

บทที่ 4

ผลการวิจัย

1. ผลการเก็บรวบรวม *Cordyceps* บริเวณอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย

จากการเก็บรวบรวมตัวอย่าง *Cordyceps* บริเวณอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จากพื้นที่สำรวจที่มีประเภทของป่าแตกต่างกัน 5 พื้นที่ ได้แก่ สวนสัตว์เชียงใหม่ น้ำตกวังบัวบาน น้ำตกมณฑาธาร ห้วยคอกม้า และบ้านม้งช้างเคียน แต่ละพื้นที่มีระดับความสูง 460, 650, 700, 1,250 และ 1,650 เมตรจากระดับน้ำทะเลตามลำดับ ระหว่างเดือนมิถุนายน-ตุลาคม 2543 พื้นที่ดังกล่าวมีอุณหภูมิอยู่ในช่วง 21-28 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 78-97 เปอร์เซ็นต์ ดินบริเวณที่เก็บตัวอย่างมี pH อยู่ในช่วง 6.2-7.0 ความชื้น 12-28 เปอร์เซ็นต์ จากการสำรวจ 21 ครั้ง เก็บตัวอย่างได้ทั้งหมด 54 ตัวอย่าง (ตาราง 2) บริเวณที่เก็บตัวอย่างได้มากที่สุดคือ ห้วยคอกม้า คิดเป็น 39 เปอร์เซ็นต์ ของตัวอย่างที่เก็บได้ทั้งหมด รองลงมา คือ น้ำตกมณฑาธาร น้ำตกวังบัวบาน สวนสัตว์เชียงใหม่ และบ้านม้งช้างเคียน คิดเป็น 33, 22, 4 และ 2 เปอร์เซ็นต์ของตัวอย่างที่เก็บได้ทั้งหมด ตามลำดับ (รูป 14)

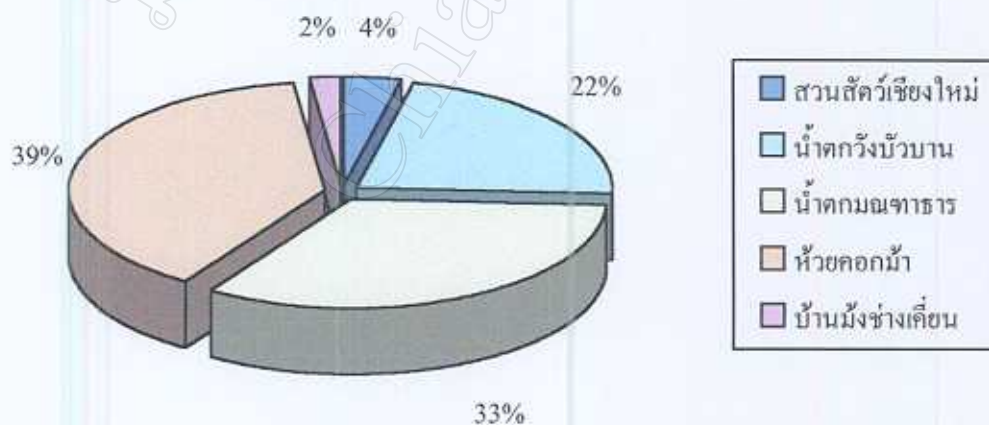
ตาราง 2 รายละเอียดของการสำรวจและเก็บรวบรวม *Cordyceps* ระหว่างเดือนมิถุนายน - ตุลาคม 2543 บริเวณอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย

ครั้งที่ สำรวจ	วันที่	พื้นที่สำรวจ	ความชื้น สัมพัทธ์ (%)	อุณหภูมิ (°C)	หมายเลขตัวอย่าง ที่เก็บได้ *
1	7/6/43	สวนสัตว์เชียงใหม่	80	28	ไม่พบ
2	12/6/43	ห้วยคอกม้า	86	23	CH01-CH05
3	20/6/43	น้ำตกมณฑาธาร	90	25	CH06-CH07
4	29/6/43	ห้วยคอกม้า	88	23	CH08-CH13
5	14/7/43	น้ำตกวังบัวบาน	97	23	ไม่พบ
6	16/7/43	บ้านม้งช้างเคียน	78	21	CK01
7	22/7/43	ห้วยคอกม้า	86	23	CH14-CH15
8	25/7/43	สวนสัตว์เชียงใหม่	89	24	ไม่พบ

ตาราง 2 (ต่อ)

ครั้งที่ สำรวจ	วันที่	พื้นที่สำรวจ	ความชื้น สัมพัทธ์ (%)	อุณหภูมิ (°C)	หมายเลขตัวอย่าง ที่เก็บได้ *
9	2/8/43	ห้วยคอกม้า	85	25	CH16-CH17
10	15/8/43	น้ำตกมณฑาธาร	86	24	CM01-CM04
11	25/8/43	น้ำตกวังบัวบาน	82	27	CB01-CB02
12	2/9/43	น้ำตกมณฑาธาร	85	22	CM05-CM09
13	9/9/43	น้ำตกมณฑาธาร	88	23	CM10-CM12
14	17/9/43	บ้านมั่งช้างเคียน	80	24	ไม่พบ
15	20/9/43	ห้วยคอกม้า	91	21	CH18
16	27/9/43	น้ำตกวังบัวบาน	82	26	CB03-CB04
17	28/9/43	ห้วยคอกม้า	87	21	CH18-CH21
18	7/10/43	น้ำตกวังบัวบาน	81	26	CB05-CB09
19	10/10/43	น้ำตกวังบัวบาน	94	22	CB10-CB12
20	15/10/43	น้ำตกมณฑาธาร	95	25	CM13-CM18
21	27/10/43	สวนสัตว์เชิงใหม่	86	25	CZ01-CZ02

* C หมายถึง *Cordyceps* B หมายถึง น้ำตกวังบัวบาน H หมายถึง ห้วยคอกม้า
K หมายถึง บ้านมั่งช้างเคียน M หมายถึง น้ำตกมณฑาธาร Z หมายถึง สวนสัตว์เชิงใหม่

รูป 15 ร้อยละของตัวอย่าง *Cordyceps* spp. ที่เก็บได้จากพื้นที่สำรวจต่าง ๆ

2. ผลการตรวจสอบทางอนุกรมวิธาน

เมื่อนำตัวอย่างทั้งหมดมาศึกษาลักษณะต่าง ๆ ด้วยตาเปล่า และได้กล้องจุลทรรศน์ทั้งแบบสเตอริโอ และแบบเลนส์ประกอบ เทียบกับรูปวิธานของ Arora (1986), Zhishu *et al.* (1993), Horn *et al.* (1993) และ Humber (1998) และเทียบกับภาพประกอบคำบรรยายในหนังสือของ Dennis (1978), Pacioni (1985), Bessette & Sundberg (1987), Imazeki *et al.* (1988), Pegler & Spooner (1994), Shaffer-Fehre (1996) และ Spooner (1996) จัดจำแนกได้ 4 สปีชีส์ จาก 43 ตัวอย่าง คือ *C. nutans*, *C. sphecocephala*, *C. myrmecophila* และ *C. irangiensis* มี 4 ตัวอย่างที่ไม่สามารถระบุชื่อวิทยาศาสตร์ได้ คือ *Cordyceps* sp.1 และ *Cordyceps* sp.2 และมี 7 ตัวอย่างที่มีสภาพไม่สมบูรณ์เนื่องจากอยู่ในระยะที่ยังเจริญไม่เต็มที่ จึงจัดจำแนกไม่ได้ ตัวอย่างที่พบเจริญบนแหล่งอาหารแตกต่างกัน ได้แก่ มด ตัวต่อ ผี มวน และผีเสื้อ (ตาราง 3) ตัวอย่างที่พบส่วนใหญ่จะเป็น *C. nutans* โดยจะพบสปีชีส์นี้ได้ในทุกพื้นที่ป่าที่เป็นป่าไม่ผลัดใบ รวมทั้งป่าเต็งรังที่เป็นป่าผลัดใบด้วย *C. sphecocephala* ก็พบทั้งในป่าผลัดใบและป่าไม่ผลัดใบ เช่นเดียวกัน ส่วน *C. myrmecophila* พบในทุกพื้นที่ป่าที่เป็นป่าผลัดใบ บางสปีชีส์พบเฉพาะพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่ง ได้แก่ *C. irangiensis* พบเฉพาะที่น้ำตกวังบัวบาน และ *Cordyceps* sp.2 พบเฉพาะที่น้ำตกมณฑาธารเท่านั้น (ตาราง 4) จากการนับจำนวนสปีชีส์ที่พบในแต่ละพื้นที่สำรวจพบว่า บริเวณน้ำตกวังบัวบานเป็นพื้นที่ที่มีความหลากหลายของสปีชีส์สูงที่สุด (รูป 15)

ตาราง 3 ชื่อวิทยาศาสตร์ host และจำนวนตัวอย่างของ *Cordyceps* ที่เก็บรวบรวมได้จากอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย

ลำดับ ที่	ชื่อวิทยาศาสตร์	host	หมายเลขตัวอย่าง *
1	<i>C. irangiensis</i>	มด (<i>Hymenoptera</i>)	CB05, CB10
2	<i>C. myrmecophila</i>	มด (<i>Hymenoptera</i>)	CM01, CM05, CM06, CM08, CM09, CM13, CM14, CM17, CM18, CB03, CB06, CB07, CB11, CZ01, CZ02
3	<i>C. nutans</i>	มวน (<i>Hemiptera</i>)	CK01, CH01, CH02, CH03, CH04, CH05, CH06, CH07, CH08, CH09, CH10, CH12, CH14, CH15, CH20, CH21, CM03, CM07, CM10

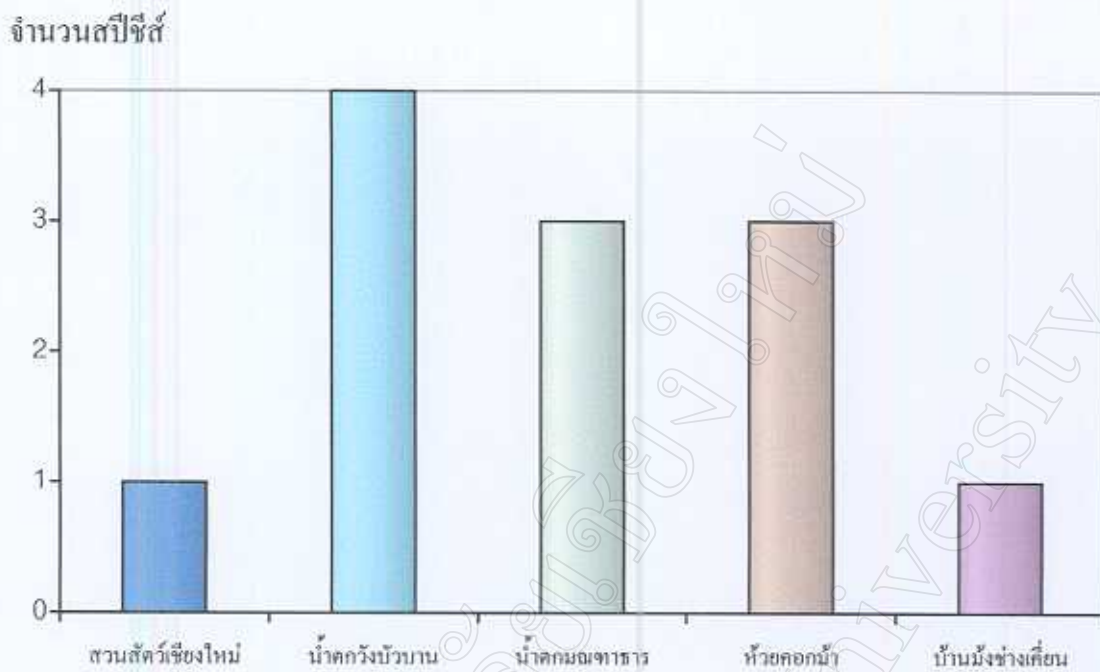
ตาราง 3 (ต่อ)

ลำดับ ที่	ชื่อวิทยาศาสตร์	host	หมายเลขตัวอย่าง *
4	<i>C. sphecocephala</i>	ต่อและผึ้ง (Hymenoptera)	CH11, CH16, CH17, CH19, CB01, CB04, CB12
5	<i>Cordyceps</i> sp.1	ดักแด้ผีเสื้อ (Lepidoptera)	CH13, CB09
6	<i>Cordyceps</i> sp.2	ดักแด้ผีเสื้อกลางคืน (Lepidoptera)	CM15, CM16
7	ตัวอย่างที่มีสภาพไม่ สมบูรณ์ (young stage)	มด (Hymenoptera)	CH18, CM02, CM04, CM11, CM12, CB02, CB08

* C หมายถึง *Cordyceps* B หมายถึง น้ำตกรังบัวบาน H หมายถึง ห้วยคอกม้า
K หมายถึง บ้านมั่งช้างเคียน M หมายถึง น้ำตกมณฑาธาร Z หมายถึง สวนสัตว์เชียงใหม่

ตาราง 4 จำนวน *Cordyceps* สปีชีส์ต่าง ๆ ที่พบในแต่ละพื้นที่สำรวจ

<i>Cordyceps</i>	จำนวนตัวอย่างที่พบในพื้นที่สำรวจ					รวม
	สวนสัตว์ เชียงใหม่	น้ำตก วังบัวบาน	น้ำตก มณฑาธาร	ห้วยคอก ม้า	บ้านมั่ง ช้างเคียน	
<i>C. irangiensis</i>	-	2	-	-	-	2
<i>C. myrmecophila</i>	2	4	9	-	-	15
<i>C. nutans</i>	-	-	3	15	1	19
<i>C. sphecocephala</i>	-	3	-	4	-	7
<i>Cordyceps</i> sp.1	-	1	-	1	-	2
<i>Cordyceps</i> sp.2	-	-	2	-	-	2



รูป 16 ความหลากหลายของสปอร์ในแต่ละพื้นที่สำรวจ

3. ผลการแยกเชื้อบริสุทธิ์

จากการนำตัวอย่างของ *Cordyceps* แต่ละสปอร์มาทำเชื้อบริเวณผิว โดยใช้วิธี triple surface sterilization แล้วแยกให้ได้เชื้อบริสุทธิ์ด้วยวิธี single spore isolation และ tissue culture ในอาหารวุ้น potato dextrose agar จากการทดลองในขั้นต้นพบว่าการแยกเชื้อบริสุทธิ์โดยวิธี single spore isolation ให้ผลที่ดีกว่าวิธี tissue culture เนื่องจากพบการปนเปื้อนจากแบคทีเรียหรือยีสต์น้อยกว่า จึงใช้เลือกใช้วิธีการนี้ในการแยกเชื้อและสามารถแยกเชื้อบริสุทธิ์ของ *Cordyceps* ได้ทุกสปอร์

4. ผลการศึกษาการเจริญของเชื้อบริสุทธิ์บนอาหารวันชนิดต่าง ๆ

จากการนำเชื้อบริสุทธิ์ของ *Cordyceps* แต่ละสปีชีส์เลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อ 5 ชนิดคือ corn meal agar, Czapek's agar, malt extract agar, oat-meal agar และ potato dextrose agar บ่มที่อุณหภูมิห้อง ($27 \pm 2^{\circ}\text{C}$) เป็นเวลา 15-60 วัน พบว่าเชื้อบริสุทธิ์ของ *Cordyceps* ส่วนใหญ่เจริญได้ดีในอาหาร potato dextrose agar รองลงมาคืออาหาร malt extract agar, corn meal agar, oat meal agar และ Czapek's agar ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบระยะเวลาการเจริญของ *Cordyceps* แต่ละสปีชีส์พบว่า *Cordyceps* sp.1 และ *Cordyceps* sp.2 เจริญได้อย่างรวดเร็วในอาหารเลี้ยงเชื้อ ในขณะที่ *C. nutans* เจริญได้ค่อนข้างช้า (ตาราง 5)

ตาราง 5 เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีของ *Cordyceps* ในอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดต่าง ๆ บ่มที่อุณหภูมิห้อง ($27 \pm 2^{\circ}\text{C}$) เป็นเวลา 15-60 วัน

<i>Cordyceps</i>	ระยะ เวลาบ่ม (วัน)	เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีในอาหารเลี้ยงเชื้อ (mm)				
		corn meal agar	Czapek's agar	malt extract agar	oat meal agar	potato dextrose agar
<i>C. irangiensis</i>	30	16	6.5	17.5	15.5	19.5
<i>C. myrmecophila</i>	30	7.5	5.5	10	7.5	16
<i>C. nutans</i>	60	8	5.5	15.5	8	18
<i>C. sphecocephala</i>	30	16	6.5	18.5	13	22.5
<i>Cordyceps</i> sp.1	15	47	24.5	51.5	45.5	54
<i>Cordyceps</i> sp.2	15	48.5	25.5	52	48	56

5. ผลการศึกษาการเจริญของเชื้อบริสุทธิ์บนอาหารวันที่อุณหภูมิต่าง ๆ

เมื่อนำเชื้อบริสุทธิ์ของ *Cordyceps* แต่ละสปีชีส์เลี้ยงในอาหาร potato dextrose agar ซึ่งเป็นอาหารที่เชื้อเจริญได้ดีที่สุด (จากข้อ 4) บ่มที่อุณหภูมิต่าง ๆ เป็นเวลา 15-60 วัน พบว่าเชื้อบริสุทธิ์ของ *Cordyceps* ส่วนใหญ่เจริญได้ที่อุณหภูมิ 20, 25 และที่อุณหภูมิห้อง ($27 \pm 2^{\circ}\text{C}$) โดยเจริญได้ดีที่อุณหภูมิ 25°C แต่มี 3 สปีชีส์ ได้แก่ *C. iranensis*, *Cordyceps* sp.1 และ *Cordyceps* sp.2 เจริญได้ที่อุณหภูมิ 30°C จากการทดลองไม่มีสปีชีส์ใดที่สามารถเจริญได้ที่อุณหภูมิ 37 และ 45°C (ตาราง 6)

ตาราง 6 เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีของ *Cordyceps* ในอาหารเลี้ยงเชื้อ potato dextrose agar บ่มที่อุณหภูมิต่าง ๆ เป็นเวลา 15-60 วัน

<i>Cordyceps</i>	ระยะเวลาบ่ม (วัน)	เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนี (mm) *					
		อุณหภูมิห้อง ($27 \pm 2^{\circ}\text{C}$)	20°C	25°C	30°C	37°C	45°C
<i>C. irangiensis</i>	30	19.5	18	20	6	-	-
<i>C. myrmecophila</i>	30	16	16.5	18	-	-	-
<i>C. nutans</i>	60	18	21	22.5	-	-	-
<i>C. sphecocephala</i>	30	22.5	23	25	-	-	-
<i>Cordyceps</i> sp.1	15	54	55.6	59	6	-	-
<i>Cordyceps</i> sp.2	15	56	58.5	62	36	-	-

* - หมายถึง ไม่มีการเจริญ

6. การศึกษาการเจริญของเชื้อบริสุทธิ์บนอาหารวันที่ pH ต่าง ๆ

เมื่อนำเชื้อบริสุทธิ์ของ *Cordyceps* แต่ละสปีชีส์เลี้ยงในอาหาร potato dextrose agar ซึ่งเป็นอาหารที่เชื้อเจริญได้ดีที่สุด (จากข้อ 4) ที่ปรับ pH เป็น 4, 5, 6, 7 และ 8 เทียบกับชุดควบคุม บ่มที่อุณหภูมิ 25 °C ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่เชื้อบริสุทธิ์ของ *Cordyceps* เจริญได้ดีที่สุด (จากข้อ 5) เป็นเวลา 15-60 วัน พบว่าเชื้อบริสุทธิ์ของ *Cordyceps* ส่วนใหญ่เจริญได้ดีในอาหาร potato dextrose agar ที่มี pH เริ่มต้น 5-6 ในอาหารเลี้ยงเชื้อที่มี pH 8 เชื้อบริสุทธิ์ของ *Cordyceps* เจริญได้ไม่ดีนัก (ตาราง 7)

ตาราง 7 เส้นผ่าศูนย์กลางโคโลนีของ *Cordyceps* ในอาหารเลี้ยงเชื้อ potato dextrose agar ที่ pH ต่างๆ บ่มที่อุณหภูมิ 25 °C เป็นเวลา 15-60 วัน

<i>Cordyceps</i>	ระยะเวลาบ่ม (วัน)	เส้นผ่าศูนย์กลางโคโลนี (mm)					
		ชุดควบคุม (pH ~ 5.6)	pH				
			4	5	6	7	8
<i>C. irangiensis</i>	30	20	17	20	20.5	15.5	14
<i>C. myrmecophila</i>	30	18	17	18.5	18	14.5	13.5
<i>C. nutans</i>	60	22.5	20	22	22.5	13	10.5
<i>C. sphecocephala</i>	30	25	23.5	25	25.5	22	20
<i>Cordyceps</i> sp.1	15	59	56	59	60	54	52.5
<i>Cordyceps</i> sp.2	15	62	58.5	61.5	63	55.5	53.5

Cordyceps ทั้ง 6 สปีชีส์ที่เก็บรวบรวมและเพาะเลี้ยงได้มีรายละเอียดดังนี้

ชื่อวิทยาศาสตร์: *Cordyceps irangiensis*

host : เจริญบนตัวเต็มวัยของมดงาน *Polyrhachis armata* (ซับแฟมีลิ *Formicinae*; ออร์เดอร์ *Hymenoptera*)

แหล่งที่พบ : พบตามกองใบไม้และกิ่งไม้เล็ก ๆ ที่ทับถมอยู่บนพื้นดินใต้ต้นไม้ขนาดใหญ่ ในป่าบริเวณน้ำตกวังบัวบาน

ลักษณะทั่วไป

stromata : สร้าง stroma เคี้ยว ขนาดเล็ก สีเหลืองครีมจนถึงสีเหลืองส้ม เจริญออกมาทางรอยต่อระหว่างส่วนหัวและส่วนอกของมด รูปร่างเป็นแบบทรงกระบอกโค้งงอเล็กน้อย สูง 2.8-4 เซนติเมตร ก้านมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 มิลลิเมตร ไม่แตกแขนง ผิวก้านเรียบ (รูป 17) ส่วน fertile head อยู่ด้านบน รูปร่างแบบกระสวย ขนาด 1.2-1.5 x 4.5-6 มิลลิเมตร เมื่อตรวจสอบภายใต้กล้องสเตอริโอจะมองเห็นปุ่มเล็ก ๆ สีส้มเข้มยื่นออกมา (รูป 18 ก)

perithecia : ฝังอยู่ใน stroma แบบ immersed perithecia (รูป 18 ข) รูปร่างแบบรูปไข่ค่อนข้างยาว ขนาด 180-200 x 680-700 ไมโครเมตร ภายใน ตรงส่วนฐานเป็นที่เกิดของ asci ไม่มี paraphyses มีส่วนของ ostioles เป็นช่องเปิดอยู่บริเวณผิวของ stroma (รูป 18 ค)

asci : ลักษณะเป็นถุงทรงกระบอกใส ไม่มีสี มีผนังชั้นเดียว (unitunicate) ผิวเรียบ ขนาด 6-7 x 600-650 ไมโครเมตร ส่วนปลายมี ascus cap ลักษณะคล้ายโคนัทครอบอยู่ ขนาด 6-8 x 7-8 ไมโครเมตร มีช่องเปิด (apical pore) อยู่ตรงกลางเป็นทางออกของสปอร์ เมื่อมอง ascus cap ทางด้านข้างจะมีลักษณะกลม (rounded) แต่ละ ascus มี 8 ascospores (รูป 18 ง)

ascospores : ลักษณะยาวคล้ายเส้นด้าย ใส ไม่มีสี (hyaline) ผิวเรียบ มีผนังกั้นหลายอัน (multiseptate) ขนาด 1.5-2 x 550-600 ไมโครเมตร ไม่เปลี่ยนสี (nonamyloid) เมื่อย้อมด้วย Melzer's iodine reagent (รูป 18 จ) สปอร์มักจะแตกหักไปอยู่ในรูปของ part-spores รูปร่างแบบกระสวย ใส ไม่มีสี ผิวเรียบ ขนาด 1.5-2 x 8.5-12 ไมโครเมตร (รูป 18 ฉ)

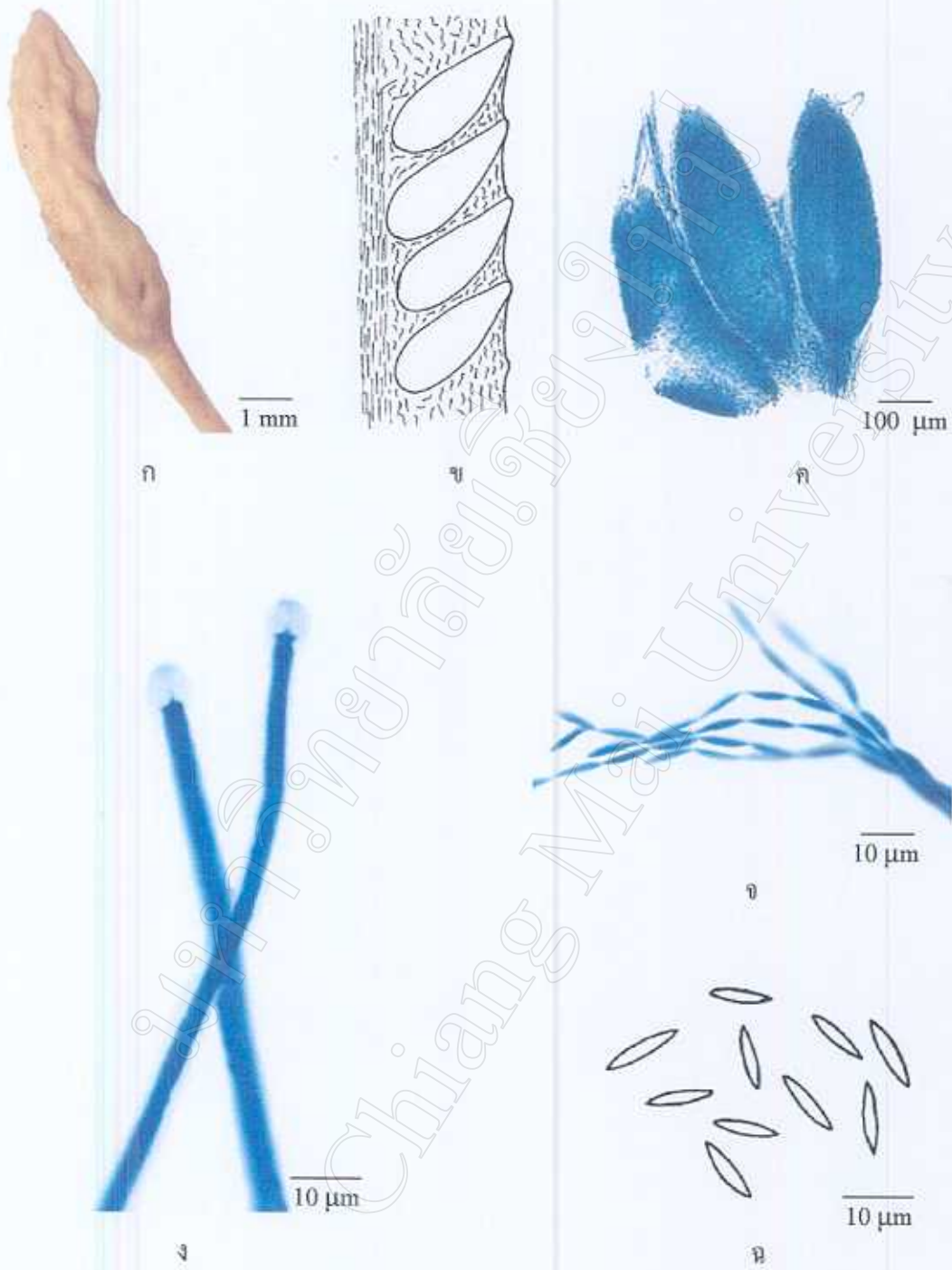
โคโลนี : ลักษณะค่อนข้างกลม เส้นใยมีสีขาวครีมอัดตัวกันแน่นตรงกลางโคโลนี ขอบนอกค่อนข้างฟู เมื่ออายุมากขึ้นตรงกลางโคโลนีจะเปลี่ยนเป็นสีเข้มกว่าบริเวณรอบนอก วัดเส้นผ่าศูนย์กลางโคโลนีได้ 19.5 มิลลิเมตร เมื่อเลี้ยงในอาหาร potato dextrose agar ที่อุณหภูมิห้อง ($27 \pm 2^\circ\text{C}$) เป็นเวลา 30 วัน (รูป 19 ก) สร้างโครงสร้างสืบพันธุ์แบบเทียม (pseudostroma) สีส้มอ่อนอมเหลือง หลังจากการเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 6 สัปดาห์ (รูป 19 ข)

เส้นใย : มีผนังกัน ใส ไม่มีสี เมื่อดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์ เส้นผ่าศูนย์กลาง 2.5–3 ไมโครเมตร (รูป 19 ค)

คุณสมบัติอื่นๆ : เชื้อบริสุทธิ์เจริญได้ดีในอาหาร potato dextrose agar ที่มี pH เริ่มต้น 5-6 และเจริญได้ในช่วงอุณหภูมิตั้งแต่ $20-30^\circ\text{C}$ โดยที่อุณหภูมิ 25°C เชื้อบริสุทธิ์เจริญได้ดีที่สุด (ตาราง 5, 6 และ 7)



รูป 17 *Cordyceps irangiensis*



รูป 18 ลักษณะต่างๆ ของ *Cordyceps irangiensis*

ก fertile head

ข การวางตัวของ perithecia ใน stroma

ค perithecia

ง asci และ ascus cap

จ ascospores

ฉ part-spores



ก



ข

5 μ m

ค

รูป 19 ลักษณะของ *Cordyceps irangiensis* ในอาหารเลี้ยงเชื้อและเส้นใย

ก โคโคนี้ อายุ 30 วัน บนอาหาร potato dextrose agar

ข โครงสร้างสืบพันธุ์แบบเห็ด

ค เส้นใย

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Cordyceps myrmecophila*

host : เจริญบนตัวเต็มวัยของมดตัวเมีย (Queen) *Polyrhachis armata* และมดงาน *Polyrhachis armata* และ *Polyrhachis illaudata* (subfamily Formicinae, order Hymenoptera)

แหล่งที่พบ : กองใบไม้ที่ร่วงหล่นทับถมตามใต้ต้นไม้ หรือตามพื้นดินที่มีความชื้น บางครั้งพบ stromata ที่เจริญติดอยู่กับใบไม้หรือกิ่งไม้ที่อยู่ใกล้ ๆ พบในป่าบริเวณน้ำตก มณฑลพารา น่านกวางบวบ และสวนสัตว์เชียงใหม่

ลักษณะทั่วไป

stromata : มี stroma เดี่ยว ขนาดเล็ก เกิดอยู่ระหว่างส่วนหัวและส่วนอกของมด รูปร่างแบบทรงกระบอกยาว โค้งงอ สูง 4-10 เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.2-0.3 มิลลิเมตร สีส้มหรือสีเหลืองอมส้ม ผิวกำมะหยี่ บางครั้งพบการแตกแขนงของก้านเกิดใกล้ ๆ กับบริเวณของก้านเดิมที่ถูกทำลายไป (รูป 20) ส่วน fertile head อยู่ด้านบน บางครั้งมีหลาย fertile head เกิดอยู่บนก้านที่แตกแขนงออกไป รูปร่างแบบรูปไข่ไปจนถึงทรงกระบอกสั้น ขนาด 1-2 x 2.5-4 มิลลิเมตร ผิวขรุขระ มีปุ่มเล็ก ๆ สีส้มเข้มยื่นออกมาโดยรอบ (รูป 21 ก)

perithecia : ฝังอยู่ใน stroma แบบ immersed perithecia (รูป 21 ข) รูปร่างแบบรูปไข่ค่อนข้างยาว ขนาด 180-200 x 600-650 ไมโครเมตร ภายในตรงส่วนฐานเป็นที่เกิดของ asci ไม่มี paraphyses มีส่วนของ ostioles เป็นช่องเปิดอยู่บริเวณผิวของ stroma (รูป 21 ค)

asci : ลักษณะเป็นถุงทรงกระบอกเรียวยาว โส ไม่มีสี มีผนังชั้นเดียว (unitunicate) ผิวเรียบ ขนาด 5.5-6.5 x 500-550 ไมโครเมตร ส่วนปลายมี ascus cap รูปร่างคล้ายโคนัท ขนาด 5 x 7-8 ไมโครเมตร มีช่องเปิด (apical pore) อยู่ตรงกลางเป็นทางออกของสปอร์ เมื่อมองส่วนของ ascus cap ทางด้านข้างจะมีลักษณะแบน (flattened) แต่ละ ascus มี 8 ascospores (รูป 21 ง)

ascospores : มีลักษณะยาวคล้ายเส้นด้าย โส ไม่มีสี มีผนังชั้นหลายอัน (multiseptate) ขนาด 1.5-2 x 450-500 ไมโครเมตร ไม่เปลี่ยนสี (nonamyloid) เมื่อย้อมด้วย Melzer's iodine reagent (รูป 21 จ) สปอร์มักจะแตกหักไปอยู่ในรูปของ part-spores รูปร่างแบบถึงเบียร์ปลายตัด โส ไม่มีสี ผิวเรียบ ขนาด 1.5-2 x 7-8.5 ไมโครเมตร ถ้าเป็น part-spores ที่อยู่ส่วนปลายของ ascospore จะมีความยาว 11-15 ไมโครเมตร (รูป 21 ฉ)

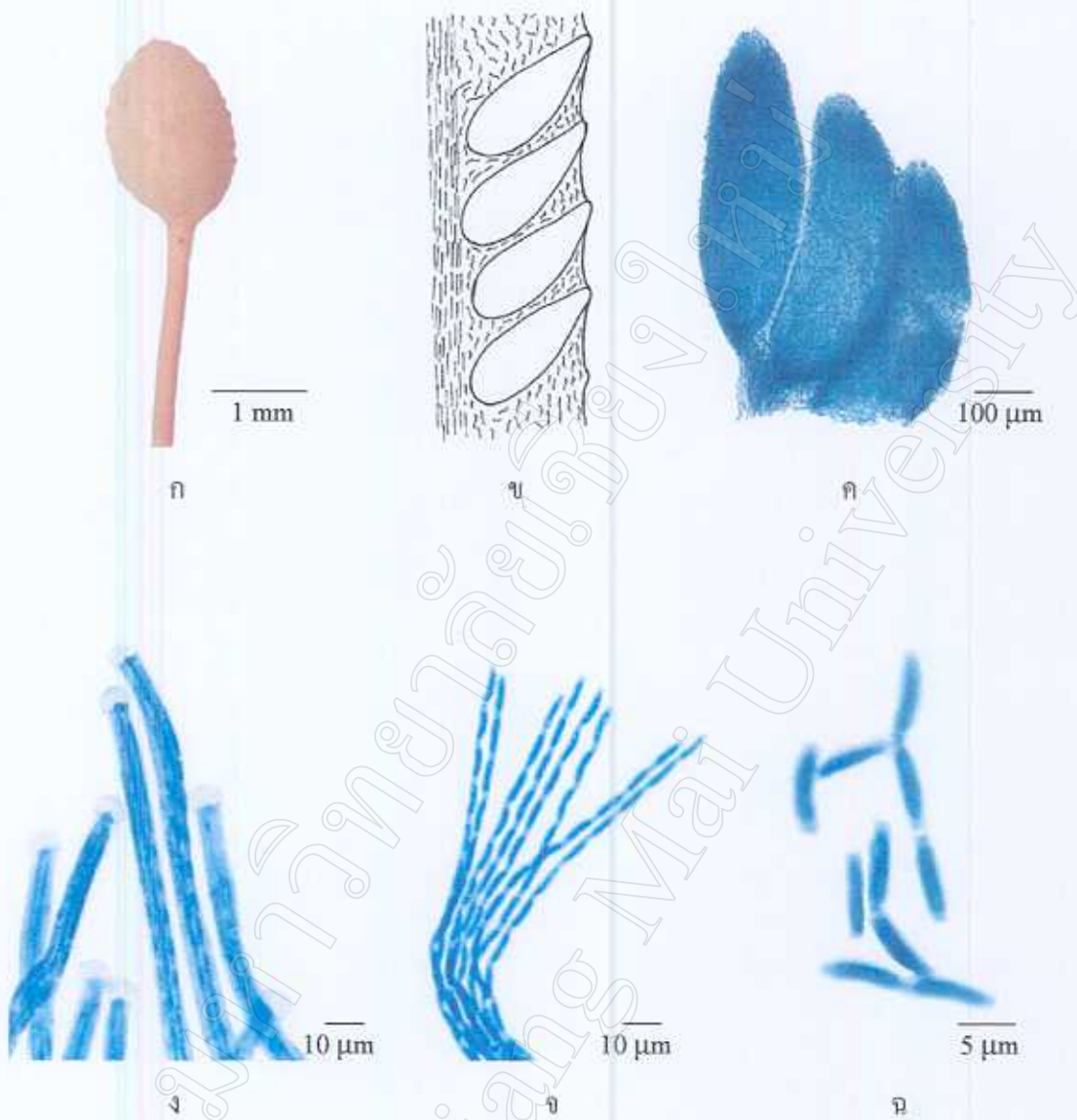
โคโลนี : มีลักษณะกลมมน เส้นใยสีขาวครีมแล้วเปลี่ยนเป็นสีครีมอมเหลือง เมื่ออายุมากขึ้นเส้นใยมักจะอัดกันแน่นโดยเฉพาะตรงกลางโคโลนี รอบนอกฟูเล็กน้อย วัดเส้นผ่าศูนย์กลางโคโลนีได้ 16 มิลลิเมตร เมื่อเลี้ยงในอาหาร potato dextrose agar ที่อุณหภูมิห้อง ($27 \pm 2^\circ\text{C}$) เป็นเวลา 30 วัน (รูป 22 ก) สร้างโครงสร้างสืบพันธุ์แบบเทียม (pseudostroma) ที่สั้นอ่อนอมเหลือง หลังจากการเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 6 สัปดาห์ (รูป 22 ข)

เส้นใย : มีผนังกัน ใส ไม่มีสี เมื่อดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์ เส้นผ่าศูนย์กลาง 2.5 - 3 ไมโครเมตร (รูป 22 ค)

คุณสมบัติอื่นๆ : เชื้อบริสุทธิ์เจริญได้ดีในอาหาร potato dextrose agar ที่มี pH เริ่มต้น 5-6 และเจริญได้ในช่วงอุณหภูมิ 20, 25 $^\circ\text{C}$ และที่อุณหภูมิห้อง ($27 \pm 2^\circ\text{C}$) โดยจะเจริญได้ดีที่สุดที่อุณหภูมิ 25 $^\circ\text{C}$ (ตาราง 5, 6 และ 7)



รูป 20 *Cordyceps myrmecophila*



รูป 21 ลักษณะต่าง ๆ ของ *Cordyceps myrmecophila*

ก fertile head

ข การวางตัวของ perithecia บน stroma

ค perithecia

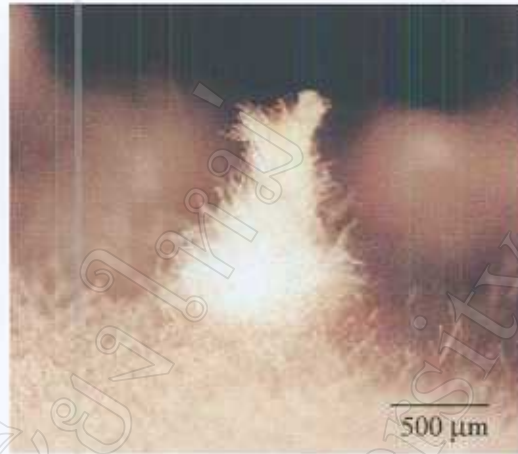
ง asci และ ascus cap

จ ascospores

ฉ part-spores



ก



ข



ค

รูป 22 ลักษณะของ *Cordyceps myrmecophila* ในอาหารเลี้ยงเชื้อและเส้นใย

ก โคโลนี อายุ 30 วัน บนอาหาร potato dextrose agar

ข โครงสร้างสืบพันธุ์แบบเทียม

ค เส้นใย

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Cordyceps nutans*

host : เจริญบนตัวเต็มวัยของมวน (ออร์เดอร์ Hemiptera)

แหล่งที่พบ : พบตามพื้นดิน หรือฝังอยู่ในซากใบไม้ที่ทับถมตามพื้นป่า และได้ค้นพบไม้ขนาดใหญ่ในป่าบริเวณบ้านมั่งช้างเตียน หัวขอกมัว และน้ำตกมณฑาธาร

ลักษณะทั่วไป

stromata : มี 1 หรือหลาย stromata เจริญอยู่บนตัวเต็มวัยของมวน รูปร่างแบบทรงกระบอก เรียวยาว ตั้งตรงหรือโค้งงอ สูงประมาณ 6-20 เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลางกว้าง 0.5-2 มิลลิเมตร ก้านแบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนที่เจริญขึ้นมาจากตัวมวนมีสีดำ หรือสีน้ำตาลดำ ค่อนข้างแข็ง บริเวณใกล้กับส่วน fertile head มีสีส้มแดง หรือส้มอมเหลือง ยาวประมาณ 7-12 มิลลิเมตร อ่อนนุ่มกว่าส่วนแรกเล็กน้อย ก้านไม่แตกแขนง (รูป 23) ส่วน fertile head ซึ่งเป็นส่วนที่สร้างโครงสร้างสืบพันธุ์อยู่ด้านบน รูปร่างแบบทรงกระบอกสั้น สีส้ม ส้มแดง หรือส้มอมเหลือง ขนาด 2-4 x 5-16 มิลลิเมตร ผิวหยาบ เมื่อตรวจสอบภายใต้กล้องสเตอริโอจะเห็นปุ่มเล็ก ๆ สีส้มเข้มยื่นออกมาจำนวนมาก เมื่อปุ่มเหล่านี้หลุดหายไปจะมองเห็นเป็นช่องกลม ๆ บางครั้งพบการปล่อยสปอร์ออกมาภายนอก โดยจะติดอยู่บนผิวนอกของ stroma ลักษณะเป็นสายหรือเป็น กลุ่มสีขาวคล้ายผงแป้ง เมื่อเปียกน้ำจะเป็นมันเงา (รูป 24 ก)

perithecia : ฝังอยู่ใน stroma แบบ immersed perithecia รูปร่างแบบรูปไข่ ค่อนข้างยาว ขนาด 145-200 x 450-550 ไมโครเมตร ภายในตรงส่วนฐานเป็นที่เกิดของ asci ไม่มี paraphyses มีส่วนของ ostioles เป็นช่องเปิดอยู่บริเวณผิวของ stroma (รูป 24 ข)

asci : ลักษณะเป็นถุงทรงกระบอกเรียวยาว โส ไม่มีสี มีผนังชั้นเดียว (unitunicate) ผิวเรียบ ขนาดประมาณ 5-6 x 580-625 ไมโครเมตร มี ascus cap ลักษณะคล้ายโคนที่อยู่ที่ปลายด้านบน ขนาด 6.5-7 ไมโครเมตร และมีช่องเปิด (apical pore) อยู่ตรงกลางเป็นทางออกของสปอร์ แต่ละ ascus มี 8 ascospores (รูป 24 ค)

ascospores : รูปร่างยาวคล้ายเส้นด้าย โส ไม่มีสี มีผนังชั้นหลายอัน (multiseptate) ไม่เปลี่ยนสี (nonamyloid) เมื่อย้อมด้วย Melzer's iodine reagent (รูป 24 ง) สปอร์มักจะหักออกได้ง่ายไปอยู่ในรูปของ part-spores รูปร่างเป็นแท่งทรงกระบอกปลายตัด ผิวเรียบ ขนาด 1.5 - 2 x 10 - 15 ไมโครเมตร (รูป 24 จ)

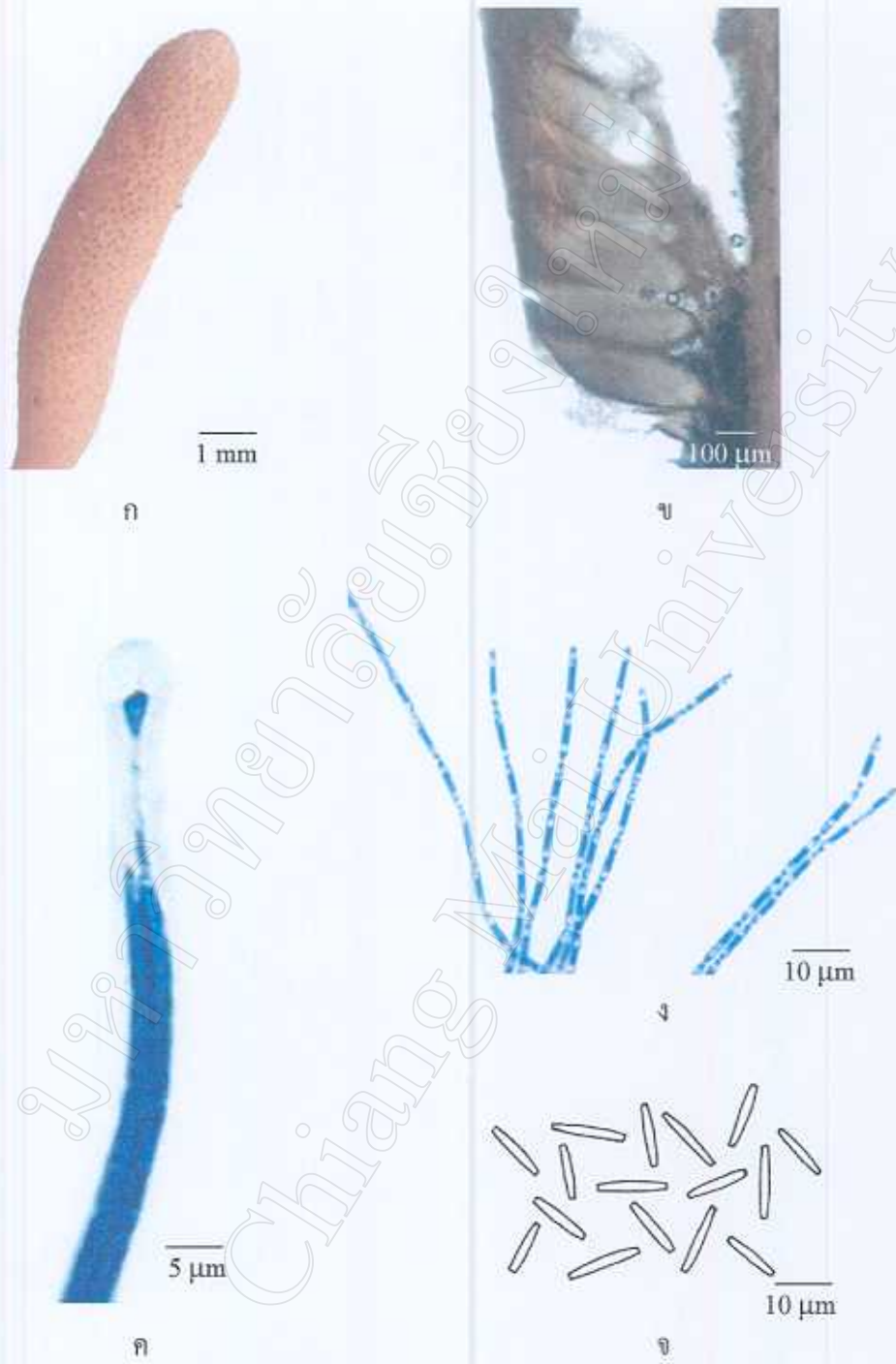
โคโลนี : ก่อนข้างกลม เส้นใยสีขาวครีมหรือสีขาวอมชมพู เมื่อมีอายุมากขึ้นจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลอมชมพู หรือน้ำตาลอมส้ม เส้นใยส่วนใหญ่ฝังอยู่ในอาหาร ส่วนที่อยู่บนผิวหน้าอาหารแผ่บาง ๆ ไม่ค่อยฟู มักจะอัดกันแน่นตรงกลาง โคโลนี เจริญได้ช้าในอาหารเลี้ยงเชื้อ โคโลนีมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 18 มิลลิเมตร หลังจาก 60 วัน (รูป 25 ก) และมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 30 มิลลิเมตร หลังจาก 4 เดือน เมื่อเลี้ยงบนอาหาร potato dextrose agar ที่อุณหภูมิห้อง ($27 \pm 2^{\circ}\text{C}$) ไม่พบการสร้างโครงสร้างสืบพันธุ์แบบเทียม (pseudostroma) บนอาหารเลี้ยงเชื้อ (รูป 25 ข)

เส้นใย : มีผนังกัน ใส ไม่มีสีเมื่อดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ขนาด 2.5 – 3 ไมโครเมตร (รูป 25 ค)

คุณสมบัติอื่น ๆ : เชื้อบริสุทธิ์เจริญได้ดีบนอาหาร potato dextrose agar ที่มี pH เริ่มต้น 5-6 ที่อุณหภูมิในช่วง 20, 25 และที่อุณหภูมิห้อง ($27 \pm 2^{\circ}\text{C}$) โดยได้ดีที่อุณหภูมิ 25°C (ตาราง 5, 6 และ 7)



รูป 23 *Cordyceps nutans*



รูป 24 ลักษณะต่างๆ ของ *Cordyceps nutans*

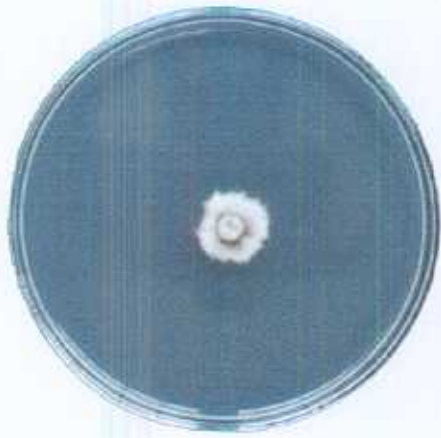
ก fertile head

ข การวางตัวของ perithecia บน stroma

ค ascus และ ascus cap

ง ascospores

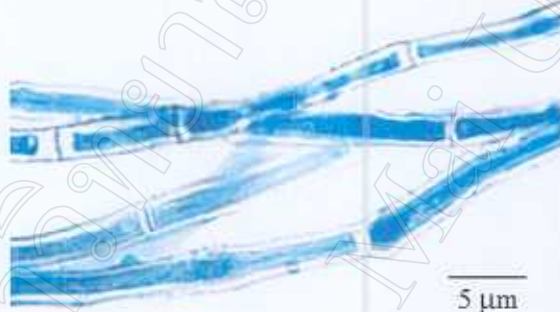
จ part-spores



ก



ข



5 μm

ค

รูป 25 ลักษณะของ *Cordyceps nutans* ในอาหารเลี้ยงเชื้อและเส้นใยของ

ก โคโลนี อายุ 60 วัน บนอาหาร potato dextrose agar

ข โคโลนี อายุ 4 เดือน บนอาหาร potato dextrose agar

ค เส้นใย

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Cordyceps sphecocephala*

host : เจริญบนตัวเต็มวัยของตัวต่อ และผึ้ง (ออร์เดอร์ *Hymenoptera*)

แหล่งที่พบ : พบตามกองใบไม้ และตามพื้นดินที่ชื้น ในป่าบริเวณห้วยคอกม้า และน้ำตกวังบัวบาน

ลักษณะทั่วไป

stromata : มี 1-2 stromata เกิดอยู่ระหว่างส่วนหัวและส่วนอกของตัวต่อและผึ้ง รูปร่างแบบทรงกระบอกเรียวยาว ตั้งตรงไปจนถึงโค้งงอ ส่วนปลายขยายออก (ขณะที่ยังอ่อนส่วนปลายจะเรียวเล็ก หรือเป็นดิ่งเล็ก ๆ เท่านั้น) บางครั้งพบ stroma เจริญติดกับใบไม้หรือกิ่งไม้ที่อยู่ใกล้ ๆ เหลืองครีมไปจนถึงสีเหลืองส้ม สูง 4.5-10.5 เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5-0.8 มิลลิเมตร ก้านประกอบด้วยเส้นใยที่วางตัวขนานไปตามความยาวของก้าน ผิวก้านเรียบ ไม่มีการแตกแขนง (รูป 26) ส่วนหัว (fertile head) อยู่ปลายด้านบนของ stroma รูปร่างแบบรูปไข่ ไปจนถึงทรงกระบอกสั้น ขนาด 1.2-1.7 x 4-12 มิลลิเมตร บางครั้งพบว่ามีปลายยอดแหลม ขณะที่ยังอ่อนมีผิวเรียบ เมื่อเจริญเติบโตเต็มที่จะมีปุ่มนูนยื่นออกมาบนผิวนอกของส่วน fertile head เมื่อปุ่มเล็ก ๆ เหล่านี้หลุดหายไปจะมองเห็นเป็นช่องกลมเล็ก ๆ (รูป 27 ก)

perithecia : ฝังอยู่ใน stroma แบบ immersed perithecia รูปร่างแบบรูปไข่ ค่อนข้างยาว ขนาด 200-260 x 880-1,000 ไมโครเมตร ภายในตรงส่วนฐานเป็นที่เกิดของ asci ไม่มี paraphyses มีส่วนของ ostioles เป็นช่องเปิด และยื่นออกมาบริเวณผิวของ stroma (รูป 27 ข)

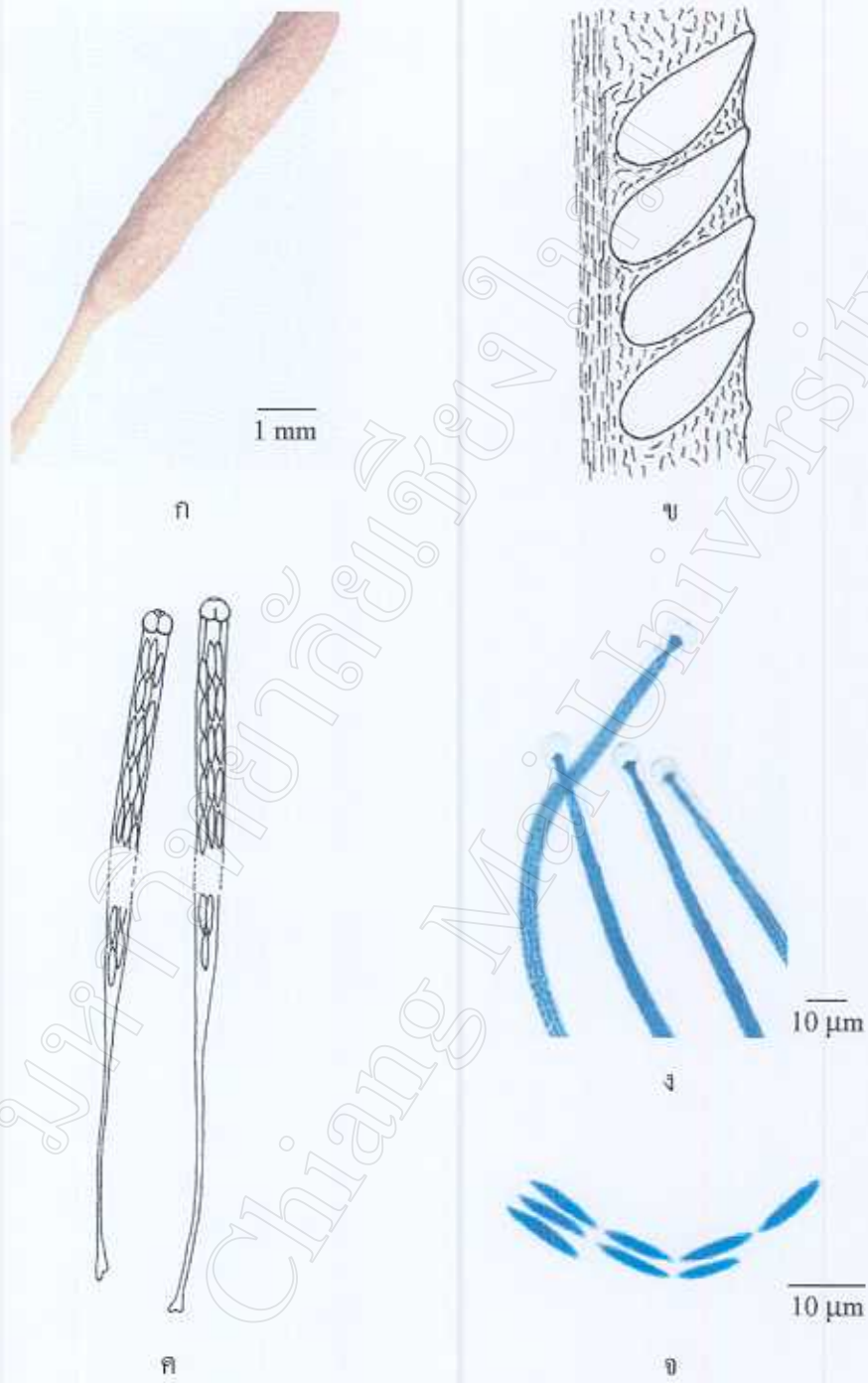
asci : เป็นถุงทรงกระบอกเรียวยาว โส ไม่มีสี มีผนังชั้นเดียว (unitunicate) ผิวเรียบ ขนาด 7 x 700 ไมโครเมตร (รูป 27 ค) มี ascus cap ลักษณะคล้ายโคนที่ปิดอยู่ตรงปลาย และมีช่องเปิด (apical pore) อยู่ตรงกลางเป็นทางออกของสปอร์ แต่ละ ascus มี 8 ascospores (รูป 27 ง)

ascospore : รูปร่างยาวคล้ายเส้นด้าย โส ไม่มีสี มีผนังกั้นหลายอัน (multiseptate) ผิวเรียบ ไม่เปลี่ยนสี (nonamyloid) เมื่อย้อมด้วย Melzer's iodine reagent สปอร์มักจะหักออกอย่างรวดเร็วไปอยู่ในรูปของ part-spores ที่มีรูปร่างแบบกระสวย โส ไม่มีสี ผิวเรียบ ขนาด 1.5-2.5 x 10-12.5 ไมโครเมตร (รูป 27 จ)

- โคโลนี : ก่อนข้างกลม เส้นใยสีขาวครีมมักจะอัดกันแน่น ไม่ค่อยฟู ตรงกลางโคโลนีจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลอ่อนจนถึงสีน้ำตาลเข้มเมื่อมีอายุมากขึ้น วัดเส้นผ่าศูนย์กลางโคโลนีได้ 22.5 มิลลิเมตร เมื่อเลี้ยงในอาหาร potato dextrose agar ที่อุณหภูมิห้อง ($27 \pm 2^{\circ}\text{C}$) เป็นเวลา 30 วัน (รูป 28 ก) สร้างโครงสร้างสืบพันธุ์แบบเทียม (pseudostroma) รูปร่างแบบทรงกระบอก สีเหลืองครีม หลังจากการเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 3-4 สัปดาห์ (รูป 28 ข)
- เส้นใย : มีผนังกัน ใส ไม่มีสี เมื่อดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์ เส้นผ่าศูนย์กลาง 2.5 ไมโครเมตร (รูป 28 ค)
- คุณสมบัติอื่น ๆ : เชื้อบริสุทธิ์เจริญได้ดีบนอาหาร potato dextrose agar ที่มี pH เริ่มต้น 5-6 และเจริญได้ที่อุณหภูมิในช่วง $20, 25^{\circ}\text{C}$ และที่อุณหภูมิห้อง ($27 \pm 2^{\circ}\text{C}$) โดยเจริญได้ดีที่สุดที่อุณหภูมิ 25°C (ตาราง 5, 6 และ 7)



รูป 26 *Coydyceps sphecocephala*



รูป 27 ลักษณะต่าง ๆ ของ *Cordyceps sphecocephala*

ก fertile head

ข การวางตัวของ perithecia บน stroma

ค asci

ง ascus cap

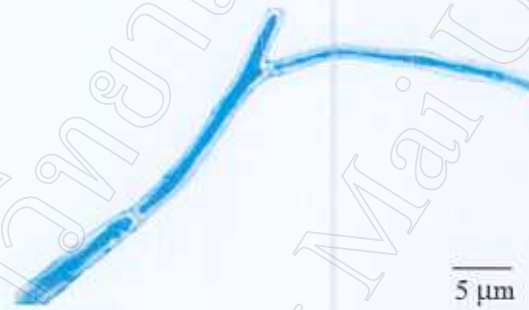
จ part-spores



ก



ข



ค

รูป 28 ลักษณะของ *Cordyceps sphecocephala* ในอาหารเลี้ยงเชื้อและเส้นใย

ก โคโลนี อายุ 30 วัน บนอาหาร potato dextrose agar

ข โครงสร้างสืบพันธุ์แบบเต็ม

ค เส้นใย

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Cordyceps* sp.1

host : เจริญบนดักแด้ของผีเสื้อกลางคืน (ออร์เดอร์ *Lepidoptera*)

แหล่งที่พบ : พบบนเศษใบไม้ที่ทับถมอยู่ตามพื้นป่าใกล้กับโคนต้นไม้ขนาดใหญ่ บริเวณป่าห้วยคอกม้า และน้ำตกวังบัวบาน

ลักษณะทั่วไป

stromata : มีหลาย stromata เจริญจากหลายจุดบนดักแด้ของผีเสื้อกลางคืน ลักษณะค่อนข้างนูน อ่อนนุ่ม รูปร่างคล้ายกระบอกยาว ปลายยอดมน ตั้งตรงหรือโค้งงอไปมา บาง stroma ปลายยอดแหลมและมีลักษณะโค้งงอ สีส้มถึงสีส้มอมแดง สูง 2.2-3 เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.6-0.8 มิลลิเมตร (รูป 29) ส่วนหัว (fertile head) หรือส่วนที่มีโครงสร้างสืบพันธุ์อยู่ด้านบน รูปร่างแบบทรงกระบอก ขนาด 1.0-1.4 x 4.7-15 มิลลิเมตร มีความกว้างมากกว่าส่วนที่เป็นก้าน บาง stromata ส่วน fertile head มีความยาวเกือบครึ่งหนึ่งของความยาวทั้งหมดของ stroma ผิวขรุขระ เมื่อตรวจสอบภายใต้กล้องสเตอริโอจะมองเห็นปุ่มเล็ก ๆ คล้ายหนามสีส้มเข้มยื่นออกมาจำนวนมาก บาง stroma ที่มีส่วนปลายเป็นยอดแหลมจะไม่พบปุ่มเล็ก ๆ เหล่านี้ยื่นออกมา แต่จะเป็นผิวเรียบ ๆ คล้ายกับผิวของก้าน มีสีส้มเข้ม (รูป 30 ก)

perithecia : ฝังอยู่ใน stroma เพียงบางส่วน แบบ superficial perithecia (รูป 30 ข) รูปร่างกลมรี มีขนาด 195-245 x 425-475 ไมโครเมตร ภายในตรงส่วนฐานเป็นที่เกิดของ asci ไม่มี paraphyses ด้านบนมีช่องเปิด เรียกว่า ostioles (รูป 30 ค)

asci : ลักษณะเป็นถุงทรงกระบอกเรียวยาว สี ไม่มีสี มีผนังชั้นเดียว (unitunicate) ผิวเรียบ ขนาด 3 x 300-350 ไมโครเมตร ส่วนปลายมี ascus cap รูปร่างคล้ายโคนัท ขนาด 3 x 3.5-4.5 ไมโครเมตร มี apical pore อยู่ตรงกลางเป็นทางออกของสปอร์ แต่ละ ascus มี 8 ascospores (รูป 30 ง)

ascospores : ลักษณะยาวคล้ายเส้นด้าย สี ไม่มีสี มีผนังหลายชั้น (multiseptate) ผิวเรียบ ไม่เปลี่ยนสี (nonamyloid) เมื่อย้อมด้วย Melzer's iodine reagent ขนาด 1 x 220-280 ไมโครเมตร ผนังชั้นที่อยู่ภายในจะแบ่งสปอร์ออกเป็นส่วน ๆ แต่ละส่วนมีรูปร่างเป็นแบบแท่งทรงกระบอกสั้นปลายตัด ขนาด 1 x 6-12 ไมโครเมตร ascospores อยู่ในรูปของเส้นยาวรวมกันอยู่ภายใน ascus ไม่พบการแตกหักไปอยู่ในรูปของ part-spores (รูป 30 จ)

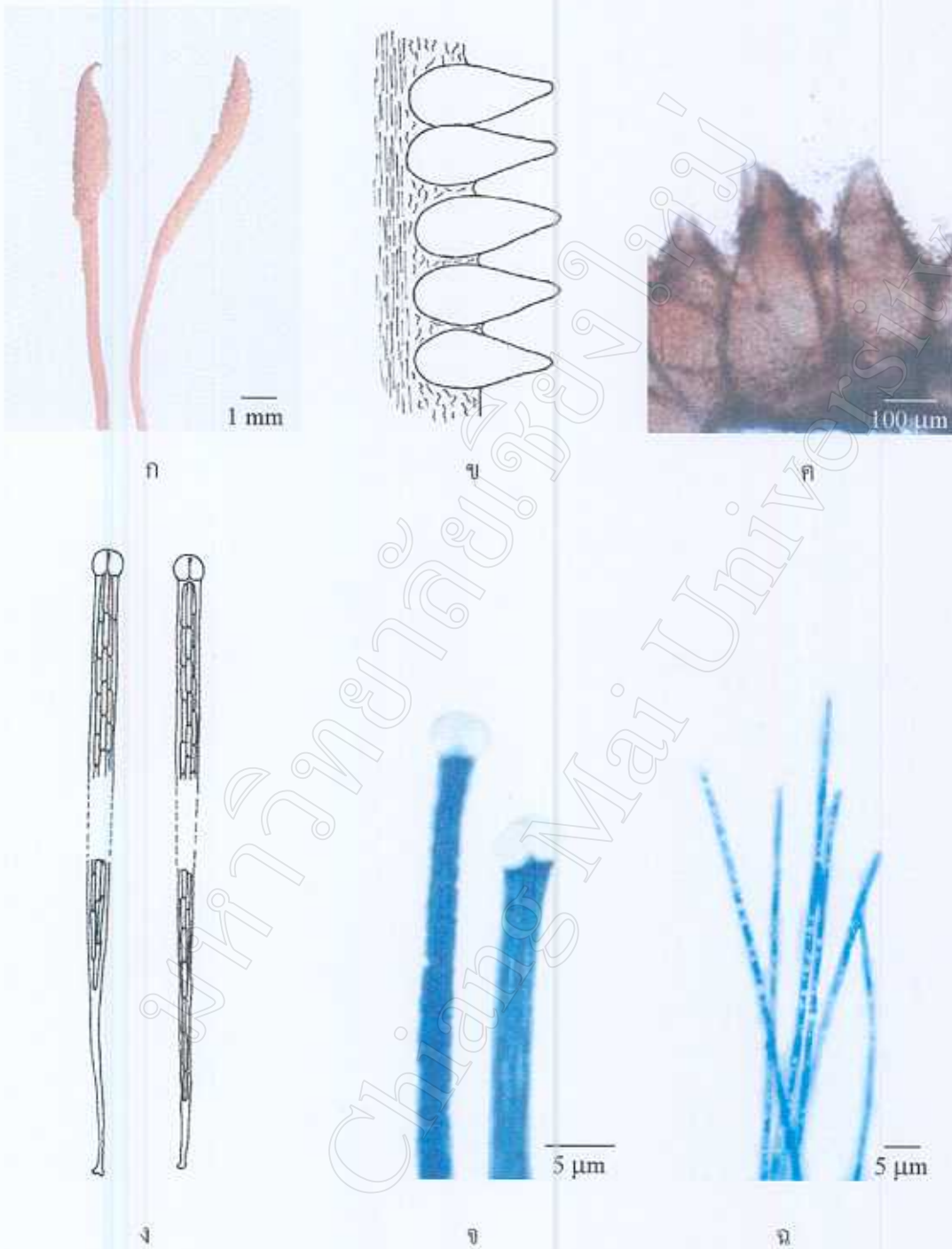
โคโลนี : มีลักษณะค่อนข้างกลม เส้นใยสีขาว ฟู แผ่ออกไปบนอาหาร ในระยะแรก โคโลนีมีลักษณะแบนราบ และจะมีลักษณะพูนขึ้นในภายหลัง สีของโคโลนี จะเปลี่ยนเป็นสีขาวครีมหรือสีขาวอมเหลืองเมื่ออายุมากขึ้น เส้นใยมักจะอัดกัน แน่นตรงกลางโคโลนี รอบนอกสุดจะแผ่บาง ๆ บนอาหาร สร้าง pigment สีเหลืองส้มในอาหารเลี้ยงเชื้อ เมื่อเลี้ยงในอาหาร potato dextrose agar ที่ อุณหภูมิห้อง ($27 \pm 2^\circ\text{C}$) เป็นเวลา 15 วัน วัดเส้นผ่าศูนย์กลางโคโลนีได้ 54 มิลลิเมตร (รูป 31 ก) หลังจากการเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 6 สัปดาห์จะเริ่มสร้าง โครงสร้างสืบพันธุ์แบบเทียม (pseudostroma) สีเหลืองอ่อน ลักษณะอ่อนนุ่ม รูปร่างแบบทรงกระบอก ปลายเรียวเล็ก (รูป 31 ข)

เส้นใย : มีผนังกัน ใส ไม่มีสี เมื่อดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์ เส้นผ่าศูนย์กลาง 1 – 1.5 ไมโครเมตร

คุณสมบัติอื่นๆ : เชื้อบริสุทธิ์เจริญได้ดีในอาหาร potato dextrose agar ที่มี pH เริ่มต้น 5-6 เจริญได้ที่อุณหภูมิในช่วงกว้างตั้งแต่ $20-30^\circ\text{C}$ โดยเจริญได้ดีที่อุณหภูมิ 25°C (ตาราง 5, 6 และ 7)



รูป 29 *Cordyceps* sp.1



รูป 30 ลักษณะต่าง ๆ ของ *Cordyceps* sp.1

ก fertile head

ข การวางตัวของ perithecia บน stroma

ค perithecia

ง ascus

จ ascus cap

ฉ ascospores



ก



ข

รูป 31 ลักษณะของ *Cordyceps* sp.1 ในอาหารเลี้ยงเชื้อ

ก โคโลนี อายุ 15 วัน บนอาหาร potato dextrose agar

ข โครงสร้างสืบพันธุ์แบบเข็ม

ชื่อวิทยาศาสตร์: *Cordyceps* sp.2

host : ชี้นบนดักแด้ของผีเสื้อ (ออร์เดอร์ *Lepidoptera*)

แหล่งที่พบ : ฝังอยู่ในดินที่มีความชื้นใต้ต้นไม้ขนาดใหญ่ในป่าบริเวณน้ำตกมณฑาธาร

ลักษณะทั่วไป

stromata : สร้าง stroma เกิดอยู่เดี่ยว ๆ บนดักแด้ของผีเสื้อที่ฝังอยู่ในดินลึกประมาณ 0.5 เซนติเมตร โดยมีส่วนของ stroma โผล่ขึ้นมาเหนือพื้นดิน รูปร่างคล้ายกระบอง ค่อนข้างยาว ตั้งตรงหรือโค้งงอเล็กน้อย ลักษณะอ่อนนุ่ม สีม่วงเข้มอมชมพู สูง 2.2-4 เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง 1-1.2 มิลลิเมตร ส่วนที่เป็นก้านมีผิว ขรุขระเล็กน้อย ก้านไม่แตกแขนง (รูป 32) ส่วน fertile head ซึ่งเป็นส่วนที่สร้าง โครงสร้างการสืบพันธุ์อยู่ด้านบนของ stroma ลักษณะพองออกเป็นกระเปาะ ขนาด $1.8 \times 8.5-9.5$ มิลลิเมตร ผิวขรุขระ เมื่อตรวจสอบภายใต้กล้องสเตอริโอ จะมองเห็นปุ่มเล็ก ๆ ลักษณะคล้ายหนามยื่นออกมาโดยรอบ มีสีเข้มกว่า ส่วนก้านเล็กน้อย (รูป 33 ก)

perithecia : ฝังอยู่ใน stroma เพียงบางส่วน แบบ superficial perithecia มีส่วนของ perithecium ความยาวประมาณ 250-300 ไมโครเมตร ยื่นออกมาบริเวณผิวของ stroma (รูป 33 ข) perithecia รูปร่างแบบรูปไข่ ค่อนข้างกลม ขนาด $260-290 \times 530-550$ ไมโครเมตร ภายในตรงส่วนฐานเป็นที่เกิดของ asci ไม่มี paraphyses ด้านบนตรงส่วนปลายยอดมีช่องเปิดเล็ก ๆ เรียกว่า ostioles เมื่อเจริญเติบโตเต็มที่ช่องนี้จะเปิดออก เพื่อปล่อยสปอร์ออกมาภายนอก (รูป 33 ค)

asci : ลักษณะเป็นถุงทรงกระบอกเรียวยาว ใส ไม่มีสี มีผนังชั้นเดียว (unitunicate) ผิวเรียบ ขนาด $6-7 \times 250-300$ ไมโครเมตร (รูป 33 ง) ส่วนปลายมี ascus cap รูปร่างคล้ายโดนัท ขนาด $3 \times 6.5-7.5$ ไมโครเมตร มี apical pore อยู่ตรงกลาง เป็นทางออกของสปอร์ แต่ละ ascus มี 8 ascospores (รูป 33 จ)

ascospores : มีลักษณะยาวคล้ายเส้นด้าย ใส ไม่มีสี มีผนังกั้นหลายอัน (multiseptate) ผิวเรียบ ไม่เปลี่ยนสี (nonamyloid) เมื่อย้อมด้วย Melzer's iodine reagent ขนาด $1.5 \times 200-250$ ไมโครเมตร ผนังที่อยู่ภายในจะแบ่งสปอร์ออกเป็นส่วน ๆ แต่ละส่วนรูปร่างแบบแท่งทรงกระบอกสั้น ๆ ปลายตัด ขนาด 7-14 ไมโครเมตร ascospores อยู่ในรูปที่เป็นเส้นยาวภายใน ascus ไม่พบการแตกหักไปอยู่ในรูปของ part-spores (รูป 33 ฉ)

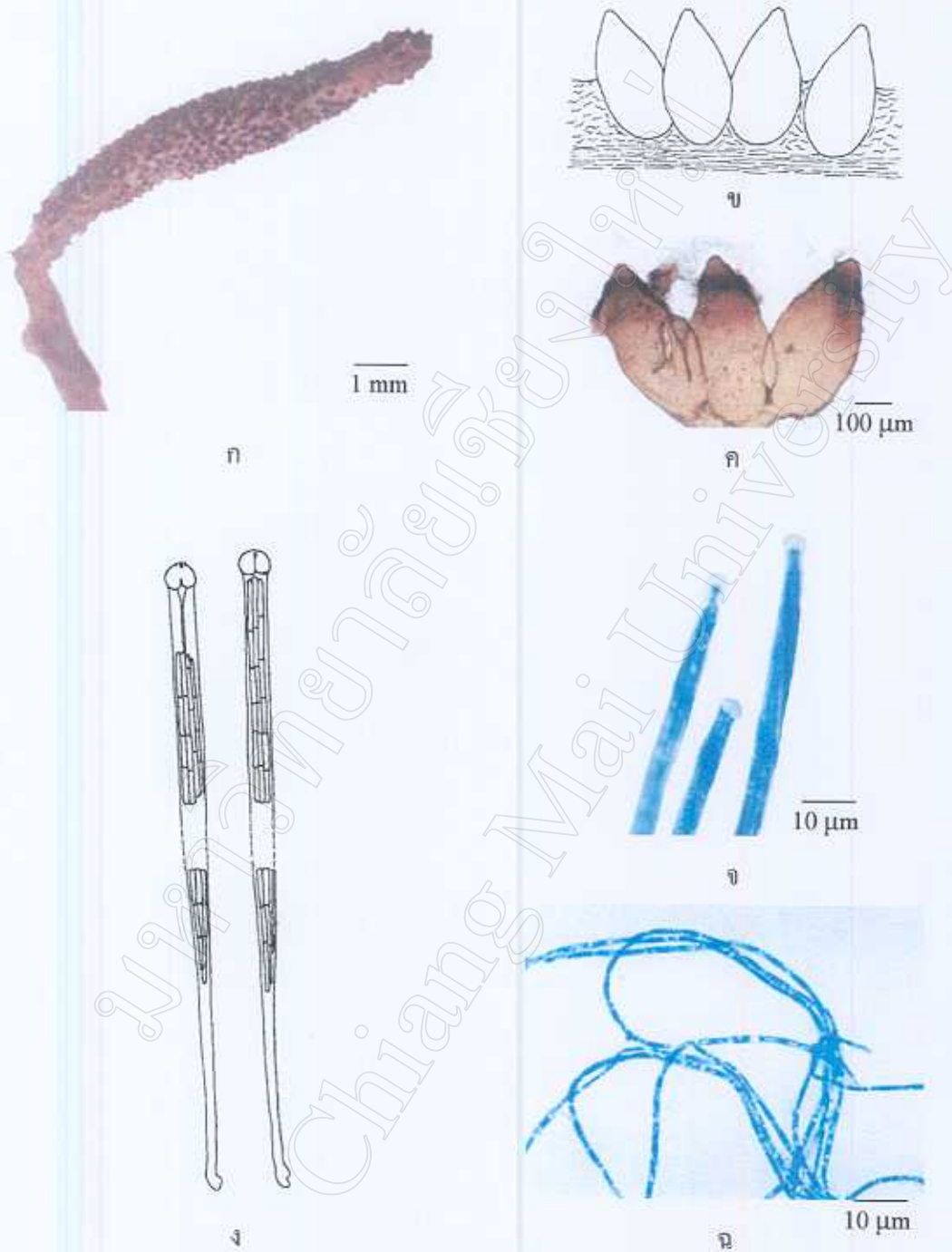
โคโลนี : มีลักษณะกลม เส้นใยสีขาว ฟู เมื่ออายุมากเส้นใยขึ้นจะเปลี่ยนเป็นสีม่วงอมชมพูคล้ายกับสีของ stromata ที่พบในธรรมชาติ และสร้าง pigment สีม่วงในอาหารเลี้ยงเชื้อ วัดเส้นผ่าศูนย์กลางโคโลนีได้ 56 มิลลิเมตร เมื่อเลี้ยงในอาหาร potato dextrose agar ที่อุณหภูมิห้อง ($27 \pm 2^\circ\text{C}$) เป็นเวลา 15 วัน (รูป 34 ก) สร้างโครงสร้างสืบพันธุ์แบบเทียม (pseudostroma) รูปร่างคล้ายกระบอก สีขาวปนม่วง ลักษณะอ่อนนุ่ม หลังจากการเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 2 เดือน (รูป 34 ข)

เส้นใย : มีผนังกัน ใส ไม่มีสีเมื่อดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์ เส้นผ่าศูนย์กลาง 1.5 - 2 ไมโครเมตร

คุณสมบัติอื่นๆ : เชื้อบริสุทธิ์เจริญได้ดีในอาหาร potato dextrose agar ที่มี pH เริ่มต้น 5-6 เจริญได้ในช่วงอุณหภูมิตั้งแต่ $20-30^\circ\text{C}$ โดยเจริญเติบโตได้ดีที่อุณหภูมิ 25°C (ตาราง 5, 6 และ 7)



รูป 32 *Cordyceps* sp.2



รูป 33 ลักษณะต่าง ๆ ของ *Cordyceps* sp.2

ก fertile head

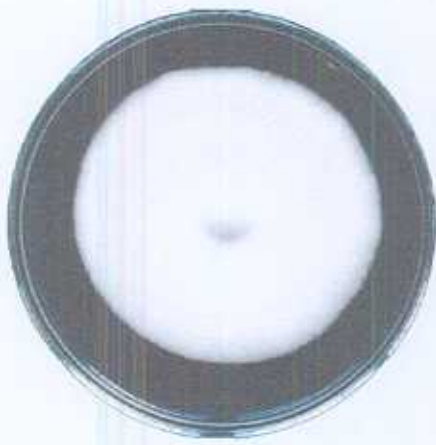
ข การวางตัวของ perithecia บน stroma

ค perithecia

ง asci

ฉ ascus cap

จ ascospores



ก



ข

รูป 34 ลักษณะของ *Cordyceps* sp.2 ในอาหารเลี้ยงเชื้อ

ก โคโลนี อายุ 15 วัน บนอาหาร potato dextrose agar

ข โครงสร้างสืบพันธุ์แบบเข็ม