28), *Trichoderma oblongisporum* (15.67) และ *Penicillium* sp.8 (12.54) ค่าดัชนีความสำคัญของราดินทั้งหมดในทุกพื้นที่ แสดงในตารางผนวกที่ 1 ถึง 5

ราที่มีความสำคัญเป็นอันดับที่ 1 ใน ป่าดิบแล้งรุ่นที่สอง สวนป่าพะยูง ท่งหญ้า และ ไร่
 สับปะรด ได้แก่ *Gongronella butleri* ส่วนราที่มีความสำคัญเป็นอันดับที่ 1 ในสวนยางพารา ได้แก่
Mucor sp. โดยที่ราทั้งสองชนิดนี้เป็นราใน Class Zygomycetes ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ
 Grishkan *et al.* (2005) ที่รายงานว่าในพื้นที่ที่มีปริมาณความชื้นในดินสูงจะมีการปรากฏของราใน
 Class Zygomycetes มากขึ้น โดยการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการเก็บตัวอย่างดินในเดือนสิงหาคม ซึ่งตรง
 กับฤดูฝน นอกจากนี้รา *Gongronella butleri* ยังเป็นราที่มีความถี่ของการพบสูงในเขตกึ่งร้อน
 (Domsch and Gams, 1993) และทำหน้าที่เป็นผู้ย่อยสลายในระบบนิเวศป่าไม้

สำหรับราดินที่มีความสำคัญอยู่ในลำดับที่ 2 ถึงลำดับที่ 5 ในพื้นที่ที่ทำการศึกษาทั้ง 5 พื้นที่
 ประกอบด้วยรา *Penicillium ochro-chloron*, *Penicillium verruculosum*, *Penicillium* sp.3,
Penicillium sp.6, *Penicillium* sp.8, *Penicillium* sp.19, *Talaromyces* sp. (teleomorph ของรา
Penicillium), *Trichoderma artroviride*, *Trichoderma hamatum*, *Trichoderma harzianum*,
Trichoderma oblongisporum และ unidentified sp.1 ซึ่งอยู่ใน Class Deuteromycetes ราเหล่านี้เป็น
 ราที่พบเสมอ และมีจำนวนมากในดินทั่วไป (กรรณิการ, 2536; สุจิตรา, 2542; เลขา และคณะ, 2543;
 Wongseenin, 1971; Manoch, 1998)

ค่าดัชนีความคล้ายคลึงของราดิน

ค่าดัชนีความคล้ายคลึงของราดินที่คำนวณได้จากสมการของ Sorensen แสดงไว้ใน ตาราง
 ที่ 6 ซึ่งให้เห็นว่า ราดินในป่าดิบแล้งรุ่นที่สอง และสวนป่าพะยูง มีความคล้ายคลึงกันมากที่สุด
 (63.15%) รองลงมาเป็นราดินในสวนป่าพะยูงและท่งหญ้า (55.01%) ส่วนป่าดิบแล้งรุ่นที่สองและ
 ไร่สับปะรด มีค่าดัชนีความคล้ายคลึงของราดินน้อยที่สุด (35.40%) รองจากค่าดัชนีความคล้ายคลึง
 ของราดินในไร่สับปะรดและสวนยางพารา (35.46%) ราที่พบเหมือนกันในพื้นที่การใช้ประโยชน์
 ที่ดินแต่ละคู่ ดูได้จากตารางที่ 3

การที่พบราดินในสวนป่าพะยูงคล้ายคลึงกับราดินในป่าดิบแล้งรุ่นที่สองและท่งหญ้าเช่นนี้
 แสดงให้เห็นว่าสภาพแวดล้อมของดินของสวนป่าพะยูงใกล้เคียงกับสภาพแวดล้อมของดินป่าดิบ
 แล้งรุ่นที่สองและท่งหญ้า แสดงว่าหากมีการปลูกป่าฟื้นฟูพื้นที่ที่เป็นท่งหญ้าจะทำให้ดินในพื้นที่
 นั้นมีปริมาณจากสัณฐานที่ซบคลุมดิน เป็นเหตุให้สภาพแวดล้อมของดินค่อยๆ เปลี่ยนแปลงจากสภาพ
 เดิมจนใกล้เคียงกับพื้นที่ธรรมชาติมากขึ้น ซึ่งตรงกันข้ามกับการเปลี่ยนแปลงไปเป็นไร่สับปะรด ที่

มีการทำการเกษตรและมีการรบกวนหน้าดิน อีกทั้งมีการใช้สารเคมีอย่างต่อเนื่อง จึงทำให้พบราดินในไร่สับปะรดแตกต่างจากราดินในป่าดิบแล้งรุ่นที่สองอย่างเด่นชัด

ตารางที่ 6 ค่าดัชนีความคล้ายคลึงของราดินในป่าดิบแล้งรุ่นที่สอง (DEF) สวนป่าพะยูง (PP) ทุ่งหญ้า (GL) สวนยางพารา (RP) และไร่สับปะรด (PF)

	DEF	PP	GL	RP	PF
DEF		63.15	49.55	45.73	35.40
PP			55.01	46.91	42.42
GL				43.85	40.60
RP					35.46

ราดินในป่าดิบแล้งรุ่นที่สองและราดินในไร่สับปะรดมีราเหมือนกันถึง 16 ชนิด แต่มีค่าดัชนีความคล้ายคลึงของราดินน้อยที่สุด ในขณะที่ป่าดิบแล้งรุ่นที่สองและสวนป่าพะยูงพบราที่เหมือนกัน 15 ชนิด กลับมีค่าดัชนีความคล้ายคลึงสูงที่สุด เนื่องจาก ค่าดัชนีความสำคัญของราดินป่าดิบแล้งรุ่นที่สองและไร่สับปะรดที่พบเหมือนกันมีค่าแตกต่างกันมาก จึงทำให้ค่าดัชนีความคล้ายคลึงมีค่าน้อย แสดงให้เห็นว่า จำนวนชนิด จำนวนไอโซเลทของรา และการกระจายของราที่พบ มีอิทธิพลต่อค่าดัชนีความคล้ายคลึงของรามากกว่าจำนวนชนิดของรา นอกจากนี้ ค่าดัชนีความคล้ายคลึงของราดินในสวนยางพาราและไร่สับปะรดมีค่าน้อย อาจเนื่องมาจาก สวนยางพารามีรุ่มเงาจากต้นยางพารา แต่ไร่สับปะรดเป็นพื้นดินเปิดโล่ง อีกทั้งรูปแบบการจัดการพื้นที่เกษตรกรรมที่แตกต่างกัน เช่น การใส่ปุ๋ยต่างชนิดกัน ความถี่ของการใช้ยากำจัดวัชพืชและยาฆ่าแมลง ส่งผลทำให้การปรากฏของราในดินแตกต่างกันด้วย

ความสัมพันธ์ระหว่างชนิดราดินกับน้ำหนักแห้งของซากพืชคลุมดิน สมบัติทางกายภาพและสมบัติทางเคมีของดิน

จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างชนิดราดินกับน้ำหนักแห้งของซากพืชคลุมดิน และสมบัติทางกายภาพของดิน ได้แก่ เปรอร์เซ็นต์ของอนุภาคดินทราย (sand) เปรอร์เซ็นต์ของอนุภาคดิน

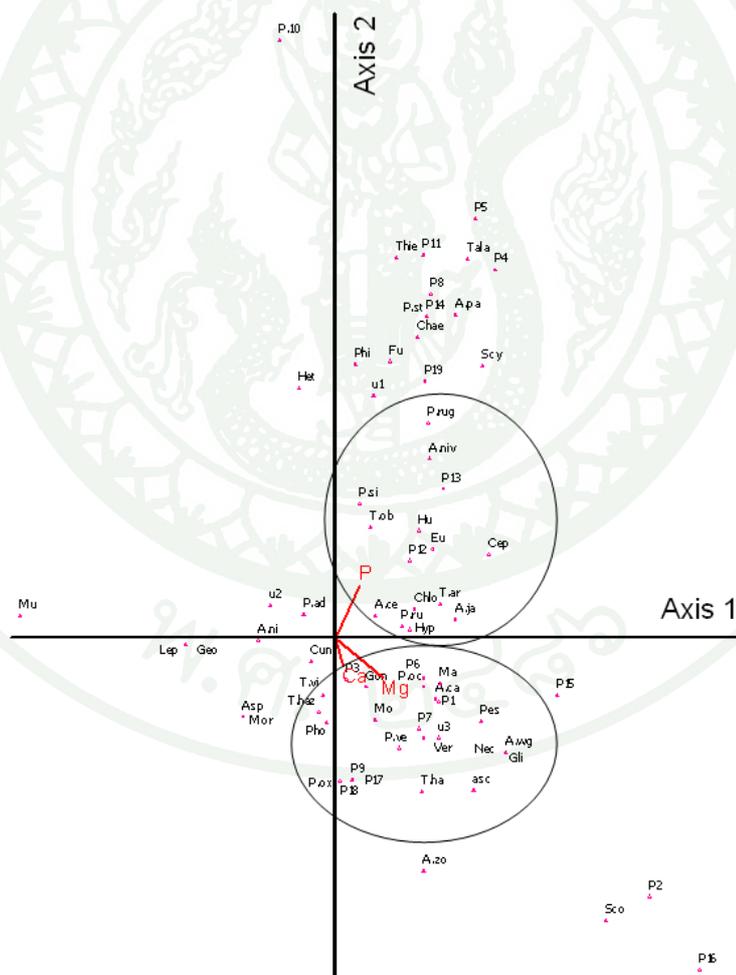
ทรายแป้ง (silt) เเปอร์เซ็นต์ของอนุภาคดินเหนียว (clay) และสมบัติทางเคมีของดิน ได้แก่ ค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน (pH) เเปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุ ปริมาณธาตุอาหารในดิน ได้แก่ ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) แคลเซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg) (mg/kg) โดยวิธีการจัดเรียงลำดับ (ordination) แบบ canonical correspondence analysis (CCA) พบว่า น้ำหนักแห้งของซากพืชคลุมดิน เเปอร์เซ็นต์ของอนุภาคดินทราย (sand) เเปอร์เซ็นต์ของอนุภาคดินทรายแป้ง (silt) เเปอร์เซ็นต์ของอนุภาคดินเหนียว (clay) ค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน (pH) และปริมาณธาตุโพแทสเซียม (K) ไม่มีความสัมพันธ์ต่อการปรากฏของชนิดราดิน

สมบัติของดินที่มีความสัมพันธ์โดยตรงต่อการปรากฏของราดิน ได้แก่ ปริมาณธาตุฟอสฟอรัส (P) และแคลเซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg) (ภาพที่ 2) ซึ่งจากความสัมพันธ์นี้สามารถแบ่งราในดินออกได้เป็น 2 กลุ่ม ได้แก่

กลุ่มที่ 1 ได้แก่ ราที่มีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับปริมาณธาตุฟอสฟอรัสในดินมี 15 ชนิด ได้แก่ *Aspergillus cervinus*, *Aspergillus japonicus* (A.ja), *Aspergillus niveus* (A.niv), *Cephalosporium* sp. (Cep), *Chloridium* sp. (Chl), *Eupenicillium* sp. (Eu), *Humicola fuscoatra* (Hu), unidentified hyphomyces (Hy), *Penicillium rubrum* (P.ru), *Penicillium rugulosum* (P.rug), *Penicillium simplicissimum* (P.si), *Penicillium* sp.12 (P12), *Penicillium* sp. 13 (P13), *Trichoderma artroviride* (T.ar) และ *Trichoderma oblongisporum* (T.ob) ซึ่งราเหล่านี้มีจำนวนไอโซเลทมากใกล้เคียงกันในดินสวนป่าพะยุงและดินทุ่งหญ้า ซึ่งมีปริมาณธาตุฟอสฟอรัสเฉลี่ยอยู่ในช่วง 2.24 – 2.44 mg/kg ดังนั้นราเหล่านี้มีโอกาสมากในพื้นที่ที่มีฟอสฟอรัสอยู่ในช่วง 2.24 – 2.44 mg/kg คิดเป็นความเข้มข้น 0.15×10^{-3} - 0.16×10^{-3} M ซึ่งน้อยกว่าปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เหมาะสมในการดำรงชีพของที่อ้างโดย Griffin (1994) ว่ามีปริมาณเท่ากับ 10^{-3} M

กลุ่มที่ 2 ได้แก่ ราที่มีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับปริมาณธาตุแคลเซียมและแมกนีเซียมในดินมี 24 ชนิด ได้แก่ unidentified ascomycetes (asc), *Aspergillus candidus* (A.ca), *Aspergillus wentii* group (A.wg), *Gliocladium roseum* (Gli), *Gongronella butleri* (Gon), *Monocillium* sp. (Mo), *Nectria* sp. (Nec), *Marianeae elegans* (Ma), *Penicillium* sp.1 (P1), *Penicillium* sp.3 (P3), *Penicillium verruculosum* (P.ver), *Penicillium* sp.6 (P6), *Penicillium* sp.7 (P7), *Penicillium* sp.9 (P9), *Penicillium ochro-chloron* (P.oc), *Penicillium oxalicum* (P.ox), *Penicillium* sp.17 (P17), *Penicillium* sp.18 (P18), *Pestalotiopsis* sp. (Pes), *Phoma* sp. (Pho), *Trichoderma hamatum*

(T.har), *Trichoderma virens* (T.vi), unidentified sp. 3 (u3) และ *Verticillium lecanii* (Ver) ซึ่งราเหล่านี้มีจำนวนไอโซเลทมากใกล้เคียงกันในดินป่าดิบแล้งรุ่นที่สองและสวนป่าพะยุง ซึ่งมีปริมาณธาตุแคลเซียมเฉลี่ยอยู่ในช่วง 185.02-326.15 mg/kg และปริมาณธาตุแมกนีเซียมเฉลี่ยอยู่ในช่วง 34.93-80.07 mg/kg ดังนั้นรากล่าเหล่านี้มีโอกาสพบมากในดินที่ที่มีธาตุแคลเซียมและแมกนีเซียมอยู่ในช่วง 185.02-326.15 และ 34.93-80.07 mg/kg ตามลำดับ ซึ่งคิดเป็นปริมาณธาตุแคลเซียมเข้มข้นเท่ากับ 9.25×10^{-3} - 16.31×10^{-3} M และแมกนีเซียมเข้มข้นเท่ากับ 2.91×10^{-3} - 6.67×10^{-3} M ซึ่งปริมาณธาตุแคลเซียมที่เหมาะสมต่อการดำรงชีพของราดินในการศึกษานี้มากกว่าที่ Griffin (1994) ได้รายงานไว้คือ 10^{-4} M ส่วนปริมาณธาตุแมกนีเซียมที่เหมาะสมต่อการดำรงชีพของราดินในการศึกษานี้มีปริมาณที่ใกล้เคียงกับการศึกษาของ Griffin (1994) ซึ่งเท่ากับ 10^{-3} M สำหรับชื่อของราในดินที่อยู่ในภาพที่ 2 แสดงในตารางผนวกที่ 7



ภาพที่ 2 ความสัมพันธ์ของราดินกับปริมาณธาตุฟอสฟอรัส (P) แคลเซียม (Ca) และแมกนีเซียม (Mg) โดยการวิเคราะห์แบบ Canonical Correspondence Analysis

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

ความหลากหลายของราดินในพื้นที่ของเขตป่าสงวนท่ากุ่ม-ห้วยแครง จังหวัดตราด

จากการวิจัยครั้งนี้พบราดินทั้งสิ้น 71 ชนิด 3,910 ไอโซเลท (Zygomycetes 4 ชนิด Ascomycetes 5 ชนิด และ Deuteromycetes 62 ชนิด) แบ่งเป็นราดินจากป่าดิบแล้งรุ่นที่สอง 33 ชนิด 895 ไอโซเลท สวนป่าพะยุง 29 ชนิด 870 ไอโซเลท ทุ่งหญ้าทิ้งร้าง 38 ชนิด 756 ไอโซเลท สวนยางพารา 27 ชนิด 1,010 ไอโซเลท และไร่สับปะรด 36 ชนิด 379 ไอโซเลท รา *Cunninghamella elegans*, *Gongronella butleri*, unidentified sp.1, *Penicillium* sp.1, *Penicillium* sp.14, *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma oblongisporum* และ *Trichoderma hamatum* สามารถแยกได้จากดินในหลายๆ พื้นที่การใช้ที่ดิน โดยพื้นที่ที่มีแคดสองถึงพื้นที่ในปริมาณมากเช่น ทุ่งหญ้า และไร่สับปะรด มีจำนวนชนิดรามาก แต่จำนวนไอโซเลทของราแต่ละชนิดน้อย ตรงกันข้ามกับพื้นที่ร่ม เช่นป่าดิบแล้งรุ่นที่สอง สวนป่าพะยุง และสวนยางพาราจะมีชนิดราน้อย แต่จำนวนไอโซเลทของราแต่ละชนิดมาก

ราดินที่มีความสำคัญในแต่ละพื้นที่การใช้ที่ดินในลำดับที่ 1 ถึงลำดับที่ 5 มีความคล้ายคลึงกัน โดยราที่มีความสำคัญลำดับที่ 1 ถึง 5 ในป่าดิบแล้งรุ่นที่สอง ได้แก่ *Gongronella butleri* (49.77), *Trichoderma hamatum*(17.68), *Trichoderma harzianum*(16.18), *Penicillium* sp.6 (15.90) และ *Penicillium verruculosum* (11.94) ราที่มีความสำคัญลำดับที่ 1 ถึง 5 ในสวนป่าพะยุง ได้แก่ *Gongronella butleri* (51.86), *Trichoderma oblongisporum* (22.86), *Trichoderma harzianum* (19.65), *Penicillium ochro-chloron* (15.20) และ *Penicillium* sp.6 (13.85) ราที่มีความสำคัญลำดับที่ 1 ถึง 5 ในทุ่งหญ้า ได้แก่ *Gongronella butleri* (77.80), *Trichoderma harzianum* (14.61), *Trichoderma artroviride* (7.93), *Trichoderma oblongisporum* (6.87) และ *Talaromyces* sp. (6.40) ราที่มีความสำคัญลำดับที่ 1 ถึง 5 ในสวนยางพารา ได้แก่ *Mucor* sp. (48.60), *Gongronella butleri* (34.09), *Trichoderma harzianum* (31.72), *Penicillium* sp.3 (13.63) และ *Trichoderma oblongisporum* (8.21) และราที่มีความสำคัญลำดับที่ 1 ถึง 5 ในไร่สับปะรด ได้แก่ *Gongronella butleri* (22.21), *Penicillium* sp.19 (19.60), unidentified sp.1 (18.28), *Trichoderma oblongisporum* (15.67) และ *Penicillium* sp.8 (12.54)

ค่าดัชนีความหลากหลายของราดินเรียงลำดับจากมากไปหาน้อยดังนี้ ไร้สับปะรด (2.90) ป่าดิบแล้งรุ่นที่สอง (2.19) สวนป่าพะยูง (2.12) ทุ่งหญ้า (1.65) และ สวนยางพารา (1.56) ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่า ปัจจัยที่สำคัญอีกปัจจัยหนึ่งที่กำหนดการปรากฏของราดิน ได้แก่ การเปิดโล่งของพื้นที่ ทำให้แสงแดดส่องถึงพื้นดิน โดยตรงจะพบรากลุ่มที่มีสีเข้มเพิ่มมากขึ้น

ในแต่ละพื้นที่การใช้ประโยชน์ ป่าดิบแล้งรุ่นที่สอง และสวนป่าพะยูงมีค่าดัชนีความคล้ายคลึงของราดินคล้ายกันมากที่สุด (63.15%) พื้นที่ที่มีความคล้ายคลึงกับป่าดิบแล้งรุ่นที่สอง น้อยที่สุดได้แก่ ไร้สับปะรด (35.04%) ซึ่งแสดงให้เห็นว่า การปลูกป่าฟื้นฟูพื้นที่ที่เสื่อมโทรม จะช่วยทำให้สภาพแวดล้อมของดินและชนิดของราดิน กลับมามีความใกล้เคียงกับป่าธรรมชาติ

ความสัมพันธ์ระหว่างราแต่ละชนิดและคุณสมบัติพื้นฐานของดิน

ปริมาณธาตุฟอสฟอรัส แคลเซียม และแมกนีเซียมในดินเป็นสมบัติของดินที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของราอย่างเด่นชัด โดยที่ฟอสฟอรัสและแมกนีเซียมเป็นสมบัติของดินที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของราเด่นชัดใกล้เคียงกัน รองลงมาเป็นปริมาณธาตุแคลเซียมในดิน โดยที่รา *Aspergillus cervinus*, *Aspergillus japonicus*, *Aspergillus niveus*, *Cephalosporium* sp., *Cloridium* sp., *Eupenicillium* sp., *Humicola fuscoatra*, unidentified hyphomyces, *Penicillium rubrum*, *Penicillium rugulosum*, *Penicillium simplicissimum*, *Penicillium* sp.12, *Penicillium* sp. 13, *Trichoderma artroviride* และ *Trichoderma oblongisporum* มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณธาตุฟอสฟอรัสในดิน ราเหล่านี้มีโอกาสพบมากในพื้นที่ที่มีฟอสฟอรัสอยู่ในช่วง 2.24 – 2.44 mg/kg

๗1 unidentified ascomycetes, *Aspergillus candidus*, *Aspergillus wentii* group, *Gliocladium roseum*, *Gongronella butleri*, *Monocillium* sp., *Nectria* sp., *Marianaea elegans*, *Penicillium* sp.1, *Penicillium* sp.3, *Penicillium verruculosum*, *Penicillium* sp.6, *Penicillium* sp.7, *Penicillium* sp.9, *Penicillium ochro-chloron*, *Penicillium oxalicum*, *Penicillium* sp.17, *Penicillium* sp.18, *Pestalotiopsis* sp., *Phoma* sp., *Trichoderma hamatum*, *Trichoderma virens*, unidentified sp.3 และ *Verticillium lecanii* ความสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณธาตุแคลเซียมและแมกนีเซียมในดิน ราเหล่านี้มีโอกาสพบมากในดินที่มีธาตุแคลเซียมและแมกนีเซียมอยู่ในช่วง 185.02-326.15 และ 34.93-80.07 mg/kg ตามลำดับ

ข้อเสนอแนะ

วิธีการแยกราดินมีหลายวิธีซึ่งแต่ละวิธีมีความเฉพาะเจาะจงกับราต่างกลุ่มกัน ในการศึกษาครั้งนี้ใช้เฉพาะวิธี soil dilution plate ซึ่งวิธีนี้จะแยกราใน Class Deuteromycetes ได้มากแต่จะแยกราใน Class Ascomycetes ได้น้อย ดังนั้นถ้าใช้วิธีการแยกราดินวิธีอื่นๆ อีก ในการศึกษาครั้งต่อไป เช่น วิธี alcohol treatment และ heat treatment แล้วนำผลการศึกษามาเปรียบเทียบกับผลการศึกษาครั้งนี้ อาจมีความหลากหลายของราดิน เพิ่มมากขึ้น

ราดินที่พบในดินสวนยางพารา และดินไร่สับปะรด เป็นราที่น่าสนใจ ควรมีการทำวิจัยเรื่องการใช้ประโยชน์ในเชิงลึก เนื่องจากราเหล่านี้สามารถปรับตัวให้อยู่ในพื้นที่ที่มีการรบกวนได้ดี โดยเฉพาะการใช้สารเคมีกำจัดวัชพืช ดังนั้นราเหล่านี้อาจมีความสามารถในการย่อยสลายสารพิษตกค้างจากสารเคมีเหล่านี้ได้ ราดินที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์อื่นได้ เช่น *Trichoderma* spp. ใช้ในการยับยั้งรสชาติของโรคพืช หรือ *Aspergillus niger* ใช้ผลิตกรดอินทรีย์ในทางอุตสาหกรรม เป็นต้น ราดินที่พบในการศึกษาครั้งนี้อาจเป็นราที่มีประสิทธิภาพสูงในการใช้ประโยชน์ จึงควรมีการศึกษาวิจัยเพิ่มเติมต่อไป

พื้นที่ในเขตป่าสงวนท่ากุ่ม-ห้วยแครง เป็นพื้นที่ที่มีความหลากหลายของราในดินสูงมาก เมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยทางด้านความหลากหลายของราดินในพื้นที่อื่นๆ ดังนั้น การวางแผนเพื่อจัดการการใช้ประโยชน์ที่ดินในลักษณะต่างๆ จึงสมควรจัดทำอย่างยิ่ง เพื่ออนุรักษ์ความหลากหลายของราดินให้ยั่งยืนตลอดไป

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กิตติมา ค้วงแค. 2550. ความสัมพันธ์ระหว่างเห็ดกับดินในระบบนิเวศป่าไม้ จังหวัดเพชรบูรณ์.
วารสารเกษตรพระจอมเกล้า, 25(3): 50-63.

กรรณิการ์ ว่องวุฒิญาณ. 2536. ผลกระทบทางจุลชีววิทยาของดินในป่าเบญจพรรณที่ผ่านการทำ
ไม้ห้วยลั่นลิ้น จังหวัดกาญจนบุรี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2548. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. ครั้งที่ 10. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,
กรุงเทพฯ.

จินตนา ชะนะ. 2517. การศึกษาราดินภาคกลางของประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท,
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ธวัชชัย สีนดิสุข. 2549. ป่าไม้ของประเทศไทย. กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช,
กรุงเทพฯ.

ธิดา เดชฮวบ, เลขา มาโนช, นิพนธ์ วิสารทานนท์, จิระเดช แจ่มสว่าง, ศรีเมฆ ชาวโพงพาง,
เสถียรพงศ์ โตอนันต์ และอเนก กิจจา. 2552. ความหลากหลายของรา Talaromyces จาก
ดินและผลต่อราสาเหตุโรคพืชในห้องปฏิบัติการ, น. 563-570. ใน การประชุมทางวิชาการ
ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 45. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ภาควิชาจุลชีววิทยา. 2544. จุลชีววิทยาปฏิบัติการ. คณะวิทยาศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,
กรุงเทพฯ.

มานพ เล่าห์ประเสริฐ. 2545. อนุสัญญาไซเตสกับความพยายามหยุดยั้งการค้าพืชป่าและสัตว์ป่า,
น. 52-56. ใน รายงานการประชุม วันสากลแห่งความหลากหลายทางชีวภาพเรื่อง ความ
หลากหลายทางชีวภาพของป่าไม้. สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่ง
แวดล้อม. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

ขงยุทธ ไตรสุรัตน์. 2549. ความหลากหลายทางชีวภาพและการอนุรักษ์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เลขา มาโนช. 2536. รา Pytiaceae, Zygomycetes, Ascomycetes และ Hyphomycetes บางชนิดจากดินในประเทศไทย, น. 739-752. ใน การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 30. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

_____. 2542. สายพันธุ์เชื้อรานานาประโยชน์และราก่อโทษ, น. 301-326. ใน แนวทางในการศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพ. โครงการจัดตั้งศูนย์ศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. อ้างถึง J.W. Deacon. 1997. Modern Mycology. 3rd ed. Black Well Science. UK.

_____, จินตนา ชะนะ และพรพิมล อธิปัญญาคม. 2543. สายพันธุ์เชื้อราในป่าชนิดต่างๆ ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง, น. 436-444. ใน การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 38. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สายัณห์ สัมฤทธิผล. 2540. การย่อยสลายของซากใบไม้และใบรังในป่าผสมผลัดใบและราที่ย่อยสลาย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุจิตรา โกศล. 2542. ชนิดและปริมาณของราในดิน น้ำ และพืชภายในแปลงปลูกสัก ลุ่มน้ำลั่นทม จังหวัดกาญจนบุรี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุภาพร ธรรมสุระกุล. 2528. การศึกษาราดินภาคตะวันออกของประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อุทิศ กุญอินทร์. 2542. นิเวศวิทยาพื้นฐานเพื่อการป่าไม้. ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้. คณะวนศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อนุชา ทะรา. 2552. การจำแนกสังคัมพืชเพื่อการฟื้นฟูป่าเสื่อมโทรมภายหลังการทำสัมปทานป่า
ไม้ ณ เขากะโหลง-เขาขาด จังหวัดตราด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท,
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Alexopoulos, C.J., C.W. Mims and M. Blackwell. **Intodroductory Mycology**. 4th ed. John
Wiley & Sons, Inc., USA.

Barnett, H.L. and B.B. Hunter. 1998. **Illustrated Genera of Imperfect Fungi**. 4th ed. Aps
Press, USA.

Berron, G.L. 1968. **The Genera of Hyphomycetes from Soil**. The William & Wilkins
Company, Baltimore.

Bills, G.F., J.D. Polishook and J.F. White, Jr. 2004. Saprobic Soil Fungi, pp. 271-302. *In*
Biodiversity of Fungi Inventory and Monitoring Methods. ELESEVIER
ACADAMIC PRESS, UK.

Bissett, J. and D. Parkinson. 1978. Functional Relationships Between Soil Fungi and
Environment in Alpine Tundra. **Can. J. Bot.** 51: 1642-1659.

Booth, C. 1971. **The Genus Fusarium**. Kew. Surrey: Commonwealth Mycological Institute.

Caretta, G., E. Piontelli, A.M. Piccol and G. Del Frate. 1999. Some Filamentous Fungi on
Grassland Vegetation from Kenya. **Mycopathologia** 145: 155-169.

Christensen, M. 1969. Soil Microfungal of Dry to Mesic Conifer-Hardwood Forests in Northern
Wisconsin. **Ecology** 50(1): 9-27.

Coyne, M.S. 1999. **Soil Microbiology: an Experimentory Approach**. Delmar Publishers,
USA.

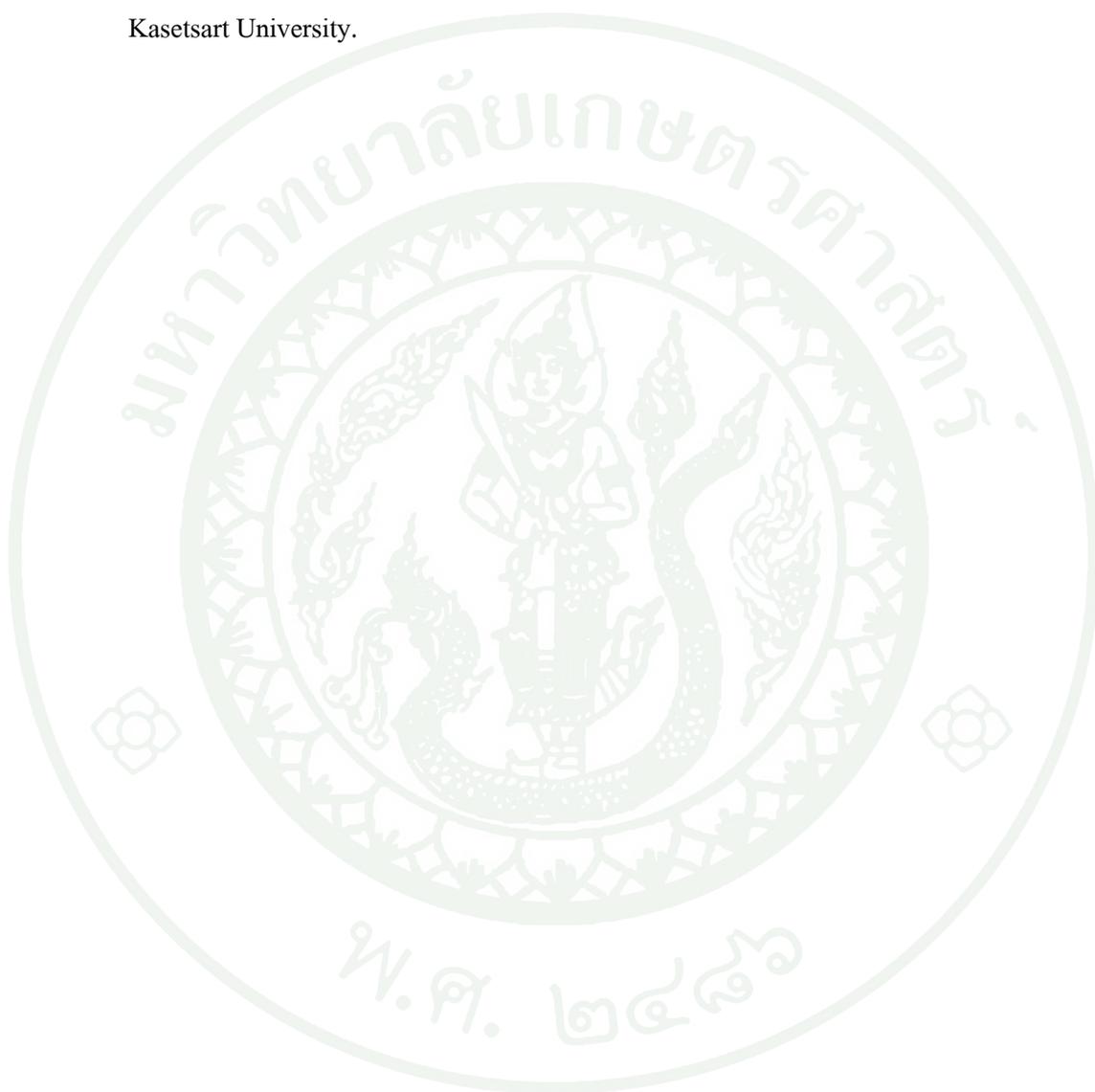
- Deacon, J. 2006. **Fungal Biology**. 4th ed. Blackwell Publishing, UK.
- Deacon, L.J., E.J. Pryce-Miller, J.C. Frankland, B.W. Bainbridge, P.D. Moore and C.H. Robinson. 2006. Diversity and Function of Decomposer Fungi from a Grassland Soil. **Soil Biology & Biochemistry** 38: 7-20.
- Dijksterhuis, J. and R.A. Samson. 2002. Food and Crop Spoilage on Storage, pp. 39-52. *In* K. Esser and J.W. Bennett, eds. **The Mycota: A Comprehensive Treatise on Fungi as Experimental Systems for Basic and Applied Research, Agricultural Applications**. Springer, New York.
- Domsh, K.M., W. Gams and T. Anderson. 1993. **Compendium of Soil Fungi**. Vol 1, 2nd ed. Academic Press, London.
- Eicker, A. 1970. Vertical Distribution of Fungi in Zululand Soils. **Trans. Br. Mycol. Soc.** 55(1): 45-57.
- Elad, S. and S. Freeman, 2002. Biological Control of Fungal Plant Pathogen, pp. 93-110. *In* K. Esser and J.W. Bennett, eds. **The Mycota: A Comprehensive Treatise on Fungi as Experimental Systems for Basic and Applied Research, Agricultural Applications**. Springer, New York.
- Ellis, M.B. 1971. **Dermatiaceous Hyphomycetes**. Commonwealth Mycological Institute, England.
- _____. 1976. **More Dermatiaceous Hyphomycetes**. Commonwealth Mycological Institute, England.
- Finlay, R.D. 2007. The fungi in soil, pp. 107-146. *In* J.D. Van Elsas, J.K. Jansson and J.T. Trevors, eds. **Modern Soil Microbiology**. 2nd ed. CRC Press, New York.

- Gams, W and J. Bissett. 1998. Taxonomy. *Trichoderma & Gliocladium*. C.P. Kubicek and G.E. Harman eds. Taylor & Francis, UK.
- _____. and K.M. Domsch. 1969. The Spatial and Seasonal Distribution of Microscopic Fungi in Arable Soils. **Tran. Br. Mycol. Soc.** 52(2): 301-308.
- Gomez, E., R. Pioli and M. Conti. 2007. Fungal Abundance and Distribution as Influenced by Clearing and Land Use in a Vertic Soil of Argentina. **Bio Fertil Soils** 43: 373-377.
- Griffin, D.H. 1994. **Fungal Physiology**. 2nd ed. Wiley-Liss, Inc., USA.
- Griffin, D.M. 1972. **Ecology of Soil Fungi**. Syracuse University Press, Australia.
- Grishkan, I., A. Tsatskin and E. Nevo. 2005. Diversity of Cultured Microfungal Communities in Surface Horizons of Soils on Different Lithologies in Upper Galilee, Israel. **European Journal of Soil Biology** 44: 180-190.
- Hanlin, R.T. 1997. Illustrated Genera of Ascomycetes Volume 2. APS Press, USA.
- Houston, A.P.C., S. Visser and R.A. Lautenschlager. 1998. Microbial process and fungal community structure in soils from clear-cut and unharvested areas of two mixed wood Forest. **Can. J. Bot.** 76:630-640.
- Jack, M.A. and M.R. Tansey. 1977. Growth, Sporulation and Germination of Spore of Thermophilic Fungi Incubate in Sun-Heat Soil. **Mycologia** 69: 109-117.
- Keller, L. and M.J. Bidochka. 1998. Habitat and Temporal Differences among Soil Microfungi Assemblages in Ontario. **Can. J. Bot.** 76: 1798-1805.

- Kirk, P.M., P.F. Canon, J.C. David and J.A. Stalpers. 2001. **Ainsworth and Bisby's Dictionary of the Fungi**. 9th ed. CAB. Publishing, UK.
- Lodge, D.J. 1997. Factor related to diversity of decomposer fungi in tropical forest. **Biodiversity and Conservation** 6: 681-688.
- Manoch, L. 1998. Biodiversity of Soil Fungi in Thailand, pp. 126-140. In **Proceedings of the Asia-Pacific Mycological Conference on Biodiversity and Biotechnology**, Hua Hin.
- _____. 2004. Soil fungi, pp. 141-154. In E.B.G. Jones, M. Tantichareon and K.D. Hyde, eds. **Thai Fungal Diversity**. BIOTECH, Thailand.
- McLennan, E. and S.C. Ducker. 1953. The Ecology of the Soil Fungi of an Australian Heathland. **Australian J. Bot.** 2: 220-245.
- Nwe, N. and W.F. Stevens. 2002. Production of Fungal Chitosan by Solid Substrate Fermentation Followed by Enzymatic Extraction. **Biotechnology Letters** 24: 131-134.
- Raper, K.B. and C. Thom. 1949. **Manual of the Penicillia**. Hafner Publishing Company, N.Y.
- _____. and D.I. Fenell. 1965. **The Genus *Aspergillus***. Willium & Wilkins Co., Baltimore.
- Rutigliano, F.A., M. Migliorini, O. Maggi, R. D'Ascoli and A.M. Persiani. 2006. Changes in Microfungi and Fauna of Burned and Unburned Soils in a Mediterranean Area of Southern Italy. **Forest and Management** 234: 196.
- Somrithipol, S. 2005. **Fungal Diversity on Fallen Fruits and Seeds in Tropical Forest Habitats in Thailand**. Ph.D. Thesis, Kasetsart University.

Wicklow, D.T. and W.F. Whittingham. 1975. Comparison of Soil Microfungal Populations in Disturbed and Undisturbed Forests in Northern Wisconsin. **Can. J. Bot.** 56: 1702-1709.

Wongseenin, P. 1971. **Studies on Soil and Root Fungi at Sakaerat Forest.** M.S. Thesis, Kasetsart University.





ราที่พบในการศึกษา

1. *Aspergillus candidus* Link

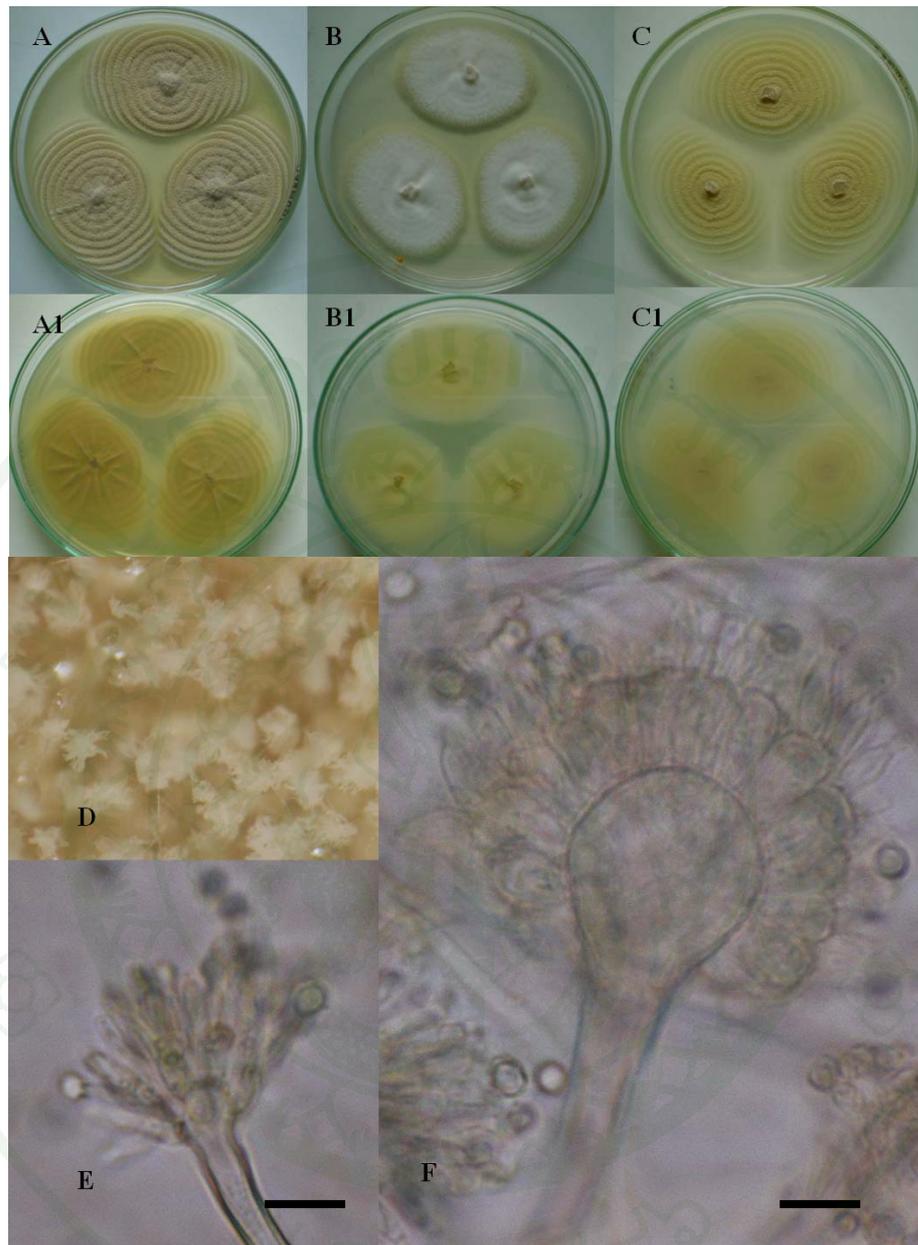
เส้นใยผนังบาง ไม่มีสี ผิวเรียบ มีผนังกั้นตามขวาง ก้านชูโคนิเดีย (conidiophore) ผนังบางเรียบ มีสีน้ำตาลอ่อน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4.0-7.0 ไมโครเมตร พบเซลล์ฐาน (foot cell) ชัดเจนที่ปลายก้านชูสปอร์มีการโป่งพองออกเป็นกระเปาะ (vesicle) ทรงกลมถึงกระบอง (clavate) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10.0-27.0 × 7.0-21.0 ไมโครเมตร บนกระเปาะมี metulae เรียงโดยรอบกระเปาะรูปทรงกระบองอ้วนใหญ่ ขนาด 5.0-13.0 × 2.0-8.0 ไมโครเมตร ด้านบนติดกับ phialide รูปร่างคล้ายพินโบว์ลิง ขนาด 6.0-12.0 × 2.0-4.0 ไมโครเมตร โคนิเดียทรงกลม ไม่มีสี ผิวเรียบ ขนาด 3.5-4.5 × 3.5-4.0 ไมโครเมตร เรียงตัวเป็นสายโซ่ แผ่ออกเป็นรัศมี (radiate) จากกระเปาะ conidial head สีเหลืองครีม (ภาพผนวกที่ 1 D, E, F และภาพผนวกที่ 2)

โคโลนียบน MEA สร้างโคนิเดียสีเหลืองครีมหนาแน่น เรียงตัวเป็นวงซ้อนกัน โคโลนีอายุน้อยมีสีเขียว เกิดอยู่บริเวณขอบโคโลนี ขอบโคโลนีเรียบ ผิวโคโลนีเรียบเป็นลอน มีริ้วตามแนวรัศมีปรากฏอยู่บางๆ ด้านล่างโคโลนีสีน้ำตาลครีม เส้นผ่านศูนย์กลางเมื่อเชื้ออายุได้ 14 วันที่อุณหภูมิห้อง เท่ากับ 4.1-4.8 เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 1 A, A1)

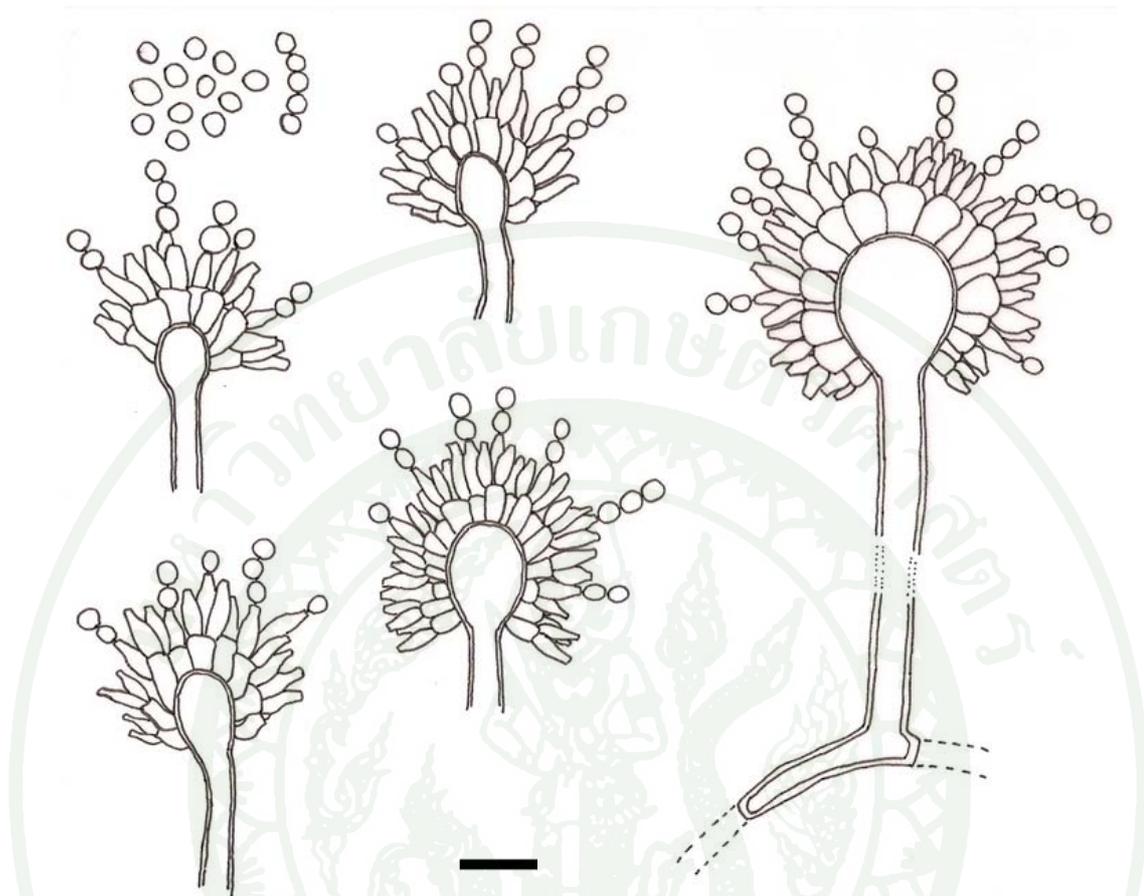
โคโลนียบน CZA ไม่สร้างโคนิเดีย เส้นใยแผ่ออกผิวคล้ายกำมะหยี่สีขาว ปรากฏเส้นใยแผ่แบนราบไปกับอาหาร ด้านล่างโคโลนีไม่มีสี เส้นผ่านศูนย์กลางเมื่อเชื้ออายุได้ 14 วันที่อุณหภูมิห้อง เท่ากับ 3.2-4.0 เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 1 B, B1)

โคโลนียบน CMA สร้างโคนิเดียสีเหลืองครีมหนาแน่น เรียงตัวเป็นวงซ้อนกัน โคโลนีอายุน้อยมีสีเขียว เกิดอยู่บริเวณขอบโคโลนี ขอบโคโลนีเรียบ บริเวณกลางโคโลนีฟูหนา ขอบโคโลนีเป็นเส้นใยสีขาวห่มแผ่ออก ด้านล่างโคโลนีไม่มีสี เส้นผ่านศูนย์กลางเมื่อเชื้ออายุได้ 14 วันที่อุณหภูมิห้อง เท่ากับ 3.2-3.5 เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 1 C, C1)

ลักษณะสำคัญของ *Aspergillus candidus* Link ได้แก่ สีของโคนิเดียเป็นสีขาวและเปลี่ยนเป็นสีเหลืองครีมเมื่อเชื้ออายุมากขึ้น conidial head เป็นทรงกลมเมื่อเชื้ออ่อน เมื่อเชื้ออายุมากขึ้นจะแยกออกเป็นทรงกระบองแยก ก้านชูโคนิเดียเรียบ กระเปาะกลมถึงเกือบกลม มีชั้นของ sterigma 2 ชั้น โดยที่ชั้นแรกจะบวมอ้วนชัดเจน และมีโคนิเดียทรงกลมถึงเกือบกลมผิวเรียบ (Raper and Fennell, 1965)



ภาพผนวกที่ 1 *Aspergillus candidus* Link โคลนินี้ด้านบนและล่างบน MEA (A, A1), CZA (B, B1) และ CMA (C, C1), conidial head (D), ลักษณะของ vesicle, metulae และ phialide (E, F); bar=10 μ m



ภาพผนวกที่ 2 ภาพวาด *Aspergillus candidus* Link จาก camera lucida (bar=10 μ m)

2. *Aspergillus cervinus* (Masse) emend. Neill

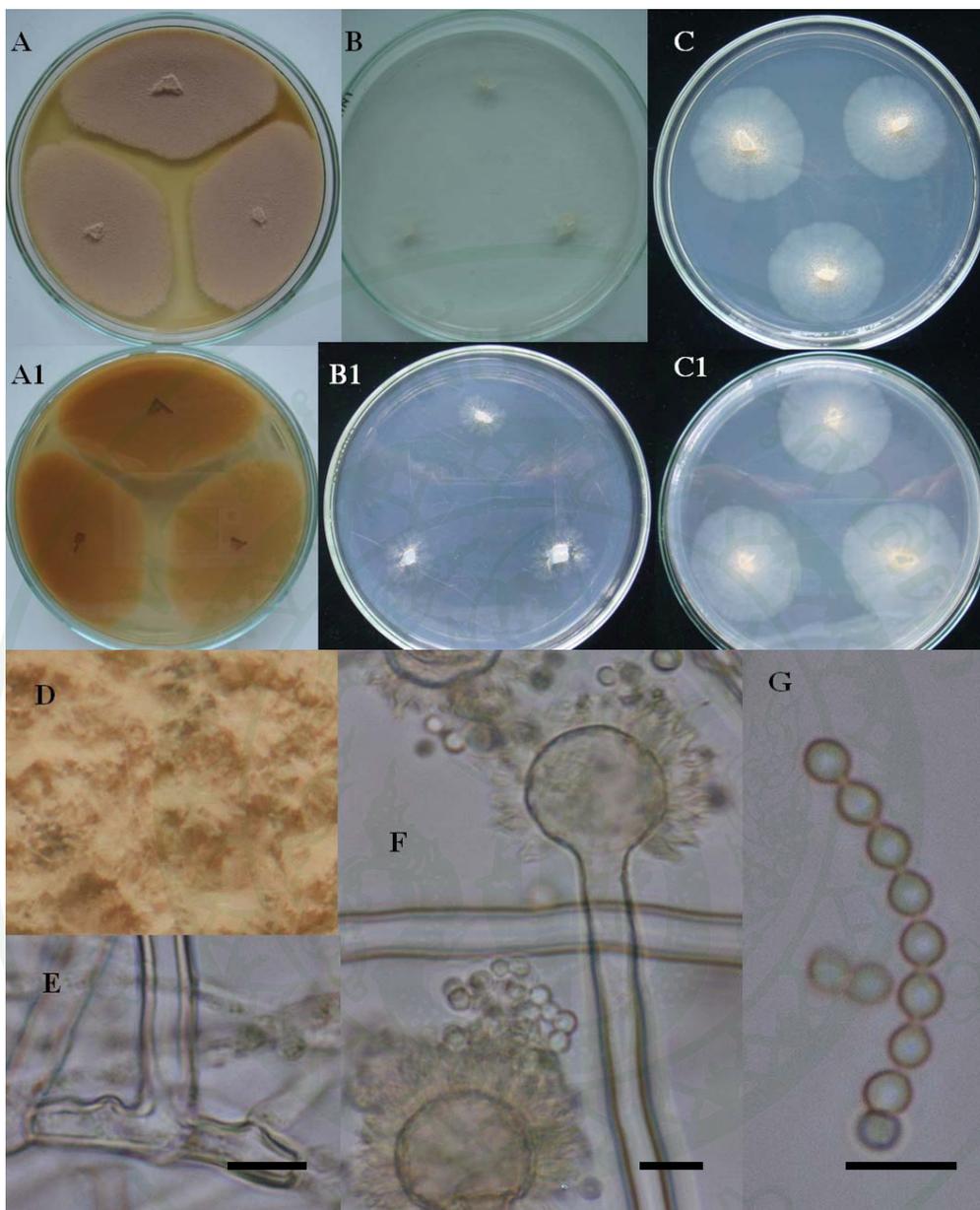
เส้นใยผนังบาง ไม่มีสี ผิวเรียบ มีผนังกันตามขวาง มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.0 - 6.5 ไมโครเมตร ก้านชูโคนิเดีย (conidiophore) ผนังหนา เรียบ ไม่มีสี ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6.0-8.0 ไมโครเมตร พบเซลล์ฐาน (foot cell) ชัดเจน ที่ปลายก้านชูสปอร์มีการโป่งพองออกเป็นกระเปาะ (vesicle) ทรงกลมถึงรีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 13.0-23.0 × 11.0-20.0 ไมโครเมตร บนกระเปาะมี phialide เรียงโคจรรอบกระเปาะ phialide มีรูปร่างคล้ายถังเบียร์ (barrel) คอตสั้นไม่เด่นชัด ขนาด 6.0-9.0 × 2.3-4.0 ไมโครเมตร โคนิเดียทรงกลม ไม่มีสี ผิวเรียบ ขนาด 4.5-5.0 × 3.5-4.5 ไมโครเมตร เรียงตัวเป็นสายโซ่ แผ่ออกเป็นรัศมี (radiate) จากกระเปาะ (ภาพผนวกที่ 3 D, E, F, G และภาพผนวกที่ 4)

โคโลนียบน MEA ราช้างโคนิเดียสีน้ำตาลอมชมพูราบไปกับอาหาร เกิดก้านชูโคนิเดียสั้นทั่วทั้งโคโลนี โคนิเดียสีน้ำตาลอมชมพูคล้ายเม็ดแป้งละเอียดหนาแน่น ไม่เปลี่ยนสีอาหารเลี้ยงเชื้อ ด้านล่างโคโลนีสีเหลืองอมน้ำตาล เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเมื่อเชื้ออายุ 14 วัน ที่อุณหภูมิห้อง มีขนาด 5.7-6.4 เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 3 A, A1)

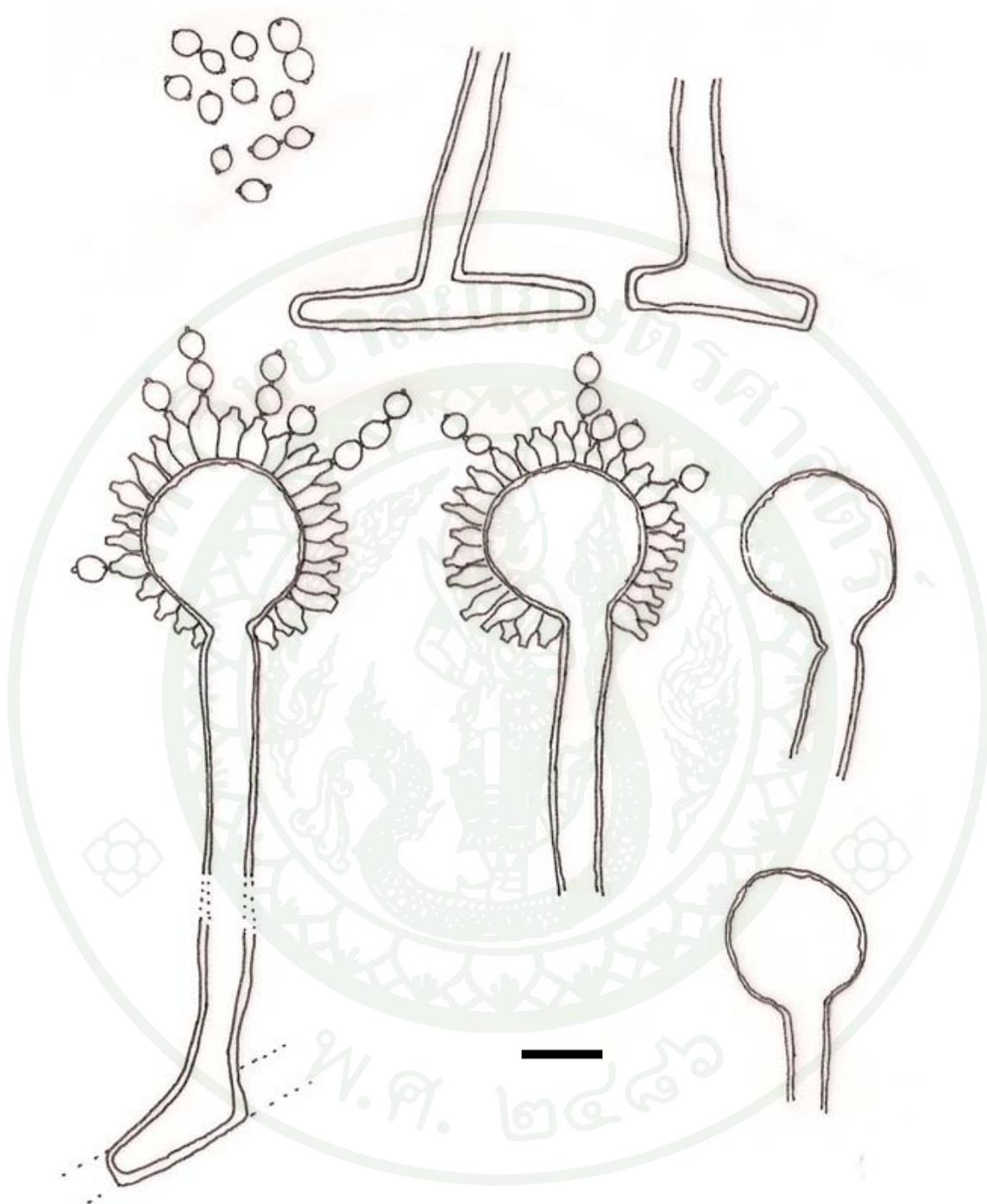
โคโลนียบน CZA ราไม่สร้างโคนิเดีย ปรากฏเพียงเส้นใยสีขาวหม่น แผ่ออกราบไปกับอาหาร ด้านล่างโคโลนีไม่มีสี เส้นผ่านศูนย์กลางเมื่อเชื้ออายุได้ 14 วัน ที่อุณหภูมิห้อง เท่ากับ 1.7-2.2 เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 3 B, B1)

โคโลนียบน CMA ราช้างเส้นใยขาวราบไปกับอาหาร สร้างโคนิเดียสีน้ำตาลอมชมพูคล้ายเม็ดแป้งค่อนข้างเบาบางบริเวณกลางโคโลนี ไม่เปลี่ยนสีอาหารเลี้ยงเชื้อ ด้านล่างโคโลนีไม่มีสี เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเมื่อเชื้ออายุ 14 วัน ที่อุณหภูมิห้อง มีขนาด 3.3-3.7 เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 3 C, C1)

ลักษณะสำคัญของ *Aspergillus cervinus* (Masse) emend. Neill ได้แก่ conidial head สีชมพูอมส้ม ก้านชูโคนิเดียสั้นขนาดสม่ำเสมอ phialide รูปร่างใกล้เคียงทรงกระบอก มีการเจริญบนอาหาร CZA เล็กน้อย แต่บน MEA เจริญดี (Raper and Fennell, 1965) ซึ่งมีความใกล้เคียงกับเชื้อที่แยกได้นี้



ภาพผนวกที่ 3 *Aspergillus cervinus* (Masse) emend. Neill โคลนินด้านบนและล่างบน MEA (A, A1), CZA (B, B1) และ CMA (C, C1), conidial head (D), vesicle และ phialide (E, F); bar=10 μ m, conidia (G); bar=10 μ m



ภาพผนวกที่ 4 ภาพวาด *Aspergillus cervinus* (Masse) emend. Neill จาก camera lucida
(bar=10 μ m)

3. *Aspergillus japonicus* Saito

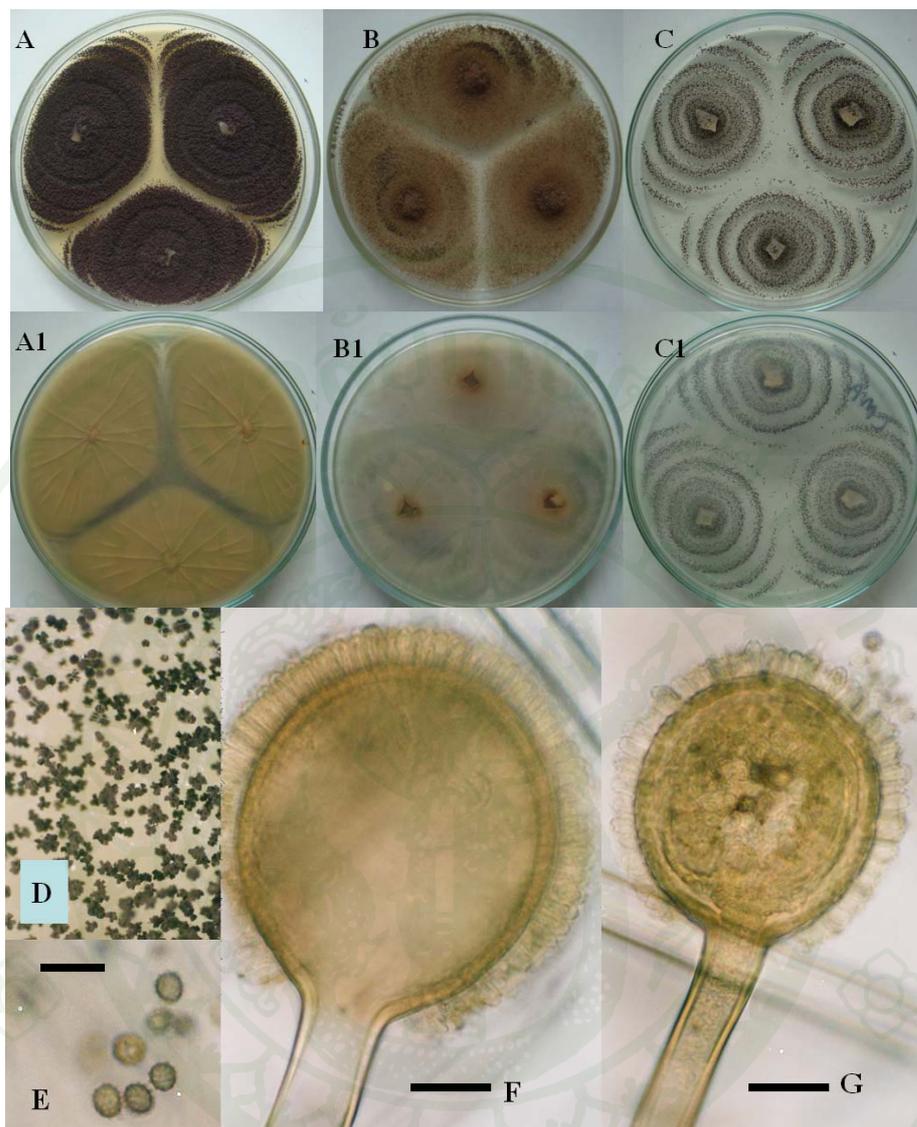
Conidial head สีน้ำตาลอมม่วง เมื่อเชื้ออายุน้อยเป็นทรงกลม เมื่อเชื้ออายุมากขึ้นจะแตก ออกปรากฏเป็น แท่งทรงกระบอกแยกเป็นแฉก ในแนวรัศมี ก้านชูโคนิเดียมผนังหนาเรียบ สีน้ำตาลอ่อนค่อนๆ เข้มมาข้างปลายส่วนที่ติดกับ vesicle รูปทรงกลมถึงกลมรี สีน้ำตาลเข้ม ขนาด 25-60×23-57 ไมโครเมตร มีชั้นของ sterima 1 ชั้น โดยเป็นชั้น phialide รูปทรงกระบอกอ้วน คล้ายถังเบียร์ ผิวเรียบ ขนาด 6.0-9.0×3.0-6.0 ไมโครเมตร โคนิเดียมรูปร่างกลม สีดำ มีหนามค่อนข้างแหลมเรียงตัว โดยรอบ โคนิเดียมในควมถี่ 40 หนามต่อ โคนิเดียม ขนาดของ โคนิเดียมเท่ากับ 4.0-5.0×3.5-4.0 ไมโครเมตร (ภาพผนวกที่ 5 D, E, F และ G)

โคโลนียบน MEA ราชสร้างโคนิเดียมหนาแน่นสีด้าอมม่วงบนอาหาร มีร่องเป็นวงซ้อนกันซึ่ง เกิดจากการเจริญของโคนิเดียมที่ไม่เท่ากัน 4 ร่องนับจากจุดศูนย์กลางของโคโลนี โคนิเดียมเกิดทั่วทั้งโคโลนีโดยไม่เห็นเส้นใยด้านล่าง เมื่อมองจากด้านบนของโคโลนี ด้านล่างโคโลนีไม่มีสี มีริ้วขนตามแนวรัศมีปรากฏ เส้นผ่านศูนย์กลางของโคโลนีเมื่อเชื้ออายุได้ 14 วัน ที่อุณหภูมิห้อง เท่ากับ 6.6-6.9 เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 5 A, A1)

โคโลนียบน CZA ราชสร้างโคนิเดียมสีน้ำตาลกระจายทั่วทั้งโคโลนี ปรากฏเป็นวงบางๆ ซ้อนกันไม่ชัดเจน โคนิเดียมบางจุดบนโคโลนีมีสีไม่สม่ำเสมอ โดยมีสีน้ำตาลเข้มกว่าเล็กน้อย ด้านล่างโคโลนีไม่มีสี เส้นผ่านศูนย์กลางของโคโลนีเมื่อเชื้ออายุได้ 14 วัน ที่อุณหภูมิห้อง เท่ากับ 6.9-7.0 เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 5 B, B1)

โคโลนียบน CMA ราชสร้างโคนิเดียมเป็นวงซ้อนกันอย่างชัดเจน 4 วง นับจากจุดศูนย์กลางโคโลนี โดยปรากฏระยะห่างระหว่างวงที่ซ้อนกันแต่ละวง เส้นใยที่ผิวหน้าอาหารใสจนเกือบสังเกตไม่ได้ ด้านล่างโคโลนีไม่มีสี เส้นผ่านศูนย์กลางของโคโลนีเมื่อเชื้ออายุได้ 14 วัน ที่อุณหภูมิห้อง เท่ากับ 6.1-6.7 เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 5 C, C1)

ลักษณะที่ใช้จำแนก *Aspergillus japonicus* Saito ได้แก่ สีของโคนิเดียมที่สร้างอย่างหนาแน่นบน CZA เป็นสีด้าอมม่วง conidial head แตกออกเป็นแท่งแฉกเมื่อเชื้อมีอายุมาก ก้านชูโคนิเดียมเรียบ มีสีน้ำตาลอ่อนๆ vesicle สีน้ำตาลอ่อน มีชั้นของ sterigma 1 ชั้น โคนิเดียมกลม มีหนามโดยรอบ หนามเรียงตัวเว้นช่องว่างบน โคนิเดียมอย่างสม่ำเสมอ (Raper and Fennell, 1965) ซึ่งตรงกับเชื้อที่แยกได้นี้



ภาพผนวกที่ 5 *Aspergillus japonicus* Saito โคโลนีด้านบนและล่างบน MEA (A, A1), CZA (B, B1) และ CMA (C, C1), conidial head (D), conidia, vesicle และ phialide (E, F และ G); bar=10 μ m

4. *Aspergillus niger* Van Tieghem

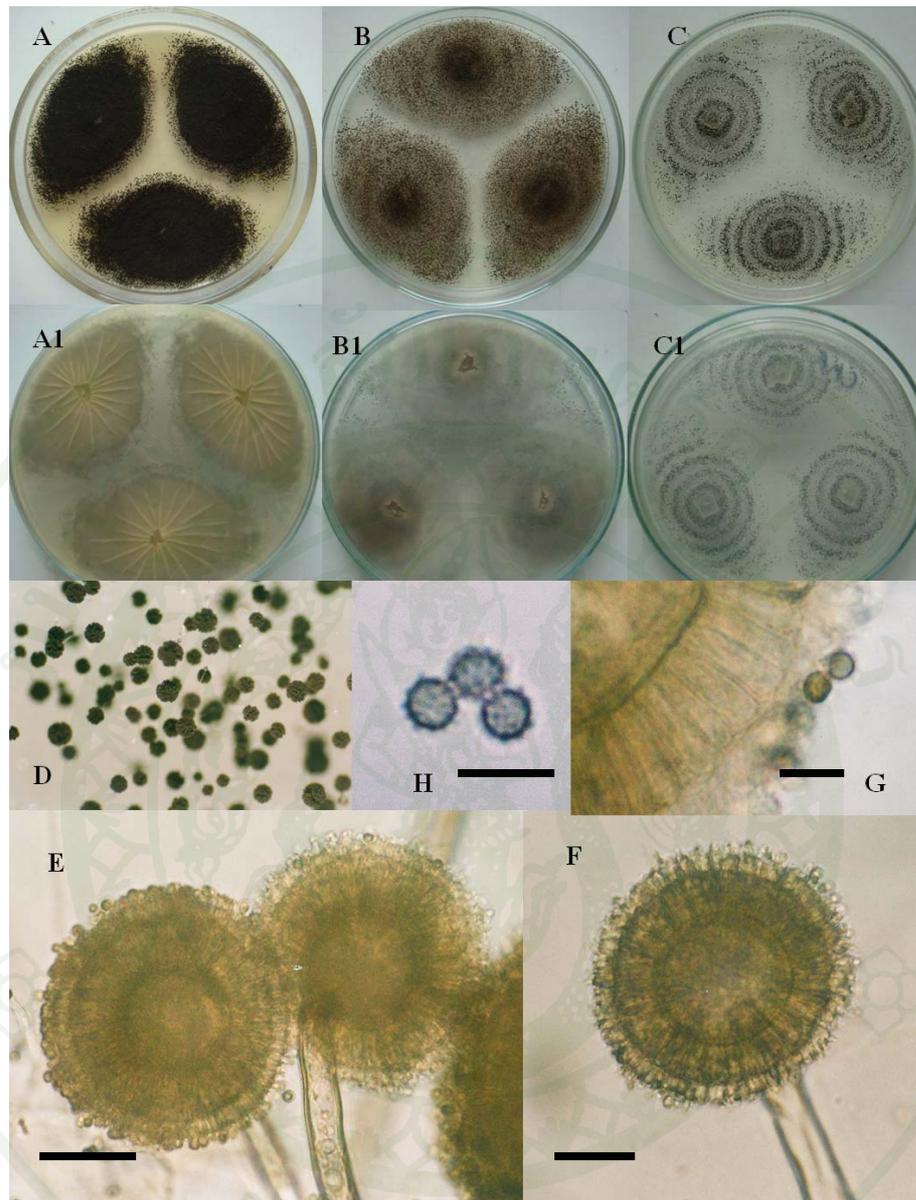
Conidial head สีดำสนิท โคนิเดียอัดตัวกันเป็นทรงกลม (globose) เมื่อเชื้ออายุมากอาจแตกออกเล็กน้อยในแนวรัศมี ก้านชูโคนิเดียยาว เรียบ ผนังหนา 2.0-2.5 ไมโครเมตร บริเวณใกล้กระเปาะ (vesicle) ก้านชูสปอร์จะมีสีน้ำตาลอ่อนๆ ถึงเข้ม ปลายก้านชูโคนิเดียโป่งพองออกเป็นกระเปาะ (vesicle) รูปทรงกลมขนาด เส้นผ่านศูนย์กลาง 45.0-52.5 ไมโครเมตร ชั้นของ sterigma เป็นแบบ biseriate โดยที่ sterigma คลุมทั่วทั้งกระเปาะ แต่ metulae และ phialide ที่อยู่ด้านล่างจะมีขนาดเล็กกว่า metulae และ phialide ที่อยู่ด้านบน metulae รูปร่างคล้ายกระบอง โดยที่ปลาย metulae กว้างกว่าที่โคน ผิวเรียบ สีน้ำตาลอ่อน มีขนาดตั้งแต่ 8.0-18.0×3.0-6.0 ไมโครเมตร phialide รูปร่างคล้ายขวด ผิวเรียบ สีน้ำตาลอ่อน ขนาด 5.0-9.0×3.0-4.0 ไมโครเมตร โคนิเดียเรียงตัวต่อกันเป็นสายโซ่ ทรงกลม สีดำ ผิวโคนิเดียมีหนาม (echinulate) ทั่วทั้งโคนิเดีย โคนิเดียมีขนาด 4.0-4.5×4.0-4.2 ไมโครเมตร (ภาพผนวกที่ 6 D, E, F, G และ H)

โคโลนียบน MEA ราชสร้างโคนิเดียหนาแน่น สีดำสนิทอมน้ำตาลเล็กน้อย มีวงรอบๆ จุดศูนย์กลางปรากฏอย่างเบาบาง ที่ขอบโคโลนีโคนิเดียเบาบางลงเล็กน้อย ด้านหลังโคโลนีไม่มีสี มีรอยย่นถี่ในแนวรัศมี ไม่สร้างสีลงอาหาร เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเมื่อเชื้ออายุ 14 วัน ที่อุณหภูมิ 26 เท่ากับ 6.0-6.2 เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 6 A, A1)

โคโลนียบน CZA ราชสร้างโคนิเดียเบาบางกว่า MEA โคนิเดียสีน้ำตาล หนาแน่นบริเวณกลางโคโลนีและค่อยๆ เบาบางไปยังขอบโคโลนี โคนิเดียเจริญเป็นวงรอบๆ จุดศูนย์กลาง 4 วงปรากฏจางๆ ด้านหลังโคโลนีไม่มีสี ไม่สร้างสีลงอาหาร เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเมื่อเชื้ออายุ 14 วัน ที่อุณหภูมิ 26 เท่ากับ 6.0-6.5 เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 6 B, B1)

โคโลนียบน CMA ราชสร้างโคนิเดียเบาบางที่สุดในอาหารทั้งหมด โคนิเดียสีดำ หนาแน่นบริเวณกลางโคโลนีและค่อยๆ เบาบางไปยังขอบโคโลนี โคนิเดียเจริญเป็นวงรอบๆ จุดศูนย์กลาง 6 วงปรากฏชัดเจน ด้านหลังโคโลนีไม่มีสี ไม่สร้างสีลงอาหาร เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเมื่อเชื้ออายุ 14 วัน ที่อุณหภูมิ 26 เท่ากับ 6.5-6.7 เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 6 C, C1)

ลักษณะที่ใช้จำแนก *Aspergillus niger* Van Tieghem ได้แก่ สีของโคนิเดียที่สร้างอย่างค่อนข้างเบาบางบน CZA เป็นสีน้ำตาล conidial head แตกออกเป็นแท่งแฉกเมื่อเชื้อมีอายุมาก ก้านชูโคนิเดียเรียบ มีสีน้ำตาลอ่อนๆ ผนังหนา 2.0-2.5 ไมโครเมตร vesicle สีน้ำตาลอ่อน ทรงกลมถึงเกือบกลม ขนาดไม่เกิน 80 ไมโครเมตร มีชั้นของ sterigma 2 ชั้น โคนิเดียกลม ขนาด 4.0-5.0 ไมโครเมตร มีหนามที่ผิวเรียงตัวอย่างไม่เป็นระเบียบ (Raper and Fennell, 1965) ซึ่งตรงกับเชื้อที่แยกได้นี้



ภาพผนวกที่ 6 *Aspergillus niger* Van Tieghem โคลนிட้านบนและล่างบน MEA (A, A1), CZA (B, B1) และ CMA (C, C1), conidial head (D), vesicle และ phialide (E, F); bar=20 μm , phialide และ conidia (G, H); bar=10 μm

5. *Aspergillus niveus* Blochwitz

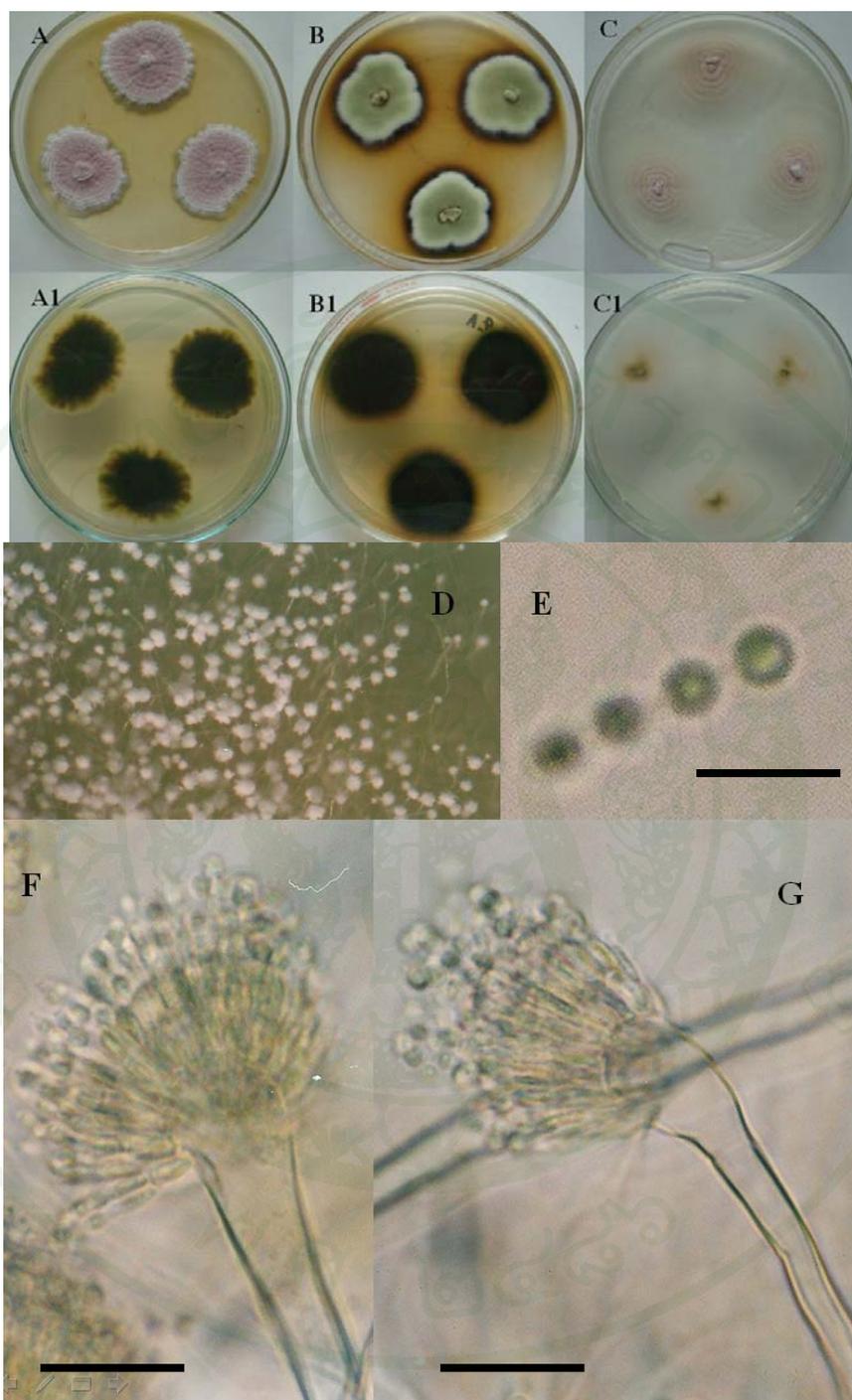
Conidial head สีขาว รูปร่างกลม แตกออกเป็นรัศมีเล็กน้อย ก้านชูโคนิเดียผิวเรียบ ไม่มีสี มีความกว้างตั้งแต่ 3.0-8.0 ไมโครเมตร ปลายก้านชูโคนิเดียพองออกเป็นกระเปาะ (vesicle) เล็กน้อย กระเปาะรูปร่างกลมรีขนาด 13.0-20.0×8.0-18.0 ไมโครเมตร ชั้นของ sterigma มี 2 ชั้น โดยคลุมลงมาเพียงส่วนโคนของกระเปาะ metulae ทรงกระบอกถึงกระบอง หรือรูปร่างคล้ายถังเบียร์ ผิวเรียบ ไม่มีสี ขนาด 4.0-5.0 × 1.8-2.5 ไมโครเมตร phialide ผิวเรียบ รูปร่างคล้ายขวดหรือแจกัน ไม่มีสี ขนาด 5.0-8.0×1.8-2.5 ไมโครเมตร โคนิเดียรูปร่างกลม ผิวเรียบ ไม่มีสี เรียงตัวต่อกันเป็นสายโซ่ ขนาดโคนิเดียเท่ากับ 2.5-3.0×2.5-3.0 ไมโครเมตร (ภาพผนวกที่ 7 D, E, F, G และภาพผนวกที่ 8)

โคโลนียบนอาหาร MEA ราชสร้างโคนิเดียค่อนข้างหนาแน่น ราบไปกับผิวของอาหาร โคนิเดียสีชมพูอมม่วง ผิวโคโลนินีรอยย่นทั้งเป็นวงรอบจุดศูนย์กลางและในแนวรัศมี สีของโคนิเดียค่อยๆ อ่อนลงจากกลางโคโลนีไปยังขอบโคโลนี ขอบโคโลนีเป็นคลื่น เส้นใยที่ขอบโคโลนีสีขาว โคโลนีด้านล่าง สีเขียวซีม้ามดำ สีจางลงที่ขอบของโคโลนี ไม่เปลี่ยนสีอาหารเลี้ยงเชื้อ เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเมื่อเชื้ออายุ 14 วัน ที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส เท่ากับ 3.2-3.7 เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 7 A, A1)

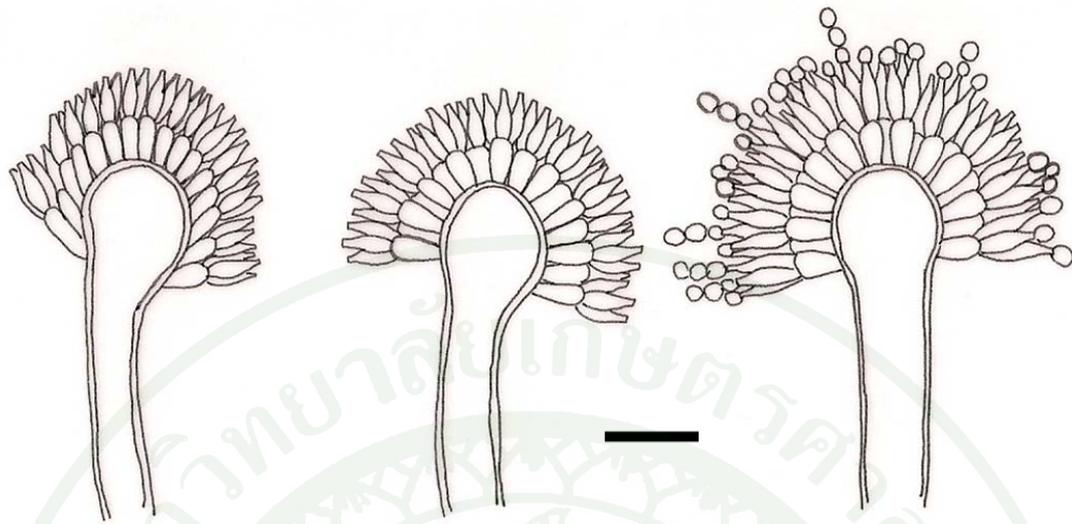
โคโลนียบนอาหาร CZA ราชสร้างเส้นใยสีเขียวซีม้ามอ่อนนุ่มเล็กน้อย คล้ายกำมะหยี่ ผิวโคโลนีเรียบสม่ำเสมอ ขอบโคโลนีเส้นใยสีขาว ขอบโคโลนีเป็นคลื่น ด้านหลังโคโลนีสีเขียวซีม้ามดำ สร้างสารสีน้ำตาลรอบๆ โคโลนีและแพร่ในอาหารเล็กน้อย เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเมื่อเชื้ออายุ 14 วัน ที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส เท่ากับ 3.0-3.2 เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 7 B, B1)

โคโลนียบนอาหาร CMA ราชสร้างโคนิเดียสีครีม เรียงตัวซ้อนกันเป็นวงรอบจุดศูนย์กลาง โคโลนี ปรากฏชัดเจน 4 วงและค่อยๆ จางลงไปยังขอบโคโลนีซึ่งเป็นเส้นใยสีขาวราบไปกับอาหารเลี้ยงเชื้อ ด้านล่างโคโลนีบริเวณจุดเพาะเชื้อสีครีมและมีสีเขียวตรงกลาง ถัดออกมาโคโลนีไม่มีสี ไม่เปลี่ยนสีอาหารเลี้ยงเชื้อ (ภาพผนวกที่ 7 C, C1)

ลักษณะสำคัญที่ใช้จำแนกรา *Aspergillus niveus* Blochwitz ตาม Raper and Fennell (1965) ได้แก่ การเจริญในอาหาร CZA ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 3.0 เซนติเมตร และเปลี่ยนอาหารเป็นสีน้ำตาล ด้านล่างโคโลนีเขียวอมดำ กระเปาะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 20.0-30.0 ไมโครเมตร รวมทั้งขนาดของ metulae phialide และ โคนิเดีย ที่ใกล้เคียงกับเชื้อที่แยกได้



ภาพผนวกที่ 7 *Aspergillus niveus* Blochwitz โคลนินี้ดำนบนและล่างบน MEA (A, A1), CZA (B, B1) และ CMA (C, C1), conidial head (D), conidia; bar=10 μm (E), vesicle และ phialide (F, G); bar=10 μm



ภาพผนวกที่ 8 ภาพวาด *Aspergillus niveus* Blochwitz จาก camera lucida ของ (bar=10 μ m)

6. *Aspergillus paradoxus* Fennell and Raper

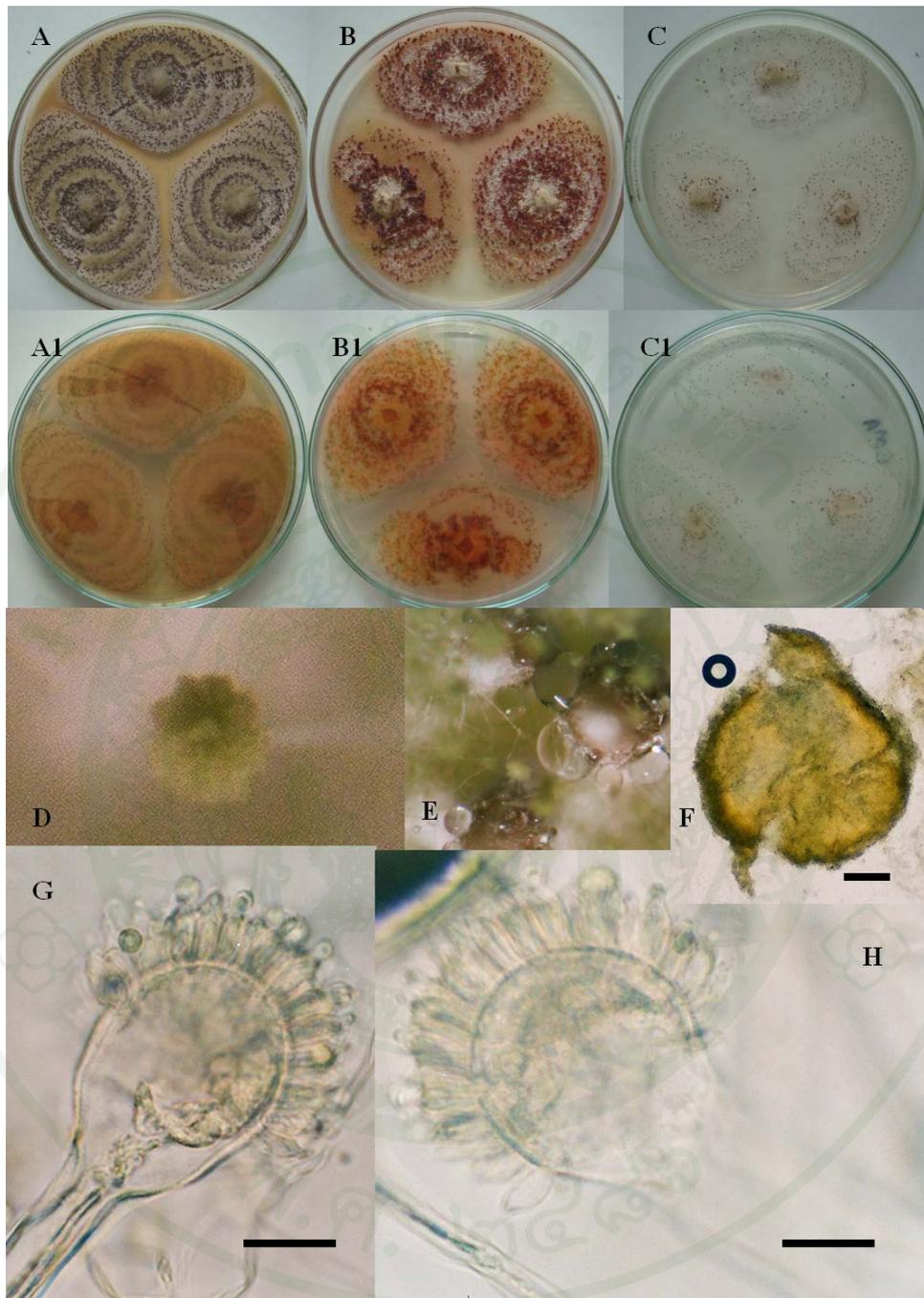
Conidial head สีเขียวจี้มี้อ่อนสดใส รูปทรงกลม แยกออกเป็นแฉกเล็กน้อย ก้านชูโคนิเดีย ไม่มีสี ผิวขรุขระ ขนาดกว้าง 7.0-15.0 ไมโครเมตร ปลายก้านโป่งพองออกเป็นกระเปาะ (vesicle) รูปทรงกลมถึงเกือบกลม ขนาด 15.0×40.0-20×38 ไมโครเมตร ชั้นของ sterigma เป็นแบบ uniseriate คลุมลงมาถึง โคนของกระเปาะ phialide รูปร่างคล้ายถังเบียร์หรือขวด ผิวเรียบ ไม่มีสี โคนิเดียรูปทรงกลม ผิวขรุขระ มีหนามเล็กน้อย เรียงต่อกันเป็นสายโซ่ เส้นผ่านศูนย์กลางของโคนิเดียเท่ากับ 3.0-4.0 ไมโครเมตร สร้าง sclerotium สีน้ำตาล กระจัดกระจายทั่วโคโลนี ลักษณะแข็ง ขนาด 300.0-660.0×250.0-640.0 ไมโครเมตร (ภาพผนวกที่ 9 D, E, F, G, H และภาพผนวกที่ 10)

โคโลนีบน MEA ราชสร้าง sclerotium เรียงกันเป็นวงซ้อนกันรอบจุดศูนย์กลางโคโลนี 5 วง ระหว่างวงราชสร้างโคนิเดียเบาบางสีเขียวจี้มี้อ่อน เส้นใยที่แผ่บนอาหารเลี้ยงเชื้อจับตัวกันเป็นกลุ่มก้อนสีขาว ด้านหลังโคโลนี ไม่มีสี สร้างสารสีส้มซีดลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเมื่อเชื้ออายุ 14 วัน ที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส เท่ากับ 6.0-6.5 เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 9 A, A1)

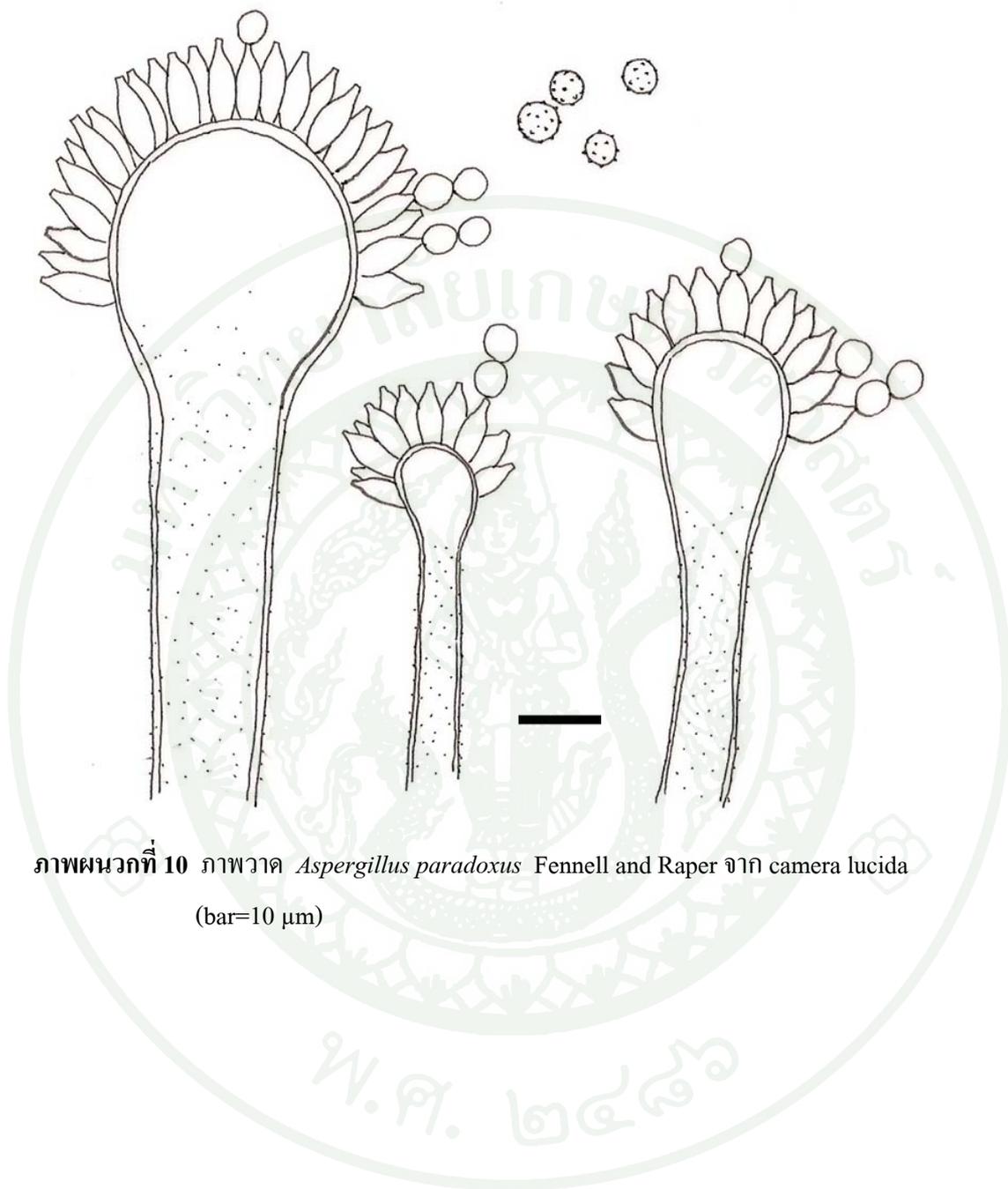
โคโลนีบน CZA ราชสร้าง sclerotium สีแดงอมน้ำตาล กระจัดกระจายทั่วทั้งโคโลนี หนาแน่นบริเวณกลางโคโลนี และค่อยๆ เบาบางลงไปยังขอบโคโลนี เส้นใยที่แผ่บนอาหารเลี้ยงเชื้อจับตัวกันเป็นกลุ่มก้อนสีขาว ด้านหลังโคโลนี ไม่มีสี ราชสร้างสารสีแดงซีดลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเมื่อเชื้ออายุ 14 วัน ที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส เท่ากับ 5.3-5.5 เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 9 B, B1)

โคโลนีบน CMA ราชสร้าง sclerotium สีดำ เบาบาง กระจัดกระจายทั่วทั้งโคโลนี หรือเรียงเป็นวงซ้อนกันรอบจุดศูนย์กลางแต่ไม่เด่นชัด เส้นใยที่แผ่บนอาหารเลี้ยงเชื้อจับตัวกันเป็นกลุ่มก้อนสีขาว ด้านหลังโคโลนีไม่มีสี ไม่เปลี่ยนสีอาหารเลี้ยงเชื้อ เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเมื่อเชื้ออายุ 14 วัน ที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส เท่ากับ 5.3-5.7 เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 9 C, C1)

ลักษณะสำคัญที่ใช้จำแนกรา *Aspergillus paradoxus* Fennell and Raper ตาม Raper and Fennell (1965) ได้แก่ การสร้าง sclerotium บนอาหารเลี้ยงเชื้อทุกชนิด เนื่องจาก รา *Aspergillus paradoxus* Fennell and Raper เป็นชนิดเดียวที่สร้าง sclerotium ใน *Aspergillus ornatus* group ซึ่งลักษณะก้านชูสปอร์ ลักษณะและสีของ conidial head ชั้นของ sterigma และลักษณะของโคนิเดียของราที่แยกได้ ตรงกับ *Aspergillus ornatus* group



ภาพผนวกที่ 9 *Aspergillus paradoxus* Fennell and Raper โคลนิต้านบนและล่างบน MEA (A, A1), CZA (B, B1) และ CMA (C, C1), conidial head (D), sclerothium บนโคลนิต้าน (E), sclerothium (F); bar=100 μ m, vesicle และ phialide (G, H); bar=10 μ m



ภาพผนวกที่ 10 ภาพวาด *Aspergillus paradoxus* Fennell and Raper จาก camera lucida
(bar=10 μm)

7. *Aspergillus wentii* group

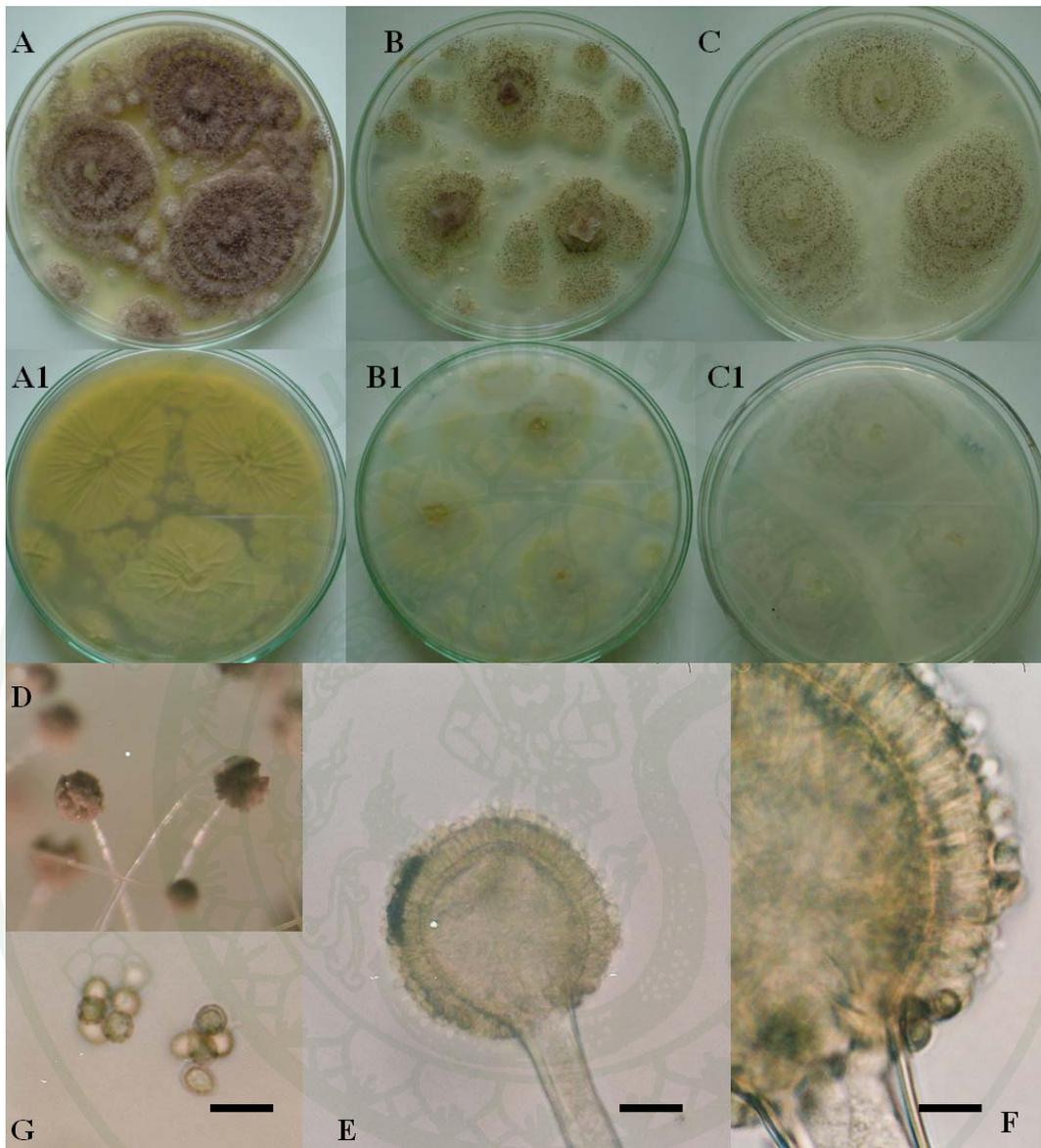
Conidial head สีน้ำตาล รูปทรงกลม ก้านชูโคนิเดียยาว ไม่มีสี ผิวเรียบ ขนาดกว้าง 17.0-26.0 ไมโครเมตร ปลายก้านชูโคนิเดียโป่งพองออกเป็นกระเปาะ ทรงกลม เส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 42.0-90.0 ไมโครเมตร ชั้นของ sterigma แบบ uniseriate คลุมทั่วทั้งกระเปาะ phialide รูปร่างคล้ายถังเบียร์ ผนังบาง ผิวเรียบ ไม่มีสี ขนาด 7.0-10.0×3.0-4.0 ไมโครเมตร โคนิเดีย ผิวมีหนาม รูปทรงไข่ถึงกลม สีน้ำตาลอ่อนๆ ขนาด 4.5-5.0×4.0-4.5 ไมโครเมตร (ภาพผนวกที่ 11 D,E,F และ G)

โคโลนีบน MEA ราชสร้าง โคนิเดียสีน้ำตาลอมม่วงบนก้านชูโคนิเดียยาว ราชสร้าง โคนิเดียหนาแน่น บริเวณกลางโคโลนี เป็นวงซ้อนกันรอบจุดศูนย์กลางโคโลนี และค่อยๆ เบาลงมาข้างขอบของโคโลนี ไม่เปลี่ยนสีอาหารเลี้ยงเชื้อ เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเมื่อเชื้ออายุ 14 วัน ที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส เท่ากับ 5.5-6.0 เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 11 A, A1)

โคโลนีบน CZA ราชสร้าง โคนิเดียสีน้ำตาลเบาบาง ก้านชูโคนิเดียยาว เรียงตัวเป็นวงซ้อนกันไม่เด่นชัด ด้านหลังโคโลนีไม่มีสี ไม่เปลี่ยนสีอาหารเลี้ยงเชื้อ เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเมื่อเชื้ออายุ 14 วัน ที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส เท่ากับ 5.0-5.5 เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 11 B, B1)

โคนิเดียบน CMA ราชสร้าง โคนิเดียสีน้ำตาลเบาบาง ก้านชูโคนิเดียยาว เรียงตัวเป็นวงซ้อนกัน 6-7 วงรอบจุดศูนย์กลาง ด้านหลังโคโลนีไม่มีสี เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเมื่อเชื้ออายุ 14 วัน ที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส เท่ากับ 6.0-6.5 เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 11 C, C1)

ลักษณะสำคัญที่ใช้จำแนกราคา *Aspergillus wentii* group ตาม Raper and Fennell (1965) ได้แก่ conidial head ทรงกลม สีน้ำตาล กระเปาะทรงกลม ชั้นของ sterigma คลุมทั่วทั้งกระเปาะ โคนิเดียรูปไข่หรือกลม สีน้ำตาล ขรุขระ



ภาพผนวกที่ 11 *Aspergillus wentii* group โคโคนีด้านบนและล่างบน MEA (A, A1), CZA (B, B1) และ CMA (C, C1), conidial head (D), vesicle และชั้น sterigma (E); bar=20 μm , phialide (F); bar=10 μm , conidia (G); bar=10 μm

8. *Aspergillus zonatus* Kwon and Fennell

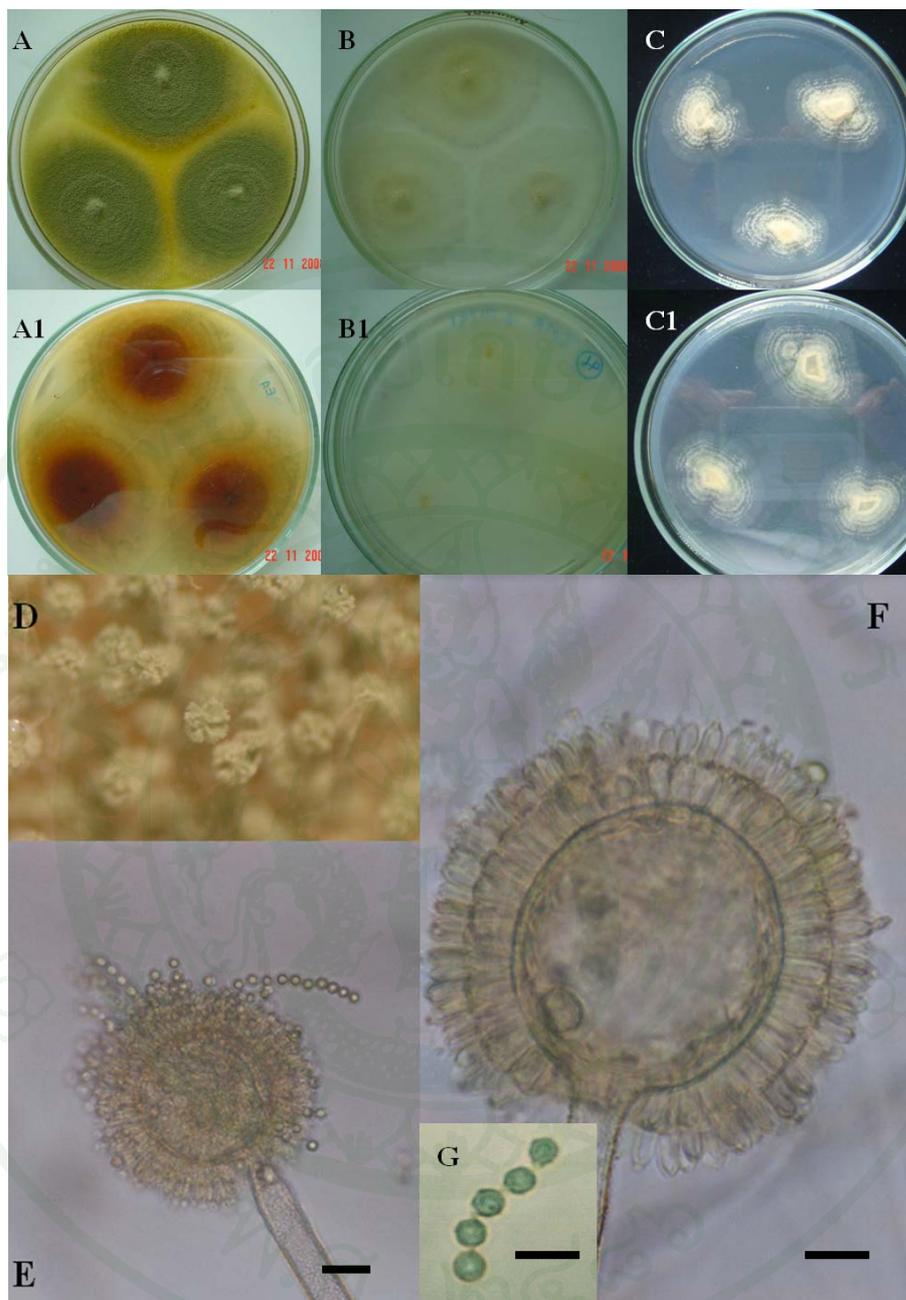
Conidial head ทรงกลมแตกออกเป็นรัศมี สีเขียวจืดมีน้ำอ่อน ก้านชูโคนเดี่ยวผิวขรุขระ ไม่มีสี ผนังบาง ค่อยๆ เรียวจากโคนไปยัง กระจเปาะ กระจเปาะรูปร่างกลม ขนาด 38.0-53.0×33.0-50.0 ไมโครเมตร ชั้นของ sterigma แบบ biseriata คลุมทั้งกระจเปาะ metulae รูปทรงกระบอกถึงกระบอก ผนังบาง ผิวเรียบ ไม่มีสี ขนาด 7.0-11.0×3.5-5.0 ไมโครเมตร phialide รูปร่างคล้ายขวดคอสั้น ผนังบาง เรียบ ไม่มีสี ขนาด 5.0-9.0×2.0-2.5 ไมโครเมตร โดยที่มีส่วนคอของ phialide ยาว 0.5-2.0 ไมโครเมตร โคนเดี่ยว รูปทรงกลมถึงเกือบกลม ผนังบาง ไม่มีสี ผิวขรุขระคล้ายหนาม ขนาด 3.5-5.0 ไมโครเมตร (ภาพผนวกที่ 12 D, E, F และ G)

โคโลนียบน MEA สีเขียวจืดมา โคนเดี่ยวเจริญเป็นวงรอบจุดศูนย์กลางโคโลนี ประมาณ 7 วง ความหนาแน่นของโคนเดี่ยวจะลดลงจากกลางโคโลนีไปยังขอบโคโลนี ด้านหลังโคโลนีสีน้ำตาลแดง ปรากฏเป็นวงเช่นเดียวกับผิวโคโลนี ราสร้างสารสีแดงอิฐลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ เข้มบริเวณขอบโคโลนี เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเมื่อเชื้ออายุ 14 วัน ที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส เท่ากับ 6.0-6.4 เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 12 A, A1)

โคโลนียบน CZA สีเขียวอ่อนมาก แทบไม่เจริญ โคนเดี่ยวบาง ด้านหลังโคโลนีไม่มีสี เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเมื่อเชื้ออายุ 14 วัน ที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส เท่ากับ 1.7-1.9 เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 12 B, B1)

โคโลนียบน CMA สีขาวเหลือง โคนเดี่ยวเจริญเป็นวงรอบจุดศูนย์กลางโคโลนี ประมาณ 4 วง โคนเดี่ยวหนาแน่นจากกลางโคโลนีไปยังขอบโคโลนี ขอบโคโลนีคลื่น ด้านหลังโคโลนีไม่มีสี ไม่สร้างสีลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเมื่อเชื้ออายุ 14 วัน ที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส เท่ากับ 3.0-3.7 เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 12 C, C1)

ลักษณะสำคัญที่ใช้จำแนกรา *Aspergillus zonatus* Kwon and Fennell ตาม Raper and Fennell (1965) ได้แก่ การเจริญของราในอาหาร CZA เพียงเล็กน้อย และการเจริญเป็นวงในอาหาร MEA เนื่องจาก *Aspergillus zonatus* Kwon and Fennell เป็นราชนิดเดียวใน *Aspergillus flavus* group ที่สร้างโคนเดี่ยวเรียงตัวกันเป็นวงรอบจุดศูนย์กลางโคโลนี (zonate) และด้านหลังโคโลนีสีน้ำตาล อีกทั้งโครงสร้างอื่นๆ ที่ใกล้เคียงกับราที่แยกได้



ภาพผนวกที่ 12 *Aspergillus zonatus* Kwon and Fennell โคลนிட้านบนและล่างบน MEA (A, A1), CZA (B, B1) และ CMA (C, C1), conidial head (D), vesicle และชั้น sterigma (E); bar=20 μm vesicle และชั้น sterigma (F); bar=10 μm , conidia (G); bar=10 μm

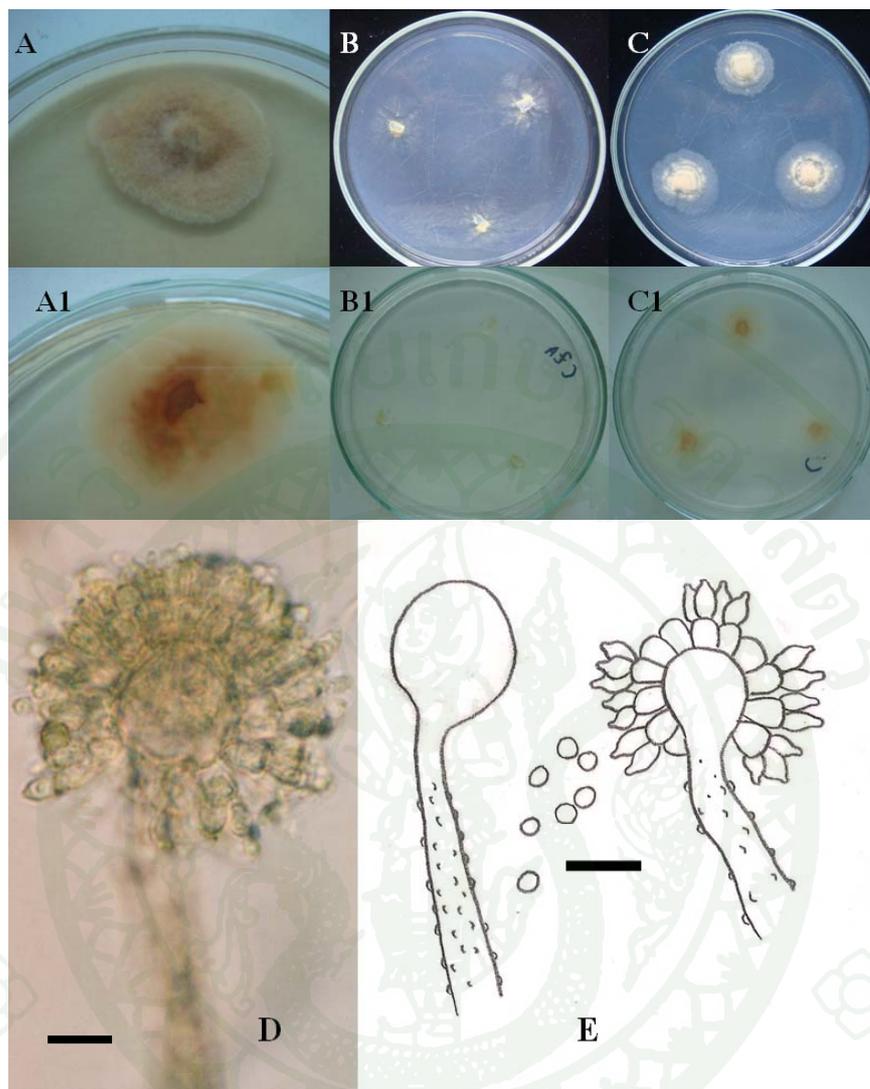
9. *Aspergillus* sp.

Conidial head สีเหลืองอ่อน ทรงกลม แดงเป็นรัศมีเล็กน้อย ก้านชูโคนิเดียขรุขระ ไม่มีสี ปลายก้านชูโคนิเดียพองออกเป็นกระจาประทรงกลม ขนาด 18.0-25.0 ไมโครเมตร ชั้นของ sterigma มีทั้งแบบ uniseriate และ biseriate โดยที่ชั้นของ sterigma คลุมลงมาที่วาระเปาะ metulae ทรงกระบอกอ้วน ผิวเรียบ ไม่มีสี ขนาด 4.0-4.5×4.7-5.2 ไมโครเมตร phialide ผิวเรียบ ไม่มีสี ผนังบาง รูปร่างคล้ายขวด ขนาด 2.5-3.0×4.0-5.0 ไมโครเมตร โคนิเดียทรงกลม ผิวเรียบ ไม่มีสีขนาด 2.4-3.0 ไมโครเมตร (ภาพผนวกที่ 13 D และ E)

โคโลนียบน MEA ไม่สร้างโคนิเดีย ราชสร้างเพียงเส้นใยสีเหลืองอ่อน ด้านหลังโคโลนีสีน้ำตาล เข้มบริเวณกลางโคโลนี ไม่เปลี่ยนสีอาหารเลี้ยงเชื้อ เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเมื่อเชื้ออายุ 14 วัน ที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส เท่ากับ 3.2-3.5 เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 13 A, A1)

โคโลนียบน CZA สร้างโคนิเดียสีเหลืองอ่อนเล็กน้อย บริเวณจุดเพาะเชื้อ ถัดออกมาเป็นเส้นใยแผ่ออกตามแนวรัศมี ไม่มีการเจริญของ conidial head เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเมื่อเชื้ออายุ 14 วัน ที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส เท่ากับ 1.6-2.0 เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 13 B, B1)

โคโลนียบน CMA สร้างเพียงเส้นใยสีเหลืองอ่อนบริเวณจุดเพาะเชื้อและค่อยๆ เบบางไปยังขอบโคโลนี ด้านหลังโคโลนีไม่มีสี ไม่เปลี่ยนสีอาหารเลี้ยงเชื้อ เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเมื่อเชื้ออายุ 14 วัน ที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส เท่ากับ 2.3-2.6 เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 13 C, C1)



ภาพผนวกที่ 13 *Aspergillus* sp. โคลนிட้านบนและล่างบน MEA (A, A1), CZA (B, B1) และ CMA (C, C1), vesicle และ phialide (D); bar=10µm , ภาพวาดจาก camera lucida (E); bar=10µm

10. *Cephalosporium* sp.

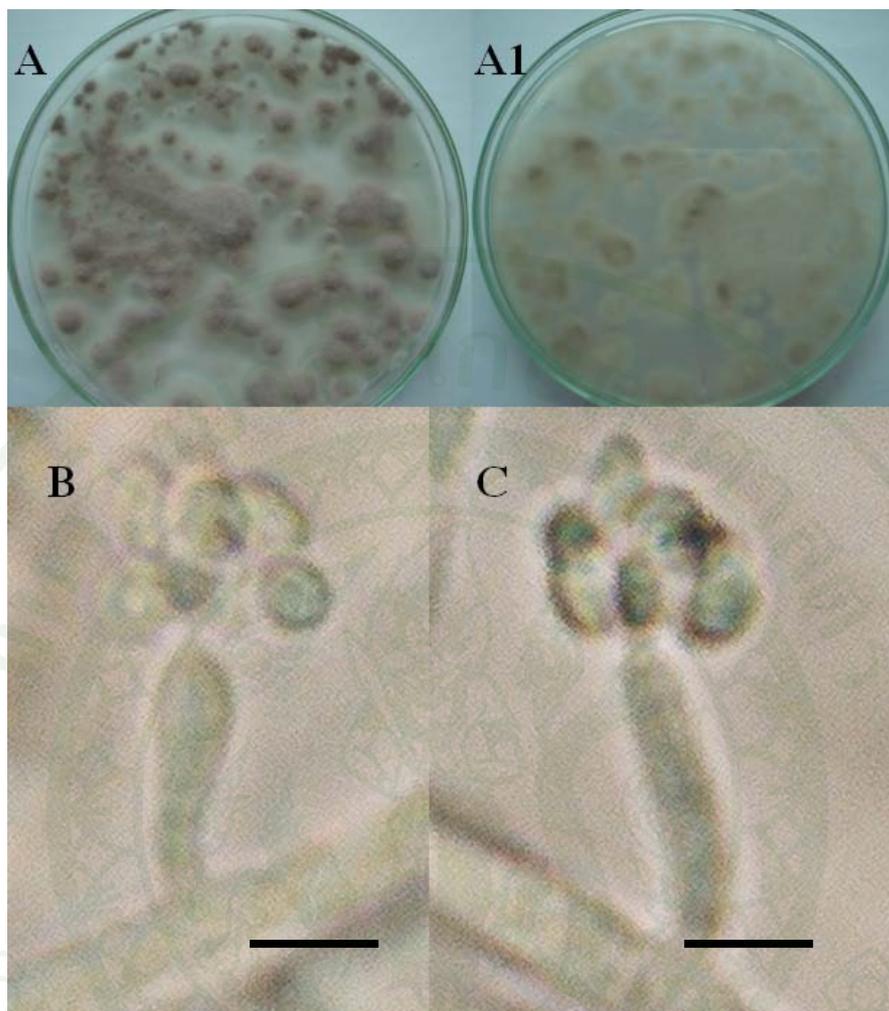
ก้านชูโคนิเดียมสั้นขนาด 20.0-30.0 ไมโครเมตร ไม่แตกกิ่งก้าน โคนิเดียมเกิดเป็นกลุ่มก้อน โดยตรงจากก้านชูโคนิเดียม โคนิเดียมรูปร่างรี ผนังบาง ผิวเรียบ ไม่มีสี ขนาด 3.0-3.5×3.2-4.0 ไมโครเมตร โคโลนีบนอาหาร PDA สีม่วงซีด ผิวโคโลนีฟูมเล็กน้อย ด้านล่างโคโลนีสีเหลืองซีด โคนิเดียมกระจายง่ายโดยลม ทำให้การเจริญของเชื้อกระจุกกระจายทั่วทั้งจานเลี้ยงเชื้อ จึงไม่สามารถวัดขนาดโคโลนีได้ อย่างไรก็ตามการเจริญของโคโลนีก็เป็นที่ไปอย่างรวดเร็วภายใน 3 วัน เชื้อมีการสร้างโคนิเดียมสีม่วงอ่อน (ภาพผนวกที่ 14 และ 15)

ลักษณะที่สำคัญที่ใช้จำแนก ราสกุล *Cephalosporium* Corda ตาม Barron (1972) และ Barnett and Hunter (1998) ได้แก่ โคนิเดียม ไม่มีสี เกิดเป็นกลุ่มก้อนบนปลาบก้านชูโคนิเดียมที่มีลักษณะเรียวยาวเล็กกลาง โคนก้านไปยังปลายก้านชูโคนิเดียม ก้านชูโคนิเดียมไม่มีสี เจริญขึ้นโดยตรงจากเส้นใย บางครั้งอาจพบเส้นใยที่มัดกันคล้ายเชือกได้ ซึ่งลักษณะทั้งหมดนี้ตรงกับเชื้อที่แยกได้

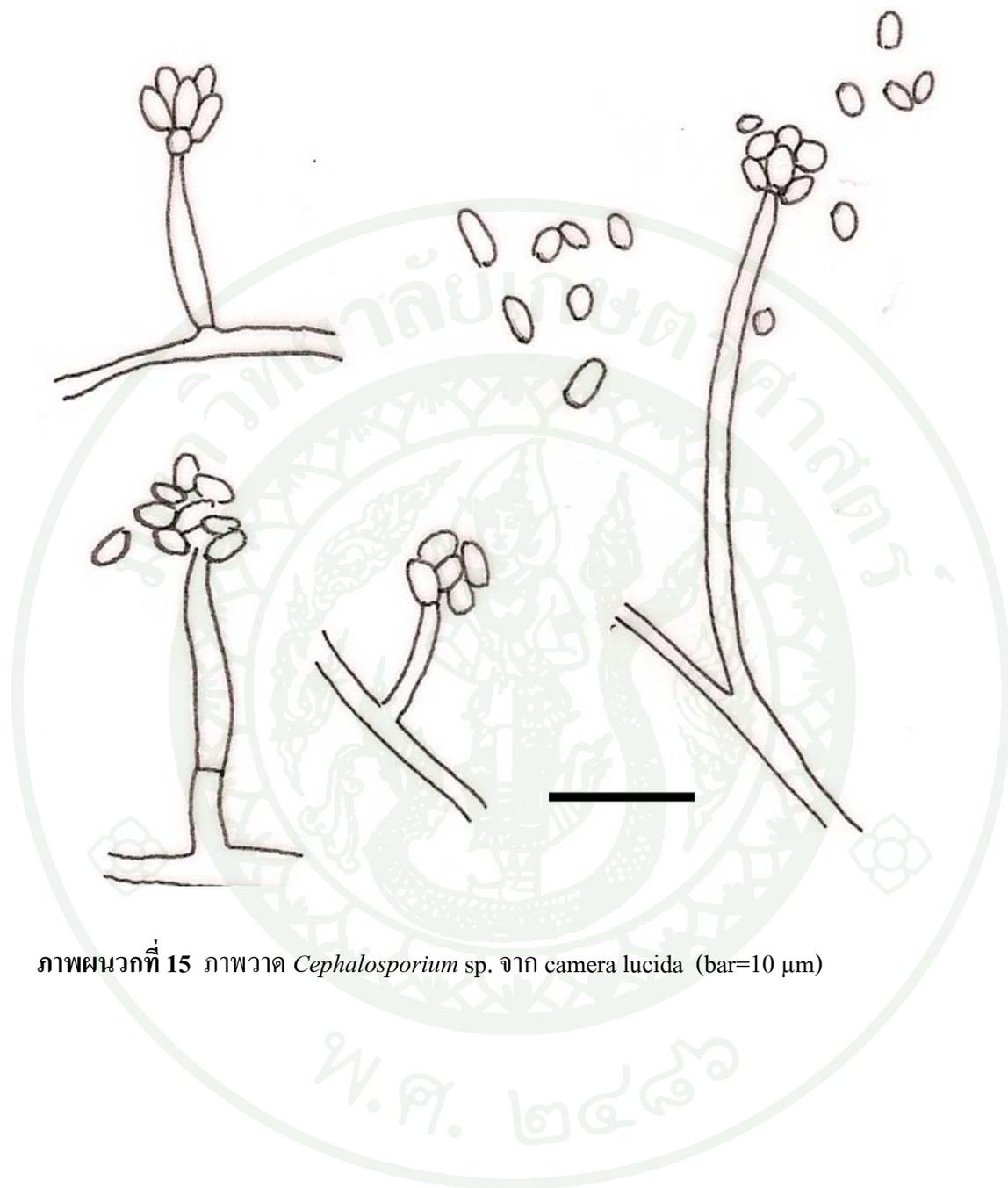
11. *Chaetomella* sp.

โคโลนีบน PDA สีเขียวซีดอ่อน ผิวหน้าฟูเล็กน้อย ขอบโคโลนีเป็นเส้นใยฟูเบาบาง ด้านล่างของโคโลนีสีเขียวซีดอ่อน กลางโคโลนีตรงจุดที่เพาะเชื้อสีดำ อาหารเปลี่ยนสีเป็นสีแดงซีด เส้นผ่านศูนย์กลางเมื่อเชื้ออายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส วัดได้ 5.0-5.3 เซนติเมตร เชื้อสร้างโครงสร้างทรงกลมมีช่องเปิด 1 ช่อง (pycnidium) ฟูมโคนิเดียมไว้ ที่ผิวของ pycnidium มีรยางค์โดยรอบ ขนาดของ pycnidium มากกว่า 200 ไมโครเมตร ซึ่งแกนกลางสีดำและผิวนอกขรุขระเป็นต่อมสีแดง ภายในบรรจุโคนิเดียมสีดำ ผิวเรียบ รูปร่างรีหัวท้ายยื่นยาวออกเล็กน้อย ปลายมน ขนาด 11.0-12.0×5.0-7.5 ไมโครเมตร (ภาพผนวกที่ 16)

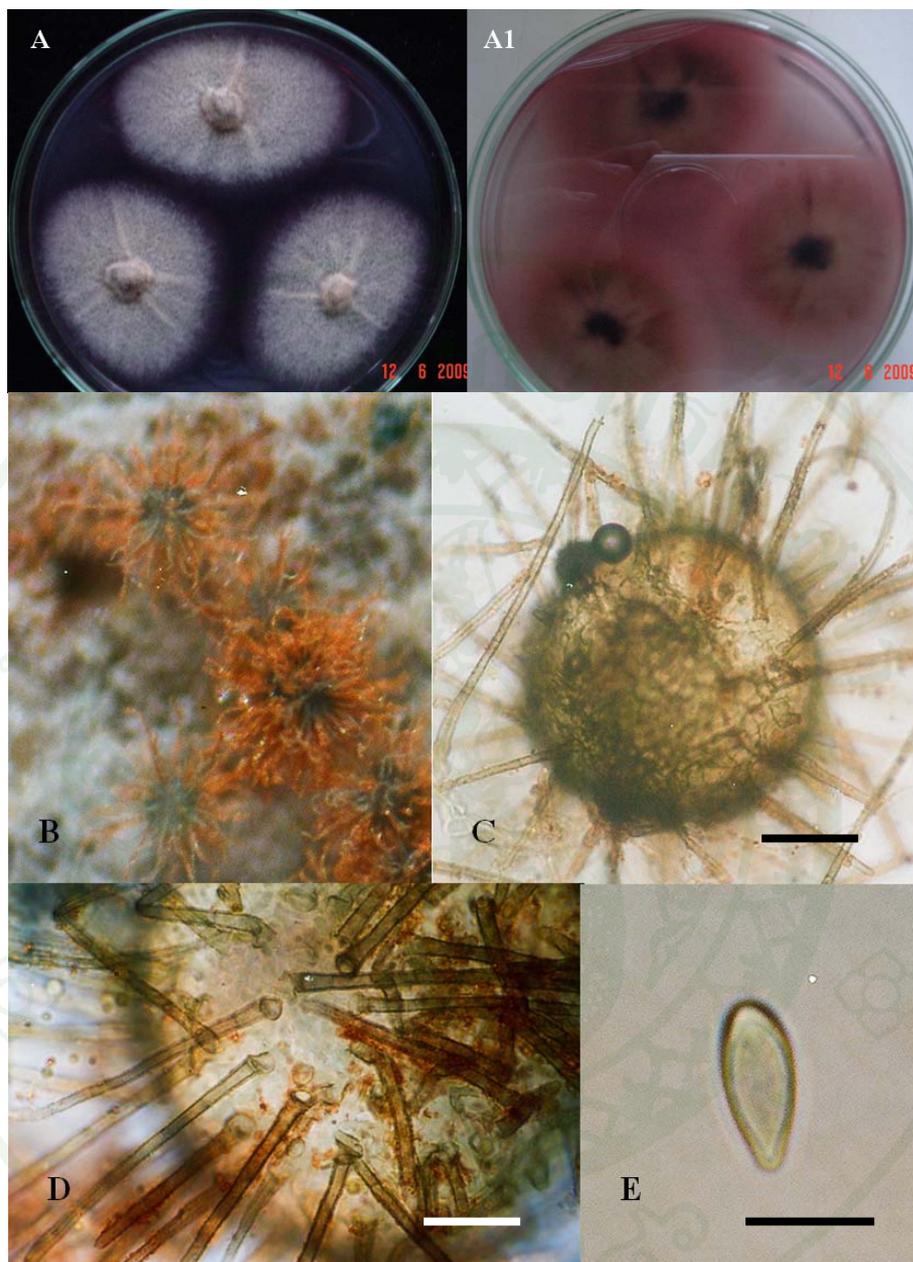
ลักษณะสำคัญที่ใช้จำแนก *Chaetomella* sp. ตาม Barnett and Hunter (1998) ได้แก่ โคโลนีสีดำ รูปร่างคล้ายมะละกอ เชื้อสร้าง pycnidium ที่ผิวของ substrate มีรยางค์สีเข้มแผ่ออกโดยรอบ



ภาพผนวกที่ 14 *Cephalosporium* sp. โคลนีด้านบนและล่างบน PDA (A, A1), conidiophore และ conidia (B, C); bar=10 μ m



ภาพผนวกที่ 15 ภาพวาด *Cephalosporium* sp. จาก camera lucida (bar=10 μ m)



ภาพผนวกที่ 16 *Chaetomella* sp. โคลนிட้านบนและล่างบน PDA (A, A1), pycnidia บนโคลนิต้านบน (B), pycnidia (C); bar=100 μm , ลักษณะรยางค์ (D); bar=50 μm , conidium (E); bar=10 μm

12. *Chloridium* sp.

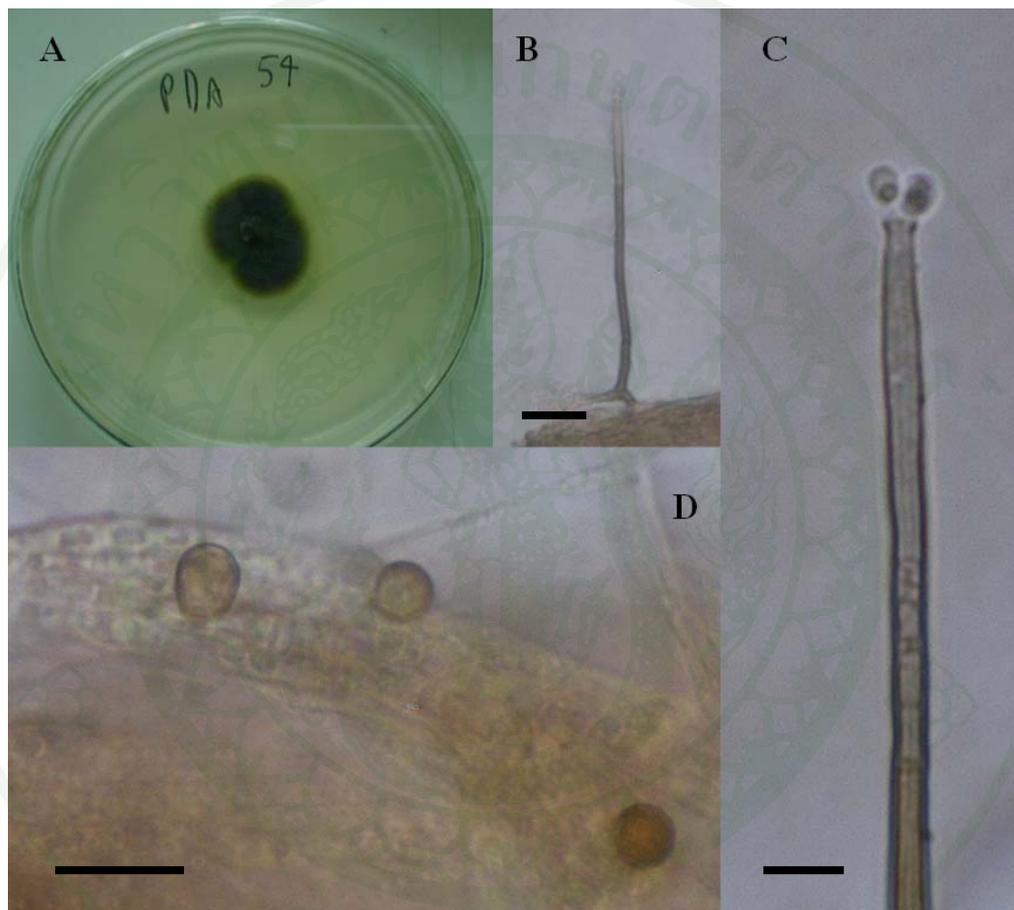
โคโลนีบน PDA สีเทาดำ ผิวรอบนอกเรียบคล้ายกำมะหยี่ บริเวณกลางโคโลนีเส้นใยฟู ตั้งขึ้น มีรอยย่นเป็นรัศมีโดยรอบจุดศูนย์กลางของโคโลนี สีอาหารไม่เปลี่ยนแปลง ด้านล่างโคโลนีสีดำ เส้นผ่านศูนย์กลางของโคโลนีเมื่อเชื้ออายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียสเท่ากับ 3.0-3.5 เซนติเมตร เชื้อสร้างเส้นใยสีดำมีผนังกันตามขวาง ราวสร้างสปอร์ 2 แบบคือ โคนิเดียขนาดเล็ก เซลล์เดี่ยว รูปร่างหยดน้ำกลับ (obpyriform) ขนาด $3.0-5.0 \times 2.0-3.0$ ไมโครเมตร ผิวเรียบ ผนังบาง มีหยดน้ำมัน 1 หยดในแต่ละ โคนิเดีย และไม่มีสี โดยที่ก้านชูโคนิเดียแต่ละก้านจะมีโคนิเดียติดอยู่ 2-3 อัน ก้านชูโคนิเดียขนาดเล็กมี สีดำ ผนังบาง ผิวเรียบ เกิดจากเส้นใยโดยตรง ไม่มีการแตกแขนง โดยที่ก้านชูโคนิเดียมีความยาว 55.0-90.0 ไมโครเมตร และกว้าง 3.0-4.0 ไมโครเมตร สปอร์อีกแบบหนึ่งคือ สปอร์ขนาดใหญ่ผนังหนาที่เกิดขึ้นเดี่ยวๆ (aleuriospore) ขนาด 5.5-7.0 ไมโครเมตร เกิดบนก้านชูสปอร์สั้นๆ อาจเกิดสปอร์เดี่ยวแบบนี้ กลางเส้นใยหรือปลายเส้นใยก็ได้ (ภาพผนวกที่ 17 และ 18)

ลักษณะสำคัญที่ใช้จำแนกสกุล *Chloridium* Link ตาม Barron (1972) และ Barnett and Hunter (1998) ได้แก่ ก้านชูโคนิเดียไม่แตกกิ่งก้าน ปลายก้านชูโคนิเดียมีขอบสูงชันเล็กน้อย สีดำ โคนิเดีย ไม่มีสี มีการสร้าง สปอร์กลม เดี่ยว สีเข้มบนเส้นใย

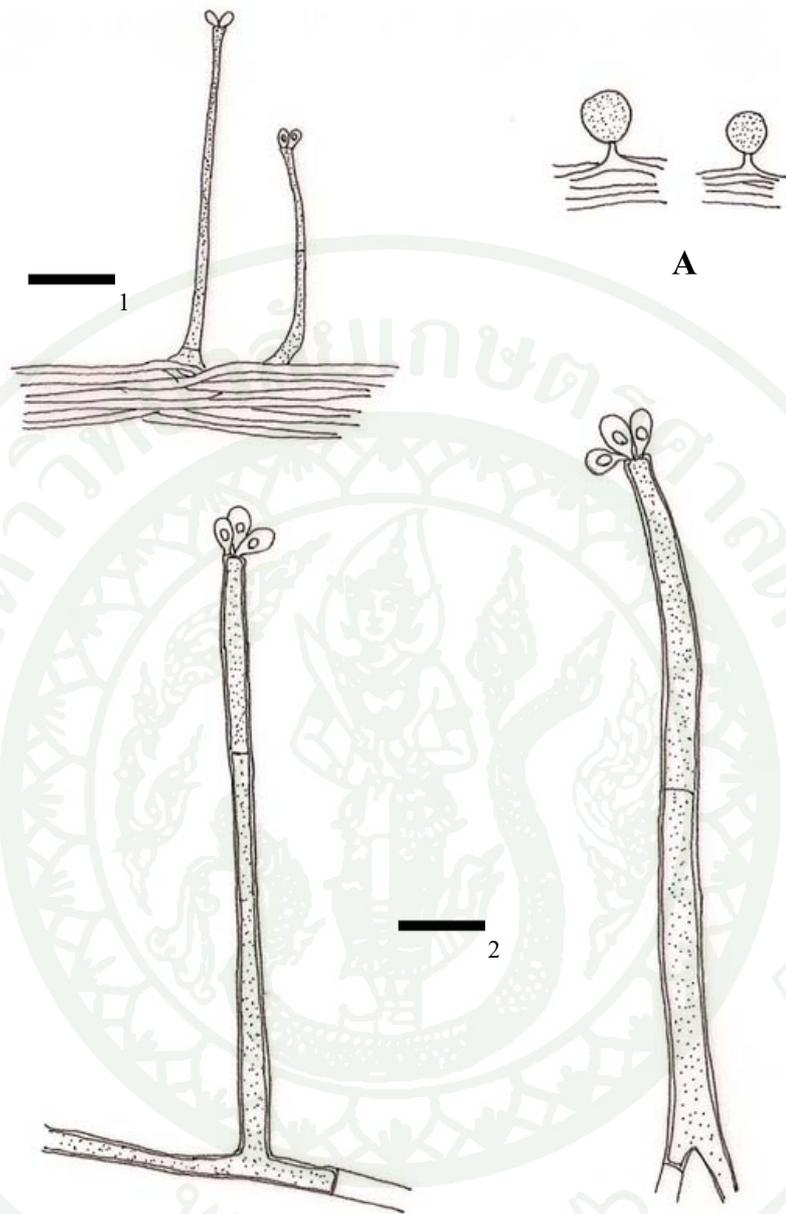
14. *Cunninghamella elegans* Lendner

โคโลนีบนอาหาร PDA เส้นใยสีขาวอมเทา ฟูเป็นปุยสม่ำเสมอเท่ากันทั้งโคโลนี ด้านล่างโคโลนีสีเทา ไม่เปลี่ยนสีอาหารเลี้ยงเชื้อ เมื่อเชื้ออายุ 3 วัน มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 7 เซนติเมตร เส้นใยไม่มีผนังกันตามขวาง (coenocytic hyphae) ผนังบาง ไม่มีสี ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3.0-5.0 ไมโครเมตร ก้านชูอับสปอร์แตกแขนงออกจากเส้นใยโดยตรงมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5-5.5 ไมโครเมตร ที่ปลายก้านชูอับสปอร์และระหว่างก้านชูอับสปอร์มีการ โป่งพองออกเป็นกระเปาะ (vesicle) โดยที่ปลายก้านจะมีกระเปาะอันเดียว แต่กระเปาะระหว่างเส้นใยนั้นจะเกิดขึ้นที่จุดเดียวกันโดยรอบ (verticillate) มี 1-4 กระเปาะ กระเปาะรูปร่างคล้ายหยดน้ำ (pyriform) ถึงกลม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง $8.0-20.0 \times 7.0-15.0$ ไมโครเมตร บนกระเปาะเกิดอับสปอร์ย่อย (sporangiole) ขนาด $3.0-7.0 \times 3.0-7.5$ ไมโครเมตร ที่มีทั้งผิวเรียบและมีหนาม (echinulate) รูปร่างกลม ไม่มีสี ภายในบรรจุสปอร์ (sporangiospore) อยู่ 1 สปอร์บางอับสปอร์ย่อยอาจมีสปอร์หลายสปอร์บรรจุอยู่ โดยที่สปอร์มีขนาด 0.8-3.0 ไมโครเมตร (ภาพผนวกที่ 19 และ 20)

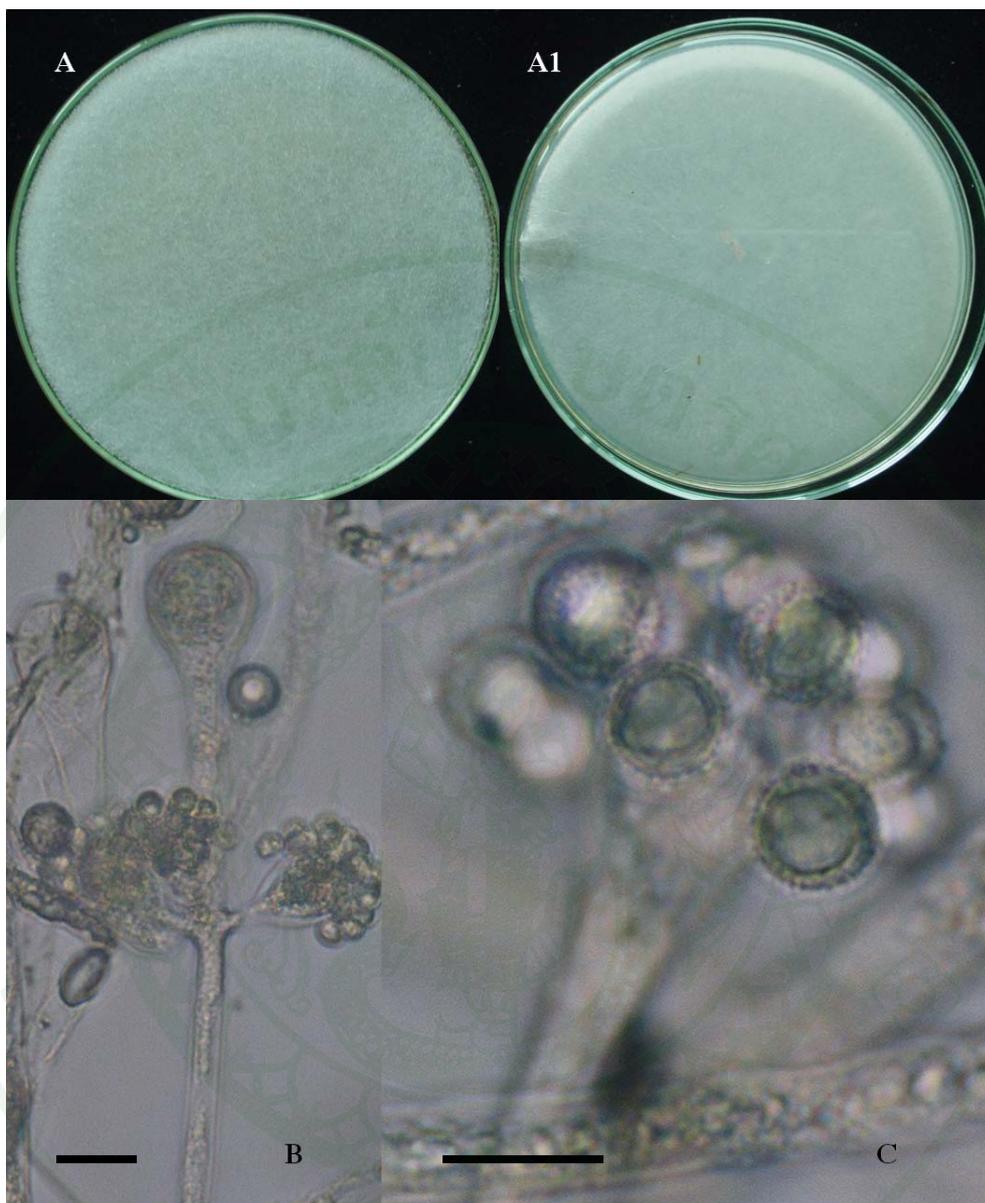
ลักษณะสำคัญที่ใช้จำแนก *Cunninghamella elegans* Lendner ได้แก่ โคลนีสีเทา ก้านชูอับสปอร์แตกกิ่งก้านแบบรอบข้อ ให้กำเนิดอับสปอร์ย่อย (sporangiole) บนกระเปาะ vesicle ซึ่งผิวของอับสปอร์ย่อยนี้อาจเรียบไปจนถึงมีหนามสั้นๆ ซึ่งแตกต่างกับ *Cunninghamella echinulata* (Thaxt.) Thaxt. ที่ผิวของอับสปอร์ย่อยต้องมีหนามเท่านั้น (Domsch *et al.*, 1993)



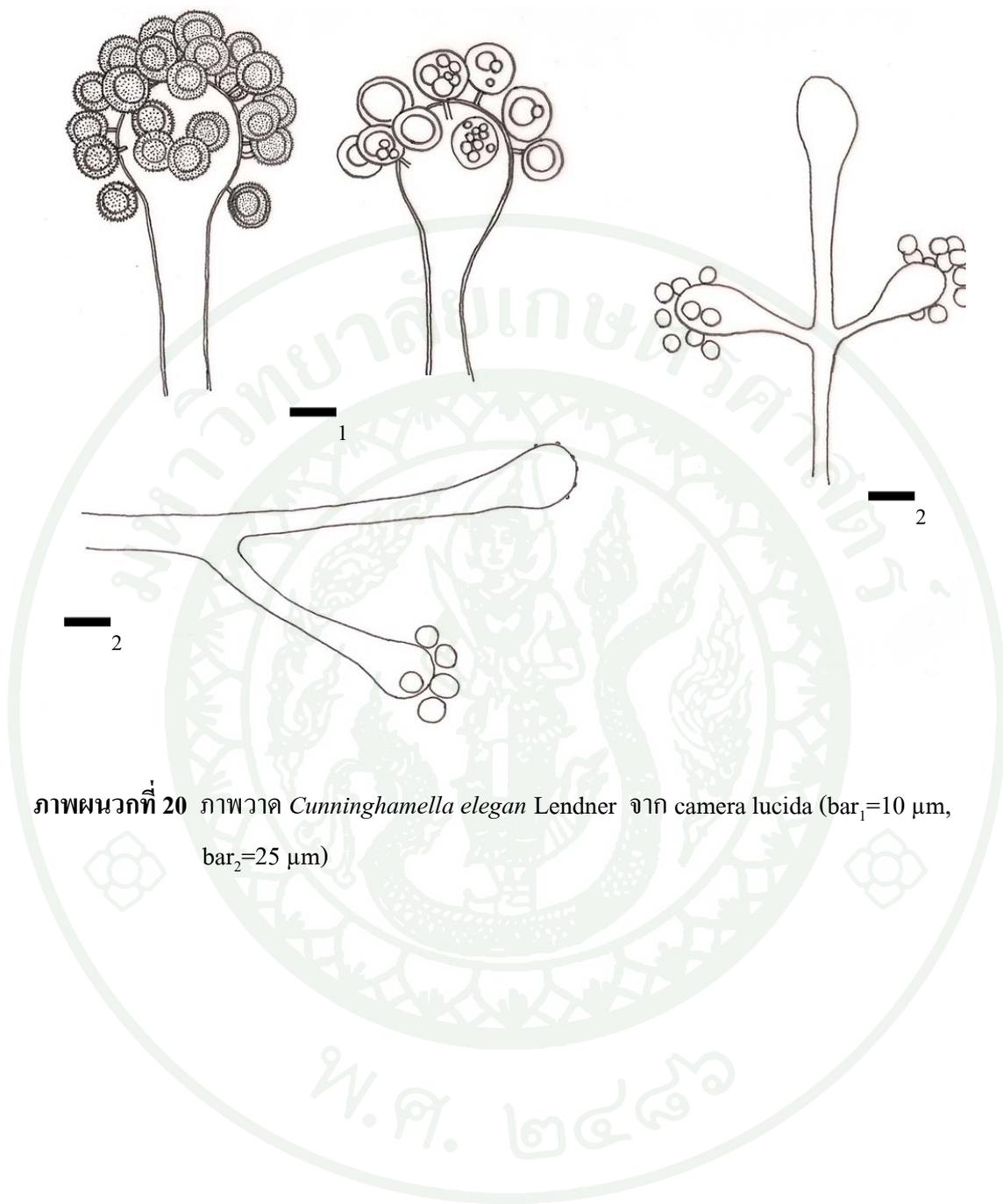
ภาพผนวกที่ 17 *Chloridium* sp. โคลนีสบน PDA (A), conidiophore (B); bar=20 μm , conidiophore และ conidia (C); bar=10 μm , aleuriospore (D); bar=10 μm



ภาพผนวกที่ 18 ภาพวาด *Chloridium* sp. จาก camera lucida, aleuriospore (A); bar₁=25 μ m,
bar₂=10 μ m



ภาพผนวกที่ 19 *Cunninghamella elegans* Lendner โคลนிட้านบนและล่างบน PDA (A, A1), sporangiophore และ sporangiole (B); bar=20 μm , sporangiophore และ sporangiole (C); bar=10 μm



ภาพผนวกที่ 20 ภาพวาด *Cunninghamella elegans* Lendner จาก camera lucida (bar₁=10 μ m, bar₂=25 μ m)

15. *Eupenicillium* sp.

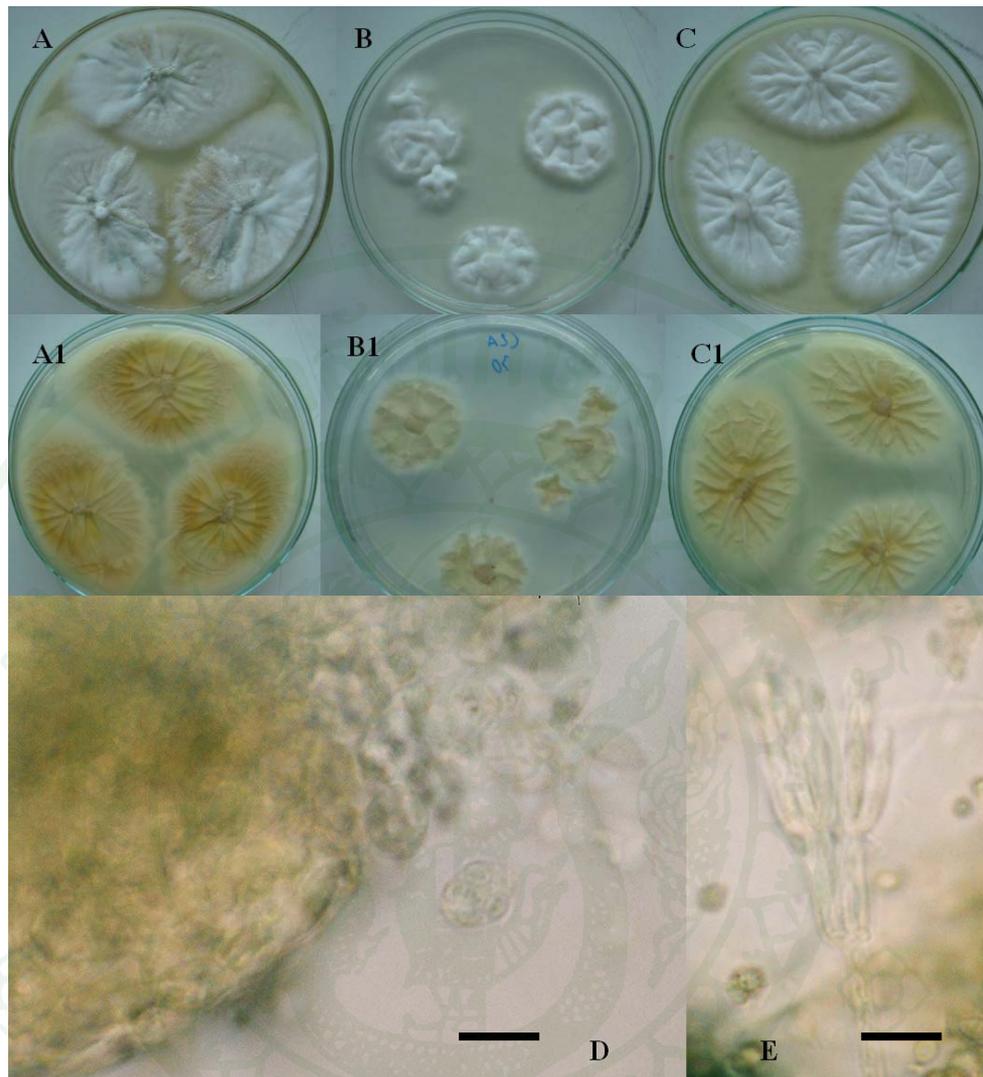
ราสร้าง cleistothecium ทรงกลม ขนาด 120.0-212.5×105.0-170.0 ไมโครเมตร ผนังของ cleistothecium สีน้ำตาลอ่อน เป็นเซลล์รูปร่างกลมถึงเหลี่ยม ผนังหนา มีช่องตรงกลาง คล้ายโคนัท ภายในบรรจุ asci รูปร่างกลมถึงรีขนาด 8.0-12.0×6.0-8.0 ไมโครเมตร asci ผนังบาง ไม่มีสี ภายใน asci บรรจุ ascospore กลมรี ผิวขรุขระคล้ายหนาม ไม่มีสี ขนาด 3.0-4.0×2.5-3.0 ไมโครเมตร สำหรับการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศราคือราสกุล *Penicillium* สร้าง phialide และ metulae ผิวเรียบ ขนาด 10.0-13.0×2.0-3.0 และ 10.0-13.0×2.0-3.0 ไมโครเมตร สร้างโคนิดเดียวผิวเรียบรูปร่างรีปลายแหลม ขนาด 3.5-4.5×2.5-3.0 ไมโครเมตร (ภาพผนวกที่ 21 D, E และ ภาพผนวกที่ 22)

โคโลนีนบน MEA สีขาวฟู ผิวไม่สม่ำเสมอ ผิวโคโลนีบางส่วนเป็นสีน้ำตาลหยอบสาก บางจุดออกสีเขียวเรื่อๆ มีรอยย่นในแนวรัศมีปรากฏ ด้านหลังโคโลนี สีน้ำตาลอ่อน มีแถบสีน้ำตาลทองเป็นวงรอบจุดศูนย์กลางโคโลนี มีรอยย่นในแนวรัศมีปรากฏ เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเมื่อเชื้ออายุ 14 วัน ที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส เท่ากับ 6.8-7.0 เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 21 A, A1)

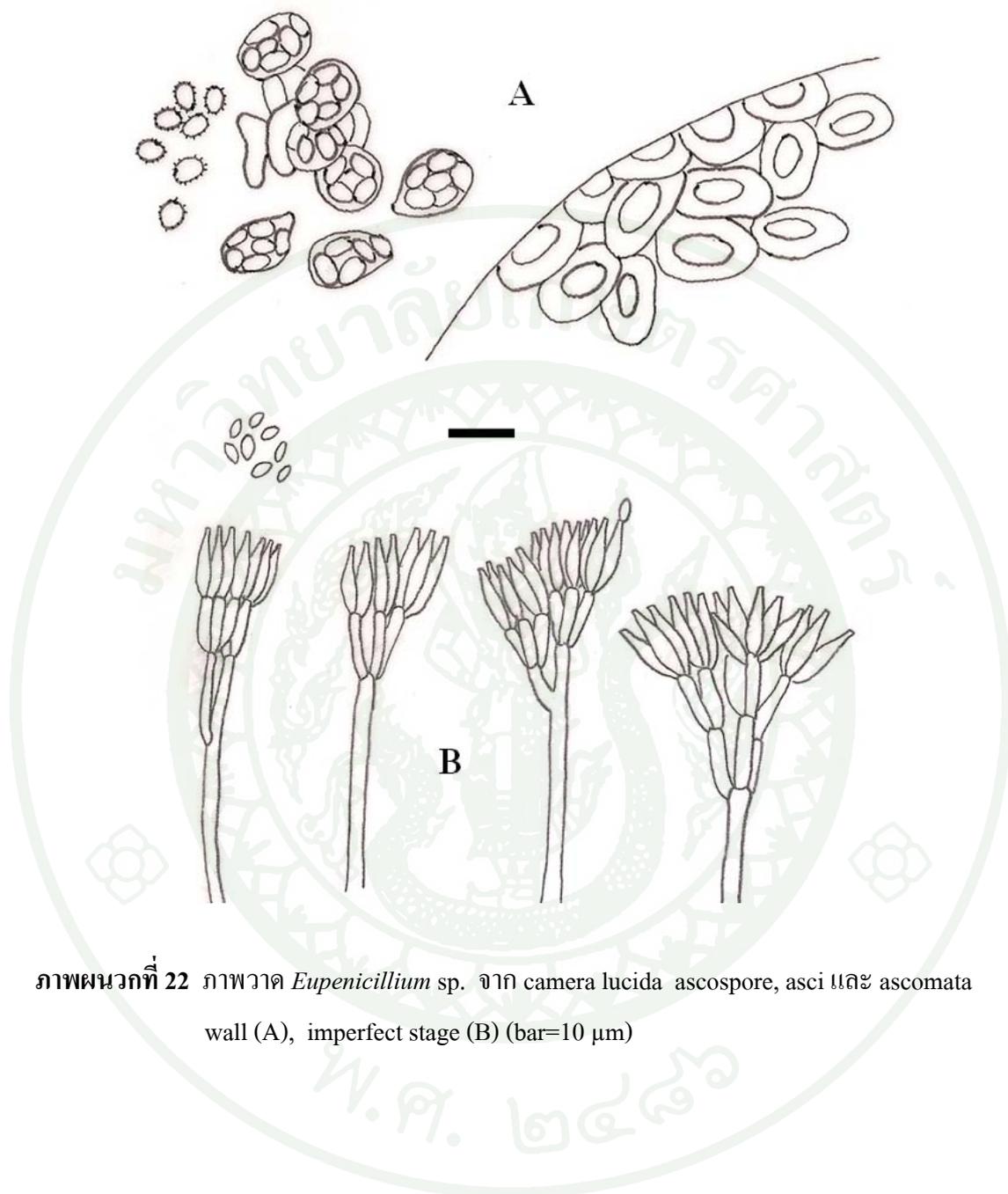
โคโลนีนบน CZA ราสร้างเส้นใยสีขาวนุ่ม มีรอยย่นทั้งในแนวรอบจุดศูนย์กลางโคโลนี และแนวรัศมี ด้านหลังโคโลนีไม่มีสี ปรากฏรอยยับย่น เช่นเดียวกับด้านบนของโคโลนี เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเมื่อเชื้ออายุ 14 วัน ที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส เท่ากับ 2.3-3.0 เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 21 B, B1)

โคโลนีนบน CYA ราสร้างเส้นใยสีขาวนุ่ม มีรอยย่นทั้งในแนวรอบจุดศูนย์กลางโคโลนี และแนวรัศมี ด้านหลังโคโลนีไม่มีสี ปรากฏรอยยับย่น เช่นเดียวกับด้านบนของโคโลนี เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเมื่อเชื้ออายุ 14 วัน ที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส เท่ากับ 5.3-6.0 เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 21 C, C1)

ลักษณะสำคัญที่ใช้จำแนก *Eupenicillium* sp. ตาม Hanlin (1992) ได้แก่ ผนังของ ascoma เป็นเซลล์ผนังหนา คล้ายโคนัท



ภาพผนวกที่ 21 *Eupenicillium* sp. โคลนินี้ด้านบนและล่างบน MEA (A, A1), CZA (B, B1) และ CYA (C, C1), ascomata และ asci (D); bar=10 µm, imperfect stage (E); bar=10 µm



ภาพผนวกที่ 22 ภาพวาด *Eupenicillium* sp. จาก camera lucida ascospore, asci และ ascomata wall (A), imperfect stage (B) (bar=10 μ m)

16. *Fusarium oxysporum* Schlecht.

เส้นใยไม่มีสีมีเส้นใยสีม่วงอ่อนแทรก ก้านชูโคนินเดียว เกิดออกมาทางด้านข้างของเส้นใยสั้น ไม่แตกแขนง ขนาด 12-26×2.0-3.5 ไมโครเมตร เมื่อเชื้ออายุมากอาจแตกแขนงได้ ไมโครโคนินเดียว รูปร่างรี กระบอง กระบอก ผิวเรียบ ไม่มีสี ผนังบาง มี 1-2 เซลล์ ขนาด 6.0-11.0×2.0-3.5 ไมโครเมตร เกิดรวมเป็นกลุ่มกลม มาโครโคนินเดียว รูปร่างเรียวยาว โค้ง มีผนังกั้น 3-5 อัน ขนาด 23-34×3-4.5 ไมโครเมตร เกิดบนก้านชูโคนินเดียวเป็นกลุ่มก้อน มี chlamydospore ที่ปลายและระหว่างเส้นใย โคลนินบนอาหาร PDA สีขาวตรงกลางโคลนินสีม่วงอ่อน ขอบโคลนินเป็นเส้นใย สร้าง pigment สีม่วงแดงลงอาหาร เส้นใยขาวฟูอัดแน่นเป็นกระจุก ด้านหลังโคลนินสีม่วงแดงไม่สม่ำเสมอ อาจมีสีแดง ส้มเป็นจ้ำๆ โคลนินที่ 5 วัน มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 6.7-7.2 เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 23)

ลักษณะสำคัญที่ใช้จำแนก *Fusarium oxysporum* Schlecht. ได้แก่ โคลนินสีขาวมีเส้นใยสีม่วงคล้ายลูกพีช ไรน์ เจริญขึ้นชัดเจน macroconidia มี 3-7 septate chladospore มีทั้งอยู่ที่ปลายและระหว่างเส้นใย อาจพบทั้งก้านชูโคนินเดียวและแตกกิ่งก้าน (Booth, 1971)

17. *Geotrichum* sp.

ราสร้างโคนินเดียวรูปร่างท่อน หัวท้ายท่อนตัด ผนังเรียบ ไม่มีสี ขนาดของโคนินเดียวเท่ากับ 5.0-11.0×2.0-3.5 ไมโครเมตร โดยการเกิดท่อนของโคนินเดียวจะเกิดที่ปลายเส้นใยก่อนแล้วจึงถัดเข้ามา โคลนินบน PDA สีขาวเรียบ ด้านหลังโคลนินไม่มีสี ไม่เปลี่ยนสีอาหารเลี้ยงเชื้อเส้นผ่านศูนย์กลาง โคลนินเมื่อเชื้ออายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส เท่ากับ 6.0-6.2 เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 24)

ลักษณะเด่นของ ราสกุล *Geotrichum* Link. ตาม Barnett and Hunter (1998) ได้แก่ เส้นใยสีขาว มีผนังกั้น ไม่ปรากฏก้านชูโคนินเดียว โคนินเดียวรูปร่างท่อนปลายตัด เกิดโดยการแตกหักของเส้นใยบริเวณผนังกั้น

18. *Gliocladium roseum* Bain

โคลนินบน PDA สีขาวอมเหลืองอ่อนสดใส เชื้อมีการเจริญอัดแน่นเป็นเส้นใยชัดเจน เส้นใยฟูตั้งขึ้น ขอบโคลนินเป็นคลื่น ด้านล่างของโคลนินสีขาวอมเหลือง ด้านล่างโคลนินสีเหลือง เปลี่ยนสีอาหารเป็นสีเหลืองอ่อน เส้นผ่านศูนย์กลางโคลนินที่อุณหภูมิห้อง (26 องศาเซลเซียส) อายุ

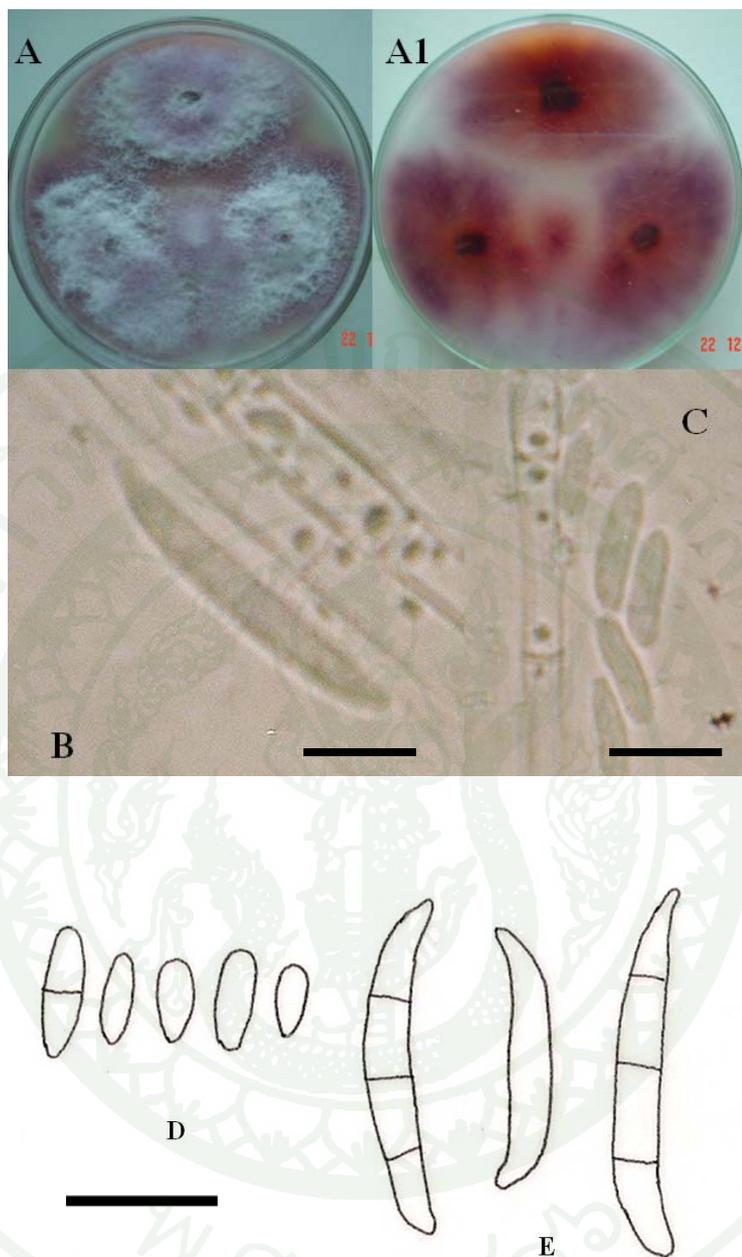
7 วันมีขนาด 3.1-4.3 เซนติเมตร ก้านชูโคนิเดียแตกกิ่งก้าน 2-3 ชั้น โดยที่แต่ละกิ่งก้านมีขนาด 9.0-40.0×2.0-2.5 ไมโครเมตร ปลายก้านเกิด phialide รูปร่างทรงกระบอกผิวเรียบยาว ขนาด 11.0-29.0×2.0-2.5 ไมโครเมตร ปลาย phialide เกิดโคนิเดียเป็นกลุ่มก้อน โคนิเดียรูปร่างรี ใกล้เคียงกับอเล็กน้อย คล้ายถั่ว ปลายด้านหนึ่งตัด ผนังโคนิเดียเรียบ ไม่มีสี ขนาด 4.0-5.0×2.0-3.0 ไมโครเมตร (ภาพผนวกที่ 25)

ลักษณะสำคัญที่ใช้จำแนก *Gliocladium roseum* Bain ได้แก่ โคนิเดียขาวอมเหลือง รวมตัวกันเป็นเส้นใยหนาชัดเจน ด้านล่างโคนิเดียเหลืองอ่อน ซึ่ง *Gliocladium roseum* Bain มีโคนิเดียหลายสีเช่น ส้ม หรือชมพู ก้านชูโคนิเดียแตกแขนง 2-3 ชั้น แบ่งเป็นก้านชูโคนิเดียลำดับแรกซึ่งเป็นก้านชูโคนิเดียหลักมีก้านชูโคนิเดียลำดับที่สองแตกแขนงแบบรอบข้อที่ปลายก้านชูโคนิเดียแรก ขนาดยาว 45.0-125.0 ไมโครเมตร ที่ปลายก้านเกิด phialide แบบรอบข้อ ขนาด 10.0-22.0×2.0-3.0 ไมโครเมตร ทั้งก้านชูโคนิเดียและ phialide เรียงตัวแบบ penicillate โคนิเดียเกิดเป็นกลุ่มก้อนที่ปลาย phialide โคนิเดียเว้าเล็กน้อยปลายมนหรือมีขั้วติดอยู่เล็กน้อย ไม่มีสี (Domsch *et al.*, 1993)

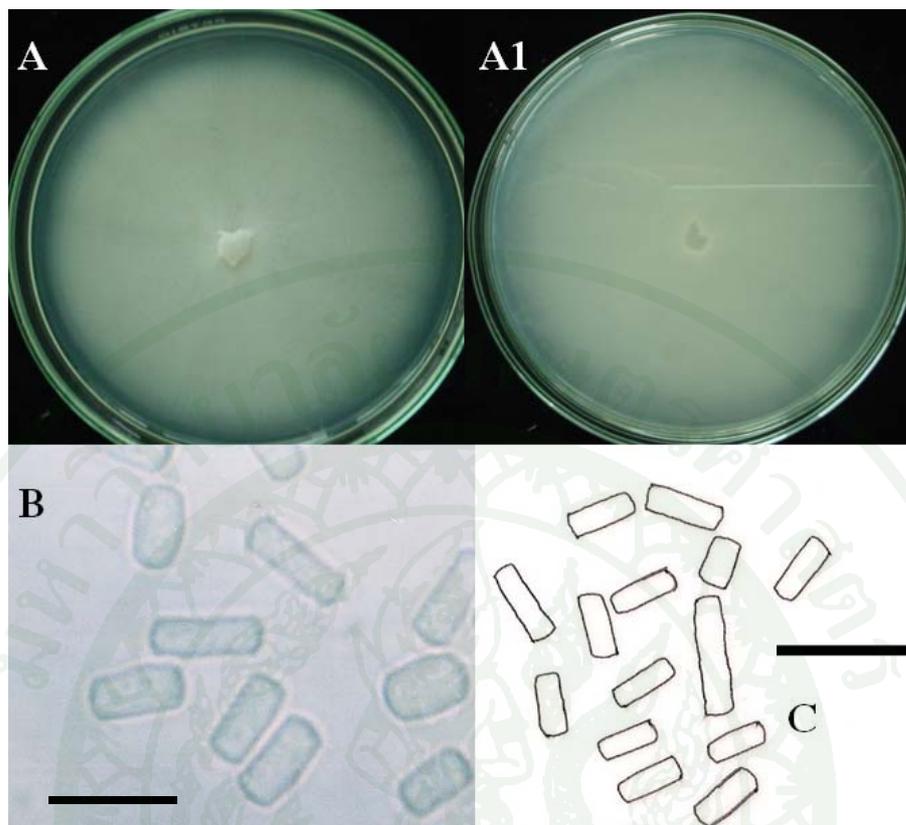
19. *Gongronella butleri* (Lendner) Peyronel & Dal Vesco

เส้นใยผนังบาง มีทั้งผิวเรียบและขรุขระ ไม่มีผนังกันตามขวาง (coenocytic hypha) ไม่มีสี (hyaline) เส้นผ่านศูนย์กลางเส้นใยขนาด 3.0-7.0 ไมโครเมตร ก้านชูอับสปอร์ (sporangiophore) ผิวเรียบ (grabrous) หรือขรุขระเล็กน้อย ผนังบาง มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5-5.0 ไมโครเมตร มีรอยคอดเล็กน้อยตรงจุดที่เกิดกระเปาะ (apophysis) ไม่แตกกิ่งก้าน ปลายก้านเกิดเป็นอับสปอร์ซึ่งเกิดบนกระเปาะ กระเปาะรูปร่างโค้งคล้ายถ้วยลึก (paraboroid) หรือขามหงาย (reverse convex) ผนังบางเรียบ มีขนาด 10.0-13.0×7.5-10.0 ไมโครเมตร อับสปอร์ (sporangium) กลมถึงรูปไข่กว้าง ผนังบางผิวเรียบ ด้านฐานของอับสปอร์มีส่วนของกระเปาะยื่นเข้ามา (columella) 1.0-8.0 ไมโครเมตร อับสปอร์มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 8.0-29.0×7.0-28.0 ไมโครเมตร ภายในอับสปอร์บรรจุสปอร์ (sporangiospore) รูปร่างกลมถึงกลมรี ผิวบาง เรียบ ไม่มีสี ขนาด 1.0-6.0×1.0-6.0 ไมโครเมตร มากมาย โคนิเดียบน PDA ราสร้างเส้นใยขาวฟู ขอบโคนิเดียเรียบ เส้นใยละเอียด ด้านล่างโคนิเดียขาวหรือขาวอมเหลืองอ่อน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเมื่อเชื้ออายุ 14 วันที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส ขนาด 5.0-5.5 เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 26 และ 27)

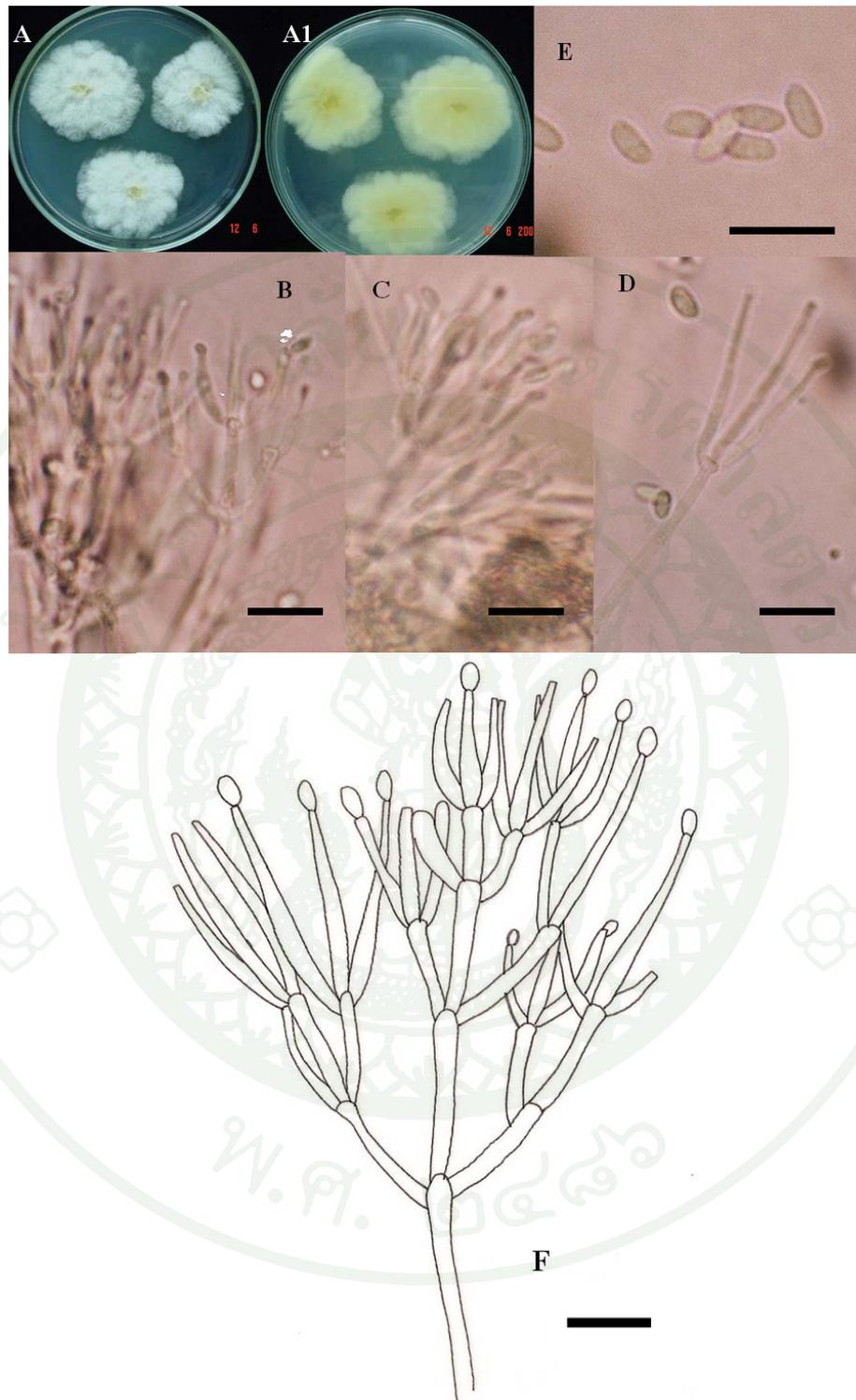
ลักษณะสำคัญที่ใช้จำแนก *Gongronella butleri* (Lendner) Peyronel & Dal Vesco ได้แก่ เส้นใยสีขาวและเจริญช้า ไม่มีโครงสร้างคล้ายราก บริเวณใต้อับสปอร์มีถ้วย (apophysis) ติดอยู่ อาจมีการแตกกิ่งก้านหลายชั้นบนก้านชูอับสปอร์ด้วย (Domsch *et al.*, 1993)



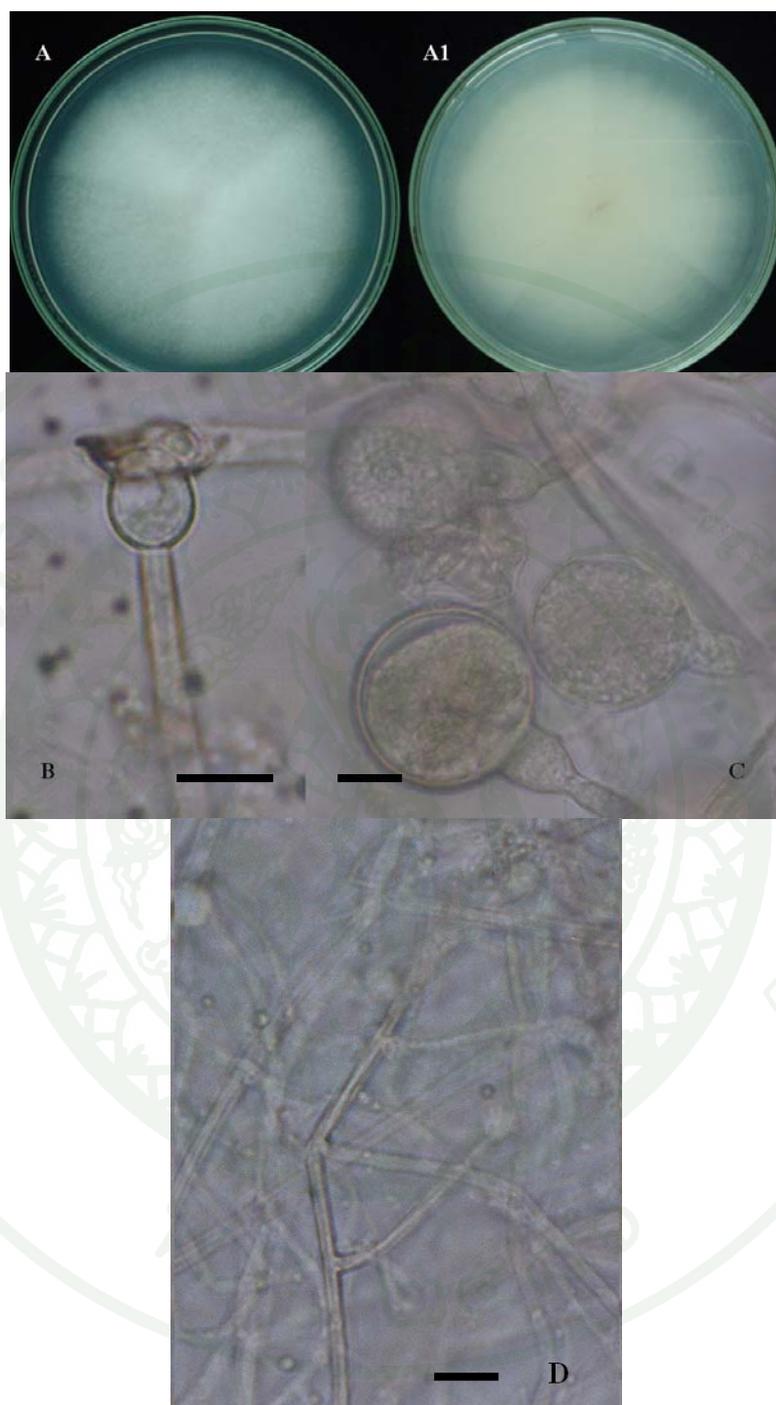
ภาพผนวกที่ 23 *Fusarium oxysporum* Schlecht. โคลนิต้านบนและล่างบน PDA (A, A1), macroconidia (B); bar=10 μm , microconidia (C); bar=10 μm , ภาพวาดจาก camera lucida ของ microconidia และ macroconidia (D, E); bar=10 μm



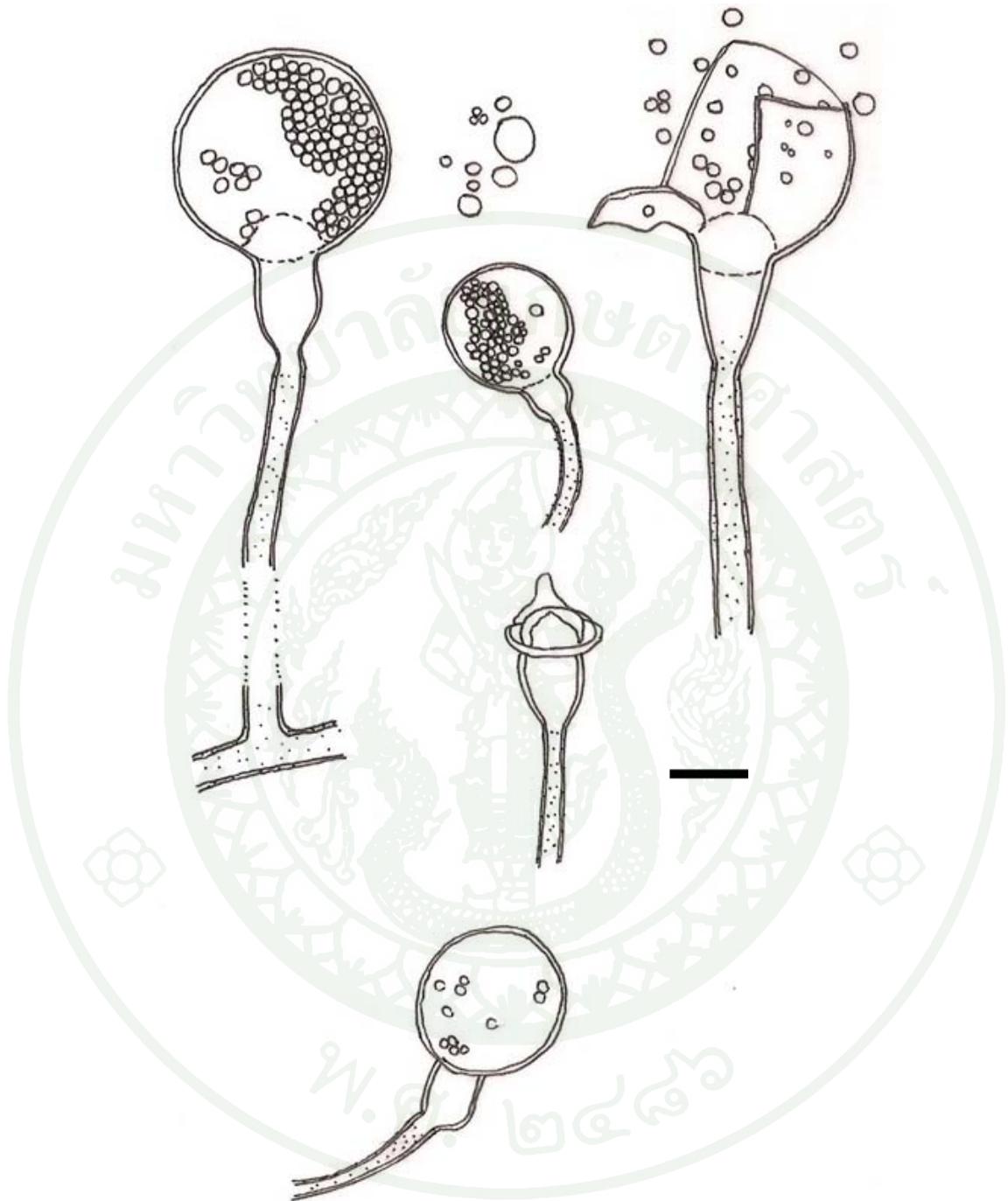
ภาพผนวกที่ 24 *Geotrichum* sp. โคลนีด้านบนและล่างบน PDA (A, A1), conidia (B); bar=10 μ m, conidia วาดจาก camera lucida (C); bar=10 μ m



ภาพผนวกที่ 25 *Gliocladium roseum* Bain โคลนินี้ด้านบนและล่างบน PDA (A, A1), phialide (B, C, D); bar=10 μm, conidia (E); bar=10 μm, conidiophore และ phialide วาดจาก camera lucida (F); bar=10 μm



ภาพผนวกที่ 26 *Gongronella butleri* (Lendner) Peyronel & Dal Vesco โคลนிட้านบนและล่างบน PDA (A, A1), sporangium ที่แตกแล้ว (B); bar=10 µm sporangium ที่ยังไม่แตก (C); bar=10 µm, การแตกกิ่งก้านของ sporangiophore (D); bar=20 µm



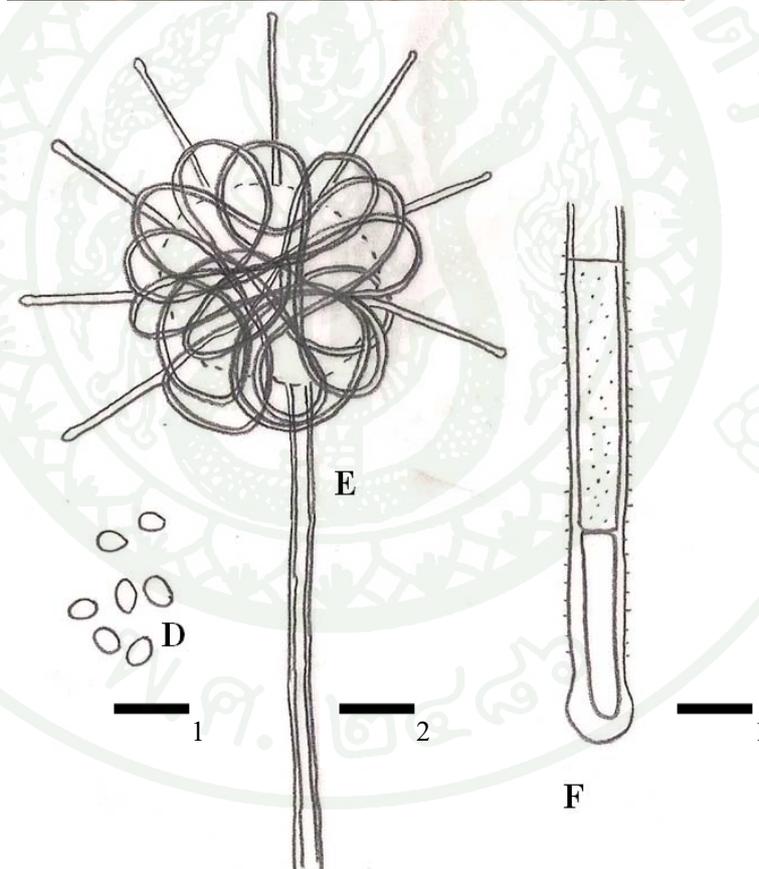
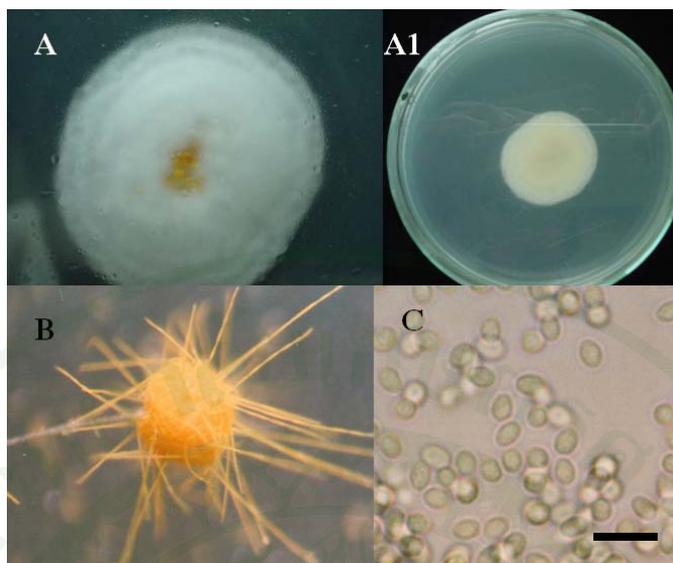
ภาพผนวกที่ 27 *Gongronella butleri* (Lendner) Peyronel & Dal Vesco วัตถุจำเพาะ camera lucida
(bar=10 μm)

20. *Heterocephalum* sp.

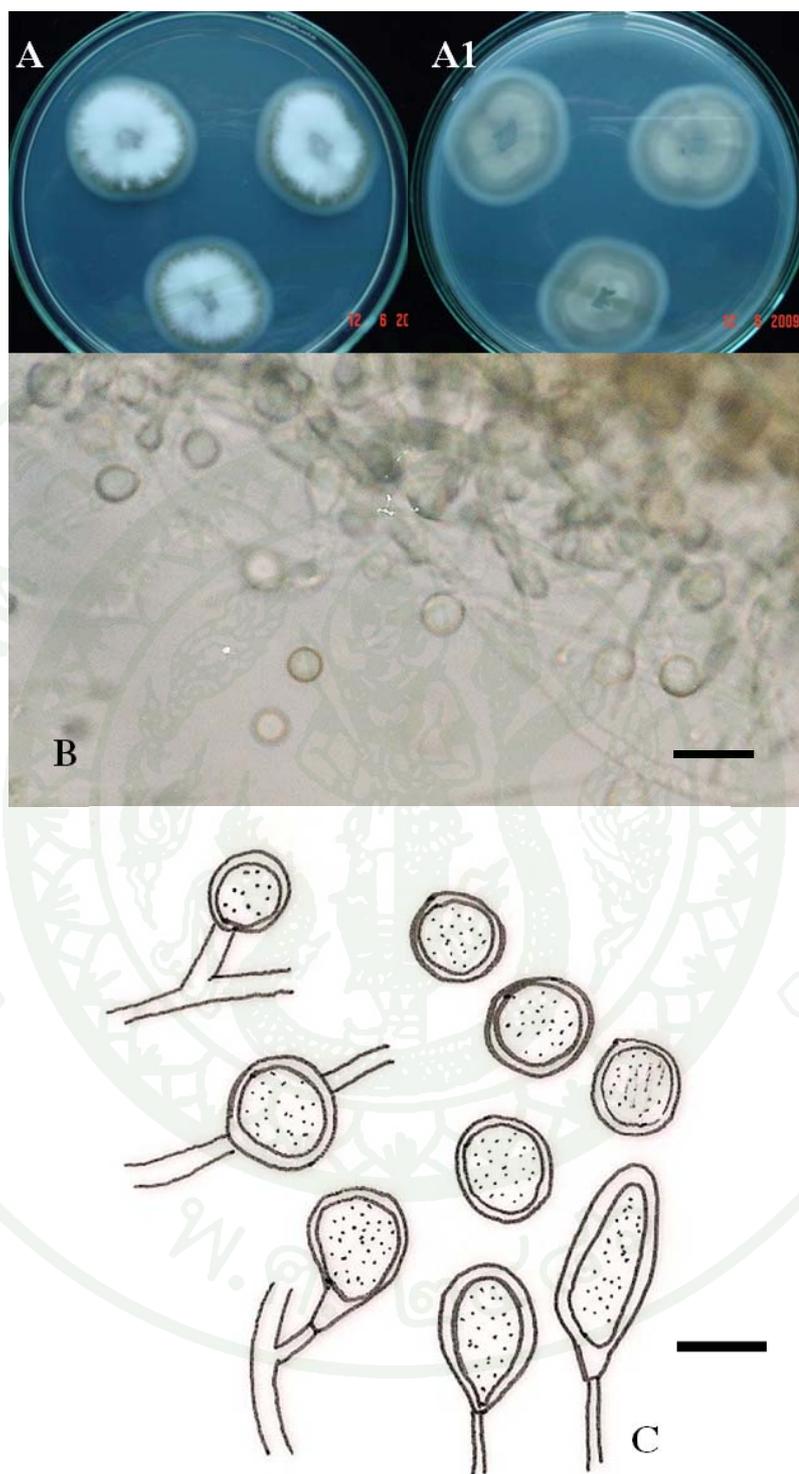
ราสร้างก้านชูโคนิเดียไม่มีสี ขนาดใหญ่ 10.0-13.0 ไมโครเมตร ผนังหนา 2.0 ไมโครเมตร ปลายก้านพองเป็นกระเปาะซึ่งมีเส้นใยสีเหลืองปกคลุมอยู่คล้ายลูกตะกร้อ มีเส้นใยเจริญออกมาจากกระเปาะในแนวรัศมีคล้ายลำแสงของดวงอาทิตย์ สีเหลืองผนังหนา มีหนาม ปลายเส้นใยพองออกเล็กน้อย มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 11.0-14.0 ไมโครเมตร ภายในเส้นใยที่สานกันปกคลุมนั้น มีโคนิเดียจำนวนมากอยู่ภายใน โคนิเดียรูปร่างกลมไข่ ผิวเรียบ ไม่มีสี ขนาด 3.0-4.0×2.5-3.0 ไมโครเมตรซึ่งโครงสร้างเหล่านี้ตรงกับคำอธิบายลักษณะราสกุล *Heterocephalum* Thaxter ของ Barron (1971) โคลนินบน PDA ราสร้างเส้นใยสีขาวฟูเล็กน้อย สร้าง conidial head ชัดเจนสีเหลืองสด ด้านล่าง โคลนินไม่มีสี เปลี่ยนสีอาหารเลี้ยงเชื้อเป็นสีเหลืองเล็กน้อย (ภาพผนวกที่ 28)

21. *Humicola fuscoatra* Traaen

ราสร้างสปอร์เดี่ยวสีเข้ม โดยตรงจากก้านชูสปอร์สั้นๆ ซึ่งเกิดบนเส้นใย สปอร์เดี่ยวมีขนาด 12.0-16.5×8.0-10.0 ไมโครเมตร สปอร์อาจรูปร่างกลมถึงยาวรี ซึ่งขนาดของสปอร์มีความใกล้เคียงกับสปอร์ของ *Humicola fuscoatra* Traaen ซึ่ง Domsch *et al.* (1993) ได้อธิบายไว้ในคู่มือ โคลนินบน PDA เส้นใยสีขาวฟู ขอบโคลนินสีเขียวเข้มและสีขาวอยู่บริเวณนอกที่สุด ขอบโคลนินเรียบ ด้านล่างของโคลนินเป็นวง วงในสีเหลืองซีด ต่อมาเป็นวงสีเขียวซีดอ่อน ไม่เปลี่ยนสีอาหาร เส้นผ่านศูนย์กลางโคลนินที่อุณหภูมิห้อง (26 องศาเซลเซียส) อายุ 7 วันมีขนาด 3.1-3.4 เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 29)



ภาพผนวกที่ 28 *Heterocephalum* sp. โคลนีดำนบนและล่างบน PDA (A, A1), conidial head (B), conidia (C); bar=10 μ m, ภาพวาด จาก camera lucida แสดง conidia, conidial head และส่วนปลายของรยางค์ที่ยื่นออกมาจาก conidial head (D, E, F); bar₁=10 μ m, bar₂=25 μ m



ภาพผนวกที่ 29 *Humicola fuscoatra* Traaen โคลนีด้านบนและล่างบน PDA (A, A1), conidia (B); bar=10 μ m, ภาพวาด conidiophore และ conidia จาก camera lucida (C); bar=10 μ m

22. *Leptographium* sp.

ราสร้างก้านชูโคนิเดียสีน้ำตาลรวมตัวกัน แดกกิ่งก้าน 1-2 กิ่ง ผิวเรียบสีน้ำตาลอ่อนขนาด 25.0-46.0×2.0-4.0 ไมโครเมตร ปลายก้านแตกออกเป็น phialide รูปทรงกระบอก ผิวเรียบ สีน้ำตาลอ่อน 3-4 อัน ขนาด 40.0-62.0×2.0-4.0 ไมโครเมตร โคนิเดียเกิดเป็นกลุ่มก้อนบน phialide รูปปร่างรี ไข่ ปลายแหลม โคนโคนิเดียตัด (truncate) สีน้ำตาลอ่อน ผิวเรียบ ผนังบาง ขนาด 12.0-17.0×5.0-8.0 ไมโครเมตร โคโลนีบน PDA สีขาวอมเหลืองอ่อน เชื้อมีการเจริญเป็นแนวเส้นรัศมีจากจุดศูนย์กลาง มีผงสีขาวอยู่ที่ผิวของโคโลนี ด้านล่างของโคโลนีสีขาวอมเหลือง กลางโคโลนีสีน้ำตาลแดง มีเส้นใยหนาคลายรากไม้สีน้ำตาลเข้มแทรกอยู่ สีอาหารเปลี่ยนเป็นสีเหลืองอ่อน เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนี เมื่อเชื้ออายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส มีขนาด 3.4-3.5 เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 30 และ 31)

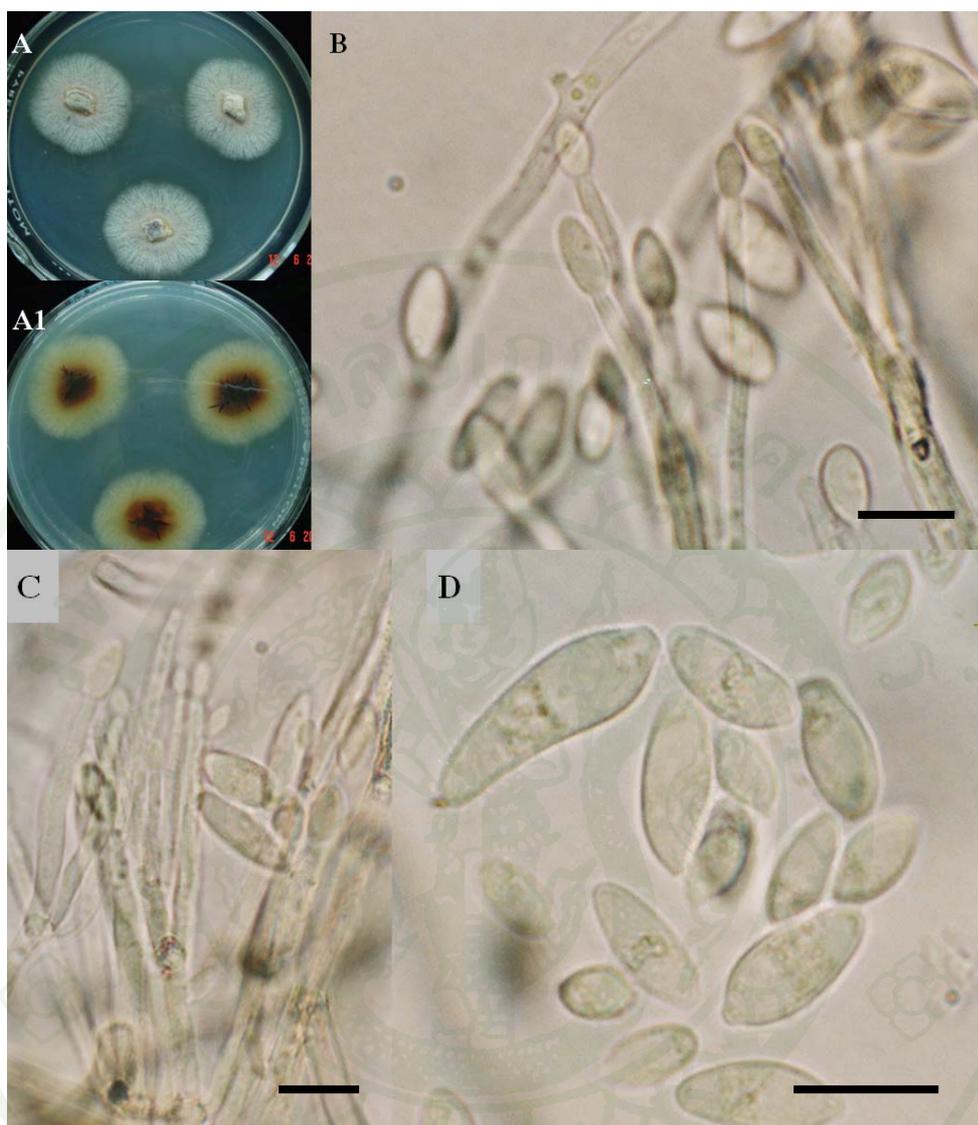
ลักษณะสำคัญที่ใช้จำแนกราสกุล *Leptographium* Lagerberg & Melin ได้แก่ ก้านชูโคนิเดียสีน้ำตาล แดกแขนงแบบ penicillate โคนิเดียปลายด้านหนึ่งตัด เป็นแบบ annellospore รวมตัวกันเป็นกลุ่มก้อน (Barron, 1972; Barnett and Hunter, 1998)

26. *Mariannaea elegans* (Corda) Samson

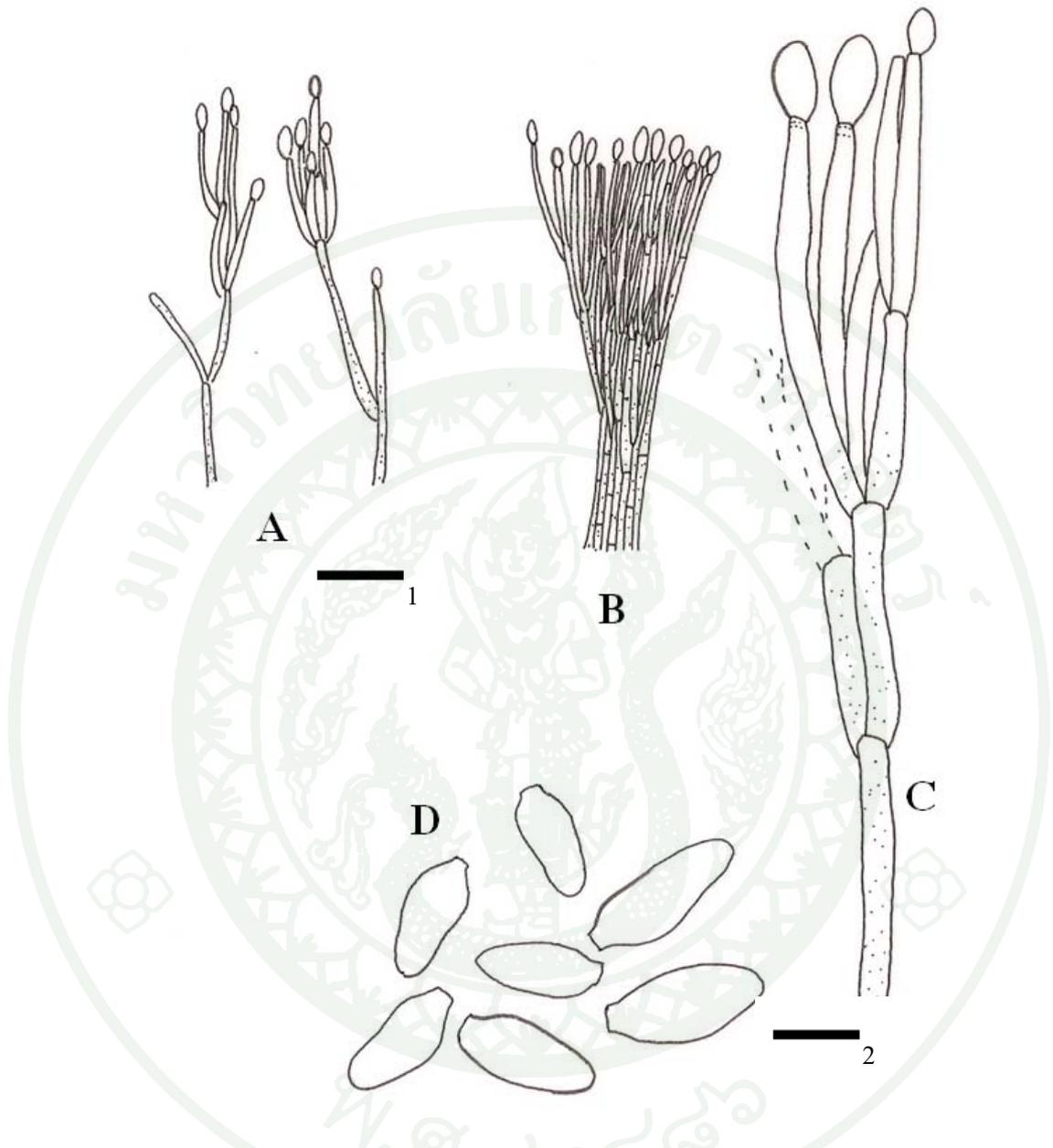
เส้นใยผนังบาง เรียบ มีผนังกันตามขวาง มีเส้นใยโป่งพองเจริญปะปนอยู่กับเส้นใยปกติ ก้านชูโคนิเดียผนังบาง ผิวเรียบ โป่งพองออกตรงจุดที่เกิด phialide ซึ่งเกิดที่ปลายก้านชูโคนิเดียและรอบข้อต่อแรกของเส้นใยนับจากปลายเส้นใย phialide ผิวเรียบ ผนังบาง ไม่มีสี เกิด 2-6 อัน รูปปร่างคล้ายแจกันทรงสูงค่อยๆ เรียวจากโคนไปยังปลาย ขนาด 11.0-22.0×3.0-4.0 ไมโครเมตร โคนิเดียรูปรี ผิวเรียบ ไม่มีสี ขนาด 5.0-11.0×2.5-5.0 ไมโครเมตร เรียงต่อกันโดยโคนโคนิเดียติดกัน (ภาพผนวกที่ 32 B และภาพผนวกที่ 33)

โคโลนีบน MEA สีขาวครีม ตรงกลางโคโลนีฟูชัดเจน มีรอยย่นในแนวขวางและแนวรัศมี ด้านล่างโคโลนีสีน้ำตาลอ่อน มีรอยแยกของวุ้นเล็กน้อย เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเมื่อเชื้ออายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส เท่ากับ 5.8-6.5 เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 32 A, A1)

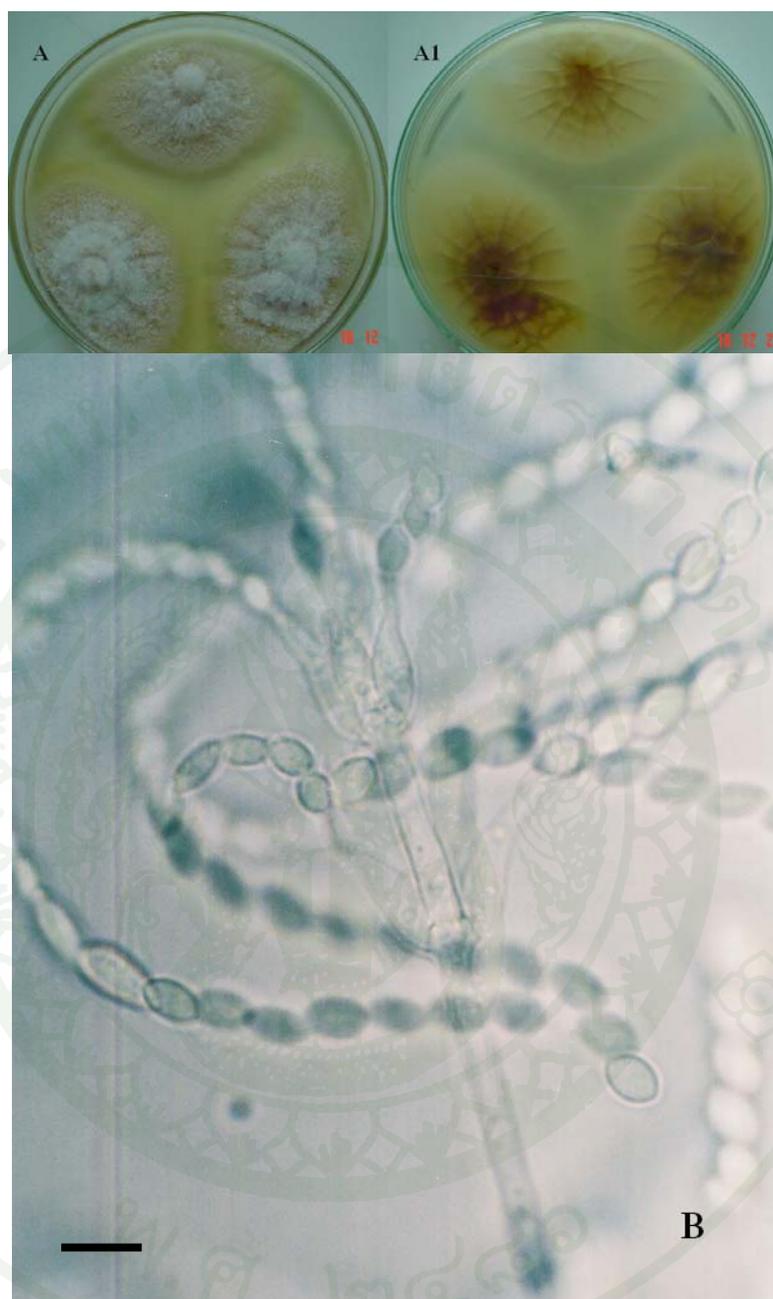
ลักษณะสำคัญที่ใช้จำแนกราสกุล *Mariannaea elegans* (Corda) Samson ได้แก่ ก้านชูโคนิเดียที่มีการพัฒนาอย่างดี แดกแขนง phialide รูปปร่างคล้ายแจกันเรียวจากโคนไปยังปลายเกิดบริเวณปลายก้านชูโคนิเดีย โคนิเดียต่อกันเป็นสายโซ่โดยที่โคนิเดียติดกันตรงโคน รูปปร่างกระสวย หรือลูกรักบี้ อีกทั้งการเจริญบน MEA มีเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีใกล้เคียงกับคู่มือ (Domsch *et al.*, 1993)



ภาพผนวกที่ 30 *Leptographium* sp. โคลนินี้ด้านบนและล่างบน PDA (A, A1), phialide และ conidia (B, C); bar=10 μ m, conidia (D); bar=10 μ m



ภาพผนวกที่ 31 ภาพวาด *Leptographium* sp. จาก camera lucida ลักษณะ conidiophore (A, B);
 $bar_1=25 \mu m$, conidiophore, phialide และ conidia (C, D); $bar_2=10 \mu m$



ภาพผนวกที่ 32 *Mariannaea elegans* (Corda) Samson โคลนிட้านบนและล่างบน MEA (A, A1), conidiophore, phialide และ conidia (B); bar=10 μ m



ภาพผนวกที่ 33 ภาพวาด *Mariannaea elegans* (Corda) Samson จาก camera lucida (bar=10 μ m)

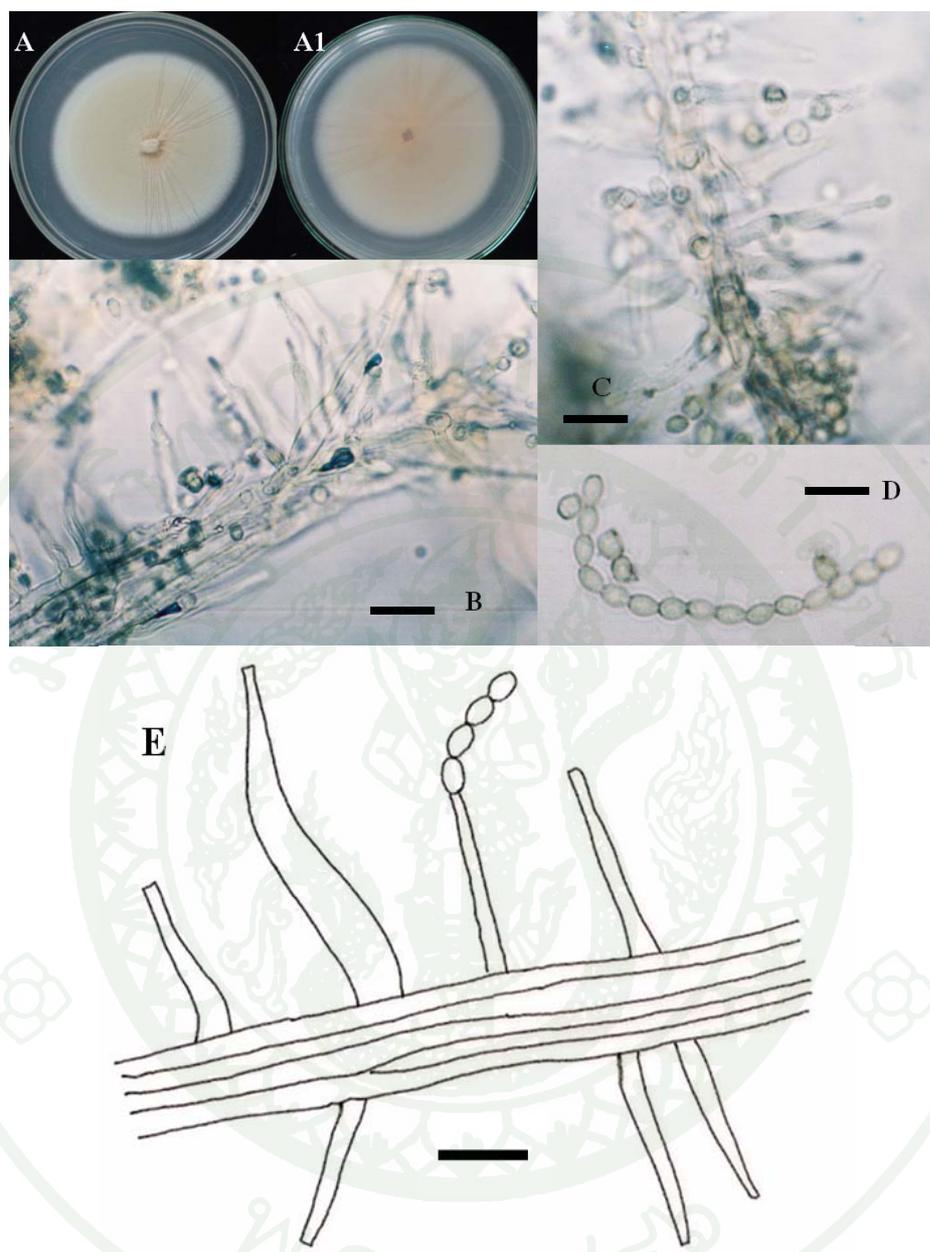
23. *Monocillium* sp.

โคโลนีสบน PDA มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6.0-6.5 เซนติเมตร เมื่อเชื้ออายุ 14 วัน ที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส โคโลนีสีเหลืองผิวเรียบสาก phialide ทรงกระบอกเรียวยาวจากโคนไปยังปลาย ผนังเรียบ ไม่มีสี บาง phialide แตกกิ่งก้าน 1 ก้าน เป็น phialide ได้อีก ขนาด 20.0-40.0×2.5-6.0 ไมโครเมตร conidium รูปทรงรี ผนังเรียบ เซลล์เดี่ยว ไม่มีสี เรียงต่อกันเป็นสายโซ่ ขนาด 4.0-5.0×3.0-3.5 ไมโครเมตร (ภาพผนวกที่ 34)

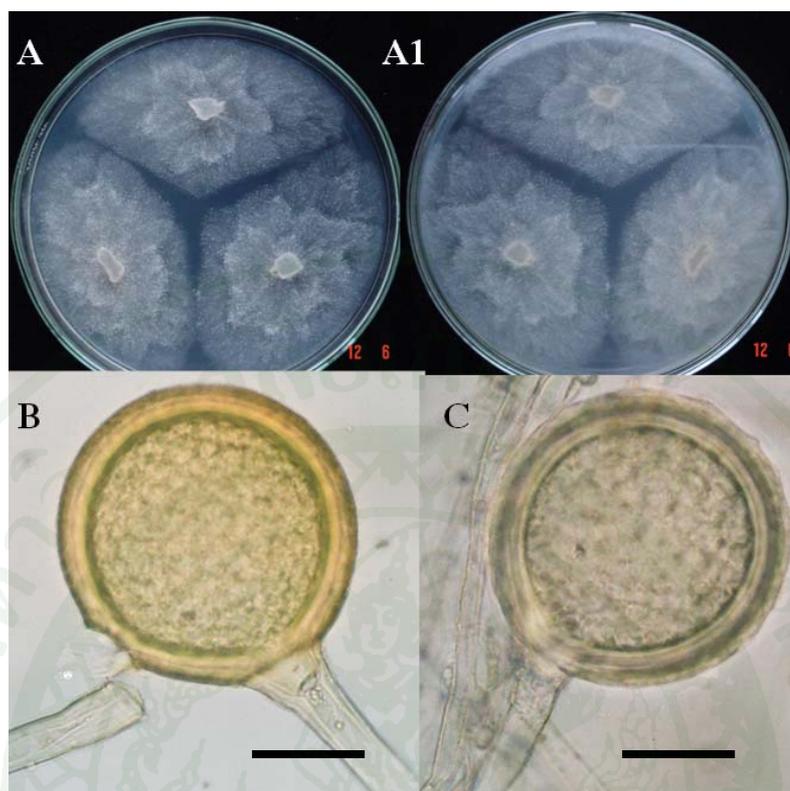
ลักษณะที่ใช้จำแนกรายในสกุล *Monocillium* Saksena คือ ก้านชูโคนิเดียทำหน้าที่เป็น phialide ให้กำเนิดโคนิเดีย 1 เซลล์ ไม่มีสี รูปร่างไขถึงรี ผิวเรียบ เรียงต่อกันเป็นสายโซ่ *Monocillium* สามารถแยกได้ทั่วไปในดิน ซึ่งมีความใกล้เคียงกับราที่แยกได้นี้ (Barnett and Hunter, 1998)

24. *Mortierella parvispora* Linnem.

โคโลนีสบน PDA สีขาวหม่นค่อนข้างใส เชื้อมีการเจริญเป็นแนวคล้ายกลีบดอกไม้ มีจุดสีขาวอมเหลืองอ่อนเล็กๆ กระจุกกระจายทั่วโคโลนี ด้านล่างของโคโลนีสีขาว ไม่เปลี่ยนสีอาหาร เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีที่อุณหภูมิห้อง (26 องศาเซลเซียส) อายุ 7 วันมีขนาด 6.8-7.0 เซนติเมตร ก้านชูอับสปอร์เรียบไม่มีสี แตกแขนงบริเวณปลายก้าน เชื้อสร้างอับสปอร์ (sporangium) ที่ปลายก้านชูอับสปอร์ ซึ่งมีการแตกแขนงบริเวณปลายก้าน สีเหลืองทอง ผิวเรียบ ทรงกลมขนาด 92.5-200.0×90.0-190.0 ไมโครเมตร ผนังหนา 5.0-17.0 ไมโครเมตร ไม่มี columella ภายในบรรจุสปอร์จำนวนมาก สปอร์ทรงกลมถึงเกือบกลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 3.0-4.0 ไมโครเมตร (ภาพผนวกที่ 35) ซึ่งลักษณะที่กล่าวมาใกล้เคียงกับ Domsch *et al.* (1993) ได้อธิบายในคู่มือ



ภาพผนวกที่ 34 *Monocillium* sp. โคลนிட้านบนและล่างบน PDA (A, A1), phialide และการรวมกลุ่มของเส้นใย (B, C); bar=10 μm, conidia (D) ภาพวาดจาก camera lucida (E); bar=10 μm



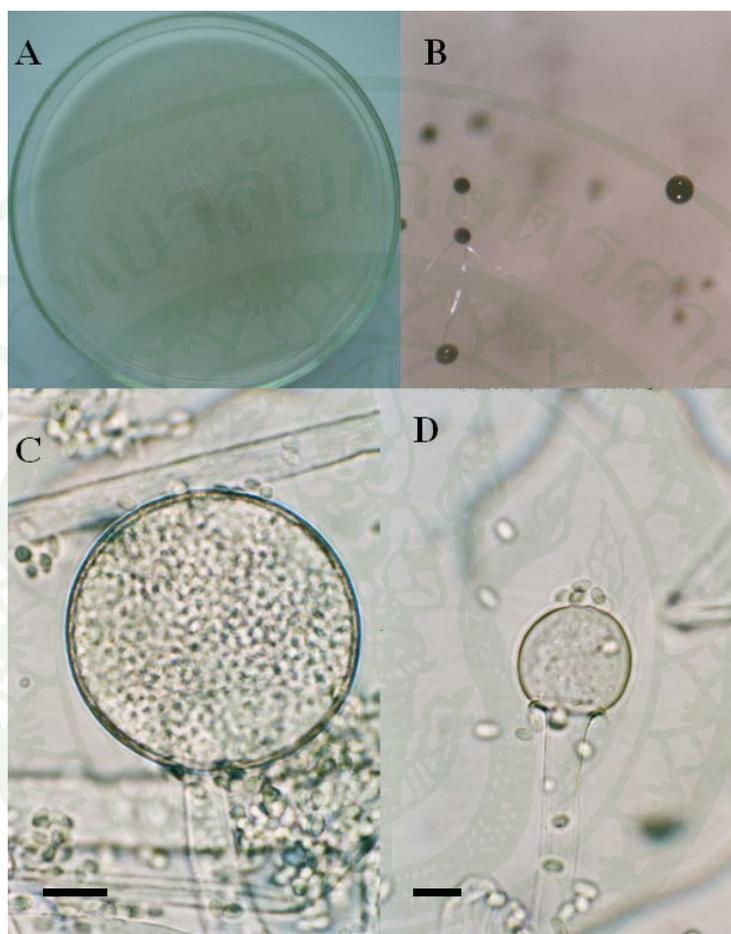
ภาพผนวกที่ 35 *Mortierella parvispora* Linnem. โคลนிட้านบนและล่างบน PDA (A, A1), sporangium (B, C); bar=50 μ m

57. *Mucor* sp.

ราสร้างเส้นใยที่ไม่มีผนังกันตามขวางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7.5-15.0 ไมโครเมตร ก้านชูอับสปอร์สีน้ำตาลอ่อน ผิวเรียบ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 8.0-12.0 ไมโครเมตร ก้านชูอับสปอร์เกิดบนเส้นใยอากาศ (aerial mycelium) หรือไหล (stolon) ปลายก้านสร้างอับสปอร์ทรงกลมขนาด 27.5-50.0 ไมโครเมตร ภายในบรรจุสปอร์ รูปร่างรี ไม่มีสี ผิวเรียบ ขนาด 3.75-5.0 \times 2.5 ไมโครเมตร เมื่ออับสปอร์แตกออกเหลือเพียง columella ทรงกลมติดอยู่กับก้านชูอับสปอร์ ขนาดของ columella ขนาด 15.0-25.0 ไมโครเมตร โคลนบน PDA เจริญเต็มจานเลี้ยงเชื้อภายใน 5 วัน เส้นใยสีขาว อับสปอร์สีดำเกิดทั่วไปบนผิวโคโลนี ด้านหลังโคโลนีไม่มีสี และไม่เปลี่ยนสีอาหารเลี้ยงเชื้อ (ภาพผนวกที่ 36)

ลักษณะสำคัญที่ใช้จำแนกราสกุล *Mucor* Mich. ex St.-Am. ตามคู่มือของ Domsch *et al.* (1993) ได้แก่ การที่ก้านชูสปอร์เกิดอย่างหนาแน่นบนผิวอาหาร ระยะแรกอับสปอร์สีเหลืองน้ำตาล

และค่อยๆ เปลี่ยนเป็นสีเข้มเมื่ออายุมากขึ้น ก้านชูอับสปอร์แตกกิ่งก้านบ้างเล็กน้อย สปอร์รูปร่างรี columella รูปร่างคงที่เมื่ออับสปอร์แตกออก



ภาพผนวกที่ 36 *Mucor* sp. โคลนีบน PDA (A), sporangium บน PDA (B), sporangium (C); bar=10 μ m; collumella (D); bar=10 μ m

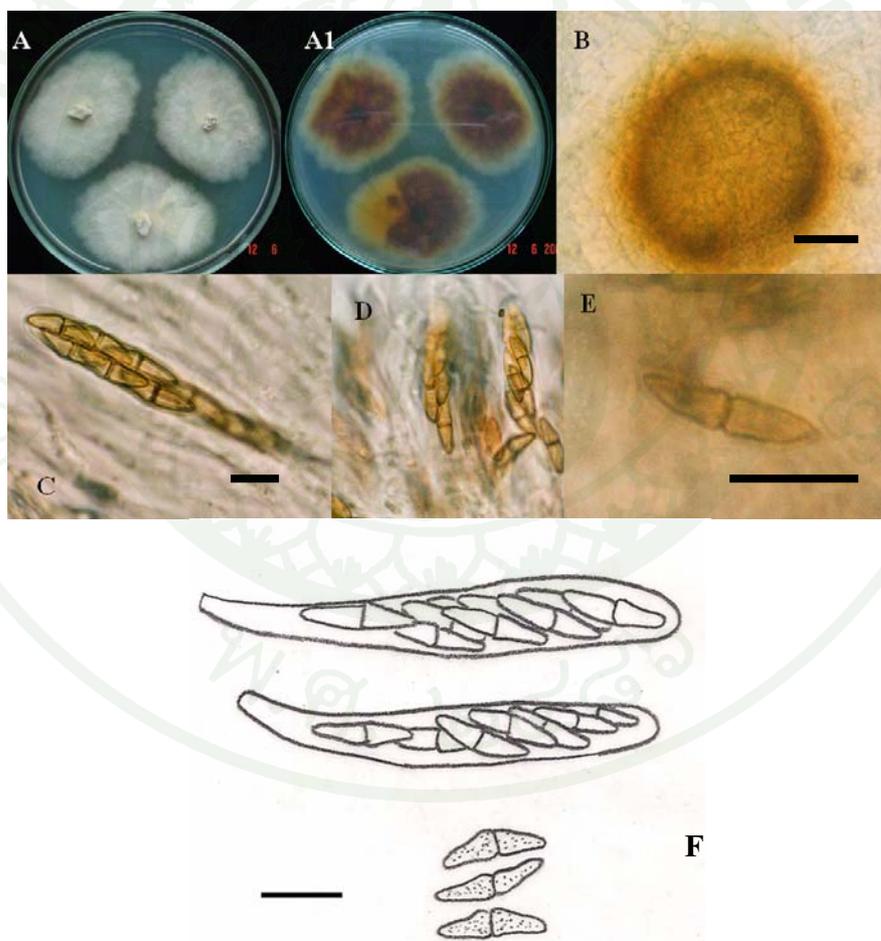
25. *Nectria* sp.

ราสร้าง cleistothecium ทรงกลม สีเหลืองทอง ผิวของ cleistothecium เป็นเซลล์หลายเซลล์ ประกอบกัน ขนาดของ cleistothecium เท่ากับ 160.0-400.0×140.0-340.0 ไมโครเมตร ภายในบรรจุ asci หลายอัน รูปร่างกระบอก ผันบาง ไม่มีสี ขนาด 63.0-80.0×9.0-10.0 ไมโครเมตร ภายใน asci แต่ละอัน บรรจุ ascospore 8 อัน รูปร่างหัวท้ายแหลม มี 2 เซลล์ สีน้ำตาล เรียงซ้อนกัน 2 แถวใน

asci ขนาดของ ascospore เท่ากับ $12.0-15.0 \times 3.0-4.0$ ไมโครเมตร (ภาพผนวกที่ 36 B, C, D, E และ ภาพผนวกที่ 37)

โคโลนียบน PDA สีน้ำตาลอ่อน ผิวโคโลนีด้าน พุคคล้ายกำมะหยี่ ขอบโคโลนีเป็นคลื่น เล็กน้อย ด้านล่างของโคโลนีสีน้ำตาลแดงไม่สม่ำเสมอ ขอบโคโลนีสีเหลืองส้ม เปลี่ยนสีอาหารเป็น สีส้มอ่อน เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเมื่อเชื้ออายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส เท่ากับ $4.8-5.0$ เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 37 A, A1)

ลักษณะสำคัญที่ใช้จำแนก *Nectria* (Fr.) Fr. ตาม Hanlin (1992) ได้แก่ ascoma สีส้ม เกิดบน ผิวของ substrate ผนังเป็นแบบ pseudoparenchyma ภายในบรรจุ asci ผนังบางชั้นเดียว ผนังไม่ หนาแน่น ascospore มี 8 อัน แต่ละอันมี 2 เซลล์ สีน้ำตาล



ภาพผนวกที่ 37 *Nectria* sp. โคโลนีด้านบนและล่างบน PDA (A, A1), ascomata; bar=50 μm (B), asci (C, D); bar=10 μm , ascospore (E); bar=10 μm ภาพวาดจาก camera lucida (F); bar=10 μm

27. *Penicillium adametzi* Zaleski

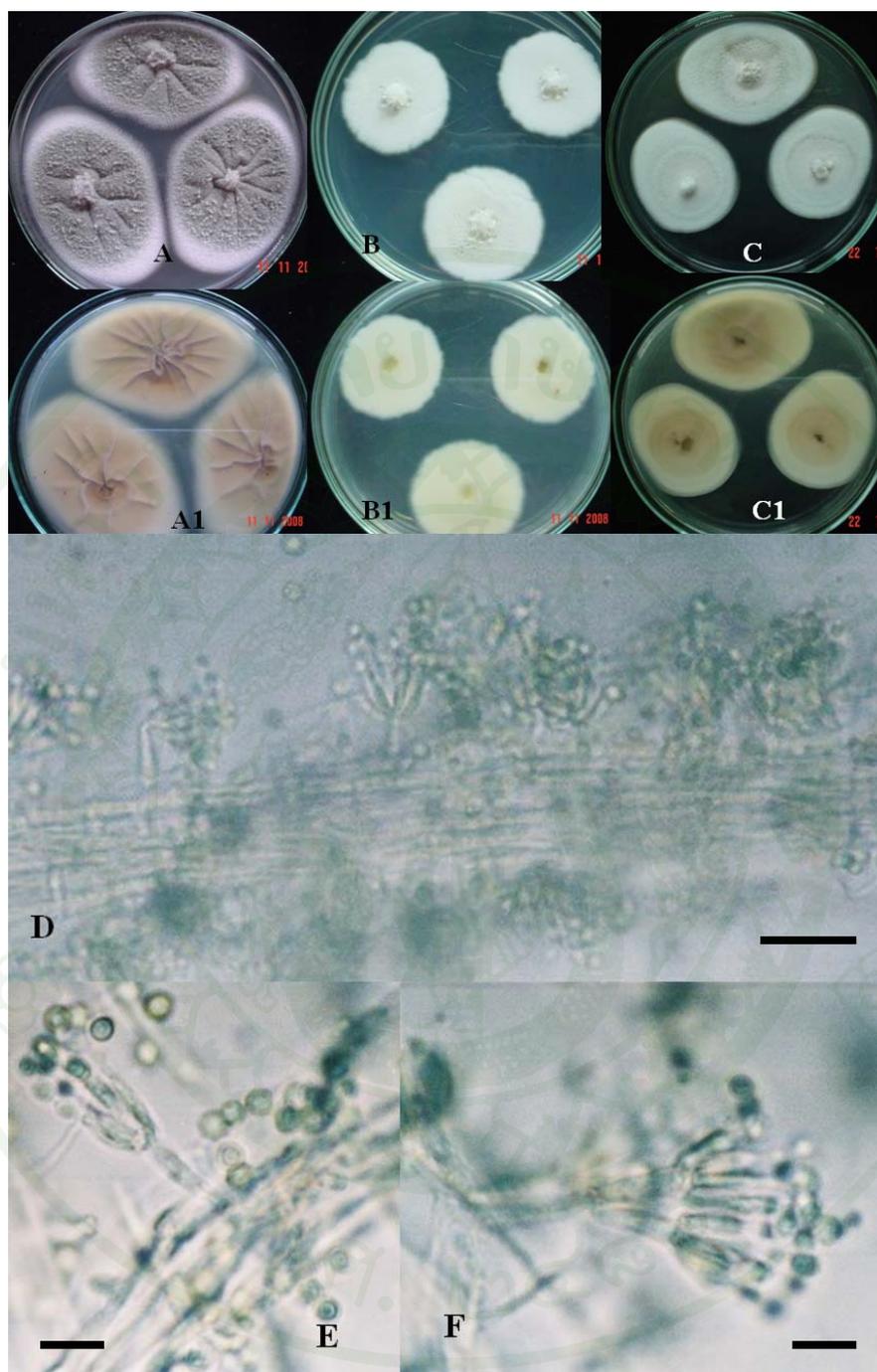
เส้นใยผนังบาง เรียบ มีผนังกันตามขวาง (septum) รวมตัวกันเป็นมัด (hyphal rope) ขนาดกว้าง 10.0-22.0 ไมโครเมตร ก้านชูโคนิเดียม (conidiophore) ผิวเรียบ (gabrous) มีความยาวประมาณ 13.0-40.0 ไมโครเมตร เกิดขึ้นโดยตรงจากมัดของเส้นใย (hyphal rope) สร้างชั้น sterigma แบบ uniseriate ปลายก้านแตกออกเป็น phialide รูปร่างคล้ายขวดผอมยาว ผิวเรียบ phialide มีขนาด 7.0-12.0×2.0-3.0 ไมโครเมตร โดยมีส่วนคอของ phialide ยาว 1.0-3.0 ไมโครเมตร บางอันอาจเห็นคอของ phialide ไม่ชัดเจน จำนวน phialide ต่อก้านชูโคนิเดียมเท่ากับ 4-8 อัน โคนิเดียม (conidia) รูปร่างกลม (globose) รี (ellipsoid) ผิวสเปอร์หยาบละเอียด ผนังบาง สีเขียว เรียงต่อกันเป็นสายโซ่ ขนาดของโคนิเดียม 3.0-4.0×2.5-3.0 ไมโครเมตร (ภาพผนวกที่ 38 D, E, F และภาพผนวกที่ 39)

โคโลนียบน MEA ราชสร้างเส้นใยสีเขียว บริเวณกลางโคโลนีสีเขียวเข้มมีรอยย่นของโคโลนีในแนวรัศมี โดยรอบจุดศูนย์กลางของโคโลนีเป็นเส้นใยสีขาวผิวฟูคล้ายผ้าเป็นขุย ด้านล่างโคโลนีสีเหลืองอ่อน มีรอยย่นของโคโลนีปรากฏให้เห็น เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเมื่อเชื้ออายุ 14 วัน ที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส เท่ากับ 6.2-6.3 เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 38 A, A1)

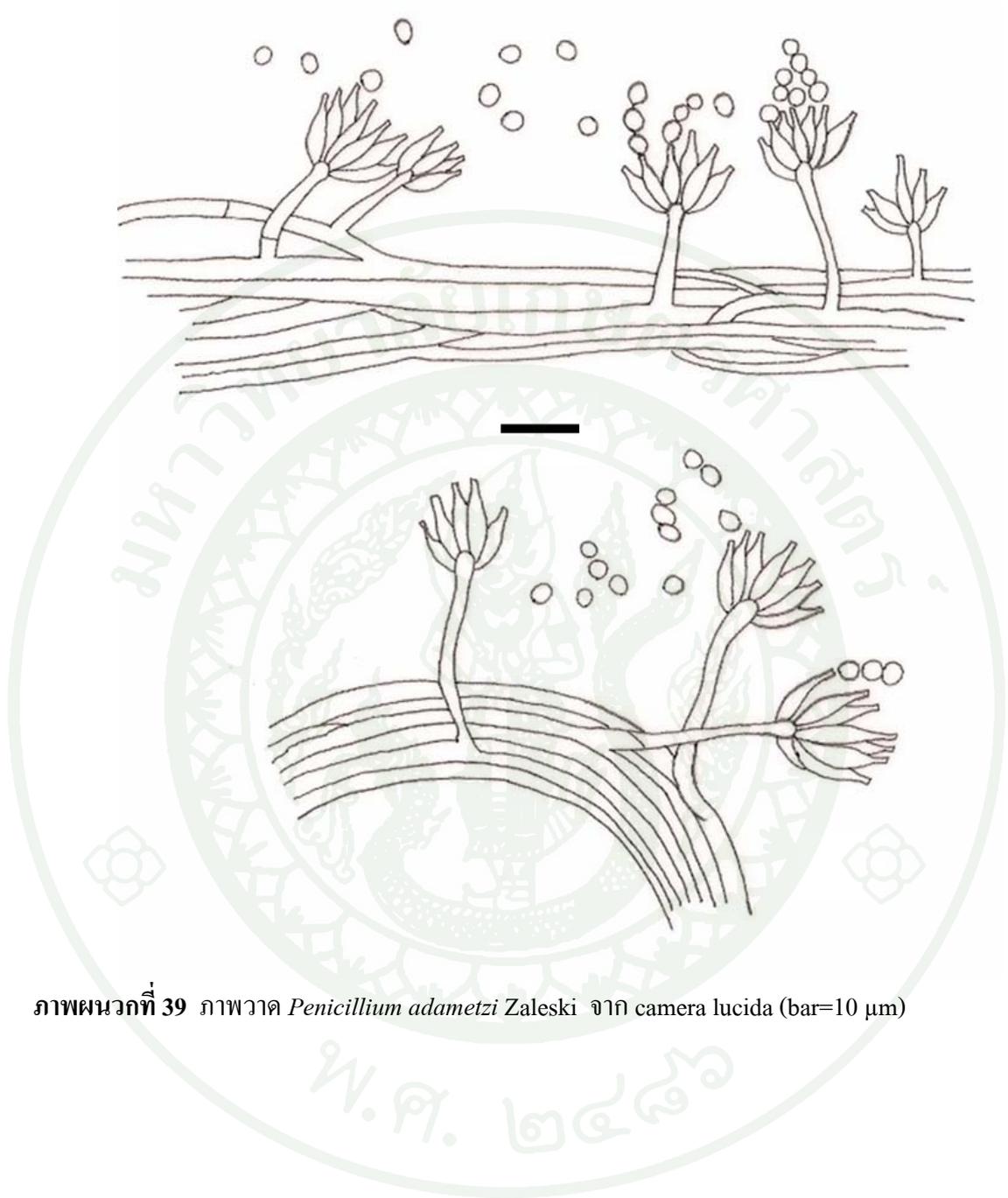
โคโลนียบน CZA เส้นใยขาวเรียบ ไม่สร้างโคนิเดียม ด้านล่างโคโลนีสีขาว เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเมื่อเชื้ออายุ 14 วัน ที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส เท่ากับ 3.4-3.7 เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 38 B, B1)

โคโลนียบน CYA เส้นใยขาวเรียบ ไม่สร้างโคนิเดียม ด้านล่างโคโลนีสีขาว เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเมื่อเชื้ออายุ 14 วัน ที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส เท่ากับ 4.1-4.9 เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 38 C, C1)

ลักษณะสำคัญที่ใช้จำแนก *Penicillium adametzi* Zaleski ตาม Raper and Thom (1968) ได้แก่ ชั้นของ sterigma แบบ monovercillate ไม่แตกกิ่งก้าน ไม่สร้าง sclerotium หรือ ascomata โคโลนียบน MEA มีรอยย่นในแนวรัศมี สร้างเส้นใยมัดรวมกันคล้ายเชือก ซึ่งเป็นลักษณะที่แตกต่างจาก *Penicillium terlikowskii* Zaleski ซึ่งโคโลนียบน MEA ผิวเรียบ ทั้งสองชนิดถูกจัดให้อยู่ใน *Penicillium adametzi* series นอกจากนี้ *Penicillium adametzi* Zaleski ยังมีลักษณะของเส้นใยที่มัดรวมกันเป็นพอนคล้ายเชือกที่ชัดเจน รวมทั้งขนาดของ phialide และ โคนิเดียมที่มีรูปร่างและขนาดใกล้เคียงกับเชื้อที่แยกได้



ภาพผนวกที่ 38 *Penicillium adametzi* Zaleski โคลนนี้ดำนบนและล่างบน MEA (A, A1), CZA (B, B1) และ CYA (C, C1), การรวมตัวกันของเส้นใย (D); bar=20 μm , phialide และ conidia (E, F); bar=10 μm



ภาพผนวกที่ 39 ภาพวาด *Penicillium admetzi* Zaleski จาก camera lucida (bar=10 μ m)

28. *Penicillium ochro-chloron* Biourge

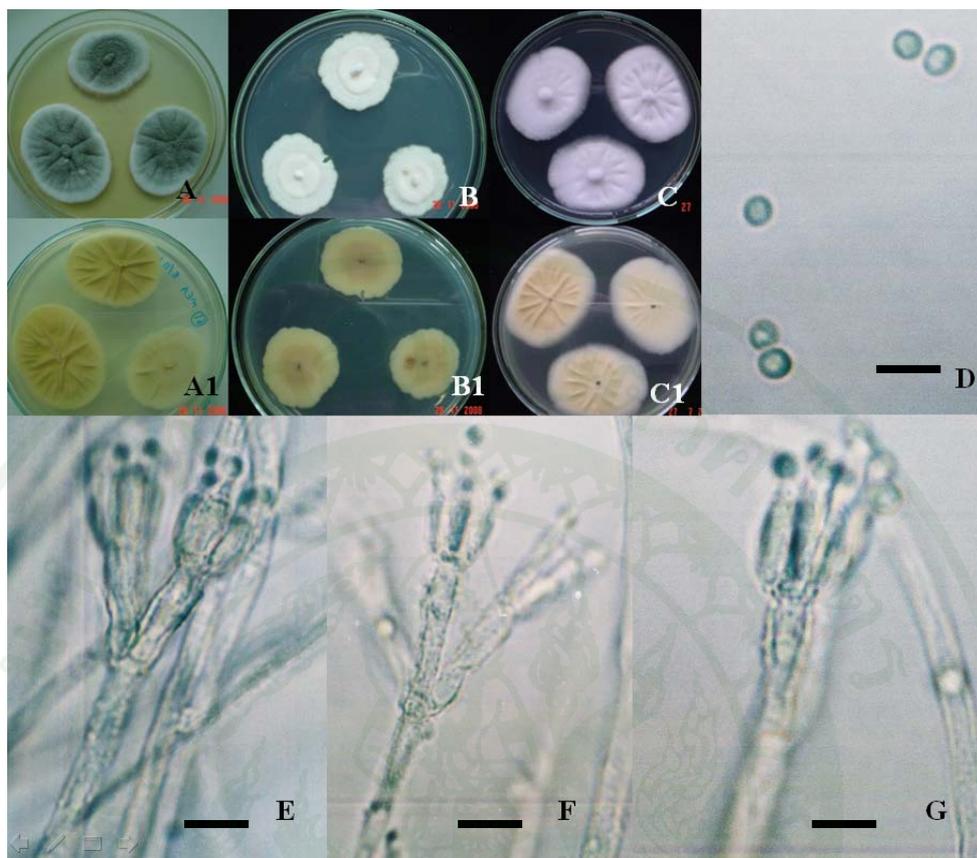
เส้นใยผนังบาง เรียบ มีผนังกันตามขวาง (septum) เส้นผ่านศูนย์กลางเส้นใยขนาด 2.0-5.5 ไมโครเมตร ก้านชูโคนิเดียม (conidiophore) ผิวขรุขระ (verruculose) แตกกิ่งก้าน 2-3 กิ่ง ผิวขรุขระ สร้างชั้น sterigma แบบ uniseriate ปลายก้านแต่ละก้าน phialide รูปร่างคล้ายขวดหรือพินโบว์ลิง ผิวเรียบ ซึ่งมีขนาด 9.0-14.0×2.0-4.0 ไมโครเมตร โดยมีส่วนคอของ phialide ยาว 2.0-3.0 ไมโครเมตร โคนิเดียม (conidia) รูปร่างกลม รูปหยดน้ำกว้าง (broadly pyriform) รูปร่างมะนาว (lemon shaped) ผิวสเปอร์ขรุขระ (verruculose) สเปอร์มีสีเขียวอ่อน เรียงต่อกันเป็นสายโซ่ ขนาดของโคนิเดียม 4.0-5.0×3.0-4.0 ไมโครเมตร (ภาพผนวกที่ 40 D, E, F, G และภาพผนวกที่ 41)

โคโลนินบน MEA สีเขียวซีด ขอบโคโลนีสีขาว เส้นใยฟูเล็กน้อย มีริ้วตามแนวรัศมี ขอบโคโลนีเรียบ ด้านหลังโคโลนีสีเหลืองซีด มีริ้วตามแนวรัศมี เส้นผ่านศูนย์กลางเมื่อเชื้ออายุ 14 วัน ที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส เท่ากับ 3.7-4.5 เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 40 A, A1)

โคโลนินบน CYA ขาวฟู คล้ายกำมะหยี่ ผิวหน่าย่นในแนวรัศมี ด้านล่างโคโลนี สีเหลืองอ่อนมีรอยย่นตามแนวรัศมี ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเมื่อเชื้ออายุ 14 วัน ที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส เท่ากับ 4.6-4.7 เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 40 B, B1)

โคโลนินบน CZA สีขาวละเอียด ไม่สร้างโคนิเดียม ขอบโคโลนีเรียบ ด้านล่างโคโลนีสีเหลืองอ่อน เส้นผ่านศูนย์กลางเมื่อเชื้ออายุ 14 วัน ที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส เท่ากับ 1.5-1.7 เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 40 C, C1)

ลักษณะสำคัญที่ใช้จำแนก *Penicillium ochro-chloron* Biourge ตามคู่มือของ Raper and Thom (1968) ได้แก่ การแตกกิ่งก้านผิวขรุขระที่ปลายก้านชูโคนิเดียมแบบรอบข้อ (verticillate) ซึ่งเป็นลักษณะของ section Asymmetrica-Divericata ความยาวของกิ่งอยู่ในช่วง 10.0-20.0 ไมโครเมตร phialide ผิวเรียบขนาด 7.5-8.5 ไมโครเมตร โดยเรียวยาวที่ปลายอย่างทันทีทันใดเป็นส่วนคอของ phialide รูปร่างคล้ายท่อ โคนิเดียมรูปร่างรี หรือเป็นหยดน้ำ มีปลายด้านหนึ่งแหลม (apiculate)



ภาพผนวกที่ 40 *Penicillium ochro-chloron* Biourge โคลนிட้านบนและล่างบน MEA (A, A1), CZA (B, B1) และ CYA (C, C1), conidia (D); bar=10 μ m, conidiophore, phialide และ conidia (E, F, G); bar=10 μ m

29. *Penicillium oxalicum* Currie & Thom

เส้นใยผนังบาง เรียบ มีผนังกันตามขวาง (septum) ก้านชูโคนิเดียม (conidiophore) ผิวเรียบ แตกกิ่งก้าน 1-2 กิ่ง ชั้นของ sterigma เป็นแบบ uniseriate ปลายก้านชูโคนิเดียมมี phialide รูปร่างคล้ายขวดแจกัน ผิวเรียบ มีขนาด 16.0-25.0×4.0-5.0 ไมโครเมตร โดยมี โคนิเดียม (conidia) รูปปร่างรี (elliptic) ผิวเรียบ ไม่มีสี เรียงต่อกันเป็นสายโซ่ ขนาดของโคนิเดียม 5.0-7.0×3.0-4.0 ไมโครเมตร (ภาพผนวกที่ 42 D, E และภาพผนวกที่ 43)

โคโลนียบน MEA สีเขียวเข้มผิวหยาบเรียบ มีเส้นใยสีขาวหยาบเจริญขึ้นเล็กน้อยบนผิว โคลนิกคล้ายรอยแฉ้มสี ขอบโคโลนีสมีลักษณะเป็นเส้นใยแผ่ออกบางๆ ด้านล่างโคโลนีสีเหลือง น้ำตาลทองเป็นวงเข้มบริเวณกลางโคโลนี เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเมื่อเชื้ออายุ 14 วัน ที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส เท่ากับ 5.7-6.0 เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 42 A, A1)

โคโลนียบน CZA สีน้ำตาลอมเขียวชมพู ราบเรียบ กลางโคโลนีเส้นใยสีม่วงซีด มีเส้นใยสีขาวหยาบเจริญขึ้นเล็กน้อยบนผิว โคลนิกคล้ายรอยแฉ้มสี ขอบโคโลนีสมีลักษณะเป็นเส้นใยแผ่ออกบางๆ ด้านหลังสีน้ำตาลทอง เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเมื่อเชื้ออายุ 14 วัน ที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส เท่ากับ 5.0-5.3 เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 42 B, B1)

โคโลนียบน CYA สีน้ำตาลอมเขียวชมพู กลางโคโลนีเส้นใยสีเขียวจืด ขอบโคโลนีสีม่วงซีด มีรอยย่นเล็กน้อยบนผิวโคโลนี ด้านหลังสีน้ำตาลทอง มีรอยย่นเล็กน้อย ที่ขอบโคโลนีสีเข้ม เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเมื่อเชื้ออายุ 14 วัน ที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส เท่ากับ 6.0-6.7 เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 42 C, C1)

ลักษณะสำคัญที่ใช้จำแนก *Penicillium oxalicum* Currie & Thom ได้แก่ โคนิเดียมรูปปร่างรี ขอบขนาน เกิดบน phialide ซึ่งชั้นของ sterigma แบบ monoverticillate ก้านชูโคนิเดียมมักแตกกิ่งก้าน 1 ชั้นทางด้านข้างของก้านชูโคนิเดียม โคลนิจเจริญอย่างรวดเร็วบนอาหาร MEA สีเขียวหม่น ด้านล่างโคโลนีไม่มีสีถึงสีชมพู (Domsch *et al.*, 1993)



ภาพผนวกที่ 42 *Penicillium oxalicum* Currie & Thom โคลนிட้านบนและล่างบน MEA (A, A1), CZA (B, B1) และ CYA (C, C1), conidia (D); bar=10 μm , phialide (E); bar=10 μm



ภาพผนวกที่ 43 ภาพวาด *Penicillium oxalicum* Currie & Thom จาก camera lucida
(bar=10 μ m)

30. *Penicillium rubrum* Stoll

เส้นใยผนังบาง เรียบ มีผนังกันตามขวาง (septum) เส้นผ่านศูนย์กลางเส้นใยขนาด 1-2.5 ไมโครเมตร ก้านชูโคนิเดีย (conidiophore) ผิวเรียบ ไม่แตกกิ่งก้าน ทำให้เกิดลักษณะของส่วนกำเนิดโคนิเดียที่มีรูปร่างสมมาตรกัน สร้างชั้น sterigma แบบ biseriate ปลายก้านชูโคนิเดียแตกออกเป็น metulae ทรงกระบอก ผิวเรียบ ขนาด $10.0-13.0 \times 3.0-4.0$ ไมโครเมตร ปลาย metulae มี phialide ติดอยู่รูปร่างคล้ายหอก ผิวเรียบ ไม่มีสี โดยที่มีส่วนที่เป็นคอสั้นเห็นได้ไม่ชัดเจน มีขนาด $12.0-15.0 \times 2.0-3.0$ ไมโครเมตร โคนิเดีย (conidia) รูปร่างกลม ผิวเรียบ ไม่มีสี เรียงต่อกันเป็นสายโซ่ ขนาดของโคนิเดียมเท่ากับ $3.0-4.0 \times 3.0-3.5$ ไมโครเมตร (ภาพผนวกที่ 44 D, E และภาพผนวกที่ 45)

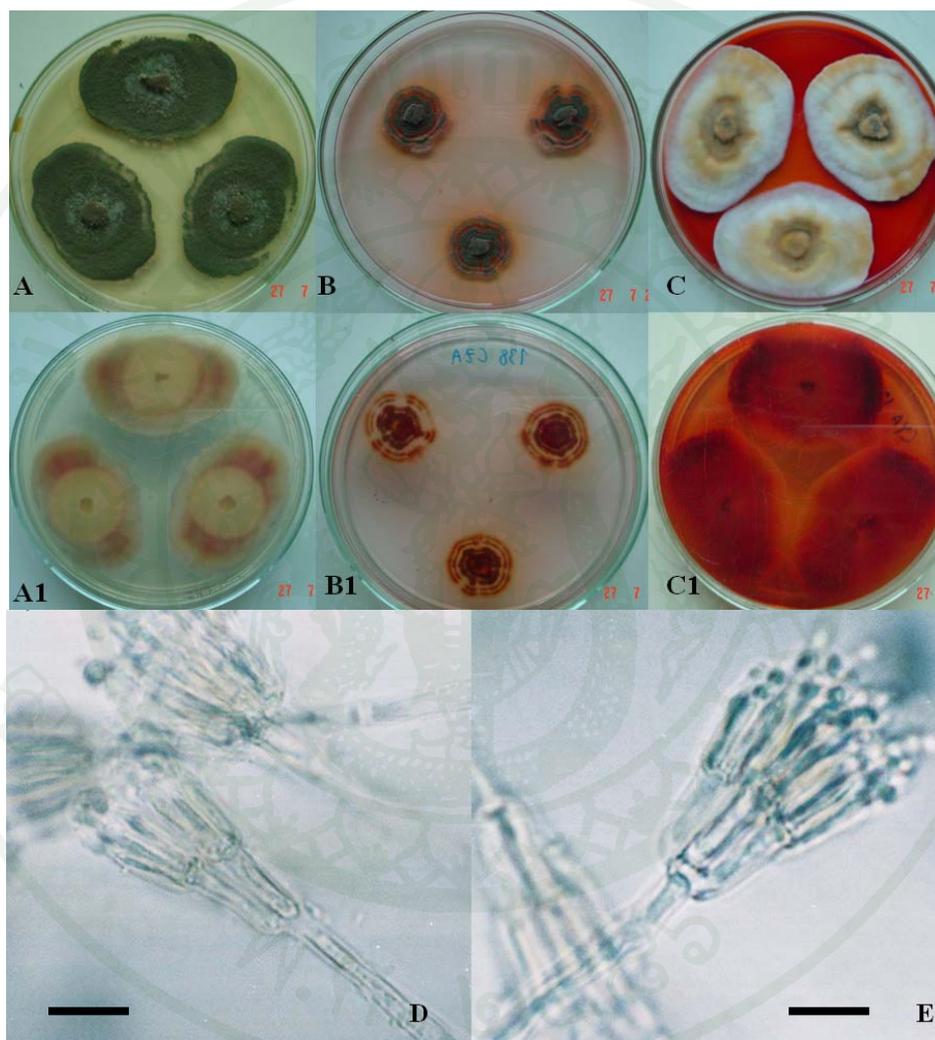
โคโลนียบน MEA สร้างโคนิเดียสีเขียวเข้มหนาแน่น ผิวหน้าโคโลนียคล้ายกำมะหยี่ ขอบโคโลนีทางด้านซ้ายและขวาเรียบ แต่ด้านขอบจางเลี้ยวเชื่อมขอบเบาบาง กึ่งกลางโคโลนีมีเส้นใยสีเขียวอ่อนฟูเป็นกระจุกเล็กน้อย ไม่สร้างสีลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ ด้านล่างโคโลนีมีสีแดงเรื่อๆ ปรากฏเป็นวงรอบจุดศูนย์กลางโคโลนี โดยที่สีแดงจะแผ่ออกไปยังด้านข้างของโคโลนีด้วย เส้นใยด้านหลังโคโลนีพื้นสีเหลืองอ่อนซีด เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเมื่อเชื้ออายุได้ 14 วันที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส วัดได้ 4.43 - 5.45 เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 44 A, A1)

โคโลนียบน CZA สร้างโคนิเดียสีเขียวเข้มซ้อนกันเป็นชั้น 3 ชั้น ชั้นในสุดสีเขียวเข้ม สม่ำเสมอ วงนอกมีสีเขียวแกมขาวแทรกเป็นหย่อมๆ บางวงอาจไม่เชื่อมกัน บางวงเชื่อมกันโดยสมบูรณ์ ราสร้างสารสีแดงลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ โดยอาหารเลี้ยงเชื้อจะเป็นสีแดงเข้มบริเวณรอบโคโลนีและจะค่อยๆ จางลง ด้านล่างของโคโลนี สีแดงอิฐ เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเมื่อเชื้ออายุได้ 14 วันที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส วัดได้ 1.93 - 2.10 เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 44 B, B1)

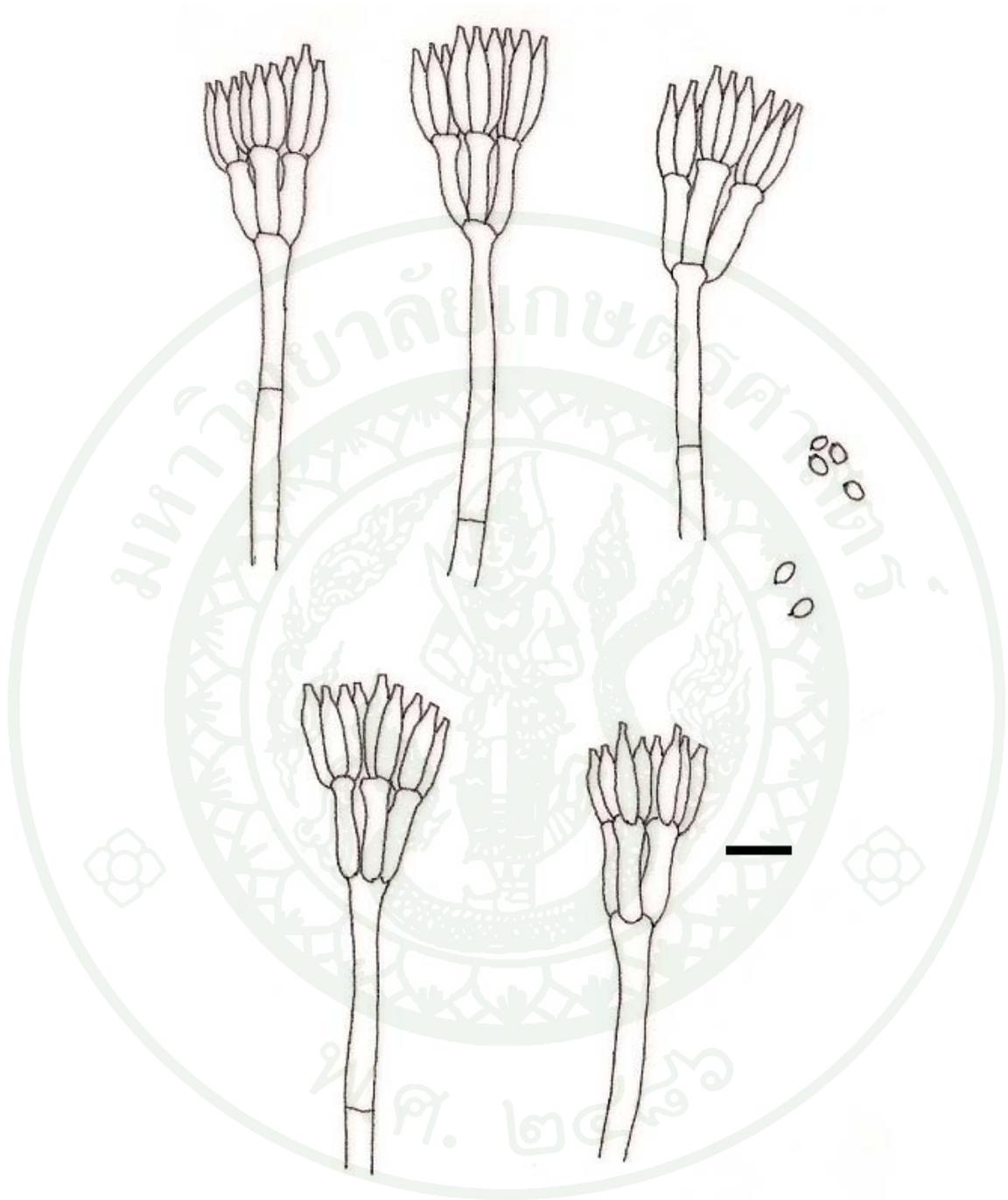
โคโลนียบน CYA พื้นเส้นใยสีขาวขุ่นบริเวณกลางโคโลนีเป็นสันรอบจุดศูนย์กลางโคโลนี บริเวณรอบจุดที่เพาะเชื้อมีสีเขียวจืดๆ และมีเส้นใยสีส้มประปรายบริเวณกลางโคโลนีถึงขอบโคโลนี ขอบโคโลนีเรียบเป็นวงชัดเจน ราสร้างสารสีแดงเข้มลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ ทั้งงานเลี้ยงเชื้อด้านหลังโคโลนีมีสีคล้ายบริเวณขอบโคโลนีทั้งด้านซ้ายและด้านขวา เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเมื่อเชื้ออายุได้ 14 วันที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส วัดได้ 4.70 - 5.40 เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 44 C, C1)

ลักษณะสำคัญที่ใช้จำแนก *Penicillium rubrum* Stoll ได้แก่ โคโลนียบน CZA สีเขียว มีขนาดเล็ก เส้นผ่านศูนย์กลาง 1.0-2.0 เซนติเมตร เมื่อเชื้ออายุ 14 วัน ที่อุณหภูมิห้อง บางสายพันธุ์สร้างวงซ้อนกันรอบจุดศูนย์กลาง สร้างสารสีแดงเรื่อๆ ลงในอาหารเลี้ยงเชื้อรอบๆ โคโลนี ส่วนโคโลนีที่

เจริญบน MEA เจริญอย่างรวดเร็ว เส้นผ่านศูนย์กลาง 6.0-6.5 เซนติเมตร ด้านหลังโคโลนีสีแดง
จางๆ *Penicillium rubrum* Stoll จัดอยู่ใน section Biverticillata-Symmetrica เนื่องจาก ชั้นของ
sterigma สมมาตรกัน และก้านชูโคนิเดียไม่แตกกิ่งก้าน อีกทั้งขนาดของ โครงสร้างต่างๆ ของเชื้อที่
แยกได้นี้ตรงกับคู่มือจำแนกของ Raper and Thom (1968)



ภาพผนวกที่ 44 *Penicillium rubrum* Stoll โคลนிட้านบนและล่างบน MEA (A, A1), CZA (B, B1) และ CYA (C, C1), ชั้น sterigma (D, E); bar=10 μ m



ภาพผนวกที่ 45 ภาพวาด *Penicillium rubrum* Stoll จาก camera lucida (bar=10 μ m)

31. *Penicillium rugulosum* Thom

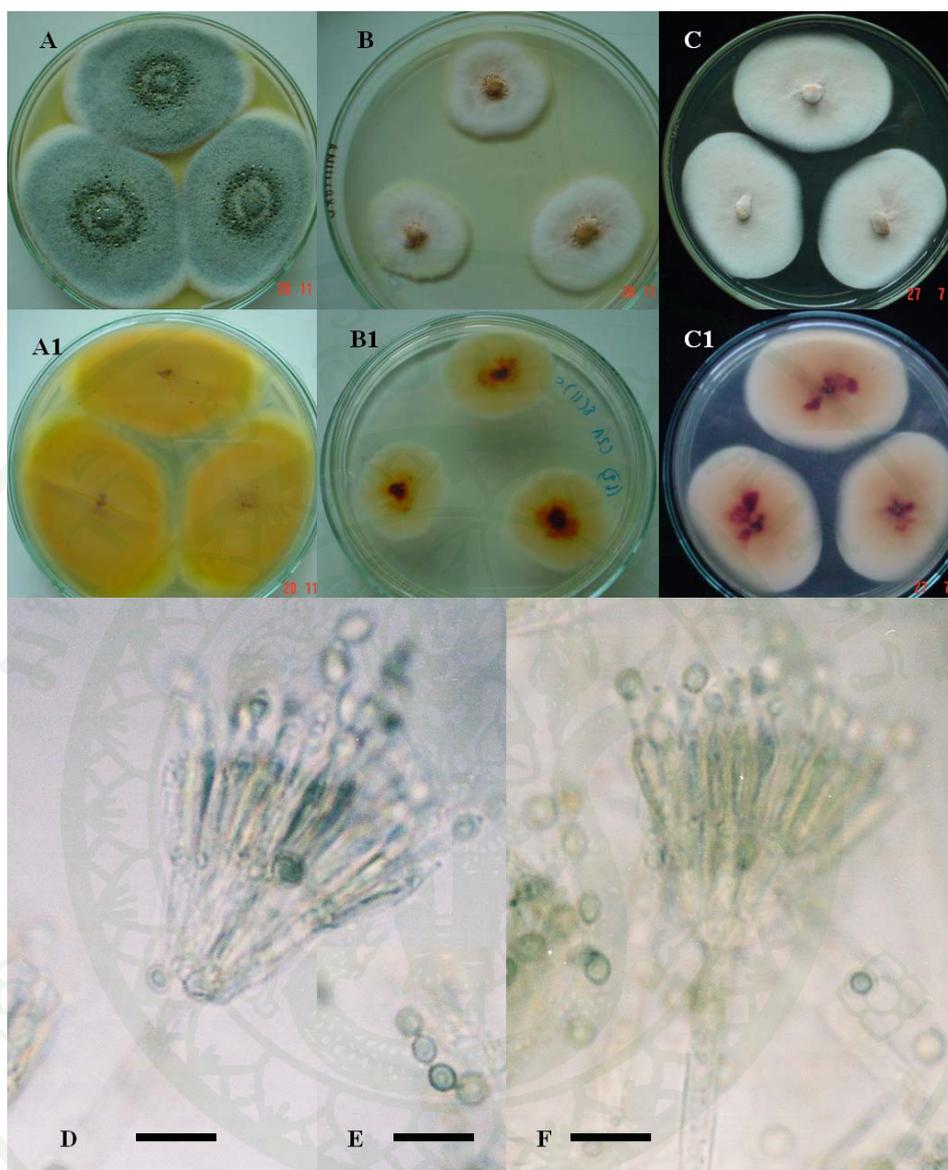
เส้นใยผนังบาง เรียบ มีผนังกันตามขวาง (septum) ก้านชูโคนิเดีย (conidiophore) ผิวเรียบ ไม่แตกกิ่งก้าน ชั้นของ sterigma เป็นแบบ biseriate ปลายก้านแตกออกเป็น metulae ทรงกระบอก ผิวเรียบ ขนาด $7.0-11.0 \times 2.0-3.0$ ไมโครเมตร ปลาย metulae มี phialide ติดอยู่รูปร่างคล้ายขวด ทรงกระบอกยาว ผิวเรียบ phialide มีขนาด $8.0-11.0 \times 2.0-2.5$ ไมโครเมตร โดยมีส่วนคอของ phialide ยาว $1.0-2.0$ ไมโครเมตร โคนิเดีย (conidia) รูปร่างกลม (globose) ผิวสปอร์ขรุขระ สปอร์ไม่มีสี เรียงต่อกันเป็นสายโซ่ ขนาดของโคนิเดียม $2.5-3.0 \times 2.0-2.2$ ไมโครเมตร (ภาพผนวกที่ 46 D, E, F และภาพผนวกที่ 47)

โคโลนินบน MEA ราชสร้างเส้นใยสีเขียว ฟูนุ่มคล้ายกำมะหยี่ ตรงกลางโคโลนินปรากฏเส้นใยสีเขียวเข้มเป็นวงรอบจุดศูนย์กลางโคโลนิน ขอบเป็นเส้นใยสีขาวฟูเล็กน้อย ด้านหลังโคโลนินสีเหลืองสด มีรอยแตกของวุ้นเล็กน้อย ไม่เปลี่ยนสีอาหารเลี้ยงเชื้อ เส้นผ่านศูนย์กลางเมื่อเชื้ออายุ 14 วัน ที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส เท่ากับ $6.3-6.5$ เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 46 A, A1)

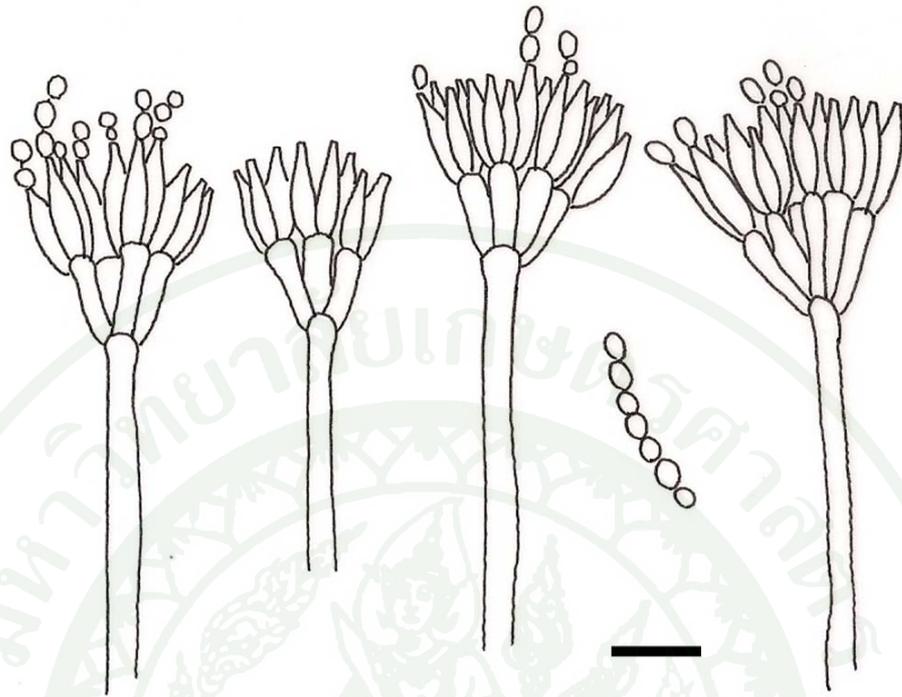
โคโลนินบน CZA ราชไม่สร้างโคโลนิน เส้นใยสีขาวผิวละเอียด กลางโคโลนินสีเทาอ่อน ผิวโคโลนินเรียบ ด้านล่างโคโลนินสีน้ำตาลอ่อนอมเหลือง ไม่สร้างสีลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ เส้นผ่านศูนย์กลางเมื่อเชื้ออายุ 14 วัน ที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส เท่ากับ $3.0-3.5$ เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 46 B, B1)

โคโลนินบน CYA ผิวเรียบ สีขาวนวลอมชมพู ไม่สร้างโคนิเดีย ขอบเรียบ ด้านล่างโคโลนินสีแดงเรื่อๆ เส้นผ่านศูนย์กลางเมื่อเชื้ออายุ 14 วัน ที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส เท่ากับ $4.8-5.3$ เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 46 C, C1)

ลักษณะสำคัญที่ใช้จำแนก *Penicillium rugulosum* Thom ตาม Raper and Thom (1968) ได้แก่ โคโลนินที่เจริญบน MEA สีเขียวเหลือง ผิวคล้ายกำมะหยี่ มีเส้นใยสีขาวบางๆ เจริญขึ้นปกคลุมผิวโคโลนิน ขอบโคโลนินสีขาว *Penicillium rugulosum* Thom จัดอยู่ใน section Biverticillata-Symmetrica เนื่องจาก ชั้นของ sterigma สมมาตรกัน และก้านชูโคนิเดียไม่แตกกิ่งก้าน ความยาวของ metulae และ phialid ส่วนใหญ่อยู่ในช่วง $9.0-12.0$ และ $10.0-12.0$ ไมโครเมตร ตามลำดับ ผิวของโครงสร้างทั้งสองเรียบ โคนิเดียผิวขรุขระ รูปร่างรี ขนาด $3.0-3.5 \times 2.5-3.0$ ไมโครเมตร ซึ่งใกล้เคียงกับเชื้อที่แยกได้



ภาพผนวกที่ 46 *Penicillium rugulosum* Thom โคลนินี้ด้านบนและล่างบน MEA (A, A1), CZA (B, B1) และ CYA (C, C1), metulae และ phialide (D, F); bar=10 μ m, conidia (E); bar=10 μ m



ภาพผนวกที่ 47 ภาพวาด *Penicillium rugulosum* Thom จาก camera lucida (bar=10 μ m)

32. *Penicillium simplicissimum* (Oud.) Thom

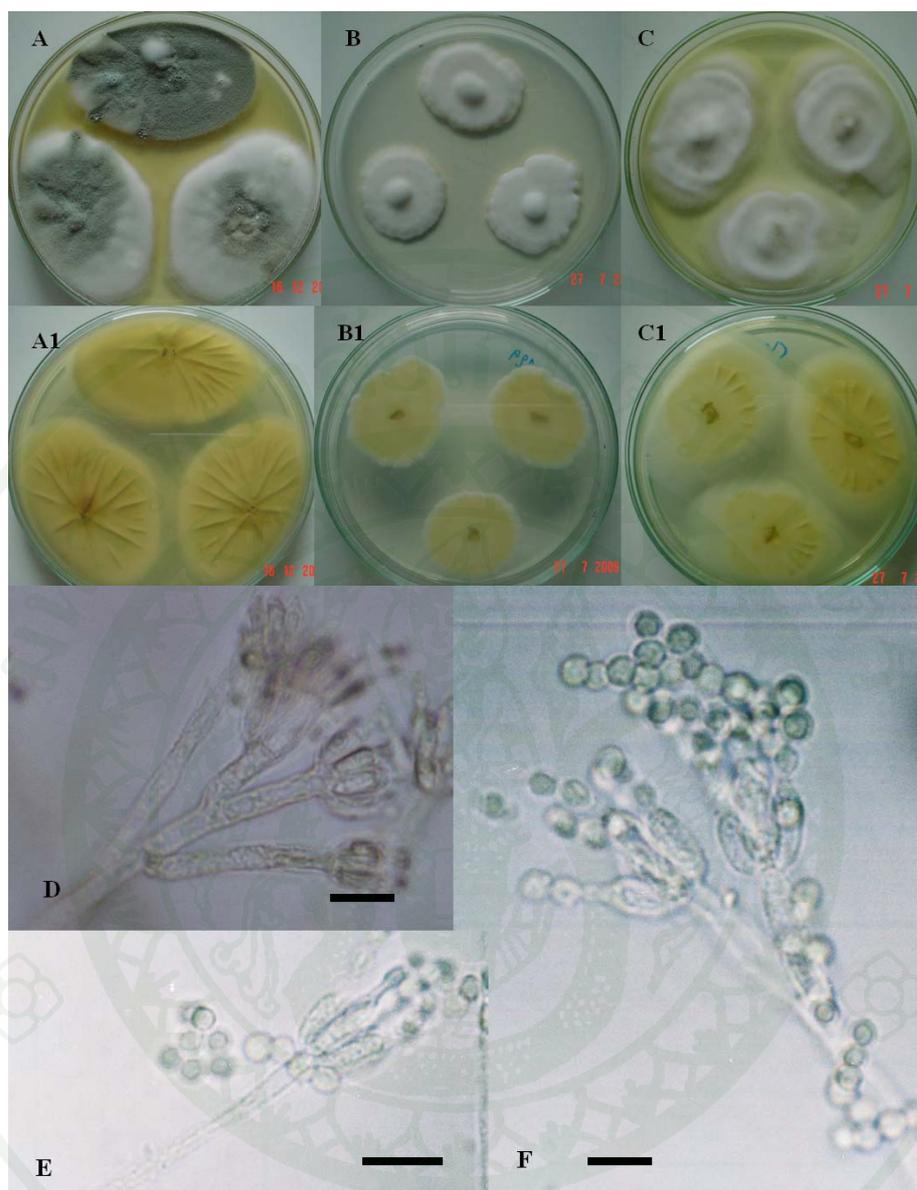
เส้นใยผนังบาง เรียบ มีผนังกันตามขวาง (septum) ก้านชูโคนิเดีย (conidiophore) ผิวขรุขระ แดกกิ่งก้านทั้งระหว่างก้านชูโคนิเดีย และปลายก้านชูโคนิเดีย ชั้นของ sterigma เป็นแบบ uniseriate ปลายก้านแต่ละก้านแตกออกเป็น phialide ติดอยู่รูปร่างคล้ายแจกัน ผิวเรียบ phialide มีขนาด $10.0-14.0 \times 2.5-3.0$ ไมโครเมตร โคนิเดีย (conidia) รูปร่างกลม (globose) ผิวสเปอร์ขรุขระ เป็นปุ่มคล้ายหนาม (echinulate) สเปอร์ไม่มีสี เรียงต่อกันเป็นสายโซ่ ขนาดของโคนิเดียม $4.0-5.5 \times 4.5-5.0$ ไมโครเมตร (ภาพผนวกที่ 48 D, E, F และภาพผนวกที่ 49)

โคโลนียบน MEA สีเขียวเข้ม มีเส้นใยสีขาวฟูขึ้นมาเหนือผิวของโคโลนี ด้านหลังโคโลนีสีเหลืองอ่อน มีรอยย่นในแนวรัศมี ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเมื่อเชื้ออายุ 14 วันที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียสเท่ากับ 5.8-6.2 เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 48 A,A1)

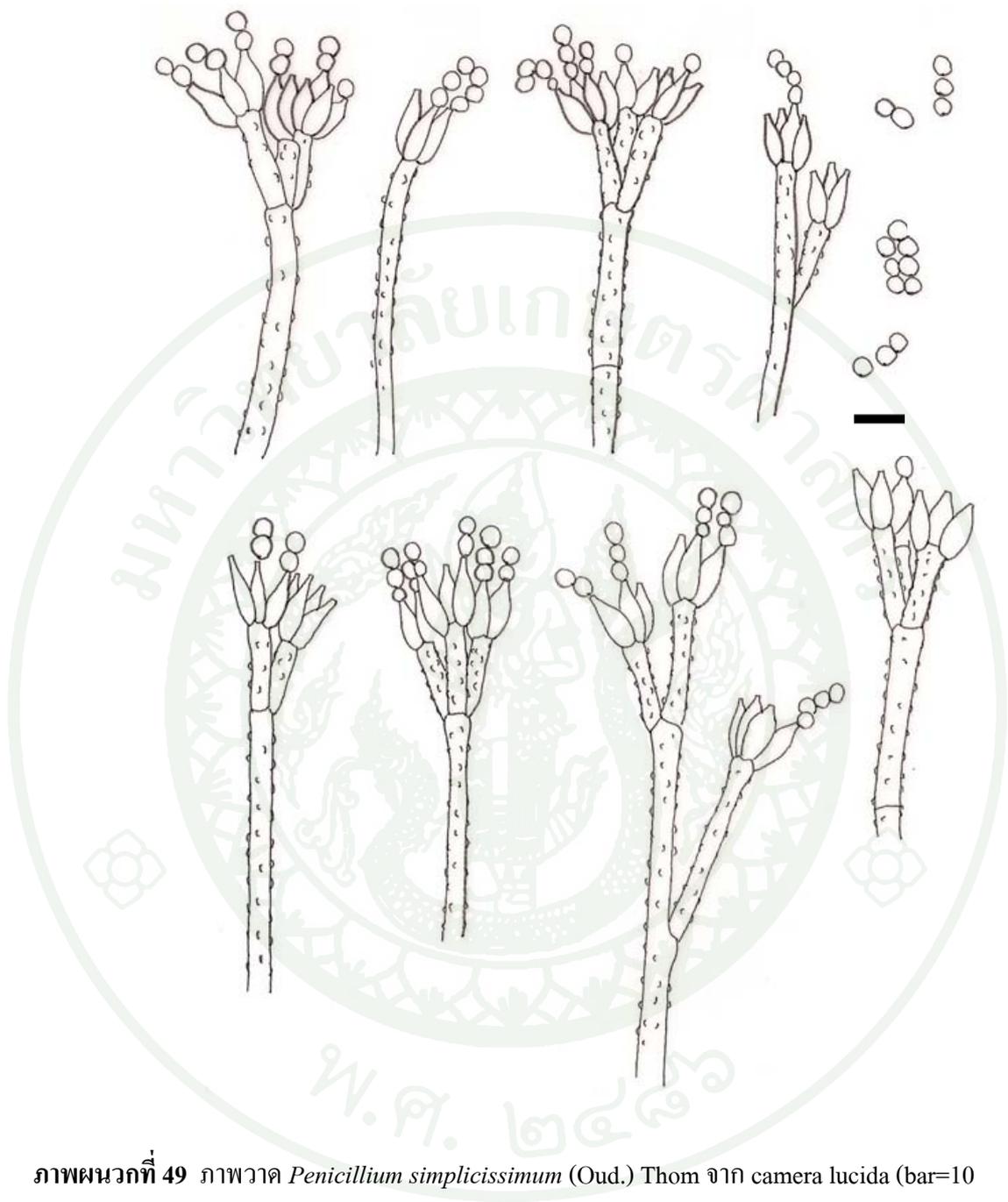
โคโลนียบน CZA เส้นใยสีขาวฟูนุ่มคล้ายกำมะหยี่ ไม่สร้างโคนิเดีย ผิวโคโลนีขยับย่น ทั้งในแนวรัศมีและเป็นวง ด้านหลังโคโลนีสีส้มอมเหลือง เข้มบริเวณกลางโคโลนี ขอบโคโลนีสีส้มอ่อน และขาว มีริ้วตามแนวรัศมีปรากฏ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเมื่อเชื้ออายุ 14 วันที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียสเท่ากับ 3.2-3.4 เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 48 B,B1)

โคโลนียบน CYA เส้นใยขาวฟูนิ่ม แต่ไม่สม่ำเสมอเป็นวงรอบจุดศูนย์กลาง เส้นใยรวมตัวกันไม่หนาแน่นที่ขอบโคโลนี ด้านหลังโคโลนีสีเหลือง เข้มบริเวณกลางโคโลนี มีริ้วตามแนวรัศมี ปรากฏตรงบริเวณที่เป็นสีเข้ม ขอบโคโลนีสีขาว ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเมื่อเชื้ออายุ 14 วันที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียสเท่ากับ 5.5-5.8 เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 48 C,C1)

ลักษณะสำคัญที่ใช้จำแนก *Penicillium simplicissimum* (Oud.) Thom ได้แก่ โคโลนียบน MEA สีเขียว ผิวฟูนุ่ม แผ่กว้างจนเกือบคลุมทั้งจานเลี้ยงเชื้อภายใน 14 วันที่อุณหภูมิห้อง ก้านชูโคนิเดียขรุขระมีการแตกกิ่งก้านออกทางด้านข้างและปลายก้านชูโคนิเดีย phialide ขรุขระยาว 8.0-10.0 ไมโครเมตร โคนิเดียมกลมมีหนามที่ผิวโดยรอบ (Raper and Thom, 1968)



ภาพผนวกที่ 48 *Penicillium simplicissimum* (Oud.) Thom โคลนிட้านบนและล่างบน MEA (A, A1), CZA (B, B1) และ CYA (C, C1), conidiophore และ phialide (D, E, F); bar=10 μ m



ภาพผนวกที่ 49 ภาพวาด *Penicillium simplicissimum* (Oud.) Thom จาก camera lucida (bar=10 μm)

33. *Penicillium stiatissporum* Stolk

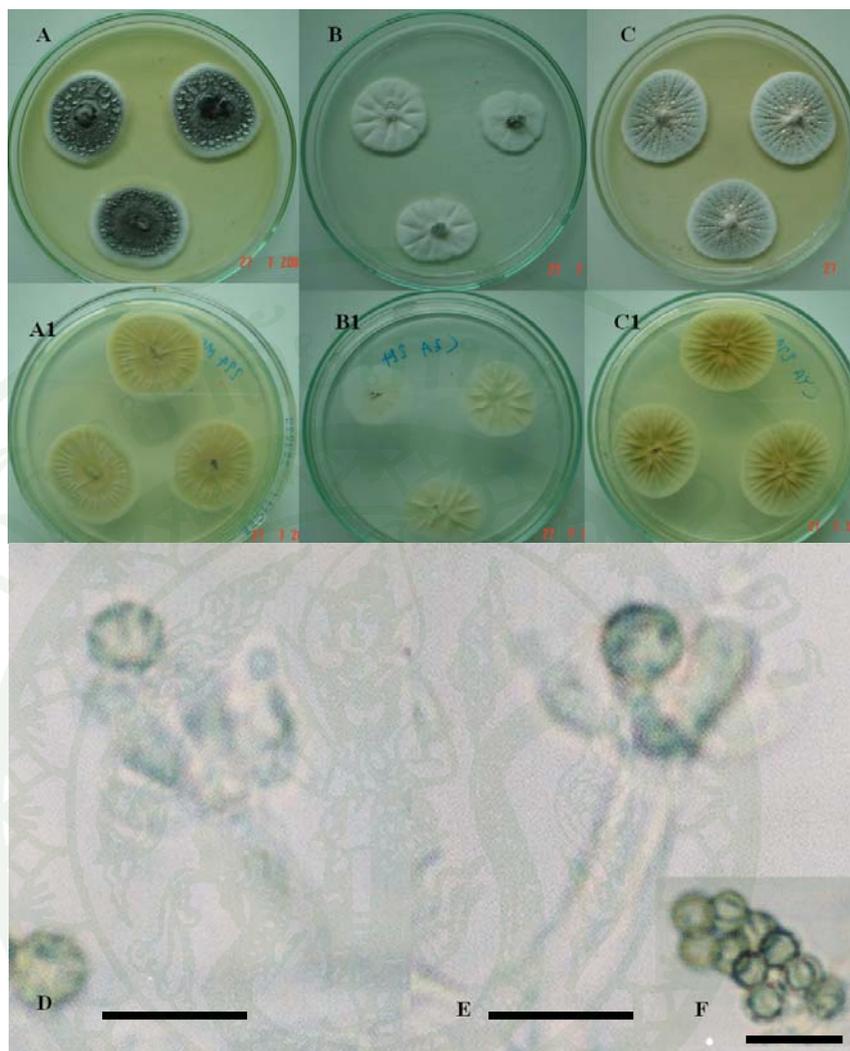
เส้นใยผนังบาง เรียบ มีผนังกันตามขวาง (septum) มีเส้นใยสีแดงปนอยู่ประปราย ก้านชูโคนินเดียม (conidiophore) ผิวเรียบ มีทั้งขนาดสั้นและยาวตั้งแต่ 8.0-60.0 ไมโครเมตร ไม่แตกกิ่งก้าน phialide ติดอยู่รูปร่างคล้ายขวด ผิวเรียบ phialide มีขนาด 6.0-10.0×2.0-3.0 ไมโครเมตร โคนินเดียม (conidia) รูปร่างกลม (globose) ผิวสปอร์มีสัน (ridge) เป็นริ้ว โคนินเดียมละ 6 ริ้ว โคนินเดียมสีน้ำตาลเรียงต่อกันเป็นสายโซ่ ขนาดของโคนินเดียม 3.0-4.0×3.0-4.0 ไมโครเมตร (ภาพผนวกที่ 50 D, E, F และภาพผนวกที่ 51)

โคโลนินบน MEA ผิวหน้ามีหยดน้ำ โคลอนิสีเทาดำ ขอบโคโลนีสีขาว เรียบ ด้านหลังโคโลนีสีขาวครีม มีรอยย่นถี่ๆ ในแนวรัศมี เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเมื่อเชื้ออายุ 14 วัน ที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส เท่ากับ 3.6-3.8 เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 50 A, A1)

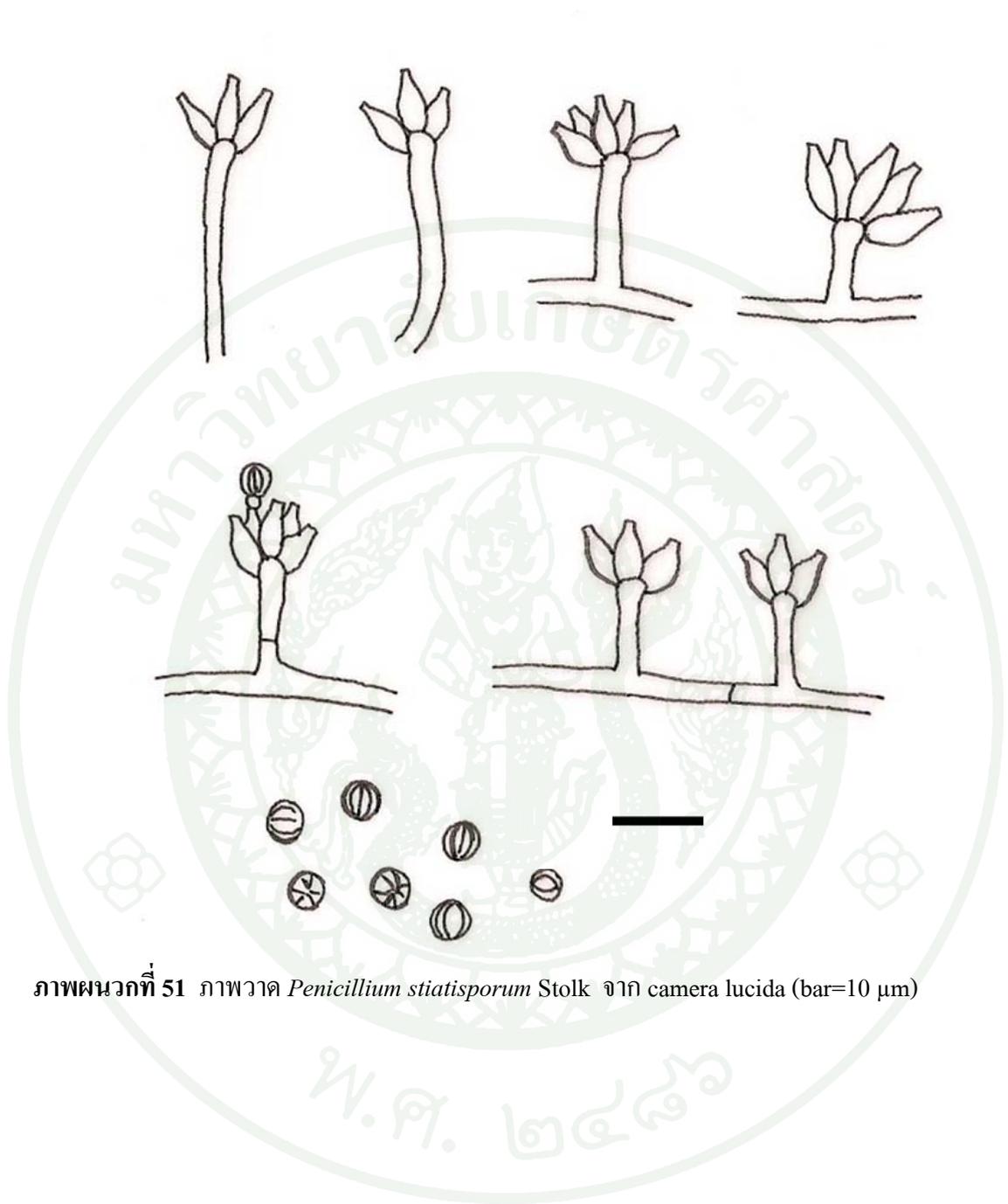
โคโลนินบน CZA ผิวเรียบสีขาวมีรอยย่นเป็นแนวรัศมีด้านหลังโคโลนีสีขาว เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเมื่อเชื้ออายุ 14 วัน ที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส เท่ากับ 2.2-2.9 เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 50 B, B1)

โคโลนินบน CYA ผิวมีหยดน้ำ สีเทาอมเขียว มีริ้วถี่ตามแนวรัศมี ด้านหลังโคโลนีสีน้ำตาลอ่อน เข้มบริเวณกลางโคโลนี เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเมื่อเชื้ออายุ 14 วัน ที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส เท่ากับ 3.4-3.7 เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 50 C, C1)

ลักษณะสำคัญที่ใช้จำแนก *Penicillium stiatissporum* Stolk ได้แก่ โคนินเดียมที่มีลักษณะเป็นสันแถบยาวพาดบนผิวของโคนินเดียม ชั้นของ sterigma แบบ monoverticillate ไม่แตกกิ่งก้าน โคลอนิจริณูซำบนอาหารเลี้ยงเชื้อทุกชนิด (สายพันธุ์, 2540)



ภาพผนวกที่ 50 *Penicillium stiatissporum* Stolc โคลนிட้านบนและล่างบน MEA (A, A1), CZA (B, B1) และ CYA (C, C1), conidiophore และ phialide (D, E); bar=10 μm , conidia (F); bar=10 μm



ภาพผนวกที่ 51 ภาพวาด *Penicillium stiatosporum* Stolk จาก camera lucida (bar=10 μ m)

34. *Penicillium verruculosum* Peyronel

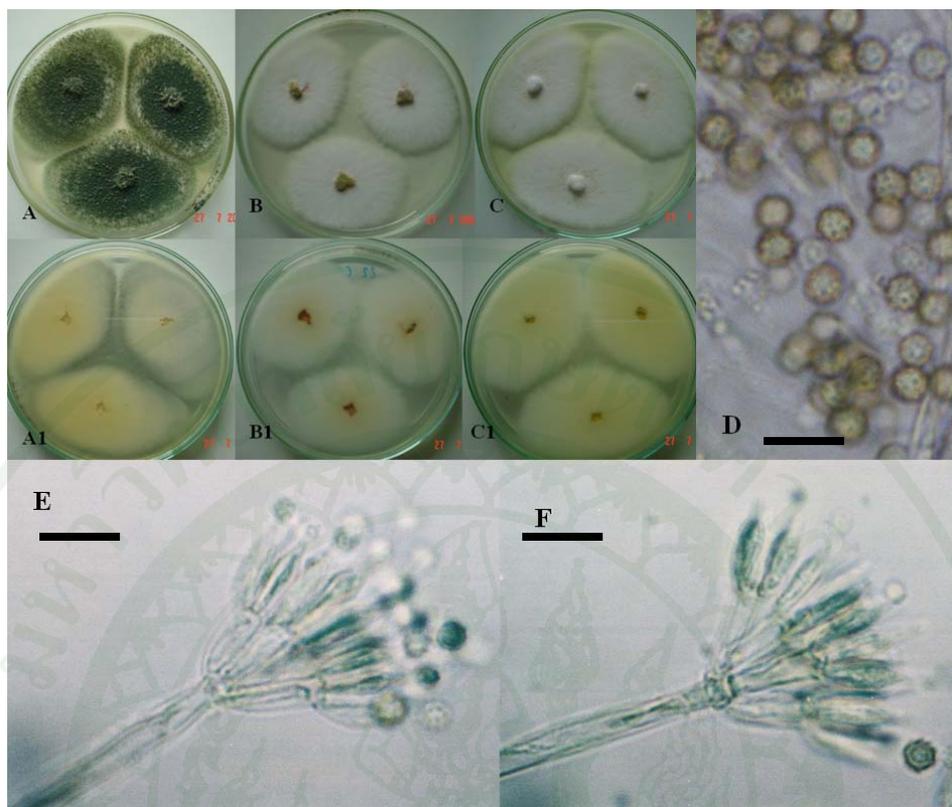
เส้นใยผนังบาง เรียบ มีผนังกันตามขวาง (septum) เส้นผ่านศูนย์กลางเส้นใยขนาด ก้านชูโคนินเดียม (conidiophore) ผิวเรียบถึงขรุขระเล็กน้อย ไม่แตกกิ่งก้าน ชั้นของ sterigma เกิดแบบ biseriate เป็นแบบสมมาตร ปลายก้านชูโคนินเดียมแตกออกเป็น metulae ทรงกระบอก ผิวเรียบถึงขรุขระเล็กน้อย ขนาด $9.5-12.0 \times 3.0-4.0$ ไมโครเมตร ปลาย metulae มี phialide ติดอยู่รูปร่างคล้ายขวด ผิวเรียบ phialide มีขนาด $11.0-15.0 \times 3.0-4.0$ ไมโครเมตร โดยที่ส่วนปลายของ phialide ค่อยๆ เรียวเล็กลง ทำให้เห็นส่วนคอของ phialide ไม่ชัดเจน โคนินเดียม (conidia) รูปร่างกลม (globose) ผิวสปอร์ขรุขระเป็นปุ่มคล้ายหนามแต่ไม่แหลม (verruculose) 1 โคนินเดียม มีหนามประมาณ 20 อัน โคนินเดียม ไม่มีสี เรียงต่อกันเป็นสายโซ่ ขนาดของโคนินเดียม $4.0-5.0 \times 3.5-4.5$ ไมโครเมตร (ภาพผนวกที่ 52 D, E, F และภาพผนวกที่ 53)

โคโลนียบน MEA ราสร้างโคนินเดียมสีเขียวเข้มทั่วโคโลนี โดยที่โคนินเดียมเจริญหนาแน่นบริเวณกลางโคโลนี บริเวณขอบโคโลนี โคนินเดียมเจริญอย่างกระจัดกระจายปรากฏให้เห็นเส้นใยสีขาวที่เป็นพื้นล่าง ด้านล่างโคโลนี เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเมื่อเชื้ออายุได้ 14 วันที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส วัดได้ 6.2 - 6.7 เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 52 A, A1)

โคโลนียบน CZA ราไม่สร้างโคนินเดียม เส้นใยแผ่ออกแบนราบไปกับอาหารสีขาว ผิวโคโลนีเรียบ ด้านหลังโคโลนีเส้นใยบริเวณกลางโคโลนีสีเหลืองอ่อน และกลายเป็นสีขาวเมื่อห่างจากจุดศูนย์กลางโคโลนีมากขึ้น ไม่เปลี่ยนสีอาหารเลี้ยงเชื้อ เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเมื่อเชื้ออายุได้ 14 วันที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส วัดได้ 4.7 - 4.9 เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 52 B, B1)

โคโลนียบน CYA ราไม่สร้างโคนินเดียมสร้างแต่เส้นใยสีขาวผิวเรียบเจริญแผ่บนอาหาร ไม่เปลี่ยนสีอาหารเลี้ยงเชื้อ ด้านล่างโคโลนีสีเหลืองอ่อน เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเมื่อเชื้ออายุได้ 14 วันที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส วัดได้ 5.9 - 6.3 เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 52 C, C1)

ลักษณะสำคัญที่ใช้จำแนก *Penicillium verruculosum* Peyronel ตาม Raper and Thom (1968) ได้แก่ โคโลนีที่เจริญบน MEA เจริญรวดเร็ว เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีขนาด 6.5-7.0 เซนติเมตร เส้นใยพันกันคล้ายเชือกเล็กน้อย สีเขียวน้ำเงิน ด้านหลังโคโลนีไม่มีสี ไม่เปลี่ยนสีอาหารเลี้ยงเชื้อ *Penicillium verruculosum* Peyronel จัดอยู่ใน section Biverticillata-Symmetrica เนื่องจากชั้นของ sterigma สมมาตรกัน และก้านชูโคนินเดียมไม่แตกกิ่งก้าน โคนินเดียมกลมผิวขรุขระคล้ายหนาม อีกทั้งขนาดของโครงสร้างต่างๆ ของเชื้อที่แยกได้นี้ใกล้เคียงกับคู่มือจำแนกของ Raper and Thom (1968)



ภาพผนวกที่ 52 *Penicillium verruculosum* Peyronel โคลนிட้านบนและล่างบน MEA (A, A1), CZA (B, B1) และ CYA (C, C1), metulae และ phialide (E, F); bar=10 μm , conidia (D); bar=10 μm



ภาพผนวกที่ 53 ภาพวาด *Penicillium verruculosum* Peyronel จาก camera lucida (bar=10 μ m)

35. *Penicillium* sp.1

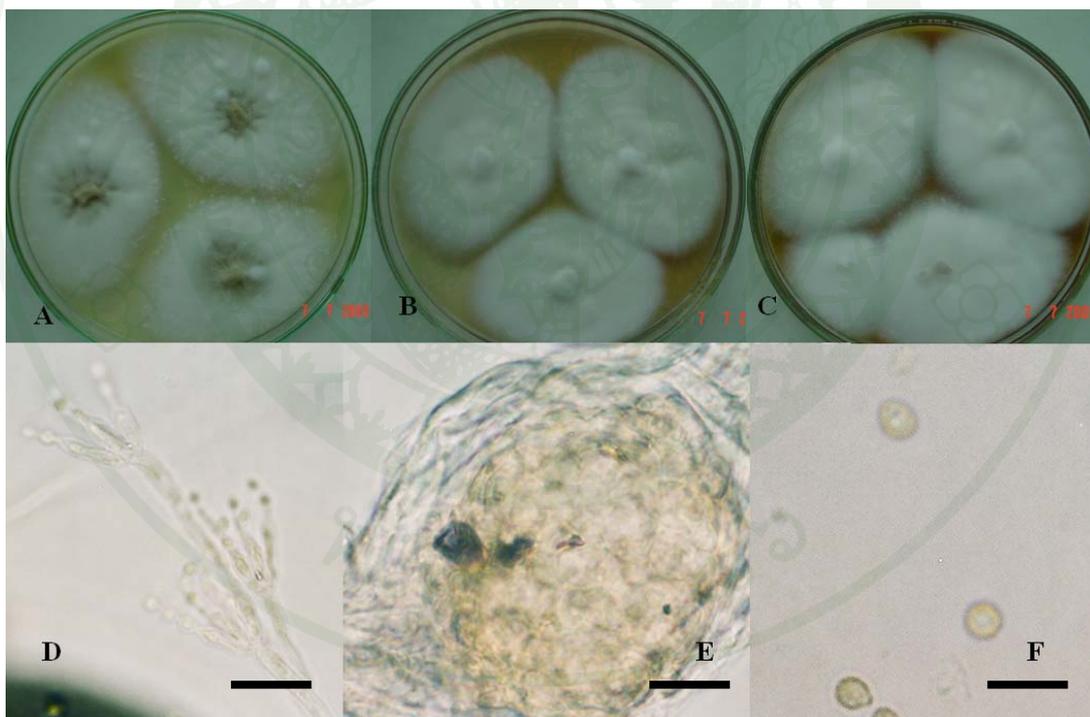
เส้นใยผนังบาง เรียบ มีผนังกั้นตามขวาง (septum) ก้านชูโคนิเดีย (conidiophore) ผิวขรุขระ แตกกิ่งก้าน ส่วนที่แตกกิ่งก้านแตกเป็นโครงสร้างกำเนิดโคนิเดียที่ไม่สมบูรณ์ ก้านชูโคนิเดียเจริญขึ้นโดยตรงจาก somatic hyphae สร้างชั้น sterigma แบบ uniseriate ปลายก้านแตกออกเป็น phialide 3-5 อัน รูปร่างคล้ายพินโบว์ลิง ผิวขรุขระ มีขนาด 5.0-11.0×2.0-3.5 ไมโครเมตร โคนิเดีย (conidia) รูปร่างกลม (globose) รูปไข่กว้าง (broadly elliptic) ผิวเรียบ (smooth) สปอร์ไม่มีสี เรียงต่อกันเป็นสายโซ่ ขนาดของโคนิเดีย 3.0-3.5×2.5-3.0 ไมโครเมตร วัสดุสร้าง sclerotium ในลักษณะการ

รวมตัวกันแน่นของเส้นใย เป็นรูปทรงกลมถึงรี ผิวของ sclerotium เป็นเซลล์ใหญ่ sclerotium มีขนาด 60.0-200.0-100.0-180.0 ไมโครเมตร (ภาพผนวกที่ 54 D, E, F)

โคโลนียบน MEA สีขาวฟูนุ่ม มีเส้นใยเจริญเป็นปุ่มกลมประปราย มีรอยย่นตามแนวรัศมี ไม่เปลี่ยนสีอาหารเลี้ยงเชื้อ เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเมื่อเชื้ออายุ 14 วัน ที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส เท่ากับ 5.8-6.5 เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 54 A)

โคโลนียบน CZA สีขาวฟูนุ่ม มีรอยย่นตามแนวรัศมีและเป็นวงรอบจุดศูนย์กลางโคโลนี สร้างสารสีน้ำตาลลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเมื่อเชื้ออายุ 14 วัน ที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส เท่ากับ 5.5-5.9 เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 54 B)

โคโลนียบน CYA สีขาวฟูนุ่ม มีรอยย่นตามแนวรัศมีมีเส้นใยเจริญเป็นปุ่มกลมเล็กน้อย สร้างสารสีน้ำตาลลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเมื่อเชื้ออายุ 14 วัน ที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส เท่ากับ 6.0-6.2 เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 54 C)



ภาพผนวกที่ 54 *Penicillium* sp.1 โคโลนียบน MEA (A), CZA (B) และ CYA (C), conidiophore และ phialide (D); bar=20 μ m, sclerotium (E); bar=50 μ m conidia (F); bar=10 μ m

36. *Penicillium* sp.2

เส้นใยผนังบาง เรียบ มีผนังกันตามขวาง (septum) ก้านชูโคนิเดีย (conidiophore) ผิวเรียบ มีทั้งแตกและไม่แตกกิ่งก้าน ปลายก้านแตกออกเป็น phialide ติดอยู่รูปร่างคล้ายขวดผอมยาว ผิวเรียบ มีขนาด 12.0-18.0×2.0-2.5 ไมโครเมตร โคนิเดีย (conidia) รูปร่างกลม (globose) ถึงรี ผิวสเปอร์เรียบ ไม่มีสี เรียงต่อกันเป็นสายโซ่ ขนาดของโคนิเดียม 3.0-4.0×2.0-3.0 ไมโครเมตร (ภาพผนวกที่ 55 D, E, F และภาพผนวกที่ 56)

โคโลนินบน MEA เส้นใยขาวอมเขียวเหลือง หนาที่บ พูเล็กน้อย เส้นใยเรียงตัวกันเป็นวงรอบจุดศูนย์กลางโคโลนี ขอบโคโลนีเรียบ ด้านหลังโคโลนีไม่มีสี เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเมื่อเชื้ออายุ 14 วันที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส เท่ากับ 4.0-4.6 เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 55 A, A1)

โคโลนินบน CZA ผิวเรียบสีขาวคล้ายกำมะหยี่ มีรอยย่นทั้งในแนวรัศมีและเป็นวงรอบจุดศูนย์กลางโคโลนี ขอบโคโลนีเรียบ ด้านล่างโคโลนีสีเหลืองซีด มีรอยย่นตามแนวรัศมี เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเมื่อเชื้ออายุ 14 วันที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส เท่ากับ 3.3-3.4 เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 55 B, B1)

โคโลนินบน CYA ผิวเรียบสีขาวคล้ายกำมะหยี่ มีรอยย่นทั้งในแนวรัศมีและเป็นวงรอบจุดศูนย์กลางโคโลนี ขอบโคโลนีเรียบ ด้านล่างโคโลนีสีเหลืองซีด มีรอยย่นตามแนวรัศมี เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเมื่อเชื้ออายุ 14 วันที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส เท่ากับ 3.6-3.7 เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 55 C, C1)

37. *Penicillium* sp.3

เส้นใยผนังบาง เรียบ มีผนังกันตามขวาง (septum) เส้นผ่านศูนย์กลางเส้นใยขนาด 2-4 ไมโครเมตร ก้านชูโคนิเดีย (conidiophore) สั้นๆ ผิวเรียบ (grabrous) ส่วนใหญ่ไม่แตกกิ่งก้าน ส่วนที่แตกกิ่งก้านอาจแตกเป็นเส้นใยที่เป็นหมัน หรือ โครงสร้างกำเนิดโคนิเดียที่ไม่สมบูรณ์ ก้านชูโคนิเดียเจริญขึ้นโดยตรงจาก somatic hyphae สร้างชั้น sterigma แบบ uniseriate ปลายก้านแตกออกเป็น phialide 3-5 อัน รูปร่างคล้ายพินโบว์ลิง มีขนาด 8-14×2-3.5 ไมโครเมตร ส่วนคอของ phialide ยาว 1.0-4.0 ไมโครเมตร อาจเห็นได้ไม่ชัดเจนใน phialide บางอัน เนื่องจากส่วนปลายโคนิเดียค่อยๆ เรียวไปยังปลายทำให้เห็นเป็นรูปหอกแหลมแทน โคนิเดีย (conidia) รูปร่างกลม (globose) รูปไข่กว้าง (boardly elliptic) ผิวเรียบ (smooth) สเปอร์ไม่มีสี เรียงต่อกันเป็นสายโซ่ ขนาดของโคนิเดียม 4.0-5.0×3.0-4.0 ไมโครเมตร (ภาพผนวกที่ 57 C, D, E และภาพผนวกที่ 58)

โคโลนินบน MEA ราชสร้างโคนิเดียสีม่วงอ่อน ผิวโคโลนินฟูเล็กน้อยคล้ายกำมะหยี่ ขอบโคโลนินปรากฏเส้นใยสีขาวแผ่ออก กึ่งกลางโคโลนินรอบจุดที่เพาะเชื้อมีเส้นใยสีขาวฟูเจริญขึ้นเล็กน้อย เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนินเมื่อเชื้ออายุได้ 14 วัน ที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส วัดได้ 5.0 - 5.5 เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 57 A, A1)

โคโลนินบน CZA เส้นใยขาวเรียบ ไม่สร้างโคนิเดีย ผิวโคโลนินมีลักษณะสาก เห็นเส้นใยสีขาวแผ่ออกชัดเจน ด้านล่างโคโลนินไม่มีสีและไม่เปลี่ยนสีอาหารเลี้ยงเชื้อ เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนินเมื่อเชื้ออายุได้ 14 วัน ที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส วัดได้ 4.2 - 4.5 เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 57 B, B1)

โคโลนินบน CYA เส้นใยสีขาวไม่สร้างโคนิเดีย ผิวโคโลนินเรียบ

38. *Penicillium* sp.4

เส้นใยผนังบาง เรียบ มีผนังกันตามขวาง (septum) มีเส้นใยสีแดงปนอยู่ประปราย ก้านชูโคนิเดีย (conidiophore) ฝิวเรียบ ไม่แตกกิ่งก้าน ชั้น sterigma เกิดแบบ biseriate ปลายก้านแตกออกเป็น metulae ทรงกระบอก ฝิวเรียบ ขนาด $11.0-15.0 \times 3.5-5.0$ ไมโครเมตร ปลาย metulae มี phialide ติดอยู่รูปร่างคล้ายขวด ฝิวเรียบถึงขรุขระเล็กน้อย phialide มีขนาด $10.0-14.0 \times 1.0-3.0$ ไมโครเมตร โดยมีส่วนคอของ phialide ยาว $1.0-3.0$ ไมโครเมตร ซึ่งค่อยๆ เรียวลงไปยังปลาย phialide โคนิเดีย (conidia) รูปร่างกลม (globose) ฝิวขรุขระเป็นปุ่มคล้ายหนามท้อ (verrucurose) ไม่มีสี เรียงต่อกันเป็นสายโซ่ ขนาดของโคนิเดีย $4.0-6.0 \times 4.0-4.5$ ไมโครเมตร (ภาพผนวกที่ 59 D, E และภาพผนวกที่ 60)

โคโลนินบน MEA ราชสร้างเส้นใยสีเขียวเข้มบริเวณกึ่งกลางโคโลนินสีแดงเรื่อๆ ประปราย เส้นใยอัดตัวแน่นคล้ายกำมะหยี่ ขอบโคโลนินสีขาว ด้านล่างโคโลนินสีแดงเข้าบริเวณกลางโคโลนินและค่อยๆ งามลงไปเป็นสีเหลืองที่ขอบ มีรอยแตกของวุ้นเล็กน้อย ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนินเมื่อเชื้ออายุ 14 วัน ที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส เท่ากับ 6.0-6.3 เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 59 A, A1)

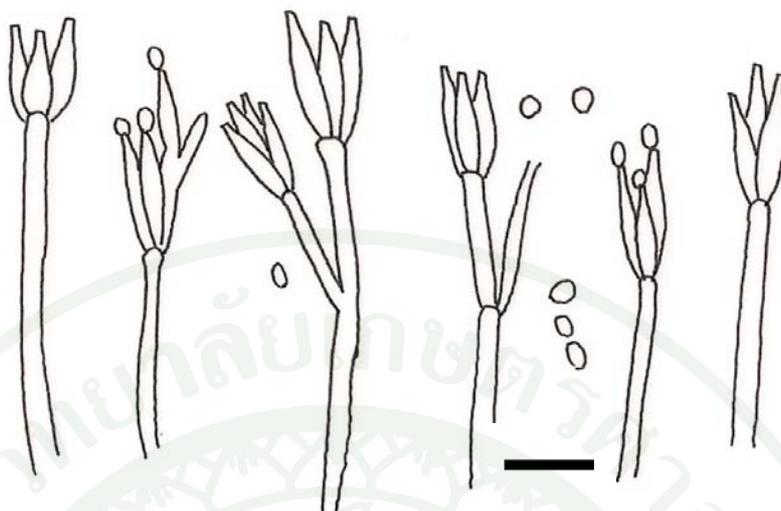
โคโลนินบน CZA เส้นใยสีเหลืองบริเวณกลางโคโลนิน และค่อยๆ งามลงถึงบริเวณขอบโคโลนิน ผิวโคโลนินเรียบ ด้านล่างโคโลนินสีเหลืองอ่อน มีวงแหวนสีแดงปรากฏ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนินเมื่อเชื้ออายุ 14 วัน ที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส เท่ากับ 3.5-3.8 เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 59 B, B1)

โคโลนินบน CYA บริเวณตรงกลางสีแดงอิฐอมส้ม รอบๆ งามเป็นสีเหลืองอ่อน ผิวโคโลนินเป็นขนคล้ายกำมะหยี่ ด้านล่างโคโลนินตรงกลางสีแดงอิฐเข้มรอบๆ สีเหลืองอ่อน เส้นผ่านศูนย์กลาง

โคโลนีเมื่อเชื้ออายุ 14 วัน ที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส เท่ากับ 4.3-4.5 เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 59 C, C1)



ภาพผนวกที่ 55 *Penicillium* sp.2 โคโลนีด้านบนและล่างบน MEA (A, A1), CZA (B, B1) และ CYA (C, C1), conidiophore และ phialide (D, E, F); bar=10 μm



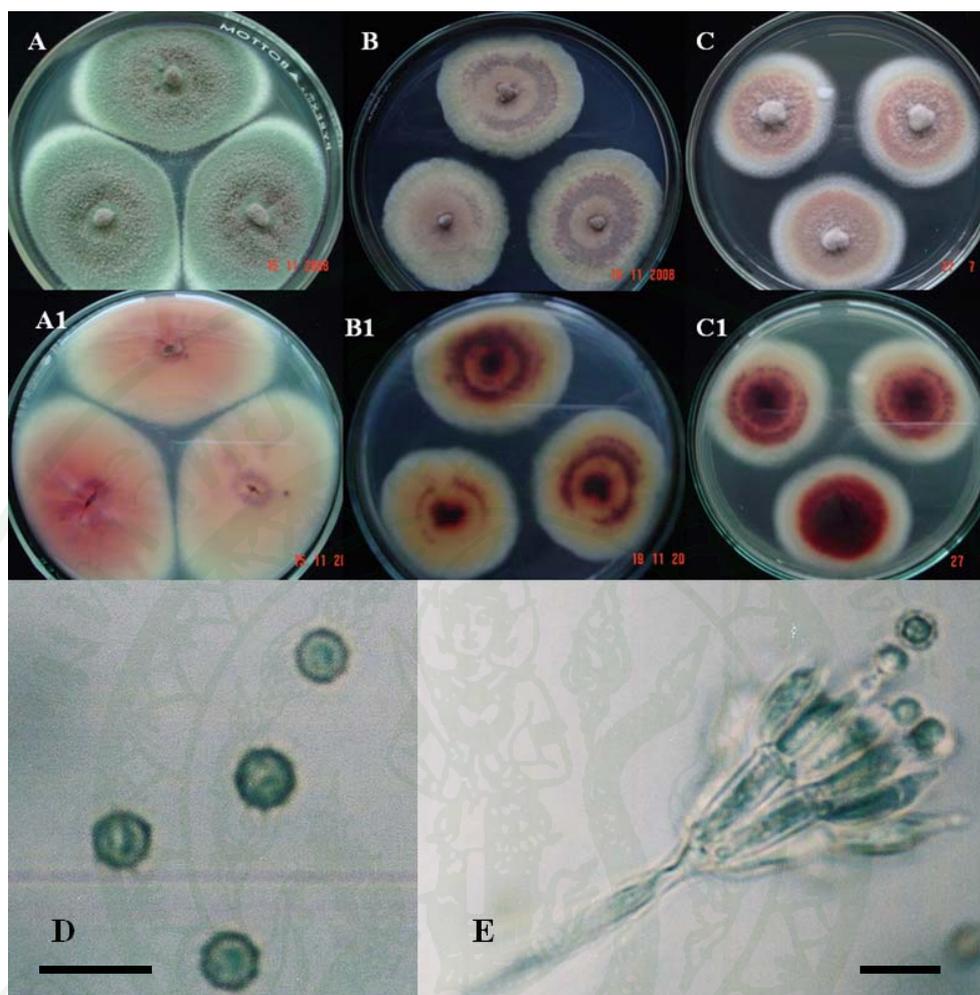
ภาพผนวกที่ 56 ภาพวาด *Penicillium* sp.2 จาก camera lucida (bar=10 μ m)



ภาพผนวกที่ 57 *Penicillium* sp.3 โคลนินี้ด้านบนและล่างบน MEA (A, A1), CZA (B, B1), conidiophore และ phialide (D, E); bar=10 μ m, conidia (E); bar=10 μ m



ภาพผนวกที่ 58 ภาพวาด *Penicillium* sp.3 จาก camera lucida (bar=10 μ m)



ภาพผนวกที่ 59 *Penicillium* sp.4 โคลนிட้านบนและล่างบน MEA (A, A1), CZA (B, B1) และ CYA (C, C1), conidia (D); bar=10 μ m, metulae และ phialide (E); bar=10 μ m



ภาพผนวกที่ 60 ภาพวาด *Penicillium* sp.4 จาก camera lucida (bar=10 μ m)

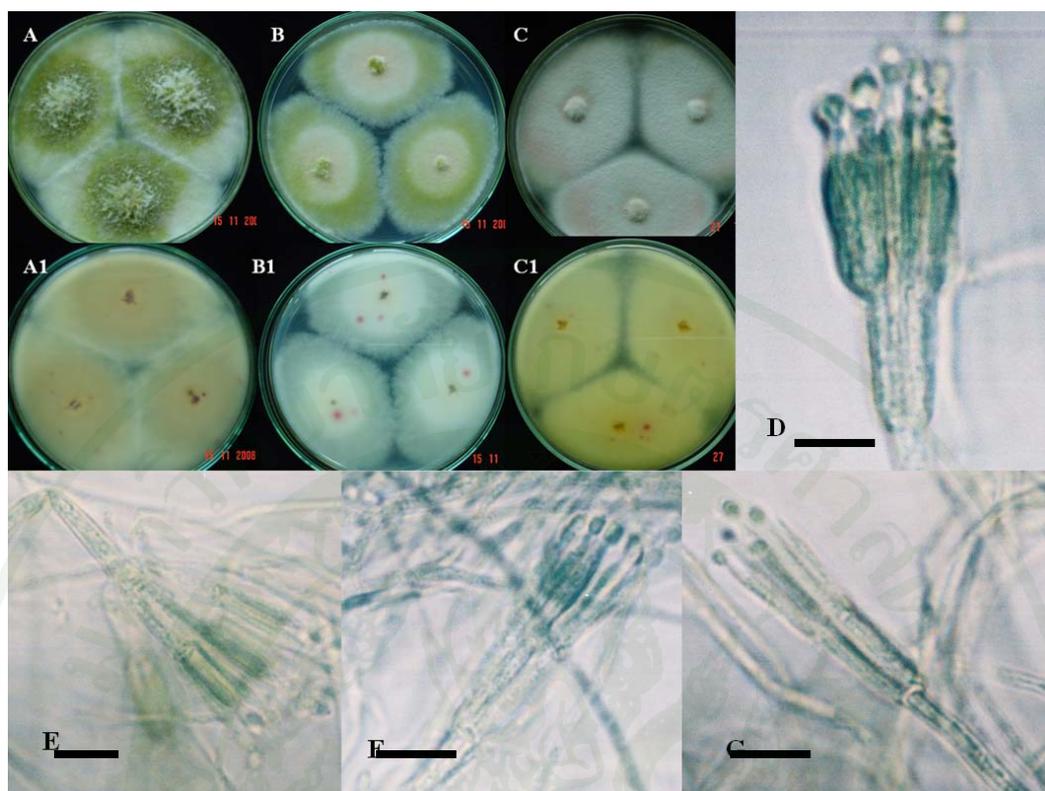
39. *Penicillium* sp.5

เส้นใยผนังบาง เรียบ มีผนังกันตามขวาง (septum) ก้านชูโคนิเดีย (conidiophore) ผิวเรียบ ไม่แตกกิ่งก้าน ชั้นของ sterigma เกิดแบบ biseriate ปลายก้านชูโคนิเดีย โป่งพองออกเล็กน้อยก่อนแตกออกเป็น metulae รูปทรงกระบอก ผอม ผิวเรียบ ขนาด $15.0-20.0 \times 3.0-5.0$ ไมโครเมตร ปลาย metulae มี phialide ติดอยู่รูปร่างทรงกระบอกผิวเรียบ phialide มีขนาด $16.0-20.0 \times 2.5-3.0$ ไมโครเมตร โดยที่ส่วนปลายของ phialide เรียวลงอย่างทันทีทันใด โคนิเดีย (conidia) รูปร่างรี (elliptic) ผิวโคนิเดียเรียบ ไม่มีสี เรียงต่อกันเป็นสายโซ่ ขนาดของโคนิเดียม $3.0-4.0 \times 2.5-4.0$ ไมโครเมตร (ภาพผนวกที่ 61 D, E, F, G และภาพผนวกที่ 62)

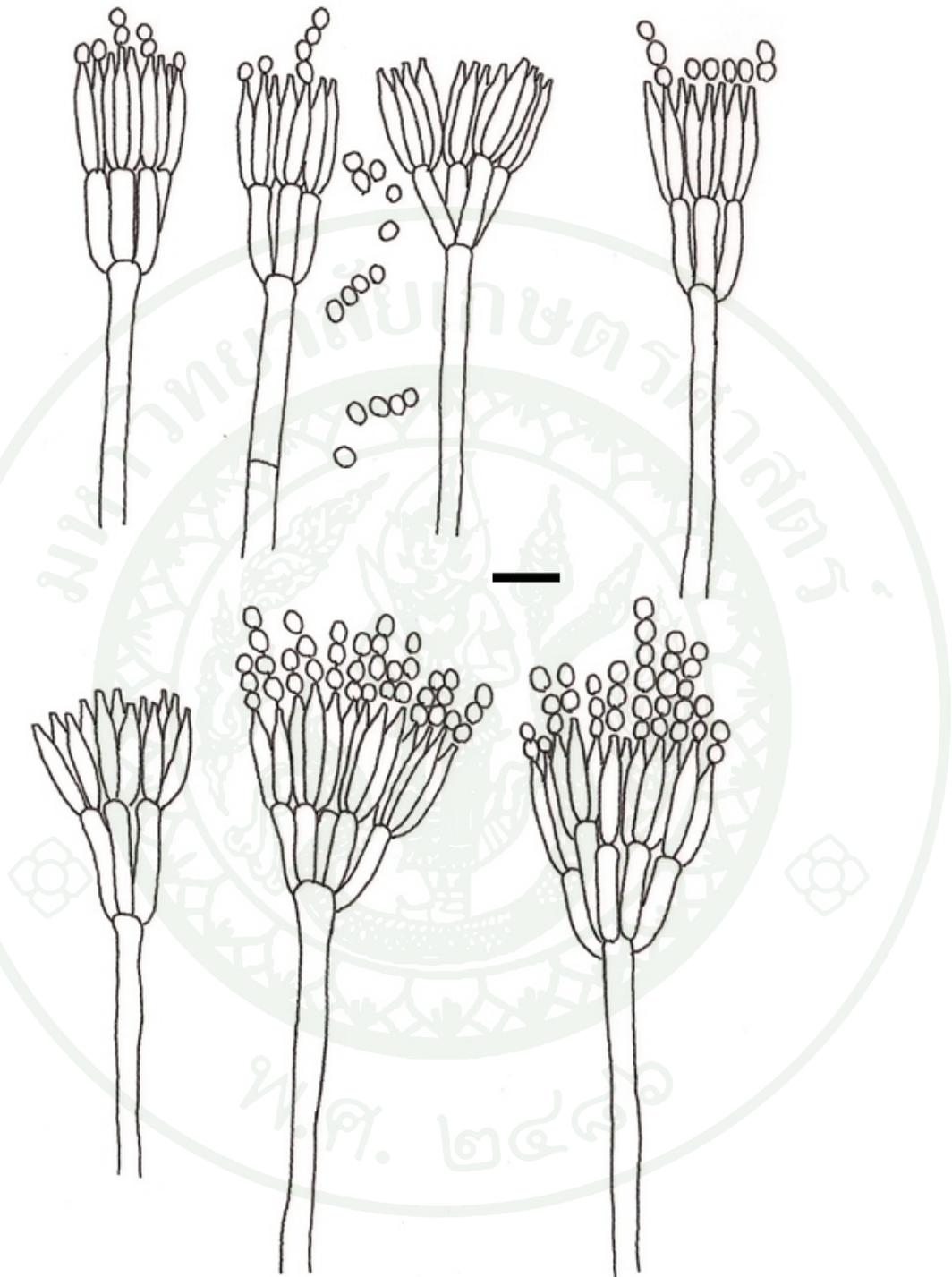
โคโลนียบน MEA ราชสร้างเส้นใยสีเขียวเหลืองสดใสมากกลางโคโลนี เส้นใยบริเวณรอบจุดศูนย์กลางสีขาวฟูขึ้นเป็นกระจุก ผิวโคโลนีโดยรอบจุดศูนย์กลางฟูเล็กน้อย นุ่มคล้ายกำมะหยี่ ขอบโคโลนีสีขาว ด้านล่างโคโลนีสีขาวอมเหลืองมีจุดสีแดงเล็กๆ ประปราย ไม่สร้างสีลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนี เมื่อเชื้ออายุ 14 วันที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส เท่ากับ 7.2-7.5 เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 61 A, A1)

โคโลนียบน CZA บริเวณกลางโคโลนีสีชมพูอ่อน รอบจุดศูนย์กลางสีเขียวมีน้ำอ่อน ผิวโคโลนีเรียบสาก ขอบโคโลนีเป็นเส้นใยที่รวมตัวกันไม่หนาแน่นสีขาว ด้านล่างโคโลนีสีขาว มีจุดสีแดงประปราย ไม่สร้างสีลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนี เมื่อเชื้ออายุ 14 วันที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส 6.3-6.5 เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 61 B, B1)

โคโลนียบน CYA ผิวเรียบถึงขรุขระเล็กน้อยสีขาวกำมะหยี่ มีจุดแดงเรื่อๆ ขอบโคโลนีสีชมพูอ่อนๆ ด้านหลังสีขาวนวลมีจุดแดงประปราย ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนี เมื่อเชื้ออายุ 14 วันที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส เท่ากับ 6.5-7.5 เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 61 C, C1)



ภาพผนวกที่ 61 *Penicillium* sp.5 โคลนிட้านบนและล่างบน MEA (A, A1), CZA (B, B1) และ CYA (C, C1), metulae และ phialide (D, E, F, G); bar=10 μm



ภาพผนวกที่ 62 ภาพวาด *Penicillium* sp.5 จาก camera lucida (bar=10 μ m)

40. *Penicillium* sp.6

เส้นใยผนังบาง เรียบ มีผนังกันตามขวาง (septum) ก้านชูโคนิเดีย (conidiophore) ผิวเรียบ ไม่แตกกิ่งก้าน ปลายก้านแตกออกเป็น metulae ทรงกระบอก ผิวเรียบถึงขรุขระเล็กน้อย ขนาด $8.0-9.0 \times 3.0-5.0$ ไมโครเมตร ปลาย metulae มี phialide ติดอยู่รูปร่างคล้ายขวดมีส่วนคอเด่นชัดผิวเรียบ phialide มีขนาด $12.0-19.0 \times 3.0-4.0$ ไมโครเมตร โดยมีส่วนคอของ phialide ยาว $2.0-8.0$ ไมโครเมตร โคนิเดีย (conidia) รูปร่างกลม (globose) ผิวสปอร์ขรุขระเป็นปุ่มคล้ายหนาม (echinulate) สปอร์ไม่มีสี เรียงต่อกันเป็นสายโซ่ ขนาดของโคนิเดียม $4.0-6.0 \times 4.0-5.5$ ไมโครเมตร (ภาพผนวกที่ 63 C, D และภาพผนวกที่ 64)

โคโลนียบน MEA โคลอนีมียีสเขียวเข้ม บริเวณกลาง โดยมีเส้นใยสีเขียวประปรายรอบจุดศูนย์กลางโคโลนี ถัดจากจุดศูนย์กลางโคโลนีเป็นเส้นใยสีขาวผิวคล้ายกำมะหยี่ ผิวโคโลนีสีร่วน เป็นรัศมีจากจุดศูนย์กลางโคโลนี บริเวณขอบโคโลนีผิวเรียบ ด้านล่างโคโลนีสีเหลืองอ่อน มีรอยย่นของโคโลนีปรากฏให้เห็น ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเมื่อเชื้ออายุ 14 วัน ที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส $6.5-7.0$ เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 63 A, A1)

โคโลนียบน CZA เส้นใยขาวเรียบ ไม่สร้างโคนิเดีย ด้านล่างโคโลนีสีขาวอมเหลืองอ่อน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเมื่อเชื้ออายุ 14 วัน ที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส $3.8-4.0$ เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 63 B, B1)

41. *Penicillium* sp.7

เส้นใยผนังบาง ขรุขระ มีผนังกันตามขวาง (septum) ก้านชูโคนิเดีย (conidiophore) ผิวขรุขระมีทั้งแตกกิ่งก้านสั้นๆและไม่แตกกิ่งก้าน ปลายก้านแตกออกเป็น phialide รูปร่างคล้ายขวด phialide ผิวเรียบถึงขรุขระเล็กน้อยขนาด $8.0-11.0 \times 2.0-4.0$ ไมโครเมตร โคนิเดีย (conidia) รูปร่างกลม (globose) ผิวสปอร์เรียบ ไม่มีสี เรียงต่อกันเป็นสายโซ่ ขนาดของโคนิเดียม $3.0-4.0 \times 2.5-3.0$ ไมโครเมตร (ภาพผนวกที่ 65 D, E)

โคโลนียบน MEA สีเขียวซีดและสีม่วงอ่อนเส้นสลับกันเป็นวงไม่เด่นชัด โดยที่รอบจุดศูนย์กลางโคโลนีสีเขียวซีด ถัดมาสีม่วงอ่อน และขอบโคโลนีสีเขียวซีด ผิวโคโลนีฟูเล็กน้อย นุ่มคล้ายกำมะหยี่ สร้างสารสีส้มอมม่วงอ่อนๆ ลงในอาหาร ด้านหลังโคโลนีสีม่วงแดงเข้ม เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเมื่อเชื้ออายุ 14 วัน ที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส เท่ากับ $2.0-4.0$ เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 65 A, A1)

โคโลนินบน CZA โคโลนีผิวเรียบ สีขาว ขอบโคโลนีอาจเป็นริ้วหรือเป็นสีน้ำตาล ด้านหลังโคโลนีสีน้ำตาลเข้มบริเวณขอบโคโลนี สร้างสารสีน้ำตาลชนิดลงในอาหาร เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเมื่อเชื้ออายุ 14 วัน ที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส เท่ากับ 1.0-1.5 เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 65 B, B1)

โคโลนินบน CYA สีขาวเรียบไปกับอาหาร ไม่สร้างโคนินเดีย มีร่องตามแนวรัศมี ด้านล่างโคโลนีสีน้ำตาลอ่อน มีร่องในแนวรัศมี กลางโคโลนีเป็นวงสีน้ำตาลเข้ม เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเมื่อเชื้ออายุ 14 วัน ที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส เท่ากับ 5.0-5.3 เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 65 C, C1)

42. *Penicillium* sp.8

เส้นใยผนังบาง เรียบ มีผนังกันตามขวาง (septum) ก้านชูโคนินเดีย (conidiophore) ผิวเรียบ แตกกิ่งก้านสั้นๆแบบรอบข้อ ผิวเรียบ (verticillate) 2-3 กิ่ง ยาว 14.0-20.0 ไมโครเมตร ปลายก้านแตกออกเป็น phialide รูปร่างคล้ายขวดหรือถังเบียร์ ผิวเรียบขนาด 6.0-11.0×2.0-2.5 ไมโครเมตร โคนินเดีย (conidia) รูปร่างกลม (globose) ผิวเรียบ ไม่มีสี เรียงต่อกันเป็นสายโซ่ ขนาดของโคนินเดีย 2.0-3.0×2.0-3.0 ไมโครเมตร (ภาพผนวกที่ 66 D, E และภาพผนวกที่ 67)

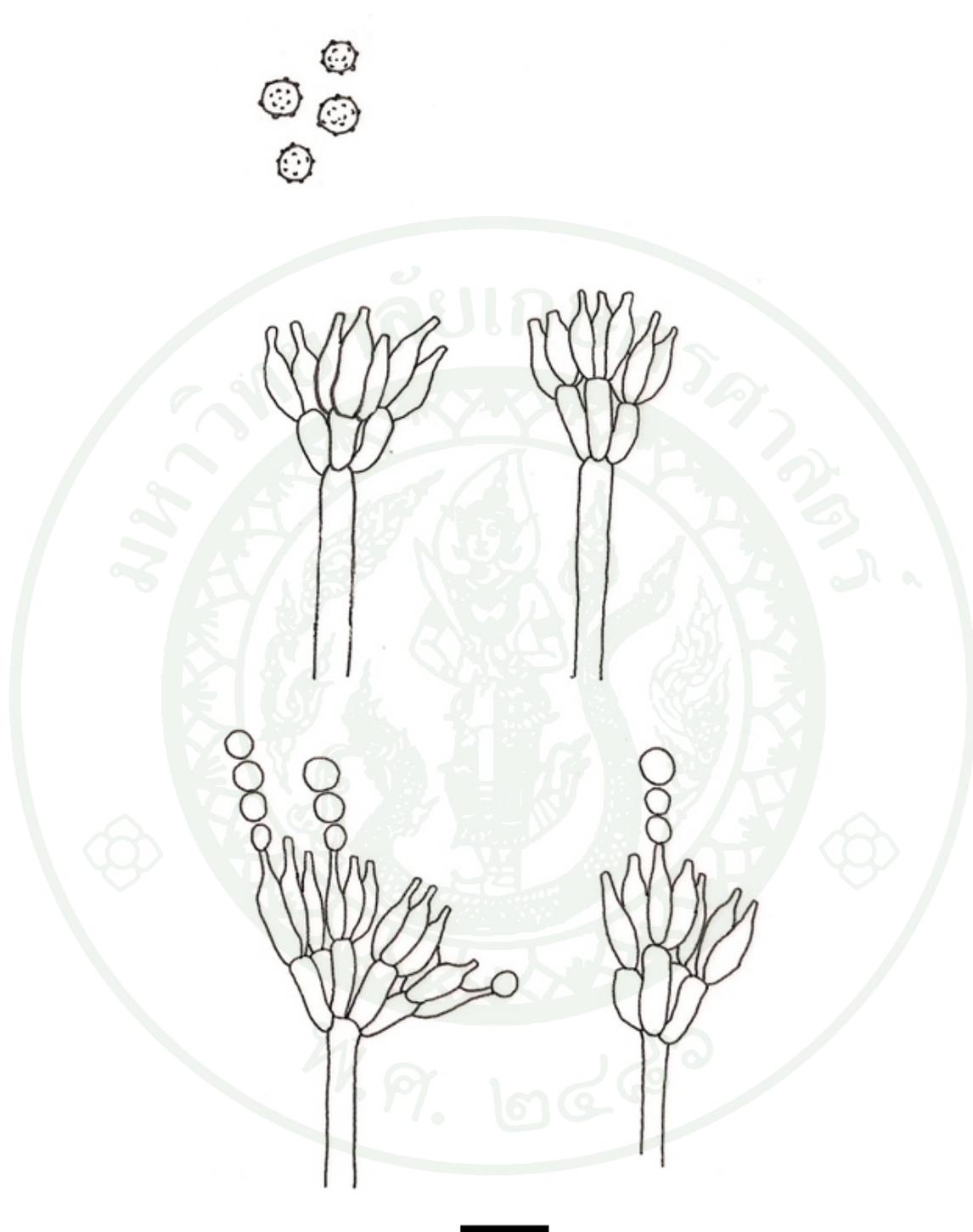
โคโลนินบน MEA ขรุขระสีเขียวเข้ม มีรอยย่นเล็กน้อย มีเส้นใยสีขาวฟูขึ้นบนผิวโคโลนี ประปราย ขอบโคโลนีคลื่น ด้านหลังโคโลนีสีเหลืองซีด ผิวย่นเป็นรัศมีเล็กน้อย ไม่สร้างสีลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเมื่อเชื้ออายุ 14 วัน ที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส เท่ากับ 3.1-3.2 เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 66 A, A1)

โคโลนินบน CZA สีส้มอมน้ำตาลเขียว กลางโคโลนีสีส้มอ่อน ผิวโคโลนีขรุขระ ขอบโคโลนีเรียบสีขาวอมเขียวอ่อนๆ ด้านหลังโคโลนีสีส้ม เข้มบริเวณกลางโคโลนี เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเมื่อเชื้ออายุ 14 วัน ที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส เท่ากับ 3.3-4.0 เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 66 B, B1)

โคโลนินบน CYA สีน้ำตาลอมเทาเขียว เส้นใยราบไปกับวุ้น มีรอยย่นแนวรัศมี เปลี่ยนสีอาหารเป็นสีเหลืองอ่อน ด้านล่างโคโลนีสีน้ำตาลอมเหลือง เข้มบริเวณกลางโคโลนี มีรอยย่นแนวรัศมี เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเมื่อเชื้ออายุ 14 วัน ที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส เท่ากับ 2.5-4.7 เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 66 C, C1)



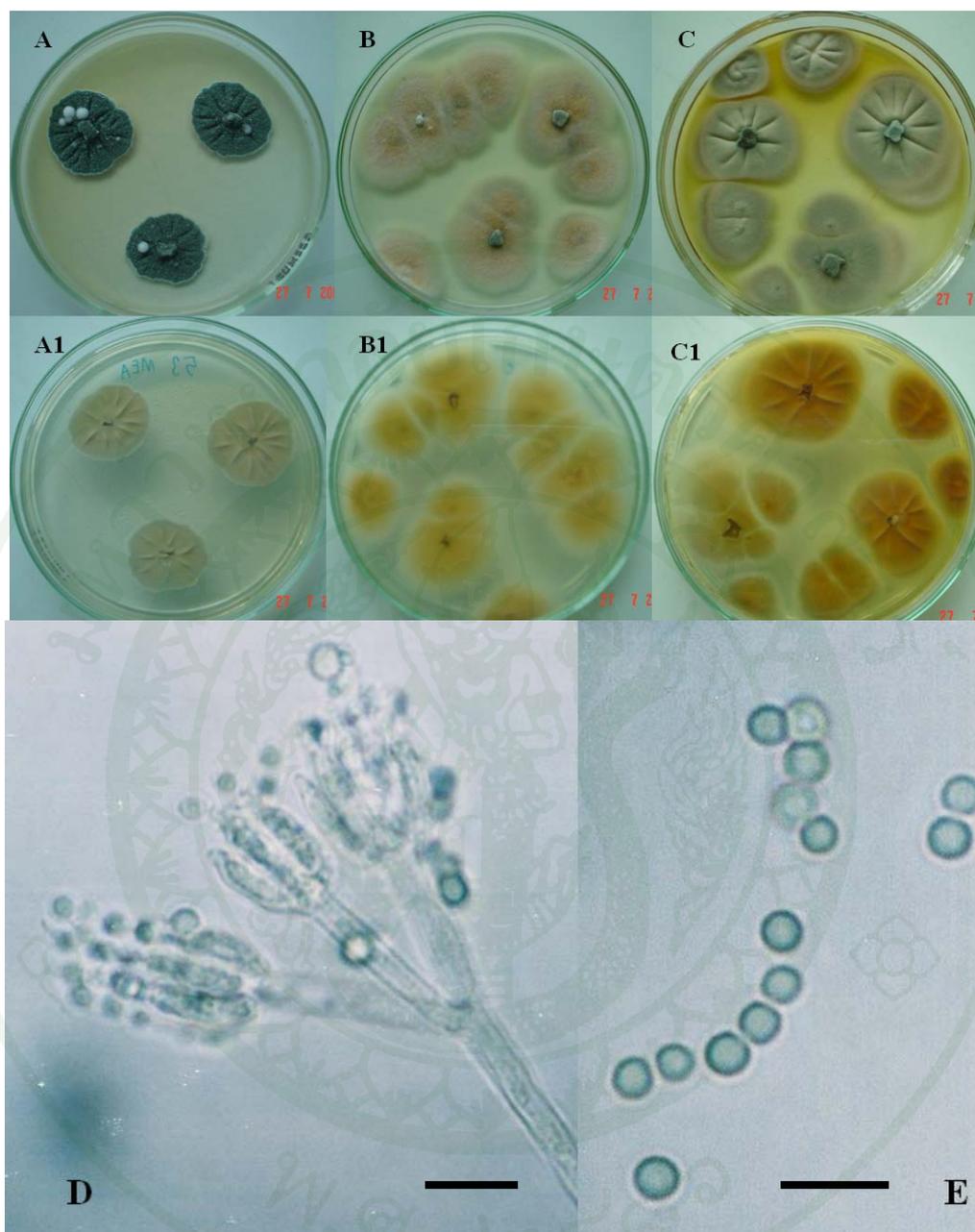
ภาพผนวกที่ 63 *Penicillium* sp.6 โคลนிட้านบนและล่างบน MEA (A, A1), CZA (B, B1), conidia และ phialide(C, D); bar=10 μ m



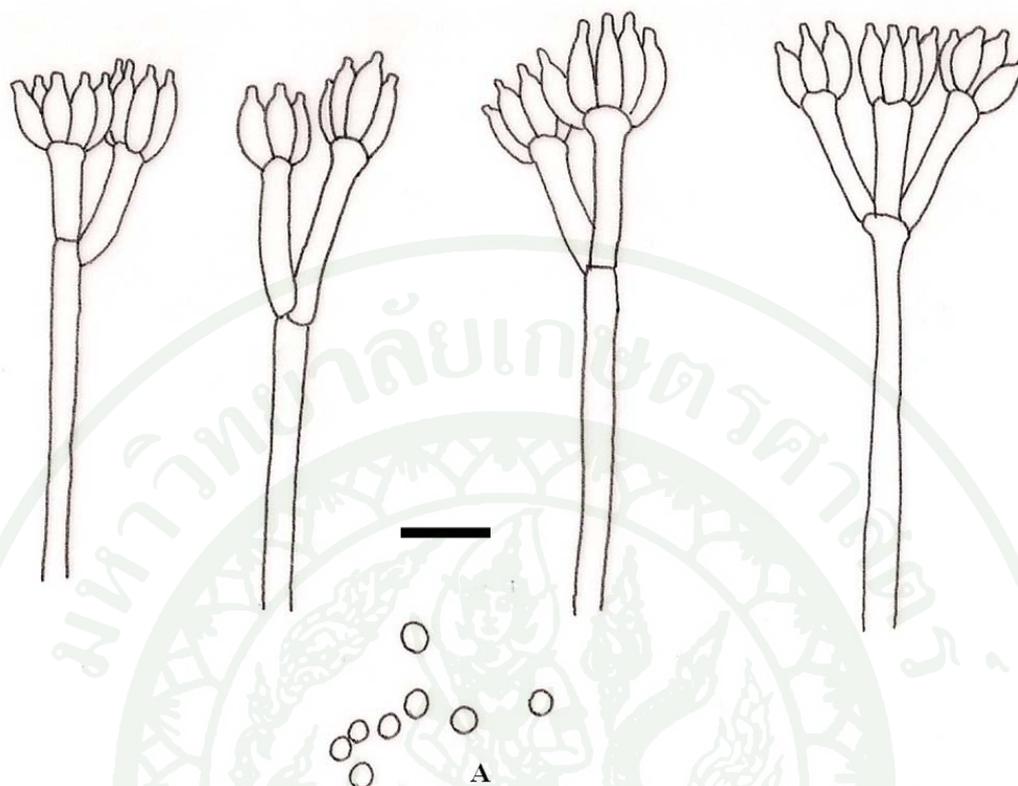
ภาพผนวกที่ 64 ภาพวาด *Penicillium* sp.6 จาก camera lucida (bar=10 μ m)



ภาพผนวกที่ 65 *Penicillium* sp.7 โคลนินี้ด้านบนและล่างบน MEA (A, A1), CZA (B, B1), CYA (C, C1), ลักษณะ metulae และ phialide (D, E); bar=10 μm



ภาพผนวกที่ 66 *Penicillium* sp.8 โคลนிட้านบนและล่างบน MEA (A, A1), CZA (B, B1), และ CYA (C, C1), metulae และ phialide (D); bar=10 µm, conidia (E); bar=10 µm



ภาพผนวกที่ 67 ภาพวาด *Penicillium* sp.8 จาก camera lucida (bar=10 μ m)

43. *Penicillium* sp.9

เส้นใยผนังบาง เรียบ มีผนังกั้นตามขวาง (septum) ก้านชูโคนิเดีย (conidiophore) ผิวขรุขระ ไม่แตกกิ่งก้าน ปลายก้านแตกออกเป็น metulae ทรงกระบอกอ้วน ผิวเรียบ ขนาด $9.0-15.0 \times 3.0-6.0$ ไมโครเมตร metulae บางอัน มีดิ่งเล็กๆยื่นออกมาที่โคน ปลาย metulae มี phialide ติดอยู่รูปร่างคล้ายขวด ผิวเรียบ phialide มีขนาด $8.0-11.0 \times 1.0-3.0$ ไมโครเมตร โคนิเดีย (conidia) รูปร่างกลมถึงรี ผิวโคนิเดียเรียบ ไม่มีสี เรียงต่อกันเป็นสายโซ่ ขนาดของโคนิเดียม $2.5-4.0 \times 2.0-3.0$ ไมโครเมตร (ภาพผนวกที่ 68 D, E, F และภาพผนวกที่ 69)

โคโลนียบน MEA สีเขียวขี้ม้าผิวแห้งคล้ายผง ผิวโคโลนีเรียบสม่ำเสมอ ขอบโคโลนีเป็นคลื่น สีเหลืองอ่อน ด้านหลังโคโลนีสีเหลืองเข้มบริเวณกลางโคโลนี ขอบโคโลนีสีเขียวอ่อน เปลี่ยนสีอาหารเป็นสีเหลืองเล็กน้อย เส้นผ่านศูนย์กลางของโคโลนีเมื่อเชื้ออายุ 14 วัน ที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส เท่ากับ $5.0-5.3$ เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 68 A, A1)

โคโลนินบน CZA สีเขียวอ่อนอมชมพู ผิวโคโลนินเรียบสม่ำเสมอ ขอบโคโลนินสีชมพูอ่อนๆ ขอบคลื่น ด้านหลังโคโลนินสีน้ำตาลเข้ม สร้างสารสีเหลืองลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ เส้นผ่านศูนย์กลางของโคโลนินเมื่อเชื้ออายุ 14 วัน ที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส เท่ากับ 0.6-2.0 เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 68 B, B1)

โคโลนินบน CYA สีเขียวขี้ม้าอ่อน กลางโคโลนินสีเหลืองซีด ผิวโคโลนินเรียบ มีรอยย่นตามแนวรัศมี ด้านหลังโคโลนินสีเขียวเป็นจ้ำ ขอบเหลือง สร้างสารสีเหลืองลงในวุ้น เส้นผ่านศูนย์กลางของโคโลนินเมื่อเชื้ออายุ 14 วัน ที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส เท่ากับ 4.2-4.7 เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 68 C)

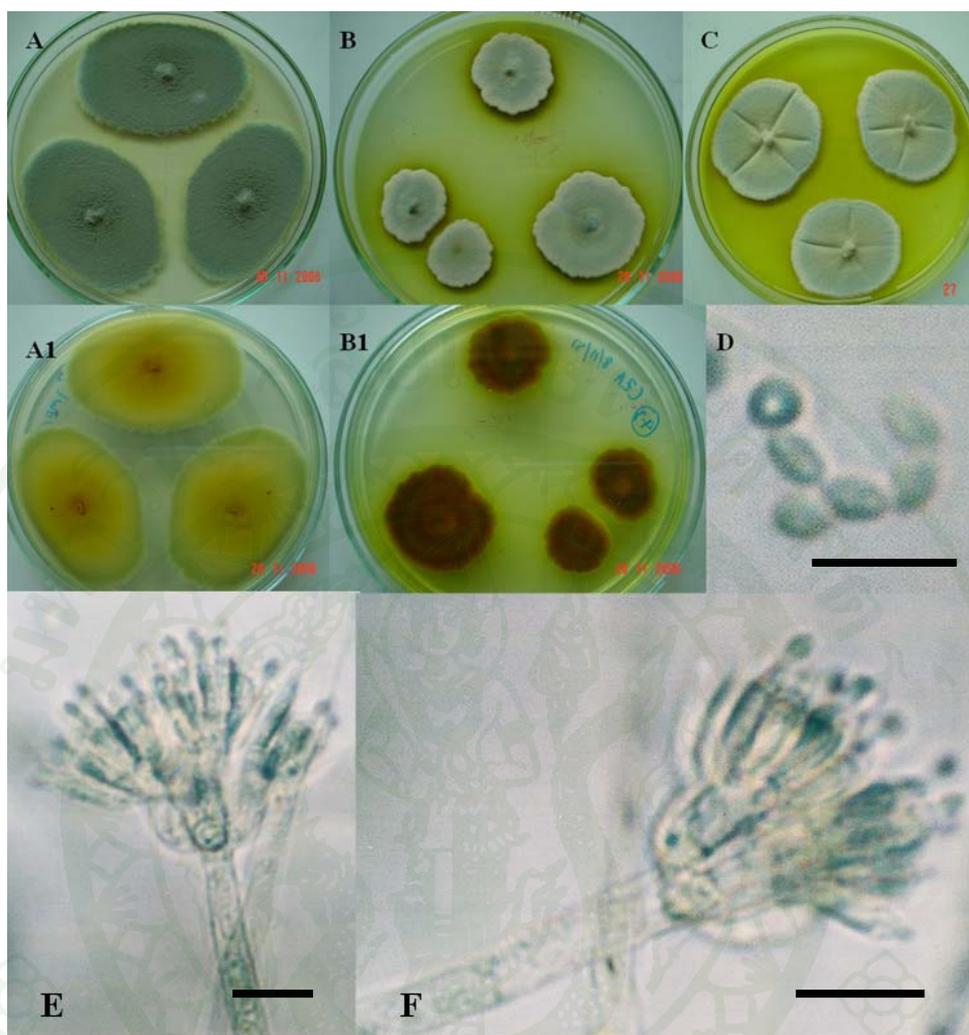
44. *Penicillium* sp.10

เส้นใยผนังบาง เรียบ มีผนังกันตามขวาง (septum) ก้านชูโคนิเดีย (conidiophore) ผิวเรียบ มีทั้งแตกกิ่งก้านสั้นๆและไม่แตกกิ่งก้าน ปลายก้านแตกออกเป็น phialide รูปร่างคล้ายขวด phialide ผิวเรียบขนาด 10.0-17.0×3.5-5.0 ไมโครเมตร โคนิเดีย (conidia) รูปร่างกลมถึงรี ผิวสปอร์เรียบ ไม่มีสี เรียงต่อกันเป็นสายโซ่ ขนาดของโคนิเดีย 3.5-5.0×3.0-4.0 ไมโครเมตร (ภาพผนวกที่ 70 D, E, F และ G)

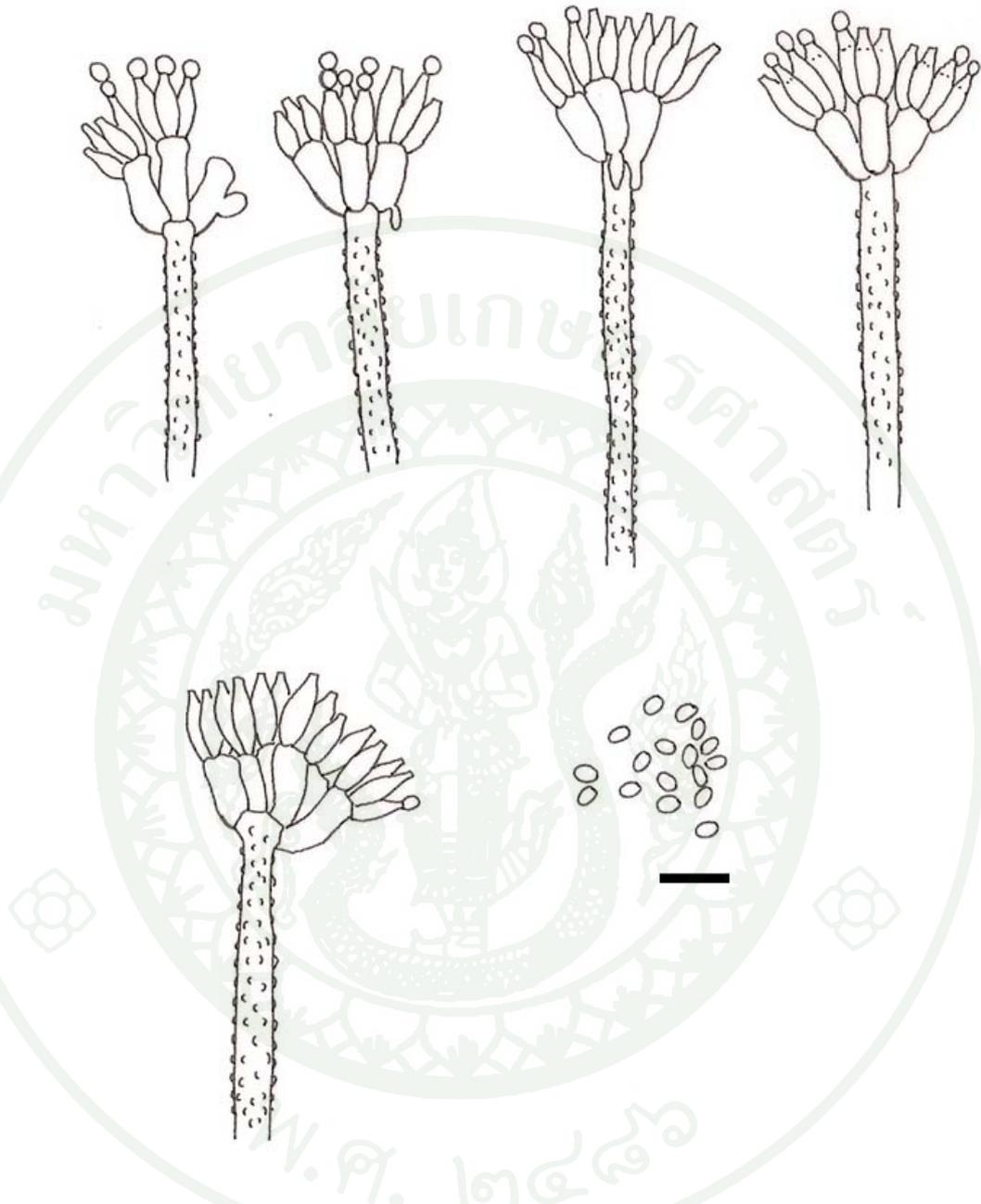
โคโลนินบน CZA สีขาว ผิวนุ่มเรียบ ไม่สร้างโคนิเดีย ด้านหลังสีเหลืองอ่อน เข้มเล็กน้อย บริเวณกลางโคโลนิน ไม่สร้างสีลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ เส้นผ่านศูนย์กลางของโคโลนินเมื่อเชื้ออายุ 14 วัน ที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส เท่ากับ 2.0-3.0 เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 70 A, A1)

โคโลนินบน MEA พูหนาสีเขียวอมเทา เส้นใยเล็กละเอียด ผิวโคโลนินเรียบ นุ่ม มีเส้นใยสีขาวจางๆ เจริญขึ้นประปราย ด้านหลังโคโลนิน สีน้ำตาลอ่อน ปรากฏวงสีน้ำตาลจางๆ บริเวณรอบจุด เส้นศูนย์กลางเส้นผ่านศูนย์กลางของโคโลนินเมื่อเชื้ออายุ 14 วัน ที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส เท่ากับ 5.7-6.0 เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 70 B, B1)

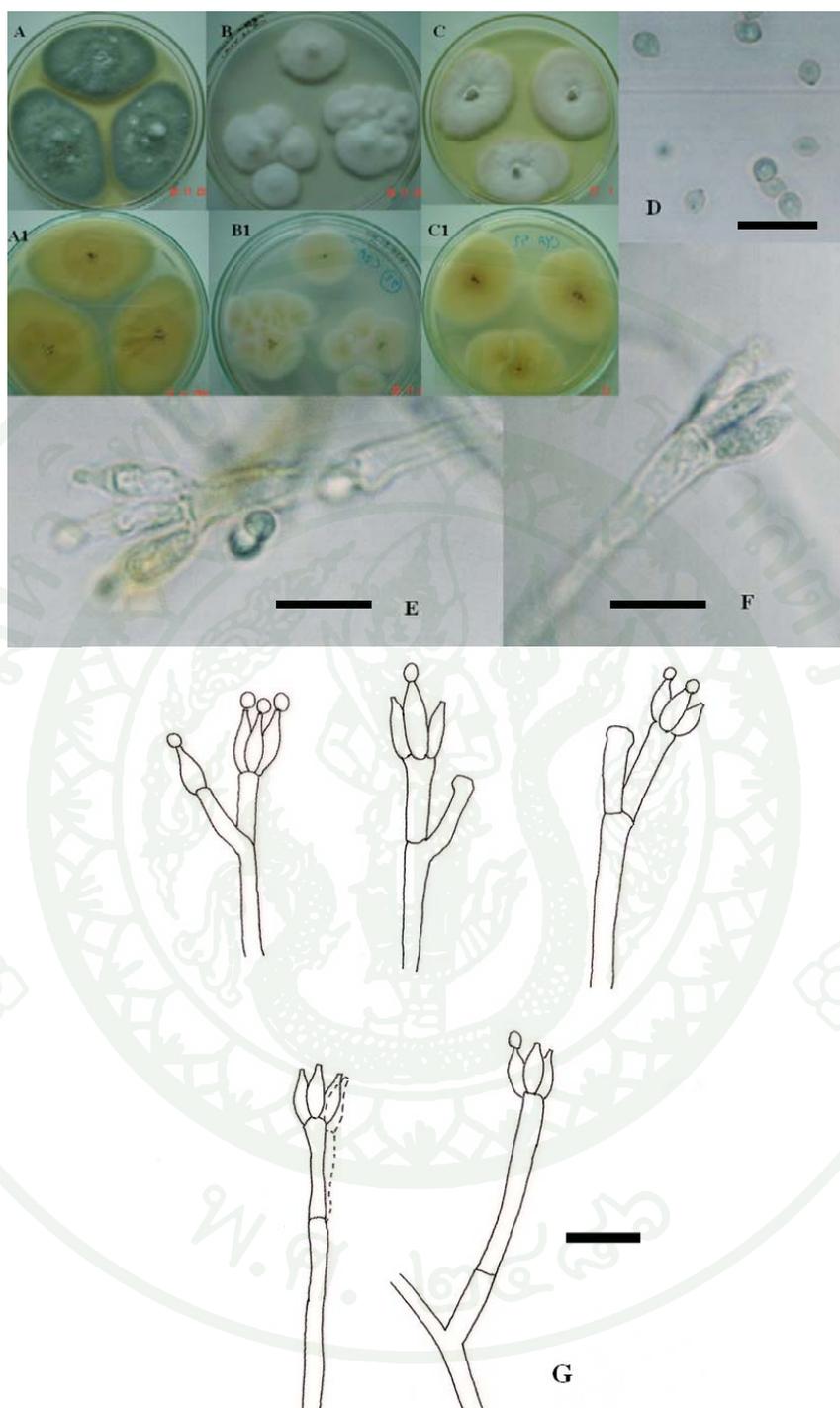
โคโลนินบน CYA สีขาวอมน้ำตาลอ่อนบริเวณกลางโคโลนินสีขาว ผิวหน้าโคโลนินเรียบคล้ายกำมะหยี่ ขอบโคโลนินสีชมพูจางๆ ด้านหลังโคโลนินสีน้ำตาลอมเหลืองส้ม เข้มบริเวณกลางโคโลนิน เส้นศูนย์กลางเส้นผ่านศูนย์กลางของโคโลนินเมื่อเชื้ออายุ 14 วัน ที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส เท่ากับ 4.7-5.0 เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 70 C, C1)



ภาพผนวกที่ 68 *Penicillium* sp.9 โคลนிட้านบนและล่างบน MEA (A, A1), CZA (B, B1), โคลนิตีบน CYA (C), conidia (D); bar=10 μm , metulae และ phialide (E, F); bar=10 μm



ภาพผนวกที่ 69 ภาพวาด *Penicillium* sp.9 จาก camera lucida (bar=10 μ m)



ภาพผนวกที่ 70 *Penicillium* sp.10 โคลนிட้านบนและล่างบน MEA (A, A1), CZA (B, B1) และ CYA (C, C1), conidia (D); bar=15 μ m, metulae และ phialide (E, F); bar=10 μ m, G คือ ภาพวาดจาก camera lucida (G); bar=10 μ m

45. *Penicillium* sp.11

เส้นใยผนังบาง เรียบ มีผนังกั้นตามขวาง (septum) ก้านชูโคนิเดียม (conidiophore) ผิวเรียบ ไม่แตกกิ่งก้าน ชั้นของ sterigma เป็นแบบ uniseriate ปลายก้านชูโคนิเดียมมี phialide ติดอยู่รูปร่างคล้ายขวด ผิวเรียบ phialide มีขนาด $10.0-170 \times 3.0-3.5$ ไมโครเมตร โคนิเดียม (conidia) รูปร่างกลม (globose) ผิวเรียบ ไม่มีสี เรียงต่อกันเป็นสายโซ่ ขนาดของโคนิเดียม $3.0-5.5 \times 2.5-5.0$ ไมโครเมตร (ภาพผนวกที่ 71 D, E, F และภาพผนวกที่ 72)

โคโลนียบน MEA โคลนีสีเขียวเข้ม มีเส้นใยเกาะตัวกันเป็นขุยฟูเล็กน้อยบนผิวโคโลนี ผิวโคโลนีมีรอยย่นในแนวรัศมีปรากฏ ด้านล่างของโคโลนีสีเหลืองซีด มีวงสีเขียวสดปรากฏอยู่ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเมื่อเชื้ออายุ 14 วัน ที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียสเท่ากับ 6.4-6.7 เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 71 A, A1)

โคโลนียบน CZA เส้นใยอัดตัวกันเป็นกลุ่มก้อนสีขาวทั้งโคโลนี ไม่สร้างโคนิเดียม เส้นใยก้อนเล็กอยู่ด้านในก้อนใหญ่อยู่ด้านนอก ด้านล่างโคโลนีสีขาว กลางโคโลนีสีขาวอ่อนๆ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเมื่อเชื้ออายุ 14 วัน ที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียสเท่ากับ 4.5-5.0 เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 72 B, B1)

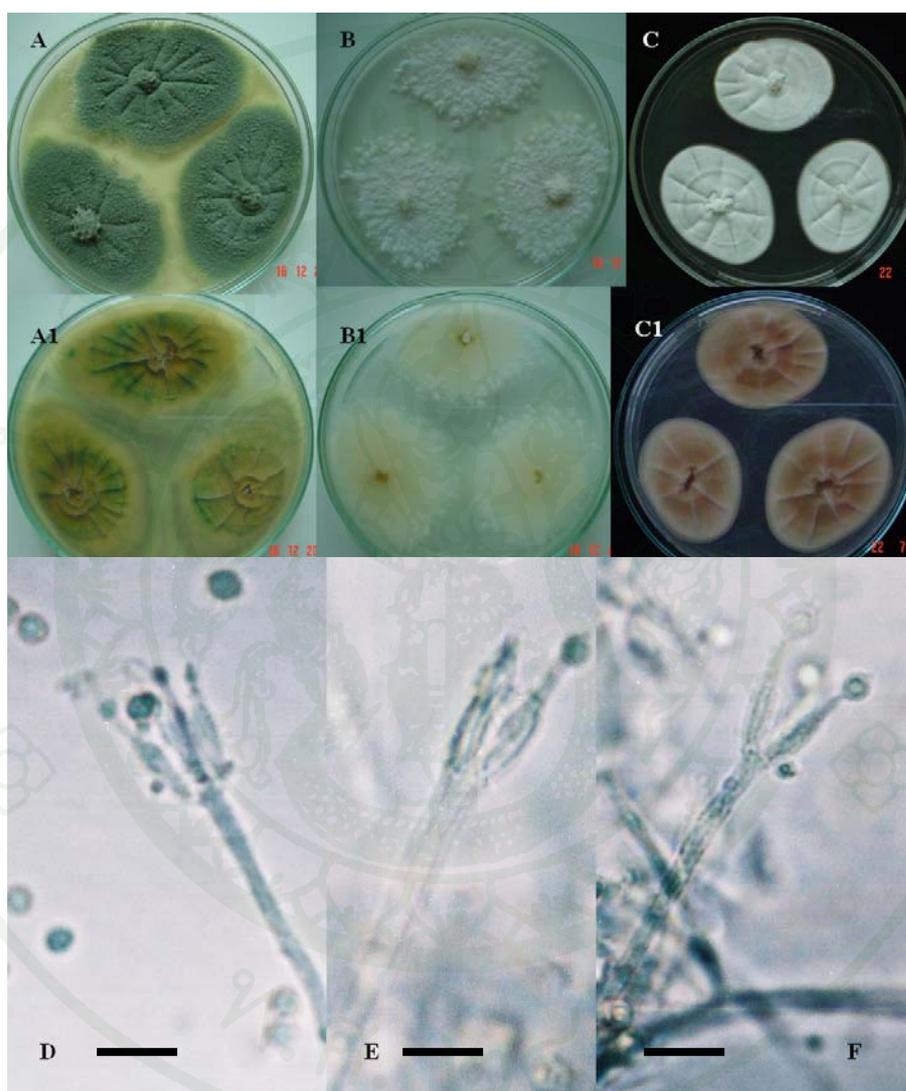
โคโลนียบน CYA ราช้างเส้นใยสีขาว ไม่สร้างโคนิเดียม ผิวโคโลนีมีรอยย่นตามแนวรัศมี บริเวณกลางโคโลนีปรากฏวงแหวน 1 วง ด้านล่างโคโลนีสีน้ำตาล เข้มตรงกลางโคโลนี มีรอยย่นตามแนวรัศมี ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเมื่อเชื้ออายุ 14 วัน ที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียสเท่ากับ 4.2-4.8 เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 71 C, C1)

46. *Penicillium* sp.12

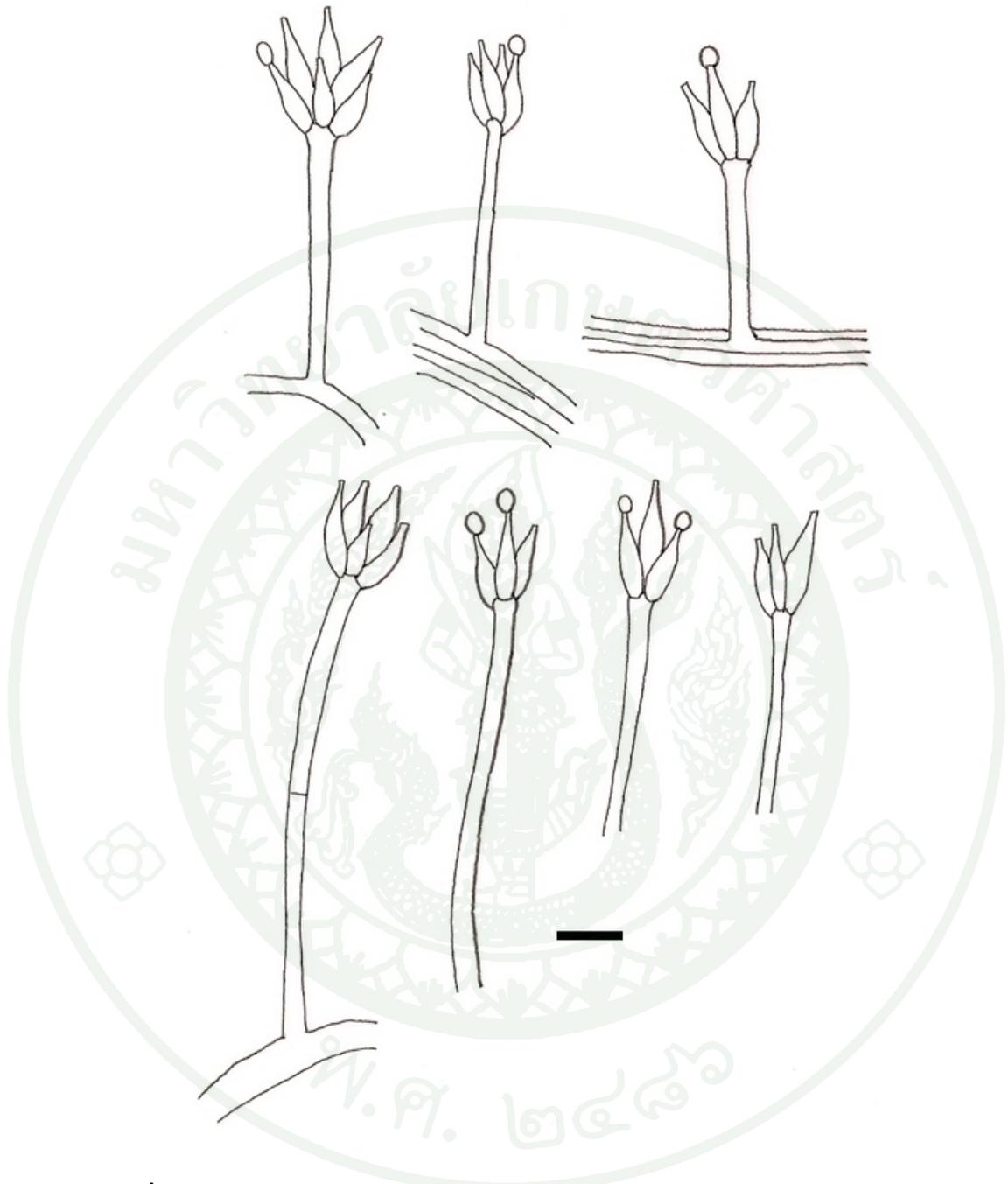
เส้นใยผนังบาง เรียบ มีผนังกั้นตามขวาง (septum) ก้านชูโคนิเดียม (conidiophore) ผิวเรียบ ไม่แตกกิ่งก้าน ชั้นของ sterigma เป็นแบบ uniseriate ปลายก้านชูโคนิเดียมมี phialide ติดอยู่รูปร่างคล้ายขวด ผิวเรียบ phialide มีขนาด $10.0-16.0 \times 2.5-3.0$ ไมโครเมตร โคนิเดียม (conidia) รูปร่างกลม (globose) ผิวเรียบ ไม่มีสี เรียงต่อกันเป็นสายโซ่ ขนาดของโคนิเดียม $3.0-4.5 \times 2.5-3.5$ ไมโครเมตร (ภาพผนวกที่ 73 C, D และ E)

โคโลนียบน MEA โคลนีสีม่วงอ่อนจนเกือบขาว เส้นใยฟูนุ่มคล้ายขนสัตว์ ด้านล่างโคโลนีสีน้ำตาลอ่อน เข้มบริเวณกลางโคโลนี มีรอยย่นตามแนวรัศมี เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเมื่อเชื้ออายุ 14 วัน ที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียสเท่ากับ 5.5-6.0 เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 73 A, A1)

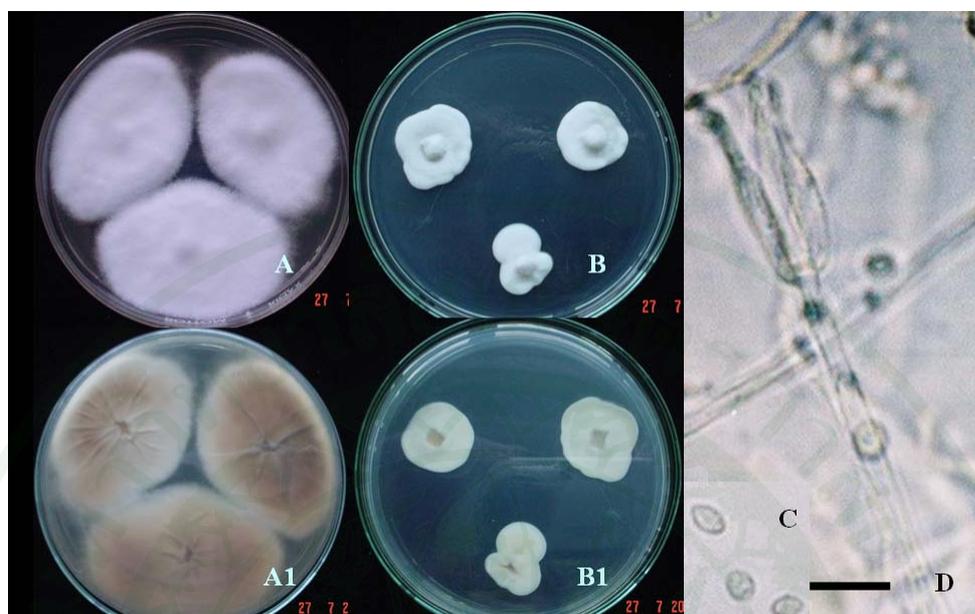
โคโลนียบน CZA เส้นใยสีขาวทั้งโคโลนี ไม่สร้างโคนินเดีย ฟูนุ่ม ด้านล่างโคโลนีสีไม่มีสี ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเมื่อเชื้ออายุ 14 วัน ที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียสเท่ากับ 1.8-2.5 เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 73 B, B1)



ภาพผนวกที่ 71 *Penicillium* sp.11 โคโลนีด้านบนและล่างบน MEA (A, A1), CZA (B, B1) และ CYA (C, C1), metulae และ phialide (D, E, F); bar=10 μm



ภาพผนวกที่ 72 ภาพวาด *Penicillium* sp.11 จาก camera lucida (bar=10 μ m)



ภาพผนวกที่ 73 *Penicillium* sp.12 โคลนிட้านบนและล่างบน MEA (A, A1), CZA (B, B1), conidia (C), conidiophore และ phialide (D); bar=10 μ m ภาพวาดจากกล้อง camera lucida (E); bar=10 μ m

47. *Penicillium* sp.13

เส้นใยผนังบาง เรียบ มีผนังกันตามขวาง (septum) ก้านชูโคนิเดีย (conidiophore) เส้นผ่านศูนย์กลาง 3.0-4.0 ไมโครเมตร ผิวเรียบ แตกกิ่งก้าน พบทั้งแตกกิ่งก้านระหว่างก้านชูโคนิเดียและที่ปลายก้านชูโคนิเดีย ปลายก้านแตกออกเป็น metulae ทรงกระบอก ผิวเรียบ ขนาด $8.0-14.0 \times 2.5-4.0$ ไมโครเมตร ปลาย metulae มี phialide ติดอยู่รูปร่างคล้ายขวด ผิวเรียบถึงขรุขระเล็กน้อย phialide มีขนาด $7.0-12.0 \times 2.0-3.0$ ไมโครเมตร โคนิเดีย (conidia) รูปร่างกลม (globose) ผิวเรียบ ไม่มีสี เรียงต่อกันเป็นสายโซ่ ขนาดของโคนิเดียม $3.0-4.0 \times 2.0-3.0$ ไมโครเมตร (ภาพผนวกที่ 74 D, E และภาพผนวกที่ 75)

โคโลนินบน MEA ราชสร้างเส้นใยสีเขียวซีดอมเทา เส้นใยฟูเล็กน้อยคล้ายกำมะหยี่ มีรอยแถบตามแนวรัศมีปรากฏ ขอบโคโลนินเป็นเส้นใยสีขาวฟู ด้านล่างโคโลนินสีแดงเข้ม โดยเฉพาะบริเวณกลางโคโลนิน มีรอยแตกของวุ้นเล็กน้อย สร้างสารสีส้มลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนินเมื่อเชื้ออายุ 14 วันที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียสเท่ากับ 5.0-5.5 เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 74 A, A1)

โคโลนินบน CZA สีขาวหม่น ผิวโคโลนินขรุขระ ขอบโคโลนินไม่เรียบเป็นเส้นใยแผ่ออกจากจุดศูนย์กลางโคโลนิน ด้านล่างโคโลนินไม่มีสี เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนินเมื่อเชื้ออายุ 14 วันที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียสเท่ากับ 2.5-3.0 เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 74 B, B1)

โคโลนินบน CYA สีแดงอมขาวหม่น ผิวโคโลนินขึ้น มีเส้นใยสีขาวเจริญเป็นวงรอบจุดศูนย์กลางโคโลนิน ขอบโคโลนินสีขาวหม่น ด้านล่างโคโลนินสีแดงส้มบริเวณกลางโคโลนิน บริเวณขอบโคโลนินสีขาว ไม่เปลี่ยนสีอาหารเลี้ยงเชื้อ เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนินเมื่อเชื้ออายุ 14 วันที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียสเท่ากับ 3.4-3.5 เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 74 C, C1)

48. *Penicillium* sp.14

เส้นใยผนังบาง เรียบ มีผนังกันตามขวาง (septum) ก้านชูโคนิเดีย (conidiophore) ผิวขรุขระ แตกกิ่งก้านยาวตั้งแต่ 12.0-30.0 ไมโครเมตร ปลายก้านอาจเป็นเส้นใยที่เป็นหมัน หรือเกิดเป็น phialide ก็ได้ phialide รูปร่างคล้ายขวด ผิวเรียบถึงขรุขระเล็กน้อย มีขนาด $7.5-13.5 \times 3.0-3.5$ ไมโครเมตร มีทั้งแบบที่มีส่วนคอดยาว และไม่ยาวจนรูปร่างคล้ายถุงเบียร์ โคนิเดีย (conidia) รูปร่างคล้ายไข่ (oval) ผิวเรียบไม่มีสี เรียงต่อกันเป็นสายโซ่ ขนาดของโคนิเดียม $4.0-5.0 \times 3.2-4.0$ ไมโครเมตร (ภาพผนวกที่ 76 D, E และภาพผนวกที่ 77)

โคโลนีสบน MEA สีเขียวเข้ม มีเส้นใยสีขาวเบาบางเจริญเล็กน้อยบนผิวโคโลนี กลางโคโลนีมีรอยหยดน้ำเล็กๆ ปรากฏ ด้านหลังโคโลนีสีเหลือง จุดศูนย์กลางโคโลนีสีน้ำตาลเข้ม เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเมื่อเชื้ออายุ 14 วัน ที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส เท่ากับ 5.0-6.0 เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 76 A, A1)

โคโลนีสบน CZA เส้นใยขาวฟูเล็กน้อย นุ่มคล้ายกำมะหยี่ ด้านหลังโคโลนี สีขาวมีสีเหลืองอ่อนแซมเล็กน้อย เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเมื่อเชื้ออายุ 14 วัน ที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส เท่ากับ 5.2-5.8 เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 76 B, B1)

โคโลนีสบน CYA สีขาว ผิวเรียบ ฟูเล็กน้อย มีรอยย่นตามแนวรัศมี ขอบโคโลนีเป็นเส้นใยเจริญจางๆ ด้านหลังโคโลนีสีน้ำตาลอมเหลืองส้ม มีรอยย่นตามแนวรัศมีปรากฏ เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเมื่อเชื้ออายุ 14 วัน ที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส เท่ากับ 4.0-5.0 เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 76 C, C1)

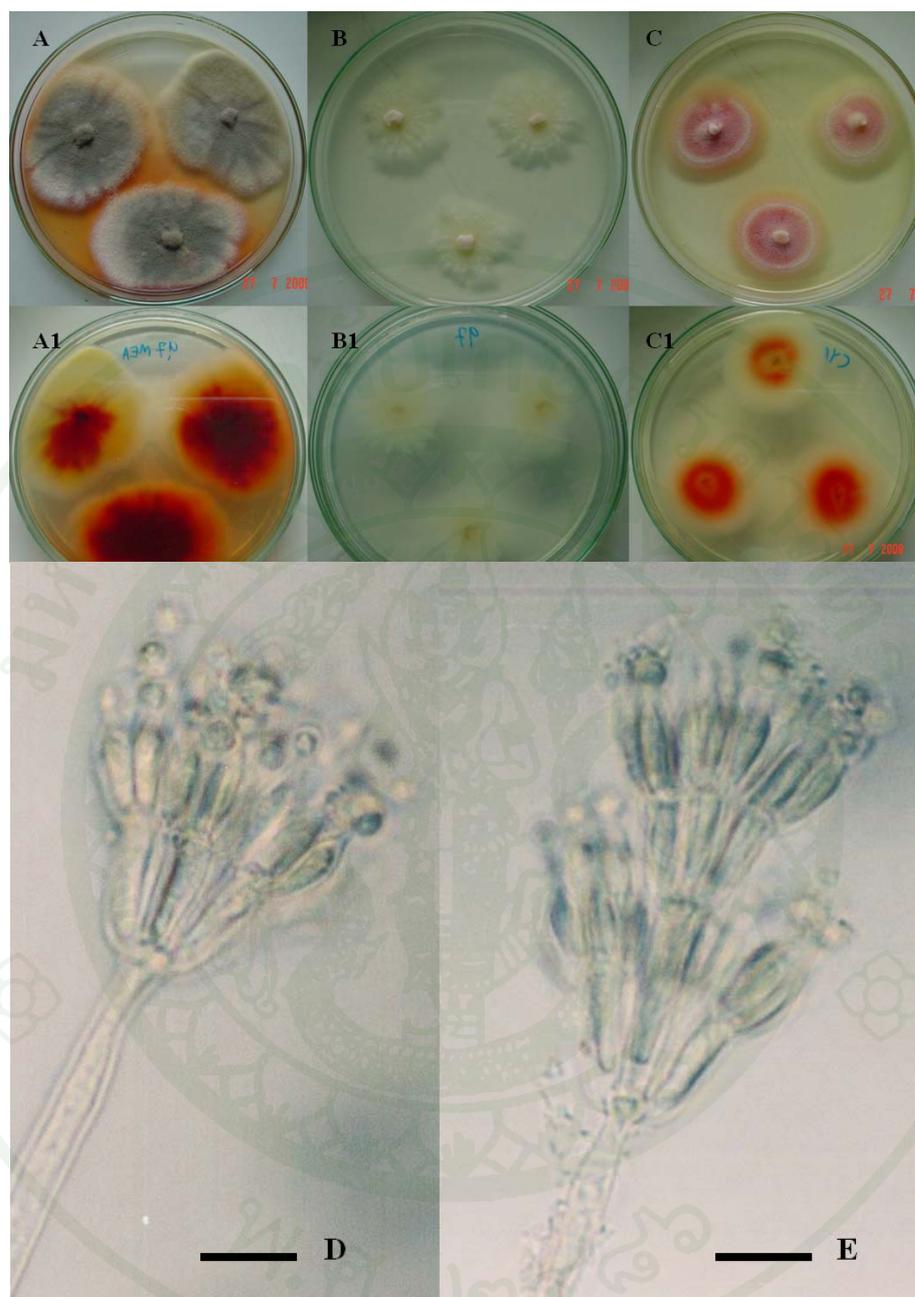
49. *Penicillium* sp.15

เส้นใยผนังบาง เรียบ มีผนังกั้นตามขวาง (septum) มีเส้นใยสีแดงปนอยู่ประปราย ก้านชูโคนิเดีย (conidiophore) ผิวเรียบ แตกกิ่งก้าน 1-2 ก้าน อาจแตกกิ่งก้านทั้งระหว่างก้านชูโคนิเดียและปลายก้านชูโคนิเดีย ผิวก้านเรียบ ขนาด 17.0-23.0×3-4 ไมโครเมตร ปลายก้านแตกออกเป็น phialide ติดอยู่รูปร่างคล้ายขวด ป้อม ผิวเรียบ มีขนาด 9.0-12.0×3.0-4.0 ไมโครเมตร โคนิเดีย (conidia) รูปร่างกลม (globose) ผิวเรียบ ไม่มีสี เรียงต่อกันเป็นสายโซ่ ขนาดของโคนิเดีย 3.0-3.5×3.0-3.2 ไมโครเมตร (ภาพผนวกที่ 78 D, E และภาพผนวกที่ 79)

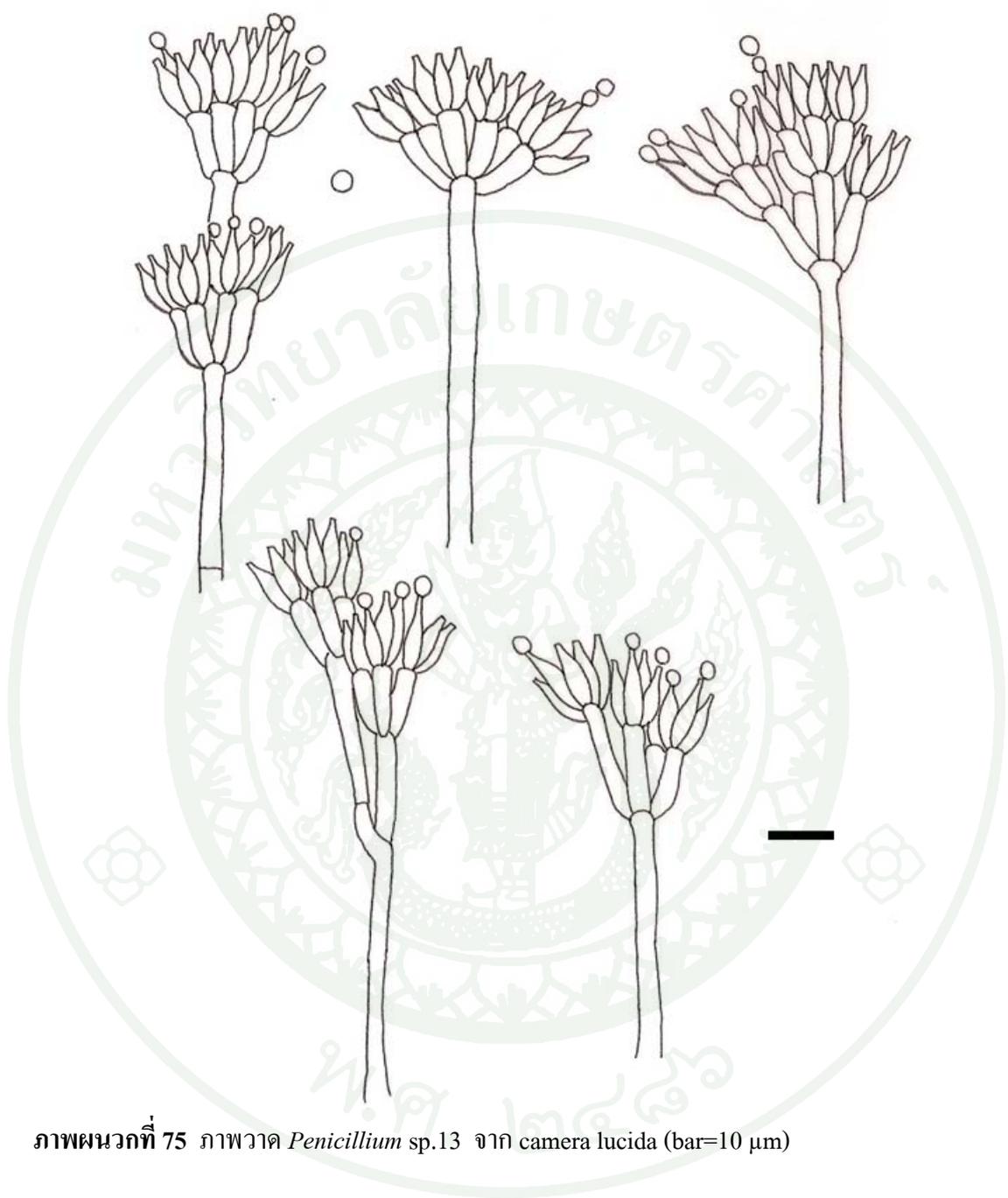
โคโลนีสบน MEA สีเขียวเข้ม ตรงกลางเส้นใยเกาะกันฟูกลมมีรอยย่นในแนวรัศมีขอบโคโลนีเรียบ ด้านล่างโคโลนีสีเหลืองครีมซีด มีรอยย่นในแนวรัศมี เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเมื่อเชื้ออายุ 14 วัน ที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส 4.5-4.8 เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 78 A, A1)

โคโลนีสบน CZA สีขาวครีม ด้านขอบโคโลนีสีเขียวเข้มและเขียวอ่อนจางลงมา ด้านล่างโคโลนี สีเหลืองนวลซีด เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเมื่อเชื้ออายุ 14 วัน ที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส เท่ากับ 3.6-3.8 เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 78 B, B1)

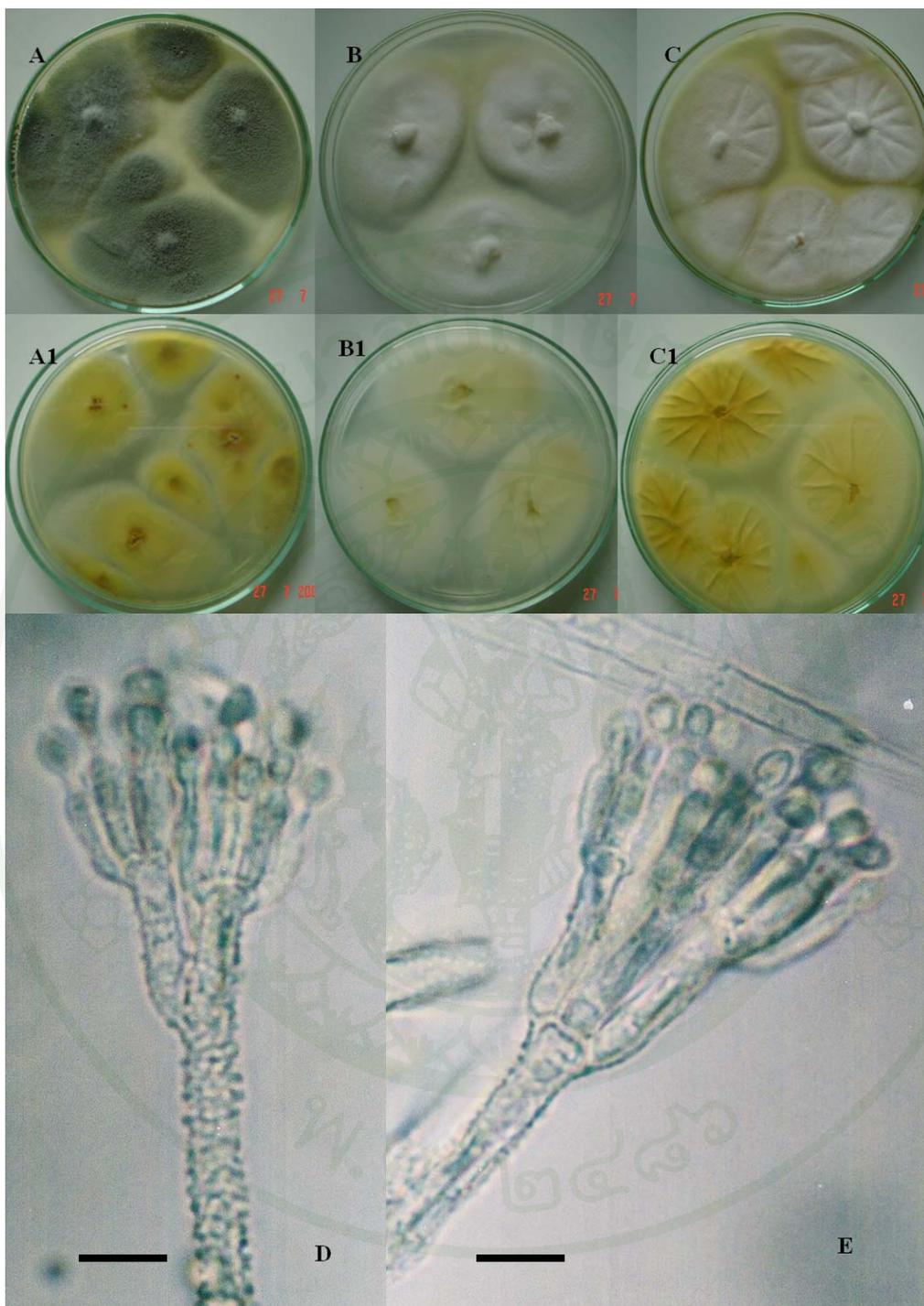
โคโลนีสบน CYA สีเทาครีมอมเขียว ขอบโคโลนีขาว ผิวโคโลนีย่นในแนวรัศมีหยาบๆ ด้านล่างโคโลนี สีเหลืองนวลซีด เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเมื่อเชื้ออายุ 14 วัน ที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส เท่ากับ 3.6-3.8 เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 78 C, C1)



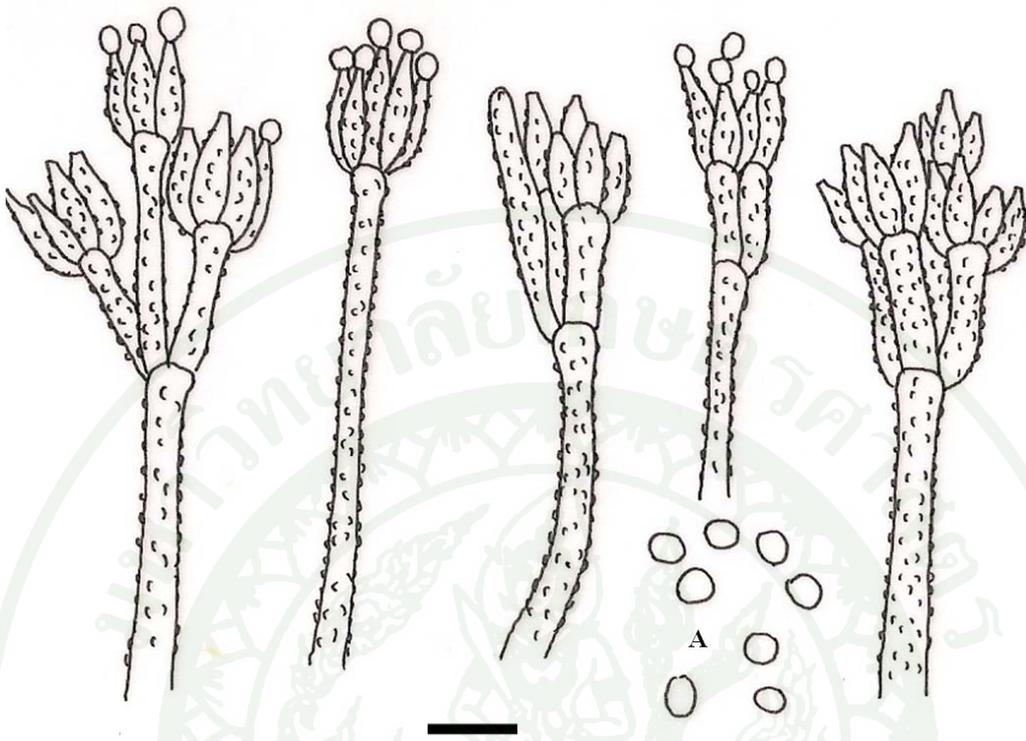
ภาพผนวกที่ 74 *Penicillium* sp.13 โคลนிட้านบนและล่างบน MEA (A, A1), CZA (B, B1) และ CYA (C, C1), metulae และ phialide (D, E); bar=10 μm



ภาพผนวกที่ 75 ภาพวาด *Penicillium* sp.13 จาก camera lucida (bar=10 μ m)



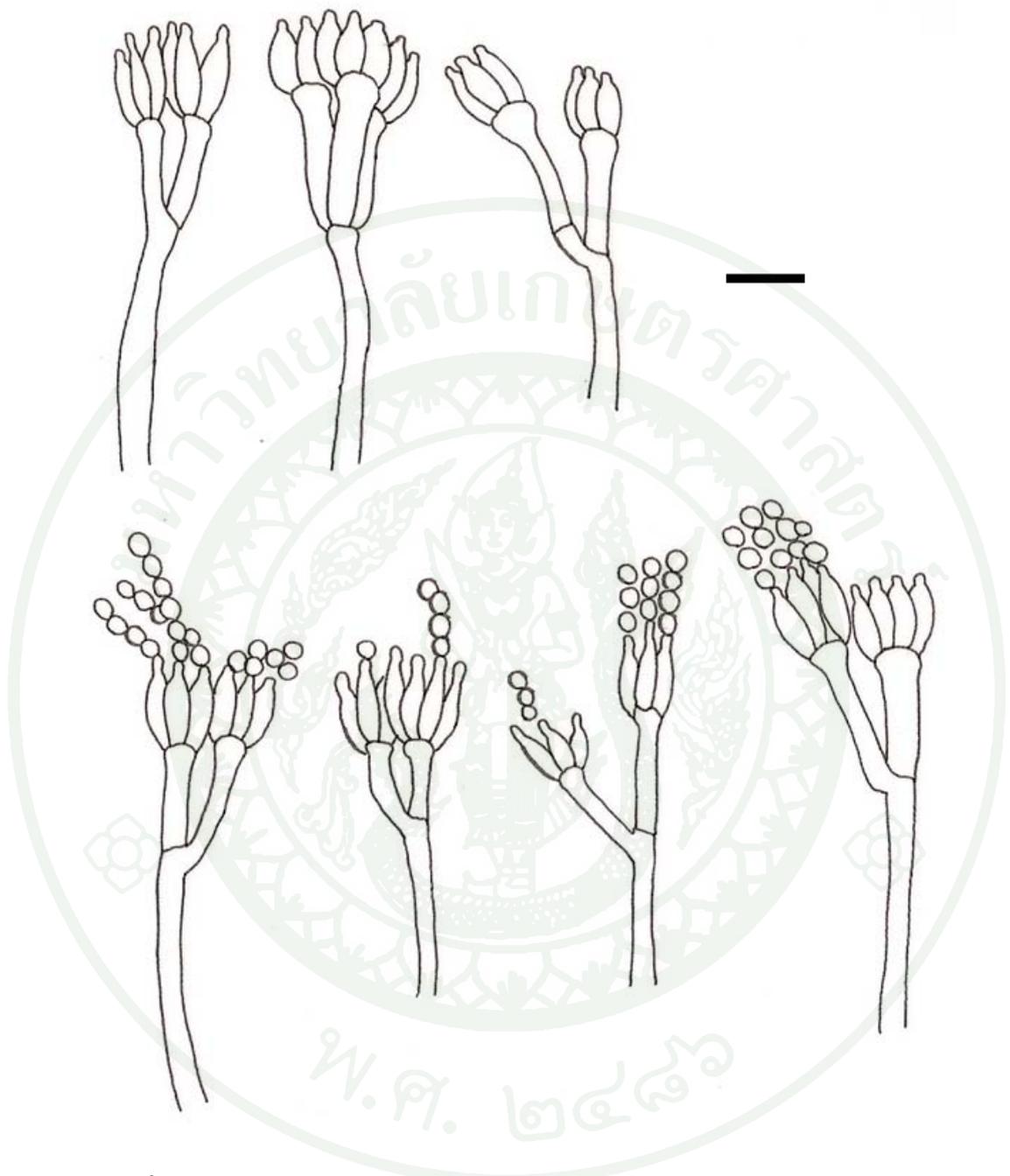
ภาพผนวกที่ 76 *Penicillium* sp.14 โคลนிட้านบนและล่างบน MEA (A, A1), CZA (B, B1) และ CYA (C, C1), metulae และ phialide (D, E); bar=10 μm



ภาพผนวกที่ 77 ภาพวาด *Penicillium* sp.14 จาก camera lucida (bar=10 μ m)



ภาพผนวกที่ 78 *Penicillium* sp.15 โคลนนี้ด้านบนและล่างบน MEA (A, A1), CZA (B, B1) และ CYA (C, C1), metulae และ phialide (D, E); bar=10 μ m



ภาพผนวกที่ 79 ภาพวาด *Penicillium* sp.15 จาก camera lucida (bar=10 μ m)

50. *Penicillium* sp.16

เส้นใยผนังบาง เรียบ มีผนังกันตามขวาง (septum) ก้านชูโคนิเดียม (conidiophore) ผิวเรียบ ไม่แตกกิ่งก้าน ชั้นของ sterigma แบบ biseriate ปลายก้านแตกออกเป็น metulae ทรงกระบอก ผิวเรียบ ขนาด $12.0-16.0 \times 3.0-5.0$ ไมโครเมตร ปลาย metulae มี phialide ติดอยู่รูปร่างคล้ายขวด ผิวเรียบ มีขนาด $10.0-13.0 \times 2.5-3.0$ ไมโครเมตร โคนิเดียม (conidia) รูปร่างรี มีจะงอย (beak) สั้นๆ ที่ปลาย ผิวเรียบ ไม่มีสี เรียงต่อกันเป็นสายโซ่ ขนาดของโคนิเดียม $3.0-5.0 \times 2.0-3.0$ ไมโครเมตร (ภาพผนวกที่ 80 D และภาพผนวกที่ 81)

โคโลนีบน MEA เป็นผงสีเขียวขี้ม้าหนาแน่น ขอบโคโลนีคลื่น ด้านหลังโคโลนีสีเหลือง เปลี่ยนสีอาหารเป็นสีเหลือง เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเมื่อเชื้ออายุ 14 วัน ที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส เท่ากับ 3.4-4.0 เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 80 A, A1)

โคโลนีบน CZA เป็นผงสีเขียวขี้ม้าเบาบาง กระจัดกระจาย ด้านหลังโคโลนีไม่มีสี เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเมื่อเชื้ออายุ 14 วัน ที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส เท่ากับ 2.2-2.5 เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 80 B, B1)

โคโลนีบน CYA เป็นผงสีเขียวขี้ม้าหนาแน่น รวมตัวกันเป็นกลุ่มก้อน กระจัดกระจาย ด้านล่างโคโลนีไม่มีสี เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเมื่อเชื้ออายุ 14 วัน ที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส เท่ากับ 1.5-2.3 เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 80 C, C1)

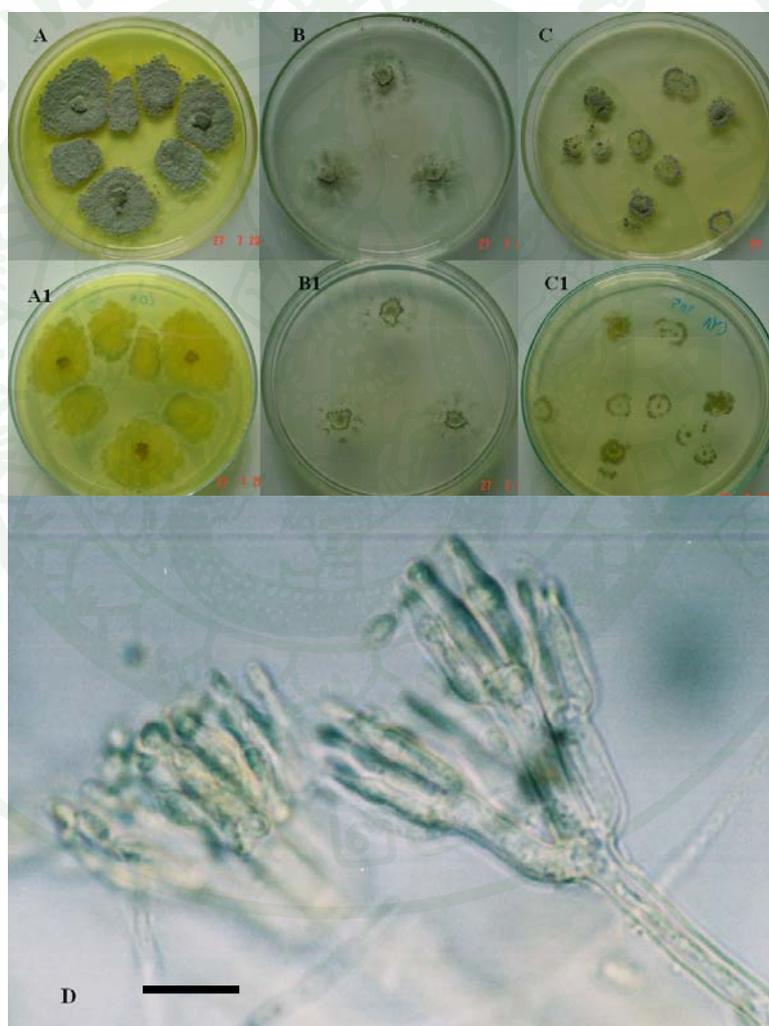
51. *Penicillium* sp.17

เส้นใยผนังบาง เรียบ มีผนังกันตามขวาง (septum) ก้านชูโคนิเดียม (conidiophore) ผิวเรียบ ไม่แตกกิ่งก้าน ชั้นของ sterigma เป็นแบบ uniseriate ปลายก้านแตกออกเป็น phialide ติดอยู่รูปร่างคล้ายขวด ผิวเรียบ ขนาด $9.0-14.0 \times 2.0-2.5$ ไมโครเมตร โคนิเดียม (conidia) รูปร่างกลม (globose) ถึงรี ผิวเรียบ ไม่มีสี เรียงต่อกันเป็นสายโซ่ ขนาดของโคนิเดียม $3.0-4.0 \times 2.0-3.5$ ไมโครเมตร (ภาพผนวกที่ 82 D, E, F และภาพผนวกที่ 83)

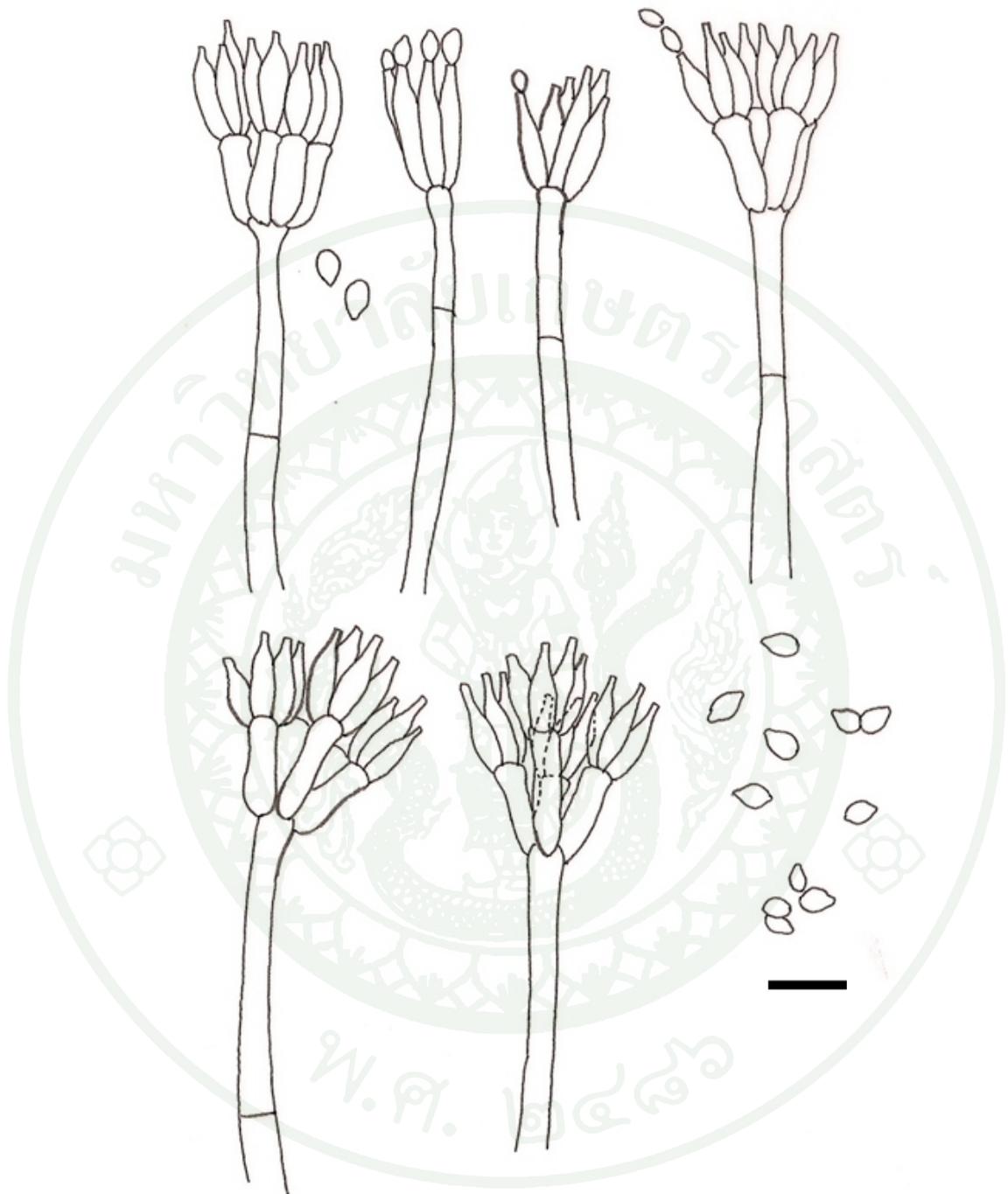
โคโลนีบน MEA สีขาวเทาหนา ฟูนุ่มเล็กน้อย ขอบโคโลนีสีขาว เส้นใยเรียงตัวกันบางกว่า กลางโคโลนี ด้านหลังโคโลนีสีครีม เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเมื่อเชื้ออายุ 14 วัน ที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส เท่ากับ 5.1-5.3 เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 82 A, A1)

โคโลนีสบน CZA สีขาวผิวเรียบ คล้ายกำมะหยี่ด้านหลัง โคโลนีไม่มีสีไม่เปลี่ยนสีอาหาร
เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเมื่อเชื้ออายุ 14 วัน ที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส เท่ากับ 4.2-4.5
เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 82 B, B1)

โคโลนีสบน CYA สีขาวอมชมพูเขียวเล็กน้อย เส้นใยฟูบริเวณขอบโคโลนี มีรอยย่นในแนว
รัศมีเล็กน้อย ด้านหลังโคโลนีสีขาวอมเหลืองเล็กน้อย มีรอยย่นตามแนวรัศมี เส้นผ่านศูนย์กลาง
โคโลนีเมื่อเชื้ออายุ 14 วัน ที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส เท่ากับ 5.7-6.0 เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 82
C, C1)



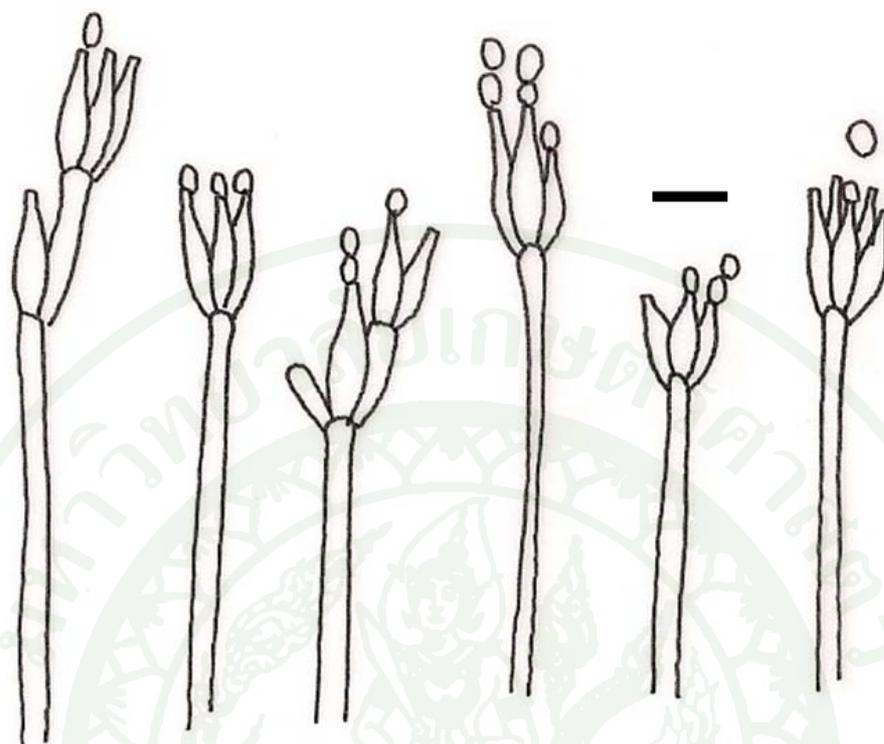
ภาพผนวกที่ 80 *Penicillium* sp.16 โคโลนีสด้านบนและล่างบน MEA (A, A1), CZA (B, B1) และ
CYA (C, C1), metulae และ phialide (D); bar=10 µm



ภาพผนวกที่ 81 ภาพวาด *Penicillium* sp.16 จาก camera lucida (bar=10 μ m)



ภาพผนวกที่ 82 *Penicillium* sp.17 โคลนிட้านบนและล่างบน MEA (A, A1), CZA (B, B1) และ CYA (C, C1), metulae และ phialide (D, E, F); bar=10 µm



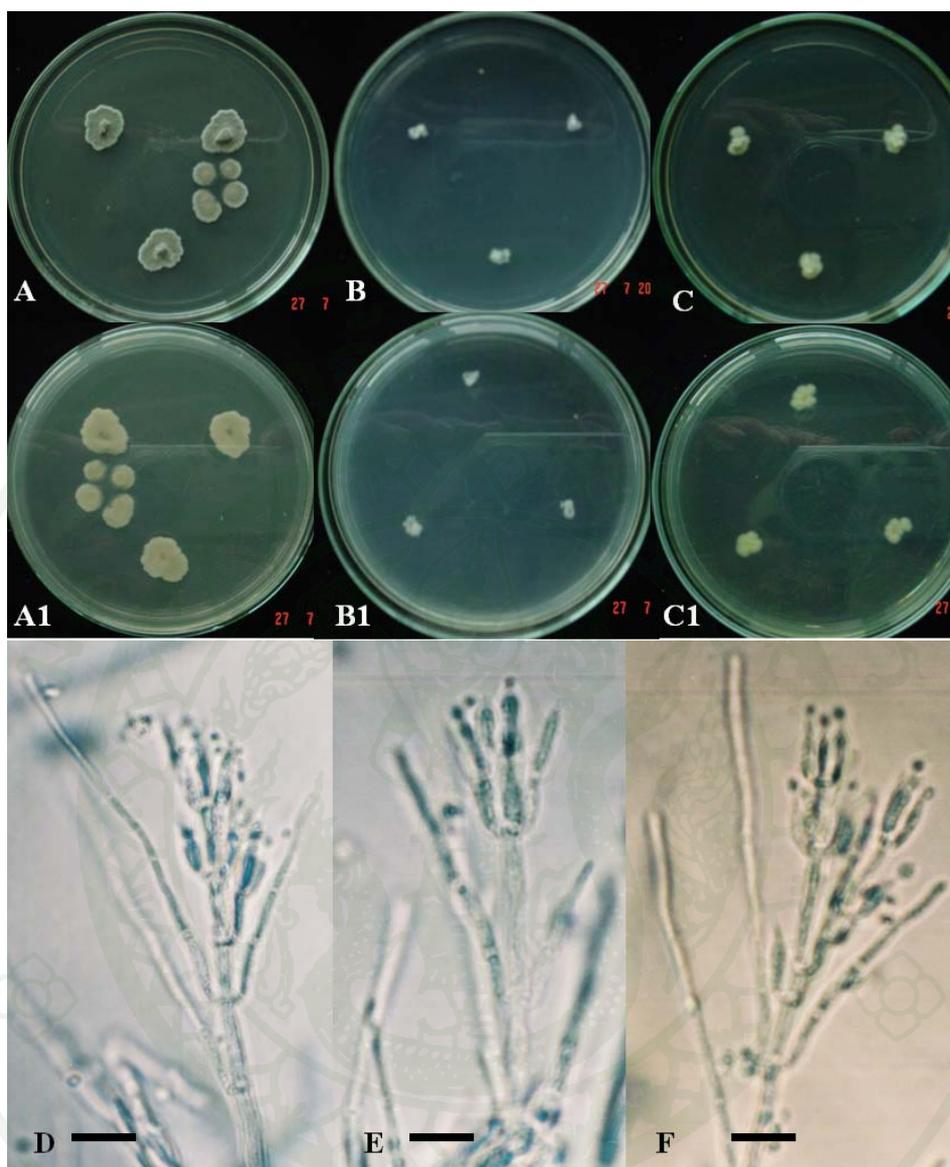
ภาพผนวกที่ 83 ภาพวาด *Penicillium* sp.17 จาก camera lucida (bar=10 μ m)

52. *Penicillium* sp.18

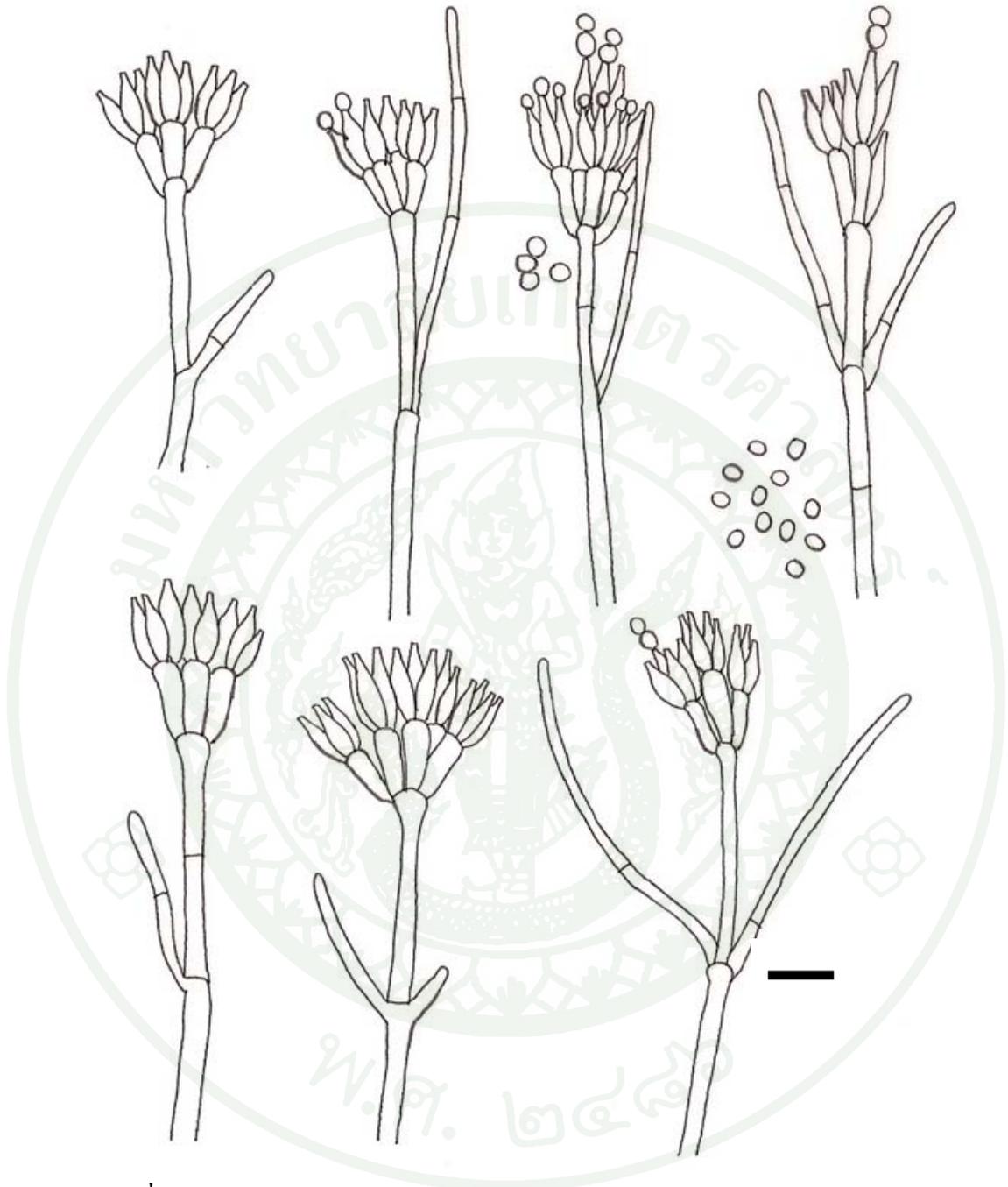
เส้นใยผนังบาง เรียบ มีผนังกันตามขวาง (septum) ก้านชูโคนิเดียม (conidiophore) ผิวเรียบ แตกกิ่งก้านเป็นเส้นใยที่เป็นหมัน 1-2 เส้น ชั้นของ sterigma เป็นแบบ biserial ปลายก้านแตก ออกเป็น metulae ทรงกระบอก ผิวเรียบ ขนาด $9.0-12.0 \times 2.5-3.0$ ไมโครเมตร ปลาย metulae มี phialide ติดอยู่รูปร่างคล้ายขวด phialide มีขนาด $8.0-13.0 \times 2.0-3.0$ ไมโครเมตร โคนิเดียม (conidia) รูปร่างกลม (globose) ผิวสปอร์เรียบ ไม่มีสี เรียงต่อกันเป็นสายโซ่ ขนาดของโคนิเดียม $3.0-3.5 \times 2.5-3.0$ ไมโครเมตร (ภาพผนวกที่ 84 D, E, F และภาพผนวกที่ 85)

โคโลนียบน MEA โคลนีสีเขียวขี้ม้า อมน้ำตาล ขอบโคโลนีสีเหลืองอมน้ำตาลซีด ด้านหลัง โคลนีสีน้ำตาลซีด เส้นผ่านศูนย์กลาง โคลนีสื่อเมื่อเชื้ออายุ 14 วัน ที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส เท่ากับ 1.3-1.5 เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 84 A, A1)

โคโลนีสื่อการเจริญน้อยมากบนอาหาร CZA และ CYA ปรากฏเพียงกลุ่มเส้นใยสีขาวรอบ จุดเพาะเชื้อเท่านั้น (ภาพผนวกที่ 84 B, B1, C, C1)



ภาพผนวกที่ 84 *Penicillium* sp.18 โคลนนี้ด้านบนและล่างบน MEA (A, A1), CZA (B, B1) และ CYA (C, C1), metulae และ phialide (D, E, F); bar=10 μm



ภาพผนวกที่ 85 ภาพวาด *Penicillium* sp.18 จาก camera lucida (bar=10 μ m)

53. *Penicillium* sp.19

เส้นใยผนังบาง เรียบ มีผนังกันตามขวาง (septum) ก้านชูโคนิเดีย (conidiophore) ผิวเรียบ ไม่แตกกิ่งก้าน การเกิดของชั้น sterigma มีทั้งแบบ uniseriate และ biseriata ปลายก้านชูโคนิเดีย แตกออกเป็น metulae ทรงกระบอก ผิวเรียบ ขนาด $9.0-14.0 \times 3.0-4.0$ ไมโครเมตร phialide รูปร่าง ทรงกระบอกเรียวยาวเป็นคอรอย่างทันทีทันใด ผิวเรียบ phialide มีขนาด $12.0-14.0 \times 3.0-4.0$ ไมโครเมตร โดยมีส่วนคอของ phialide ยาว $2.0-4.0$ ไมโครเมตร โคนิเดีย (conidia) รูปร่างกลม (globose) ถึง ทรงมะนาว (lemon shaped) ผิวสปอร์เรียบ สปอร์ไม่มีสี เรียงต่อกันเป็นสายโซ่ ขนาดของโคนิเดีย $3.0-4.0 \times 2.5-3.0$ ไมโครเมตร (ภาพผนวกที่ 86 D, E และภาพผนวกที่ 87)

โคโลนินบน MEA ราชสร้างเส้นใยสีเขียวจี้มี้ออ่อนฟูบริเวณจุดศูนย์กลางโคโลนิน และจะเข้มขึ้นโดยรอบ มีรอยย่นของโคโลนินในแนวรัศมี ขอบโคโลนินเรียบ ด้านล่างโคโลนินสีน้ำตาลอ่อนซีดมีรอยย่นเล็กน้อย เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนินเมื่อเชื้ออายุ 14 วัน ที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส เท่ากับ $6.0-6.5$ เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 86 A, A1)

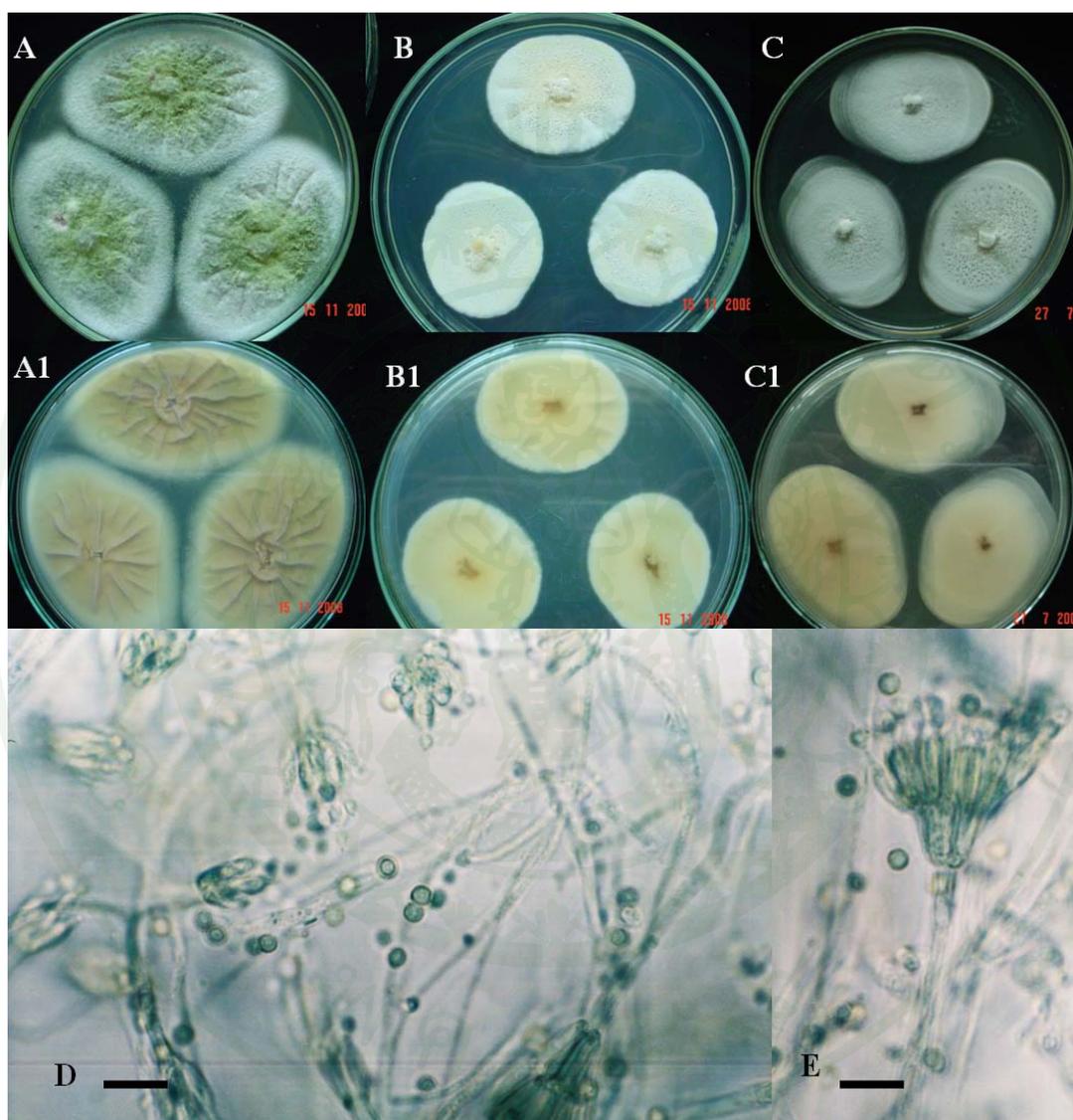
โคโลนินบน CZA เส้นใยสีครีมอมเหลือง ผิวเรียบ มีหยดน้ำเล็กๆ กระจาย ขอบโคโลนินสีเหลืองอ่อน ด้านล่างโคโลนินสีเหลืองอมส้ม เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนินเมื่อเชื้ออายุ 14 วัน ที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส เท่ากับ $3.0-3.5$ เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 86 B, B1)

โคโลนินบน CYA ผิวมีขนเรียบ สีขาวนวล ขอบโคโลนินเรียบ ด้านหลังโคโลนินสีขาว ไม่เปลี่ยนสีอาหารเลี้ยงเชื้อ เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนินเมื่อเชื้ออายุ 14 วัน ที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส เท่ากับ $5.0-5.2$ เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 86 C, C1)

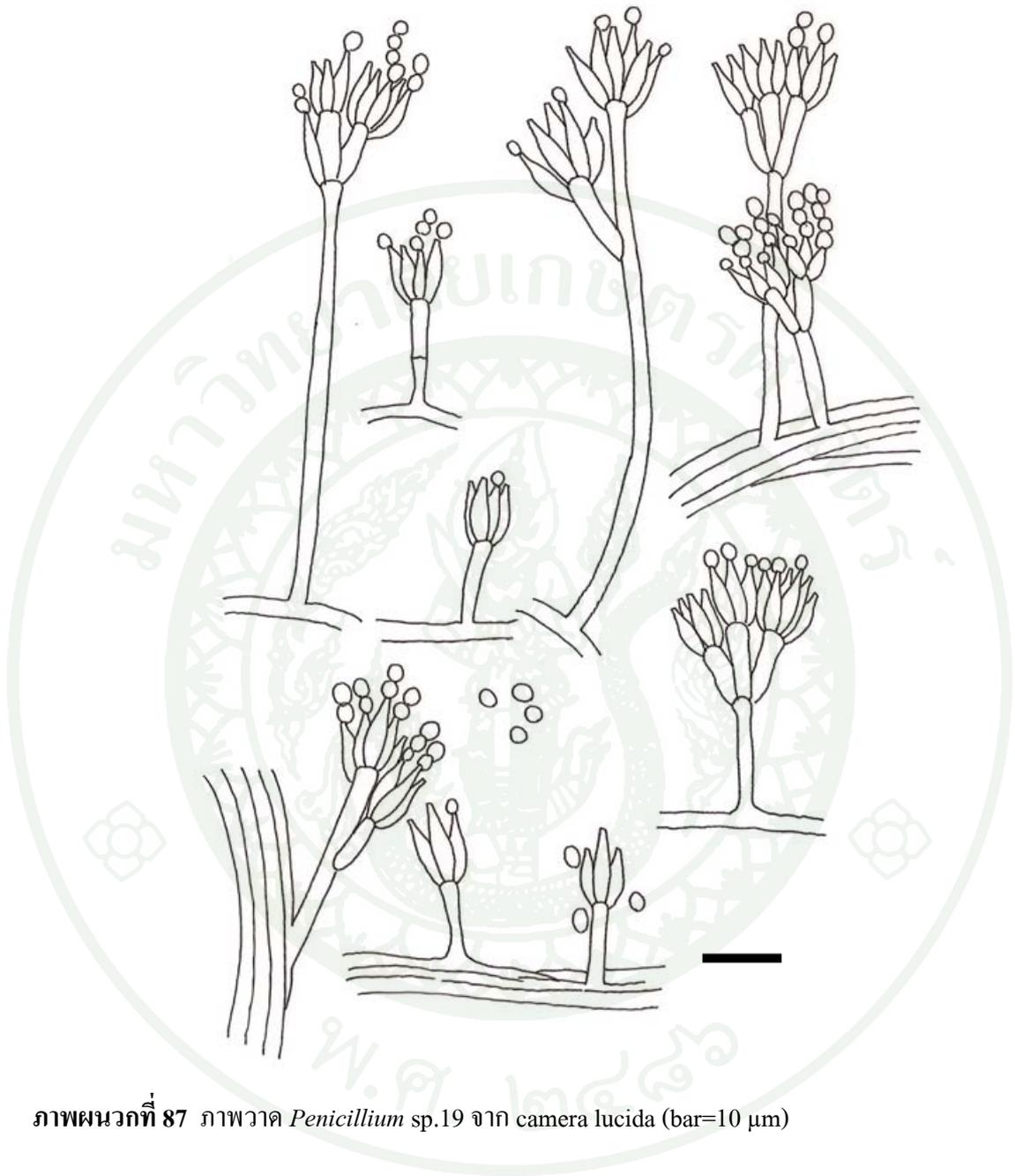
54. *Pestalotiopsis* sp.

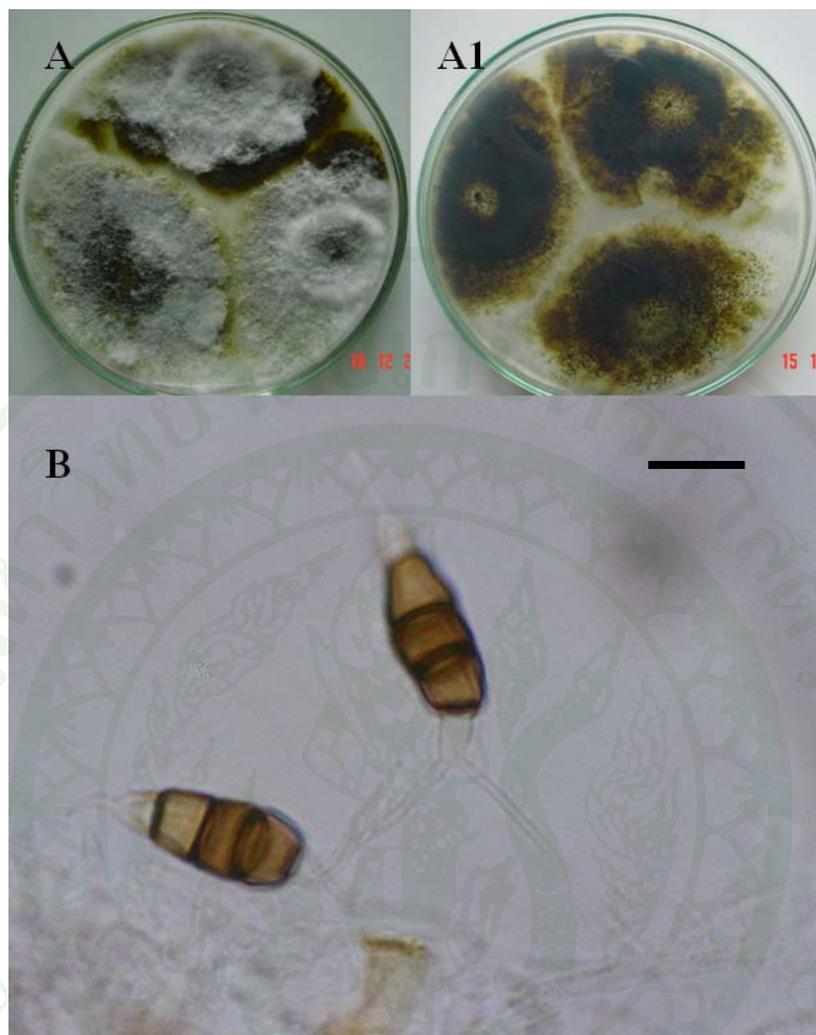
โคนิเดีย รูปร่างรีมี 5 เซลล์ เซลล์ตรงกลางสีน้ำตาลดำ เซลล์หัวท้ายไม่มีสี ปลายเซลล์มี รยางค์ 2-3 เส้น ไม่มีสี ผนังเรียบ บาง เซลล์ท้ายมีรยางค์ 1 เส้น ไม่มีสี โคนิเดียมีขนาด $20.0-23.0 \times 6.0-7.0$ ไมโครเมตร รยางค์ปลายเซลล์ยาว $15.0-30.0$ ไมโครเมตร รยางค์ท้ายยาว $2.0-6.0$ ไมโครเมตร โคโลนินบน PDA สีเขียวจี้มี้ออมดำ มีเส้นใยสีขาวฟูกระจายทั่วโคโลนิน และมีกลุ่มก้อน สปอร์สีดำเป็นจุดเกิดบนผิวโคโลนิน ด้านล่างโคโลนินสีเขียวจี้มี้ออมดำ มีจุดสีดำปรากฏกระจาย (ภาพผนวกที่ 88 และ 89)

ลักษณะสำคัญที่ใช้จำแนกราสกุล *Pestalotiopsis* ได้แก่ โคนิเดียมมีรยางค์ที่ปลายทั้งสองด้าน ปลายหนึ่งมี 2-3 เส้น อีกปลายหนึ่งมี 1 เส้น โคนิเดียมมี 5 เซลล์ โดยที่ 3 เซลล์ที่อยู่ตรงกลางสีดำ อีกสองเซลล์ที่มีรยางค์ไม่มีสี (Barnett and Hunter, 1998)



ภาพผนวกที่ 86 *Penicillium* sp.19 โคนิเดียมด้านบนและล่างบน MEA (A, A1), CZA (B, B1) และ CYA (C, C1), metulae และ phialide (D, E); bar=10 μm





ภาพผนวกที่ 88 *Pestalotiopsis* sp. โกลิโคนี้ด้านบนและล่างบน PDA (A, A1), conidia (B);
bar=10 μ m



ภาพผนวกที่ 89 ภาพวาด *Pestalotiopsis* sp. จาก camera lucida (bar=10 μ m)

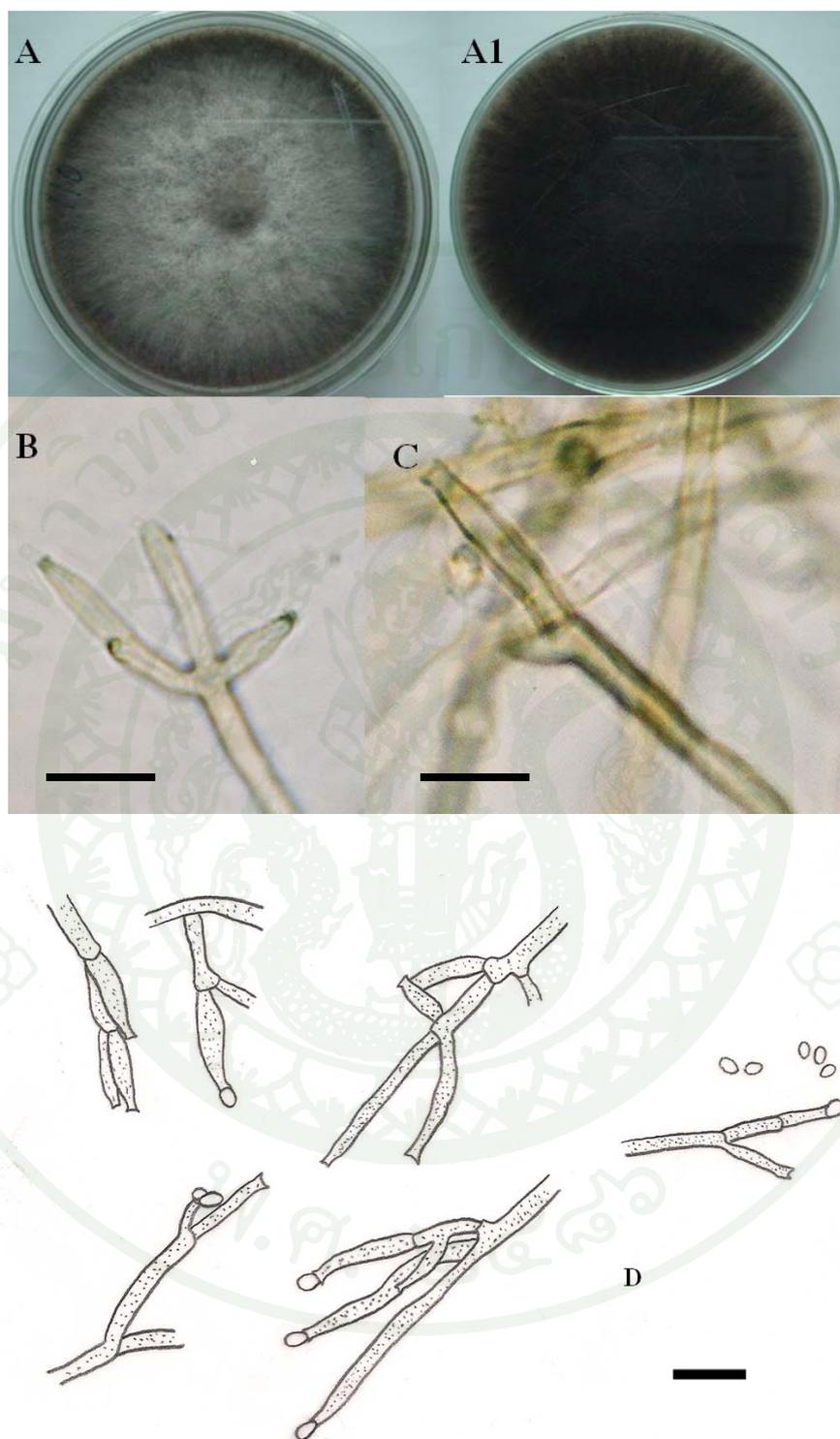
55. *Phialophora* sp.

ราสร้างเส้นใยและก้านชูโคนิเดียสีน้ำตาลเข้ม ก้านชูโคนิเดียผิวเรียบปลายตัดที่ขอบของปลายก้านชูโคนิเดียมีผนังยื่นขึ้นขึ้นมาสูงเล็กน้อยไม่เกิน 1.0 ไมโครเมตร โคนิเดียรูปร่างกลม รี ไม่มีสี ขนาด 3.0-3.5×2.5-3.0 ไมโครเมตร เกิดรวมเป็นกลุ่มก้อนบน ก้านชูโคนิเดีย โคลนินบน PDA เส้นใยสีเทาขาวเรียงตัวแผ่ออกจากจุดศูนย์กลางโคโลนี เส้นใยบริเวณกลางโคโลนีสีขาว และค่อยๆ เปลี่ยนเป็นสีเทาและเทาดำที่ขอบโคโลนี ด้านหลังโคโลนีสีดำ เปลี่ยนสีอาหารเป็นสีดำ เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเมื่อเชื้ออายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส เท่ากับ 7.3 เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 90)

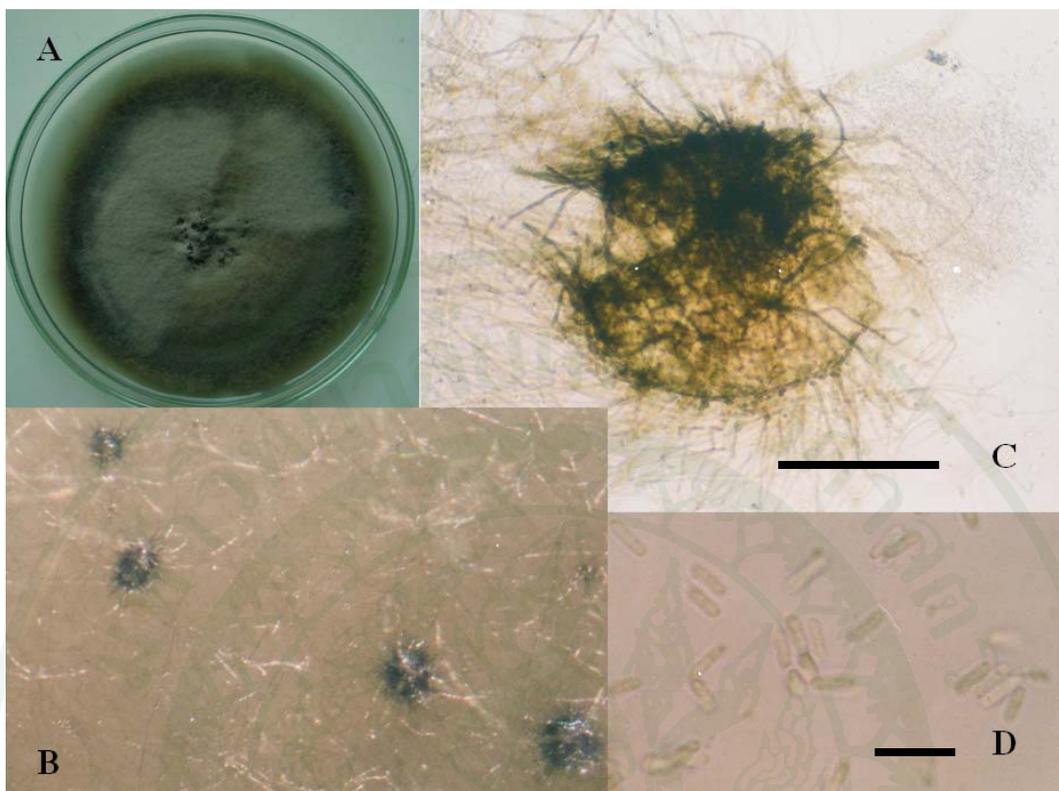
ลักษณะสำคัญที่ใช้จำแนกราสกุล *Phialophora* Medlar ได้แก่ ก้านชูโคนิเดียที่มีสีเข้มเจริญโดยตรงจากเส้นใย โคนิเดียไม่มีสี เกิดออกมาจากภายในก้านชูโคนิเดีย และก้านชูโคนิเดียมีขอบสูงเล็กน้อย (Ellis, 1971)

56. *Phoma* sp.

ราสร้าง pycnidium ขนาด 162.5-187.5 ไมโครเมตร สีดำฝังลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ ผนังของ pycnidium ประกอบด้วยเซลล์หลายเซลล์ต่อกัน สีเทา ดำ ภายในบรรจุโคนิเดียจำนวนมากกระจายออกมาจาก pycnidium เป็นขวง (cirrus) โคนิเดียรูปร่างรีขอบขนาน ผิวเรียบ ปลายมน ไม่มีสี ขนาด 4.5-6.0×1.0-2.0 ไมโครเมตร ซึ่งตรงกับคำอธิบายลักษณะราสกุล *Phoma* ของ Barnett and Hunter (1998) โคลนินบน PDA เส้นใยพุ่มสีเทา บริเวณขอบโคโลนีเส้นใยสีดำราบเกือบติดอาหารเลี้ยงเชื้อ มีจุดสีดำเล็กๆ เกิดขึ้นบนโคโลนีประปราย ด้านหลังโคโลนีสีดำ ไม่เปลี่ยนสีอาหารเลี้ยงเชื้อ เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเมื่อเชื้ออายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส เท่ากับ 7.0 เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 91)



ภาพผนวกที่ 90 *Phialophora* sp. โคนีโตเนียนบนและล่างบน PDA (A, A1), phialide (B, C); bar=10 μ m, ภาพวาดจาก camera lucida (D); bar=10 μ m

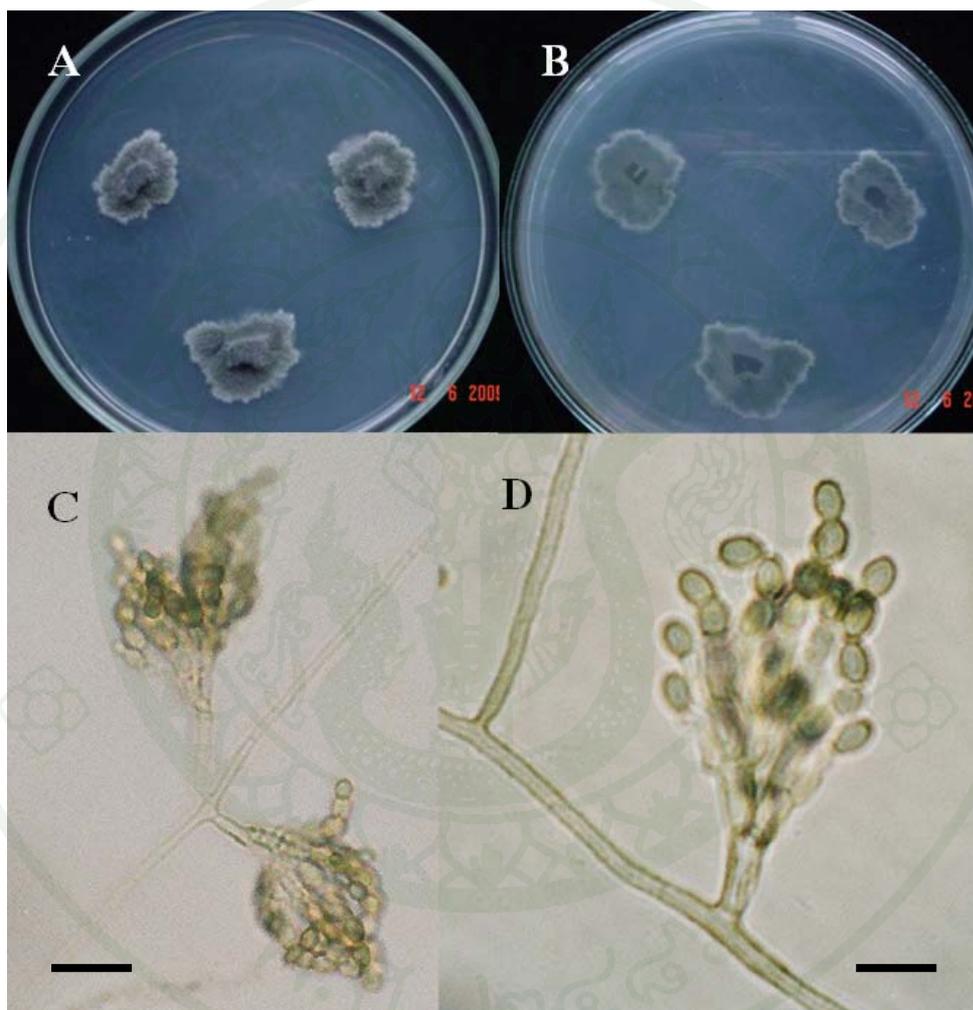


ภาพผนวกที่ 91 *Phoma* sp. โคลนีบน PDA (A), pycnidia บน PDA (B) pycnidia (C); bar=100 μ m, conidia (D); bar=10 μ m

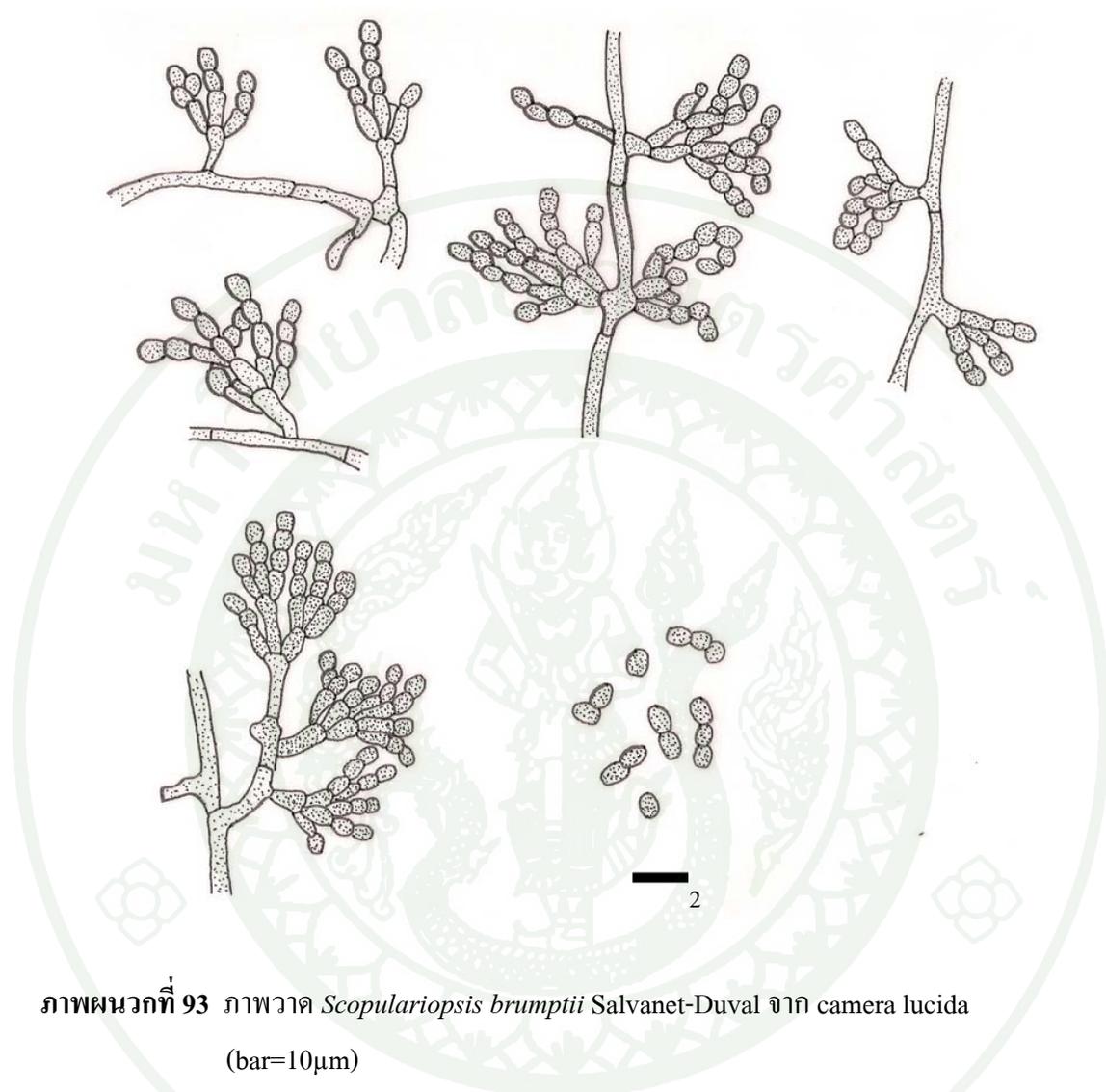
13. *Scopulariopsis brumptii* Salvanet-Duval

โคนิเดียรูปร่างไข่กว้างรี ขนาด 4.0-5.5 \times 3.0-3.5 ไมโครเมตร ปลายด้านหนึ่งตัดเกิด แผลเป็นสีน้ำตาลดำ โคนิเดียสีน้ำตาลเข้ม ผิวเรียบ ผนังบาง เซลล์ให้กำเนิดโคนิเดียรูปร่าง ทรงกระบอก ปลายโป่งเล็กน้อยประกอบด้วยเซลล์ 1 เซลล์ ผนังเรียบ มีขนาด 5.5-8.0 \times 2.0-3.0 ไมโครเมตร ก้านชูโคนิเดียหนา 2.0-3.0 ไมโครเมตร ยาว 6.0-35.0 ไมโครเมตรแตกกิ่งก้าน 2-3 ชั้น เป็นเซลล์ให้กำเนิดโคนิเดียหลายอัน โดยก้านลำดับแรกขนาด 6.0-13.0 \times 2.0-3.0 ไมโครเมตร โคนิเดียเกิดเป็นสายโซ่หลายสาย โคนิเดียรูปร่างกลมรีปลายตัดสี่เหลี่ยมขนาด 4.0-5.5 \times 3.0-3.5 ไมโครเมตร โคลนีบน PDA สีดำอมเขียว ขอบโคลนีขาว ผิวโคลนึคล้ายกำมะหยี่ ขอบโคลนี เป็นคลื่นถี่ๆ ด้านล่างโคลนีสีดำ ไม่เปลี่ยนสีของอาหาร เส้นผ่านศูนย์กลางโคลนีเมื่อเชื้ออายุ 7 วันที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส มีขนาด 1.8-2.1 เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 92 และ 93)

ลักษณะสำคัญที่ใช้จำแนก *Scopulariopsis brumptii* Salvanet-Duval ตาม Domsch *et al.* (1993) ได้แก่ โคนิเดียผิวเรียบ ปลายมน โคนตัด เกิดต่อกันเป็นสายโซ่ เกิดบนเซลล์ให้กำเนิดโคนิเดียซึ่งเป็นก้านสั้นๆ โคลอนีสีเทาเข้ม เส้นผ่านศูนย์กลาง 1.0-1.6 เซนติเมตร เมื่อเชื้ออายุ 7 วัน ราชนิดนี้พบทั่วไปทั้งในดินป่า และดินแห่งเกษตรกรรม



ภาพผนวกที่ 92 *Scopulariopsis brumptii* Salvanet-Duval โคลนிட้านบนและล่างบน PDA (A, B), conidiophore และ conidia (C); bar=20 μm , conidiophore และ conidia (D); bar=10 μm

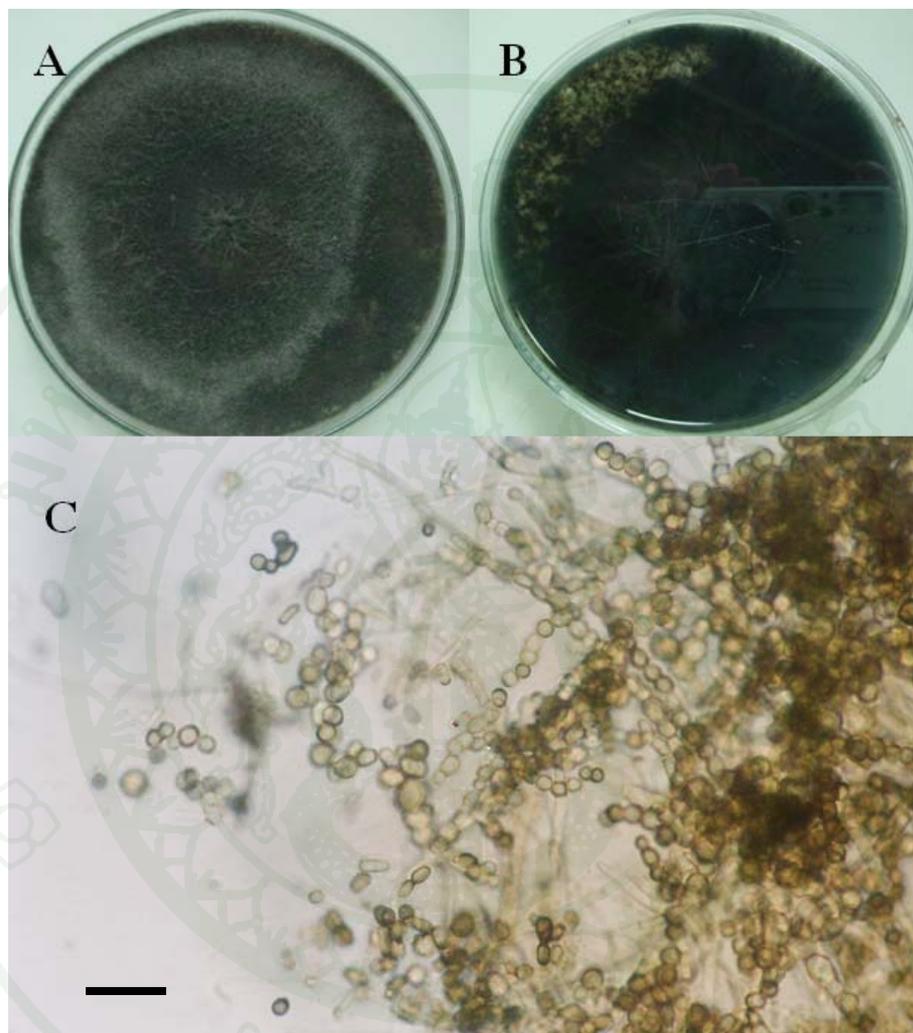


ภาพผนวกที่ 93 ภาพวาด *Scopulariopsis brumptii* Salvanet-Duval จาก camera lucida
(bar=10 μ m)

58. *Scytalidium* sp.

สปอร์เกิดจากเส้นใยที่แตกหัก เส้นใยสีน้ำตาลดำ โป่งพองชัดเจน และแตกหักออกเป็นสปอร์ขนาด 11.0-18.0 \times 7.5-10.0 ไมโครเมตร สปอร์มีจำนวน 1-2 เซลล์ บางเซลล์ผนังหนา บางเซลล์ไม่มีสีโคโลนีบน PDA สีดำสนิทผิวนุ่มคล้ายกัมมะหยี่ ขอบโคโลนีคลื่น ด้านหลังโคโลนีสีดำสนิท เจริญรวดเร็วแผ่เต็มจานเลี้ยงเชื้อภายใน 5 วัน เมื่อเชื้อยังอ่อนเจริญเป็นเส้นใยสีขาวฟู เมื่อเชื้ออายุ ได้ 3 วันเส้นใยจะเปลี่ยนเป็นสีดำอมน้ำตาล (ภาพผนวกที่ 94)

ลักษณะสำคัญที่ใช้จำแนกสกุล *Scytalidium* Pesante ตาม Ellis (1971) โคนิเดียมสีดำ ผิวเส้นใยเรียบ โคนิเดียมเกิดจากข้อปล้องของเส้นใย บางเซลล์สีน้ำตาลเข้ม บางเซลล์ไม่มีสี



ภาพผนวกที่ 94 *Scytalidium* sp. โคนิเดียมด้านบนและด้านล่างบน PDA (A, B), conidia (C); bar=50 μ m

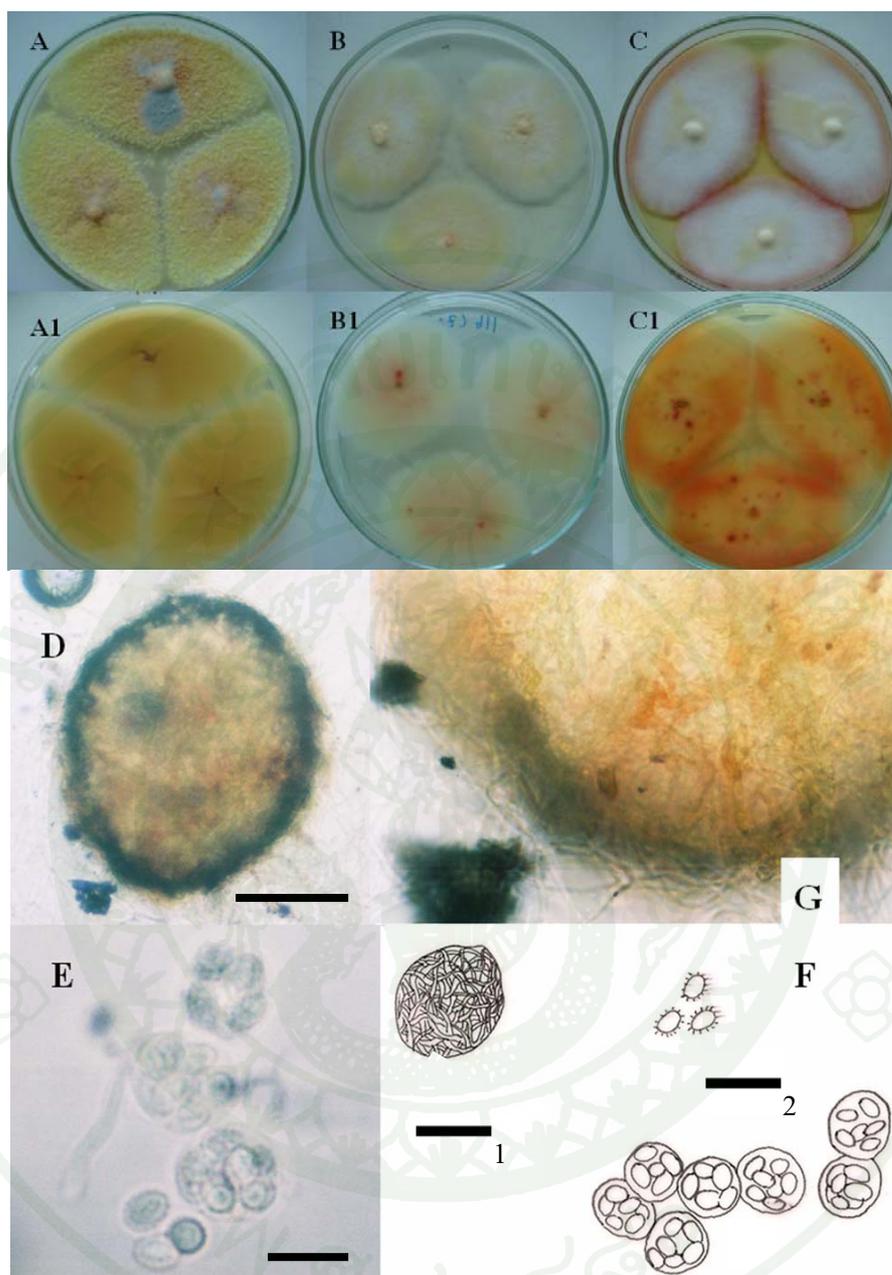
59. *Talaromyces* sp.

ราสร้าง cleistothecium ทรงกลม ขนาด 80.0-125.0×75.0-110.0 ไมโครเมตร ผนังของ cleistothecium สีเหลืองทอง เป็นเซลล์รูปทรงกลมถึงเหลี่ยม ผนังเป็นเส้นใยสานกัน ภายในบรรจุ asci รูปทรงกลมถึงรีขนาด 10.0-12.0×8.0-10.0 ไมโครเมตร asci ผนังบาง ไม่มีสี ภายใน asci บรรจุ ascospore กลมรี ผิวขรุขระคล้ายหนาม ไม่มีสี ขนาด 4.0-5.0×3.0-4.0 ไมโครเมตร (ภาพผนวกที่ 95 D, E, F, G)

โคโลนียบน MEA ราสร้าง cleistothecium สีเหลืองจำนวนมากทั่วทั้งโคโลนี กลางโคโลนีมีเส้นใยสีเขียวจี้มาเจริญขึ้นเล็กน้อย และมีหยดน้ำสีแดงเกาะอยู่เล็กน้อย มีรอยย่นในแนวรัศมีเล็กน้อย บริเวณกลางโคโลนี ด้านหลังโคโลนีสีเหลืองหม่น เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเมื่อเชื้ออายุ 14 วัน ที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส เท่ากับ 6.5-7.0 เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 95 A, A1)

โคโลนียบน CZA ราสร้างเส้นใยสีขาวเหลืองฟูนุ่มเล็กน้อย ผิวค่อนข้างสาก ด้านหลังโคโลนีสีเหลืองอ่อนมีจุดสีแดงเกิดประปราย เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเมื่อเชื้ออายุ 14 วัน ที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส เท่ากับ 5.0-5.2 เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 95 B, B1)

โคโลนียบน CYA ราสร้างเส้นใยสีขาวเหลืองฟูนุ่มเล็กน้อย ด้านหลังโคโลนีสีเหลือง มีสีแดงเกิดขึ้นประปรายทั้งจุดและแถบ ราสร้างสารสีแดงลงในอาหารเลี้ยงเชื้อเล็กน้อย เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเมื่อเชื้ออายุ 14 วัน ที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส เท่ากับ 6.4-6.5 เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 95 C, C1)



ภาพผนวกที่ 95 *Talaromyces* sp. โคลนிட้านบนและล่างบน MEA (A, A1), CZA (B, B1) และ CYA (C, C1), ascomata (D); bar=40 μm , ผนังของ ascomata (G), asci และ ascospore (E); bar=10 μm ภาพวาด ascoma, ascospore และ asci จาก camera lucida (F); bar₁=100 μm , bar₂=10 μm

60. *Thielavia terricola* (Gilman & Abbott) Emmons

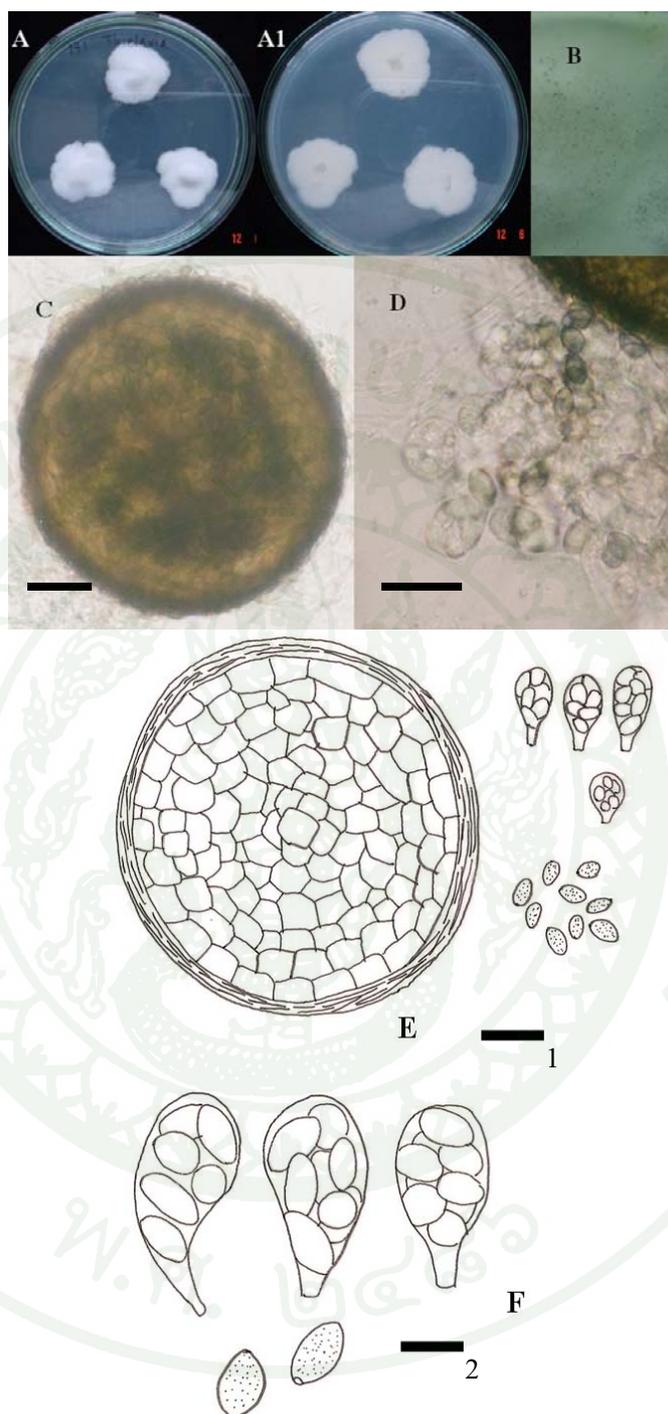
เชื้อสร้าง ascomata ทรงกลมไม่มีช่องเปิด (cleistothecium) สีเข้ม ผนังเป็นเซลล์สี่เหลี่ยมเรียงต่อกัน (pseudoparenchyma) ascomata มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 87.5-145.0 ไมโครเมตร ภายในบรรจุ ascus รูปหยดน้ำกลับ (obpyriform) ผนังบางขนาด 25.0-32.5×12.5-20.0 ไมโครเมตร ภายใน ascus มี ascospore รูปร่างรี สีน้ำตาลดำ มีช่องเปิดเล็กๆที่ปลายข้างหนึ่ง ผิวเรียบ จำนวน 8 สปอร์ต่อหนึ่ง ascus สปอร์มีขนาด 10.0-12.5×7.5 ไมโครเมตร โคโลนิบน PDA เส้นใยสีขาวในเชื้ออายุน้อย ต่อมาเกิดจุดสีดำประปรายทั่วโคโลนิ ด้านล่างโคโลนิสีขาว (ภาพผนวกที่ 96)

ลักษณะสำคัญที่ใช้จำแนก *Thielavia terricola* (Gilman & Abbott) Emmons ได้แก่ โคโลนิสีขาวมีจุดดำซึ่งเป็น perithechium ฝังอยู่ ด้านหลังโคโลนิไม่มีสี ascoma กลม สีน้ำตาล ไม่มีรยางค์ ascospore รูปร่างคล้ายลูกกรักบีสีเข้ม มีช่องเปิดเล็กๆ (germ pore) ที่ปลายด้านหนึ่งเด่นชัด

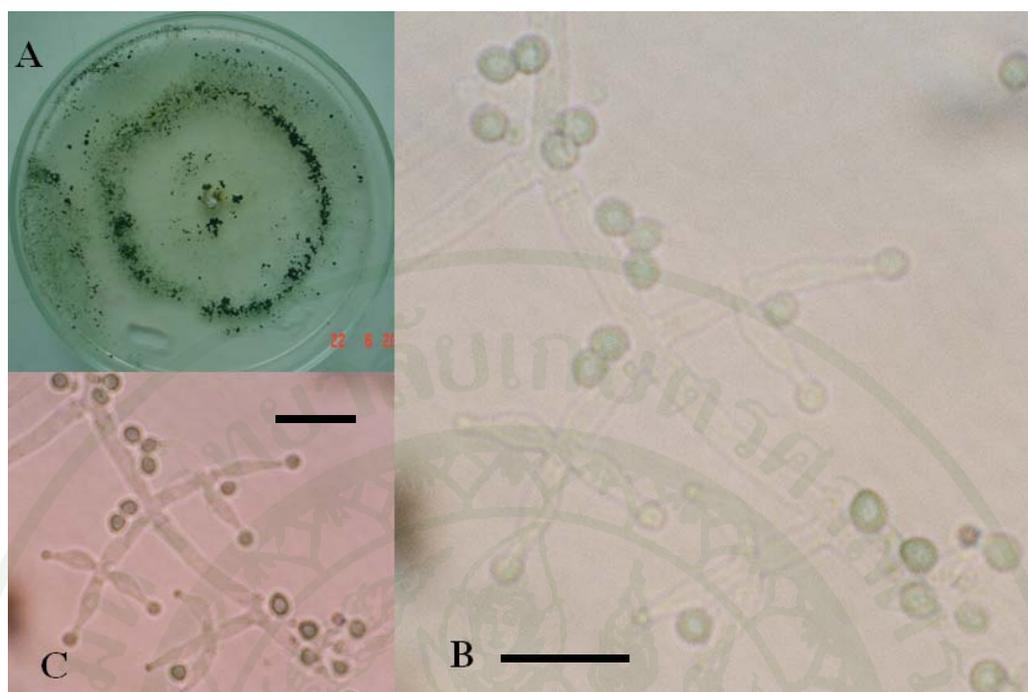
61. *Trichoderma harzianum* Rifai

ก้านชูโคนินเดี่ยวแตกแขนง 2-3 ชั้น ผิวเรียบ ก้านหลักมีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 3.5-4.0 ไมโครเมตร แตกกิ่งออกมาเป็นมุมฉากขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5-3.5 ไมโครเมตร ก้านชูโคนินเดี่ยวทรงกระบอกยาว เกิดที่กิ่งขนาด 5.0-9.0×2.0-4.0 ไมโครเมตร ปลายก้านแตกออกเป็น phialide รูปร่างคล้ายหอกสั้น โคนไม่เชื่อมกัน ผิวเรียบ ไม่มีสี ขนาด 5.0-6.0×2.5-3.0 ไมโครเมตร เกิด 3-4 อันบนก้านชูโคนินเดี่ยว โคนินเดี่ยวเกิดเป็นกลุ่มก้อนบน phialide โคนินเดี่ยวรูปร่างกลม สีเขียว ขนาด 3.0×2.5-3.0 ไมโครเมตร โคโลนิบน PDA เจริญเร็ว เส้นใยเจริญแผ่บางสีขาวหม่น บริเวณใกล้กับกึ่งกลางและขอบของโคโลนิมีกลุ่มของโคนินเดี่ยวสีเขียวเข้มเจริญอยู่เป็นวงค่อนข้างหนาแน่น ขอบโคโลนิมีโคนินเดี่ยวเจริญอยู่ประปราย ไม่เปลี่ยนสีอาหารเลี้ยงเชื้อ (ภาพผนวกที่ 97)

ลักษณะสำคัญที่ใช้จำแนก *Trichoderma harzianum* Rifai ตาม Gams and Bissett (1998) ได้แก่ โคโลนิบน PDA ที่สร้างโคนินเดี่ยวจับตัวกันเป็นกลุ่มก้อนหรือกระจายคล้ายเม็ดแป้ง สีเขียวหม่น อาจสร้างสารสีเหลืองหรือไม่สร้างสีลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ อีกทั้งขนาด รูปร่าง และจำนวนของ phialide และ โคนินเดี่ยวที่มีรูปร่างและขนาดใกล้เคียงกันกับราที่แยกได้นี้



ภาพผนวกที่ 96 *Thielavia terricola* (Gilman & Abbott) Emmons โคลนีด้านบนและล่างบน PDA (A, A1), ascomata บนผิวอาหาร PDA (B), ascomata (C); bar₁=20 µm, asci และ ascospore(D); bar=20 µm, ascomata, asci และ ascospore วาดจาก camera lucida(E); bar₁=25 µm asci และ ascospore วาดจาก camera lucida (F); bar₂=10 µm



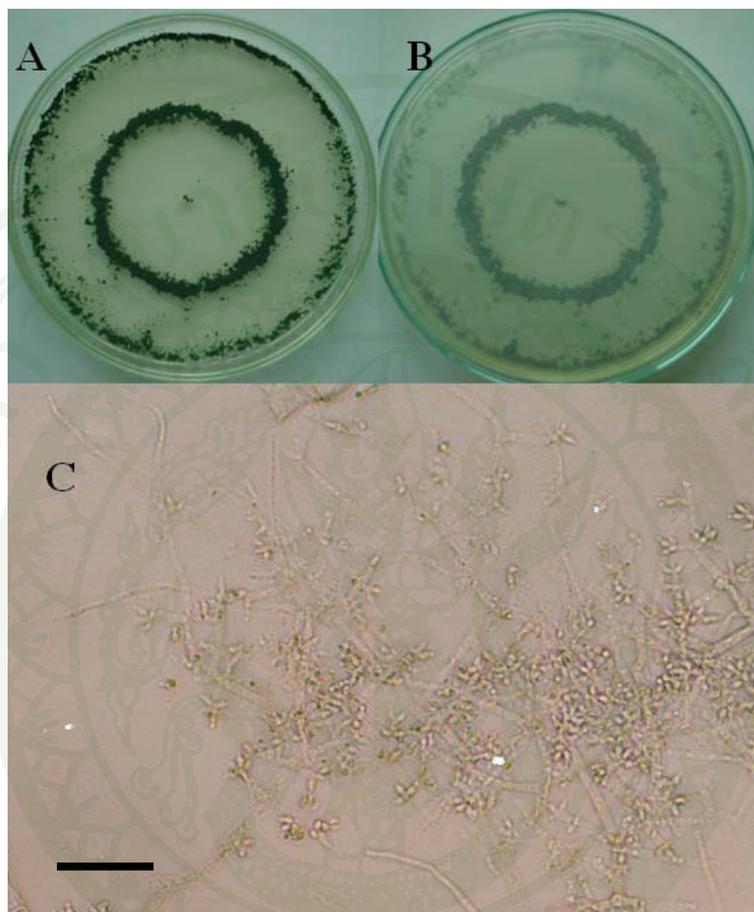
ภาพผนวกที่ 97 *Trichoderma harzianum* Rifai โคลนีนบน PDA (A) phialide และ conidia (B, C);
bar=10 μ m

62. *Trichoderma hamatum* (Bon.) Bain.

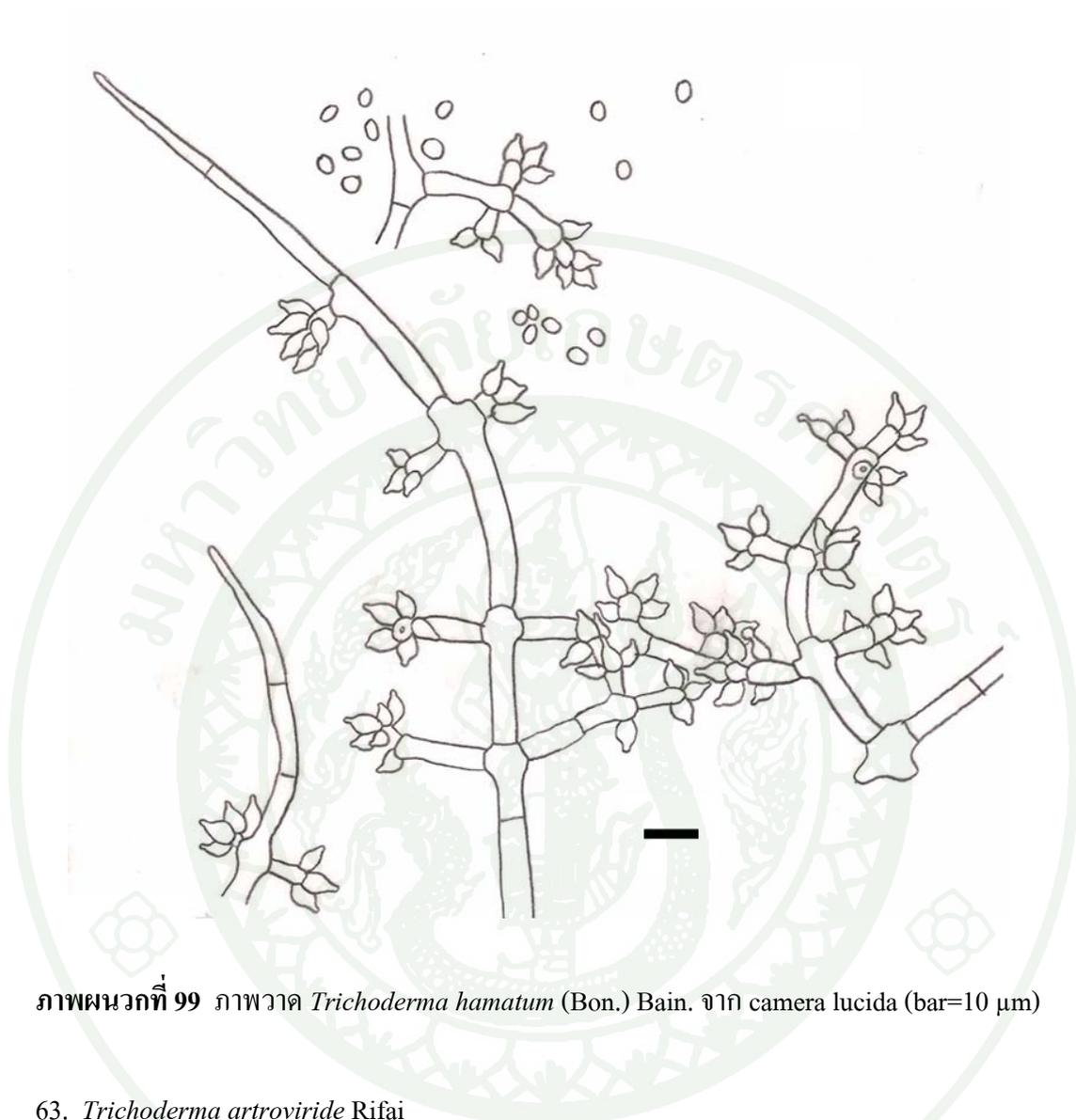
ราสร้างปลายเส้นใยที่เป็นหมันยาว (sterile conidiophore apices) บริเวณปลายเส้นใยที่เกิดก้านชูโคนินเดียว ซึ่งแตกแขนงออกจากแกนเส้นใย (main axia) เป็นมุมฉาก แกนเส้นใยมีขนาดตั้งแต่ 6.0-10.0 ไมโครเมตร ผิวเรียบ phialide มีทั้งแบบที่เกิดระหว่างก้านชูโคนินเดียวและปลายก้านชูโคนินเดียว โดยที่ phialide มีขนาด 5.0-7.0 \times 3.0-3.5 ไมโครเมตร รูปร่างคล้ายแจกันอ้วนป้อม ผิวเรียบ เกิดเป็นกลุ่มแบบรอบข้อ 3-6 อันต่อจุดกำเนิด phialide โคนินเดียวเกิดเป็นกลุ่มก้อนบน phialide รูปร่างกลมถึงรี ผิวเรียบ สีเขียว ขนาด 3.0-4.5 \times 3.0-4.0 ไมโครเมตร โคลนีนบน PDA เจริญเร็ว เส้นใยเจริญแผ่บางสีขาวหม่น บริเวณใกล้กับกึ่งกลางถึงขอบของโคโลนีมีกลุ่มของโคนินเดียวสีเขียวเข้มเจริญอยู่เป็นจุดเล็กๆ ค่อนข้างหนาแน่น กระจัดกระจาย ไม่เปลี่ยนสีอาหารเลี้ยงเชื้อ (ภาพผนวกที่ 98 และ 99)

ลักษณะสำคัญที่ใช้จำแนก *Trichoderma hamatum* (Bon.) Bain. ตาม Gams and Bissett (1998) ได้แก่ โคลนีนบน PDA ที่สร้างโคนินเดียวจับตัวกันเป็นกลุ่ม สีเขียวน้ำเงิน ไม่สร้างสีลงใน

อาหารเลี้ยงเชื้อ มี sterile conidiophore apices ปรากฏชัดเจน ขนาดและจำนวนของ phialide และ โคนิเดียที่มีรูปร่างและขนาดใกล้เคียงกันกับราที่แยกได้นี้



ภาพผนวกที่ 98 *Trichoderma hamatum* (Bon.) Bain. โคนิเดียด้านบนและล่างบน PDA (A, B), phialide และ sterile conidiophore apices (C); bar=50 μ m



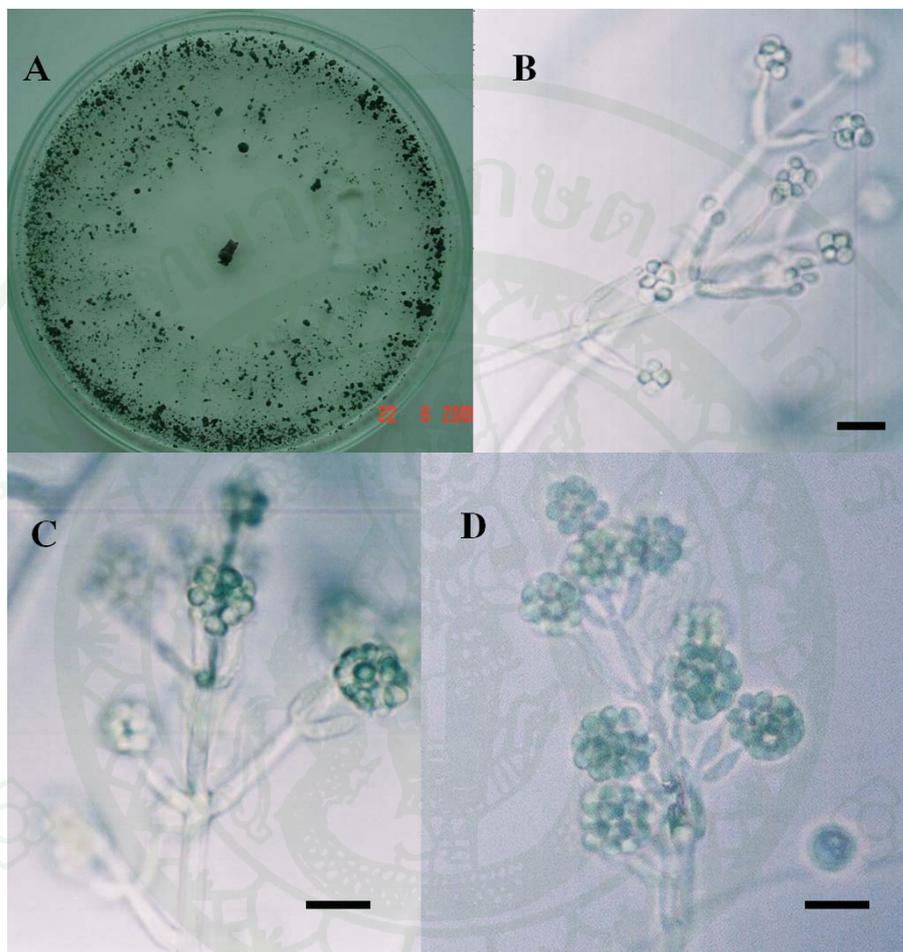
ภาพผนวกที่ 99 ภาพวาด *Trichoderma hamatum* (Bon.) Bain. จาถ camera lucida (bar=10 μ m)

63. *Trichoderma artroviride* Rifai

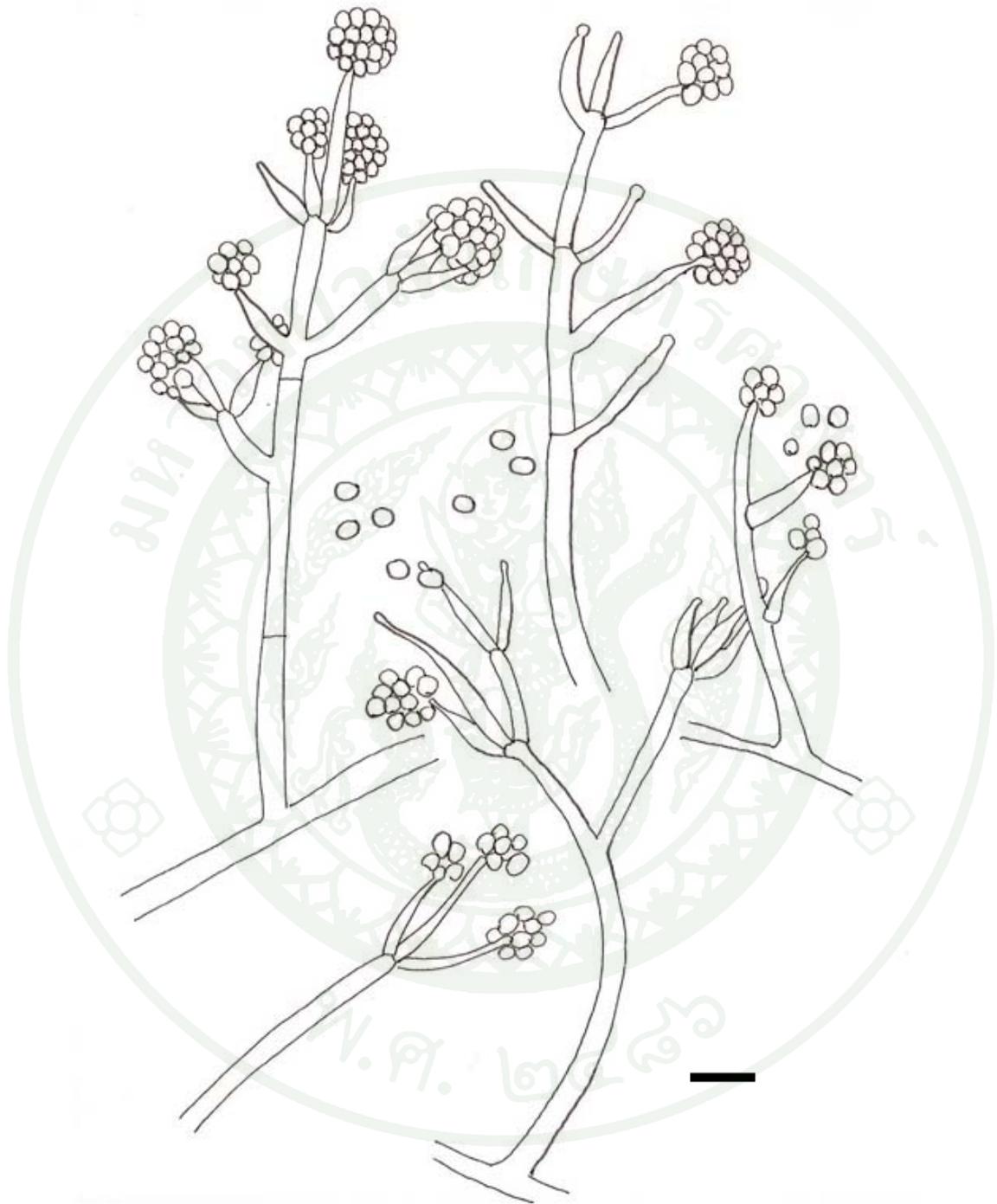
ก้านชูโคนิเดีย (conidiophore) เจริญขึ้นมาจากเส้นใยโดยตรง แตกกิ่งก้าน 1-2 ชั้น ที่ปลายก้านเกิดเป็น phialide 2-4 อัน รูปร่างคล้ายหอกยาวโค้ง โคน phialide ไม่เชื่อมกัน มีขนาด 11.0-23.0 \times 2.0-4.0 ไมโครเมตร phialide อาจเกิดรอบข้อหรือระหว่างความยาวของก้านชูโคนิเดียได้ โคนิเดียรูปร่างเกือบกลม (sobglobose) สีเขียวเข้ม ผิวเรียบ ขนาด 2.5-4.0 \times 2.5-3.8 ไมโครเมตร โคลนินบนอาหาร PDA เส้นใยสีขาวเรียบไปกับอาหาร สร้างกลุ่มก้อนโคนิเดียสีเขียวเข้ม ไม่เปลี่ยนสีอาหารเลี้ยงเชื้อ เจริญอย่างรวดเร็ว (ภาพผนวกที่ 100 และ 101)

ลักษณะสำคัญที่ใช้จำแนก *Trichoderma artroviride* Rifai ตาม Gams and Bissett (1998) ได้แก่ โคลนินบน PDA ที่สร้างโคนิเดียจับตัวกันเป็นกลุ่ม สีเขียวหม่นไม่สร้างสีลงในอาหารเลี้ยง

เชื้อ ขนาดและจำนวนของ phialide ซึ่งมีรูปร่าง โค้งและ โคนิเดียที่มีรูปร่างและขนาดใกล้เคียงกันกับ
ราที่แยกได้นี้



ภาพผนวกที่ 100 *Trichoderma artroviride* Rifai โคลนีนบน PDA (A), conidiophore, phialide
และ conidia (B, C, D); bar=10 μ m



ภาพผนวกที่ 101 ภาพวาด *Trichoderma artroviride* Rifai จาก camera lucida (bar=10 μ m)

64. *Trichoderma oblongisporum* Bissett

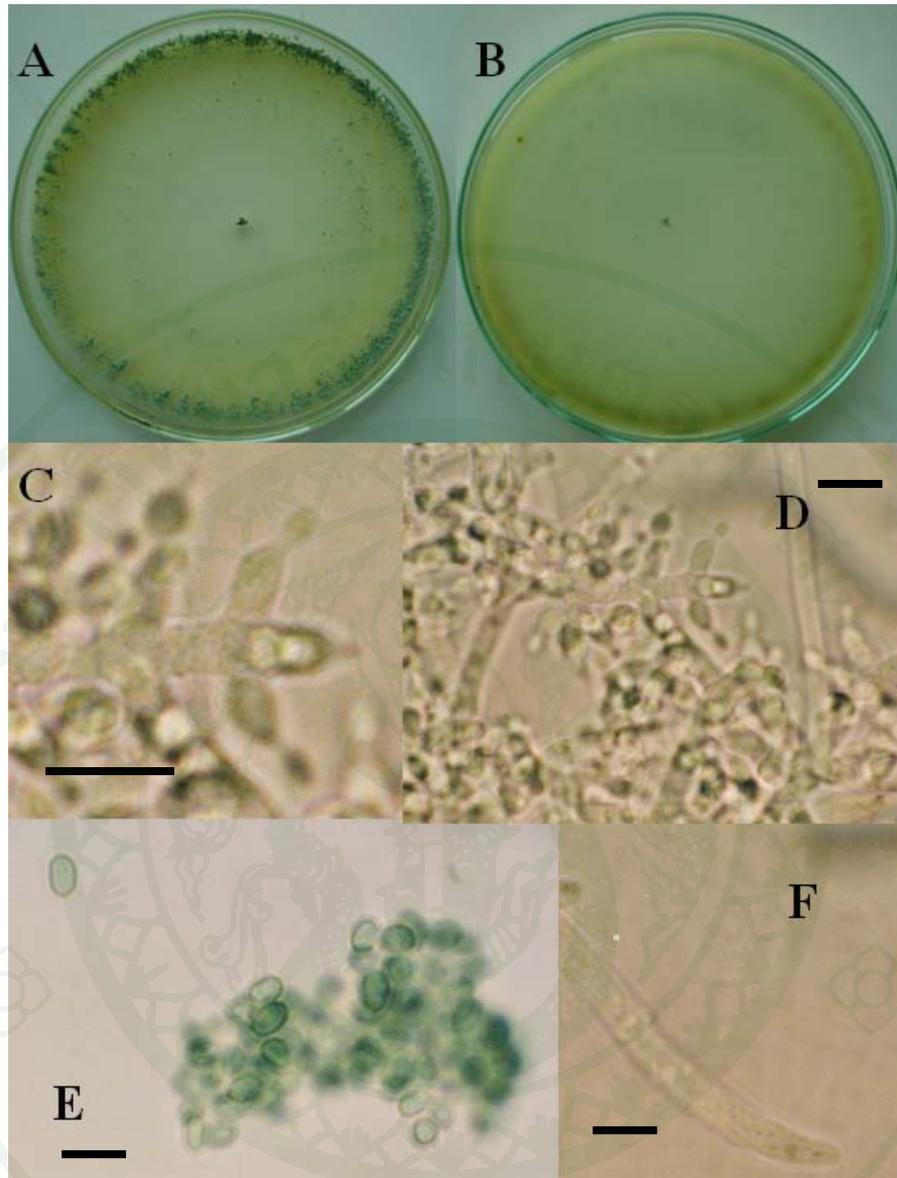
ราสร้างปลายเส้นใยที่เป็นหมันยาว (sterile conidiophore apices) บริเวณปลายเส้นใยที่เกิดก้านชูโคนิเดียม ซึ่งแตกแขนงออกจากแกนเส้นใย (main axia) เป็นมุมฉาก phialide มีทั้งแบบที่เกิดระหว่างก้านชูโคนิเดียมและปลายก้านชูโคนิเดียม โดยที่ phialide มีขนาด $4.0-6.0 \times 3.0-3.5$ ไมโครเมตร รูปร่างคล้ายแจกันอ้วนป้อม ผิวเรียบ เกิดเป็นกลุ่มแบบรอบข้อ 3-4 อันต่อจุดกำเนิด phialide บางครั้งจะพบ phialide เกิดขึ้นเดี่ยวๆ ก็ได้ โคนิเดียมเกิดเป็นกลุ่มก้อนบน phialide รูปร่างรี ผิวเรียบ สีเขียว ขนาด $3.0-4.0 \times 2.5-3.0$ ไมโครเมตร โคโลนีสบน PDA เจริญเร็ว เส้นใยเจริญแผ่บางสีขาวหม่น ขอบโคโลนีมีกลุ่มของโคนิเดียมสีเขียวขึ้นมาเจริญอยู่เป็นกลุ่มเล็กๆ เปลี่ยนสีอาหารเป็นสีเหลือง (ภาพผนวกที่ 102 และ 103)

ลักษณะสำคัญที่ใช้จำแนก *Trichoderma oblongisporum* Bissett ตาม Gams and Bissett (1998) ได้แก่ โคโลนีสบน PDA ที่สร้างโคนิเดียมจับตัวกันเป็นกลุ่ม สีเขียวหม่น เปลี่ยนสีอาหารเลี้ยงเชื้อเป็นสีเหลือง มี sterile conidiophore apices ปรากฏชัดเจน ขนาดและจำนวนของ phialide ที่อาจพบเป็นกลุ่ม 3-4 อัน และเกิดขึ้นเดี่ยวๆ และโคนิเดียมที่มีรูปร่างรีแกมขอบขนานและขนาดใกล้เคียงกันกับราที่แยกได้นี้

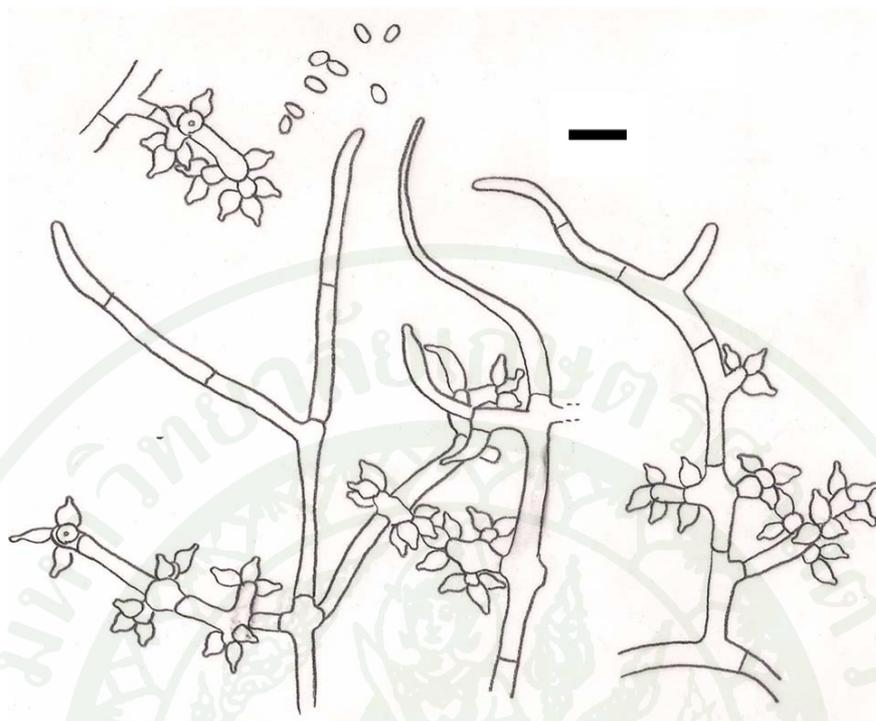
65. *Trichoderma virens* (Miller, Giddens & Foster) von Arx

ก้านชูโคนิเดียมหลัก แตกแขนง 1-2 ชั้น ขนาด 6.0-8.0 ไมโครเมตร ก้านชูโคนิเดียมย่อย ทรงกระบอกสั้น ขนาด $10.0-17.0 \times 3.0-4.0$ ไมโครเมตร ผิวเรียบ ปลายก้านชูโคนิเดียมย่อยเกิดเป็น phialide 3-4 อัน รูปร่างคล้ายแจกันอ้วนป้อม ขนาด $9.0-12.0 \times 2.5-5.0$ ไมโครเมตร โคนิเดียมเกิดเป็นกลุ่มก้อน (head) สีเขียว โคนิเดียมรูปร่างรี มีขนาด $4.0-6.0 \times 3.0-4.5$ ไมโครเมตร โคโลนีสบน PDA เจริญเร็ว เส้นใยเจริญแผ่บางสีขาวหม่น บริเวณใกล้กับกึ่งกลางและขอบของโคโลนีมีกลุ่มของโคนิเดียมสีเขียวเข้มเจริญอยู่เป็นจุดเล็กๆ ก่อนข้างหนาแน่น กระจัดกระจาย เห็นเป็นวงสองวง วงในหนาแน่นกว่าวงนอก ไม่เปลี่ยนสีอาหารเลี้ยงเชื้อ (ภาพผนวกที่ 104 และ 105)

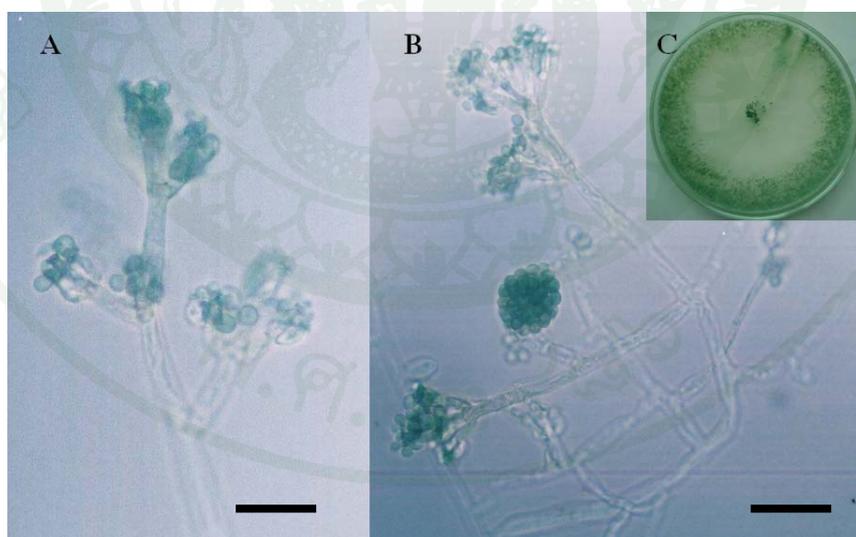
ลักษณะสำคัญที่ใช้จำแนก *Trichoderma virens* (Miller, Giddens & Foster) von Arx ตาม Gams and Bissett (1998) ได้แก่ โคโลนีสบน PDA ที่สร้างโคนิเดียมกระจายตัวไม่จับกันเป็นกลุ่ม สีเขียวหม่น ไม่เปลี่ยนสีอาหารเลี้ยงเชื้อ ขนาดและจำนวนของ phialide ซึ่งเรียงตัวคล้าย ชั้น sterigma ของราสกุล *Penicillium* และโคนิเดียมที่มีรูปร่างรีแกมขอบขนานและขนาดใกล้เคียงกันกับราที่แยกได้นี้



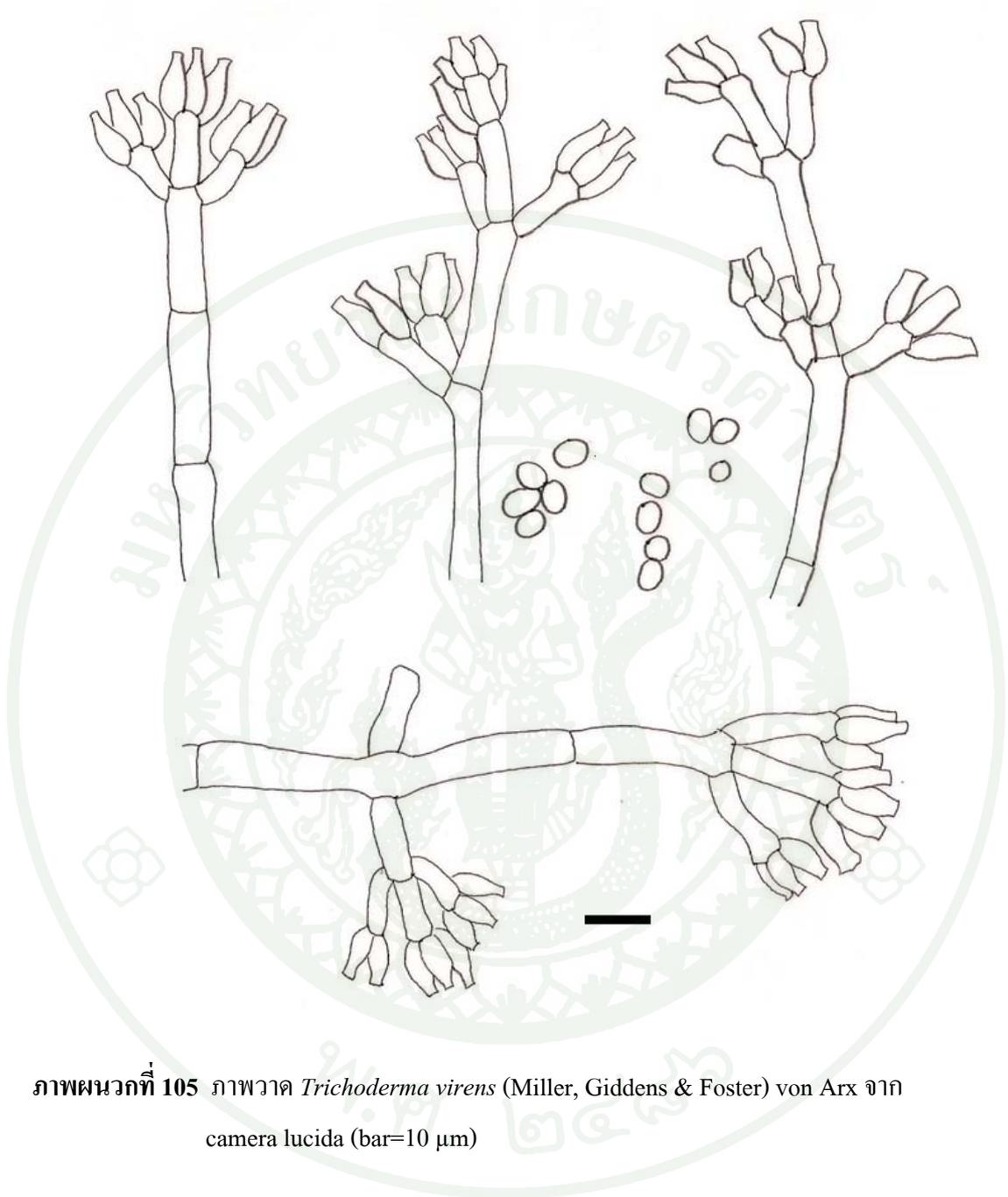
ภาพผนวกที่ 102 *Trichoderma oblongisporum* Bissett โคลนีด้านบนและล่างบน PDA (A, B), phialide (C, D); bar=10 μm , conidia (E); bar=10 μm , sterile conidiophore apices (F); bar=10 μm



ภาพผนวกที่ 103 ภาพวาด *Trichoderma oblongisporum* Bissett จาก camera lucida (bar=10 μ m)



ภาพผนวกที่ 104 *Trichoderma virens* (Miller, Giddens & Foster) von Arx, phialide (A, B);
bar=20 μ m, โคลีนีบนอาหาร PDA (C)



ภาพผนวกที่ 105 ภาพวาด *Trichoderma virens* (Miller, Giddens & Foster) von Arx จาก camera lucida (bar=10 μm)

66. *Verticillium lecanii* (Zimm.) Viégas

เส้นใยสีขาวฟูละเอียดบนอาหาร PDA ด้านล่างโคโลนีสีขาว ไม่เปลี่ยนสีอาหารเลี้ยงเชื้อ เส้นผ่านศูนย์กลางเมื่อเชื้ออายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส ขนาด 5.4 เซนติเมตร ก้านชูโคนิเดียขาวเรียบ phialide เกิดที่เป็นวงรอบ (verticillate) ที่ปลายก้านชูโคนิเดีย และข้อต่อแรกจากปลายก้าน phialide สอมยาวเรียวยาวขนาด 20.0-45.0×1.0-2.0 ไมโครเมตร โคนิเดียรูปรีปลายด้านหนึ่งตัด ผิวเรียบ ไม่มีสี ขนาด 6.0-8.0×2.5-3.0 ไมโครเมตร เกิดเป็นกลุ่มก้อนบน phialide (ภาพผนวกที่ 106 และ 107)

ลักษณะที่สำคัญที่ใช้จำแนก *Verticillium lecanii* (Zimm.) Viégas ตามคู่มือของ Domsch *et al.* (1993) ได้แก่ โคลนีสีขาวฟูคล้ายสำลีไม่สร้างสีลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ phialide ยาว โคนิเดียเซลล์เดี่ยวที่มีขนาดและรูปร่างใกล้เคียงกับช่วงขนาดของโคนิเดียของราที่แยกได้

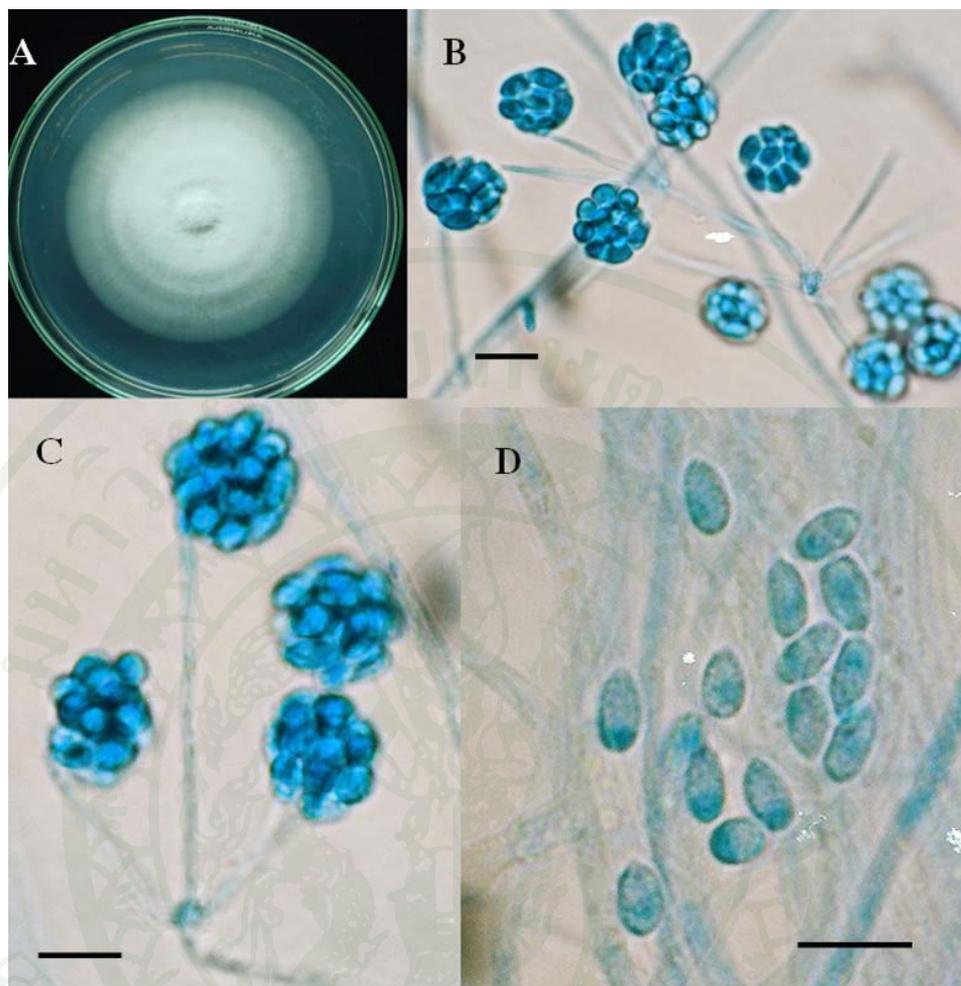
67. unidentified ascomycetes

ราสร้าง cleistothecium ทรงกลม ขนาด 82.0-180.0×85.0-120.0 ไมโครเมตร ผนังของ cleistothecium สีเหลืองทอง เป็นเซลล์รูปร่างกลมถึงเหลี่ยม ผนังหนา มีช่องตรงกลาง คล้ายขนมโคנית ภายในบรรจุ asci รูปร่างกลมถึงรีขนาด 5.0-11.0×5.0-6.0 ไมโครเมตร asci ผนังบาง ไม่มีสี ภายใน asci บรรจุ ascospore กลมรี ผิวขรุขระคล้ายหนาม ไม่มีสี ขนาด 2.0-3.0×2.0-2.5 ไมโครเมตร (ภาพผนวกที่ 108 D)

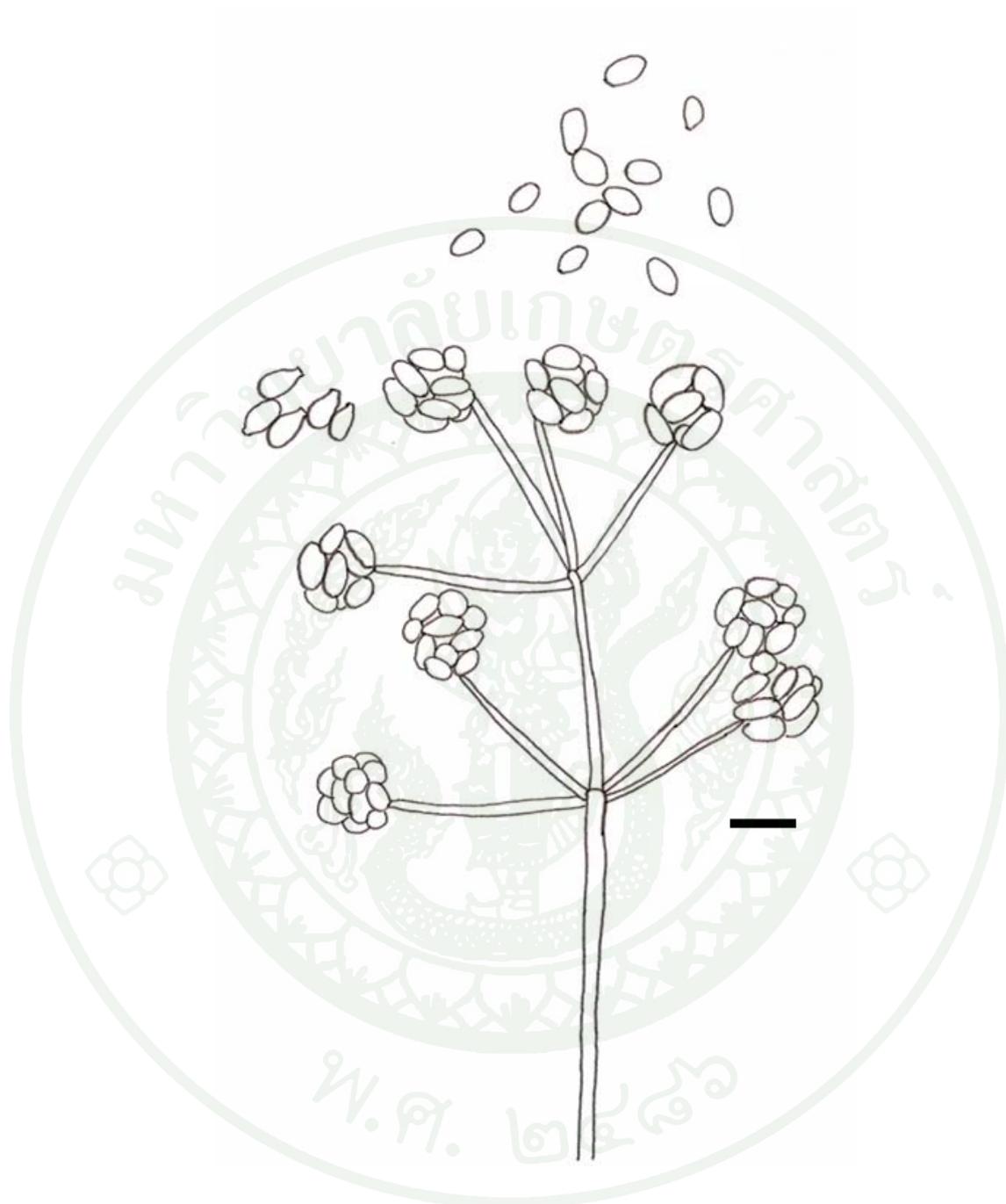
โคโลนีบน MEA สีน้ำตาลอ่อน มีหยดน้ำเกาะบนผิวโคโลนี มีรอยย่นในแนวรัศมีปรากฏ ไม่ชัดเจน ด้านหลังโคโลนีสีน้ำตาลอ่อนเป็นวงซ้อนกันรอบๆ จุดศูนย์กลางโคโลนี มีรอยย่นปรากฏ เช่นเดียวกับผิวโคโลนี เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเมื่อเชื้ออายุ 14 วัน ที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส เท่ากับ 5.0-5.5 เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 108 A, A1)

โคโลนีบน CZA ราสร้างเส้นใยสีขาว ผิวเรียบ ด้านหลังโคโลนีสีเขียวจืดเมื่ออายุ 14 วัน เป็นวงรอบ จุดศูนย์กลางโคโลนี เส้นผ่านศูนย์กลาง โคโลนีเมื่อเชื้ออายุ 14 วัน ที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส เท่ากับ 5.0-5.5 เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 108 B, B1)

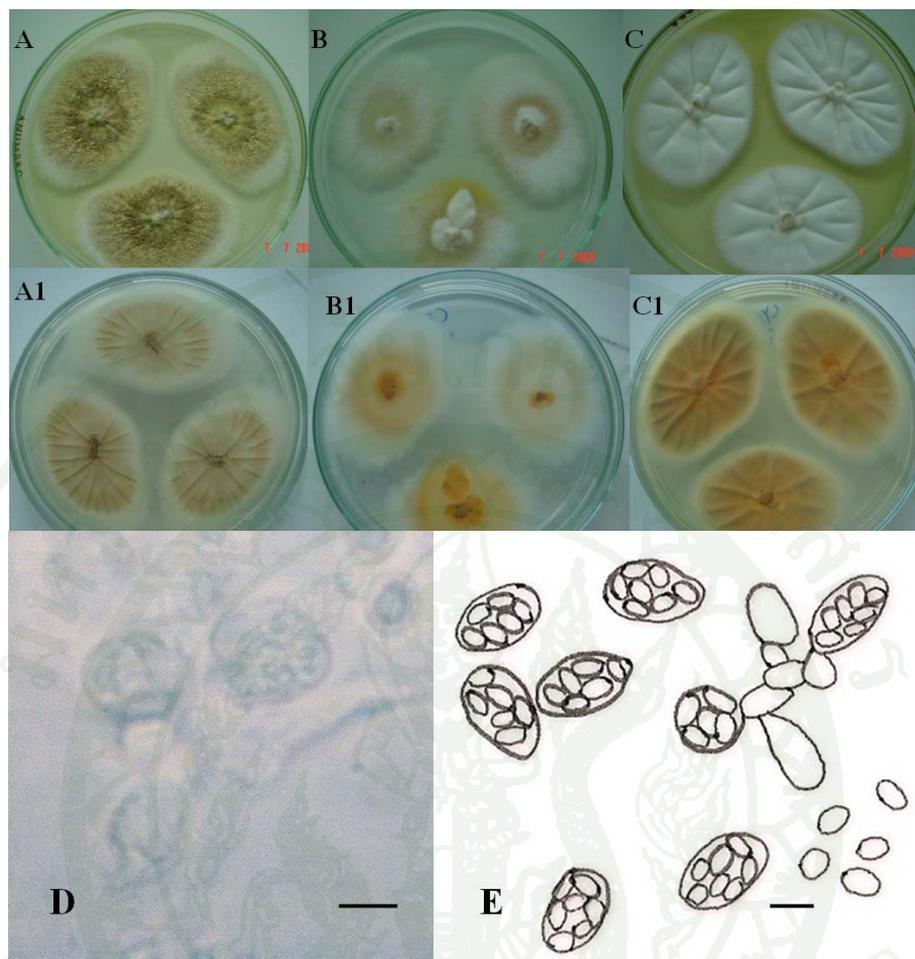
โคโลนีบน CYA ราสร้างเส้นใยสีขาวนุ่ม มีรอยย่นในแนวรัศมีปรากฏชัดเจน ด้านหลังโคโลนีสีน้ำตาลอ่อนเป็นวงซ้อนกันรอบๆ จุดศูนย์กลางโคโลนี มีรอยย่นปรากฏเช่นเดียวกับผิวโคโลนี เส้นผ่านศูนย์กลาง โคโลนีเมื่อเชื้ออายุ 14 วัน ที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส เท่ากับ 5.5-6.0 เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 108 C, C1)



ภาพผนวกที่ 106 *Verticillium lecanii* (Zimm.) Viégas โคลนีบน PDA (A), phialide และ conidia (B, C, D); bar=10 μ m



ภาพผนวกที่ 107 ภาพวาด *Verticillium lecanii* (Zimm.) Viégas จาก camera lucida (bar=10 μ m)



ภาพผนวกที่ 108 unidentified ascomycetes โคลนிட้านบนและล่างบน MEA (A, A1), CZA (B, B1) และ CYA (C, C1), asci (D); bar=10 μm ภาพวาดจาก camera lucida (E); bar=10 μm

68. unidentified hyphomycetes

ราสร้างเส้นใยสีน้ำตาลเข้ม มีก้านชูโคนิเดียสั้นๆ เกิดโดยตรงจากเส้นใย ผิวเรียบ ขนาด 2.0-4.0×1.5-2.0 ไมโครเมตร ปลายก้านเกิดโคนิเดียรวมกันเป็นกลุ่มก้อน โคนิเดียรูปร่างรี ผิวเรียบ ไม่มีสี ขนาด 3.5-4.0×1.5-2.5 ไมโครเมตร โคลนินบน PDA สีน้ำตาลเข้ม กลางโคลนินมีเส้นใยสีเหลืองทองฟูขึ้นเล็กน้อยเรียงตัวเป็นวงซ้อนกันถี่ๆ รอบจุดศูนย์กลางโคลนิน ขอบโคลนินสีเหลือง ด้านหลังโคลนินสีน้ำตาลเข้ม เส้นผ่านศูนย์กลางโคลนินเมื่อเชื้ออายุ 14 วัน ที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส เท่ากับ 8.0 เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 109)

69. unidentified sp.1

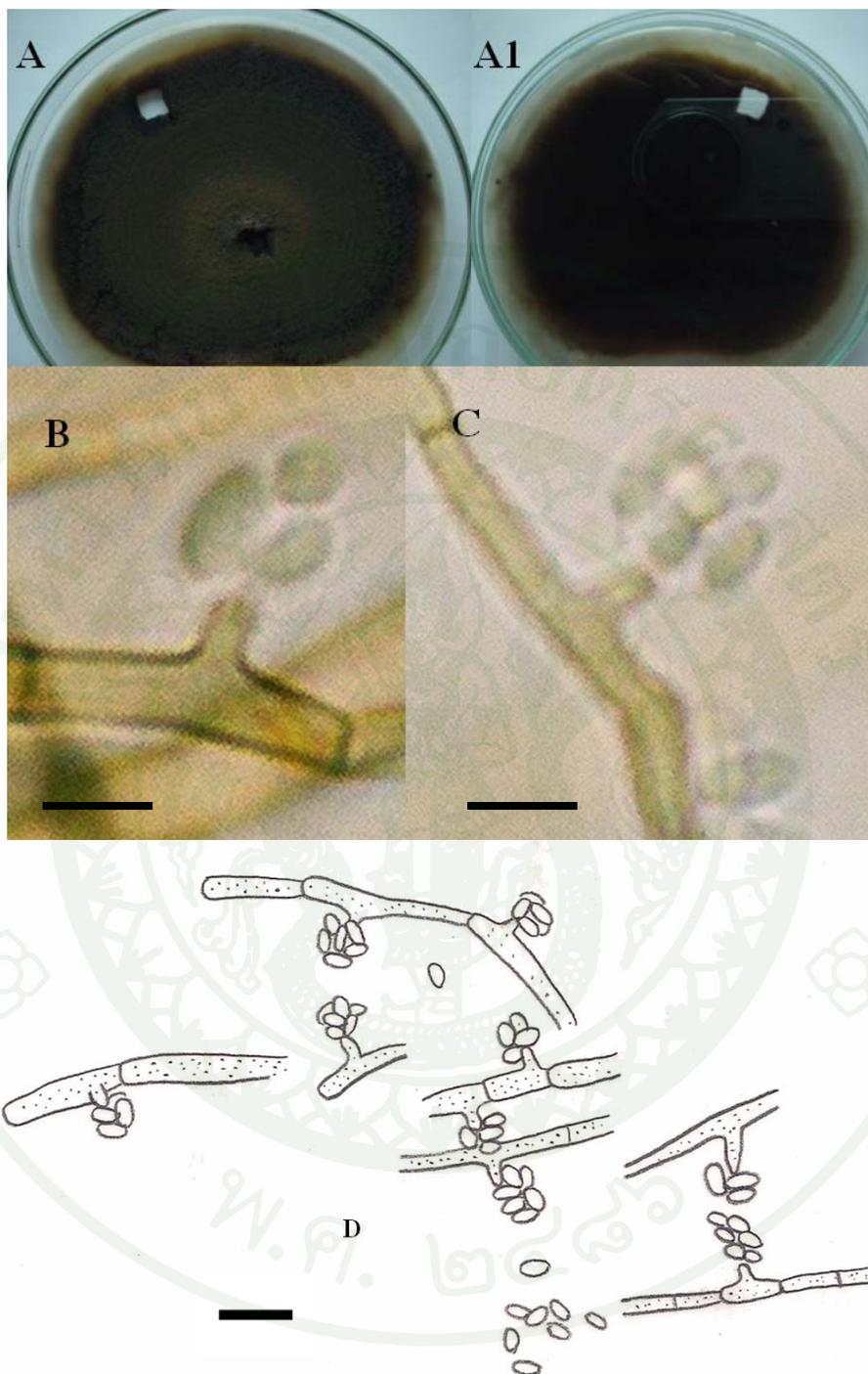
ราสร้างเส้นใยสีขาว ผิวนุ่มบนอาหาร PDA ด้านล่างของโคโลนี่เป็นสีน้ำตาลอ่อน ไม่เปลี่ยนสีอาหารเลี้ยงเชื้อ เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนี่เมื่อเชื้ออายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส เท่ากับ 3.5 เซนติเมตร เส้นใยไม่มีสีมีผนังกั้นตามขวาง ไม่สร้าง clamp connection ไม่พบสปอร์ทั้งแบบอาศัยเพศและไม่อาศัยเพศ (ภาพผนวกที่ 110)

70. unidentified sp.2

เส้นใยสีน้ำตาลเข้มฟูเป็นรัศมีบริเวณกลางโคโลนี่ ขอบโคโลนี่เส้นใยสีเหลืองทอง ด้านล่างโคโลนี่สีน้ำตาลเข้ม เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนี่เมื่อเชื้ออายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส เท่ากับ 5.4 เซนติเมตร เส้นใยสีน้ำตาลมีผนังกั้นตามขวาง ไม่สร้าง clamp connection ไม่พบสปอร์ทั้งแบบอาศัยเพศและไม่อาศัยเพศ (ภาพผนวกที่ 111)

71. unidentified sp.3

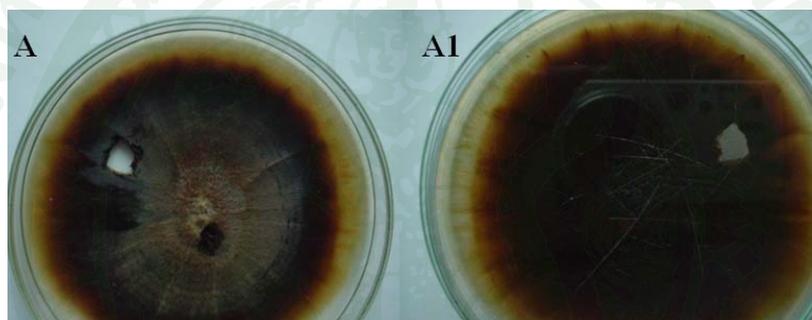
เส้นใยฟูนุ่ม โคนมีสีเหลืองน้ำตาลผิวเรียบ ขอบโคโลนี่เรียบสีขาว เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนี่เมื่อเชื้ออายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส เท่ากับ 1.5-2.5 เซนติเมตร เส้นใยสีไม่มีสี มีผนังกั้นตามขวาง ไม่สร้าง clamp connection ไม่พบสปอร์ทั้งแบบอาศัยเพศและไม่อาศัยเพศ (ภาพผนวกที่ 112)



ภาพผนวกที่ 109 unidentified hyphomycetes โตโล้นี้ด้านบนและล่างบน PDA (A, A1), conidiophore และ conidia (B, C); bar=5 μm , ภาพวาดจาก camera lucida (D); bar=10 μm



ภาพผนวกที่ 110 unidentified sp.1 โคลนிட้านบนและล่างบน PDA (A, A1)



ภาพผนวกที่ 111 unidentified sp.2 โคลนிட้านบนและล่างบน PDA (A, A1)



ภาพผนวกที่ 112 unidentified sp.3 ลักษณะโคโลนีบน PDA

ตารางผนวกที่ 1 ค่าดัชนีความสำคัญของราดินในป่าดิบแล้งรุ่นที่สอง

ลำดับ	ชนิดรา	ความเด่นสัมพัทธ์	ความถี่สัมพัทธ์	IVI
1	<i>Gongronella butleri</i>	39.51	10.26	49.77
2	<i>Trichoderma hamatum</i>	11.27	6.41	17.68
3	<i>Trichoderma harzianum</i>	11.05	5.128	16.18
4	<i>Penicillium</i> sp.6	9.487	6.41	15.9
5	<i>Penicillium verruculosum</i>	6.808	5.128	11.94
6	<i>Trichoderma oblongisporum</i>	5.469	5.128	10.6
7	<i>Humicola fuscoatra</i>	1.116	6.41	7.526
8	<i>Chloridium</i> sp.	1.339	5.128	6.467
9	<i>Penicillium ochro-chloron</i>	1.897	3.846	5.743
10	<i>Penicillium rugulosum</i>	1.451	3.846	5.297
11	<i>Penicillium</i> sp.3	0.893	3.846	4.739
12	unidentified sp.1	1.116	2.564	3.68
13	<i>Penicillium simplicissimum</i>	1.004	2.564	3.569
14	<i>Penicillium</i> sp.10	2.121	1.282	3.403
15	<i>Trichoderma virens</i>	0.781	2.564	3.345
16	<i>Cephalosporium</i> sp.	0.446	2.564	3.011
17	<i>Scopulariopsis brumptii</i>	0.446	2.564	3.011
18	<i>Cunninghamella elegans</i>	0.223	2.564	2.787
19	<i>Scytalidium</i> sp.	0.223	2.564	2.787
20	<i>Penicillium</i> sp.2	1.116	1.282	2.398
21	<i>Aspergillus zonatus</i>	0.335	1.282	1.617
22	<i>Penicillium</i> sp.14	0.335	1.282	1.617
23	<i>Aspergillus japonicus</i>	0.223	1.282	1.505
24	<i>Penicillium stiatisporum</i>	0.223	1.282	1.505
25	<i>Aspergillus</i> sp.	0.112	1.282	1.394

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

ลำดับ	ชนิดรา	ความเด่นสัมพัทธ์	ความถี่สัมพัทธ์	IVI
26	<i>Aspergillus wentii group</i>	0.112	1.282	1.394
27	<i>Gliocladium roseum</i>	0.112	1.282	1.394
28	<i>Mortierella pavisporum</i>	0.112	1.282	1.394
29	<i>Nectria sp.</i>	0.112	1.282	1.394
30	<i>Penicillium rubrum</i>	0.112	1.282	1.394
31	<i>Penicillium sp.7</i>	0.112	1.282	1.394
32	<i>Penicillium sp.16</i>	0.112	1.282	1.394
33	<i>Pestalotiopsis sp.</i>	0.112	1.282	1.394
ผลรวมทั้งหมด		100	100	200

ตารางผนวกที่ 2 ลำดับนี้ความสำคัญของราดินในสวนป่าพะยูง

ลำดับ	ชนิดรา	ความเด่นสัมพัทธ์	ความถี่สัมพัทธ์	IVI
1	<i>Gongronella butleri</i>	41.74	10.11	51.86
2	<i>Trichoderma oblongisporum</i>	13.88	8.989	22.86
3	<i>Trichoderma harzianum</i>	10.67	8.989	19.65
4	<i>Penicillium ochro-chloron</i>	7.339	7.865	15.2
5	<i>Penicillium sp.6</i>	7.11	6.742	13.85
6	<i>Aspergillus candidus</i>	1.147	4.494	5.641
7	<i>Marianaea elegans</i>	1.147	4.494	5.641
8	<i>Trichoderma artroviride</i>	2.867	2.247	5.114
9	<i>Penicillium verruculosum</i>	1.376	3.371	4.747
10	<i>Penicillium sp.3</i>	1.032	3.371	4.403
11	<i>Penicillium sp.19</i>	2.064	2.247	4.311
12	unidentified sp.1	0.917	3.371	4.288

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

ลำดับ	ชนิดรา	ความเด่นสัมพัทธ์	ความถี่สัมพัทธ์	IVI
13	<i>Trichoderma hamatum</i>	1.95	2.247	4.197
14	<i>Humicola fuscoatra</i>	0.688	3.371	4.059
15	<i>Penicillium rubrum</i>	0.344	3.371	3.715
16	<i>Penicillium rugulosum</i>	0.344	3.371	3.715
17	<i>Penicillium</i> sp.7	1.261	2.247	3.509
18	<i>Penicillium</i> sp.9	0.688	2.247	2.935
19	<i>Eupenicillium</i> sp.	0.344	2.247	2.591
20	<i>Penicillium</i> sp.18	0.344	2.247	2.591
21	<i>Penicillium</i> sp.8	0.229	2.247	2.477
22	<i>Monocillium</i> sp.	0.917	1.124	2.041
23	<i>Penicillium</i> sp.1	0.459	1.124	1.582
24	<i>Penicillium</i> sp.15	0.229	1.124	1.353
25	<i>Pestalotiopsis</i> sp.	0.229	1.124	1.353
26	<i>Aspergillus cervinus</i>	0.115	1.124	1.238
27	<i>Cunninghamella elegans</i>	0.115	1.124	1.238
28	<i>Penicillium adametzi</i>	0.115	1.124	1.238
29	<i>Mucor</i> sp.	0.115	1.124	1.238
ผลรวมทั้งหมด		100	100	200

ตารางผนวกที่ 3 ค่าดัชนีความสำคัญของราดินในทุ่งหญ้า

ลำดับ	ชนิดรา	ความเด่นสัมพัทธ์	ความถี่สัมพัทธ์	IVI
1	<i>Gongronella butleri</i>	66.84	10.96	77.8
2	<i>Trichoderma harzianum</i>	7.763	6.849	14.61
3	<i>Trichoderma artroviride</i>	3.816	4.11	7.925

ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

ลำดับ	ชนิดรา	ความเด่นสัมพัทธ์	ความถี่สัมพัทธ์	IVI
4	<i>Trichoderma oblongisporum</i>	2.763	4.11	6.873
5	<i>Talaromyces</i> sp.	0.921	5.479	6.401
6	<i>Penicillium</i> sp.12	1.974	4.11	6.083
7	<i>Penicillium</i> sp.11	1.579	4.11	5.689
8	<i>Cunninghamella elegans</i>	0.789	4.11	4.899
9	<i>Eupenicillium</i> sp.	0.658	2.74	3.398
10	<i>Penicillium</i> sp.3	0.658	2.74	3.398
11	<i>Phoma</i> sp.	0.658	2.74	3.398
12	<i>Chaetomella</i> sp.	0.395	2.74	3.134
13	<i>Penicillium ochro-chloron</i>	0.395	2.74	3.134
14	unidentified ascomycetes	0.263	2.74	3.003
15	<i>Aspergillus candidus</i>	0.263	2.74	3.003
16	<i>Aspergillus cervinus</i>	0.263	2.74	3.003
17	<i>Penicillium adametzi</i>	0.263	2.74	3.003
18	<i>Penicillium rubrum</i>	1.579	1.37	2.949
19	unidentified hyphomyces	1.447	1.37	2.817
20	<i>Verticillium lecanii</i>	1.447	1.37	2.817
21	unidentified sp.3	0.658	1.37	2.028
22	<i>Marianaea elegans</i>	0.526	1.37	1.896
23	<i>Penicillium</i> sp.17	0.526	1.37	1.896
24	<i>Scytalidium</i> sp.	0.395	1.37	1.765
25	unidentified sp.1	0.395	1.37	1.765
26	<i>Cephalosporium</i> sp.	0.263	1.37	1.633
27	<i>Chloridium</i> sp.	0.263	1.37	1.633
28	<i>Penicillium</i> sp.7	0.263	1.37	1.633

ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

ลำดับ	ชนิดรา	ความเด่นสัมพัทธ์	ความถี่สัมพัทธ์	IVI
29	<i>Penicillium</i> sp.8	0.263	1.37	1.633
30	<i>Aspergillus japonicus</i>	0.132	1.37	1.501
31	<i>Aspergillus paradoxus</i>	0.132	1.37	1.501
32	<i>Fusarium oxysporum</i>	0.132	1.37	1.501
33	<i>Penicillium verruculosum</i>	0.132	1.37	1.501
34	<i>Penicillium</i> sp.6	0.132	1.37	1.501
35	<i>Penicillium</i> sp.2	0.132	1.37	1.501
36	<i>Penicillium oxalicum</i>	0.132	1.37	1.501
37	<i>Trichoderma hamatum</i>	0.132	1.37	1.501
38	unidentified sp.2	0.132	1.37	1.501
ผลรวมทั้งหมด		100	100	200

ตารางผนวกที่ 4 ลำดับความสำคัญของราดินในสวนยางพารา

ลำดับ	ชนิดรา	ความเด่นสัมพัทธ์	ความถี่สัมพัทธ์	IVI
1	<i>Mucor</i> sp.	45.32	3.279	48.6
2	<i>Gongronella butleri</i>	22.61	11.48	34.09
3	<i>Trichoderma harzianum</i>	20.25	11.48	31.72
4	<i>Penicillium</i> sp.3	2.158	11.48	13.63
5	<i>Trichoderma oblongisporum</i>	3.289	4.918	8.207
6	<i>Humicola fuscoatra</i>	0.719	6.557	7.277
7	<i>Trichoderma hamatum</i>	0.925	4.918	5.843
8	unidentified sp.1	0.822	3.279	4.101
9	<i>Cunninghamella elegans</i>	0.411	3.279	3.69
10	<i>Penicillium</i> sp.8	0.411	3.279	3.69

ตารางผนวกที่ 4 (ต่อ)

ลำดับ	ชนิดรา	ความเด่นสัมพัทธ์	ความถี่สัมพัทธ์	IVI
11	<i>Trichoderma artroviride</i>	0.411	3.279	3.69
12	<i>Penicillium simplicissimum</i>	0.308	3.279	3.587
13	<i>Penicillium adametzi</i>	0.308	3.279	3.587
14	<i>Marianaia elegans</i>	0.206	3.279	3.484
15	<i>Trichoderma virens</i>	0.206	3.279	3.484
16	<i>Phialophora</i> sp.	0.308	1.639	1.948
17	<i>Geotrichum</i> sp.	0.206	1.639	1.845
18	<i>Penicillium</i> sp.11	0.206	1.639	1.845
19	<i>Aspergillus niger</i>	0.103	1.639	1.742
20	<i>Aspergillus niveus</i>	0.103	1.639	1.742
21	<i>Fusarium oxysporum</i>	0.103	1.639	1.742
22	<i>Leptographium</i> sp.	0.103	1.639	1.742
23	<i>Penicillium</i> sp.6	0.103	1.639	1.742
24	<i>Phoma</i> sp.	0.103	1.639	1.742
25	<i>Talaromyces</i> sp.	0.103	1.639	1.742
26	unidentified sp.2	0.103	1.639	1.742
27	<i>Verticillium lecanii</i>	0.103	1.639	1.742
ผลรวมทั้งหมด		100	100	200

ตารางผนวกที่ 5 ลำดับนี้ความสำคัญของราดินในไร่สับปะรด

ลำดับ	ชนิดรา	ความเด่นสัมพัทธ์	ความถี่สัมพัทธ์	IVI
1	<i>Gongronella butleri</i>	14.92	7.292	22.21
2	<i>Penicillium</i> sp.19	13.35	6.25	19.6
3	unidentified sp.1	8.901	9.375	18.28

ตารางผนวกที่ 5 (ต่อ)

ลำดับ	ชนิดรา	ความเด่นสัมพัทธ์	ความถี่สัมพัทธ์	IVI
4	<i>Trichoderma oblongisporum</i>	9.424	6.25	15.67
5	<i>Penicillium</i> sp.8	8.377	4.167	12.54
6	<i>Penicillium</i> sp.11	8.377	4.167	12.54
7	<i>Talaromyces</i> sp.	4.974	3.125	8.099
8	<i>Humicola fuscoatra</i>	2.88	5.208	8.088
9	<i>Phialophora</i> sp.	2.618	5.208	7.826
10	<i>Trichoderma artroviride</i>	2.88	4.167	7.046
11	<i>Penicillium</i> sp.6	2.618	4.167	6.784
12	<i>Penicillium</i> sp.4	2.618	2.083	4.701
13	<i>Fusarium oxysporum</i>	1.571	3.125	4.696
14	<i>Chaetomella</i> sp.	1.309	3.125	4.434
15	<i>Scytalidium</i> sp.	1.309	3.125	4.434
16	<i>Thielavia terricola</i>	1.309	3.125	4.434
17	<i>Aspergillus niveus</i>	1.832	2.083	3.916
18	<i>Aspergillus paradoxus</i>	0.785	3.125	3.91
19	<i>Trichoderma harzianum</i>	1.309	2.083	3.392
20	<i>Penicillium ochro-chloron</i>	1.309	1.042	2.351
21	<i>Penicillium</i> sp.3	0.785	1.042	1.827
22	<i>Eupenicillium</i> sp.	0.524	1.042	1.565
23	<i>Monocillium</i> sp.	0.524	1.042	1.565
24	<i>Penicillium verruculosum</i>	0.524	1.042	1.565
25	<i>Penicillium</i> sp.5	0.524	1.042	1.565
26	<i>Penicillium</i> sp.13	0.524	1.042	1.565
27	<i>Mucor</i> sp.	0.524	1.042	1.565
28	<i>Trichoderma virens</i>	0.524	1.042	1.565

ตารางผนวกที่ 5 (ต่อ)

ลำดับ	ชนิดรา	ความเด่นสัมพัทธ์	ความถี่สัมพัทธ์	IVI
29	<i>Aspergillus cervinus</i>	0.262	1.042	1.303
30	<i>Aspergillus japonicus</i>	0.262	1.042	1.303
31	<i>Cunninghamella elegans</i>	0.262	1.042	1.303
32	<i>Heterocephalum</i> sp.	0.262	1.042	1.303
33	<i>Penicillium rugulosum</i>	0.262	1.042	1.303
34	<i>Penicillium</i> sp.12	0.262	1.042	1.303
35	<i>Penicillium</i> sp.2	0.262	1.042	1.303
36	<i>Trichoderma hamatum</i>	0.262	1.042	1.303
ผลรวมทั้งหมด		100	100	200

ตารางผนวกที่ 6 น้ำหนักแห้งของซากพืชคลุมดิน (DW) เปอร์เซ็นต์ของอนุภาคดินทราย (sand) เปอร์เซ็นต์ของอนุภาคดินทรายแป้ง (silt) เปอร์เซ็นต์ของอนุภาคดินเหนียว (clay) ค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน (pH) เปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุในดิน (%Org) ปริมาณธาตุอาหารในดิน ได้แก่ ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) แคลเซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg) (mg/kg) ของแต่ละจุดเก็บตัวอย่างในพื้นที่การไ้ประโยชน์ทั้ง 5 พื้นที่

จุดเก็บตัวอย่าง	DW (g)	%Sand	%Silt	%Clay	pH	%Org	P (mg/kg)	K (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)
DEF1	49.02579	54.4	28	17.6	4.49	10.7	3.79	160.12	186.2	110.3
DEF2	61.27112	57.9	24	17.6	4.47	11.11	11	71.12	154.38	58.78
DEF3	49.27629	51.4	29	19.6	4.62	10.65	13.65	94.8	129.1	37.6
DEF4	36.35221	44.4	32	23.6	4.76	6.57	3.18	106.98	268.6	65.52
DEF5	53.65566	56.4	25	18.6	5.73	9.32	4.54	156.64	1167.4	213.2
DEF6	54.70607	18.4	33	48.6	4.26	3.15	1.37	67.18	57.92	22.06
DEF7	26.40988	18.4	27	54.6	3.98	2.88	1.7	47.74	35.58	6.96
DEF8	24.09475	40.4	34	25.6	4.16	4.06	2.58	89.28	204.2	69.62
DEF9	35.98456	44.4	30	25.6	4.84	4.55	3.13	207.6	732	136.62
PP1	136.0077	47.9	22	29.6	4.11	4.5	2.06	37.76	76.86	21.24
PP2	86.52132	47.4	20	32.6	4.51	3.48	1.73	30.52	95.7	13.14
PP3	151.5456	47.9	22	29.6	4.36	5.34	2.56	39.86	138.1	18.36
PP4	147.8328	52.4	20	27.6	4.29	4.47	2.31	29.28	95.52	11.14

ตารางผนวกที่ 6 (ต่อ)

จุดเก็บตัวอย่าง	DW (g)	%Sand	%Silt	%Clay	pH	%Or	P (mg/kg)	K (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)
PP5	148.5399	44.4	26	29.6	4.37	5.09	2.08	35.38	261.6	43.58
PP6	146.8713	47.9	24.2	27.9	4.25	6.28	2.02	40.72	155.56	36.2
PP7	71.07224	56.9	22.2	20.9	4.59	5.83	1.95	54.26	214.6	47.78
PP8	126.8206	52.4	20.7	26.9	4.76	6.02	3.37	96.6	302.4	70.44
PP9	123.3543	46.4	22	31.6	4.51	7.12	2.08	50.7	324.8	52.5
GL1	64.6728	48.4	24	27.6	5.45	6.59	3.99	42.9	538.4	69.12
GL2	94.87611	41.4	26	32.6	5.36	4.04	2.58	41.96	138.84	15.94
GL3	74.41885	48.4	26	25.6	5.17	6.56	1.67	93.02	373.6	66.66
GL4	52.8719	43.4	27	29.6	5.27	6.88	1.25	83.68	403.4	66.94
GL5	54.33035	37.4	29	33.6	4.94	5.28	1.27	55.24	367.6	83.34
GL6	47.27241	46.4	24	29.6	5.25	4.81	3.86	76.68	274.6	47.04
GL7	122.623	38.4	25	36.6	4.81	4.75	2.89	49.96	176.22	21.1
GL8	53.7405	66.4	18	15.6	5.5	8.31	2	153.1	865.4	106.36
GL9	47.34513	53.9	22	23.6	5.6	7.54	2.42	178.18	789.2	112.98
RP1	77.78677	56.4	24	19.6	5.96	2.44	1.72	44.44	221.2	14.8

ตารางผนวกที่ 6 (ต่อ)

จุดเก็บตัวอย่าง	DW (g)	%Sand	%Silt	%Clay	pH	%Or	P (mg/kg)	K (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)
RP2	46.63005	55.4	27	17.6	5.62	3.67	2.05	44.8	229	3.1
RP3	40.42052	37.4	33	29.6	5.66	2.59	1.42	25.74	70.48	9.2
RP4	50.98924	69.9	20	9.6	5.89	5.21	2.81	47.9	317.8	49.78
RP5	76.498	52.4	26	21.6	5.8	3.92	1.72	41.88	265	35.74
RP6	52.08005	64.4	18	17.6	5.77	3.96	1.56	38.24	181.18	15.38
RP7	58.98447	54.4	24	21.6	5.43	3.57	2.21	41.32	140.48	17.54
RP8	65.58992	42.4	27	30.6	5.42	2.11	0.9	44.58	493.2	15.9
RP9	84.27102	66.4	22	11.6	5.47	2.69	1.97	27.88	135.06	13.8
PF1	26.59553	59.9	19.2	20.9	4.98	3.42	8.82	41.02	145.26	18.26
PF2	21.30713	42.4	24.7	32.9	4.89	3.33	7.18	44.48	140.24	15.44
PF3	7.732621	45.4	27.7	26.9	4.75	3.24	7.58	61.12	139.06	11.5
PF4	8.89211	38.4	28.7	32.9	4.62	3.58	4.59	32.54	66.82	3.36
PF5	54.27783	31.9	25.2	42.9	4.88	1.94	1.41	79.42	356.4	23.3
PF6	23.28674	45.9	24	29.6	4.93	2.89	7.39	31.12	130.68	19.5
PF7	17.92562	45.4	24.7	29.9	4.73	2.32	12.01	36.4	53.74	5.4

ตารางผนวกที่ 6 (ต่อ)

จุดเก็บตัวอย่าง	DW (g)	%Sand	%Silt	%Clay	pH	%Or	P (mg/kg)	K (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)
PF8	65.27883	44.4	22.7	32.9	4.65	3.27	9.08	38.64	57.64	2.28
PF9	21.12533	46.4	26.7	26.9	4.81	3.24	10.13	56.42	51.64	4.56

หมายเหตุ: DEF1-9 หมายถึง จุดเก็บตัวอย่างในป่าดิบแล้งรุ่นที่สองจุดที่ 1-9, PP1-9 หมายถึง จุดเก็บตัวอย่างในสวนป่าพะยูงจุดที่ 1-9

GL1-9 หมายถึง จุดเก็บตัวอย่างในทุ่งหญ้าจุดที่ 1-9, RP1-9 หมายถึง จุดเก็บตัวอย่างในสวนยางพาราจุดที่ 1-9

PF1-9 หมายถึง จุดเก็บตัวอย่างในไร่สับปะรดจุดที่ 1-9

ตารางผนวกที่ 7 ชื่อย่อของราดินที่แสดงในภาพที่ 2

ชื่อเต็ม	ชื่อย่อ	ชื่อเต็ม	ชื่อย่อ
<i>Aspergillus candidus</i>	A.ca	<i>Penicillium</i> sp.3	P3
<i>Aspergillus cervinus</i>	A.ce	<i>Penicillium</i> sp.4	P4
<i>Aspergillus japonicus</i>	A.ja	<i>Penicillium</i> sp.5	P5
<i>Aspergillus niger</i>	A.ni	<i>Penicillium</i> sp.6	P6
<i>Aspergillus niveus</i>	A.niv	<i>Penicillium</i> sp.7	P7
<i>Aspergillus paradoxus</i>	A.pa	<i>Penicillium</i> sp.8	P8
<i>Aspergillus wentii</i> group	A.wg	<i>Penicillium</i> sp.9	P9
<i>Aspergillus zonatus</i>	A.zo	<i>Penicillium</i> sp.10	P10
<i>Aspergillus</i> sp.	Asp.	<i>Penicillium</i> sp.11	P11
<i>Cephalosporium</i> sp.	Cep	<i>Penicillium</i> sp.12	P12
<i>Chaetomella</i> sp.	Chae	<i>Penicillium</i> sp.13	P13
<i>Chloridium</i> sp.	Chl	<i>Penicillium</i> sp.14	P14
<i>Scopulariopsis brumptii</i>	Sco	<i>Penicillium</i> sp.15	P15
<i>Cunninghamella elegans</i>	Cun	<i>Penicillium</i> sp.16	P16
<i>Eupenicillium</i> sp.	Eu	<i>Penicillium</i> sp.17	P17
<i>Fusarium oxysporum</i>	Fu	<i>Penicillium</i> sp.18	P18
<i>Geotrichum</i> sp.	Geo	<i>Penicillium</i> sp.19	P19
<i>Gliocladium roseum</i>	Gli	<i>Pestalotiopsis</i> sp.	Pes
<i>Gongronella butleri</i>	Gon	<i>Phialophora</i> sp.	Phi
<i>Heterocephalum</i>	Het	<i>Phoma</i> sp.	Pho
<i>Humicola fuscoatra</i>	Hu	<i>Mucor</i> sp.	Mu
<i>Leptographium</i> sp.	Lep	<i>Scytalidium</i> sp.	Scy
<i>Monocillium</i> sp.	Mo	<i>Talaromyces</i> sp.	Tala
<i>Mortiella pavisporum</i>	Mor	<i>Thielavia terricola</i>	Thi

ตารางผนวกที่ 7 (ต่อ)

ชื่อเต็ม	ชื่อย่อ	ชื่อเต็ม	ชื่อย่อ
<i>Nectria</i> sp.	Nec	<i>Trichoderma artroviride</i>	T.ar
<i>Marianeae elegans</i>	Ma	<i>Trichoderma harzianum</i>	T.hz
<i>Penicillium adametzi</i>	P.ad	<i>Trichoderma oblongisporum</i>	T.ob
<i>Penicillium ochro-chloron</i>	P.oc	<i>Trichoderma hamatum</i>	T.ha
<i>Penicillium oxalicum</i>	P.ox	<i>Trichoderma virens</i>	T.vi
<i>Penicillium rubrum</i>	P.ru	<i>Verticillium lecanii</i>	Ver
<i>Penicillium rugulosum</i>	P.rug	unidentified ascomycetes	asc
<i>Penicillium simplicissimum</i>	P.si	unidentified hyphomyces	hyp
<i>Penicillium stiatosporum</i>	P.st	unidentified sp.1	u1
<i>Penicillium verruculosum</i>	P.ve	unidentified sp.2	u2
<i>Penicillium</i> sp.1	P.1	unidentified sp.3	u3
<i>Penicillium</i> sp.2	P.2		

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ	นายพงศธร พวงสมบัติ
เกิดวันที่	12 พฤษภาคม 2527
สถานที่เกิด	จังหวัดสุพรรณบุรี
ประวัติการศึกษา	วท.บ. ชีววิทยา (สาขาจุลชีววิทยา) ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ประสบการณ์ขณะศึกษา	ผู้ช่วยสอนวิชาจุลชีววิทยา ไรโควิทยาป่าไม้ภาคปฏิบัติการ ใน ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	ทุนสนับสนุนงานวิจัยระดับปริญญาโท บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และ ทุนงานวิจัยจากโครงการ Thailand-Asian-Korea Environmental Cooperative Project (Thailand-AKECOP)