BRT 541093

ความหลากหลายทางชีวภาพของเชื้อราที่ทำลายแมลง ในเขตอุทยานแห่งชาติน้ำหนาว

SPECIES DIVERSITY OF ENTOMOPATHOGENIC FUNGI IN NAM NAO NATIONAL PARK

นางสาวอภิญญา วงษ์แก้ว

วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
พ.ศ. 2545
ISBN 974-668-811-1

- 5 ก.ค. 2545

โครงการวิจัยและพัฒนาผู้นำและศักยภาพนโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย
ค/ว ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ
อาคารสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
73/1 ถนนพระรามที่ 6 เขตราชเทวี
กรุงเทพฯ 10400

ความหลากหลายทางชีวภาพของเชื้อราที่ทำลายแมลงในเขตอุทยานแห่งชาติน้ำหนาว

SPECIES DIVERSITY OF ENTOMOPATHOGENIC FUNGI IN NAM NAO NATIONAL PARK

นางสาวอภิญญา วงษ์แก้ว

วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
พ.ศ. 2545
ISBN 974-668-811-1

ความหลากหลายทางชีวภาพของเชื้อราที่ทำลายแมลงในเขตอุทยานแห่งชาติน้ำหนาว

นางสาวอภิญญา วงษ์แก้ว

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชากีฏวิทยา
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น
พ.ศ. 2545

ISBN 974-668-811-1

SPECIES DIVERSITY OF ENTOMOPATHOGENIC FUNGI IN NAM NAO NATIONAL PARK

MISS APINYA WONGKAEO

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS
FOR THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
IN ENTOMOLOGY
GRADUATE SCHOOL KHON KAEN UNIVERSITY
2002

ISBN 974-668-811-1

BRT 511995

อภิญญา วงษ์แก้ว. 2545. ***ความหลากหลายทางชีวภาพของเชื้อราที่ทำลายแมลงในเขตอุทยานแห่งชาติน้ำหนาว.*** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชากีฏวิทยา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
[ISBN 974-668-811-1]
คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : ผศ. ดร. ศิวิลัย สิริมังคารัตน์,
Dr. Nigel Leslie Hywel-Jones,
รศ. ดร. วีระศักดิ์ ศักดิ์ศิริรัตน์

บทคัดย่อ

การรวบรวมชนิดของเชื้อราที่ทำลายแมลง ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์ ระหว่างเดือนสิงหาคม 2542 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2544 โดย สำรวจและรวบรวมตัวอย่างจาก 2 บริเวณ คือ บริเวณหลังศูนย์บริการนักท่องเที่ยวห้วยหญ้าเครือ และเส้นทางเดินป่าศึกษาธรรมชาติ พบเชื้อราสาเหตุโรคแมลงรวมทั้งหมด 858 ตัวอย่าง สามารถจำแนกในระดับชนิดได้ 34 ชนิด จาก 643 ตัวอย่าง ทำลายแมลง 8 อันดับ 7 วงศ์ โดยอันดับและวงศ์ของแมลงอยู่ในวงเล็บ ซึ่งเชื้อราดังกล่าว ได้แก่ เชื้อ *Akanthomyces pistillariiformis* (Lepidoptera, Lymantriidae), *Aschersonia placenta* (Homoptera, Coccidae), *A. tubulata* (Homoptera, Coccidae), *Beauveria bassiana* (Coleoptera), *Cordyceps* cf. *acicularis* (Lepidoptera), *C. dipterigena* (Diptera, Muscidae), *C. humberti* (Hymenoptera, Vespidae), *C. irangiensis* (Hymenoptera, Formicidae), *C. myrmecophila* (Hymenoptera, Formicidae), *C. nutans* (Hemiptera), *C. sphecocephala* (Hymenoptera),*C. unilateralis* (Hymenoptera, Formicidae), *Cosmospora diploa* (Homoptera, Coccidae), *Hirsutella* cf. *acicularis* (Lepidoptera), *H. formicarum* (Hymenoptera, Formicidae), *H. nivea* (Homoptera, Cicadellidae), *H. saussurei* (Hymenoptera, Vespidae), *H. versicolor* (Homoptera, Cicadellidae), *H.* cf. *versicolor* (Homoptera), *Hymenostilbe aurantiaca* (Hymenoptera, Formicidae), *H. dipterigena* (Diptera, Muscidae), *H. odonatae* (Odonata), *H.* cf. *sphecocephala* (Hymenoptera), *H. ventricosa* (Orthoptera, Blattidae), *Hypocrella discoidea* (Homoptera, Coccidae), *H. raciborski* (Homoptera, Coccidae), *H. tubulata* (Homoptera, Coccidae), *Paecilomyces cinnamomeus* (Homoptera, Coccidae), *P.* cf. *farinosus* (Lepidoptera), *P. tenuipes* (Lepidoptera), *Torrubiella hemipterigena* (Homoptera, Cicadellidae), *T. luteorostrata* (Homoptera, Coccidae), *T.* cf. *pruinosa* และ *Verticillium* cf. *hemipterigenum* (unknown) ส่วนเชื้อรากลุ่มที่เหลือจำนวน 215 ตัวอย่างสามารถจำแนกในระดับสกุล (genus) ได้ 5 สกุล ซึ่งทำลายแมลงใน 4 อันดับ 4 วงศ์ นอกจากนั้นยังพบเชื้อราที่ทำลายแมงมุม จำนวน 16 ตัวอย่าง จำแนกในระดับสกุลและชนิดได้ 1 สกุล 4 ชนิด ในบรรดาเชื้อราที่ทำลายแมลงที่สำรวจพบในครั้งนี้มีชนิดที่รายงานเป็นครั้งแรกในประเทศไทย 3 ชนิด คือ *Hirsutella saussurei* (anamorph), *Cordyceps humberti* (teleomorph) ซึ่งทั้ง 2 ระยะ (stage) พบทำลายต่อ *Icaria* sp. และ *Hymenostilbe odonatae* ทำลายแมลงปอ (Odonata)

สำหรับการศึกษา พัฒนาการ อายุขัย (longevity) ปริมาณ และการกระจายตัวของเชื้อ *H. saussurei*, *H. saussurei* อยู่ร่วมกับ *C. humberti*, และ *C. humberti* ที่ทำลายตัวต่อ *Icaria* sp. ในฤดูฝน ฤดูหนาว และฤดูร้อน พบว่า พัฒนาการของ *H. saussurei* มีจำนวนทั้งหมด 14 รูปแบบ โดยพบมากที่สุดในฤดูฝน 10 รูปแบบ รูปแบบพัฒนาการที่พบทั้ง *H. saussurei* อยู่ร่วมกับ *C. humberti* บนตัวต่อตัวเดียวกันมีจำนวนทั้งหมด 23 รูปแบบ ซึ่งจำนวนที่พบมากที่สุดนั้นพบในฤดูฝนเท่ากับ 16 รูปแบบ ส่วนที่พบเฉพาะ *C. humberti* มีจำนวนทั้งหมด 3 รูปแบบ จำนวนรูปแบบที่พบมากที่สุดนั้นพบในฤดูหนาวเท่ากับฤดูร้อน คือ 2 รูปแบบ ซึ่งไม่พบในฤดูฝนเลย ส่วนอายุขัยของเชื้อระยะ anamorph (*H. saussurei*) และระยะ teleomorph (*C. humberti*) พบว่ามีอายุขัยประมาณ เฉลี่ยสั้นที่สุด-ยาวที่สุดเท่ากับ 134.1-189.0 วัน ส่วนปริมาณเชื้อที่สำรวจพบในครั้งนี้ คือ *H. saussurei* และ *C. humberti* มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 27.3 และ 68.1 % ของจำนวนทั้งหมดที่สำรวจพบ ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบปริมาณตัวต่อที่เชื้อรากลุ่มนี้ทำลาย พบว่า ตัวต่อที่พบเฉพาะเชื้อ *H. saussurei*, เชื้อ *H. saussurei* อยู่ร่วมกับ *C. humberti*, และเฉพาะเชื้อ *C. humberti* มีจำนวนมากที่สุดในฤดูฝนเท่ากับ 89, 78 และ 23 ตัวอย่าง ตามลำดับ ซึ่งการกระจายตัวตลอดปีของ *H. saussurei*, *H. saussurei* อยู่ร่วมกับ *C. humberti*, และ *C. humberti* พบว่า *H. saussurei* และ *C. humberti* มีปริมาณสูงสุดในเดือนตุลาคม 2542 เท่ากับ 71 และ 8 ตัวอย่าง ตามลำดับ ส่วน *H. saussurei* อยู่ร่วมกับ *C. humberti* มีปริมาณสูงสุดในเดือนกันยายน 2542 (30 ตัวอย่าง)

ส่วนการศึกษา พัฒนาการ อายุขัย ปริมาณ และการกระจายตัวของเชื้อ *Hymenostilbe aurantiaca* และ *Cordyceps* spp. ที่ทำลายมด *Polyrhachis armata* ใน 3 ฤดู พบว่า พัฒนาการของ *H. aurantiaca* และ *Cordyceps* spp. มีจำนวนพัฒนาการทั้งหมดเชื้อละ 3 รูปแบบ ซึ่งเป็นจำนวนสูงสุดที่พบในฤดูฝน โดยที่ *H. aurantiaca* อยู่ร่วมกับ *Cordyceps* spp. บนมดตัวเดียวกันมีจำนวนพัฒนาการทั้งหมด 3 รูปแบบ แต่พบมากที่สุดในฤดูหนาว (2 รูปแบบ) ซึ่งตรวจไม่พบในฤดูร้อน สำหรับอายุขัยของเชื้อ *H. aurantiaca* และ*Cordyceps* spp. พบว่า มีอายุขัยประมาณเฉลี่ยสั้นที่สุด-ยาวที่สุดเท่ากับ 34.2 - 78.7 วัน และปริมาณของเชื้อที่สำรวจพบมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 19.0 และ 26.8% ของปริมาณทั้งหมดที่สำรวจพบ ในเชื้อ *H. aurantiaca* และ *Cordyceps* spp. ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบปริมาณมดที่ถูกเชื้อราดังกล่าวทำลายในแต่ละฤดู พบว่า ปริมาณตัวอย่างของทุกเชื้อที่พบมากที่สุดในฤดูฝน คือ *H. aurantiaca*, *C. irangiensis*, *C. myrmecophila* และ *Cordyceps* spp. เท่ากับ 65, 5, 55 และ 168 ตัวอย่าง ตามลำดับ และจากการศึกษาการกระจายตัวของเชื้อตลอดปีนั้น เดือนที่พบปริมาณสูงสุดแตกต่างกัน กล่าวคือ *H. aurantiaca*, *C. irangiensis*, *C. myrmecophila* และ *Cordyceps* spp. พบสูงสุดในเดือน ตุลาคม 2542 (15 ตัวอย่าง) และกันยายน 2543 (15 ตัวอย่าง), พฤษภาคม 2543 (3 ตัวอย่าง), ตุลาคม 2542 (18 ตัวอย่าง) และกันยายน 2543 (50 ตัวอย่าง) ตามลำดับ

ผลการศึกษาในครั้งนี้มีข้อสรุปที่สำคัญยิ่งอีกประการหนึ่ง กล่าวคือ ส่วน stroma ของเชื้อราสกุล *Cordyceps* สามารถเจริญได้ในฤดูกาลต่างๆ โดยมีการเจริญเติบโตและพัฒนาการได้นานถึงประมาณ 1 ปี ซึ่งลักษณะเช่นนี้ยังไม่เคยมีรายงานมาก่อนกับเชื้อ *Cordyceps* ที่พบในประเทศแถบร้อน

Apinya Wongkaeo. 2002. ***Species diversity of entomophathogenic fungi in Nam Nao National Park.*** Master of Science Thesis in Entomology, Graduate School, Khon Kaen University. [ISBN 974-668-811-1]

Thesis Advisory Committee: Asst. Prof. Dr. Sivilai Sirimungkararat,
Dr. Nigel Leslie Hywel- Jones,
Assoc. Prof. Dr. Weerasak Saksirirat

Abstract

Entomopathogenic fungi were collected from Nam Nao National Park, Petchabun province between August 1999 and February 2001. Two sites were used: the Visitor Center Huaw Yakruae and the hiking trail. A total of 858 samples were collected. There were 34 species collected and identified from 643 specimens. These belonged to eight insect orders and seven families. The fungal species (with insect order and family in parentheses) were *Akanthomyces pistillariiformis* (Lepidoptera, Lymantriidae), *Aschersonia placenta* (Homoptera, Coccidae), *A. tubulata* (Homoptera, Coccidae), *Beauveria bassiana* (Coleoptera), *Cordyceps* cf. *acicularis* (Lepidoptera), *C. dipterigena* (Diptera, Muscidae), *C. humberti* (Hymenoptera, Vespidae), *C. irangiensis* (Hymenoptera, Formicidae), *C. myrmecophila* (Hymenoptera, Formicidae), *C. nutans* (Hemiptera), *C. sphecocephala* (Hymenoptera), *C. unilateralis* (Hymenoptera, Formicidae), *Cosmospora diploa* (Homoptera, Coccidae), *Hirsutella* cf. *acicularis* (Lepidoptera), *H. formicarum* (Hymenoptera, Formicidae), *H. nivea* (Homoptera, Cicadellidae), *H. saussurei* (Hymenoptera, Vespidae), *H. versicolor* (Homoptera, Cicadellidae), *H.* cf. *versicolor* (Homoptera), *Hymenostilbe aurantiaca* (Hymenoptera, Formicidae), *H. dipterigena* (Diptera, Muscidae), *H. odonatae* (Odonata), *H.* cf. *sphecocephala* (Hymenoptera), *H. ventricosa* (Orthoptera, Blattidae), *Hypocrella discoidea* (Homoptera, Coccidae), *H. raciborski* (Homoptera, Coccidae), *H. tubulata* (Homoptera, Coccidae), *Paecilomyces cinnamomeus* (Homoptera, Coccidae), *P.* cf. *farinosus* (Lepidoptera), *P. tenuipes* (Lepidoptera), *Torrubiella hemipterigena* (Homoptera, Cicadellidae), *T. luteorostrata* (Homoptera, Coccidae) *T.* cf. *pruinosa* and *Verticillium* cf. *hemipterigenum* (unknown). The remaining 215 samples of entomopathogenic fungi were classified into five genera and were isolated from infected insects comprising four orders and four families. In addition, sixteen samples of fungus infecting spiders were classified into one genus and four species. There were three species of entomopathogenic fungus reported as a new record for Thailand; *Hirsutella saussurei* (anamorph), *Cordyceps humberti* (teleomorph) which were found on wasps (*Icaria* sp.) and *Hymenostilbe odonatae* (anamorph) on dragonfly (Odonata).

The development, longevity, quantity and distribution of *H. saussurei* and *C. humberti* on the individual wasp host, *Icaria* sp., were observed during the rainy, cool and summer seasons. There were 14 configurations of the anamorph (*H. saussurei*). Of these, most patterns (10) were found in the rainy season. There were 23 configurations involving both the anamorph and teleomorph found on the same wasp, 16 were the largest number and the most pattern found in the rainy season. Three configurations of only the teleomorph (*C. humberti*) were observed. There were 2 patterns found in the cool and summer season, however, it was not detectable in rainy season. The longevity of *H. saussurei* and *C. humberti* was studied and it was found to average 134.1 −189.0 days. From the total, the average of observed samples for *H. saussurei* was 27.3% and 68.1% for *C. humberti*. In comparison among the seasons, the wasps infected by only *H. saussurei* (89 samples), *H. saussurei* and *C. humberti* together (78 samples), and only *C. humberti* (23 samples) were mostly observed in the rainy season. The distribution of *H. saussurei* (71 samples) and *C. humberti* (8 samples) throughout the year was mainly observed in October 1999. For both stages (*H. saussurei* + *C. humberti*), 30 samples were the maximum found in September 1999.

The similar observation of *Hymenostilbe aurantiaca* and *Cordyceps* spp. on the individaul ant host, *Polyrhachis armata*, was undertaken on the development, longevity, quantity and distribution during the rainy-, cool- and summer seasons. There were 3 patterns of each fungus, *H. aurantiaca* and *Cordyceps* spp., all found in the rainy season. The configuration of both anamorph and teleomorph was found to be associated on the same ant had 3 patterns in total. The maximum was 2 patterns found in the cool season, however, it was not detectable in summer season. The longevity of *H. aurantiaca* and *Cordyceps* spp. averaged 34.2 - 78.7 days. The percentage of observed sample for *H. aurantiaca* was 19.0 % and *Cordyceps* spp. 26.8 % of the total. In comparison among seasons, the ants infected by *H. aurantiaca* (65 samples), *C. irangiensis* (5 samples), C. *myrmecophila* (55 samples) and *Cordyceps* spp. (168 samples) were mainly found in the rainy season. Throughout the year *H. aurantiaca*-, *C. irangiensis*-, *C. myrmecophila*-, and *Cordyceps* spp. infected ants, mostly found in different months, was 15 samples in October 1999 and 15 samples in September 2000, 3 samples in May 2000, 18 samples in October 1999, and 50 samples in September 2000, respectively.

The most important conclusion from this work was that *Cordyceps* stroma could last through different seasons and continue to be fertile for up to about one year. This pattern has never been observed before in tropical *Cordyceps*.

งานวิทยานิพนธ์นี้มอบส่วนดีให้บุพการีและคณาจารย์

กิตติกรรมประกาศ

ตลอดระยะเวลาของการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ กำลังกาย กำลังสติปัญญา กำลังทรัพย์ และกำลังใจ ล้วนแล้วแต่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการศึกษาเพื่อก่อให้เกิดองค์ความรู้ใหม่ทางด้านความหลากหลายทางชีวภาพของเชื้อราที่ทำลายแมลง วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศิวิลัย สิริมังคารัตน์ ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่ได้ให้คำแนะนำตั้งแต่การวางแผนการวิจัย ตรวจแก้ไขข้อบกพร่อง ให้ข้อเสนอแนะ พร้อมทั้งสนับสนุนช่วยจัดหาทุนสำหรับการทำวิทยานิพนธ์และเป็นแบบอย่างที่ดีมาโดยตลอด ขอขอบพระคุณ Dr. Nigel Leslie Hywel-Jones และ รองศาสตราจารย์ ดร. วีระศักดิ์ ศักดิ์ศิริรัตน์ กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ ความช่วยเหลืออย่างดียิ่งในการทำวิทยานิพนธ์ และตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์อย่างดียิ่งจนเสร็จสมบูรณ์ ขอขอบพระคุณ รศ. ดร. มโนชัย กีรติกสิกร และ ดร. เพชรรัตน์ ธรรมเบญจกุล กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ ตลอดจนช่วยตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณ คุณวิโรจน์ หนักแน่น หัวหน้า และ คุณบุญเพ็ง เจริญใจ พนักงานพิทักษ์ป่าอุทยานแห่งชาติน้ำหนาวที่อำนวยความสะดวกและความช่วยเหลือในการศึกษาและสำรวจในครั้งนี้อย่างดียิ่ง ดร. สมศักดิ์ ศิวิชัย ในความช่วยเหลือแนะนำและเอื้อเฟื้อทุกๆ ด้าน โดยเฉพาะเพื่อการจำแนกชนิดของเชื้อราที่ทำลายแมลงอย่างดียิ่งมาโดยตลอด ขอขอบคุณกลุ่มงานอนุกรมวิธานแมลง กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร ในการจัดจำแนกแมลง

และขอขอบคุณโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย (Biodiversity Research and Training Program, BRT) ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยและศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัส BRT 541093 และสำนักงานพัฒนา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (BIOTEC) หน่วยปฏิบัติการวิจัยเทคโนโลยีชีวภาพ-โยธี ที่ช่วยสนับสนุนทุนในการทำวิทยานิพนธ์นี้จนสำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ ขอขอบคุณคณาจารย์ทุกท่านในภาควิชากีฏวิทยา ที่กรุณาให้ความรู้และให้กำลังใจอย่างดียิ่ง ขอขอบคุณ ภาควิชากีฏวิทยา โดยเฉพาะห้องปฏิบัติการโรควิทยาของแมลง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอขอบคุณพี่ๆ ห้องปฏิบัติการเชื้อรา ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีแห่งชาติ และเจ้าหน้าที่ พี่ๆ เพื่อนๆ น้องๆ ในภาควิชากีฏวิทยาทุกคนที่เอื้อเฟื้อช่วยเหลือ และให้กำลังใจเสมอมา โดยเฉพาะเพื่อนๆ และน้องๆ ห้องปฏิบัติการโรควิทยาของแมลงทุกคน

ท้ายที่สุดนี้ ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ผู้ซึ่งให้ร่างกายและพละกำลังที่สมบูรณ์ กำลังความคิด และสติปัญญาในการศึกษาเล่าเรียน ตลอดจนกำลังใจอันสำคัญยิ่งในการทำงานและหลักในการดำเนินชีวิตที่ดีเสมอมา และน้องๆ ที่ให้โอกาสในการศึกษาครั้งนี้

อภิญญา วงษ์แก้ว

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
คำอุทิศ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญตาราง	ฎ
สารบัญภาพ	ณ
บทนำ	1
1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
3. ขอบเขตของการวิจัย	3
4. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
การตรวจเอกสาร	5
1. ประวัติการศึกษาหาเชื้อราสาเหตุโรคแมลง	5
2. ความหลากหลายทางชีวภาพของเชื้อราที่ทำลายแมลง	6
3. การศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของเชื้อราที่ทำลายแมลงและแมงมุมในต่างประเทศ	8
4. การศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของเชื้อราที่ทำลายแมลงและแมงมุมในประเทศไทย	17
4.1 แหล่งที่พบและสภาพนิเวศของเชื้อราที่ทำลายแมลง	17
4.1.1 บนพื้นดิน	18
4.1.1.1 ตัวอ่อนจักจั่น	18
4.1.1.2 แมลงที่อาศัยอยู่ตามผิวหน้าดินขึ้นไป	19
4.1.2 บนส่วนต้นพืช	19
4.2 ความหลากหลายทางชีวภาพของเชื้อราที่ทำลายแมลงและแมงมุม	20
5. การนำเชื้อราที่ทำลายแมลงไปใช้ประโยชน์	24
5.1 ด้านการแพทย์และเภสัช	24
5.2 ด้านการเกษตร	25
5.2.1 การใช้เชื้อราควบคุมปลวก	26
5.2.2 การใช้เชื้อราควบคุมด้วงดีด	27
5.2.3 การใช้เชื้อราควบคุมด้วงแรดและเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล	27

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4. การศึกษารูปแบบพัฒนาการและอายุขัย (longevity) ของเชื้อราที่ทำลายแมลงในอันดับ Hymenoptera	38
4.1 เชื้อ *Hirsutella saussurei* (anamorph) และเชื้อ *Cordyceps humberti* (teleomorph) ที่ทำลายต่อ *Icaria* sp.	38
4.2 เชื้อ *Hymenostilbe aurantiaca* (anamorph) และเชื้อ *Cordyceps* spp. (teleomorph) ที่ทำลายมด *Polyrhachis armata*	39
5. การศึกษาปริมาณของเชื้อราที่ทำลายแมลงอันดับ Hymenoptera ในแต่ละฤดู	40
5.1 เชื้อ *Hirsutella saussurei* (anamorph) และ เชื้อ *Cordyceps humberti* (teleomorph) ที่ทำลายต่อ *Icaria* sp.	40
5.2 เชื้อ *Hymenostilbe aurantiaca* (anamorph), เชื้อ *Cordyceps irangiensis* , เชื้อ *Cordyceps myrmecophila*, และเชื้อ *Cordyceps* spp. (teleomorph) ที่ทำลายมด *Polyrhachis armata*	40
6. การศึกษาการกระจายของเชื้อราที่ทำลายแมลงอันดับ Hymenoptera ในแต่ละเดือน	41
6.1 เชื้อ *Hirsutella saussurei* (anamorph) และเชื้อ *Cordyceps humberti* (teleomorph) ที่ทำลายต่อ *Icaria* sp.	41
6.2 เชื้อ *Hymenostilbe aurantiaca* (anamorph), เชื้อ *Cordyceps irangiensis*, เชื้อ *Cordyceps myrmecophila*, และเชื้อ *Cordyceps* spp. (teleomorph) ที่ทำลายมด *Polyrhachis armata*	41
ผลการทดลอง	43
1. ความหลากหลายทางชีวภาพของเชื้อราที่ทำลายแมลง	43
1.1 การสำรวจ รวบรวม และจำแนกตัวอย่างเชื้อราที่ทำลายแมลง	43
1.2 การจำแนกแมลงที่ถูกเชื้อราทำลาย	247
2. รูปแบบพัฒนาการและอายุขัย (longevity) ของเชื้อราที่ทำลายแมลงในอันดับ Hymenoptera	250
2.1 เชื้อ *Hirsutella saussurei* (anamorph) และเชื้อ *Cordyceps humberti* (teleomorph) ที่ทำลายต่อ *Icaria* sp.	250

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
6. ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อราสกุลสำคัญที่ทำลายแมลงและแมงมุม	29
6.1 เชื้อราในไฟลัม *Ascomycota*	29
6.1.1 เชื้อราสกุล *Cordyceps*	29
6.1.1.1 *Cordyceps sphecocephala*	29
6.1.1.2 *Cordyceps submilitaris*	30
6.1.2 เชื้อราสกุล *Hypocrella*	30
6.1.2.1 *Hypocrella discoidea*	30
6.1.3 เชื้อราสกุล *Nectria* (Fries) Fries	31
6.1.4 เชื้อราสกุล *Torrubiella* Boudier	31
6.2 เชื้อราในกลุ่ม Mitosporic fungi	31
6.2.1 เชื้อราสกุล *Akanthomyces* Labert	31
6.2.1.1 *Akanthomyces ampullifer*, *Akanthomyces aranearum* และ *Akanthomyces novoguineensis*	32
6.2.2 เชื้อราสกุล *Aschersonia* Montagne	32
6.2.3 เชื้อราสกุล *Beauveria* Vuillemin	32
6.2.4 เชื้อราสกุล *Hirsutella* Patouillard	32
6.2.5 เชื้อราสกุล *Hymenostilbe* Petch	33
6.2.5.1 *Hymenostilbe ventricosa*	33
6.2.6 เชื้อราสกุล *Metarhizium* Sorokin	33
6.2.7 เชื้อราสกุล *Nomuraea* Maublanc	33
6.2.8 เชื้อราสกุล *Paecilomyces*	34
6.2.9 เชื้อราสกุล *Verticillium* Nees	34
อุปกรณ์และวิธีการ	35
1. สถานที่ศึกษาทดลอง	35
2. ระยะเวลาที่ศึกษาทดลอง	35
3. การศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของเชื้อราที่ทำลายแมลง	35
3.1 การสำรวจตัวอย่างเชื้อราที่ทำลายแมลง	35
3.2 การรวบรวมตัวอย่างเชื้อราที่ทำลายแมลง	35
3.3 การจำแนกเชื้อรา	35
3.4 การจำแนกแมลงที่ถูกเชื้อราทำลาย	38

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.2 เชื้อ *Hymenostilbe aurantiaca* (anamorph) และเชื้อ *Cordyceps* spp. (teleomorph) ที่ทำลายมด *Polyrhachis armata*	288
3. ปริมาณของเชื้อราที่ทำลายแมลงอันดับ Hymenoptera ในแต่ละฤดู	316
3.1 เชื้อ *Hirsutella saussurei* (anamorph) และเชื้อ *Cordyceps humberti* (teleomorph) ที่ทำลายต่อ *Icaria* sp.	316
3.2 เชื้อ *Hymenostilbe aurantiaca* (anamorph) และเชื้อ *Cordyceps irangiensis*, เชื้อ *Cordyceps myrmecophila*, และเชื้อ *Cordyceps* spp. (teleomorph) ที่ทำลายมด *Polyrhachis armata*	316
4. การกระจายตัวของเชื้อราที่ทำลายแมลงอันดับ Hymenoptera ในแต่ละเดือน	321
4.1 เชื้อ *Hirsutella saussurei* (anamorph) และเชื้อ *Cordyceps humberti* (teleomorph) ที่ทำลายต่อ *Icaria* sp.	321
4.2 เชื้อ *Hymenostilbe aurantiaca* (anamorph) และเชื้อ *Cordyceps* spp. (teleomorph) ที่ทำลายมด *Polyrhachis armata*	321
สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง	331
ข้อเสนอแนะ	339
เอกสารอ้างอิง	341
ภาคผนวก	347
ประวัติผู้เขียน	369

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 1	เชื้อราที่ทำลายมดซึ่งรวบรวมได้จากป่าแหล่งต่าง ๆ ในประเทศการ์นา ช่วงปี 1972	11
ตารางที่ 2	เชื้อราที่ทำลายแมลงและสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังชนิดอื่น ๆ ซึ่งรวบรวมได้จากป่าแหล่งต่าง ๆในประเทศการ์นา ในช่วงปี 1972	13
ตารางที่ 3	ชนิดของเชื้อราสาเหตุโรคแมลงที่มีรายงานในโลก	16
ตารางที่ 4	เชื้อรา *Cordyceps* spp. ที่มีการค้นพบในประเทศไทยระหว่างปี 1989-1994	21
ตารางที่ 5	ตัวอย่างเชื้อราที่ทำลายแมลงและแมงมุมชนิดใหม่ที่ทำการสำรวจพบในประเทศไทย	23
ตารางที่ 6	เชื้อราสาเหตุโรคแมลงที่มีการนำมาทดสอบเพื่อใช้เป็นสารกำจัดศัตรูพืช	26
ตารางที่ 7	ชื่อการค้าของเชื้อราที่มีการผลิตในเชิงพาณิชย์หรือที่มีการเตรียมขึ้นมาสำหรับทดลองใช้ในการกำจัดแมลงศัตรูพืช	28
ตารางที่ 8	ชนิด (species) จำนวน และเปอร์เซ็นต์ความเหมือนของเชื้อราที่ทำลายแมลง ที่บริเวณศึกษาต่างกัน ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว (21 สิงหาคม 2542 – 25 กุมภาพันธ์ 2544)	171
ตารางที่ 9	ชนิด (species) และจำนวนของเชื้อราที่ทำลายแมลง ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว ในแต่ละเดือน ระหว่างฤดูฝน (21 ส.ค.- 14 ต.ค. 42) และฤดูหนาว (17 พ.ย. 42 – 16 ม.ค. 43)	174
ตารางที่ 10	ชนิด (species) และจำนวนของเชื้อราที่ทำลายแมลง ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว ในแต่ละเดือน ระหว่างฤดูร้อน (21 ก.พ. – 9 เม.ย. 43) และฤดูฝน (24 พ.ค. – 31 ต.ค. 43)	176
ตารางที่ 11	ชนิด (species) และจำนวนของเชื้อราที่ทำลายแมลง ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว ในแต่ละเดือน ระหว่างฤดูหนาว (25 พ.ย. 43 – 30 ม.ค. 44) และฤดูร้อน (25 ก.พ. 44)	178
ตารางที่ 12	ชนิด (species) ของเชื้อราที่ทำลายแมลง ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว ในแต่ละฤดู ระหว่างฤดูฝน (21 ส.ค. – 14 ต.ค. 42 และ 24 พ.ค. – 31 ต.ค. 43) ฤดูหนาว (17 พ.ย. 42-16 ม.ค. 43 และ 25 พ.ย. 43-30 ม.ค. 44) และฤดูร้อน (21 ก.พ. – 9 เม.ย. 43 และ 25 ก.พ. 44)	182

สารบัญตาราง (ต่อ)

		หน้า
ตารางที่ 13	สกุล (genus) และจำนวนของเชื้อราที่ทำลายแมลง ที่บริเวณศึกษาต่างกัน ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว (21 สิงหาคม 2542 – 25 กุมภาพันธ์ 2544)	219
ตารางที่ 14	สกุล (genus) และจำนวนของเชื้อราที่ทำลายแมลง ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว ในแต่ละเดือน ระหว่างฤดูฝน (21 ส.ค. – 14 ต.ค. 42) และฤดูหนาว (17 พ.ย. 42-16 ม.ค. 43)	221
ตารางที่ 15	สกุล (genus) และจำนวนของเชื้อราที่ทำลายแมลง ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว ในแต่ละเดือน ระหว่างฤดูร้อน (21 ก.พ. – 9 เม.ย. 43)และฤดูฝน (24 พ.ค. – 31 ต.ค. 43)	222
ตารางที่ 16	สกุล (genus) และจำนวนของเชื้อราที่ทำลายแมลง ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว ในแต่ละเดือน ระหว่างฤดูหนาว (25 พ.ย. 43-30 ม.ค. 44) และฤดูร้อน (25 ก.พ. 44)	223
ตารางที่ 17	สกุล (genus) และจำนวนของเชื้อราที่ทำลายแมลง ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว ระหว่างฤดูฝน (21 ส.ค.-14 ต.ค. 42 และ 24 พ.ค.-31 ต.ค. 43) ฤดูหนาว (17 พ.ย. 42-16 ม.ค. 43 และ 25 พ.ย. 43-30 ม.ค.44) และฤดูร้อน (21 ก.พ.- 9 เม.ย. 43 และ 25 ก.พ. 44)	224
ตารางที่ 18	ชนิด (species) สกุล (genus) และจำนวนของเชื้อราที่ทำลายแมงมุม ที่บริเวณศึกษาต่างกัน ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว (21 สิงหาคม 2542 – 25 กุมภาพันธ์ 2544)	245
ตารางที่ 19	จำนวนชนิด (species) และสกุล (genus) ของเชื้อราที่ทำลายแมงมุม ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว ในแต่ละฤดู ระหว่างฤดูฝน (21 ส.ค.-14 ต.ค. 42 และ 24 พ.ค. -31 ต.ค. 43) ฤดูหนาว (17 พ.ย. 42- 16 ม.ค. 43 และ 25 พ.ย. 43- 30 ม.ค.44) และฤดูร้อน (21 ก.พ.- 9 เม.ย. 43 และ 25 ก.พ. 44)	246
ตารางที่ 20	จำนวนและชนิดรูปแบบพัฒนาการของเชื้อรา *Hirsutella saussurei* (anamorph), เชื้อทั้ง 2 ระยะ (*Hirsutella saussurei* อยู่ร่วมกับ *Cordyceps humberti*), และเชื้อ *Cordyceps humberti* (teleomorph) ที่ทำลายต่อ *Icaria* sp. ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว ใน 3 ฤดู	251

สารบัญตาราง (ต่อ)

		หน้า
ตารางที่ 21	รูปแบบพัฒนาการและระยะของแต่ละรูปแบบของเชื้อ *Hirsutella saussurei* (anamorph), เชื้อ *Hirsutella saussurei* อยู่ร่วมกับ *Cordyceps humberti*, และเชื้อ *Cordyceps humberti* (teleomorph) ที่ทำลายต่อ *Icaria* sp. ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว (30 กันยายน 2542- 25 กุมภาพันธ์ 2544)	257
ตารางที่ 22	จำนวนและชนิดรูปแบบพัฒนาการของเชื้อรา *Hymenostilbe aurantiaca* (anamorph), เชื้อ *Hymenostilbe aurantiaca* อยู่ร่วมกับ *Cordyceps* spp., และ *Cordyceps* spp. (teleomorph) ที่ทำลายมด *Polyrhachis armata* ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว ใน 3 ฤดู	289
ตารางที่ 23	รูปแบบพัฒนาการและระยะของแต่ละระยะของเชื้อ *Hymenostilbe aurantiaca* (anamorph), เชื้อ *Hymenostilbe aurantiaca* อยู่ร่วมกับ *Cordyceps* spp., และเชื้อ *Cordyceps* spp. (teleomorph) ที่ทำลายมด *Polyrhachis armata* ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว (1 ตุลาคม 2542 – 25 กุมภาพันธ์ 2544)	291
ตารางที่ 24	จำนวนตัวอย่างเชื้อรา *Hirsutella saussurei* (anamorph), เชื้อ *Hirsutella saussurei* อยู่ร่วมกับ *Cordyceps humberti*, และ เชื้อ *Cordyceps humberti* (teleomorph) ที่ทำลายต่อ *Icaria* sp. ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว ระหว่างฤดูฝน ฤดูหนาว และฤดูร้อน (21 สิงหาคม 2542 – 25 กุมภาพันธ์ 2544)	317
ตารางที่ 25	จำนวนตัวอย่างเชื้อ *Hymenostilbe aurantiaca* (anamorph), เชื้อ *Cordyceps irangiensis*, เชื้อ *Cordyceps myrmecophila*, และเชื้อ *Cordyceps* spp. (teleomorph) ที่ทำลายมด *Polyrhachis armata* ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว ในแต่ละเดือน ระหว่างฤดูฝน ฤดูหนาว และ ฤดูร้อน (21 สิงหาคม 2542 – 25 กุมภาพันธ์ 2544)	319
ตารางที่ 26	จำนวนตัวอย่างเชื้อ *Hirsutella saussurei* (anamorph), เชื้อ *Hirsutella saussurei* อยู่ร่วมกับ *Cordyceps humberti*, และเชื้อ *Cordyceps humberti* (teleomorph) ที่ทำลายต่อ *Icaria* sp. ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว ในแต่ละเดือน ระหว่างฤดูฝน (21 ส.ค.-14 ต.ค. 42) และฤดูหนาว (17 พ.ย. 42-16 ม.ค. 43)	322

สารบัญตาราง (ต่อ)

		หน้า
ตารางที่ 27	จำนวนตัวอย่างเชื้อ *Hirsutella saussurei* (anamorph), เชื้อ *Hirsutella saussurei* อยู่ร่วมกับ *Cordyceps humberti*, และเชื้อ *Cordyceps humberti* (teleomorph) ที่ทำลายต่อ *Icaria* sp. ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาวในแต่ละเดือน ระหว่างฤดูร้อน (21 ก.พ.- 9 เม.ย. 43) และฤดูฝน (24 พ.ค.-31 ต.ค. 43)	323
ตารางที่ 28	จำนวนตัวอย่างเชื้อ *Hirsutella saussurei* (anamorph), เชื้อ *Hirsutella saussurei* อยู่ร่วมกับ *Cordyceps humberti*, และเชื้อ *Cordyceps humberti* (teleomorph) ที่ทำลายต่อ *Icaria* sp. ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว ในแต่ละเดือน ระหว่างช่วงฤดูหนาว (25 พ.ย. 43-30 ม.ค. 44) และฤดูร้อน (25 ก.พ. 44)	323
ตารางที่ 29	จำนวนตัวอย่างเชื้อ *Hymenostilbe aurantiaca* (anamorph), เชื้อ *Cordyceps irangiensis*, เชื้อ *Cordyceps myrmecophila*, และเชื้อ *Cordyceps* spp. (teleomorph) ที่ทำลายมด *Polyrhachis armata* ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว ในแต่ละเดือน ระหว่างฤดูฝน (21 ส.ค.-14 ต.ค. 42) และฤดูหนาว (17 พ.ย.42-16 ม.ค. 43)	325
ตารางที่ 30	จำนวนตัวอย่างเชื้อ *Hymenostilbe aurantiaca* (anamorph), เชื้อ *Cordyceps irangiensis*, เชื้อ *Cordyceps myrmecophila*, และเชื้อ *Cordyceps* spp. (teleomorph) ที่ทำลายมด *Polyrhachis armata* ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว ในแต่ละเดือน ระหว่างฤดูร้อน (21 ก.พ. - 9 เม.ย. 43) และฤดูฝน (24 พ.ค.-31 ต.ค. 43)	326
ตารางที่ 31	จำนวนตัวอย่างเชื้อ *Hymenostilbe aurantiaca* (anamorph), เชื้อ *Cordyceps irangiensis*, เชื้อ *Cordyceps myrmecophila*, และเชื้อ *Cordyceps* spp. (teleomorph) ที่ทำลายมด *Polyrhachis armata* ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว ในแต่ละเดือน ระหว่างฤดูหนาว (25 พ.ย. 43-30 ม.ค. 44) และฤดูร้อน (25 ก.พ. 44)	327

สารบัญตาราง (ต่อ)

		หน้า
ตารางภาคผนวกที่ 1	ตัวอย่างพืชที่สำรวจพบแมลงที่ถูกเชื้อราทำลายจากบริเวณที่สำรวจ 2 บริเวณ ศึกษาระหว่าง 21 ส.ค. 42 – 25 ก.พ. 44 ณ อุทยานแห่งชาตินำ้หนาว	349
ตารางภาคผนวกที่ 2	อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในแต่ละเดือน ระหว่างตุลาคม 2542-กุมภาพันธ์ 2544 ณ อุทยานแห่งชาตินำ้หนาว	353
ตารางภาคผนวกที่ 3	ปริมาณน้ำฝนในแต่ละวัน ระหว่างสิงหาคม – ธันวาคม 2542 ณ อุทยานแห่งชาตินำ้หนาว	354
ตารางภาคผนวกที่ 4	ปริมาณน้ำฝนในแต่ละวัน ระหว่างมกราคม – ธันวาคม 2543 ณ อุทยานแห่งชาตินำ้หนาว	355
ตารางภาคผนวกที่ 5	ปริมาณน้ำฝนในแต่ละวัน ระหว่างมกราคม – กุมภาพันธ์ 2544 ณ อุทยานแห่งชาตินำ้หนาว	356
ตารางภาคผนวกที่ 6	อายุขัย (longevity) ของเชื้อ *Hirsutella saussurei* (anamorph), เชื้อ *Hirsutella saussurei* อยู่ร่วมกับ *Cordyceps humberti*, และเชื้อ *Cordyceps humberti* (teleomorph) ที่ทำลายต่อ *Icaria* sp. ณ อุทยานแห่งชาตินำ้หนาว (1 ตุลาคม 2542 – 25 กุมภาพันธ์ 2544)	358
ตารางภาคผนวกที่ 7	เปอร์เซ็นต์ของเชื้อ *Hirsutella saussurei* (anamorph), เชื้อ *Hirsutella saussurei* อยู่ร่วมกับ *Cordyceps humberti*, และเชื้อ *Cordyceps humberti* (teleomorph) ที่ทำลายต่อ *Icaria* sp. ณ อุทยานแห่งชาตินำ้หนาว (30 กันยายน 2542 – 25 กุมภาพันธ์ 2544)	359
ตารางภาคผนวกที่ 8	เปอร์เซ็นต์ของเชื้อ *Hymenostibe aurantiaca* (anamorph), เชื้อ *Hirsutella aurantiaca* อยู่ร่วมกับ *Cordyceps* spp., และเชื้อ *Cordyceps* spp. (teleomorph) ที่ทำลายมด *Polyrhachis armata* ณ อุทยานแห่งชาตินำ้หนาว (1 ตุลาคม 2542 – 25 กุมภาพันธ์ 2544)	362
ตารางภาคผนวกที่ 9	อายุขัย (longevity) ของเชื้อ *Hymenostibe aurantiaca* (anamorph), *Hymenostilbe aurantiaca* อยู่ร่วมกับ *Cordyceps* spp., และเชื้อ *Cordyceps* spp. (teleomorph) ที่ทำลายมด *Polyrhachis armata* ณ อุทยานแห่งชาตินำ้หนาว (1 ตุลาคม 2542– 25 กุมภาพันธ์ 2544)	365

สารบัญภาพ

		หน้า
ภาพที่ 1	แผนที่อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์	36
ภาพที่ 2	แผนที่บริเวณที่ศึกษาและสำรวจเชื้อราที่ทำลายแมลง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์	36
ภาพที่ 3	บริเวณหลังศูนย์บริการนักท่องเที่ยวห้วยหญ้าเครือ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว	37
ภาพที่ 4	เส้นทางเดินป่าศึกษาธรรมชาติ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว	37
ภาพที่ 5	เชื้อ *Akanthomyces pistillariiformis*	47
ภาพที่ 6	เชื้อ *Aschersonia placenta*	51
ภาพที่ 7	เชื้อ *Aschersonia tubulata* และ *Hypocrella tubulata*	55
ภาพที่ 8	เชื้อ *Beauveria bassiana*	59
ภาพที่ 9	เชื้อ *Cordyceps* cf. *acicularis*	63
ภาพที่ 10	เชื้อ *Cordyceps dipterigena*	67
ภาพที่ 11	เชื้อ *Cordyceps humberti*	71
ภาพที่ 12	เชื้อ *Cordyceps irangiensis*	75
ภาพที่ 13	เชื้อ *Cordyceps myrmecophila*	79
ภาพที่ 14	เชื้อ *Cordyceps nutans*	83
ภาพที่ 15	เชื้อ *Cordyceps sphecocephala*	87
ภาพที่ 16	เชื้อ *Cordyceps unilateralis*	91
ภาพที่ 17	เชื้อ *Cosmospora diploa*	95
ภาพที่ 18	เชื้อ *Hirsutella* cf. *acicularis*	99
ภาพที่ 19	เชื้อ *Hisrutella formicarum*	103
ภาพที่ 20	เชื้อ *Hirsutella nivea*	109
ภาพที่ 21	เชื้อ *Hirsutella saussurei*	113
ภาพที่ 22	เชื้อ *Hirsutella versicolor*	117
ภาพที่ 23	เชื้อ *Hirsutella* cf. *versicolor*	121
ภาพที่ 24	เชื้อ *Hymenostilbe aurantiaca*	125
ภาพที่ 25	เชื้อ *Hymenostilbe dipterigena*	129
ภาพที่ 26	เชื้อ *Hymenostilbe odonatae*	133
ภาพที่ 27	เชื้อ *Hymenostilbe ventricosa*	137

สารบัญภาพ (ต่อ)

		หน้า
ภาพที่ 28	เชื้อ *Hypocrella discoidea*	141
ภาพที่ 29	เชื้อ *Hypocrella raciborski*	145
ภาพที่ 30	เชื้อ *Paecilomyces cinnamomeus* และ *Torrubiella luteorostrata*	149
ภาพที่ 31	เชื้อ *Paecilomyces* cf. *farinosus*	153
ภาพที่ 32	เชื้อ *Paecilomyces tenuipes*	157
ภาพที่ 33	เชื้อ *Torrubiella hemipterigena*	161
ภาพที่ 34	เชื้อ *Torrubiella* cf. *pruinosa*	165
ภาพที่ 35	เชื้อ *Verticillium* cf. *hemipterigenum*	169
ภาพที่ 36	จำนวนรวมของตัวอย่างที่จำแนกได้ในระดับชนิด (species) ของเชื้อราที่ทำลายแมลงในแต่ละเดือน ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว (21 สิงหาคม 2542 – 25 กุมภาพันธ์ 2544)	180
ภาพที่ 37	จำนวนและชนิด (species) ของเชื้อราที่ทำลายแมลง ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว ในฤดูฝน ฤดูหนาว และฤดูร้อน (21 สิงหาคม 2542 – 25 กุมภาพันธ์ 2544)	184
ภาพที่ 38	จำนวนตัวอย่างของเชื้อรา *Akanthomyces pistillariiformis* ที่ทำลายผีเสื้อ *Pantana* sp. ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว ในระหว่างฤดูฝน (21 ส.ค. – 14 ต.ค. 42 และ 24 พ.ค. – 31 ต.ค. 43) ฤดูหนาว (17 พ.ย. 42 – 16 ม.ค. 43 และ 25 พ.ย. 43 – 30 ม.ค. 44) และ ฤดูร้อน (21 ก.พ. – 9 เม.ย. 43 และ 25 ก.พ. 44)	186
ภาพที่ 39	จำนวนตัวอย่างเชื้อ *Cordyceps humberti* ที่ทำลายต่อ *Icaria* sp. ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว ในระหว่างฤดูฝน (21 ส.ค. – 14 ต.ค. 42 และ 24 พ.ค. – 31 ต.ค. 43) ฤดูหนาว (17 พ.ย. 42 – 16 ม.ค. 43 และ 25 พ.ย. 43 – 30 ม.ค. 44) และฤดูร้อน (21 ก.พ. – 9 เม.ย. 43 และ 25 ก.พ. 44)	187
ภาพที่ 40	จำนวนตัวอย่างเชื้อ *Cordyceps irangiensis*, เชื้อ *Cordyceps myrmecophila*, และเชื้อ *Cordyceps* spp. ที่ทำลายมด *Polyrhachis armata* ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว ในระหว่างฤดูฝน (21 ส.ค. – 14 ต.ค. 42 และ 24 พ.ค. – 31 ต.ค. 43) ฤดูหนาว (17 พ.ย. 42 – 16 ม.ค. 43 และ 25 พ.ย. 43 – 30 ม.ค. 44) และ ฤดูร้อน (21 ก.พ. – 9 เม.ย. 43 และ 25 ก.พ. 44)	188

สารบัญภาพ (ต่อ)

		หน้า
ภาพที่ 41	จำนวนตัวอย่างเชื้อ *Hirsutella formicarum* และเชื้อ *Cordyceps unilateralis* ที่ทำลายมด *Polyrhachis* sp. ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว ในระหว่างฤดูฝน (21 ส.ค. – 14 ต.ค. 42 และ 24 พ.ค. – 31 ต.ค. 43) ฤดูหนาว (17 พ.ย. 42 – 16 ม.ค. 43 และ 25 พ.ย. 43 – 30 ม.ค. 44) และ ฤดูร้อน (21 ก.พ. – 9 เม.ย. 43 และ 25 ก.พ. 44)	189
ภาพที่ 42	จำนวนตัวอย่างเชื้อ *Hymenostilbe dipterigena* และเชื้อ *Cordyceps dipterigena* ที่ทำลายแมลงวัน ณ อุทยานแห่งชาตินำ้หนาว ในระหว่างฤดูฝน (21 ส.ค. – 14 ต.ค. 42 และ 24 พ.ค. – 31 ต.ค. 43) ฤดูหนาว (17 พ.ย. 42 – 16 ม.ค. 43 และ 25 พ.ย. 43 – 30 ม.ค. 44) และ ฤดูร้อน (21 ก.พ. – 9 เม.ย. 43 และ 25 ก.พ. 44)	190
ภาพที่ 43	เชื้อ *Aschersonia* sp.	193
ภาพที่ 44	เชื้อ *Cordyceps* sp.	197
ภาพที่ 45	เชื้อ *Entomophthora* sp.	201
ภาพที่ 46	เชื้อ *Hirsutella* sp.	205
ภาพที่ 47	เชื้อ *Paecilomyces* sp. บนดักแด้ผีเสื้อ	209
ภาพที่ 48	เชื้อ *Paecilomyces* sp. บนผีเสื้อ	213
ภาพที่ 49	เชื้อ *Paecilomyces* sp.	217
ภาพที่ 50	เชื้อ *Akanthomyces arachnophilus*	227
ภาพที่ 51	เชื้อ *Cordyceps* cf. *nelumboides*	231
ภาพที่ 52	เชื้อ *Gibellula pulchra*	235
ภาพที่ 53	เชื้อ *Paecilomyces javanicus*	239
ภาพที่ 54	เชื้อ *Gibellula* sp.	243
ภาพที่ 55	จำนวนตัวอย่างแมลงในอันดับต่าง ๆที่ถูกเชื้อราแมลงเข้าทำลาย ณ อุทยานแห่งชาตินำ้หนาว (21 สิงหาคม 2542 – 25 กุมภาพันธ์ 2544)	248
ภาพที่ 56	รังของต่อ *Icaria* sp. บริเวณหลังศูนย์บริการนักท่องเที่ยวห้วยหญ้าเครือ	249
ภาพที่ 57	เปอร์เซ็นต์ของเชื้อ *Hirsutella saussurei*, เชื้อ *Cordyceps humberti*, และการพักตัวบนต่อ *Icaria* sp. ณ อุทยานแห่งชาตินำ้หนาว ในระหว่างวันที่ 30 กันยายน 2542-25 กุมภาพันธ์ 2544	287

สารบัญภาพ (ต่อ)

		หน้า
ภาพที่ 58	เปอร์เซ็นต์ของเชื้อ *Hymenostilbe aurantiaca*, และเชื้อ *Cordyceps* spp., บนมด *Polyrhachis armata* ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว ระหว่างวันที่ 1 ตุลาคม 2542- 25 กุมภาพันธ์ 2544	315
ภาพที่ 59	จำนวนตัวอย่างของ เชื้อ *Hirsutella saussurei*, เชื้อ *Hirsutella saussurei* อยู่ร่วมกับ *Cordyceps humberti*, และเชื้อ *Cordyceps humberti* ที่ทำลายต่อ *Icaria* sp.ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว ระหว่างฤดูฝน ฤดูหนาว และฤดูร้อน (21 สิงหาคม 2542 – 25 กุมภาพันธ์ 2544)	318
ภาพที่ 60	จำนวนตัวอย่างของ เชื้อ *Hymenostilbe aurantiaca*, เชื้อ *Cordyceps irangiensis*, เชื้อ *Cordyceps myrmecophila*, และเชื้อ *Cordyceps* spp. ที่ทำลายมด *Polyrhachis armata* ณ อุทยานแห่งชาตินำ้หนาว ระหว่างฤดูฝน ฤดูหนาว และฤดูร้อน (21 สิงหาคม 2542 – 25 กุมภาพันธ์ 2544)	320
ภาพที่ 61	การกระจายของ เชื้อ *Hirsutella saussurei*, เชื้อ *Hirsutella saussurei* อยู่ร่วมกับ *Cordyceps humberti*, และเชื้อ *Cordyceps humberti* ที่ทำลายต่อ *Icaria* sp. ณ อุทยานแห่งชาตินำ้หนาว (21 สิงหาคม 2542 – 25 กุมภาพันธ์ 2544)	324
ภาพที่ 62	การกระจายของ เชื้อ *Hymenostilbe aurantiaca*, เชื้อ *Cordyceps irangiensis*, เชื้อ *Cordyceps myrmecophila*, และเชื้อ *Cordyceps* spp. ที่ทำลายมด *Polyrhachis armata* ณ อุทยานแห่งชาตินำ้หนาว (21 สิงหาคม 2542 – 25 กุมภาพันธ์ 2544)	328
ภาพภาคผนวกที่ 1	อุณหภูมิเฉลี่ยในแต่ละเดือน (ตุลาคม 2542 – กุมภาพันธ์ 2544) ณ อุทยานแห่งชาตินำ้หนาว	357
ภาพภาคผนวกที่ 2	ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยในแต่ละเดือน (ตุลาคม 2542 – กุมภาพันธ์ 2544) ณ อุทยานแห่งชาตินำ้หนาว	357
ภาพภาคผนวกที่ 3	ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในแต่ละเดือน (สิงหาคม 2542 – กุมภาพันธ์ 2544) ณ อุทยานแห่งชาตินำ้หนาว	357

บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ประเทศไทยเป็นประเทศหนึ่งในเขตร้อนชื้นที่มีความหลากหลายทางชีวภาพสูง มีระบบนิเวศที่แตกต่างกัน ซึ่งนับเป็นแหล่งรวมสายพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตที่มีความหลากหลายทางชีวภาพมากที่สุดแห่งหนึ่งของโลก (วันดี, 2542) ประมาณการว่าจำนวนชนิดพันธุ์พืชและสัตว์ที่พบในประเทศไทยคิดเป็นประมาณ 7 เปอร์เซ็นต์ ของจำนวนพันธุ์พืชและสัตว์ที่พบในโลก อย่างไรก็ตามหากมีการพิจารณารวมไปถึงสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่มองไม่เห็นด้วยตาเปล่าที่เรียกกันว่า "จุลินทรีย์" ซึ่งเป็นสิ่งมีชีวิตที่เกิดขึ้นกลุ่มแรกในโลกและมีบทบาทต่อการแปรเปลี่ยนของสรรพสิ่งในโลก นับเป็นจุดเริ่มต้นของวิวัฒนาการ ส่งผลให้เกิดความหลากหลายทางชีวภาพ (biodiversity) ของชีวิตนานาชนิด รวมทั้งมนุษย์ ความหลากหลายของจุลินทรีย์ในเชิงความสามารถที่จะดำรงชีวิตในระบบนิเวศและสภาวะแวดล้อมที่แตกต่างกัน ทำให้สิ่งมีชีวิตกลุ่มนี้กระจายอยู่ทุกหนทุกแห่งในโลก จนกล่าวได้ว่าจุลินทรีย์เป็นส่วนหนึ่งในชีวิตประจำวันของทุกคน (นภา, 2537) การศึกษาค้นคว้าเท่าที่ผ่านมา ส่วนมากได้มุ่งศึกษาจากพืชเป็นหลัก ซึ่งเชื้อราจัดเป็นจุลินทรีย์ที่มีจำนวนมากกว่าพืชถึง 10 เท่าตัวก็ตาม และในบรรดาสิ่งมีชีวิตในโลกนี้เชื้อรามีความหลากหลายชนิด (species) มากที่สุดเป็นอันดับสองรองจากแมลง โดยประมาณการจำนวนชนิดที่คาดว่าจะมีทั้งหมดในโลก 1.5 ล้านชนิด แต่ที่ทำการค้นพบหรือทราบชนิดแล้วมีจำนวน 72,000 ชนิด ซึ่งเท่ากับ 4.8 เปอร์เซ็นต์ (สุเทพ, 2543) และจากสถิติการใช้ประโยชน์จากเชื้อราจำนวน 5,100 กลุ่ม มีเพียง 0.5 เปอร์เซ็นต์ เท่านั้นที่ได้รับการพัฒนาและนำไปใช้ประโยชน์ (มาลี, 2543) แสดงให้เห็นว่าเชื้อรานั้นยังไม่ได้รับความสนใจมากนัก

แต่เชื้อราจัดเป็นแหล่งพันธุกรรมอันยิ่งใหญ่ ซึ่งมีความสำคัญมากในหลาย ๆด้าน สำหรับการเกษตรได้มีการนำเชื้อราไปใช้ประโยชน์ เช่น การควบคุมศัตรูพืชโดยชีววิธี โดยเชื้อราที่พบว่าสามารถทำลายแมลงได้นั้นมีมากมาย อาทิ *Beauveria*, *Verticillium*, *Cordyceps*, *Hirsutella*, *Aschersonia*, *Aspergillus*, *Nomuraea*, *Coelomomyces*, *Entomophthora*, *Massospora*, *Metarhizium*, *Paecilomyces และ Penicillium* โดยเฉพาะอย่างยิ่งเชื้อ *Metarhizium* (มลิวัลย์, และสุทธิชัย, 2517 ; Ignoffo, 1981; ศิวิลัย, 2533) สำหรับในด้านการแพทย์ เช่น เชื้อ *Cordyceps sinensis* ที่ทำลายหนอนผีเสื้อชนิดหนึ่งที่พบบนพื้นที่สูงของประเทศจีน ทิเบต และเนปาล รู้จักกันดีในวงการแพทย์ของประเทศจีน เพื่อใช้เป็นยาอายุวัฒนะ ช่วยให้คนแก่กลับมาสาวขึ้นได้อีก ทำให้อายุยืน และยังช่วยเพิ่มสมรรถภาพทางเพศชาย เพิ่มภูมิคุ้มกัน รักษาอาการติดยาต้านพิษไข้ และแก้โรคตับ ไต เป็นต้น ในประเทศไทยได้มีผู้พยายามเลี้ยงเชื้อราชนิดนี้ ซึ่งมีชื่อเรียกว่า "เห็ดถั่งเฉ้า" ในหนอนผีเสื้อ แต่ยังไม่ประสบผลสำเร็จ เนื่องจากต้องอาศัยสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม กล่าวคือ พบได้เฉพาะบนที่สูง อุณหภูมิต่ำ และสามารถเจริญได้กับหนอนรากหญ้าเท่านั้น (Hepialidae) (นิรนาม, 2542) ปัจจุบันในประเทศจีนได้มีการทำฟาร์มผลิตเชื้อรา

ชนิดนี้เป็นอาชีพ ซึ่งทำรายได้เข้าประเทศปีละหลายล้านบาท (วันดี, 2542) ส่วนในประเทศไทยนั้นสามารถหาซื้อได้ตามท้องตลาดและห้างสรรพสินค้าทั่วไป นอกจากนั้นยังมีการศึกษาถึงสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากเชื้อราที่ทำลายแมลง ได้แก่ เชื้อ *Aschersonia tubulata* ให้สารออกฤทธิ์ต้านเชื้อวัณโรคในกลุ่ม triterpenoids (ยอดหทัย และคณะ, 2544), เชื้อ *Cordyceps pseudomilitaris* เป็นเชื้อราสายพันธุ์ใหม่ของโลกที่ศึกษาโดยกลุ่มนักวิจัยของศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ การทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพในช่วงแรกพบฤทธิ์การต้านเชื้อโรคเอดส์ จากการศึกษาองค์ประกอบทางเคมี พบสารที่มีโครงสร้างทางเคมีใหม่เป็นกลุ่มสารพวก anhydride และยังพบว่าเชื้อราชนิดนี้ผลิตสารต้านเชื้อมาลาเรียหลายชนิดซึ่งเป็นสารในกลุ่มของ Bioxanthracenes (ยอดหทัย และคณะ, 2544) , เชื้อ *Cordyceps unilateralis* พบสารที่ออกฤทธิ์ในการต้านเชื้อมาลาเรีย สารดังกล่าวเป็นสารพวก naphthoquinones สารกลุ่มนี้เป็นสารที่มีสีแดงเข้ม และ เชื้อ *Paecilomyces tenuipes* ผลิตสารพวก cyclodepsipeptides ที่ออกฤทธิ์ต้านเชื้อมาลาเรียและวัณโรค เป็นต้น (ยอดหทัย และคณะ, 2544)

สำหรับในประเทศไทยมีการศึกษาถึงเชื้อราทำลายแมลงกันน้อยมาก เนื่องจากยังไม่ได้นำเชื้อราทำลายแมลงมาใช้ให้เป็นประโยชน์มากเท่าที่ควร โดย Hawksworth (ค.ศ. 1991) ได้กล่าวว่าเชื้อราที่ทราบชนิดแล้วประมาณ 69,000 ชนิด จากจำนวนเชื้อรารวมทั้งหมดในโลกประมาณเป็น 1.5 ล้านชนิด ซึ่งรายงานที่ผ่านมาเพิ่งมีเชื้อราทำลายแมลงที่ค้นพบแล้วประมาณการจากทั่วโลกเพียง 700 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 4 ของความหลากหลายทางชีวภาพของเชื้อราทั้งหมด บางทีเชื้อราทำลายแมลงอีกหลายชนิดอาจซุกซ่อนอยู่ในป่าเมืองไทยก็ได้ ซึ่งความสนใจและความเข้าใจในเรื่องความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทยโดยรวม ยังค่อนข้างจะจำกัดอยู่ในแวดวงของสิ่งมีชีวิตขนาดใหญ่ในกลุ่มพืชและสัตว์ เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มจุลินทรีย์ ที่เป็นเช่นนี้น่าจะเนื่องมาจาก การขาดความตระหนักถึงความสำคัญของจุลินทรีย์ต่อการรักษาสภาวะสมดุลทางธรรมชาติ การขาดความเข้าใจในบทบาทและศักยภาพของจุลินทรีย์ในการพัฒนาเศรษฐกิจยุคใหม่ รวมถึงความยากลำบากในการศึกษาวิจัยเนื่องจากการขาดแคลนบุคลากรและอุปกรณ์ที่จำเป็น (มาลี และคณะ, 2544) ด้วยเหตุผลดังกล่าวมานี้จึงได้ให้ความสนใจ เพื่อการพัฒนาฐานข้อมูลของเชื้อราที่ทำลายแมลงในประเทศไทยซึ่งเป็นแหล่งวัตถุดิบทางพันธุกรรม และเพื่อการพัฒนาบุคลากรรุ่นใหม่ที่มีความสนใจในด้านความหลากหลายทางชีวภาพต่อไป

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อทราบถึงความหลากชนิดของเชื้อราที่ทำลายแมลงในเขตอุทยานแห่งชาติน้ำหนาว

2.2 เพื่อศึกษารูปแบบพัฒนาการของเชื้อราที่ทำลายแมลง หากพบชนิดที่ยังไม่เคยที่มีรายงานมาก่อนในประเทศไทย

2.3 เพื่อศึกษารูปแบบพัฒนาการของเชื้อชนิดที่มีความสำคัญ และมีการพบมาก

3. ขอบเขตของการวิจัย

3.1 พื้นที่ศึกษา ได้แก่ บริเวณหลังศูนย์บริการนักท่องเที่ยวห้วยหญ้าเครือ และเส้นทางเดินป่าศึกษาธรรมชาติ ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์

3.2 ระยะเวลาในการศึกษา ระหว่างเดือน สิงหาคม 2542 ถึงเดือน กุมภาพันธ์ 2544

3.3 สำรวจ รวบรวม ศึกษา และวินิจฉัยตัวอย่างเชื้อราที่ทำลายแมลง พร้อมทั้งบันทึกข้อมูลรายละเอียด และสิ่งแวดล้อมของตัวอย่างที่พบ ทั้ง 3 ฤดู ได้แก่ ฤดูฝน ฤดูหนาว และฤดูร้อน

4. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

4.1 ทราบและสามารถจำแนกความหลากชนิดของเชื้อราที่ทำลายแมลงในเขตอุทยานแห่งชาติน้ำหนาว ณ บริเวณศึกษา

4.2 เพื่อพัฒนาฐานข้อมูลของเชื้อราที่ทำลายแมลงในประเทศไทย

4.3 เพื่อส่งเสริมและพัฒนาบุคลากรรุ่นใหม่ที่มีความสนใจทางด้านความหลากหลายทางชีวภาพ

4.4 ได้ข้อมูลรูปแบบและพัฒนาการของเชื้อที่ทำลาย ชนิดที่ไม่เคยรายงานมาก่อนในประเทศไทย หากมีการสำรวจพบ

4.5 ได้ข้อมูลรูปแบบและพัฒนาการของเชื้อราที่ทำลายแมลงชนิดที่มีความสำคัญ และมีการพบมาก

4.6 ได้ข้อมูลสภาพนิเวศของเชื้อราที่ทำลายแมลง

4.7 ได้องค์ความรู้ใหม่และสามารถนำไปศึกษาพัฒนาเพื่อประโยชน์ที่จะเกิดในประเทศไทยขึ้นในโอกาสต่อไป

การตรวจเอกสาร

1. ประวัติการศึกษาหาเชื้อราสาเหตุโรคแมลง

โรคของแมลงถูกรายงานค้นพบครั้งแรกโดยผู้เลี้ยงไหมในทวีปยุโรป ประมาณปีคริสต์ศักราช 900 โดยพบโรคมัสคาดีน (muscardine) ของหนอนไหม ซึ่งมีสาเหตุมาจากเชื้อรา *Beauveria bassiana* (Steinhaus, 1956, 1975, อ้างโดย Samson et al., 1988) จากรายงานของ Steinhaus เช่นกัน ในปี ค.ศ.1726 ซึ่งนับได้ 276 ปี ได้แสดงภาพและอธิบายถึงเชื้อราสาเหตุโรคแมลง *Cordyceps sinensis* บนตัวหนอนผีเสื้อ ซึ่งเรียกเป็นภาษาจีนว่า "ถั่งเฉ้า" เชื้อราชนิดนี้ในประเทศจีนใช้เป็นยาอายุวัฒนะ ซึ่งออกฤทธิ์คล้ายกับโสม เชื้อรา *C. sinensis* ที่เจริญบนหนอนผีเสื้อนี้มีความหมายว่า "สมุนไพรในฤดูร้อน – หนอนในฤดูหนาว" ชาวจีนใช้เชื้อรานี้ยัดไส้ใส่ในเป็ด แล้วอบด้วยความร้อนอย่างช้าๆ ทำให้สารที่ผลิตจากเชื้อซึมซับไปที่เป็ด ในประเทศนิวซีแลนด์ก็มีลักษณะคล้ายกัน คือ ชนพื้นเมืองกินโครงสร้างส่วนขยายพันธุ์ (fruiting body) ของเชื้อรา *C. robertsii* ซึ่งเจริญบนหนอนผีเสื้อ นอกจากนั้นยังสกัดสีจากเชื้อรานี้เพื่อใช้ในการสักลาย ในช่วงศตวรรษนี้ยังได้มีการพบเชื้อราที่เข้าทำลายแมลงวันได้หลายชนิด ซึ่งส่วนใหญ่เป็นเชื้อราในอันดับ (order) Entomophthorales โดยการเกิดโรคในสมัยนั้นเข้าใจว่าแมลงเกิดโรคเองตามทฤษฎี spontaneous generation (Samson et al., 1988) ต่อมามีการค้นพบ germ theory โดยมีตัวอย่างการเกิดโรคมัสคาดีนสีขาว (white muscardine) ในหนอนไหม ซึ่งเป็นตัวอย่างการศึกษาเกี่ยวกับการติดเชื้อจากจุลินทรีย์และเป็นงานที่บุกเบิกโดย A. Bassi ชาวอิตาลี ต่อมาได้มีการศึกษาพิสูจน์สาเหตุโรคอย่างเป็นระบบโดย Koch จนได้ตั้ง Koch's postulates ขึ้นในปี ค.ศ.1834 และในปี ค.ศ.1858 Lebert ได้ค้นพบเชื้อสกุล *Akanthomyces* 1 ชนิด (species) คือ *A. aculeatus* ที่ประเทศฝรั่งเศส ซึ่งเชื้อชนิดนี้ต่อมาได้มีรายงานการพบอีกหลายครั้งบนผีเสื้อกลางคืนในอเมริกาเหนือและอเมริกาใต้ (Main, 1950, อ้างโดย Hsieh et al., 1997) และในปี ค.ศ.1870 Metchnikoff ได้ค้นพบและศึกษาโรคมัสคาดีนสีเขียวของแมลงมีเชื้อสาเหตุ คือ *Metarhizium anisopliae* ภายหลังได้เป็นจุดนำไปสู่การศึกษาด้านภูมิคุ้มกันของแมลง นอกจากนั้นในช่วงศตวรรษที่ 19 ยังได้มีการศึกษาเกี่ยวกับเชื้อราที่เข้าทำลายแมลง โดยเฉพาะในด้านการจัดจำแนก ส่วน Evans ปี ค.ศ.1982 กล่าวไว้ว่า *Cordyceps* (Ascomycotina; Hypocreales) เป็นเชื้อราที่มีชนิดที่พบบ่อยที่สุดบนอาร์โทรปอด (arthropod) ในป่าเขตร้อน และ *Cordyceps* ทุกชนิดจะมีตัวให้อาศัย (host) ที่จำกัด โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่ทำลายมดหรือมีความสัมพันธ์กับมด ต่อมา Webber ปี ค.ศ.1894 (อ้างโดย, Hywel-Jones and Evans, 1993) ได้ศึกษาเชื้อราที่อาศัยอยู่ร่วมกับแมลงของส้มในฟลอริดา ซึ่งพบว่า เชื้อ *Aschersonia turbinata* ทำให้เกิดโรคกับ *Ceroplastes floridensis* Comstock และเชื้อ *Aschersonia cubensis* ทำให้เกิดโรคกับ *Lecanium hesperidum* (*Coccus hesperidium* L.) ในปี ค.ศ.1995 (Hywel-Jones, 1995) มีการศึกษาและรวบรวมตัวอย่างมากพอและเสนอว่า *Hymenostilbe* sp. ที่พบในประเทศไทยน่าจะเป็นระยะ

anamorph ของ *C. sphecocephala* โดยดูจากการเจริญร่วมกัน และมีลักษณะทางสัณฐานวิทยาคล้ายคลึงกันเมื่อนำมาเพาะเลี้ยง และอาจจะเหมือนกับ *Hymenostilbe* ที่รายงานโดย Petch (1937) และ Mains (1950) แต่ *Hymenostilbe* จากประเทศไทยจะเหมือนกับเชื้อราของ Ditmar จากเยอรมัน การจัดจำแนกเชื้อราที่ทำลายสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังมักหยุดชะงักลง เนื่องจากขาดการศึกษารวบรวมและจัดทำคู่มือเพื่อช่วยในการจัดจำแนกอย่างเป็นระบบ อย่างไรก็ตามก็ได้มีการจัดทำคู่มือและภาพประกอบอยู่บ้าง ดังเช่นผลงานของ Cooke ปี 1892, Kobayasi และ Shimizu ปี 1983, Samson และคณะ ปี 1988, Shimizu ปี 1994 และ Sung ปี ค.ศ.1996 (Hywel-Jones, 2001) นอกจากนี้ยังมีนักราวิทยาที่เกี่ยวข้องกับการจัดจำแนกเชื้อราสาเหตุโรคแมลงที่สำคัญ ๆ เช่น T. Petch, E.B. Mains และ Kobayasi ปัจจุบันนี้งานวิจัยทางด้านเชื้อราสาเหตุโรคแมลงกำลังได้รับความสนใจเพิ่มขึ้น และมีการศึกษากันมากขึ้นเป็นลำดับ เพื่อการใช้ประโยชน์จากเชื้อราที่เจริญบนแมลงและอาร์โทรปอด

2. ความหลากหลายทางชีวภาพของเชื้อราที่ทำลายแมลง

ความหลากหลายทางชีวภาพ (biodiversity) มีความหมายกว้างขวางครอบคลุมถึงความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตนานาชนิด (species diversity) ไม่ว่าจะเป็นพวกจุลินทรีย์ พืช สัตว์ รวมทั้งมนุษย์ สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดล้วนแต่มีองค์ประกอบทางพันธุกรรมที่แตกต่างกันมากมาย (genetic diversity) เพื่อให้เหมาะสมกับสภาพแหล่งที่อยู่อาศัยในแต่ละท้องถิ่นซึ่งมีระบบนิเวศที่ซับซ้อนและหลากหลายในบริเวณต่าง ๆของโลก (ecological diversity) ความหลากหลายทางชีวภาพเป็นผลที่เกิดจากขบวนการวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต มีผลต่อมนุษย์ทั้งทางตรงและทางอ้อม เพราะธรรมชาติของสิ่งมีชีวิตนานาชนิดเป็นแหล่งทรัพยากรธรรมชาติที่จำเป็นสำหรับปัจจัยสี่ที่ช่วยค้ำจุนให้มนุษย์ดำรงชีวิตอยู่ได้อย่างปกติสุข แต่ในขณะเดียวกันมนุษย์ก็มีพฤติกรรมและกิจกรรมบางลักษณะโดยรู้เท่าไม่ถึงการณ์และขาดความยั้งคิด จึงได้ทำลายความหลากหลายทางชีวภาพในแหล่งต่าง ๆทั่วโลกไป ดังนั้นจึงจำเป็นต้องศึกษาและทำความเข้าใจเกี่ยวกับความหลากหลายทางชีวภาพในแง่มุมต่าง ๆให้ถ่องแท้ เพื่อการหาแนวทางจัดการกับความหลากหลายทางชีวภาพที่มีอยู่ในโลกนี้ให้เหมาะสมและก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อมวลมนุษยชาติ (วิสุทธิ์, 2532) เช่นเดียวกับความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความหลากหลายทางชีวภาพของเชื้อราที่ทำลายแมลง ซึ่งจะต้องอาศัยความรู้หลายด้านประกอบกัน เพราะนอกจากความรู้ด้านเชื้อราแล้ว ยังต้องมีความรู้ด้านอื่น ๆประกอบด้วย ประการแรก คือ ความรู้ด้านกีฏวิทยา ซึ่งจำเป็นต้องรู้ถึงธรรมชาติ อาหาร ที่อยู่อาศัย ตลอดจนวงจรชีวิต ประการที่สอง คือ ความรู้ด้านพฤกษศาสตร์ โดย ควรที่จะรู้ถึงชนิดของป่าที่สำรวจ ประเภทของพันธุ์ไม้ ซึ่งปัจจัยต่าง ๆ เหล่านี้จะมีผลต่อการแพร่กระจาย ตลอดจนชนิดและปริมาณของเชื้อราที่ทำลายแมลงในแต่ละพื้นที่ (สมศักดิ์, 2544)

สำหรับการศึกษาค้นหาเชื้อราที่ทำลายแมลง ซึ่งเชื้อราในกลุ่มนี้ถูกเรียกว่า entomopathogenic, entomogenous หรือ insect fungi การเรียกดังกล่าวนี้จะไม่มีความเหมาะสมกับเชื้อรานี้ใน

บางวงศ์ เช่น Clavicipitaceae ซึ่งทำให้เกิดโรคได้ทั้งกับแมลง แมงมุม ไร และเชื้อรา จากการรายงานล่าสุดพบว่า เชื้อราที่ทำให้เกิดโรคกับสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในประเทศไทยจำนวน 313 ชนิดทางอนุกรมวิธาน พบว่ามี 75% ทำให้เกิดโรคกับแมลงใน 12 อันดับ 17% ทำให้เกิดโรคกับแมงมุมและไร ในขณะที่ 2% มีความเฉพาะเจาะจงกับเชื้อราด้วยกันเอง ส่วนประมาณอีก 3% ไม่สามารถที่จะกำหนดชนิดของ host ได้ ในขณะที่อีก 3% จัดเป็นเชื้อที่ทำให้เกิดโรคในบางโอกาส (opportunistic pathogen) ซึ่งเชื้อที่ทำให้เกิดโรคกับแมลง เช่น เชื้อ *Verticillium lecanii* ทำให้เกิดโรคกับเพลี้ยอ่อนและเพลี้ยหอย ไรสี่ขา และเชื้อราอื่นๆ เชื้อราจำนวน 313 ชนิดทางอนุกรมวิธานที่ทำให้เกิดโรคกับสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังนั้น ส่วนใหญ่จะทำลายแมลงในอันดับ Hemiptera และ Homoptera คิดเป็นประมาณ 33% ของ host ทั้งหมดที่ถูกเชื้อราทำลาย ส่วนอันดับ Lepidoptera และรวมทั้งแมงมุมและไร (Araneae) จะถูกทำลายอย่างละประมาณ 17% สรุปได้ว่าจาก host ของเชื้อราทั้งสามกลุ่มคิดเป็น 68% ของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังทั้งหมด (Hywel-Jones, 2001)

ส่วนในแง่การศึกษาถึง host ของเชื้อรา พบว่า ส่วนใหญ่จะมีความสัมพันธ์กับพืช โดยพบว่าแมลงในอันดับหลักๆ คือ Hemiptera และ Homoptera และ Lepidoptera นั้นต่างเป็นพวกที่กินพืชเป็นอาหาร โดยที่แมลงอันดับ Hemiptera และ Homoptera จะดูดกินอยู่ที่ส่วนของท่ออาหาร ในขณะที่หนอนของแมลงอันดับ Lepidoptera ส่วนใหญ่จะกัดกินใบและราก นอกจากนั้นยังพบแมลงในอันดับอื่นๆอีก เช่น Orthoptera, Hemiptera, Coleoptera, Diptera และ Hymenoptera นอกจากแมงมุม (Evans, 1982) ส่วนเชื้อรา *Torrubiella* (Clavicipitaceae, Hypocreales) นั้นมีการรายงานว่าเป็นสาเหตุโรคของแมงมุมบ่อยที่สุด ซึ่งเชื้อ *Torrubiella* มีระยะ anamorph คือ เชื้อ *Gibellula* ซึ่งเชื้อนี้มีความจำเพาะเจาะจงกับแมงมุมมาก (Samson and Evans, 1992) โดยที่เชื้อรา *Torrubiella* นี้ทราบชนิดแล้ว 34 ชนิด ส่วนใหญ่ทำลายแมงมุมและในแมลงอันดับ Homoptera 12 ชนิด ซึ่งเชื้อนี้พบทั่วไปกับเพลี้ยหอย (Coccidae หรือ Lecaniidae) (Hywel-Jones et al., 1997; Kobayasi and Shimizu, 1982) สำหรับ Evans (1982) รายงานว่าสำหรับอันดับ Coleoptera นั้นเชื้อเข้าทำลายได้ทั้งระยะหนอนและตัวเต็มวัย โดยหนอนจะหลบซ่อนอยู่ในดิน ต้นไม้ที่เน่าเปื่อยผุพังหรือตามท่อนไม้ สำหรับเชื้อ *Cordyceps* บางชนิดนั้นมีโครงสร้าง (stroma) สีสดใส ในขณะที่ชนิดอื่นพบกับหนอนที่มีขนาดเล็กที่เจาะต้นไม้ stromaของ *Cordyceps* ชนิดนี้จะมีสีน้ำตาลแกมเหลือง จึงทำให้สำรวจพบได้ยาก ส่วนเชื้อ *C. curculionum* นั้นจากการสำรวจพบมีมาก โดยเกิดโรคกับตัวเต็มวัยของด้วง และ host เฉพาะชนิดซึ่งซ่อนอยู่ระหว่างมอส์ที่ขึ้นตามต้นไม้ เป็นต้น

ในรายงานการศึกษาสถานภาพความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย วิสุทธิ์ (2538) ได้สรุปการประเมินข้อมูลเกี่ยวกับสถานภาพความหลากหลายทางชีวภาพในกลุ่มจุลินทรีย์ จากการพยายามรวบรวมข้อมูลเพื่อสร้างฐานข้อมูลของสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก เช่น แบคทีเรีย รา โปรโตซัว สาหร่าย และไลเคน พบว่า ข้อมูลที่หาได้ยังไม่สมบูรณ์ ชนิดของสิ่งมีชีวิต

ขนาดเล็กที่บันทึกไว้มีน้อยกว่าที่ควรจะเป็น เนื่องจากยังขาดการศึกษาเรื่องเหล่านี้อย่างจริงจัง อย่างไรก็ตามพบว่าป่าน้ำหนาวซึ่งเป็นอุทยานแห่งชาติที่จัดตั้งเป็นลำดับที่ 5 ของประเทศไทย (Gray et al., 1994) มีพื้นที่ประมาณ 966 ตารางกิโลเมตร หรือ 603,705 ไร่ ครอบคลุมอำเภอเมือง อำเภอหล่มสัก อำเภอหล่มเก่า จังหวัดเพชรบูรณ์ และอำเภอคอนสาร จังหวัดชัยภูมิ และมีสภาพป่าเป็นป่าดงดิบ ป่าเบญจพรรณ ป่าเต็งรัง และป่าสน จึงเป็นแหล่งรวมของป่าเขตร้อนที่อุดมสมบูรณ์ด้วยความหลากหลายทางชีวภาพอีกแห่งหนึ่งของประเทศไทย (ระพีพรรณ, 2536) ในสภาพธรรมชาติที่ยังคงความสมดุลของระบบนิเวศ จึงยังมีสิ่งมีชีวิตหลายชนิด รวมทั้งเชื้อราที่ทำลายแมลง ซึ่งมีความเฉพาะเจาะจงต่อแมลงแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับชนิดของเชื้อ นอกจากนั้นยังพบว่ายังมีอุทยานแห่งชาติหรือพื้นที่ป่าอนุรักษ์อีกหลายแห่งในประเทศไทยที่ยังคงความอุดมสมบูรณ์ และมีคุณค่าแห่งการศึกษาค้นคว้าถึงความหลากชนิดของเชื้อราที่ทำให้เกิดโรคกับแมลง

3. การศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของเชื้อราที่ทำลายแมลงและแมงมุมในต่างประเทศ

ความหลากชนิดและความมากมายของเชื้อราที่ทำลายแมลง พบว่าในป่าที่ยังไม่ถูกรบกวนจะมีมากกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับป่าที่มีการปลูกขึ้นมาใหม่ที่อยู่บริเวณใกล้กัน และแม้กระทั่งในพื้นที่เกษตรกรรม ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยเกี่ยวกับความหลากหลายทางชีวภาพของเชื้อราจึงมุ่งเก็บเชื้อราจากบริเวณป่าที่ไม่ถูกรบกวน เช่น ที่ประเทศการ์นา, บราซิล และบริเวณเอควาดอร์ (Evans, 1982) นอกจากนั้นยังเป็นที่ยอมรับกันว่าเชื้อราที่ทำให้เกิดโรคกับแมลงในธรรมชาตินั้นมีบทบาทสำคัญในการช่วยควบคุมแมลงศัตรูในหลาย ๆแห่งของโลก (Steinhaus, 1949, อ้างโดย Evans, 1974) ซึ่ง Mains (1958, อ้างโดย Hywel-Jones, 1995) ได้ศึกษาเกี่ยวกับเชื้อ *Cordyceps sphecocephala* ใหม่อีกครั้งจากจำนวนตัวอย่างจำนวนมากที่รวบรวมได้จากอเมริกาเหนือ จึงสรุปว่า เชื้อนี้มีลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่ผันแปรต่าง ๆกัน ทำให้มีชื่อเรียกที่แตกต่างกันหลายชื่อ ถึงแม้จะเป็นเชื้อชนิดเดียวกัน การสังเกตก่อนหน้านั้นจะมุ่งไปที่ลักษณะทางสัณฐานวิทยาอย่างหยาบ (macroscopic) โดยให้ความสนใจรายละเอียดที่ศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์ (microscopic) น้อยมาก และผลจากการศึกษาตัวอย่างในไทยจึงสรุปได้ว่า เชื้อสกุลนี้มีเพียง 1 ชนิด คือ *C. sphecocephala* (Hywel-Jones, 1995) ส่วนเชื้อ *C. tuberculata* เป็นเชื้อราที่ทำลายผีเสื้อ ซึ่งพบอยู่ทุกที่บริเวณเขตร้อนของโลกใหม่และโลกเก่า และการจัดจำแนกส่วนใหญ่จะดูที่ระยะ anamorph คือ เชื้อ *Akanthomyces pistillariiformis* โดยดูที่ synnema ที่ยาวมีรูปทรงกระบอกและมีสีครีมหรือสีเหลือง

จากการศึกษาและรวบรวมโดย Evans (1982) และรายงานที่มีมาก่อนโดย Petch ในปี 1934 และ 1935 และโดย Mains ในปี 1940 และ 1958 สรุปได้ว่า เชื้อ *C. unilateralis* เป็นเชื้อราที่พบโดยทั่วไปที่ทำลายมดทั้งในเขตร้อนและเขตกึ่งร้อน

สำหรับการศึกษาโดย Saccardo ปี ค.ศ.1883 ได้บันทึกการพบเชื้อ *C. myrmecophila* จากอิตาลี, ฟินแลนด์, สหราชอาณาจักร, อเมริกาเหนือ, ศรีลังกา และบอร์เนียว และได้มีการรายงานถึงเชื้อ *C. myrmecophila* จากสวิตเซอร์แลนด์, บราซิล, เวียดนาม และจีน โดย Kobayasi ในปี 1941 และล่าสุดจากไต้หวัน โดย Kobayasi และ Shimizu ในปี 1978 ซึ่งเป็นการบ่งบอกการกระจายของเชื้อ *C. myrmecophila* (Hywel-Jones, 1996) ส่วนเชื้อ *C. nutans* ได้มีการศึกษาเป็นครั้งแรกซึ่งเป็นเชื้อจากประเทศญี่ปุ่น และปัจจุบันมีการพบเชื้อนี้มากมายในญี่ปุ่น (Kobayasi, 1941, อ้างโดย Hywel-Jones, 1995) นอกจากนี้ยังมีการศึกษาค้นคว้าและรายงานถึงการพบเชื้อ *C. nutans* เช่นกัน ที่ปาปัวนิวกินี (Petch, 1939, อ้างโดย Hywel-Jones, 1995) ต่อมา Kobayasi ในปี 1941 ได้รายงานถึงเชื้อชนิดนี้จากประเทศจีน Moureau ในปี 1949 ได้บรรยายเชื้อนี้ที่พบที่ประเทศซาร์อีว่าเป็นเชื้อ *C. (Eucordyceps) bicephala* subsp. *nutans*

ในปี 1982 Schumacher ได้รายงานถึง Ascomycetes 34 ชนิด จากภาคเหนือของประเทศไทย แต่มีเพียง Ascomycetes ที่ทำลายแมลงเพียงชนิดเดียว คือ *C. nutans* สำหรับผลงานของ Samson (1974, อ้างโดย Hywel-Jones, 1993) นั้นได้รวบรวมตัวอย่างของเชื้อ *Paecilomyces cinnamomeus* จากอเมริกาเหนือ อเมริกากลาง และจากประเทศการ์นา ส่วนตัวอย่างที่รวบรวมจากประเทศไทยของเชื้อ *P. cinnamomeus* พบกระจายในเขตร้อน สำหรับเชื้อ *T. luteorostrata* และ *P. cinnamomeus* พบได้ตลอดทั้งปี teleomorph พบระหว่างเดือนพฤษภาคมและพฤศจิกายน anamorph พบได้ในช่วงเริ่มต้นและสิ้นสุดของฤดูฝน ซึ่งในความเป็นจริง *T. luteorostrata* พบเฉพาะในฤดูฝน

ส่วนเชื้อราที่พบบนแมลงหวี่ขาว (Aleyrodoidea) และพวกเพลี้ยหอยเพลี้ยแป้ง (scale insect) ในป่าเขตร้อน ผู้ที่เป็นคนเริ่มต้นศึกษา คือ Petch ในปี ค.ศ.1921, 1922, 1925 ในเอเชีย ต่อมาศึกษาโดย Evans ในการ์นา อย่างไรก็ตามก็พบว่าไม่เป็นการยากที่จะพบชนิดของเชื้อ *Hypocrella* (Ascomycotina; Hypocreales) ร่วมกับเชื้อ *Aschersonia* (ซึ่งเป็น anamorph) บนพวกเพลี้ยหอยเพลี้ยแป้งที่พบบนใบไม้ที่หล่นลงอยู่ใต้ต้นไม้ใหญ่ (Evans, 1974, อ้างโดย Evans, 1982)

Petch ในปี 1921 บันทึกไว้ว่า เชื้อ *Hypocrella discoidea* มีทั่วไปในทวีปเอเชีย ในศรีลังกา, อินเดีย, พม่า, มาเลเซีย, อินโดนีเซีย, ฟิลิปปินส์ และ ซามัว เขาพิจารณาว่า *A. napoleonae* จากแอฟริกา เป็นชื่อเดียวกับ *Aschersonia samoensis* (Hywel-Jones and Evans, 1993) นอกจากนี้ Petch (1934, อ้างโดย Evans, 1982) พบว่า *C. dipterigena* พบกระจายในเขตร้อน ซึ่งเชื้อชนิดนี้เข้าทำลายแมลง 2 ปีกเป็นส่วนใหญ่ คือ แมลงวันบ้าน (วงศ์ Muscidae) และแมลงวันหัวบุบ (วงศ์ Asilidae) และอาจจะพบกับเหลือบ (วงศ์ Tabanidae) โดยตัวอย่างจะพบตามใบไม้ที่หล่นอยู่ใต้ต้นไม้

Petch ปี ค.ศ.1923 และ Dingley ปี ค.ศ.1953 รายงานว่า *Torrubiella luteorostrata* ได้มาจากเซเชล, ศรีลังกา, ชวา, ซาร์มัว และนิวซีแลนด์ เมื่อไม่นานมานี้ ส่วน Kobayasi และ

Shimizu ปี ค.ศ.1982 ได้บันทึกไว้ว่า ตัวอย่างเชื้อราชนิดนี้ได้เก็บมาจากตะวันออกไกลของรัสเซีย แต่ไม่ได้กล่าวถึงรายละเอียดอื่นๆ ตัวอย่างที่มาจากรัสเซียที่บันทึกไว้ทั้งหมดพบว่ามาจากเกาะและประเทศไทยซึ่งเป็นประเทศแรกบนผืนทวีปจากเขตร้อนที่ในเอเชียที่พบการกระจายของเชื้อราชนิดนี้ จึงสรุปว่า *T. luteorostrata* อาจจะพบตลอดทั้งในเขตร้อนและกึ่งเขตร้อนในเอเชีย (Hywel-Jones, 1993)

Samson และ Evans ในปี ค.ศ.1973 (Evans, 1982) รายงานว่า เชื้อราสกุล *Gibellula* ซึ่งเป็นระยะ anamorph ของเชื้อราที่ทำลายแมลงในสกุล *Torrubiella* และมีรายงานการค้นพบมีไม่น้อยกว่า 4 ชนิด ซึ่งมีความเฉพาะเจาะจงต่อแมงมุม โดยเฉพาะเชื้อ *Gibellula pulchra* (คำว่า pulchra หมายถึง ความสวยงาม เพราะว่าเมื่อ Cavara ได้พบครั้งแรกนั้น เขาได้อธิบายสกุลนี้ เขามองดูแล้วมันสวยงาม) จะพบได้ทั่วไปในป่าเขตร้อน และเชื้อราที่ขึ้นปกคลุมจะมีเส้นใยขึ้นเป็นปื้นสีเหลืองคล้ายพรมเช็ดเท้า ส่วนของ synnema มี conidiophore ลักษณะคล้ายดอกไม้ มีสีม่วง และมักจะพบเชื้อชนิดนี้ที่ใต้ผิวใบของไม้พุ่มหรือต้นไม้ขนาดเล็ก ต่อมาในปี ค.ศ.1974 Samson และ Evans ได้รายงานถึงสกุล *Akanthomyces* จำนวน 4 ชนิดที่ได้จากประเทศการ์นา แต่มี 2 ชนิดเท่านั้นที่พบบนแมงมุม ได้แก่ *A. arachnophilus* และ *A. aranearum* (Hywel-Jones, 1996) และในปีเดียวกันนี้ Samson และ Evans ได้บรรยายและเขียนภาพของ *Akanthomyces* 4 ชนิดที่รวบรวมได้จากอาร์โทรปอดต่างๆกันจากประเทศการ์นา เชื้อราทำลายผีเสื้อกลางคืนและแมงมุมหลายชนิด รวมทั้งได้มีการบรรยายและรวบรวมภาพ โดยพบว่าเชื้อ *A. gracilis* มีแมลงอาศัยกว้างขวาง และพบทั่วไปบนมด *A. pistillariiformis* พบบ่อยและพบพร้อมกับ *Cordyceps tuberculata* ในผีเสื้อกลางคืน นอกจากนั้นยังได้รายงานถึงความผันแปรของ synnema และความสัมพันธ์ของเชื้อรา *C. tuberculata* ส่วนเชื้อ *A. arachnophilus* นั้นพบพร้อมกับเชื้อรา *Torrubiella flava* บนแมงมุมจากการสำรวจ 2 ครั้ง สำหรับเชื้อ *A. aranearum* นั้นพบค่อนข้างน้อยกับแมงมุม นอกจากนี้การพิจารณาตัวอย่างจากประเทศ Ghana และจำแนกโดย Petch ว่าเป็น *C. tuberculata* แสดงให้เห็นว่า perithecium มีความผันแปรมาก และ perithecium เรียงกันอยู่อย่างหลวมๆ หรืออยู่ใน stroma และพบมี intermediate form อยู่ด้วย ซึ่ง Petch เป็นผู้ใช้คำว่า "*Cordyceps* form" และ "*Torrubiella* form" เพื่อที่จะบ่งชี้ถึงความแตกต่างในพัฒนาการของ stroma ซึ่งก็จะมีความผันแปรในแง่ของขนาดและรูปร่างของ synnema ด้วย จากการสังเกต synnema รูปทรงกระบอกพบมากในผีเสื้อกลางคืนขนาดใหญ่ ในขณะที่ synnema รูปกระบองสั้นจะพบอยู่กับตัวอย่างแมลงขนาดเล็ก ในบางตัวอย่างก็จะพบ synnema ทั้ง 2 รูปแบบ (Samson and Evans, 1974) นอกจากนั้น Evans (1974) ยังได้มีการศึกษาโดยเน้นถึงความสัมพันธ์ระหว่างมดและเชื้อราที่สามารถเข้าทำลายมดได้ (ตารางที่ 1) รวมทั้งมุ่งเน้นถึงอาร์โทรปอดอื่นๆ นอกจากมด ว่ามีเชื้อราชนิดใดบ้างที่เข้าทำลายได้ ดังปรากฏในตารางที่ 2

ตารางที่ 1 เชื้อราที่ทำลายมดซึ่งรวบรวมได้จากป่าแหล่งต่าง ๆในประเทศการ์นา ช่วงปี 1972

มด	เชื้อรา	ชนิดของป่าที่ทำการสำรวจ					
		Atewa		Bosuso		Kukurantumi	
		Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2
Ponerinae							
Bothroponera pachyderma	*Cordyceps australis*	–	–	–	–	–	+
Paltothyreus tarsatus	*C. australis*	+	+	+	+	+	–
	Torrubiella liberiana	+	+	–	+	–	–
	Torrubiella spp.	–	+	–	–	–	–
	Akanthomyces gracilis	+	+	–	+	–	–
	Hymenostilbe sp. 1	+	+	+	+	+	–
	Verticillium nodulosum	–	+	–	+	–	–
	Pseudogibellula formicarum	+	+	–	+	–	–
	Sporothrix formicarum de	+	+	–	+	–	–
	Stilbum sp. 1	+	+	–	–	–	–
	Tilachlidium sp. 1	–	+	–	–	–	–
Dorylinae							
Dorylus sp.	*Verticillium nodulosum*	–	+	–	–	–	–
Formicinae							
Camponotus brutus	*Cordyceps unilateralis*	–	–	–	+	+	–
C. vividus	*C. unilateralis*	+	–	–	–	–	–
Oecophylla longinoda	*Stilbum burmense*	–	–	+	+	–	–
Phasmomyrmex paradoxa	*Cordyceps unilateralis*	–	+	+	+	+	–
(= polyrhaehioides	*Akanthomyces gracilis*	–	+	–	–	–	–
Ph. aberrans	*Cordyceps unilateralis*	+	–	–	–	–	–
Ph. buchneri	*C. unilateralis*	–	–	–	+	+	–
Polyrhachis Decemdentata	*C. unilateralis*	–	–	–	+	+	–
	Dermatiaceae sp.	–	–	–	–	+	–
P. fissa	*C. unilateralis*	+	–	–	–	–	–
P. laboriosa	*C. unilateralis*	–	+	–	–	+	–
	Dermatiaceae sp.	–	–	–	–	+	–
P. latharis	*C. unilateralis*	+	–	–	–	–	–
P. latispina	*C. unilateralis*	–	+	–	–	–	–
P. militaris	*C. unilateralis*	+	+	+	–	–	+

ตารางที่ 1 เชื้อราที่ทำลายมดซึ่งรวบรวมได้จากป่าแหล่งต่าง ๆในประเทศการ์นา ช่วงปี 1972 (ต่อ)

มด	เชื้อรา	ชนิดของป่าที่ทำการสำรวจ					
		Atewa		Bosuso		Kukurantumi	
		Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2
	Akanthomyces gracilis	+	–	–	–	–	–
	Dermatiaceae sp.	–	+	–	–	+	+
P. monista	*Cordyceps unilateralis*	–	+	–	–	–	–
P. revoili	*C. unilateralis*	–	+	–	–	–	–
	Dermatiaceae sp.	–	–	–	–	+	–
Myrmicinae							
Crematogaster Bequaerti	*Akanthomyces gracilis*	–	+	–	+	–	–
	Pseudogibellula formicarum	–	+	–	+	–	–
	Hymenostilbe sp.	–	+	–	+	–	–
	Sporothrix formicarum	–	+	–	+	–	–
	Stilbum sp. 2	–	+	–	+	–	–
	Tilachlidium sp. 1	–	–	–	+	–	–
C. clariventris	*Hymenostilbe* sp. 1	–	–	–	–	+	–
	Stilbum sp. 2	–	–	–	–	+	–
C. striatula	*Akanthomyces gracilis*	+	+	–	–	–	–
	Pseudogibellula formicarum	+	+	–	+	–	–
	Hymenostilbe sp. 1	+	+	+	+	+	+
	Sporothrix formicarum	–	+	–	–	–	–
	Paecilomyces fumosoroseus	–	–	+	–	–	–
	Stilbum sp. 2	+	+	–	+	–	–
Crematogaster sp. (near *gabonensis*)	*Hirsutella? liberiana*	–	–	–	+	=	=
	Hymenostilbe sp. 1	–	–	–	+	–	–
Macromischoides Aculeatus	*Akanthomyces gracilis*	–	–	–	+	–	–
	Pseudogibellula formicarum	+	–	–	+	–	–
	Hymenostilbe sp. 1	+	–	+	+	+	+
	Stilbum sp. 2	–	–	–	+	–	–
M. inermis	*Akanthomyces gracilis*	–	+	–	–	–	–
	Gliocladium (Clonostachys) sp.	–	+	–	–	–	–
	Hirsutella? Liberiana	–	+	–	–	–	–
	Hymenostilbe sp. 1	–	+	–	–	–	–
	Verticillium nodulosum	–	+	–	–	–	–

ตารางที่ 1 เชื้อราที่ทำลายมดซึ่งรวบรวมได้จากป่าแหล่งต่าง ๆในประเทศการ์นา ช่วงปี 1972 (ต่อ)

มด	เชื้อรา	ชนิดของป่าที่ทำการสำรวจ					
		Atewa		Bosuso		Kukurantumi	
		Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2
	Sporothrix formicarum	-	+	-	-	-	-
	Pseudogibellula formicarum	-	+	-	-	-	-
	Stilbum sp. 2	-	+	-	-	-	-
	Tilachlidium sp. 1	-	+	-	-	-	-

Q1 = พื้นที่ 5 x 4 ตารางเมตร ที่สุ่มสำรวจซ้ำที่ 1
Q2 = พื้นที่ 5 x 4 ตารางเมตร ที่สุ่มสำรวจซ้ำที่ 2
ที่มา: ดัดแปลงจาก Evans (1974)

ตารางที่ 2 เชื้อราที่ทำลายแมลงและสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังชนิดอื่น ๆ ซึ่งรวบรวมได้จากป่าแหล่งต่าง ๆ ในประเทศการ์นา ในช่วงปี 1972

อาร์โทรปอด	เชื้อรา	ชนิดของป่าที่ทำการสำรวจ					
		Atewa		Bosuso		Kukurantumi	
		Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2
Coleoptera							
Curculionidae spp.	*Beauveria bassiana*	+	-	+	+	-	-
Scolytidae sp.	*B. bassiana*	-	-	-	-	+	-
Cantharidae sp.	*Paecilomyces amoeneroseus*	-	-	-	+	-	-
Chrysomelidae sp.	*Hirsutella* sp.	-	-	-	+	-	+
Brenthidae sp.	*P. amoeneroseus*	-	+	-	-	-	-
Coleoptera larvae	*Akanthomyces gracilis*	+	-	-	-	-	-
Coleoptera larva	*Paecilomyces* sp. nov. 1	-	-	+	-	-	-
Diptera							
Culicidae spp.	*Entomophthora* spp.	+	+	+	+	+	+
	Paecilomyces fumosoroseus	+	-	-	-	-	-
Muscidae sp.	*Cordyceps (Hymenostilbe) Dipterigena*	-	-	-	+	-	-
Heteroptera							
Cydnidae : *Aethus* sp.	*Insecticola* sp.	-	+	-	-	-	-
Reduviidae sp.	*Cordyceps* sp.	-	+	-	-	-	-

ตารางที่ 2 เชื้อราที่ทำลายแมลงและสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังชนิดอื่น ๆ ซึ่งรวบรวมได้จากป่าแหล่งต่าง ๆ ในประเทศกาน่า ในช่วงปี 1972 (ต่อ)

อาร์โทรปอด	เชื้อรา	ชนิดของป่าที่ทำการสำรวจ					
		Atewa		Bosuso		Kukurantumi	
		Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2
	Torrubiella-Cephalosporium sp.	+	–	–	–	–	–
Homoptera							
Cercopidae spp.	*Cordyceps? Superficialis*	+	–	–	–	–	–
	Torrubiella-Sporotrichum sp.	–	–	–	–	+	–
	Hymenostilbe sp.	–	–	+	–	+	–
Coccidae spp.	*Aschersonia? Flavescens*	–	+	+	+	+	+
	Aschersonia sp.	–	–	–	–	+	–
	Verticillium lecanii	+	–	–	–	–	–
	Torrubiella lecanii	+	–	–	–	–	–
	T. luteorostrata	–	+	–	+	–	–
	T. rubra	+	+	+	+	+	+
	Torrubiella sp. 1	–	–	+	–	+	+
	sp. 2	–	+	–	+	–	–
	sp. 3	–	–	+	–	–	+
	Verticillium zeylanicum	–	–	+	+	+	+
Fulgoridae sp.	*Cordyceps-Hymenostilbe* sp.	+	–	–	–	–	–
Jassidae spp.	*Hymenostilbe lecaniicola*	–	–	–	–	+	+
	Sporotrichum sp.	–	–	–	+	–	+
Hymenoptera							
Vespidae larvae	*Cordyceps* sp.	–	–	–	+	–	–
Lepidoptera							
Heterocera : Moths	*Akanthomyces pistillariiformis*	–	+	+	–	–	–
	Cordyceps tuberculata	–	+	+	–	–	–
	Torrubiella-Verticillium sp.	–	–	+	+	–	–
Psychidae larva	*Cordyceps-Paecilomyces sp.*	–	–	–	–	+	–
General larvae/pupae	*Akanthomyces gracilis*	+	–	–	+	–	–
	Paecilomyces amoeneroseus	–	+	–	+	–	–
	P. farinosus	–	–	–	+	–	–
	P. tenuipes	–	–	+	+	–	–
	Paecilomyces sp. nov. 2	+	–	–	+	–	–

ตารางที่ 2 เชื้อราที่ทำลายแมลงและสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังชนิดอื่นๆ ซึ่งรวบรวมได้จากป่าแหล่งต่างๆ ในประเทศการ์นา ในช่วงปี 1972 (ต่อ)

อาร์โทรปอด	เชื้อรา	ชนิดของป่าที่ทำการสำรวจ					
		Atewa		Bosuso		Kukurantumi	
		Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2
	Paecilomyces sp. nov. 3	–	–	+	+	–	–
	Spicaria sp.	–	+	–	–	–	–
Arachnida							
Araneida spp.	*Torrubiella arachnophila*	+	+	–	+	–	+
	T. flava	+	+	–	+	–	–
	Akanthomyces aranearum	–	–	–	+	+	–
	A. arachnophila	+	–	–	+	–	–
	Cephalosporium sp.	+	+	–	+	–	–
	Gibellula alata	–	–	–	–	–	+
	G. leiopus	+	+	–	+	+	+
	G. pulchra	+	+	+	+	+	+
	Gonatorrhodiella coccorum	+	–	–	+	–	+
	Hirsutella sp.	–	–	–	+	–	–
	Nomuraea sp.	–	+	–	+	–	–
	Paecilomyces farinosus	–	–	–	+	–	–
	Paecilomyces sp.	–	–	–	+	–	–
	?Synnematium sp.	–	–	–	+	–	–
	Verticillium hemipterigenum	+	–	–	–	–	–

Q1 = พื้นที่ 5 x 4 ตารางเมตร ที่สุ่มสำรวจซ้ำที่ 1
Q2 = พื้นที่ 5 x 4 ตารางเมตร ที่สุ่มสำรวจซ้ำที่ 2
ที่มา: ดัดแปลงจาก Evans (1974)

และปีถัดมา Samson และ Evans ได้รายงานลักษณะของเชื้อรา *C. dipterigena* ที่เจริญบนตัวแมลงว่ามี stroma เป็นคู่ มีสีครีมเกิดขึ้นทางด้านข้างของอก (Evans, 1982) นอกจากนั้นในปีเดียวกันนี้ Samson และ Evans ยังรายงานการพบเชื้อรา *Cordyceps* อีกหลายชนิดที่พบเป็นครั้งคราวกับพวกกลุ่มมวนลำไยและมวนเพชฌฆาตที่อยู่ในดินและกองใบไม้บนพื้นดินในป่าอะเมซอน ขณะที่ *C. nutans* พบว่ามีการระบาดกับมวนแดงและมวนแดงฝ้ายในประเทศการ์นา (Evans, 1982) สำหรับในปี 1982 Samson และ Brady ยังได้อธิบายถึง *Akanthomyces novoguineensis* ซึ่งเป็นชนิดที่ 3 ที่พบบนแมลงจากป่าปัวนิวกินี (Hywel-Jones, 1996) สำหรับเชื้อ *Entomophthora* นั้นจะพบได้มากและทั่วไปในแมลงสองปีกที่มีขนาดเล็ก ในชั้นของไม้พุ่มของ

ป่าอะเมซอน ซึ่งเป็นตัวอย่างหนึ่งของเชื้อ *Entomophthora* ที่มีรายงานในป่าเขตร้อน (Evans, 1982)

สำหรับสกุลเชื้อราที่ทำให้เกิดโรคกับสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังทั้งหมด ซึ่งทราบจำนวนชนิดในแต่ละสกุลดังกล่าวนั้น ปรากฏในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ชนิดของเชื้อราสาเหตุโรคแมลงที่มีรายงานในโลก

สกุล	จำนวนชนิด (species)
Lower fungi	
Chytridiomycota-Chytridiales	
Coelomycidium	1
Myriophagus	1
Chytridiomycota-Blastocladiales	
Coelomomyces	25
Oomycota-Lagenidiales	
Lagenidium	21
Oomycota-Saprolegniales	
Leptolegnin	5 or 6
Couchia	
Zygomycota-Entomophthorales	
Conidiobolus	27
Entomophaga	6
Entomophthora	82
Erynia	25
Massospora	11
Meristracum	1
Neozygites	8
Strongwellsea	2
Zygomycota-Mucorales	
Sporodiniella	1
Mycelia sterilia	
'Aegerita'	10
Higher fungi	
Ascomycota	
Ascosphaera	6
Calonectria	7

ตารางที่ 3 ชนิดของเชื้อราสาเหตุโรคแมลงที่มีรายงานในโลก (ต่อ)

สกุล	จำนวนชนิด (species)
Cordycepioideus	1
Cordyceps	100
Hypocrella	30

ที่มา: Hawksworth และคณะ (1983, อ้างโดย Hywel-Jones, 1997)

สำหรับรายงานการศึกษาสำรวจในปี 2001 นั้น Hywel-Jones ได้กล่าวถึงการสำรวจที่สำคัญเกี่ยวกับเชื้อราที่ทำลายแมลง โดยมีการศึกษาที่ศรีลังกา โดย Petch ในช่วงระหว่างปี ค.ศ. 1920-1929 ในญี่ปุ่น โดย Kobayasi ในช่วงระหว่างปี ค.ศ. 1930 - 1980, ในคองโก โดย Moureau ในช่วงระหว่างปี 1940 และที่การ์นา โดย Evans ในช่วงระหว่างปี 1970 และเมื่อเร็วๆ นี้ได้มีการสำรวจอย่างยาวนานที่ไต้หวันและเกาหลี จากผลงานที่มีการศึกษามาทั้งหมดจึงเป็นบรรทัดฐานที่สามารถนำมาใช้ศึกษาและเปรียบเทียบกับประเทศไทยต่อไป

4. การศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของเชื้อราที่ทำลายแมลงและแมงมุมในประเทศไทย

เชื้อราเป็นจุลชีพที่มีความหลากหลายชนิด ซึ่ง Hawksworth ในปี คศ.1991 ได้ประมาณว่าเชื้อราที่รู้จักและพบทั่วโลกมีประมาณ 69,000 ชนิด ซึ่งใน ค.ศ. 1982 Schumacher ได้รายงานว่าเชื้อราในประเทศไทยยังเป็นที่รู้จักกันน้อยมาก ต่อมาได้มีรายงานโดย Hywel - Jones ระหว่างปี 1989 ถึงปัจจุบัน ว่ามีการค้นพบเชื้อราที่ทำลายแมลงในประเทศไทยประมาณมากกว่า 300 ชนิด และในจำนวนนี้เป็นเชื้อราที่พบใหม่ 31 ชนิด คิดเป็น 10% ของจำนวนเชื้อราที่พบทั้งหมดในโลก (Hywel-Jones, 1997)

4.1 แหล่งที่พบและสภาพนิเวศของเชื้อราที่ทำลายแมลง

Hywel-Jones และ Evans (1993) ได้รายงานว่าพบเชื้อ *Hypocrella discoidea* ที่บริเวณเหนือน้ำตกเหวสุวัดและเหวนรก ในปีเดียวกันนี้ได้มีรายงานถึงการกระจายตัวของเชื้อทั้ง 2 ระยะของ *Torrubiella luteorostrata* และ *Paecilomyces cinnamomeus* ซึ่งพบทั้งปีและบางส่วนใน ฤดูร้อน teleomorph จะพบในระหว่างเดือนพฤษภาคม และพฤศจิกายน ซึ่งเป็นช่วงฤดูฝน ส่วน anamorph จะพบตอนเริ่มต้นและสิ้นสุดฤดูฝน sterile form มีการพบในช่วงเดือนสิงหาคม ถึงมกราคม ส่วนช่วงฤดูร้อนจะไม่พบเชื้อราชนิดนี้ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะเชื้อราชนิดนี้มีการพักตัวจากสภาพแวดล้อม โดยอยู่ในตัวแมลงและใช้ตัวแมลงเป็นเกราะบังจากความแห้งแล้ง (Hywel-Jones, 1993)

ต่อมา Hywel-Jones (1995) ได้บันทึกว่าเชื้อ *Cordyceps sphecocephala* และ *Hymenostilbe* sp. ทั้งหมดที่พบจะอยู่บริเวณเศษใบไม้ชื้นที่ทับถมในฤดูฝนระหว่างเดือนพฤษภาคม – ตุลาคม ที่ระดับความสูง 100 และ 1600 เมตร จากระดับน้ำทะเลและพบทั้งในป่าดิบชื้นในมรสุมเขตร้อน ณ อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ ป่าผลัดใบ ในมรสุมเขตร้อน ณ เขาสามหลัน และป่าดิบเขา ณ ดอยอินทนนท์

สำหรับในปี ค.ศ. 1997 มีรายงานว่าในการสำรวจเชื้อราที่ทำลายแมลงในประเทศไทยและได้มีการสำรวจพบเชื้อ *Torrubiella* กับเพลี้ยจักจั่นในวงศ์ Cicadellidae อยู่เสมอๆ ซึ่งเป็นการยืนยันให้เห็นว่าเชื้อ *Torrubiella hemipterigena* มีความสัมพันธ์กับเชื้อ *Verticillium hemipterigenum* ซึ่งเป็นระยะ anamorph (Hywel-Jones et al., 1997)

ในเวลาต่อมา Hywel-Jones (2001) รายงานว่า ได้มีการศึกษาถึงเชื้อราสาเหตุของโรคของอาร์โทรปอดในประเทศไทยมายาวนานที่สุดและจัดว่าเป็นการสำรวจเกี่ยวกับเชื้อราที่สมบูรณ์ที่สุด โดยได้ดำเนินการศึกษาที่เขาใหญ่มากกว่า 5 ปี ติดต่อกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งระหว่างปี 1989 – 1995 โดยพื้นที่ที่ทำการสำรวจเป็นพื้นที่ที่ถูกรบกวนหรือถูกทำลาย เนื่องจากพื้นที่ป่าถูกรบกวนจะมีผลทำให้จำนวนประชากรของแมลงและความหลากหลายของเชื้อราลดลง เห็นได้อย่างเด่นชัดว่าป่าที่มีการตัดแล้วปลูกใหม่ แม้จะปลูกมาแล้วมากกว่า 100 ปีก็ตาม ก็ยังพบว่าความหลากหลายของเชื้อราที่ทำให้เกิดโรคกับสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังยังคงมีอยู่ในปริมาณที่น้อยมาก ทั้งนี้เพราะว่าไปมีผลกับปริมาณชนิดและความหลากหลายของประชากรแมลงในป่า ดังนั้นเชื้อราแมลงก็จะสูญหายไปตามปริมาณของแมลงที่ลดลง

ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (BIOTEC) และโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย (BRT, ม.ป.ป.) รายงานว่า แหล่งที่สามารถพบเชื้อราทำลายแมลงนั้นพบได้ทั่วไปในป่าธรรมชาติ หรือแม้กระทั่งในสวนผลไม้และไร่นา โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสภาพป่าที่มีความอุดมสมบูรณ์มากเท่าไหร่โอกาสที่จะพบ จำนวนชนิด และความหลากหลายของเชื้อราทำลายแมลงก็เพิ่มมากขึ้น ในทางกลับกันถ้าสภาพป่าที่มีการบุกรุกทำลายหรือถูกรบกวนมากยิ่งขึ้นเท่าใด โอกาสที่จะพบเชื้อราทำลายแมลงก็จะลดน้อยลงไป ทั้งนี้สืบเนื่องมาจากสภาพแวดล้อม ณ แหล่งนั้น ได้สูญเสียความสมดุลไป นอกจากนั้นโอกาสที่จะพบเชื้อราทำลายแมลงชนิดใดนั้นขึ้นอยู่กับแมลงแต่ละชนิดว่ามีสภาพความเป็นอยู่อย่างไร สามารถแบ่งตามลักษณะการพบเชื้อราทำลายแมลงได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ ดังนี้คือ

4.1.1 บนพื้นดิน โดยพบว่าเชื้อราจะสร้างโครงสร้างที่ผลิตสปอร์ (stroma) ชูขึ้นมาเหนือพื้นดิน ซึ่งเชื้อราที่ทำลายแมลงในกลุ่มนี้ส่วนใหญ่จะพบในฤดูฝน เนื่องจากต้องการความชื้นในปริมาณที่สูงเพื่อการเจริญเติบโตต่อไป เช่น

4.1.1.1 ตัวอ่อนจักจั่น ซึ่งเป็นแมลงที่อาศัยอยู่ใต้พื้นดิน เชื้อราจะเจริญในตัวแมลงแล้วสร้างเส้นใยอัดรวมกันเป็นก้าน เจริญผ่านชั้นของผิวดิน ชูก้านออกมาพร้อมกับการสร้าง สปอร์ที่ส่วนบนเพื่อการแพร่พันธุ์ สำหรับการศึกษาของ Hywel-Jones (1997) พบว่า ที่

ป่าดิบชื้นที่เขาใหญ่และในป่าฝนที่เขาหลวงทางภาคใต้ของประเทศไทย พบเชื้อ *Hirsutella nivea* บนเพลี้ยจักจั่นขนาดใหญ่ (ความยาว 12 มม.) โดยที่เขาใหญ่จะพบเฉพาะในฤดูหนาว เมื่อมีฝนตก และอุณหภูมิต่ำในช่วงเดือนมกราคมและกุมภาพันธ์ และที่เขาหลวงพบในเดือนพฤษภาคมระหว่างช่วงฤดูร้อน

4.1.1.2 แมลงที่อาศัยอยู่ตามผิวหน้าดินขึ้นไป แมลงที่มีถิ่นที่อยู่ตามผิวหน้าดินนี้ เช่น มด ต่อ และแตน ซึ่งจะพบเชื้อรากลุ่มนี้ตามผิวหน้าดินเช่นเดียวกัน โดยที่ก้านของเชื้อราไม่ได้เจริญผ่านชั้นดินขึ้นมา แต่จะเจริญผ่านชั้นของใบไม้ที่ปกคลุมแมลงอยู่ เพื่อชูก้าน synnema ขึ้นมาในการแพร่พันธุ์ต่อไป ซึ่งตัวอย่างของเชื้อราที่ทำลายแมลงที่พบบนแมลงต่าง ๆ ในลักษณะนี้ ได้แก่ *Cordyceps irangiensis* บนมด, *C. sphecocephala* บนต่อแตน, *C. nutans* บนมวน และ *C. brunneapunctata* บนตัวอ่อนของด้วง ส่วนบนพื้นป่าที่มีเศษใบไม้ผุชื้นมักพบเชื้อรา *Cordyceps* เจริญอยู่บนตัวอ่อนของแมลงจำพวกต่อ แตน ในอันดับ Hymenoptera และผีเสื้อในอันดับ Lepidoptera (เลขา, 2543; สมศักดิ์, 2544)

4.1.2 บนส่วนต้นพืช สามารถพบเชื้อราในกลุ่มนี้ได้ตลอดทั้งปี เนื่องจากเชื้อราในกลุ่มนี้ส่วนใหญ่มีขนาดเล็กและต้องการปริมาณความชื้นน้อย อีกทั้งยังขึ้นกับวงจรชีวิตของแมลงชนิดนั้น ๆ โดยส่วนใหญ่พบเชื้อราในกลุ่มนี้ตามใต้ใบไม้ ทั้งนี้เนื่องจากแมลงจะอาศัยใต้ใบไม้เพื่อการพรางตัวเองจากศัตรู อีกทั้งยังเป็นการกำบังตัวเองจากสภาพแวดล้อม เช่น แสงแดด และ ฝน เป็นต้น ซึ่งได้แก่ *Aschersonia placenta* บนเพลี้ยหอยที่อาศัยอยู่ตามใต้ใบไม้ *C. unilateralis* บนมดที่อาศัยอยู่ตามใต้ใบไม้ *C. tuberculata* บนผีเสื้อกลางคืนที่เกาะอยู่ตามใบไม้ และ *C. dipterigena* บนแมลงวันที่เกาะอยู่ตามกิ่งไม้ และใบไม้ (สมศักดิ์, 2544) ส่วน Hywel-Jones และ Evans (1993) ได้บันทึกว่าพบ *Hypocrella discoidea* (ระยะ teleomorph) และ A. *samoensis* (anamorph) ได้ทั่วไปที่ใต้ใบ *Ctenolophon* spp. (Zingiberaceae) ซึ่งเป็นพืชที่อยู่ในระดับพื้นล่างของป่าดิบชื้น ป่าฝน แต่ไม่พบในป่าผลัดใบ บางครั้งก็พบตัวอย่างอยู่ผิวด้านหลังใบของพืชเหล่านี้ และในปีเดียวกันนี้ Hywel-Jones พบเชื้อ *Torrubiella luteorostrata* และ *Paecilomyces cinnamomeus* เป็นครั้งแรกในประเทศไทย โดย *Torrubiella* จะพบในช่วงฤดูฝน ในขณะที่ *Paecilomyces* ซึ่งเป็นระยะ anamorph จะพบในช่วงเริ่มต้นและสิ้นสุดฤดูฝน ซึ่งในฤดูร้อนจะไม่พบเชื้อนี้ อาจเป็นเพราะเชื้อราจะพักตัวจากสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม โดยจะอยู่ในตัวแมลงซึ่งเป็นเกราะกำบังจากความแห้งแล้ง จะพบน้อยในเขตเอเชีย ในประเทศไทยพบที่อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ บริเวณน้ำตกเหวนรก น้ำตกเหวสุวัต มอสิงโต แม่น้ำลำตะคอง ซึ่งตัวอย่างทั้งหมดที่ได้พบว่าเข้าทำลายเพลี้ยหอยอันดับ (order) Homoptera ที่อาศัยอยู่ด้านล่างของพืชใบเลี้ยงคู่ และจากการศึกษาสำรวจที่เขาใหญ่ โดยเริ่มสำรวจในปี พ.ศ. 2532 กลุ่มเชื้อราที่พบบ่อยบริเวณด้านล่างของใบพืชได้แก่ เชื้อ *Hypocrella* ซึ่งทำลายเพลี้ยหอยเพลี้ยแป้งที่ยังอ่อนอยู่ เชื้อรา *Gibellula* spp. พบบนแมงมุม (เลขา, 2543) นอกจากนี้ตามซากใบไม้ที่ทับถมกันหรือบนใบไม้สดในป่ายังพบเชื้อ *Hymenostilbe* บนตัวอ่อนแมลงสาบที่ถูกทำลายและถูกเบียน

ซึ่งจัดเป็นเชื้อชนิดใหม่ของ *Hymenostilbe* ซึ่งสำรวจพบในเดือนพฤศจิกายน ปี 1991 จากอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ ต่อมาในเดือนตุลาคม 1994 ได้พบตัวอย่างที่เชื้อราชนิดนี้อีกบนแมลงสาบในป่าทางตอนเหนือของประเทศไทย (Hywel-Jones, 1995)

ต่อมาได้มีการศึกษาและรายงานว่าเชื้อราที่มีความสัมพันธ์กับสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังที่พบในป่าดิบชื้นในเมืองไทย ซึ่งพบบ่อยบนแมงมุมที่มีขนาดเล็ก โดยพบในป่าตามใต้ใบไม้ของต้นไม้ที่มีชีวิต (Hywel-Jones, 1996)

4.2 ความหลากหลายทางชีวภาพของเชื้อราที่ทำลายแมลงและแมงมุม

Hywel-Jones (1993, อ้างโดย เลขา, 2543) รายงานการสำรวจและศึกษาเชื้อราที่ทำลายแมลง ณ อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ โดยเริ่มสำรวจในปี พ.ศ. 2532 สำหรับเชื้อราที่พบบ่อยบริเวณด้านล่างของใบพืชได้แก่ *Hypocrella* spp. ทำลายกลุ่มเพลี้ยหอยเพลี้ยแป้ง ส่วนบนพื้นป่าที่มีเศษใบไม้ผุชื้นมักพบเชื้อรา *Cordyceps* spp. เจริญอยู่บนตัวหนอนของผีเสื้อในอันดับ Lepidoptera และแมลงจำพวกต่อแตน ในอันดับ Hymenoptera ส่วนตามพื้นดินจะพบเชื้อรา *Cordyceps* spp. ซึ่งทำลายตัวอ่อนของปลวกในอันดับ Isoptera และแมลงในอันดับ Coleoptera

นอกจากนั้นจากข้อมูลของ Hywel-Jones และ Evans (1993) ที่ว่า *H. discoidea* เป็นเชื้อชนิดหนึ่งที่พบมากโดยทั่วไปของเชื้อราที่ทำลายแมลงในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ เช่นเดียวกับที่พบบนแมลงที่ดูดกินพืชตระกูลขิง ใน submontane forest ในมาเลเซีย ซึ่งระยะ anamorph ของเชื้อจะพบได้ตลอดปี นอกจากเดือนกุมภาพันธ์ มีนาคม และเมษายน เนื่องจาก 3 เดือนนี้เขาใหญ่จะมีความแห้งแล้งมากที่สุด (ฤดูฝนเริ่มจากเดือน พฤษภาคม – ตุลาคม / พฤศจิกายน ส่วนฤดูหนาวช่วงเดือน พฤศจิกายน – กุมภาพันธ์ สำหรับฤดูร้อนอยู่ในช่วงเดือน กุมภาพันธ์ – พฤษภาคม) ซึ่งจะพบระยะ teleomorph ช่วงเดือน มิถุนายน – มกราคม โดยแมลงอาศัยมักจะถูกเชื้อราทำลายอย่างสมบูรณ์

นอกจากนั้นมีการบันทึกของ Parkin (1906, อ้างโดย Hywel-Jones and Evans, 1993) ถึงเชื้อ *Aschersonia* ทำลายแมลงหวี่ขาว (*Aleyrodes* sp.) บนพืช *Zingiber*, *Diospyros* และ *Memecylon* ประเทศศรีลังกา ซึ่งเชื้อราสกุลนี้แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มย่อย ขึ้นอยู่กับการมีหรือไม่มี paraphysis ชนิดที่ไม่มี paraphysis เจาะจงอยู่กับแมลงอาศัยพวกเพลี้ยหอย (วงศ์ Lecaniidae) ขณะที่ชนิดที่มี paraphysis จะพบกับแมลงหวี่ขาว (วงศ์ Aleyrodidae) อย่างไรก็ตาม ก็ยังต้องการการศึกษาเพิ่มเติมในเวลาต่อมา Hywel-Jones (1995) ได้บันทึกไว้ว่า *Cordyceps sphecocephala* และ *Hymenostilbe* sp. ได้มีการบันทึกว่าพบบนตัวของต่อแตนและผึ้ง ซึ่งอยู่ในอันดับ Hymenoptera ในป่าธรรมชาติของไทยซึ่งศึกษาโดยการแยกจากส่วนของ hyphal body, ascus, part – spore และจาก conidium รวมทั้งได้มีการบรรยายถึงความสัมพันธ์ที่เป็นไปได้ของเชื้อราทั้ง 2 ชนิดนี้ ซึ่งข้อมูลเหล่านี้ได้นำมาเปรียบเทียบกับข้อมูลอื่น ๆ ที่ได้มีการบันทึกไว้ทั่วโลก สำหรับการศึกษาของ Mains ปี 1958 นั้นได้สังเกตตัวอย่างที่ได้จากประเทศไทยในหลาย ๆตัวอย่างที่รวบรวมไว้จากต่างเขตภูมิศาสตร์ พบว่า *C. sphecocephala* นั้นมี

ลักษณะสัณฐานวิทยาผันแปรตามเขตภูมิศาสตร์ แต่เมื่อตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์ พบว่าไม่มีความแตกต่าง ในขณะที่การศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์พบว่า เชื้อ *C. sphecocephala* ที่พบในไทยมีความแปรปรวนน้อย แต่มีความแตกต่างมากในแง่ของรูปร่างและขนาดของ fertile head และผลการศึกษาจากประเทศไทยสรุปว่า ตัวอย่างที่แก่แล้ว ขนาดของแมลงอาศัย สภาพสิ่งแวดล้อมที่เชื้อเจริญอยู่ เช่น ความชื้น การถูกทำลายแล้วกลับมาเจริญใหม่ ล้วนแล้วแต่เป็นปัจจัยที่มีผลต่อการสร้าง fertile head ของเชื้อ (Hywel-Jones, 1995)

ต่อมา Hywel-Jones (1996) ได้สรุปไว้ว่ามีเชื้อ *Akanthomyces* 3 ชนิดซึ่งหายากได้แก่ *A. arachnophilus* , *A. aranearum* และ *A. novoguineensis* ซึ่งทำลายแมงมุมและสามารถพบในป่าหลายๆ ประเภทในประเทศไทย และมีอีก 3 ชนิดซึ่งเป็นชนิดใหม่ ได้แก่ *A. koratensis*, *A. cinereus* และ *A. websteri* และในปีต่อมาได้มีการบรรยายถึงลักษณะของเชื้อ *Hirsutella versicolor*, *H. citriformis* และ *H. nivea* ซึ่งพบบนแมลงอันดับ Homoptera ในประเทศไทย และพบว่า *H. versicolor* ปกติจะอยู่รวมกับ *Torrubiella pruinosa* (ascomycete) และสามารถแยกเชื้อได้จาก ascospore สำหรับเชื้อ *H. citriformis* ไม่มีความสัมพันธ์กับ teleomorph แต่ประสบความสำเร็จในการแยกเชื้อให้บริสุทธิ์ได้ โดยการแยกจาก conidium แต่เชื้อ *H. nivea* นั้นไม่อยู่รวมกับ teleomorph และไม่สามารถแยกเชื้อให้บริสุทธิ์ได้ (Hywel-Jones,1997)

Hywel-Jones (1997) รายงานถึงการค้นพบเชื้อราสาเหตุโรคแมลงจำนวนมากกว่า 200 ชนิด ซึ่งเชื้อราจำนวนมากในกลุ่มนี้อาจจะเป็นชนิดที่พบใหม่ และที่สามารถจำแนกชื่อในระดับชนิดมี 81 ชนิด ที่เหลืออีก 127 ชนิด อาจเป็นชนิดใหม่ ส่วนเชื้อ *Cordyceps* นั้นจัดเป็นตัวแทนที่ดีของเชื้อราที่ทำลายแมลง จากการศึกษาและรวบรวมในระหว่างปี 1989 - 1993 พบเชื้อ *Cordyceps* 42 ชนิด โดยส่วนใหญ่พบกับแมลงบริเวณส่วนของต้นพืชที่อยู่เหนือดิน ส่วนในปี 1994 พบเชื้อ *Cordyceps* ชนิดใหม่จำนวน 20 ชนิด ดังนั้นในระยะเวลา 6 ปี สามารถตรวจพบเชื้อ *Cordyceps* มากถึง 62 ชนิด ในจำนวนนี้มีการให้ชื่อในระดับชนิดจำนวน 12 ชนิด (ตารางที่ 4) โดยเป็นชนิดใหม่ 3 ชนิด และส่วนที่เหลืออีก 50 ชนิด คาดว่าอาจจะใหม่ต่อวงการวิทยาศาสตร์

ตารางที่ 4 เชื้อรา *Cordyceps* spp. ที่มีการค้นพบในประเทศไทยระหว่างปี 1989 - 1994

ชนิด	อันดับของแมลงอาศัย
C. brunneapunctata	Coleoptera
C. cylindrica	Araneae - แมงมุม
C. dipterigena	Diptera
C. irangiensis	Hymenoptera- มด
C. khaoyaiensis	Lepodoptera - ระยะหนอน

ตารางที่ 4 เชื้อรา *Cordyceps* spp. ที่มีการค้นพบในประเทศไทยระหว่างปี 1989 - 1994 (ต่อ)

ชนิด	อันดับของแมลงอาศัย
C. myrmecophila	Hymenoptera - มด
C. nutans	Hemiptera
C. pseudolloydii	Hymenoptera - มด
C. pseudomilitaris	Lepidoptera - ระยะหนอน
C. sphecocephala	Hymenoptera - ต่อแตน / ผึ้ง
C. tuberculata	Lepidoptera - ระยะตัวเต็มวัย
C. unilateralis	Hymenoptera - มด

ที่มา: Hywel-Jones (1997)

จากการศึกษาเชื้อรา *Cordyceps* โดย Hywel-Jones (1997) พบว่า มีจำนวน 23 ชนิด บนแมลงในอันดับ Lepidoptera ซึ่ง *C. tuberculata* พบในระยะตัวเต็มวัยของผีเสื้อกลางคืนที่อยู่ตามส่วนของต้นไม้ที่อยู่เหนือพื้นดิน และเชื้อที่เหลือนั้นพบในระยะตัวหนอนหรือระยะดักแด้ที่อยู่ในดิน หรือที่พบตามเศษใบไม้ที่ทับถมกันอยู่บนดิน เชื้อราบางชนิดหาได้ยากหรือมีการกระจายตัวในวงจำกัด เช่น *C. khaoyaiensis* มีการสำรวจพบเพียง 1 ตัวอย่างเท่านั้น ที่หนอนผีเสื้อที่อยู่ในกองเศษใบไม้ (แต่ต่อมาได้บันทึกไว้ว่าพบมากกว่า 2 ตัวอย่าง สำหรับเชื้อ *C. khaoyaiensis*) สำหรับ *C. pseudomilitaris* แม้ว่าจะพบมีจำนวนหลายตัวอย่าง แต่ก็พบได้ในสถานที่เฉพาะเท่านั้นที่อุทยานแห่งชาติเขาสามหลั่น สำหรับเชื้อ *Hypocrella* และ *Torrubiella* พบมากในระยะตัวอ่อนของแมลงในกลุ่มเพลี้ยหอยเพลี้ยแป้ง ในขณะที่ *Cordyceps* จำนวน 9 ชนิด กลับพบเสมอกับตัวอ่อนของจักจั่นที่อาศัยอยู่ในดิน อีก 8 ชนิด ของ *Cordyceps* พบบนมดอันดับ Hymenoptera สำหรับ *C. sphecocephala* พบบ่อยบนต่อแตน และนอกจากนั้นยังพบอีก 6 ชนิดในแมลงอันดับ Coleoptera 4 ชนิดในแมงมุม 3 ชนิดในอันดับ Isoptera, 2 ชนิดในอันดับ Diptera มีเพียง 1 ชนิดเท่านั้นที่พบในอันดับ Hemiptera, Neuroptera และ Orthoptera เชื้อ *Cordyceps* ที่พบในประเทศไทยจำนวน 62 ชนิดนี้เทียบเท่าได้ 20% ของเชื้อ *Cordyceps* ทั้งหมดที่มีรายงานในโลก แสดงให้เห็นถึงความหลากหลายของเชื้อราในเขตร้อนนั้นมีอยู่ในระดับที่สูง

สมศักดิ์ (2544) รายงานว่า จากการศึกษาและสำรวจเชื้อราทำลายแมลงและแมงมุมที่ผ่านมาในประเทศไทย ณ เขตอุทยานแห่งชาติและเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า พบเชื้อราทำลายแมลงและแมงมุมประมาณ 280 ชนิด ตั้งแต่แมลงขนาดเล็กจนถึงแมลงขนาดใหญ่ ทั้งในกลุ่ม

แมลงอันดับ Coleoptera, Lepidoptera, Hymenoptera และ Diptera และรวมทั้งแมงมุม เป็นต้น โดยในจำนวนนี้ประมาณ 30 – 40 เปอร์เซ็นต์ เป็นเชื้อราทำลายแมลงชนิดใหม่ซึ่งยังไม่เคยมีรายงานการค้นพบจากที่ใดมาก่อนในโลกนี้ และหลายชนิดได้มีการตั้งชื่อไปแล้วดังปรากฏในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ตัวอย่างเชื้อราที่ทำลายแมลงและแมงมุมชนิดใหม่ที่ทำการสำรวจพบในประเทศไทย

ชนิด	แมลงอาศัย (host)
Akanthomyces cinereus	แมงมุม
A. koratensis	แมงมุม
A. websteri	แมงมุม
Cordyceps brunneapunctata	หนอนด้วง
C. khaoyaiensis	หนอนผีเสื้อ
C. pseudomilitaris	หนอนผีเสื้อ
Hirsutella nivea	เพลี้ยกระโดด
H. petchabunensis	หนอนผีเสื้อ
H. aurantiaca	มด
Hymensostilbe ventricosa	แมลงสาบ
Torrubiella petchii	เพลี้ยหอย
T. siamensis	เพลี้ยหอย

ที่มา: สมศักดิ์ (2544)

การศึกษาเชื้อราสาเหตุโรคสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในประเทศไทย ปี 1989 มีรายงานถึงเชื้อราที่เข้าทำลายพวกสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังน้อยกว่า 10 ชนิด ในปี 2544 มีรายงานถึง 313 ชนิด ซึ่งเป็นเชื้อราที่จัดอยู่ใน 2 ชั้นหลัก ๆ คือ Ascomycetes และ Zygomycetes สำหรับชั้น Ascomycetes ได้แก่ เชื้อในวงศ์ Clavicipitaceae จำนวน 6 สกุล (teleomorph) ซึ่งจำแนกได้ 131 ชนิด (45%) ในขณะที่ระยะ anamorph จำแนกได้ 163 ชนิด (55%) สำหรับในสกุล *Cordyceps* จำนวน 86 จากจำนวนที่พบ 282 ในประเทศไทย คิดเป็น 30% ของที่พบในโลก ส่วนสกุลของเชื้อราที่พบความหลากหลายมากสกุลต่อมาในประเทศไทย คือ *Torrubiella* ซึ่งพบจำนวน 24 ชนิด คิดเป็น 43% ของที่มีการสำรวจพบ สำหรับ *Hypocrella* พบ 16 ชนิด ซึ่งในจำนวนนี้พบเป็น anamorph จำนวน 12 ชนิด (75%) และ anamorph ทั้งหมดนี้คือ สกุล *Aschersonia* ในประเทศไทยเชื้อสกุล *Torrubiella* ซึ่งมีความสัมพันธ์กับสกุล *Engyodontium, Gibellula, Paecilomyces* และ *Verticillium* ส่วนสกุล *Cordyceps* นั้นจัดเป็นเชื้อที่มีแมลงอาศัย

กว้างมาก เนื่องจากพบ *Cordyceps* ในไทยเป็นจำนวนถึง 86 ชนิด ที่สามารถบ่งบอกชนิด host ซึ่งเป็นแมลงใน 8 อันดับ รวมทั้งแมงมุม และเชื้อราด้วยกันเอง ในทางตรงกันข้ามสกุล *Torrubiella* พบอยู่กับแมลงที่เป็น host เพียง 2 อันดับ คือ Hemiptera / Homoptera และ Lepidoptera รวมทั้งแมงมุม จากงานวิจัยของ Hywel-Jones (2001) นี้แสดงให้เห็นถึงการสำรวจเชื้อราที่ทำลายสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในป่าเขตร้อน ซึ่งเป็นการสำรวจที่ยาวนานและสมบูรณ์ที่สุดเกี่ยวกับเชื้อราเท่าที่เคยมีมาในประเทศไทยและในโลก

การกระจายของเชื้อราที่ทำลายสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในประเทศไทยพบว่ามีความหลากหลายชนิด และชนิดที่มีรายงานเป็นครั้งแรกมาจากอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่มากกว่าอุทยานแห่งชาติอื่น ๆ ในประเทศไทย (Hywel-Jones, 2001) ดังนี้

แหล่งเก็บข้อมูล	จำนวนข้อมูลตัวอย่างที่มีรายงานเป็นครั้งแรก
อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่	189
อุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์	25
อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว	17
อุทยานแห่งชาติแก่งกระจาน	13
เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคลองนาคา	9
อุทยานแห่งชาติเขาสอยดาว/เขาสะบาป	7
อุทยานแห่งชาติเขื่อนเขาแหลม	6
อุทยานแห่งชาติเขาสก	5

5. การนำเชื้อราที่ทำลายแมลงไปใช้ประโยชน์

5.1 ด้านการแพทย์และเภสัช

Evans (1982) กล่าวว่า ประโยชน์ของเชื้อ *Cordyceps* ที่มีต่อมนุษย์นั้น น่าจะเกิดจากสารที่ผลิตออกมา (metabolite) มากกว่าการนำเชื้อไปใช้โดยตรง สำหรับเชื้อราอื่นๆนั้น ยอดหทัย และคณะ (2544) ได้รายงานว่าเชื้อรา *Aschersonia tubulata* สามารถผลิตสารออกฤทธิ์ต้านเชื้อวัณโรคซึ่งเป็นสารในกลุ่ม Triterpenoids แต่ออกฤทธิ์ระดับปานกลาง ส่วนเชื้อ *Cordyceps unilateralis* ก็ผลิตสารที่ออกฤทธิ์ในระดับปานกลางเช่นกัน แต่มีฤทธิ์ต้านเชื้อมาลาเรีย โดยที่สารดังกล่าวเป็นสารพวก naphthoquinones นอกจากนั้นยังรายงานว่า *Paecilomyces tenuipes* ผลิตสารพวก cyclodepsipeptide ได้ ซึ่งมีฤทธิ์ต้านเชื้อมาลาเรียและวัณโรคได้ในระดับปานกลาง

สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างเชื้อราและแมลงที่ให้ผลผลิตจนเป็นที่ยอมรับอย่างแพร่หลายนั้น แม้ว่าจะมีเชื้อราเพียงไม่กี่ชนิดที่ได้นำมาใช้เป็นยารักษาโรคก็ตาม แต่ก็พบว่ามีเชื้อราที่น่าสนใจอย่างยิ่งคือ เชื้อราที่ทำลายหนอนผีเสื้อนั้นได้ถูกนำมาใช้ทำเป็นยามานานแล้ว ซึ่งใช้กัน

อย่างแพร่หลายเพื่อเป็นยาบำรุงและหรือเป็นยาซึ่งเชื่อกันว่าชาวจีนใช้มาเป็นเวลากว่า 1,000 ปี แล้ว เชื้อราที่ทำลายหนอนผีเสื้อที่เรียกเป็นภาษาจีนกลางว่า Dong chong xiz cao โดยชาวจีนเชื่อในช่วงแรกๆ ว่าเป็นตัวหนอน ต่อมาหลายปีหลังจากที่ได้มีการศึกษา พบว่าแท้ที่จริงแล้วเป็นโครงสร้างของเชื้อราที่สร้างขึ้นมาเพื่อขยายพันธุ์ (fruiting body) ของเชื้อ *Cordyceps sinensis* ซึ่งทำลายหนอนผีเสื้อกลางคืน *H. fabricius* โดยสปอร์ของเชื้อ *C. sinensis* จะเจริญภายในตัวหนอนจนมีเส้นใยเต็มอยู่ภายใน และเมื่อหนอนผีเสื้อตาย เชื้อราจะผลิตโครงสร้างของเชื้อราที่สร้างเพื่อขยายพันธุ์หรือผลิตสปอร์ จากนั้นสปอร์จะปลิวไปตามลมและเข้าทำลายหนอนผีเสื้อในชั่วรุ่นต่อไป ในปัจจุบันส่วนใหญ่ได้นำเชื้อราที่ทำลายหนอนผีเสื้อชนิดนี้มาใส่ในเป็ด หลังจากนั้นนำเป็ดไปต้มในน้ำร้อนหรือตุ๋นและให้คนป่วยกินน้ำซุป ซึ่งมีรายงานมาช้านานว่ามีประโยชน์ในทางยา บางคนเชื่อว่าเชื้อราที่ทำลายหนอนผีเสื้อ จะใช้รักษาวัณโรค อาการไอ โรคโลหิตจาง และอาการปวดหลังและเข่า โดยส่วนใหญ่จะใช้เป็นยาบำรุงกำลัง ช่วยเพิ่มความแข็งแรง ช่วยลดความเครียด ซึ่งถ้าหากงานทางด้านนี้ได้รับการสนับสนุนและค้นคว้าวิจัย เพื่อจำแนกถึงตัวยาที่ออกฤทธิ์โดยเชื้อรานี้อย่างเต็มที่ ก็อาจกลายเป็นยาสมัยใหม่ที่มีคุณค่าอย่างยิ่ง อย่างไรก็ตามนักวิทยาศาสตร์ก็ได้แยกและจำแนกสารประกอบได้หลายชนิดแล้ว เมื่อนำมาทำให้บริสุทธิ์และใช้เป็นยาในการต่อต้านโรคมะเร็งบางชนิดและโรคภูมิแพ้ตัวเองต่อไป (ตาม drugs to combat some types of cancer and lymphocytes (natural killer cells) (Ming Luk, 2002) มีหลักฐานว่าคนจีนใช้สมุนไพรจาก *Cordyceps* spp. มายาวนานกว่า 2000 ปี (Hywel-Jones, 2001) นอกจากนั้นยังได้รับความนิยมนำเชื้อรา *C. sinensis* ซึ่งเรียกเป็นภาษาจีนแต้จิ๋วว่า "ถั่งเฉ้า" มาผสมในอาหารเสริมจำพวกซุปไก่สกัด เป็นต้น และในปัจจุบันประเทศไทยได้ทำการศึกษาหาข้อมูลของเชื้อ *C. sinensis* โดยมีผู้พยายามเลี้ยงเชื้อราชนิดนี้ในหนอนผีเสื้อ แต่ยังไม่ประสบผลสำเร็จ "ถั่งเฉ้า" ซึ่งเป็นที่นิยมมากในประเทศจีนและมีราคาแพงมากซึ่งจัดเป็นสมุนไพรที่หายาก เพราะการเจริญของเชื้อชนิดนี้จะต้องอาศัยธรรมชาติที่มีความเหมาะสม กล่าวคือจะพบได้เฉพาะบนที่สูง อุณหภูมิต่ำ และสามารถเจริญได้กับหนอนรากหญ้าเท่านั้น ซึ่งหนอนชนิดนี้จะมีวงจรชีวิต 1-2 ปี ซึ่งคนจีนได้นำมาใช้เป็นยาอายุวัฒนะ ทำให้อายุยืน แก้โรคตับ เพิ่มภูมิคุ้มกันและเชื่อว่ายังช่วยเพิ่มสมรรถภาพทางเพศเป็นต้น วิธีการนำมาใช้ก็โดยการนำเชื้อที่ขึ้นบนตัวหนอนและนำตัวหนอนเหล่านี้มาทำให้แห้ง หลังจากนั้นนำไปตุ๋น ซึ่งจะมีสารออกฤทธิ์ที่สำคัญ คือ ไคตินและไคโตซาน (นิรนาม, 2542)

5.2 ด้านการเกษตร

เชื้อ *C. sinensis* ซึ่งเป็นเชื้อราที่ทำลายหนอนผีเสื้อ *H. fabricius* ซึ่งแมลงชนิดนี้เป็นแมลงศัตรูของทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ในภาคใต้ของประเทศจีน วงจรชีวิตของหนอนผีเสื้อปกติกินเวลานานถึง 1-2 ปี การใช้เชื้อรา *C. sinensis* เพื่อผลิตยาอาจได้ผลทางอ้อมในการควบคุมหนอนผีเสื้อศัตรูของทุ่งหญ้าได้ (Ming Luk, 2002)

ในสภาพธรรมชาติเชื้อราสาเหตุโรคแมลงทำหน้าที่ควบคุมปริมาณของแมลงให้อยู่ในสภาพที่สมดุล ดังนั้นจึงมีการศึกษาค้นคว้าวิจัย เพื่อหาเชื้อราสาเหตุโรคแมลงที่มีประสิทธิภาพ

และคุณสมบัติที่เหมาะสมมาใช้ในการควบคุมแมลงศัตรูพืชโดยชีววิธีมากมาย ซึ่งมีตัวอย่างดังปรากฏในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 เชื้อราสาเหตุโรคแมลงที่มีการนำมาทดสอบเพื่อใช้เป็นสารกำจัดศัตรูพืช

ชนิด (species) ของเชื้อรา	แมลงอาศัย
Aschersonia aleyrodis	greenhouse whitefly
Beauveria bassiana	black vine weevil
	citrus root weevil
	Colorado potato beetle
	fire ants
	greenhouse whitefly
	European corn borer
	brown planthopper
B. brongniartii	European cockchafer
Hirsutella thompsonii	citrus rust mite
H. citriformis	brown planthopper
Metarhizium anisopliae	sugarcane soldier fly
	scarabaeiid grubs
	brown planthopper
M. flavoviride	brown planthopper
Nomuraea rileyi	noctuid caterpillars
Paecilomyces fumosoroseus	sweet potato whitefly
P. lilacinus	brown planthopper
Verticillium lecanii	aphids, greenhouse whitefly

ที่มา: McCoy (1990, อ้างโดย Strongman, 1998)

5.2.1 การใช้เชื้อราควบคุมปลวก

Ko และคณะ (1973) ได้ทดลองเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเชื้อรา 6 สายพันธุ์ คือ *Beauveria bassiana* 2A3 (สถาบันวิจัยพืชนิวยอร์ก) *Beauveria* sp. สายพันธุ์ N-27, T-27 (ไม่ทราบแหล่ง) *Metarhizium anisopliae* 10B (จากด้วง, *Costelytra zealandica*) *M. anisopliae* Tonga (จากด้วงแรด, *Oryctes rhinoceros*) และ *M. anisopliae* MM-773 (จาก

cockchafer) เลี้ยงเชื้อราทั้ง 6 สายพันธุ์ พบว่า เชื้อราเขียวทุกไอโซเลต ยกเว้น Tonga มีประสิทธิภาพสูงกว่าเชื้อราขาวทุกไอโซเลตที่นำมาทดสอบครั้งนี้ ทั้งนี้เพราะเชื้อราเขียว Tonga มีค่า LD_{50}=253.3 สปอร์/มิลลิกรัม

5.2.2 การใช้เชื้อราควบคุมด้วงดีด

เชื้อราเขียว *M. anisopliae* และเชื้อราขาว *B. bassiana* ได้มีการนำไปใช้ในการกำจัดด้วงดีด 2 ชนิด ได้แก่ *Ctenicera destructor* และ *Hypolithus bicolor* ที่ระดับอุณหภูมิต่าง ๆ กัน หลังจากนั้นเช็คผลเพื่อดูการตาย เมื่อให้เชื้อเป็นเวลา 46 วัน พบว่าที่ระดับอุณหภูมิต่ำกว่า 28 ^{0}ช การตายจะเกิดขึ้นได้มากกว่าในตัวอ่อนของด้วง *C. destructor* มากกว่า *H. bicolor* เมื่อได้รับเชื้อ *M. anisopliae* ซึ่งเชื้อราเขียว *M. anisopliae* มีประสิทธิภาพมากกว่าเชื้อราขาว *B. bassiana* ในการควบคุมด้วง *C. destructor* นอกจากนั้นยังพบว่าด้วง *C. destructor* ตายมากที่สุดที่ระดับอุณหภูมิ 24 ^{0}ช และด้วง *H. bicolor* ตายมากที่สุดที่ระดับอุณหภูมิ 20 ^{0}ช เมื่อได้รับเชื้อ *M. anisopliae* ส่วนเชื้อราขาวนั้นจะทำลายด้วง *C. destructor* และ *H. bicolor* ได้มากที่สุดที่อุณหภูมิ 16 ^{0}ช (85%) และ 24 ^{0}ช (45%) ตามลำดับ (Zacharuk and Tinline, 1968)

5.2.3 การใช้เชื้อราควบคุมด้วงแรดและเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล

การใช้เชื้อราเขียว *Metarhizium* spp. ในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชนั้นประสบความสำเร็จอย่างกว้างขวางทั่วโลก (มลิวัลย์, 2523, 2539, Rombach et al.,1986, Samuels et al.,1989; Zimmermann,1992) ไม่ว่าจะเป็นการนำไปใช้โดยตรงหรือโดยวิธีผสมผสาน ถึงขั้นมีการผลิตในรูปการค้า สำหรับในประเทศไทยโดยเฉพาะอย่างยิ่งในการนำไปควบคุมด้วงแรดมะพร้าว *Oryctes rhinoceros* นั้น ได้รับการขานรับและมีการส่งเสริมให้มีการใช้และให้มีการผลิตขึ้นใช้อย่างแพร่หลายมานานแล้ว (มลิวัลย์, 2523, มลิวัลย์และสุรพล, 2526) ซึ่งการผลิตมวลชีวภาพของสปอร์เชื้อราเขียวนี้มีความสำคัญ เพราะสามารถขยายเชื้อให้มีปริมาณมากเพื่อนำมาใช้ควบคุมแมลงศัตรูพืชโดยชีววิธีได้อย่างดี ในต่างประเทศ ได้มีการศึกษาเพื่อผลิตมวลชีวภาพโดยการใช้อาหารเหลวและทำให้แห้งเพื่อผลิตเป็นรูปการค้า เช่น BIO 1020 (Zimmermann, 1992), Bio-Blas™ (Wraight and Carruthers, 1999) เป็นต้น และในประเทศไทยมีการทดสอบการเจริญของเชื้อชนิดนี้ในอาหารเหลวโดย Krutmuang (1996) โดยพบว่าอาหาร SDA เสริมด้วยยีสต์สกัด เชื้อจะเจริญสร้างเส้นใยและมีน้ำหนักแห้งมากกว่าอาหารชนิดอื่น แต่การผลิตมวลชีวภาพเพื่อนำไปใช้ควบคุมแมลงนั้นนิยมผลิตโดยใช้อาหารแข็ง เช่น ใช้เมล็ดธัญพืช เช่น ข้าวฟ่าง และข้าวเปลือก เป็นต้น สำหรับในเมืองไทย ได้มีการศึกษามานานแล้วโดย มลิวัลย์ (2523) ซึ่งพบว่า ข้าวเจ้าเป็นอาหารเลี้ยงเชื้อราเขียว *M. anisopliae* ไอโซเลตที่กำจัดด้วงแรดมะพร้าวได้ดีใกล้เคียงกับเมล็ดธัญพืชอื่น ๆ บางชนิด แต่มีราคาต้นทุนถูกกว่า นอกจากนั้น ยังได้มีการศึกษาถึงการเปรียบเทียบวิธีการผลิตมวลชีวภาพของเชื้อราเขียว *Metarhizium* spp. ที่ทำลายเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลและด้วงแรดมะพร้าว โดยศิวิลัย และคณะ (2545) โดยได้รายงานไว้ว่า เชื้อราเขียว *Metarhizium* spp. จำนวน 5 ไอโซเลต ได้แก่

M. anisopliae 3 ไอโซเลต (1 MaKK, 2 MaUD และ 3 MaTIS) และ *M. flavoviride* 2 ไอโซเลต (4 MfSK และ 5 MfKK) โดยที่ไอโซเลต 3 MaTIS เป็นไอโซเลตที่มีการนำมาใช้อย่างแพร่หลายในการป้องกันด้วงแรดมะพร้าว *O. rhinoceros* ส่วนไอโซเลตที่เหลือเป็นไอโซเลตที่สามารถเข้าทำลายเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (*Nilaparvata lugens*) ซึ่งไอโซเลตต่าง ๆ นี้ได้นำมาศึกษาเกี่ยวกับการเข้าทำลายตัวเต็มวัยของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล และการผลิตมวลชีวภาพโดยใช้อาหารเหลวและวัสดุเพาะเชื้อที่หาได้ง่ายในท้องถิ่นพบว่า การเข้าทำลายตัวเต็มวัยของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (ดัดแปลงตามวิธีของ Samuels, 1986) โดยไอโซเลต 5MfKK, 4MfSK, 2MaUD, 1MaKK และ 3MaTIS มีค่าเท่ากับ 88.78% 73.89% 60.11% 37.78% และ 33.0% ตามลำดับ

สำหรับการศึกษาการใช้เชื้อรา *Metarhizium* sp. ในการควบคุมแมลงศัตรูพืชได้มีการเรียบเรียงไว้โดย Zimmermann (1992) เนื่องจากเชื้อราสาเหตุโรคแมลงหลายชนิดมีแนวโน้มในการควบคุมศัตรูพืชได้ดี จึงได้มีการนำไปผลิตในรูปการค้า ดังปรากฏในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ชื่อการค้าของเชื้อราที่มีการผลิตในเชิงพาณิชย์หรือที่มีการเตรียมขึ้นมาสำหรับทดลองใช้ในการกำจัดแมลงศัตรูพืช

ชนิด (species) ของเชื้อรา	ชื่อการค้า	ประเทศผู้ผลิต
Aschersonia aleyrodis	Aseronija	USSR
Beauveria bassiana	Biotrol FBB	USA
	Boverin	USSA
	ABG – 6178	USA
Hirsutella thompsonii	Mycar	USA
Metarhizium anisopliae	Biotrol FMA	USA
	Metaquino	Brazil
	BIO 1020	Germany
Verticillium lecanii	Vertalec	England
	Mycotal	England

ที่มา: ดัดแปลงจาก McCoy (1990, อ้างโดย Strongman, 1998)

6. ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อราสกุลสำคัญที่ทำลายแมลงและแมงมุม เชื้อราที่ทำลายแมลงและแมงมุมมีหลายชนิด โดยมีสกุลที่สำคัญ ๆดังนี้

6.1 เชื้อราในไฟลัม Ascomycota

6.1.1 เชื้อราสกุล *Cordyceps*

Synonym : Cphriocordyceps; Torrubia

ลักษณะสำคัญ เส้นใยและ hyphal body ของเชื้อราเจริญอยู่ภายในตัวแมลงอาศัยและสร้าง stroma รูปทรงกระบอก เจริญออกนอกลำตัวแมลง โดยมีส่วนปลายรูปทรงกลมหรือรูปทรงกระบอก ซึ่งเป็นส่วนของ stroma มี perithecium รูป flask-shaped ฝังอยู่ภายใน ascus รูปทรงกระบอก โดยส่วนปลายหนาและมีรูเปิด ภายในมี ascospore รูป filiform 8 อัน แต่ละ ascospore มีผนังกั้นหลายอัน ในแต่ละ ascospore จะถูกแบ่งออกเป็น part-spore โดยมี 1 เซลล์ต่อ part-spore สำหรับ anamorph ของสกุลนี้ เช่น *Akanthomyces, Hirsutella, Hymenostilbe, Nomuraea, Paecilomyces, Paraisaria, Pseudogibellula, Sporothrix, Stilbella* และ *Verticillium* สามารถเข้าทำลายแมลงได้ในหลายอันดับ เช่น Coleoptera, Hemiptera, Homoptera, Hymenoptera เป็นต้น (Samson et al., 1988)

รายงานการศึกษาที่เกี่ยวกับเชื้อรา *Cordyceps*

6.1.1.1 *Cordyceps sphecocephala* Hywel-Jones (1995) ได้รายงานว่าเชื้อ *Torrubia* ได้ถูกบันทึกเป็นครั้งแรกว่าเข้าทำลายต่อแตนที่คิวบา ในปี 1749 ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นในการรายงานเกี่ยวกับ *Cordyceps* ทั่วโลก ในระยะแรกได้มีการเรียกชื่อ *C. sphecophila* ที่พบบนตัวต่อแตนในอเมริกากลางว่า *Sphaeria sphecocephala* Klotzsch ex Rerk. ซึ่งเป็นเชื้อที่ Klotzsch ได้บรรยายไว้ และตีพิมพ์โดย Berkeley ในปี ค.ศ.1843 ต่อมาได้เปลี่ยนเป็นชื่อ *C. sphecocephala* Berk. & M.A. Curtis ต่อมา Mains ค.ศ.1958 ได้บันทึกไว้ว่า *C. sphecocephala* มักถูกแทนด้วยชื่อ *C. sphecophila* ทั้งนี้เนื่องมาจากความผิดพลาดในการตีพิมพ์ของ Berkeley และ Curtis ต่อมา Cooke ค.ศ.1892 จึงได้แก้ปัญหา โดยเขาได้เลือกใช้และยอมรับชื่อ *Cordyceps sphecocephala* Klotzsch เป็นชื่อที่ถูกต้อง ต่อมาก็มีผู้เห็นด้วย คือ Petch อย่างไรก็ตามเพื่อให้เป็นเกียรติแก่ Klotzsch จึงได้เป็นที่ยอมรับในปัจจุบันว่าชื่อที่ถูกต้อง คือ *C. sphecocephala* (Klotzsch) Sacc. (Hywel-Jones, 1995) สำหรับการศึกษาเกี่ยวกับเชื้อสกุลนี้ Petch (1932, อ้างโดย Hywel-Jones, 1995) รายงานว่า พบ *C. gentilis* บนตัวต่อขนาดใหญ่ที่ส่งมาจากประเทศไทย เขาได้พิจารณาว่า *C. gentilis* จะแตกต่างจาก *C. sphecocephala* (ซึ่ง *C. sphecophila* พบครั้งแรกโดย Petch) โดย *C. gentilis* มี stroma รูปไข่เรียว ๆ (narrow-oval) ต่อมา Petch (1933) ได้อธิบายว่า รูปร่างหัว stroma ของ *C. sphecocephala* มีความแปรปรวนได้ จึงได้ใช้ตัวอย่างของเชื้อ *C. gentilis* ที่พบในประเทศไทยช่วยในการศึกษา นอกจากนี้จากการศึกษานี้เขายังได้พิจารณาว่า *C. gentilis* มีความคล้ายกับ *C. sphecocephala, C. lachnopoda, C. oxycephala, C. puiggarii* และ *C. thyrsoides*

6.1.1.2 *Cordyceps submilitaris* Henn. เชื้อราชนิดนี้เป็นชนิดที่มี stroma รูปทรงกระบอก พอง สีส้มปนชมพู และเป็นสาเหตุโรคได้ทั้งในด้วงดิ่งในป่าเขตร้อนใหม่ (Evans, 1982)

6.1.2 เชื้อราสกุล *Hypocrella*

ลักษณะสำคัญ stroma มีลักษณะเป็นรูป plate-like หรือ cushion-shape อยู่บนผิวของแมลงอาศัย perithecium รูปกลม จนถึง pyriform ฝังอยู่ใน stroma ascus ทรงกระบอกหนาที่บริเวณปลาย ascospore ซึ่งมีรูปร่างแบบ filiform ใสไม่มีสี มีผนังสั้นมาก และเมื่อแก่จะถูกแบ่งออกเป็น part-spore พบบนแมลงปากดูดจำพวกเพลี้ยหอยเพลี้ยแป้งและแมลงหวี่ขาว anamorph ของสกุลนี้ได้แก่ *Aschersonia*

รายงานการศึกษาของเชื้อราสกุล *Hypocrella*

6.1.2.1 *Hypocrella discoidea* Hywel-Jones และ Evans (1993) ได้รายงานการตรวจ holotype ของ *discoidea* ซึ่งเป็นสปีชี่ส์ต้นแบบ (type species) ของสกุลนี้ โดยศึกษาจากตัวอย่างสดซึ่งเก็บมาจากเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ได้ผลตรงข้ามกับการบรรยายและการจำแนกก่อนหน้านี้ นอกจากนี้ยังมีรายงานไว้ว่า ascospore จะถูกแบ่งเป็นส่วน ๆภายใน ascus การศึกษา ascospore นั้นสามารถใช้ช่วยยืนยันถึงความสัมพันธ์ของเชื้อราในกลุ่ม Coelomycetes ระหว่าง *Aschersonia samoensis* กับ *H. discoidea* การศึกษาตัวอย่างในประเทศไทยพบว่า stroma ของ *Hypocrella* โดยทั่ว ๆไปมีขนาดใหญ่กว่า stroma ของ *Aschersonia* ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.2 และ 1.5 มิลลิเมตร ตามลำดับ แม้ว่าตัวอย่างจากมาเลเซียของเชื้อ *A. samoensis* ซึ่งเป็นระยะ anamorph มีแนวโน้มที่จะมีขนาดใหญ่กว่าระยะ teleomorph (*Hypocrella*) ก็ตาม

ในปี ค.ศ.1921 Petch (Hywel-Jones and Evans, 1993) สังเกตพบว่า pycnidium และ perithecium โดยปกติจะไม่พบบน stroma เดียวกัน จากตัวอย่างที่ได้จากประเทศไทยทั้งหมดพบระยะ anamorph (*Aschersonia*) 63% ระยะ teleomorph 26% และ 11% พบอยู่รวมกันทั้ง 2 ระยะ อย่างไรก็ตามดูเหมือนว่า *Hypocrella* จะประกอบไปด้วยก้านชูสปอร์ ซึ่งฝังอยู่ใน stroma และ stroma ประกอบไปด้วยชิ้นส่วนของเส้นใยที่ม้วนขดแน่น ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5-8 ไมโครเมตร มีช่องว่างเด่นชัดและผนังหนา เส้นใยของ hypothallus จะมีมากกว่าปกติ ไม่ค่อยบิดงอและผอมบาง (เส้นผ่าศูนย์กลาง 3-4 ไมโครเมตร) แต่ก็มีช่องว่างที่เด่นและมีผนังหนา perithecium มีขนาดเล็กกระจายกันอยู่เป็นกลุ่ม รูปกรวย บนผิวของ stroma ซึ่งจะสังเกตจากตรงที่ขรุขระ stroma มีขนาดและรูปร่างแตกต่างกันไป โดยทั่วไปมีรูปร่างแบบ flask-shaped ascus มีปลายทู่และไม่มีหลักฐานว่ามีฝาปิด ascus ที่แก่จะมี 8 ascospore เรียงกัน โดย 4 อันจะอยู่ประมาณ 2 ใน 3 ของความสูงของ ascus ด้านบน และอีก 4 อันจะอยู่ประมาณ 2 ใน 3 ของความสูงของ ascus ด้านล่าง ascus มีลักษณะอ้วนมากในบริเวณที่ ascospore ทั้งสองกลุ่มคาบเกี่ยวกัน ascospore ส่วนปลายจะทู่ ซึ่งจะพบที่ส่วนปลายของ ascus เสมอ ส่วนตัวอย่างทั้งหมดที่ได้จากเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ascospore มีผนังกั้น 3 อัน และตรงส่วนที่มีผนังกั้นจะแคบลงเล็กน้อย การ

ตรวจสอบ type material (Herb. K, 5061) แสดงให้เห็นผนังกั้นไม่ค่อยชัดเจนใน ascospore ทั้งหมด ทำให้ยากแก่การนับหรือการตรวจสอบจำนวนของผนังกั้นสปอร์ได้ สำหรับตัวอย่างสดนั้น ascospore ที่ถูกปลดปล่อยออกมาจาก ostiole ไม่พบหลักฐานของการหักเป็นชิ้นส่วนเป็น part-spore ดังการสรุปของ Petch (1921) ซึ่งนำไปสู่ข้อสรุปที่ว่า เกือบทั้งหมดของเชื้อ *Hypocrella* เป็นระยะที่เชื้อยังไม่แก่ จึงเป็นไปได้ว่าการอธิบาย "part-spore" ก่อนหน้านี้เป็นการอธิบายลักษณะของ pycnospore อย่างไรก็ตามแม้ว่า Petch อธิบายถึง ascus ของ *H. discoidea* ว่ามีสปอร์ 4 หรือ 8 สปอร์ โดยจากตัวอย่างที่ได้จากเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ พบว่ามี 8 สปอร์เสมอ โดยไม่มีข้อยกเว้น บางครั้งปรากฏว่ามี 4 สปอร์ ทั้งนี้เพราะว่ายังคงมี ascospore ที่ยังอ่อนอยู่ 2-4 สปอร์ ที่บริเวณส่วนปลายของ ascus นั่นเอง

6.1.3 เชื้อราสกุล *Nectria* (Fries) Fries

Synonym : *Corallomyces* Berkeley & Curtis; *Sphaerostillbe* Tulasne & Tulasne

ลักษณะสำคัญ : ascocarp มีสีสดใสเป็นส่วนใหญ่ พบเดี่ยวๆ หรืออยู่กันเป็นกลุ่มบนแมลงปากดูด เช่น เพลี้ยหอยเพลี้ยแป้ง, perithecium อยู่บนหรือบางส่วนฝังใน stroma ซึ่งปกคลุมอยู่บนตัวแมลง ascus รูปทรงกระบอกจนถึงรูปกระบอง ผนังบาง ภายในมี ascospore 8 อัน ซึ่งมีรูปร่างแบบ ellipsoid จนถึง fusoid มีผนังกั้น 2-3 อัน ใสไม่มีสี anamorph ของเชื้อราสกุลนี้ ได้แก่ *Acremonium*, *Fusarium*, *Stilbella* และ *Verticillium* (Samson et al., 1988)

6.1.4 เชื้อราสกุล *Torrubiella* Boudier

ลักษณะสำคัญ : Samson และคณะ (1988) รายงานว่าไม่พบ stroma หรือ stroma มีพัฒนาการน้อยมาก มีสีสดใส ปกคลุมแมลง perithecium มีสีสดใส รูปทรงยาว คล้ายรูปกรวยจนถึง pyriform ผนัง ascocarp อาจปกคลุมด้วย conidiophore ในระยะ anamorph ascus รูปทรงกระบอกยาว ปลายหนา และมีรูเปิด ภายในมี ascospore 8 อัน ascospore รูปร่าง filiform และมีผนังกั้น เมื่อโตเต็มที่อาจถูกแบ่งออกเป็น part-spore ขึ้นอยู่กับชนิดของเชื้อ anamorph ของเชื้อราในสกุลนี้คือ *Akanthomyces*, *Gibellula*, *Granulomanus*, *Paecilomyces*, *Pseudogibellula*, *Tilachlidium* และ *Verticillium*

6.2 เชื้อราในกลุ่ม Mitosporic fungi

6.2.1 เชื้อราสกุล *Akanthomyces* Lebert

Synonym : *Insecticola* Mains

ลักษณะสำคัญ : conidiophore อยู่รวมกันเป็น synnema ซึ่งค่อนข้างแน่น ทรงกระบอกหรือรูปกระบอง synnema ถูกปกคลุมด้วยชั้นของ phialide ซึ่งมีรูปร่างบวมพองที่ฐานหรือทรงกระบอกที่ฐาน ส่วนคอสั้น conidium มีเซลล์เดียว ผิวเรียบ ใสไม่มีสี อยู่กันเป็นลูกโซ่สั้นๆ teleomorph ของเชื้อราสกุลนี้ ได้แก่ *Cordyceps* และ *Torrubiella* (Samson et al., 1988)

รายงานการศึกษาเกี่ยวกับเชื้อราสกุล *Akanthomyces*

6.2.1.1 *Akanthomyces ampullifer, Akanthomyces aranearum, Akanthomyces novoguineensis* และ *Akanthomyces ovalongatus* เชื้อ *A. ampullifer, A. aranearum, A. novoguineensis* และเชื้อราสกุลนี้ชนิดใหม่ คือ *A. ovalongatus* ซึ่งเป็นชนิดที่ได้จากแมงมุมที่ตายแล้ว ในประเทศไต้หวันเชื้อ *A. ovalongatus* ได้ถูกจำแนกถึงลักษณะของ conidiogenous cell ซึ่งจะมีลักษณะ globose ถึง subglobose และจะไม่ติดกัน มีคอแคบ และมีลักษณะ obovoid, conidium มีลักษณะเป็นรูป ovoid จนถึง ellipsoid ซึ่งจริงๆแล้วเชื้อ *A. ovalongatus* จะคล้ายกับเชื้อ *A. aranearum, A. arachnophilus* และ *A. novoguineensis* แต่สามารถแยกได้จากชนิดอื่นๆ โดยดูจากการมี conidiogenous cell ที่หยาบ หรือแยกโดยใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของ conidium นอกจากนั้นยังมีการจัดทำคู่มือในการจัดจำแนกเชื้อ *Akanthomyces* 13 ชนิดไว้ด้วย (Hsieh et al., 1997)

6.2.2 เชื้อราสกุล *Aschersonia* Montagne

ลักษณะสำคัญ : stroma มีรูป cushion หรือ cup ส่วนใหญ่มีสีสดใสและมีจุดซึ่งเป็นกลุ่มของ conidium จะพบ pycnidium อยู่ที่ stroma และภายใน pycnidium มี conidiophore และ paraphysis conidiophore มีลักษณะตรง แคบ แตกกิ่งก้านสาขา ผนังบาง บน conidiophore จะพบ phialide มีรูป awl shape conidium ใสไม่มีสี ส่วนมากรูป fusiform ผิวเรียบ teleomorph ของเชื้อราสกุลนี้คือ *Hypocrella* (Samson et al., 1988)

6.2.3 เชื้อราสกุล *Beauveria* Vuillemin

ลักษณะสำคัญ: ก้านชูสปอร์ใสไม่มีสี ผิวเรียบ ประกอบด้วย conidiogenous cell ที่หนาแน่น เซลล์ที่สร้างสปอร์สั้นและมีรูปร่าง globose หรือ flask shape ส่วนปลายมีลักษณะซิกแซก ให้กำเนิดสปอร์ตามรอยซิกแซกของก้านชูสปอร์ สปอร์มีรูปร่างกลมจนถึง ellipsoid มีเซลล์เดียว ใสไม่มีสี ผนังบาง teleomorph อยู่ในสกุล *Cordyceps* (Samson et al., 1988) เชื้อรา *Beauveria bassiana* สามารถทำลายแมลงในอันดับ Coleoptera, Hemiptera และ Homoptera

6.2.4 เชื้อราสกุล *Hirsutella* Patouillard

Synonym: *Desmidiospora* Thaxter, Synnematium Speare; Trichosterigma Petch; *Troglobiomyces* Pacioni

ลักษณะสำคัญ : conidiophore เดี่ยวๆ หรืออยู่รวมกันเป็น synnema ซึ่งชูตั้งขึ้น รูปทรงกระบอกหรือเรียว synnema มีความผันแปรตั้งแต่สั้น ผิวขรุขระจนถึงยาวคล้ายขน บางครั้งแตกแขนงได้ phialide มีทั้งแบบเดี่ยวๆและอยู่กันอย่างหนาแน่นเป็นชั้น hymenium ยาวไปตาม synnema หรือชูออกจากแมลงอาศัย ส่วนมากที่ฐานของ phialide จะโป่งพองที่ฐาน ส่วนปลายแคบ conidium หนึ่งหรือสองเซลล์ ใสไม่มีสี มีรูปร่างได้หลายแบบ ส่วนใหญ่มีรูปร่างคล้ายผลส้ม อยู่รวมกันเป็นกลุ่ม บางครั้งพบ chlamydospore ขนาดใหญ่ ผนังหนา ในบางชนิดอาจ

สร้างเม็ด sclerotium teleomorph ของราในสกุลนี้ได้แก่ *Cordyceps, Torrubiella* และ *Calonectric* (Samson et al., 1988)

6.2.5 เชื้อราสกุล *Hymenostilbe* Petch

ลักษณะสำคัญ : synnema เป็นเส้นตรง ไม่แตกแขนง มีสีขาวจนถึงน้ำตาลเข้ม conidiophore อยู่กันอย่างหนาแน่นเป็นชั้น hymenium ตามความยาวของ synnema หรือบน stroma ของ teleomorph เซลล์สร้างสปอร์เป็นแบบ polyblastic ทรงกระบอกจนถึงรูปกระบอง ส่วนปลายมีหนามหนาแน่น conidium อยู่เดี่ยว ๆ ปลายด้านหนึ่งแหลม มีเซลล์เดียว ผิวเรียบหรือขรุขระ ใสไม่มีสี teleomorph ของเชื้อราสกุลนี้ได้แก่ *Cordyceps* (Samson et al., 1988)

รายงานการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับเชื้อรา *Hymenostilbe*

6.2.5.1 *Hymenostilbe ventricosa* Hywel-Jones (1995) ได้รายงานว่าเชื้อ *H. ventricosa* เป็นเชื้อราที่นับได้ว่าหายาก ซึ่งทำลายตัวอ่อนของแมลงสาบ มักจะพบอยู่ใต้ใบพืชในป่าเมืองไทย ซึ่ง conidium จะงอกบนอาหาร PDA และสร้าง microconidium แต่จะไม่มีการพัฒนาต่อ ซึ่ง Petch ปี 1944 รายงานว่า *Akanthomyces* และ *Hymenostilbe* ทั้ง 2 สกุลมีความแตกต่างอย่างชัดเจน กล่าวคือ *Akanthomyces* มี conidium ลักษณะเป็นสายลูกโซ่ ในขณะที่ *Hymenostilbe* conidium มีลักษณะเดี่ยว ๆ บน phialide หรือ basidium ส่วน *Hymenostilbe* sp. ที่เกิดบนต่อแตนจากประเทศไทยมี setulose ปรากฏโดยแผ่ออกโดยตรงจาก conidiogenous cell อย่างชัดเจน แสดงว่าเป็น *Hymenostilbe* แต่ถ้าสร้าง conidium จะปรากฏลักษณะชัดเจนว่าเป็น *Hymenostilbe* ไม่ใช่ *Hirsutella*

6.2.6 เชื้อราสกุล *Metarhizium* Sorokin

ลักษณะสำคัญ : conidiophore อยู่กันค่อนข้างแน่น โดยเฉพาะที่พบบนพวกอาร์โทรปอด ซึ่ง conidiophore นี้จะอยู่กันแน่นคล้ายกับ synnema phialide เป็นกลุ่มเรียงตัวคล้ายกับเชิงเทียน โดยมีรูปทรงกระบอกจนถึงรูปกระบอง conidium เซลล์เดียว ผิวเรียบ ใสไม่มีสี จนถึงสีเข้ม และเรียงกันเป็นลูกโซ่ บางครั้งสร้างเป็น prismatic column ส่วนระยะ teleomorph ของเชื้อราสกุลนี้ยังไม่เป็นที่ทราบกัน (Samson et al., 1988)

6.2.7 เชื้อราสกุล *Nomuraea* Maublanc

ลักษณะสำคัญ : ก้านชูสปอร์เป็นก้านเดี่ยว ๆ หรือรวมกันเป็น synnema phialide สั้นอยู่กันแน่นเป็นกลุ่มแบบ verticillate โดยมีรูปร่างแบบ flask-shaped จนถึงทรงกระบอก แต่คอไม่คอด สปอร์อยู่กันเป็นลูกโซ่ มีเซลล์เดียว ผิวเรียบ สีเขียวจนถึงสีม่วง teleomorph อยู่ในสกุล *Cordyceps* เข้าทำลายแมลงในอันดับและ Lepidoptera *Nomuraea rileyi* และแมงมุมขนาดใหญ่ (*Mygaelidae* sp.) โดยเชื้อ *N. atypicola* (Samson et al., 1988)

6.2.8 เชื้อราสกุล *Paecilomyces*

Synonym : *Spicaria* Harting; 'Isaria' (in part)

ลักษณะสำคัญ : conidiophore ชูตั้งขึ้นเดี่ยวๆ ในชนิดที่ทำลายแมลงจะอยู่บน synnema conidiophore อยู่กันเป็นกลุ่ม phialide รูป flask shape หรือฐานพองออก ส่วนปลายแหลมเรียว conidium เซลล์เดียว ผิวเรียบ บางครั้งผิวมีลักษณะคล้ายหนาม teleomorph ของเชื้อราสกุลนี้ได้แก่ *Torrubiella* และ *Cordyceps* (Samson et al., 1988)

6.2.9 เชื้อราสกุล *Verticillium* Nees

Synonym : *Acrostalagmus* Corda

ลักษณะสำคัญ : conidiophore ชูตั้งขึ้น โดยพัฒนามาจาก vegetative hypha phialide อยู่กันเป็นกลุ่มหลวมๆ รูป awl-shape บางครั้งพองที่ฐาน conidium มีเซลล์เดียวใสไม่มีสี ผิวเรียบ อยู่กันเป็นกลุ่ม มีลักษณะคล้ายเมือก (slime head) บางครั้งเป็นลูกโซ่ teleomorph ของเชื้อราสกุลนี้ได้แก่ *Cordyceps* และ *Torrubiella* (Samson et al., 1988)

อุปกรณ์และวิธีการ

1. สถานที่ศึกษาทดลอง

อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์ (ภาพที่ 1) ศึกษาใน 2 บริเวณ (ภาพที่ 2) ได้แก่

1.1 หลังศูนย์บริการนักท่องเที่ยวห้วยหญ้าเครือ ระยะทางประมาณ 1,000 เมตร ซึ่งเริ่มต้นจากศูนย์บริการนักท่องเที่ยวเดินเข้าสู่ป่าดิบชื้น ระหว่างทางจะผ่านสภาพป่าที่อุดมสมบูรณ์ มีทางเดินเท้าลาดยาว ขนาดกว้าง 1.00-1.50 เมตร และมีลำห้วยหญ้าเครือไหลผ่าน (ภาพที่ 3)

1.2 เส้นทางเดินป่าศึกษาธรรมชาติ เป็นบริเวณที่มีลำห้วยหญ้าเครือไหลผ่าน (ภาพที่ 4)

2. ระยะเวลาที่ศึกษาทดลอง

ตั้งแต่สิงหาคม 2542-กุมภาพันธ์ 2544

3. การศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของเชื้อราที่ทำลายแมลง

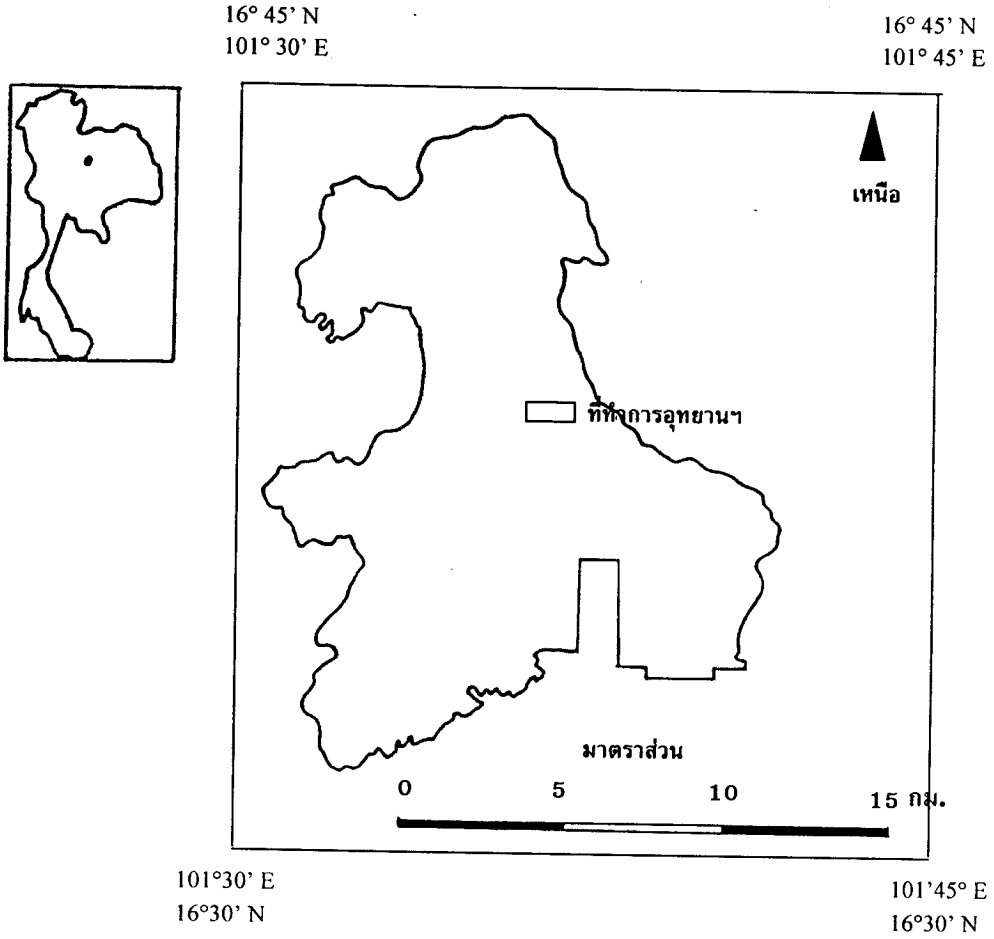
3.1 การสำรวจตัวอย่างเชื้อราที่ทำลายแมลง โดยการสำรวจหาตัวอย่างแมลงที่ถูกเชื้อราเข้าทำลาย เดือนละ 1 ครั้ง เริ่มในช่วง ฤดูฝน (สิงหาคม - ตุลาคม 2542 และ พฤษภาคม - ตุลาคม 2543) ฤดูหนาว (พฤศจิกายน 2542- มกราคม 2543 และ พฤศจิกายน 2543 - มกราคม 2544) และฤดูร้อน (กุมภาพันธ์ - เมษายน 2543 และ กุมภาพันธ์ 2544) ด้วยการเดินเท้าสำรวจและสังเกตตามพื้นดิน ต้นไม้ ทั้งในส่วนของลำต้น กิ่ง และใบ บันทึกภาพและข้อมูลของตัวอย่างเชื้อราที่ทำลายแมลงและแมลงที่ถูกเชื้อราทำลายที่พบจากการสำรวจ รวบรวมตัวอย่างเท่าที่จำเป็นเพื่อใช้ในการศึกษาต่อไป

3.2 การรวบรวมตัวอย่างเชื้อราที่ทำลายแมลง โดยเก็บใส่ในถุงพลาสติก กล่องฟิล์มพลาสติก หรือกล่องพลาสติกสี่เหลี่ยม ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดของตัวอย่าง บันทึก วัน เดือน ปี ของอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ปริมาณน้ำฝน บริเวณที่สำรวจและเก็บตัวอย่าง และชนิด (ชื่อสามัญ) ของพืชที่สำรวจพบแมลงที่ถูกเชื้อราทำลายเท่าที่จะหาข้อมูลได้

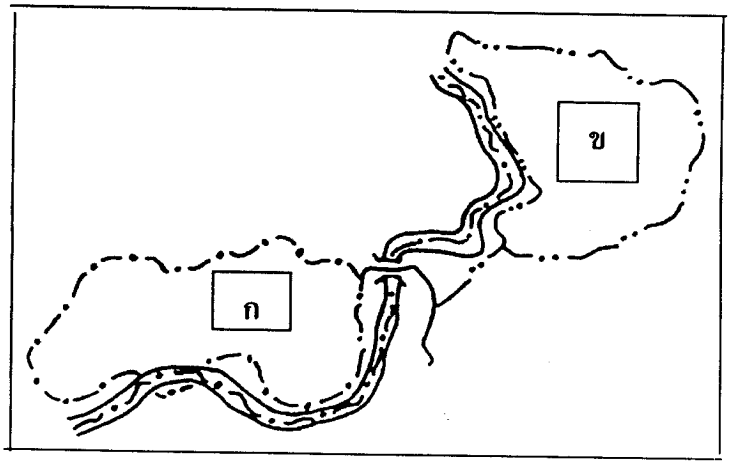
3.3 การจำแนกเชื้อรา นำตัวอย่างเชื้อราที่ทำลายแมลงซึ่งสำรวจพบ ไปศึกษาและจัดจำแนกในระดับชนิด (species) หรืออย่างน้อยในระดับสกุล (genus) ณ ห้องปฏิบัติการโรควิทยาของแมลง ภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น และห้องปฏิบัติการเชื้อรา ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ โดยความอนุเคราะห์ของ Dr. Nigel Leslie Hywel-Jones และ ดร. สมศักดิ์ ศิวิชัย และอาศัยเอกสารวิชาการหลักๆ ที่มีผู้ศึกษารวบรวมไว้ดังต่อไปนี้

Barnett, H. L., and B.B. Hunter. 1972. Illustrated genera of imperfect fungi.

Kobayasi, Y. 1982. Key to the taxa of the genera *Cordyceps* and *Torrubiella*.



ภาพที่ 1 แผนที่อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์



ภาพที่ 2 แผนที่บริเวณที่ศึกษาและสำรวจเชื้อราที่ทำลายแมลง
อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์
ก หลังศูนย์บริการนักท่องเที่ยวห้วยหญ้าเครือ
ข เส้นทางเดินป่าศึกษาธรรมชาติ

ภาพที่ 3 บริเวณหลังศูนย์บริการนักท่องเที่ยวห้วยหญ้าเครือ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว

ภาพที่ 4 เส้นทางเดินป่าศึกษาธรรมชาติ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว

Samson, R.A., H.C. Evans, and J.-P. Latg'e. 1988. Atlas of entomopathogenic fungi.

Shimizu, D. 1997. Illustrated vegetable wasp and plant worms in colour.

ตรวจสอบลักษณะทางอนุกรมวิธานของเชื้อราที่ทำลายแมลง พร้อมทั้งบันทึกภาพเพื่อการจัดจำแนกต่อไป สำหรับตัวอย่างเชื้อราที่ไม่สามารถจำแนกได้ จะกำหนดให้เป็น unidentified หากมีการพบเชื้อชนิดใหม่ที่ไม่เคยรายงานมาก่อนในประเทศไทย หรือพบเชื้อที่น่าสนใจ มีปริมาณมากพอ รวมทั้งมีการพบทั้งระยะ anamorph และ teleomorph จะมีการนำไปศึกษาต่อทางด้านรูปแบบพัฒนาการ อายุขัย (longevity) ปริมาณของเชื้อในแต่ละฤดู และการกระจายตัวของเชื้อในแต่ละเดือนต่อไป

3.4 การจำแนกแมลงที่ถูกเชื้อราทำลาย นำตัวอย่างแมลงที่สำรวจพบมีเชื้อราเข้าทำลาย จำแนกหาชื่อสามัญ หากไม่สามารถบ่งบอกถึงชื่อสามัญได้จะจำแนกอย่างน้อยในระดับอันดับ และหากเป็นไปได้จะจำแนกถึงชื่อวิทยาศาสตร์หรืออย่างน้อยระดับสกุล ยกเว้นตัวอย่างแมลงที่ไม่สมบูรณ์ทำให้ไม่สามารถจำแนก จะกำหนดให้เป็น unknown หรือตัวอย่างแมลงที่สมบูรณ์ มีเชื้อราขึ้นปกคลุม หรือลักษณะสำคัญถูกทำลายยากต่อการจำแนก จะกำหนดให้เป็น unidentified การจำแนกนี้ในบางกรณีได้รับความอนุเคราะห์จากกลุ่มงานอนุกรมวิธาน กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร

4. การศึกษารูปแบบพัฒนาการและอายุขัย (longevity) ของเชื้อราที่ทำลายแมลงในอันดับ Hymenoptera

4.1 เชื้อ *Hirsutella saussurei* (anamorph) และเชื้อ *Cordyceps humberti* (teleomorph) ที่ทำลายต่อ *Icaria* sp. หลังจากสำรวจพบเชื้อราที่ทำลายแมลงชนิดใหม่นี้ ซึ่งพบในปริมาณที่มากพอ อีกทั้งพบทั้งระยะ anamorph และ teleomorph หลังจากจัดจำแนกชื่อวิทยาศาสตร์แล้ว จึงได้ศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา รูปแบบพัฒนาการ อายุขัย (longevity) ปริมาณ และการกระจายตัวของเชื้อ *H. saussurei* และ *C. humberti* ในสภาพธรรมชาติ

สำหรับการศึกษารูปแบบพัฒนาการนั้นโดยการติดหมายเลขประจำให้กับตัวอย่างที่สำรวจพบ และตามหลักการจะศึกษาติดตามพัฒนาการทุกๆ 3 วัน ในฤดูฝน (กันยายน - ตุลาคม 2542 และ พฤษภาคม - ตุลาคม 2543) ทุกๆ สัปดาห์ในฤดูหนาว (พฤศจิกายน 2542 - มกราคม 2543 และ พฤศจิกายน 2543- มกราคม 2544) และทุกๆ สัปดาห์ในฤดูร้อน (กุมภาพันธ์ - เมษายน 2543 และ กุมภาพันธ์ 2544) โดยบันทึกข้อมูลและวาดภาพรูปแบบพัฒนาการของเชื้อจากระยะ anamorph ไปเป็นระยะ teleomorph ตั้งแต่ขั้นตอนแรกที่พบเชื้อ ซึ่งหากเป็นเชื้อ *H. saussurei* ที่ทำลายตัวต่อ จะสังเกตได้โดยเชื้อชนิดนี้จะสร้างเฉพาะ synnema เท่านั้น แต่ถ้าเมื่อพบว่ามีการสร้างทั้ง synnema และ stroma เจริญบนต่อตัวเดียวกัน นั่นแสดงว่าพบเชื้อ *H. saussurei* อยู่ร่วมกับ *C. humberti* และถ้าพบว่าเชื้อมีการสร้างเฉพาะ stroma

นั่นคือ เชื้อ *C. humberti* หลังจากนั้นจะบันทึกแยกแต่ละระยะของการเจริญเติบโตออกจากกัน กล่าวคือ หากสำรวจพบระยะ anamorph จะบันทึกอยู่ใน *H. saussurei* หากสำรวจพบเฉพาะระยะ teleomorph จะบันทึกอยู่ใน *C. humberti* ส่วนระยะที่เชื้อเจริญจนส่วน synnema (ส่วนที่ก้านชูสปอร์รวมกันแน่น) และ stroma (ส่วนที่ผลิตสปอร์) หลุดออกไปจากตัวแมลงจะจัดให้เป็นรูปแบบของเชื้อในระยะพักตัว (dormant) ส่วนตัวอย่างแมลงที่พบทั้ง 2 ระยะ (*H. saussurei* และ *C. humberti*) ด้วยกันบนแมลงตัวเดียวกันนั้นจะนับรวมอยู่ในระยะ teleomorph (*C. humberti*) เช่นกัน ซึ่งการศึกษารูปแบบพัฒนาการนี้จะคิดระยะพักตัวด้วย สำหรับการศึกษาอายุขัยของเชื้อ โดยพิจารณาช่วงอายุขัยที่สั้น (short time) ช่วงอายุขัยที่ยาว (long time) โดยดูจากวันที่เริ่มต้นของแต่ละรูปแบบพัฒนาการกระทั่งถึงวันที่รูปแบบนั้นของเชื้อสิ้นสุด (ย่อยสลายจนไม่พบร่องรอย) นั่นก็คือเป็นช่วงอายุขัยของเชื้อที่ยาว แต่ถ้านับจากวันที่เริ่มต้นพบรูปแบบของเชื้อจนกระทั่งถึงวันที่สำรวจครั้งก่อนที่เชื้อจะย่อยสลายจนไม่พบร่องรอย คือ ช่วงอายุขัยของเชื้อที่สั้น ซึ่งการคิดอายุขัยที่สั้นและที่ยาวเฉลี่ยนั้นปรากฏในตารางภาคผนวกที่ 6 พร้อมทั้งคิดเปอร์เซ็นต์ของเชื้อในระยะ anamorph และ teleomorph หลักการคิดโดยแบ่งกลุ่มเชื้อที่ศึกษาออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มแรกเป็นกลุ่มที่พบเฉพาะเชื้อ *H. saussurei* จะบันทึกอยู่ในระยะ anamorph กลุ่มที่สองเป็นกลุ่มที่พบเชื้อทั้ง 2 ระยะ (*H. saussurei* อยู่ร่วมกับ *C. humberti*) และที่พบเฉพาะเชื้อ *C. humberti* จะบันทึกอยู่ในระยะ teleomorph ซึ่งเปอร์เซ็นต์ของ anamorph, teleomorph และเปอร์เซ็นต์พักตัวนั้น คิดได้จากจำนวนแต่ละระยะของรูปแบบของตัวอย่างที่พบต่อวัน ถ้าพบรูปแบบที่ 1-14 จะจัดอยู่ในระยะ anamorph ส่วนรูปแบบที่ 15-40 จะจัดอยู่ในระยะ teleomorph และรูปแบบที่ 41 เป็นรูปแบบของเชื้ออยู่ในระยะพักตัว ซึ่งเปอร์เซ็นต์ของเชื้อในแต่ละระยะที่พบต่อวัน นำมาหาค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ของเชื้อในแต่ละระยะที่พบทั้งหมดจากการสำรวจ (ตารางภาคผนวกที่ 7) พร้อมทั้งบันทึกอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และสภาพแวดล้อมของบริเวณที่ศึกษา

4.2 เชื้อ *Hymenostilbe aurantiaca* (anamorph) และเชื้อ *Cordyceps* spp. (teleomorph) ที่ทำลายมด *Polyrhachis armata* เมื่อสำรวจพบเชื้อราที่ทำลายแมลงและได้จัดจำแนกชื่อในระดับชนิดแล้ว พบว่าเป็นเชื้อ *H. aurantiaca* และ *Cordyceps* spp. จึงได้ศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา รูปแบบพัฒนาการ อายุขัย ปริมาณ และการกระจายของเชื้อกลุ่มนี้ ทั้งนี้เนื่องจากเป็นเชื้อที่พบในปริมาณมากในบรรดาเชื้อราที่ทำลายแมลงที่สำรวจพบ ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์ และพบทั้งระยะ anamorph รวมทั้ง teleomorph

สำหรับการศึกษารูปแบบพัฒนาการนั้น สำรวจ รวบรวม ระยะเวลา และคำนวณ รวมทั้งปฏิบัติในแนวทางเดียวกันกับข้อ 4.1 แต่จะศึกษาแตกต่างกันโดย เชื้อ *H. aurantiaca* และ *Cordyceps* spp. เป็นเชื้อที่ทำลายมดที่อยู่บริเวณผิวหน้าดิน เมื่อมดถูกเชื้อ 2 ชนิด นี้เข้าทำลายมดจะตายอยู่บริเวณผิวหน้าดินที่มีเศษใบไม้ที่เน่าเปื่อยผุผังทับถม โดยเชื้อราสกุล *Cordyceps* ที่ทำลายมดนั้นยังไม่ทราบว่าเชื้อสกุลนี้เป็นชนิดใด เนื่องจากไม่สามารถนำมาตรวจดูลักษณะของ

สปอร์ได้ เพราะต้องติดตามพัฒนาการ ส่วนการบันทึกจะบันทึกแยกแต่ละระยะของการเจริญเติบโตออกจากกัน กล่าวคือ หากสำรวจพบระยะ anamorph จะบันทึกอยู่ในกลุ่ม *H. aurantiaca* แต่ถ้าพบระยะ anamorph อยู่ร่วมกับ teleomorph จะบันทึกอยู่ในกลุ่ม *Cordyceps* spp. และหากสำรวจพบระยะ teleomorph จะบันทึกอยู่ในกลุ่ม *Cordyceps* spp. เช่นกัน ส่วนการศึกษาอายุขัยของเชื้อนั้นยังคงปฏิบัติเช่นเดียวกับข้อ 4.1 แต่ต่างกันในการคิดคำนวณเปอร์เซ็นต์ของเชื้อในระยะพักตัว คือ สำหรับเชื้อ *H. aurantiaca* และ *Cordyceps* spp. ไม่ได้ศึกษาระยะพักตัวเหมือนกับเชื้อ *Hirsutella saussurei* และ *Cordyceps humberti* ดังนั้นจึงยังไม่คิดระยะพักตัว แต่จะคิดเฉพาะกลุ่มของเชื้อในระยะ anamorph และ teleomorph เท่านั้น โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มแรกเป็นกลุ่มที่พบเฉพาะเชื้อ *Hymenostilbe aurantiaca* จะบันทึกในระยะ anamorph กลุ่มที่สองเป็นกลุ่มที่พบเชื้อ 2 ระยะ (*H. aurantiaca* อยู่ร่วมกับ *Cordyceps* spp.) และที่พบเฉพาะเชื้อ *Cordyceps* spp. บันทึกในระยะ teleomorph ซึ่งรูปแบบของเชื้อที่บันทึกในกลุ่มแรก ได้แก่ รูปแบบที่ 1-3 และรูปแบบในกลุ่มที่สอง ได้แก่ รูปแบบที่ 4-9

5. การศึกษาปริมาณของเชื้อราที่ทำลายแมลงอันดับ Hymenoptera ในแต่ละฤดู

5.1 เชื้อ ***Hirsutella saussurei*** **(anamorph)** และเชื้อ ***Cordyceps humberti*** **(teleomorph)** ที่ทำลายต่อ ***Icaria*** **sp.** โดยเริ่มสำรวจเชื้อที่พบในฤดูกาลต่างๆ เดือนละ 1 ครั้ง ในช่วงฤดูฝน (สิงหาคม-ตุลาคม 2542 และ พฤษภาคม - ตุลาคม 2543) ฤดูหนาว (พฤศจิกายน 2542-มกราคม 2543 และ พฤศจิกายน 2543- มกราคม 2544) และฤดูร้อน (กุมภาพันธ์ - เมษายน 2543 และ กุมภาพันธ์ 2544) สำหรับการศึกษาปริมาณนั้นจะทำการติดเครื่องหมายประจำตัวอย่างเชื้อที่พบและจะไม่มีการนับตัวอย่างที่ติดเครื่องหมายซ้ำอีก พร้อมกับบันทึกจำนวนของเชื้อกลุ่มนี้ที่พบ โดยบันทึกแยกแต่ละระยะของการเจริญเติบโตออกจากกัน กล่าวคือ หากสำรวจพบระยะ anamorph จะบันทึกอยู่ในกลุ่มเชื้อ *H. saussurei* หากสำรวจพบเฉพาะระยะ teleomorph ก็จะบันทึกอยู่ในกลุ่มเชื้อ *C. humberti* ส่วนตัวอย่างแมลงที่พบทั้ง 2 ระยะ (anamorph อยู่ร่วมกับ teleomorph) ด้วยกันบนแมลงตัวเดียวกันนั้นจะนับรวมอยู่ในกลุ่มเชื้อ *H. saussurei* อยู่ร่วมกับ *C. humberti* การศึกษานี้ใช้ตัวอย่างกลุ่มเดียวกันกับข้อ 4.1 และปฏิบัติแนวทางเดียวกัน พร้อมทั้งบันทึกข้อมูลทางด้านอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ปริมาณน้ำฝน และสภาพแวดล้อมของบริเวณที่ศึกษา

5.2 เชื้อ ***Hymenostilbe aurantiaca*** **(anamorph),** เชื้อ ***Cordyceps irangiensis,*** เชื้อ ***Cordyceps myrmecophila,*** และเชื้อ ***Cordyceps*** **spp. (teleomorph)** ที่ทำลายมด ***Polyrhachis armata*** สำหรับการศึกษาปริมาณของเชื้อรานั้น สำรวจ รวบรวม โดยใช้ตัวอย่างเดียวกัน รวมทั้งคำนวณ ใช้ระยะเวลา และปฏิบัติในแนวทางเดียวกันกับข้อ 4.2 สำหรับตัวอย่างที่นำมาศึกษาเพื่อจำแนกเป็น *C. irangiensis* หรือ *C. myrmecophila* นั้นได้โดยจากการสุ่มตัวอย่างของเชื้อรา *Cordyceps* spp. จำนวน 60 ตัวอย่าง จากจำนวนทั้งหมด 247 ตัวอย่าง การที่จะ

ทราบว่าเป็นเชื้อ *C. irangiensis* หรือเชื้อ *C. myrmecophila* นั้นจะต้องนำ stroma มาบีบเพื่อตรวจสอบรูปร่างลักษณะของสปอร์ ซึ่งพบว่าถ้าเป็นเชื้อ *C. irangiensis* มี part-spore รูปร่าง fusoid ปลายแหลม (ภาพที่ 12ข) แต่ถ้าเป็นเชื้อ *C. myrmecophila* มี part-spore รูปร่าง barrel-sharped ปลายทู่ (ภาพที่ 13ข) จากการบันทึกจำนวนของเชื้อกลุ่มนี้ที่พบโดยบันทึกแยกแต่ละระยะของการเจริญเติบโตออกจากกัน กล่าวคือ หากสำรวจพบระยะ anamorph จะบันทึกอยู่ในกลุ่มเชื้อ *H. aurantiaca* และสำรวจพบระยะ teleomorph จะบันทึกอยู่ในกลุ่มเชื้อ *C. irangiensis* หรือเชื้อ *C. myrmecophila* หรือเชื้อ *Cordyceps* spp. สำหรับเชื้อ *Cordyceps* spp. จะเป็นเชื้อที่พบระยะ teleomorph ซึ่งไม่สามารถนำมาตรวจดูลักษณะของสปอร์ได้เนื่องจากต้องอนุรักษ์เชื้อไว้ในป่า

6. การศึกษาการกระจายของเชื้อราที่ทำลายแมลงอันดับ Hymenoptera ในแต่ละเดือน

6.1 เชื้อ *Hirsutella saussurei* (anamorph) และเชื้อ *Cordyceps humberti* (teleomorph) ที่ทำลายต่อ *Icaria* sp. สำหรับการศึกษาการกระจายของเชื้อนั้น ได้ศึกษาในช่วงเวลาเดียวกันด้วยตัวอย่างกลุ่มเดียวกัน รวมทั้งปฏิบัติเช่นเดียวกันกับการศึกษาในข้อ 5.1 แต่จะเก็บข้อมูลของแต่ละเดือนแทน

6.2 เชื้อ *Hymenostilbe aurantiaca* (anamorph),เชื้อ *Cordyceps irangiensis*, เชื้อ *C. myrmecophila*, และเชื้อ *Cordyceps* spp. (teleomorph) ที่ทำลายมด *Polyrhachis armata* สำหรับการศึกษานี้ได้ศึกษาในช่วงเวลาเดียวกัน ด้วยตัวอย่างกลุ่มเดียวกัน รวมทั้งปฏิบัติเช่นเดียวกันกับการศึกษาในข้อ 5.2 แต่จะเก็บข้อมูลของแต่ละเดือนแทน

ผลการทดลอง

1. ความหลากหลายทางชีวภาพของเชื้อราที่ทำลายแมลง

1.1 การสำรวจ รวบรวม และจำแนกตัวอย่างเชื้อราที่ทำลายแมลง จากการสำรวจและรวบรวมตัวอย่างเชื้อราที่ทำลายแมลง ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์ จาก 2 บริเวณ คือ บริเวณหลังศูนย์บริการนักท่องเที่ยวห้วยหญ้าเครือ และบริเวณเส้นทางเดินป่าศึกษาธรรมชาติ ศึกษาเป็นเวลา 1 ปี 7 เดือน พบเชื้อราที่ทำลายแมลงรวมทั้งหมด 858 ตัวอย่าง ซึ่งจำแนกในระดับชนิด (species) ได้ 34 ชนิด ได้แก่เชื้อ *Akanthomyces pistillariiformis* (ภาพที่ 5), *Aschersonia placenta* (ภาพที่ 6), *A. tubulata* (ภาพที่ 7), *Beauveria bassiana* (ภาพที่ 8), *Cordyceps cf. acicularis* (ภาพที่ 9), *C. dipterigena* (ภาพที่ 10), *C. humberti* (ภาพที่ 11), *C. irangiensis* (ภาพที่ 12), *C. myrmecophila* (ภาพที่ 13), *C. nutans* (ภาพที่ 14), *C. sphecocephala* (ภาพที่ 15), *C. unilateralis* (ภาพที่ 16), *Cosmospora diploa* (ภาพที่ 17), *Hirsutella cf. acicularis* (ภาพที่ 18), *H. formicarum* (ภาพที่ 19), *H. nivea* (ภาพที่ 20), *H. saussurei* (ภาพที่ 21), *H. versicolor* (ภาพที่ 22), *H. cf. versicolor* (ภาพที่ 23), *Hymenostillbe aurantiaca* (ภาพที่ 24), *H. dipterigena* (ภาพที่ 25), *H. odonatae* (ภาพที่ 26), *H.* cf. *sphecocephala*, *H. ventricosa* (ภาพที่ 27), *Hypocrella discoidea* (ภาพที่ 28), *H. raciborski* (ภาพที่ 29), *H. tubulata* (ภาพที่ 7), *Paecilomyces cinnamomeus* (ภาพที่ 30), *P. cf. farinosus* (ภาพที่ 31), *P. tenuipes* (ภาพที่ 32), *Torrubiella hemipterigena* (ภาพที่ 33), *T. luteorostrata* (ภาพที่ 30), *T. cf. pruinosa* (ภาพที่ 34), และ *Verticillium cf. hemipterigenum* (ภาพที่ 35) จาก 643 ตัวอย่าง

สำหรับเชื้อราที่สำรวจพบเฉพาะบริเวณที่ 1 ได้แก่ เชื้อ *Aschersonia tubulata, Cordyceps nutans, Cosmospora diploa, Hirsutella cf. acicularis, H. versicolor, H. cf. versicolor, Hypocrella discoidea, H. raciborski, H. tubulata, Paecilomyces* cf. *farinosus, P. tenuipes, Torrubiella cf. pruinosa* และ *Verticillium* cf. *hemipterigenum* ส่วนเชื้อราพบเฉพาะบริเวณที่ 2 ได้แก่ เชื้อ *Aschersonia placenta, Beauveria bassiana, Cordyceps cf acicularis, C. irangiensis, Hirsutella nivea, Hymenostilbe odonatae, H.* cf. *sphecocephala, Paecilomyces cinnamomeus* และ *Torrubiella luteorostrata* ซึ่งตัวอย่างเชื้อราที่พบทั้ง 2 บริเวณ ได้แก่เชื้อ *Akanthomyces pistillariiformis, Cordyceps dipterigena, C. humberti, C. myrmecophila, C. sphecocephala, C. unilateralis, Hirsutella formicarum, H. saussurei, Hymenostillbe aurantiaca, H. dipterigena, H. ventricosa* และ *Torrubiella hemipterigena* เมื่อนำมาศึกษาด้านความเหมือนมีค่าเท่ากับ 35.29% (ตารางที่ 8) โดยที่เชื้อแต่ละชนิดทำลายชนิดของแมลงแตกต่างกันไป รวมทั้งจำนวนเชื้อแต่ละชนิดที่พบในบริเวณทั้ง 2 ดังกล่าว ก็ต่างกันเช่น

***Akanthomyces pistillariiformis* (Pat.) Samson & Evans**

อาณาจักร (Kingdom): รา
ดิวิชัน (Division): Eumycota
ชั้น (Class): Ascomycetes
อันดับ (Order): Hypocreales
วงศ์ (Family): Clavicipitaceae
ระยะ (State): Mitosporic
สกุล (Genus): *Akanthomyces*
ชนิด (Species): *pistillariiformis*
แมลงอาศัย (Host insect): ผีเสื้อ (Lymantriidae: Lepidoptera)
ชื่อวิทยาศาสตร์ของแมลงอาศัย (Scientific name of host): *Pantana* sp.
ระยะของเชื้อราที่มีความสัมพันธ์กัน (Corresponding stage): *Cordyceps tuberculata*

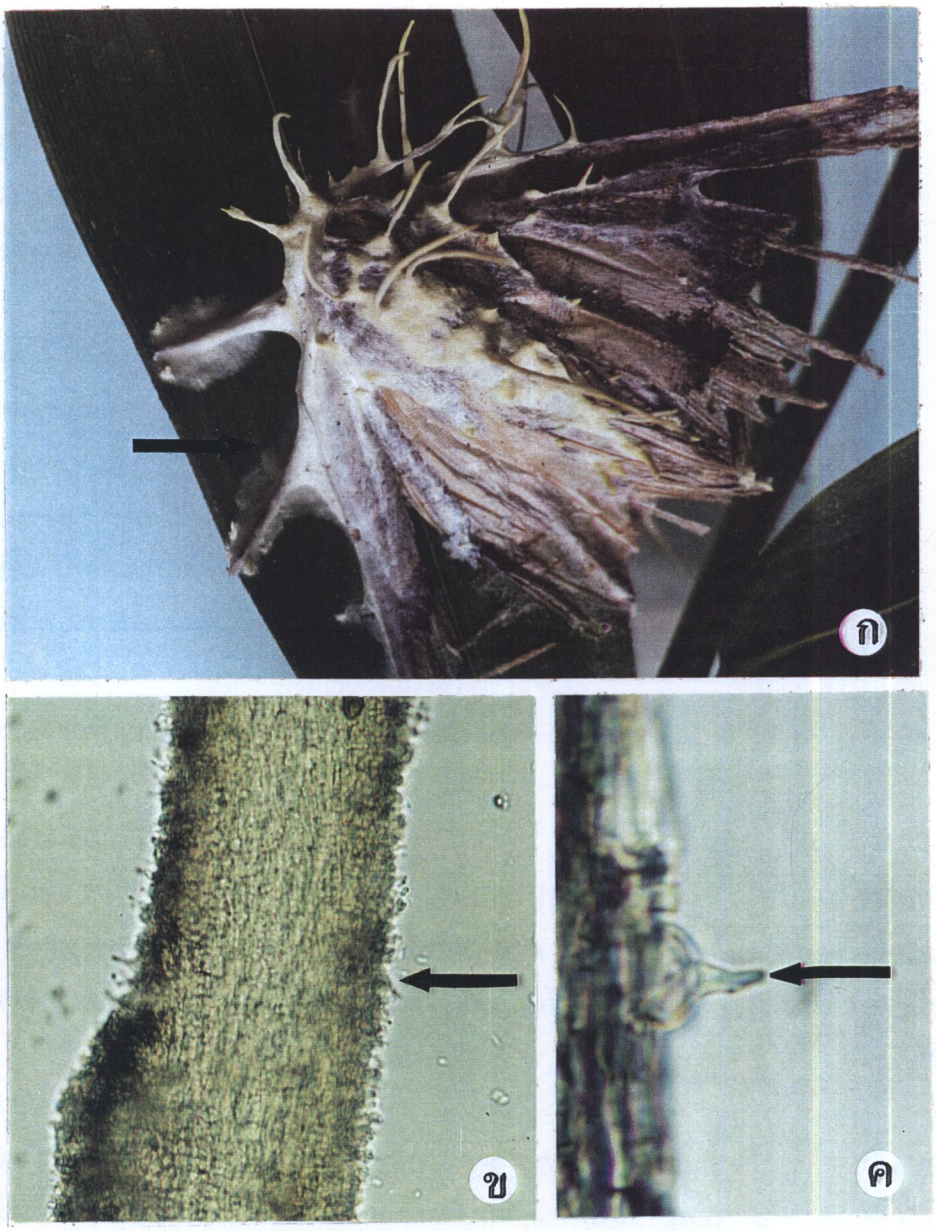
ลักษณะของเชื้อรา (ภาพที่ 5)

จากคำบรรยายลักษณะของเชื้อราชนิดนี้โดย Samson และ Evans (1974) กล่าวว่า Synnema กระจัดกระจายบนส่วนต่าง ๆ ของลำตัวแมลง มีรูปร่างทรงกระบอก เรียว ค่อนข้างไปทางรูปทรงกระบอง และมีลักษณะเป็นก้านชู (stipitate) สีขาว สีค่อนข้างครีม (creamish) ปกคลุมทั่วลำตัวแมลง เส้นใย มีสีขาวปกคลุมกระจายทั่วตัวแมลง ส่วนของ phialide มีลักษณะรวมกันแน่นอยู่เป็นชั้นปกคลุมผิวของ synnema phialide เรียงกระจัดกระจาย ประกอบด้วยส่วนของฐานซึ่งมีรูปร่างทรงกระบอก ส่วนปลายเรียวไปจนถึงส่วนของคอชัดเจน ผิวเรียบ conidium เรียงต่อกันเป็นสายสั้น ๆ มี 1 เซลล์ ใส ไม่มีสี ผนังเรียบลักษณะรูปทรงกระบอกจนถึงลักษณะ narrowly fusiform ขนาด 1.2-1.5 x 4.5-6.0 ไมโครเมตร **แต่จากการสำรวจครั้งนี้พบ conidium ขนาด 1.0 - 1.5 x 3.0 - 5.0 ไมโครเมตร**

ลักษณะนิเวศขณะที่พบเชื้อ

ในบริเวณที่ 1 (หลังศูนย์บริการนักท่องเที่ยวห้วยหญ้าเครือ) พบเชื้อราชนิดนี้ จำนวน 2 ตัวอย่าง บนกิ่งไม้ ในวันที่ 30 กันยายน 2542 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยตลอดทั้งเดือน 14.2 มม., จำนวน 1 ตัวอย่าง บนใบไผ่ซอด วันที่ 17 พฤศจิกายน 2542 อุณหภูมิ 20.1 ^{o}ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 75.6 % ปริมาณน้ำฝน 25.1 มม., จำนวน 9 ตัวอย่าง บนใบยางบาง วันที่ 21 ธันวาคม 2542 อุณหภูมิ 14.8 ^{o}ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 77.9 %, จำนวน 2 ตัวอย่าง บนใบสลักดำ ใบยางบาง วันที่ 21 กุมภาพันธ์ 2543 อุณหภูมิ 20.8 ^{o}ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 67.9 %, จำนวน 1 ตัวอย่าง บนใบตีนตั่ง วันที่ 11 มีนาคม 2543 อุณหภูมิ 24.4 ^{o}ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 68.5 %,

จำนวน 3 ตัวอย่าง บนใบมะขาม ใบม้าคอกแตก ใบสนั่น วันที่ 9 เมษายน 2543 อุณหภูมิ 24.8 ^{o}ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 79.3 % ปริมาณน้ำฝน 28.6 มม., จำนวน 1 ตัวอย่าง บนใบไม้ วันที่ 30 มิถุนายน 2543 อุณหภูมิ 24.0 ^{o}ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 84.0 % ปริมาณน้ำฝน 54.0 มม., จำนวน 1 ตัวอย่าง บนใบไม้ วันที่ 30 กันยายน 2543 อุณหภูมิ 25.5 ^{o}ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 77.5% ปริมาณน้ำฝน 32.5 มม., จำนวน 2 ตัวอย่าง บนใบก่อแดง วันที่ 31 ตุลาคม 2543 อุณหภูมิ 23.3 ^{o}ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 82.5% ปริมาณน้ำฝน 74.8 มม., จำนวน 1 ตัวอย่าง บนใบไม้ วันที่ 25 พฤศจิกายน 2543 อุณหภูมิ 20.9 ^{o}ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 68.6 % ส่วนในบริเวณที่ 2 (เส้นทางเดินป่าศึกษาธรรมชาติ) พบเชื้อราชนิดนี้ จำนวน 2 ตัวอย่าง บนใบดีหมี ใบก่อด่าง ในวันที่ 14 ตุลาคม 2542 อุณหภูมิ 22.0 ^{o}ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 78.9 % ปริมาณน้ำฝน 28.6 มม., จำนวน 1 ตัวอย่าง บนใบไผ่ วันที่ 16 มกราคม 2543 อุณหภูมิ 19.7 ^{o}ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 63.9% รวมทั้งหมด 26 ตัวอย่าง



ภาพที่ 5 เชื้อ *Akanthomyces pistillariiformis*

ก ผีเสื้อ *Pantana* sp. ที่ถูกทำลายด้วยเชื้อ *A. pistillariiformis*

ข synnema

ค phialide

Aschersonia placenta

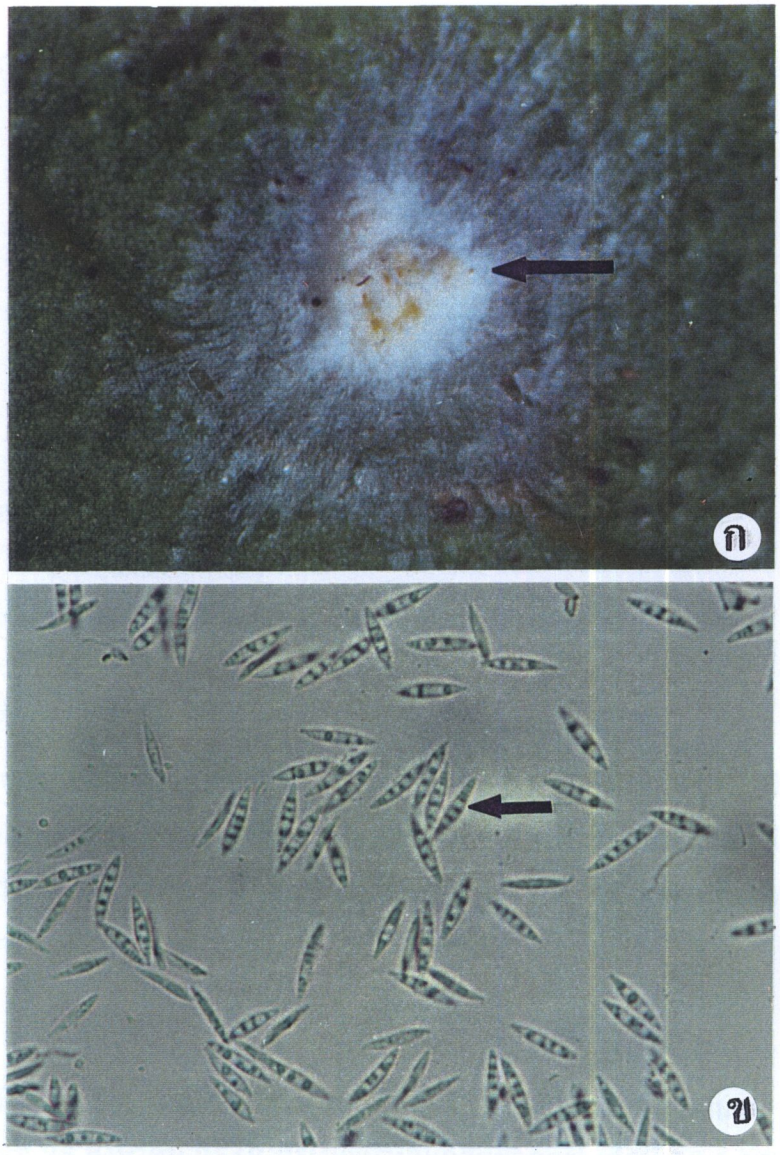
อาณาจักร: รา
ดิวิชัน: Eumycota
ชั้น: Ascomycetes
อันดับ: Hypocreales
วงศ์: Clavicipitaceae
ระยะ: Mitosporic
สกุล: *Aschersonia*
ชนิด: *placenta*
แมลงอาศัย: เพลี้ยหอย (scale insect) (Coccidae: Homoptera)
ชื่อวิทยาศาสตร์ของแมลงอาศัย: ตัวอย่างแมลงมีเชื้อราขึ้นปกคลุม ยากต่อการจำแนก (unidentified)
ระยะของเชื้อราที่มีความสัมพันธ์กัน: *Hypocrella raciborski*

ลักษณะของเชื้อรา (ภาพที่ 6)

เป็นเชื้อราที่ทำลายเพลี้ยหอย โคโลนีมีสีขาวปนเหลืองครีม เส้นใยแผ่บางบนใบไม้ conidium ขนาด 1.0-1.5 x 11.0-14.0 ไมโครเมตร ไม่มีผนังกั้น เป็นแบบเซลล์เดียว รูปร่างของ conidium เรียว รี ลักษณะดังกล่าวข้างต้นเป็นลักษณะของเชื้อราที่ได้จากการสำรวจ

ลักษณะนิเวศขณะที่พบเชื้อ

ในบริเวณที่ 2 (เส้นทางเดินป่าศึกษาธรรมชาติ) พบเชื้อราชนิดนี้ จำนวน 1 ตัวอย่าง บนใบไม้ ในวันที่ 30 มิถุนายน 2543 อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดทั้งเดือน 24.0 ^{o}ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 83.7 %



ภาพที่ 6 เชื้อ *Aschersonia placenta*

ก เพลี้ยหอยที่ถูกทำลายด้วยเชื้อ *A. placenta*

ข conidium

Aschersonia tubulata

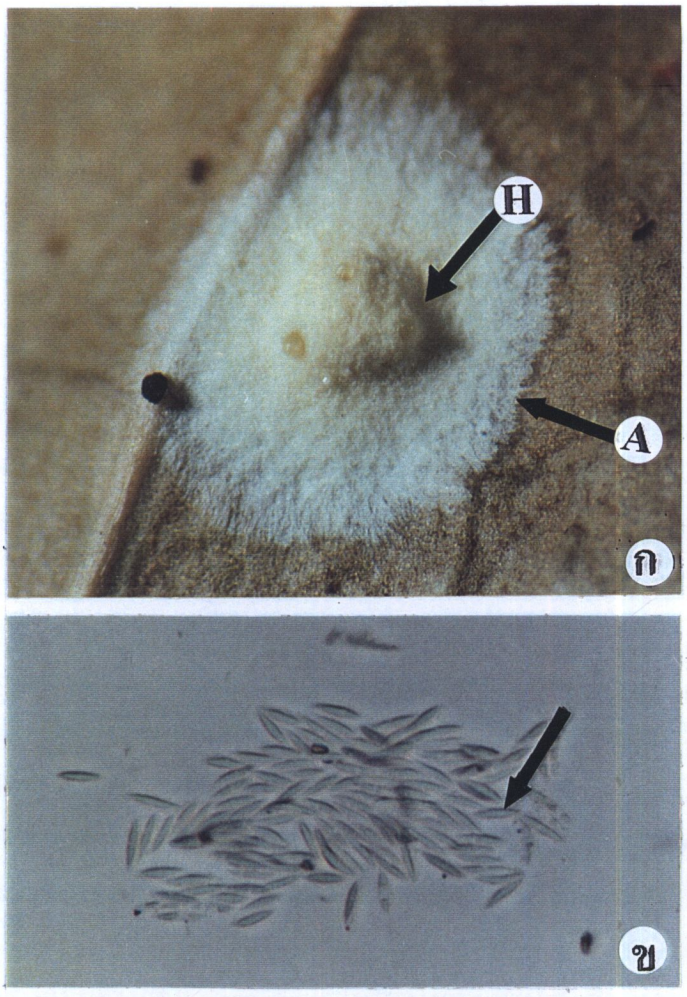
อาณาจักร: รา
ดิวิชัน: Eumycota
ชั้น: Ascomycetes
อันดับ: Hypocreales
วงศ์: Clavicipitaceae
ระยะ: Mitosporic
สกุล: *Aschersonia*
ชนิด: *tubulata*
แมลงอาศัย: เพลี้ยหอย (scale insect) (Coccidae: Homoptera)
ชื่อวิทยาศาสตร์ของแมลงอาศัย: ตัวอย่างแมลงมีเชื้อราขึ้นปกคลุม ยากต่อการจำแนก (unidentified)
ระยะของเชื้อราที่มีความสัมพันธ์กัน: *Hypocrella tubulata*

ลักษณะของเชื้อรา (ภาพที่ 7)

เป็นเชื้อราที่ทำลายเพลี้ยหอย เชื้อราที่เจริญบนเพลี้ยหอยโคโลนีมีสีเหลืองปนครีม ลักษณะแผ่หนากว่า *A. placenta* conidium ขนาด 2.0 - 2.5 x 6.0 - 7.0 ไมโครเมตร ไม่มีผนังกั้น เป็นแบบเซลล์เดียว รูปร่าง เรียว รี ลักษณะดังกล่าวข้างต้นเป็นลักษณะของเชื้อราที่ได้จากการสำรวจ

ลักษณะนิเวศที่พบเชื้อรา

ในบริเวณที่ 1 (หลังศูนย์บริการนักท่องเที่ยวห้วยหญ้าเครือ) พบเชื้อราชนิดนี้ จำนวน 1 ตัวอย่าง บนใบสลักดำ ในวันที่ 28 สิงหาคม 2542 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยตลอดทั้งเดือน 13.1 มม., จำนวน 1 ตัวอย่าง บนใบไม้ วันที่ 30 กันยายน 2542 ปริมาณน้ำฝน 14.1 มม., จำนวน 1 ตัวอย่าง พบบนใบสลักดำ วันที่ 16 มกราคม 2543 อุณหภูมิ 19.7 ^{o}ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 63.9 % และ อีก 3 ตัวอย่าง พบบนใบไม้ ในวันที่ 25 พฤศจิกายน 2543 อุณหภูมิ 20.9 ^{o}ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 68.6 % รวมตัวอย่างทั้งหมด 6 ตัวอย่าง



ภาพที่ 7 เชื้อ *Aschersonia tubulata* และ *Hypocrella tubulata*
ก เพลี้ยหอยที่ถูกทำลายด้วยเชื้อ *A. tubulata* (A)
และ *H. tubulata* (H)
ข conidium ของเชื้อ *A. tubulata*

***Beauveria bassiana* Bals. Vuill.**

อาณาจักร: รา
ดิวิชัน: Eumycota
ชั้น: Ascomycetes
อันดับ: Hypocreales
วงศ์: Clavicipitaceae
ระยะ: Mitosporic
สกุล: *Beauveria*
ชนิด: *bassiana*
แมลงอาศัย: ด้วง (Coleoptera)
ชื่อวิทยาศาสตร์ของแมลงอาศัย: ตัวอย่างแมลงไม่สมบูรณ์ จึงไม่สามารถจำแนกได้ (unknown)
ระยะของเชื้อราที่มีความสัมพันธ์กัน: *Cordyceps*

ลักษณะของเชื้อรา (ภาพที่ 8)

จากคำบรรยายลักษณะของเชื้อราชนิดโดย Glare (n.d.) กล่าวว่า

เชื้อราสร้างเส้นใยสีขาวปกคลุมลำตัวแมลง บางครั้งพบกลุ่มของก้านชูสปอร์ (conidiophore) อยู่อย่างหนาแน่น (รูปร่างตั้งตรง ลักษณะเส้นใยเป็นช่อดอก) conidiogenous cell ปกติมีลักษณะเป็นกลุ่มหนาแน่น (หรือเป็นวง หรือพบเดี่ยวๆ) ใส ไม่มีสี มีลักษณะกลมหรือรูปร่าง flask-like ที่ส่วนของฐาน และมีลักษณะเป็นซี่ละเอียด (denticulate) นูนขึ้นมา ส่วนปลายมีลักษณะขยายออก (rachis) รองรับ conidium ที่อยู่บนแต่ละอันของก้านชูสปอร์ ซึ่งปกติจะมีลักษณะชิกแซก ฐานกลมถึงค่อนข้างกลม conidium ไม่มีผนังกั้น มีรูปร่างค่อนข้างกลม ขนาด 2.0-2.5 x 2.0-3.0 ไมโครเมตร **ซึ่งขนาดของ conidium ที่ได้จากการสำรวจครั้งนี้มีขนาดเท่ากับที่กล่าวข้างต้น**

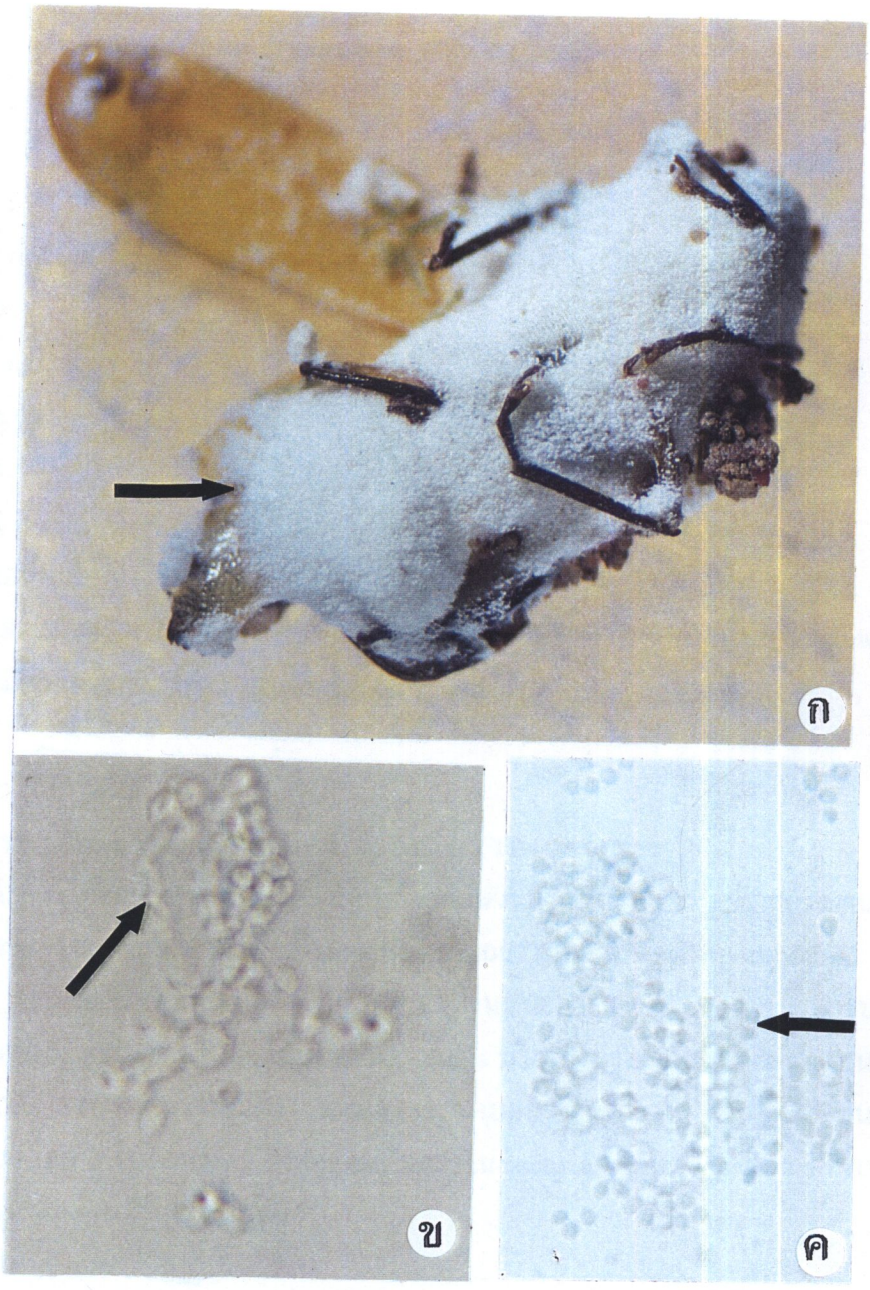
การแยกเชื้อบริสุทธิ์

นำเชื้อราที่เก็บไว้ในกล่องพลาสติกและรวบรวมได้มาที่ห้องปฏิบัติการ โดยถ้าหากยังไม่ได้ดำเนินการทันทีให้เก็บตัวอย่างเชื้อราไว้ในตู้เย็นที่อุณหภูมิประมาณ 10 ^{o}ซ จากนั้นแยกเชื้อบริสุทธิ์โดยเขี่ย conidium หรือ conidiogenous cell ลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ potato dextrose agar (PDA) ซึ่งผสมสารปฏิชีวนะ streptomycin sulphate ลงไปด้วย เพื่อยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย บ่มจานอาหาร PDA ที่มีเชื้อรานี้ในกล่องพลาสติกที่มีความชื้น โดยวางกระดาษทิชชูรองก้นกล่องและพรมน้ำให้ชื้น เก็บกล่องไว้ที่อุณหภูมิห้อง สังเกตการเจริญของเส้นใยทุกวัน ด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ (sterio microscope) จากนั้นตัดและย้ายชิ้นอาหาร PDA ที่มีเชื้อนี้

ให้มีขนาดเล็กที่สุด ไปลงบนอาหาร PDA จานใหม่ที่ไม่ได้ใส่สารปฏิชีวนะ เก็บไว้ในกล่องพลาสติกที่มีความชื้นที่อุณหภูมิห้อง ให้สังเกตการเจริญของเส้นใยทุกวัน ถ้าหากพบว่ามีการปนเปื้อนจากจุลินทรีย์ชนิดอื่น ให้รีบแยกหรือตัดส่วนที่ปนเปื้อนทิ้ง เพื่อป้องกันไม่ให้ลุกลามไปยังเชื้อราเป้าหมายต่อไป ลักษณะโคโลนีบนอาหาร PDA มีสีขาวอมครีม และเส้นใยฟู

ลักษณะนิเวศที่พบเชื้อรา

ในบริเวณที่ 2 (เส้นทางเดินป่าศึกษาธรรมชาติ) พบเชื้อราชนิดนี้ จำนวน 1 ตัวอย่าง บนพื้นดินบนเศษใบไม้ที่เน่าเปื่อยแล้ว ใต้ต้นไผ่ใกล้ๆลำธารน้ำห้วยหญ้าเครือ ในวันที่ 30 กรกฎาคม 2543 อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดทั้งเดือน 23.8 ^{o}ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 83.7 % ปริมาณน้ำฝน 20.5 มม.



ภาพที่ 8 เชื้อ *Beauveria bassiana*

ก ด้วงที่ถูกทำลายด้วยเชื้อ *B. bassiana*

ข conidiophore

ค conidium

***Cordyceps* cf. *acicularis* Rav. ex Berk.**

อาณาจักร: รา
ดิวิชัน: Eumycota
ดิวิชันย่อย: Ascomycota
ชั้น: Ascomycetes
อันดับ: Hypocreales
วงศ์: Clavicipitaceae
สกุล: *Cordyceps*
ชนิด: cf. *acicularis*
แมลงอาศัย: หนอนผีเสื้อ
ชื่อวิทยาศาสตร์ของแมลงอาศัย: ตัวอย่างแมลงไม่สมบูรณ์ จึงไม่สามารถจำแนกได้ (unknown)
ระยะของเชื้อราที่มีความสัมพันธ์กัน: *Hirsutella* cf. *acicularis*

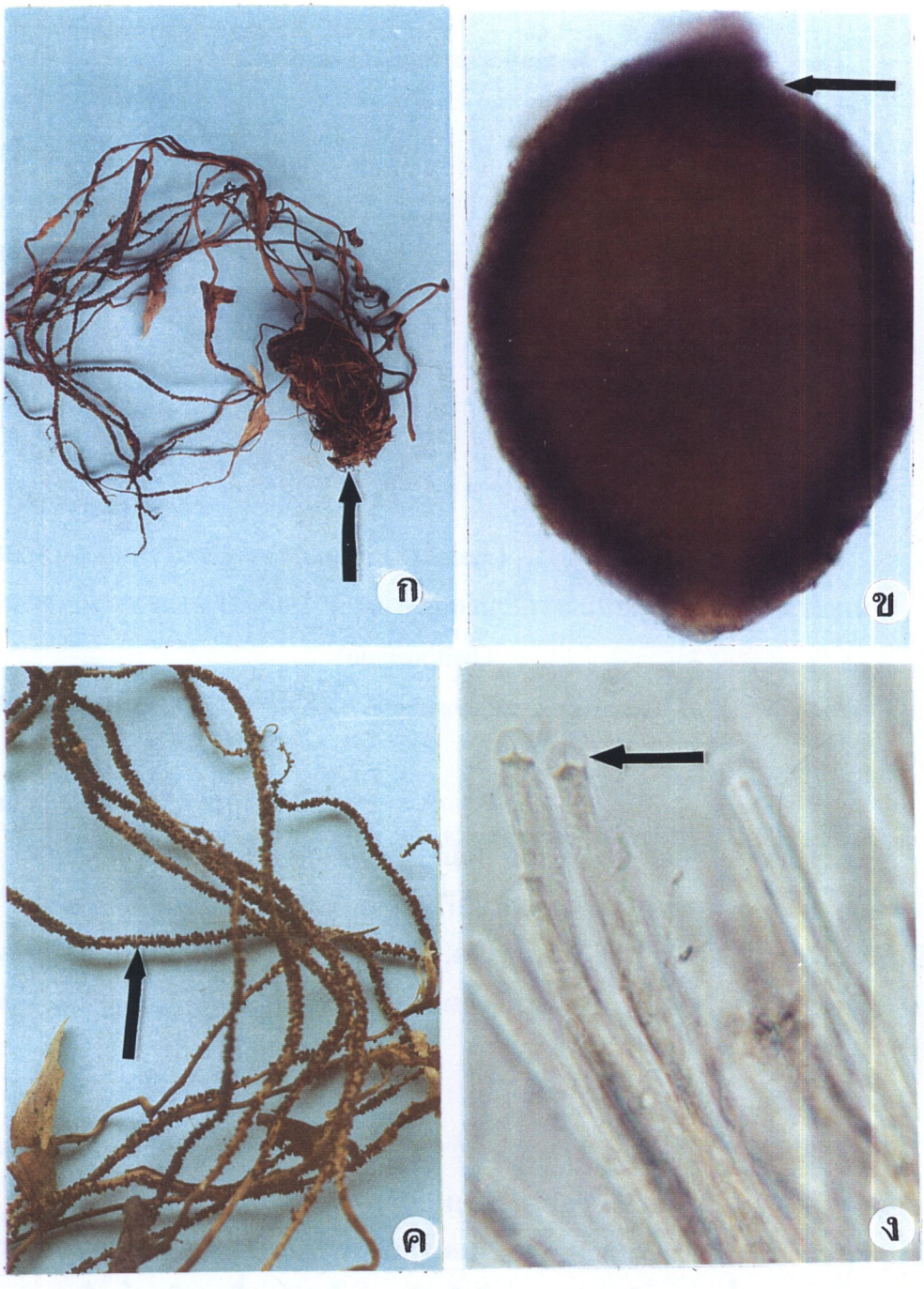
ลักษณะของเชื้อรา (ภาพที่ 9)

จากคำบรรยายลักษณะของเชื้อราชนิดนี้โดย Mains (1940) กล่าวว่า

ปลาย synnema ที่พองรูปทรง clavae มีสีเหลืองอ่อนจนถึงสีน้ำตาลเทา รูปร่างบาง ขนาด 0.3-1.0 มม. x 2.0-10.0 ซม. ส่วนยอดลักษณะปลายเรียวยาว และเป็นหมัน perithecium อยู่ด้านบนแบบอิสระ กระจัดกระจายหรือปกติจะอยู่เป็นกลุ่มส่วนบนของ clavae perithecium รูปไข่ ขนาด 270.0-300.0 x 360.0-400.0 ไมโครเมตร ascus บางครั้งมีรูปร่างแบบ clavae ขนาด 7.0-10.0 x 190.0-240.0 ไมโครเมตร ascospore แคบเกือบจะรูปร่างแบบ fusoid ขนาด 2.5-3.5 x 100.0-220.0 ไมโครเมตร ซึ่งอยู่ซ้อนกันภายใน ascus ผนังกั้น ascospore มองเห็นไม่ชัดในการแบ่ง ascospore เป็นแต่ละเซลล์

ลักษณะนิเวศที่พบเชื้อรา

ในบริเวณที่ 2 (เส้นทางเดินป่าศึกษาธรรมชาติ) พบเชื้อราชนิดนี้ จำนวน 1 ตัวอย่าง ใต้ต้นไผ่ที่มีเศษใบไม้ที่เน่าเปื่อยปกคลุม ในวันที่ 30 มิถุนายน 2543 อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดทั้งเดือน 23.7 ^{o}ช ความชื้นสัมพัทธ์ 83.7 % ปริมาณน้ำฝน 53.8 มม.



ภาพที่ 9 เชื้อ *Cordyceps* cf. *acicularis*

ก หนอนผีเสื้อที่ถูกทำลายด้วยเชื้อ *C.* cf. *acicularis*

ข perithecium

ค perithecium อยู่บนก้าน synnema

ง ascus tip

***Cordyceps dipterigena* Berk & Broome**

อาณาจักร: รา
ดิวิชัน: Eumycota
ดิวิชันย่อย: Ascomycota
ชั้น: Ascomycetes
อันดับ: Hypocreales
วงศ์: Clavicipitaceae
สกุล: *Cordyceps*
ชนิด: *dipterigena*
แมลงอาศัย: แมลงวัน (fly) (Muscidae : Diptera)
ชื่อวิทยาศาสตร์ของแมลงอาศัย : ตัวอย่างแมลงมีเชื้อราขึ้นปกคลุม ยากต่อการจำแนก (unidentified)
ระยะของเชื้อราที่มีความสัมพันธ์กัน: *Hymenostilbe dipterigena*

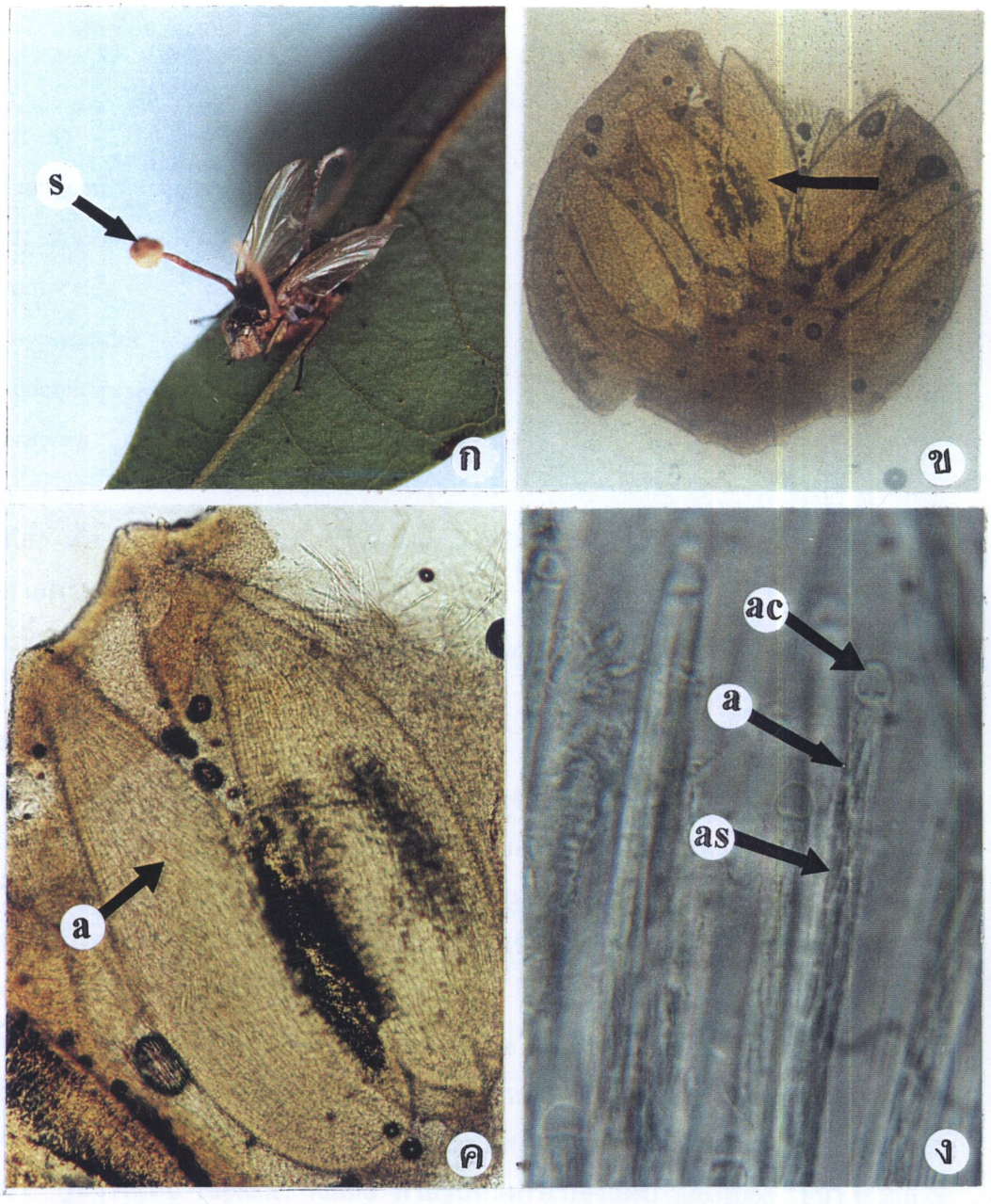
ลักษณะของเชื้อรา (ภาพที่ 10)

จากคำบรรยายลักษณะของเชื้อราชนิดนี้โดย Humber (1998) กล่าวว่า

Stroma ลักษณะเป็นก้านชูมีหนึ่งอัน หรือมากกว่า ส่วนปลายของ synnema พองออกเป็น stroma มีสีซีด perithecium มีลักษณะเป็นรูปคนโท แคบ ยาว เรียว แข็ง ชูขึ้นจนถึงผิวของ stroma ascospore ลักษณะคล้ายเส้นด้าย มีผนังกั้นหลายอัน มีสปอร์ย่อย (part-spore) แยกออกมาซึ่งมีรูปร่างทรงกระบอก เซลล์เดียว

ลักษณะนิเวศที่พบเชื้อรา

ในบริเวณที่ 1 (หลังศูนย์บริการนักท่องเที่ยวห้วยหญ้าเครือ) พบเชื้อราชนิดนี้ จำนวน 1 ตัวอย่าง บนใบชุ้มกระดังงา ในวันที่ 30 มกราคม 2544 อุณหภูมิ 22.4 ^{o}ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 64.2 % ส่วนในบริเวณที่ 2 (เส้นทางเดินป่าศึกษาธรรมชาติ) พบเชื้อราชนิดนี้ จำนวน 1 ตัวอย่าง ใกล้ลำธารน้ำไหล วันที่ 21 ธันวาคม 2542 อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดทั้งเดือน 14.8 ^{o}ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 77.9 % อีก 1 ตัวอย่าง พบบนใบไม้ ในวันที่ 30 มิถุนายน 2543 อุณหภูมิ 23.7 ^{o}ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 83.7 % ปริมาณน้ำฝน 53.8 มม. รวมตัวอย่างทั้งหมด 3 ตัวอย่าง



ภาพที่ 10 เชื้อ *Cordyceps dipterigena*

ก แมลงวันที่ถูกทำลายด้วยเชื้อ *C. dipterigena* (s=stroma)

ข, ค perithecium ที่ฝังใน stroma และมี ascus (a)ใน perithecium

ง ascus (a) ซึ่งมี ascus cap (ac) อยู่ส่วนปลาย ภายใน ascus บรรจุ ascospore (as) แต่ละ ascospore ซึ่งมี part-spore อยู่ภายใน

***Cordyceps humberti* Robin**

อาณาจักร: รา
ดิวิชัน: Eumycota
ดิวิชันย่อย: Ascomycota
ชั้น: Ascomycetes
อันดับ: Hypocreales
วงศ์: Clavicipitaceae
สกุล: *Cordyceps*
ชนิด: *humberti*
แมลงอาศัย: ต่อ (wasp) (Vespidae: Hymenoptera)
ชื่อวิทยาศาสตร์ของแมลงอาศัย: *Icaria* sp.
ระยะของเชื้อราที่มีความสัมพันธ์กัน: *Hirsutella saussurei*

ลักษณะของเชื้อรา (ภาพที่ 11)

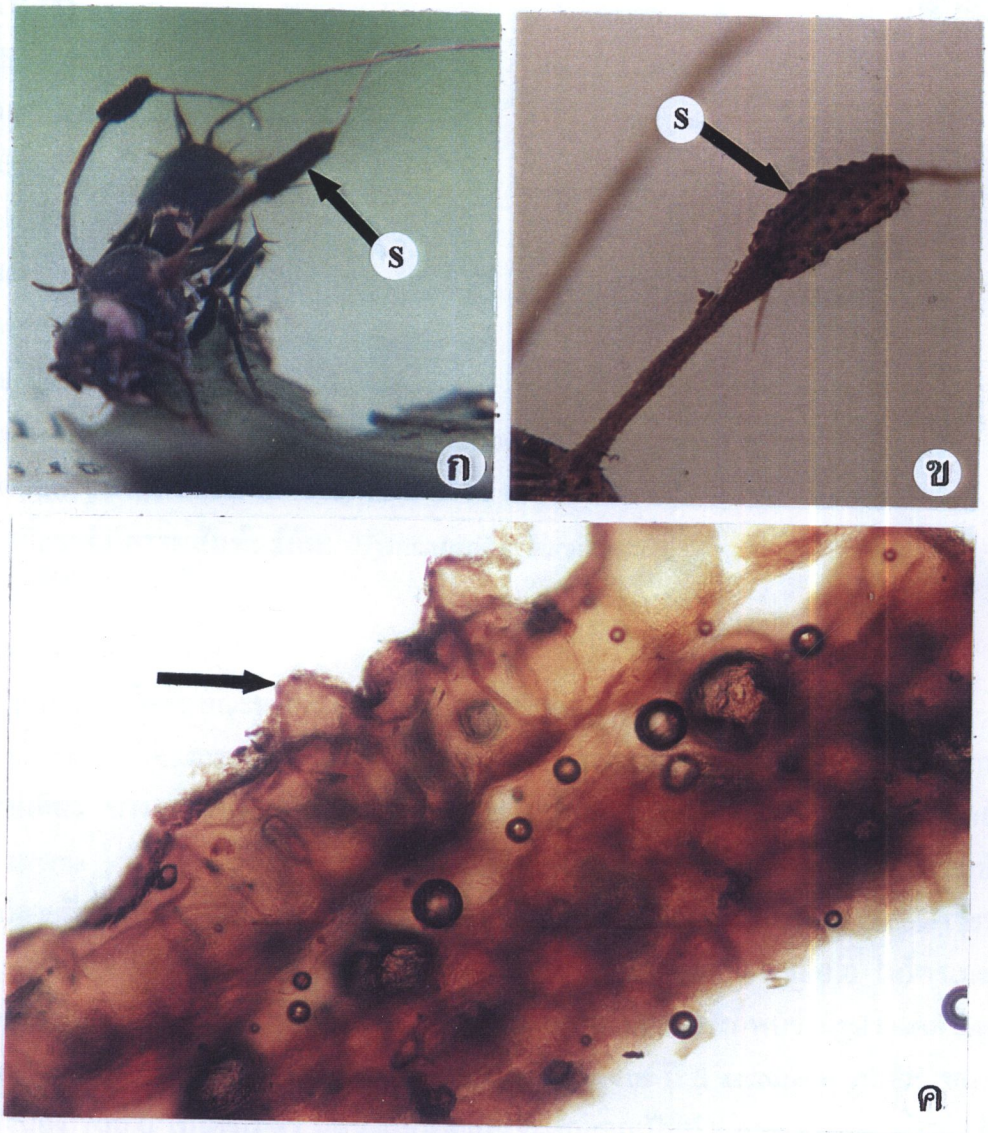
จากคำบรรยายลักษณะของเชื้อราชนิดนี้โดย Cooke (1892) กล่าวว่า

Clavae ปกติเจริญออกมาจากส่วนอก แต่ละอันของ clavae มีจุดแทรกออกมาจากส่วนปีกด้านข้าง ซึ่งมีสีน้ำตาล-ดำ ความยาว 5.0-10.0 มม. มีรูปร่างบวม พอง ขนาด 0.4 x 1.0 มม. ประมาณครึ่งหนึ่งของความยาว clavus ส่วนที่อยู่ด้านบนมีลักษณะ บวม หนากว่าส่วนที่อยู่ด้านล่าง ส่วนด้านบนเริ่มจากเส้นขน ซึ่งมีลักษณะเรียว ยาว ไปถึงส่วนปลาย fertile part มีลักษณะหยาบ แข็ง ยื่นออกมาจากรูเปิดด้านบน (ostiole) ostiole มีสีน้ำตาลอัมพัน-ดำ subtranslucent มีรูปร่าง flask- shaped ส่วนปลายตัด ยื่นออกมา มีขนาดจนถึง 120.0 x 275.0 ไมโครเมตร fertile head มีเพียงเล็กน้อยที่ perithecium อยู่กระจัดกระจาย ascus ขนาด 10.0 x130.0 ไมโครเมตร รูปร่างแบบ capitate, fusoid หรือรูปทรงกระบองแคบ ascospore ขนาด 2.5 x 75.0 ไมโครเมตร ลักษณะ narrow fusoid, ผนังกั้นเป็นช่วงๆละ ขนาด 6.0-16.0 ไมโครเมตร ไม่แยกเป็น part-spore

ลักษณะนิเวศขณะที่พบเชื้อ

ในบริเวณที่ 1 (หลังศูนย์บริการนักท่องเที่ยวห้วยหญ้าเครือ) พบเชื้อราชนิด จำนวน 3 ตัวอย่าง บนต้นไม้ บริเวณด้านข้างใบ ในวันที่ 21 สิงหาคม 2542 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยตลอดทั้งเดือน 13.1 มม., จำนวน 5 ตัวอย่าง บนต้นหวาย ต้นก่อด่าง บริเวณด้านข้างใบ วันที่ 28 สิงหาคม 2542, จำนวน 7 ตัวอย่าง บนต้นก่อด่าง บริเวณด้านข้างใบ วันที่ 30 กันยายน 2542 ปริมาณน้ำฝน 14.2 มม., จำนวน 1 ตัวอย่าง บนต้นไผ่ซอดบริเวณด้านข้างใบ วันที่ 14 ตุลาคม

2542 อุณหภูมิ 22.0 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 78.9 % ปริมาณน้ำฝน 28.6 มม., จำนวน 1 ตัวอย่าง บนต้นไม้บริเวณด้านข้างใบ วันที่ 17 พฤศจิกายน 2542 อุณหภูมิ 20.1 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 75.6 % ปริมาณน้ำฝน 25.1 มม., จำนวน 1 ตัวอย่าง บนต้นก่อบริเวณด้านข้างใบ วันที่ 21 ธันวาคม 2542 อุณหภูมิ 14.8 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 77.9 %, จำนวน 1 ตัวอย่าง บนต้นไม้บริเวณด้านข้างใบ วันที่ 16 มกราคม 2543 อุณหภูมิ 19.7 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 63.9 %, จำนวน 2 ตัวอย่าง บนต้นตีนตั่งต้นบริเวณด้านข้างใบ วันที่ 21 กุมภาพันธ์ 2543 อุณหภูมิ 20.8 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 67.9 %, จำนวน 2 ตัวอย่าง บนต้นไผ่บริเวณด้านข้างใบ วันที่ 9 เมษายน 2543 อุณหภูมิ 24.8 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 79.3 % ปริมาณน้ำฝน 28.6 มม. ส่วนบริเวณที่ 2 (เส้นทางเดินป่าศึกษาธรรมชาติ) พบเชื้อราชนิดนี้ จำนวน 7 ตัวอย่าง บนต้นไม้บริเวณด้านข้างใบ รวมตัวอย่างทั้งหมด 30 ตัวอย่าง



ภาพที่ 11 เชื้อ *Cordyceps humberti*

ก ต่อ *Icaria* sp. ที่ถูกทำลายด้วยเชื้อ *C. humberti* (s=stroma)

ข stroma ที่อยู่บนเส้น synnema

ค ภาคตัดตามยาวด้วยเครื่อง microtome ของ perithecium

***Cordyceps irangiensis* Moureau**

อาณาจักร: รา
ดิวิชัน: Eumycota
ดิวิชันย่อย: Ascomycota (Meiosporic)
ชั้น: Ascomycetes
อันดับ: Hypocreales
วงศ์: Clavicipitaceae
สกุล: *Cordyceps*
ชนิด: *irangiensis*
แมลงอาศัย: มด (ant) (Formicidae: Hymenoptera)
ชื่อวิทยาศาสตร์ของแมลงอาศัย: *Polyrhachis armata*
ระยะของเชื้อราที่มีความสัมพันธ์กัน: *Hymenostilbe aurantiaca*

ลักษณะของเชื้อรา (ภาพที่ 12)

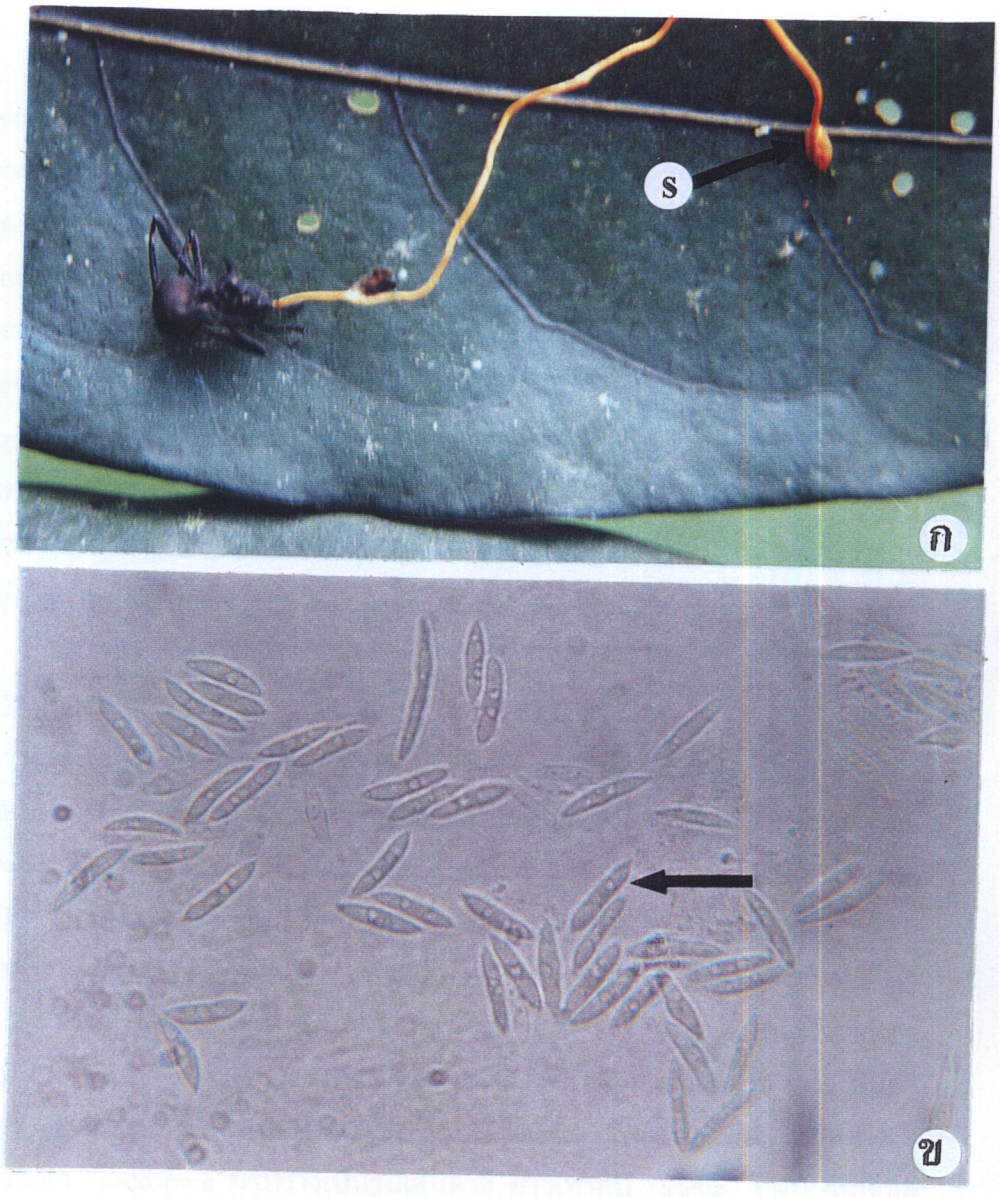
จากคำบรรยายลักษณะของเชื้อราชนิดนี้โดย Hywel-Jones (1996b)

Synnema รูปทรงกระบอง โผล่ขึ้นจากระหว่างหัวและอกของมด ในระยะตัวเต็มวัย ปกติจะมีเส้นอันเดียว บางครั้งมีหลายอัน ความยาว 3.5-12.5 ซม. ส่วนปลายของ synnema จะพองออกเป็น stroma มีรูปร่าง ovoid ถึงรูปร่างตั้งแต่ subcylindrical จนถึง citriform อย่างเด่นชัด หรือส่วนปลายมีรูปร่างเป็น จงอย ascoma ฝังอยู่ในแนวทแยง ส่วนรูเปิดด้านบน (ostiole) ยาว รูปร่าง flask-shaped ขนาดยาวตั้งแต่ 1,000 ไมโครเมตร กว้าง 150.0 - 200.0 ไมโครเมตร ผนัง ascoma ใส ไม่มีสี ascus รูปทรงกระบอก ใส ไม่มีสี หรือบางครั้งก็พบว่ามีรูปร่างคล้ายลูกตุ้ม ascus มีขนาด 6.0-8.0 x 900.0 ไมโครเมตร ในแต่ละ ascus มี 8 ascospore รูปเข็ม ขนาดความยาวจนถึง 700.0 ไมโครเมตร มีผนังกั้นมากและจะหักออกเป็นประมาณ 64 part-spore ซึ่งจะใส ไม่มีสี รูปร่างแบบ fusoid ขนาด 1.3-2.3 x 8.5-12.5 ไมโครเมตร แต่จากการสำรวจครั้งนี้พบ part-spore ขนาด 1.0-2.5 x 11.0-13.0 ไมโครเมตร และ stroma มีความกว้าง 0.5 มม. ความยาว 2.0 - 4.0 มม. มีสีเหลือง หรือ สีเหลืองอมส้ม เกิดกับมด *P. armata*

ลักษณะนิเวศขณะที่พบเชื้อ

ในบริเวณที่ 2 (เส้นทางเดินป่าศึกษาธรรมชาติ) พบเชื้อราชนิดนี้ จำนวน 1 ตัวอย่าง หัวมีสีเหลือง บริเวณใต้ต้นไม้ใหญ่ ในวันที่ 30 กันยายน 2542 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยตลอดทั้งเดือน 14.2 มม. อีก 3 ตัวอย่าง หัวมีสีเหลืองอมส้ม วันที่ 24 พฤษภาคม 2543 อุณหภูมิ 23.2 ^{o}ซ

ความชื้นสัมพันธ์ 87.5 % ปริมาณน้ำฝน 23.2 มม. และอีก 1 ตัวอย่าง หัวมีสีเหลืองอมส้ม วันที่ 30 กรกฎาคม 2543 อุณหภูมิ 23.8 ^{o}ซ ความชื้นสัมพันธ์ 83.7 % ปริมาณน้ำฝน 20.5 มม. รวมตัวอย่างทั้งหมด 5 ตัวอย่าง



ภาพที่ 12 เชื้อ *Cordyceps irangiensis*

ก มด *Polyrhachis armata* ที่ถูกทำลายด้วยเชื้อ *C. irangiensis* (s=stroma)

ข part-spore ของ ascospore

***Cordyceps myrmecophila* Cesati**

อาณาจักร: รา

ดิวิชัน: Eumycota

ดิวิชันย่อย: Ascomycota (Meiosporic)

ชั้น: Ascomycetes

อันดับ: Hypocreales

วงศ์: Clavicipitaceae

สกุล: *Cordyceps*

ชนิด: *myrmecophila*

แมลงอาศัย: มด (ant) (Formicidae: Hymenoptera)

ชื่อวิทยาศาสตร์ของแมลงอาศัย: *Polyrhachis armata*

ระยะของเชื้อราที่มีความสัมพันธ์กัน: *Hymenostilbe aurantiaca*

ลักษณะของเชื้อรา (ภาพที่ 13)

จากคำบรรยายลักษณะของเชื้อราชนิดนี้โดย Hywel-Jones (1996b)

Synnema รูปร่างทรงกระบอง เจริญขึ้นจากระหว่างส่วนหัวและอกของมด ในระยะตัวเต็มวัย ปกติจะมี stroma อันเดียว บางครั้งก็มี stroma หลายอัน ความยาวของ stroma 1.3-12.5 ซม. มีสีส้ม เหลือง เหลืองอมส้ม stroma ที่สมบูรณ์ มีรูปร่างเป็นรูปไข่ รูปร่าง citrifrom ถึงค่อนข้างเป็นรูปกึ่งทรงกระบอก ascoma ฝังอยู่ในแนวทแยงใน stroma ส่วนรูเปิดด้านบน (ostiole) มีรูปยาวยื่นออกมา รูปร่าง flask-shaped ขนาด 180.0-200.0 x 600.0-650.0 ไมโครเมตร ผนัง perithecium ใส ascus รูปร่างทรงกระบอก ใส ส่วนปลายรูปร่างแบบลูกตุ้ม มี 8 สปอร์ ขนาด 5.5-6.5 x 460.0-500.0 ไมโครเมตร ฝาเปิด (ascus cap) แบน ขนาด 4.7-6.0 x 6.7-8.0 ไมโครเมตร ascospore มีรูปร่างเป็นรูปเส้นด้าย ยาวเท่ากับ ascus มีผนังกั้นเซลล์หลายอัน ทำให้เกิด part-spore part-spore ใส ไม่มีสี รูปร่างแบบ barrel-shaped ปลายทู่ ขนาด 1.3-1.7 x 6.0-7.5 ไมโครเมตร แต่จากการสำรวจครั้งนี้พบ part-spore ขนาด 1.2-2.0 x 7.5-10.0 ไมโครเมตร และมี stroma 3 อัน กว้าง 0.5-2.0 มม. ยาว 1.0-4.0 มม. และเกิดกับมด *P. armata*

ลักษณะนิเวศขณะที่พบเชื้อ

ในบริเวณที่ 1 (หลังศูนย์บริการนักท่องเที่ยวห้วยหญ้าเครือ) พบเชื้อราชนิดนี้ จำนวน 2 ตัวอย่าง หัวมีสีเหลืองสด บริเวณใต้ต้นไม้ใหญ่ และตามบริเวณทางเดิน วันที่ 21 สิงหาคม

2542 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยตลอดทั้งเดือน 13.1 มม., จำนวน 2 ตัวอย่าง พบบริเวณต้นหญ้าถอดปล้อง หัวมีสีเหลืองอมส้ม วันที่ 30 กันยายน 2542 ปริมาณน้ำฝน 14.2 มม., จำนวน 6 ตัวอย่าง หัวมีสีส้ม สีเหลือง วันที่ 14 ตุลาคม 2542 อุณหภูมิ 22.0 ^{o}ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 78.9 % ปริมาณน้ำฝน 28.6 มม., จำนวน 1 ตัวอย่าง หัวสีเหลืองอ่อน วันที่ 30 กรกฎาคม 2543 อุณหภูมิ 23.8 ^{o}ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 83.7 % ปริมาณน้ำฝน 20.5 มม., จำนวน 10 ตัวอย่าง หัวสีเหลือง วันที่ 30 กันยายน 2543 อุณหภูมิ 25.5 ^{o}ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 77.5 % ปริมาณน้ำฝน 32.5 มม., จำนวน 2 ตัวอย่าง หัวสีส้ม สีเหลือง วันที่ 31 ตุลาคม 2543 อุณหภูมิ 23.3 ^{o}ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 82.5 % ปริมาณน้ำฝน 74.8 มม., ส่วนในบริเวณที่ 2 (เส้นทางเดินป่าศึกษาธรรมชาติ) พบเชื้อราชนิดนี้จำนวน 3 ตัวอย่าง พบหัวมีสีเหลืองอมส้ม สีส้ม วันที่ 14 ตุลาคม 2542 อุณหภูมิ 22.0 ^{o}ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 78.9 % ปริมาณน้ำฝน 28.6 มม., จำนวน 12 ตัวอย่าง หัวมีสีส้ม สีเหลือง วันที่ 14 ตุลาคม 2542 อุณหภูมิ 22.0 ^{o}ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 78.9 % ปริมาณน้ำฝน 28.6 มม., จำนวน 8 ตัวอย่าง หัวมีสีเหลืองอมส้ม สีเหลือง สีส้ม วันที่ 24 พฤษภาคม 2543 อุณหภูมิ 23.2 ^{o}ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 87.5 % ปริมาณน้ำฝน 23.2 มม., จำนวน 4 ตัวอย่าง หัวมีสีเหลือง สีส้ม วันที่ 30 มิถุนายน 2543 อุณหภูมิ 23.7 ^{o}ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 83.7 % ปริมาณน้ำฝน 53.8 มม., จำนวน 3 ตัวอย่าง หัวสีเหลือง วันที่ 30 กันยายน 2543 อุณหภูมิ 25.5 ^{o}ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 77.5 % ปริมาณน้ำฝน 32.5 มม., จำนวน 2 ตัวอย่าง หัวสีเหลือง วันที่ 31 ตุลาคม 2543 อุณหภูมิ 23.3 ^{o}ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 82.5 % ปริมาณน้ำฝน 74.8 มม. รวมตัวอย่างทั้งหมด 55 ตัวอย่าง

Cordyceps nutans **Pat**

อาณาจักร: รา
ดิวิชัน: Eumycota
ดิวิชันย่อย: Ascomycota
ชั้น: Ascomycetes
อันดับ: Hypocreales
วงศ์: Clavicipitaceae
สกุล: *Cordyceps*
ชนิด: *nutans*
แมลงอาศัย: มวน (Hemiptera)
ชื่อวิทยาศาสตร์ของแมลงอาศัย: ตัวอย่างแมลงไม่สมบูรณ์ จึงไม่สามารถจำแนกได้ (unknown)
ระยะของเชื้อราที่มีความสัมพันธ์กัน: *Hymenostilbe nutans*

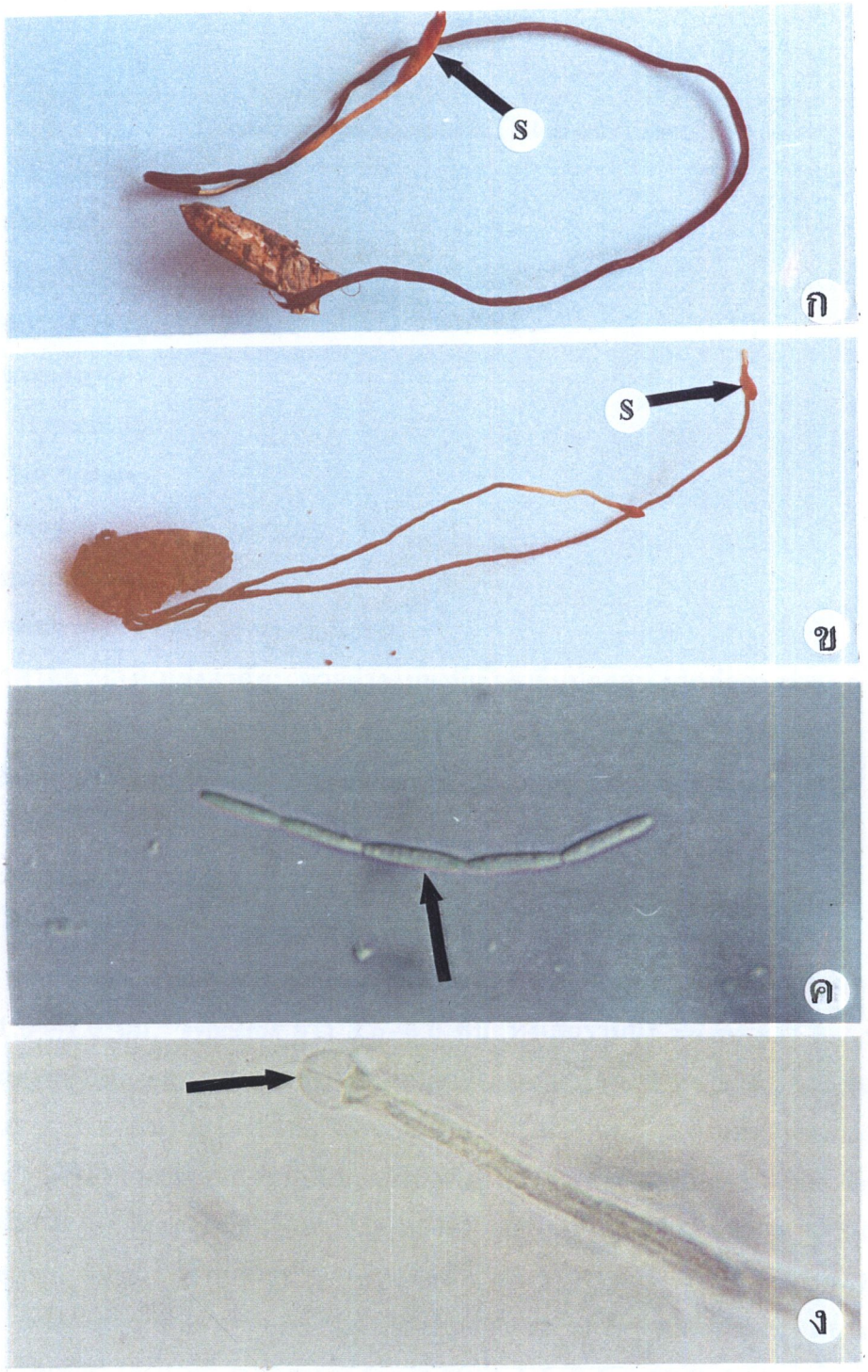
ลักษณะของเชื้อรา (ภาพที่ 14)

จากคำบรรยายลักษณะของเชื้อราชนิดนี้โดย Hywel-Jones (1995c)

Synnema มีรูปร่างทรงกระบอง มีอันเดียวหรือ 2 อัน บนตัวแมลง มีสีดำหรือสีน้ำตาลดำ ต่อจากนั้นกลายเป็นสีแดงบริเวณด้านปลายของ stroma อาจมีสีส้ม แดง ส้มอมแดง perithecium ฝังอยู่ ผนัง perithecium ใส ไม่มีสี ส่วนคอมีลักษณะโค้งเป็นเส้นทแยง รูเปิดด้านบน (ostiole) มองเห็นได้บนผิวภายนอก ascus มีรูปร่างทรงกระบอก ขนาด 7.0-8.0 x 780.0 ไมโครเมตร มี 8 สปอร์ ascospore แตกหักเป็น part-spore part-spore รูปร่างรูปทรงกระบอก บอบบาง ลักษณะ barrel-shaped ปลายทู่ conidium ขนาด 2.7- 3.3 x 4.3-7.0 ไมโครเมตร **แต่จากการสำรวจครั้งนี้พบ part-spore ขนาด 1.5-2.0 x 9.0-12.0 ไมโครเมตร**

ลักษณะนิเวศขณะที่พบเชื้อ

ในบริเวณที่ 1 (หลังศูนย์บริการนักท่องเที่ยวห้วยหญ้าเครือ) พบเชื้อราชนิดนี้ จำนวน 1 ตัวอย่าง บริเวณดงมะไฟ วันที่ 24 พฤษภาคม 2543 อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดทั้งเดือน 23.2 ^{o}ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 87.5 % ปริมาณน้ำฝน 23.2 มม., จำนวน 1 ตัวอย่าง พบบริเวณดงมะไฟ วันที่ 30 มิถุนายน 2543 อุณหภูมิ 23.7 ^{o}ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 83.7 % ปริมาณน้ำฝน 53.9 มม. และอีก 1 ตัวอย่าง บริเวณดงมะไฟ ในวันที่ 30 กรกฎาคม 2543 อุณหภูมิ 23.9 ^{o}ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 83.7 % ปริมาณน้ำฝน 20.5 มม. รวมตัวอย่างทั้งหมด 3 ตัวอย่าง



ภาพที่ 14 เชื้อ *Cordyceps nutans*

ก, ข มวนที่ถูกทำลายด้วยเชื้อ *C. nutans* (s=stroma)

ค part-spore ของ ascospore

ง ascus tip

***Cordyceps sphecocephala* (Klotzsch.) Sacc**

อาณาจักร: รา
ดิวิชัน: Eumycota
ดิวิชันย่อย: Ascomycota
ชั้น: Ascomycetes
อันดับ: Hypocreales
วงศ์: Clavicipitaceae
สกุล: *Cordyceps*
ชนิด: *sphecocephala*
แมลงอาศัย: ต่อ (wasp) (Hymenoptera)
ชื่อวิทยาศาสตร์ของแมลงอาศัย: ตัวอย่างแมลงมีเชื้อราขึ้นปกคลุม ยากต่อการจำแนก (unidentified)
ระยะของเชื้อราที่มีความสัมพันธ์กัน: *Hymenostilbe sphecocephala*

ลักษณะของเชื้อรา (ภาพที่ 15)

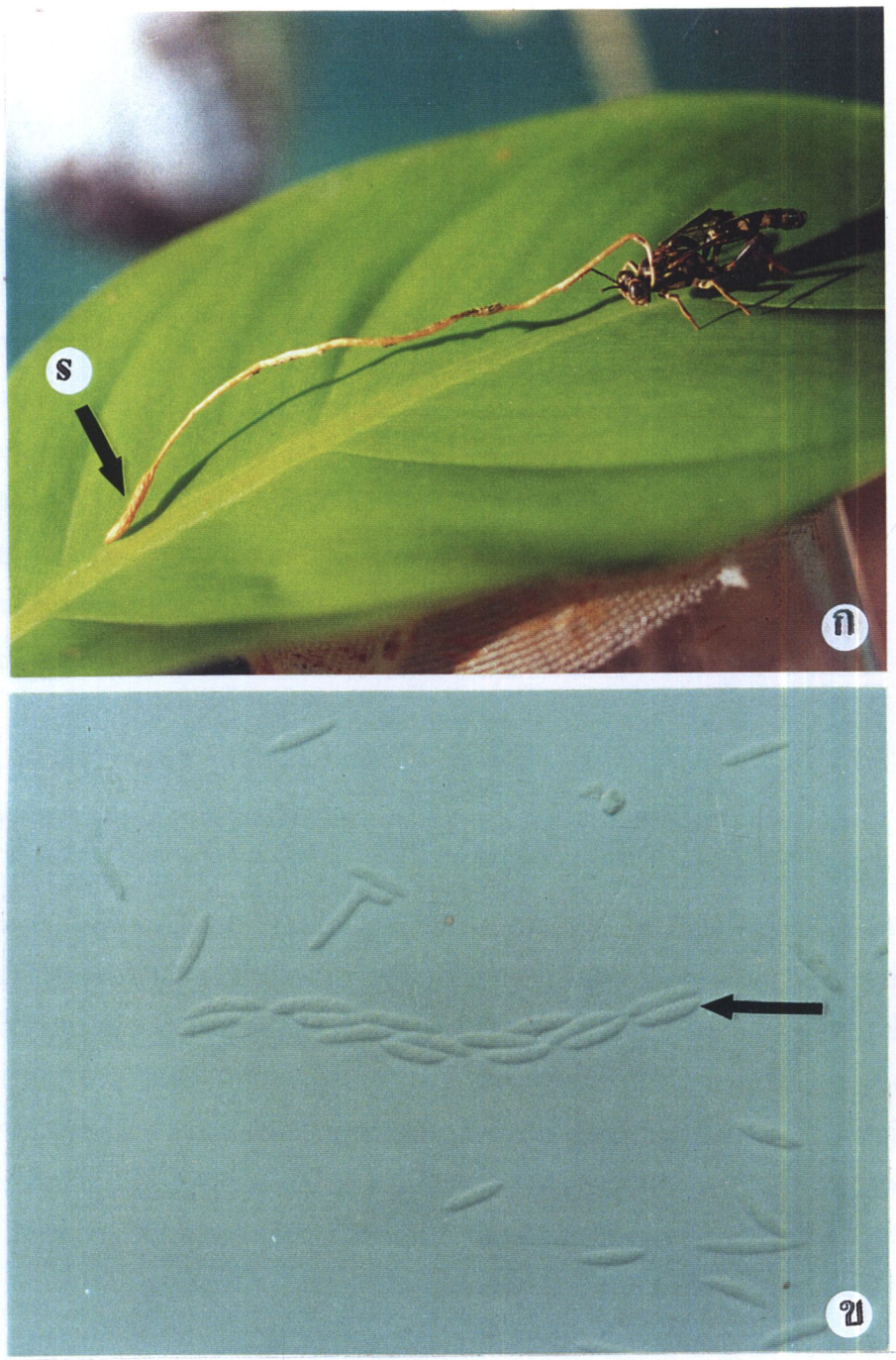
จากคำบรรยายลักษณะของเชื้อราชนิดนี้โดย Hywel-Jones (1995a) กล่าวว่า

Stroma มี 1 อัน ส่วนใหญ่ชูขึ้นมาจากตัวแมลงระหว่างส่วนหัวและอก ขนาดของ stroma 1.0 x 1.0 -7.0 มม. synnema ยาว 3.5-6.0 ซม. ทั้งเส้นรวมถึง stroma ยาว 6.3 ซม. ส่วนปลายบนสุดของ stroma มีขนาดและรูปร่างหลายแบบ ขนาดเล็กที่สุด 2.2 x 1.2 มม. และใหญ่ที่สุด 11.0 x 1.9 มม. แต่ส่วนใหญ่อยู่ระหว่าง 1.4-1.8 x 4.0-8.0 มม. stroma มีรูปร่าง citrifrom ถึงรูปทรงกระบอก ส่วนปลายจะเรียวจนถึงโค้งงอ ทั้งก้านชู (stalk) และ stroma มีสีเหลืองอมครีม perithecium มีขนาด 200.0-260.0 x 800.0-1,000.0 ไมโครเมตร และไม่พบ hamathecium ascus ใส ไม่มีสี รูปร่างคล้ายเส้นด้าย ยาวอย่างน้อย 700.0 ไมโครเมตร กว้างตั้งแต่ 7.0 ไมโครเมตร ที่ปลาย ascus จะสังเกตเห็นส่วน apical cap อย่างชัดเจน เมื่อ ascospore แก่จะหักเป็นท่อน ใส ไม่มีสี รูปร่างแบบ fusoid ขนาด 1.5-2.5 x 10.0-14.0 ไมโครเมตร แต่จากการสำรวจครั้งนี้พบ part-spore ขนาด 1.5-2.0 x 10.0-11.0 ไมโครเมตร

ลักษณะนิเวศขณะที่พบเชื้อ

ในบริเวณที่ 1 (หลังศูนย์บริการนักท่องเที่ยวห้วยหญ้าเครือ) พบเชื้อราชนิดนี้ จำนวน 1 ตัวอย่าง อยู่ในกองเศษใบไม้ที่อยู่บนพื้นดิน วันที่ 30 มิถุนายน 2543 อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดทั้งเดือน 23.7 ^{o}ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 83.7% ปริมาณน้ำฝน 53.8 มม., จำนวน 1 ตัวอย่าง พบบนกองเศษใบไม้ ในวันที่ 30 กันยายน 2543 อุณหภูมิ 25.5 ^{o}ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 77.5% ปริมาณ

น้ำฝน 32.5 มม., ส่วนในบริเวณที่ 2 (เส้นทางเดินป่าศึกษาธรรมชาติ) พบเชื้อราชนิดนี้ จำนวน 1 ตัวอย่าง อยู่ในกองเศษใบไม้ที่อยู่บนพื้นดิน วันที่ 31 ตุลาคม 2543 อุณหภูมิ 23.3 ^{o}ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 82.5 % ปริมาณน้ำฝน 74.8 มม. รวมตัวอย่างทั้งหมด 3 ตัวอย่าง



ภาพที่ 15 เชื้อ *Cordyceps sphecocephala*

ก ตัวต่อที่ถูกทำลายด้วยเชื้อ *C. sphecocephala* (s=stroma)

ข part-spore ของ ascospore

***Cordyceps unilateralis* (Tul.) Sacc.**

อาณาจักร: รา
ดิวิชัน: Eumycota
ดิวิชันย่อย: Ascomycota
ชั้น: Ascomycetes
อันดับ: Hypocreales
ชั้น: Clavicipitaceae
สกุล: *Cordyceps*
ชนิด: *unilateralis*
แมลงอาศัย: มด (ant) (Formicidae: Hymenoptera)
ชื่อวิทยาศาสตร์ของแมลงอาศัย: *Polyrhachis* sp.
ระยะของเชื้อราที่มีความสัมพันธ์กัน: *Hirsutella formicarum*

ลักษณะของเชื้อรา (ภาพที่ 16)

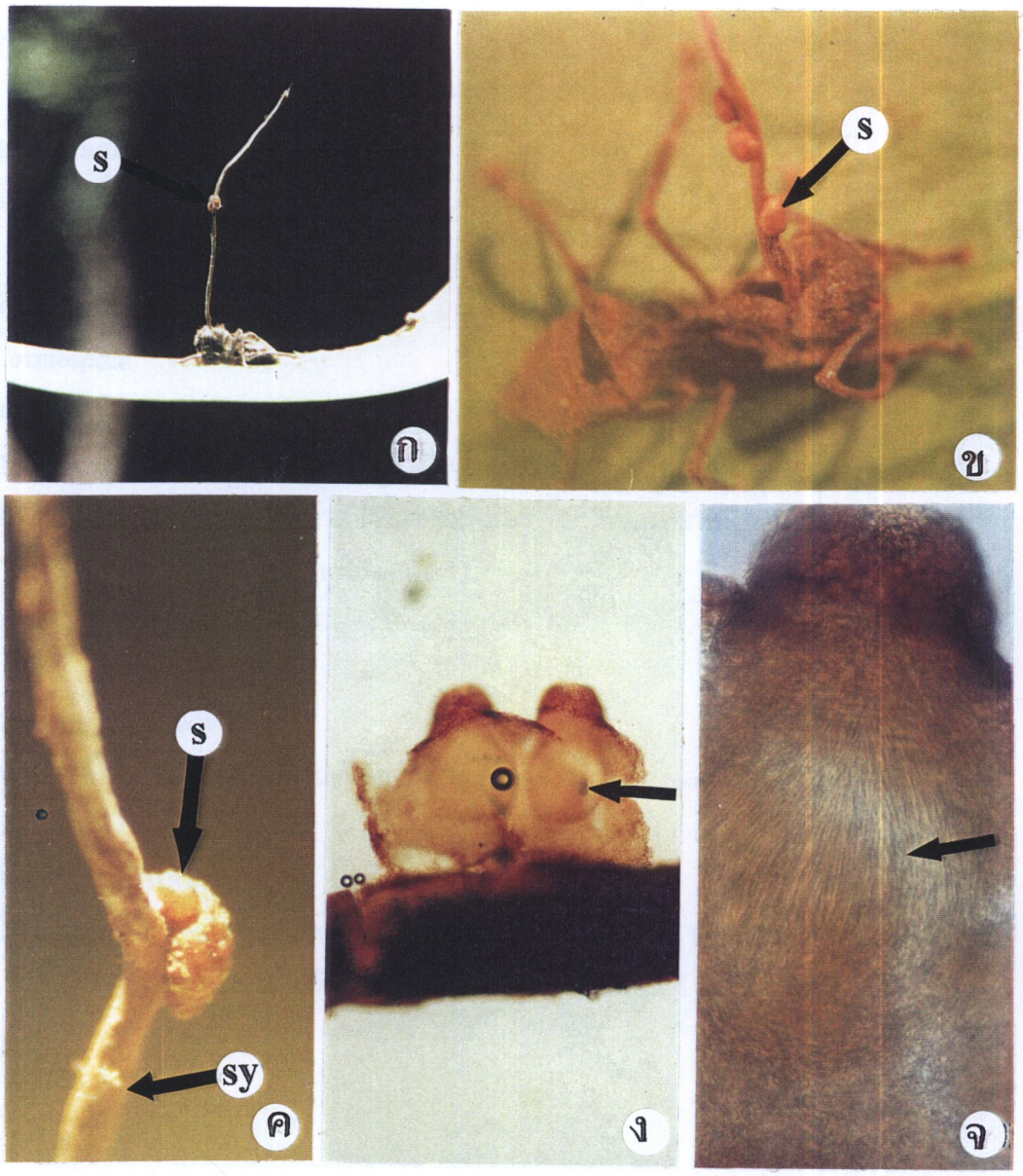
จากคำบรรยายลักษณะของเชื้อราชนิดนี้โดย Cooke (1892) และ Humber (1998) กล่าวว่า

Stroma ลักษณะเป็นรูปครึ่งวงกลม จำนวน 1 อัน - 3 อัน เชื่อมติดกับ synnema ซึ่งมีลักษณะเป็นก้านตรงบริเวณด้านข้างประมาณครึ่งหนึ่งของความยาว synnema ส่วนของ synnema มีลักษณะชูขึ้น ซึ่งส่วนบนต่อจาก stroma มีลักษณะเป็นเส้นคล้ายกิ่งไม้ มีสีค่อนข้างออกสีแดงชีดและกลับมาเป็นสีดำ แต่สีจางลงในส่วนบน ด้านข้างด้านหนึ่งของ capitulum เมื่อผ่าดูมีลักษณะคล้ายเมล็ดพืช มีผิวหยาบ ขรุขระส่วนปลายยอดสุดมี perithecium ฝังอยู่ภายใน perithecium มีรูปไข่ ฝังอยู่ภายใน stroma ซึ่งมีลักษณะตั้งตรงจนถึงบริเวณส่วนบนของจุดเริ่มต้น ascospore มีลักษณะเป็นเส้นยาว เรียว มีขนาดเล็ก แยกออกจาก part-spore ซึ่งมี รูปร่างทรงกระบอก

ลักษณะนิเวศขณะที่พบเชื้อ

ในบริเวณที่ 1 (หลังศูนย์บริการนักท่องเที่ยวห้วยหญ้าเครือ) พบเชื้อราชนิดนี้ จำนวน 10 ตัวอย่าง บนใบไม้ ในวันที่ 21สิงหาคม 2542 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยตลอดทั้งเดือน 13.1 มม., จำนวน 1 ตัวอย่าง บนใบรังดำ วันที่ 28 สิงหาคม 2542, จำนวน 5 ตัวอย่าง บนใบตีนตั่งต้นเหมือดขาว แหนเครือ วันที่ 30 กันยายน 2542 ปริมาณน้ำฝน 14.2 มม., จำนวน 5 ตัวอย่าง บนใบไม้ วันที่ 14 ตุลาคม 2542 อุณหภูมิ 22.0 ^{o}ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 78.9 % ปริมาณน้ำฝน 28.6 มม., จำนวน 1 ตัวอย่าง บนใบไม้ วันที่ 17 พฤศจิกายน 2542 อุณหภูมิ 20.1 ^{o}ซ

ความชื้นสัมพัทธ์ 75.6 % ปริมาณน้ำฝน 25.1 มม., จำนวน 11 ตัวอย่าง บนใบหวาย ไหลแดง ปอสนั่น วันที่ 21 ธันวาคม 2542 อุณหภูมิ 14.8 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 77.9 %, จำนวน 1 ตัวอย่าง บนใบไม้ วันที่ 16 มกราคม 2543 อุณหภูมิ 19.7 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 63.9 %, จำนวน 1 ตัวอย่าง บนใบหวาย วันที่ 21 กุมภาพันธ์ 2543 อุณหภูมิ 20.8 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 67.9 %, จำนวน 2 ตัวอย่าง บนใบก่อด่าง วันที่ 9 เมษายน 2543 อุณหภูมิ 24.8 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 79.3 % ปริมาณน้ำฝน 28.6 มม., จำนวน 6 ตัวอย่าง บนใบไม้ วันที่ 24 พฤษภาคม 2543 อุณหภูมิ 23.2 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 87.5 % ปริมาณน้ำฝน 23.2 มม., จำนวน 2 ตัวอย่าง บนใบไม้ วันที่ 30 มิถุนายน 2543 อุณหภูมิ 23.7 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 83.7 % ปริมาณน้ำฝน 53.8 มม., จำนวน 2 ตัวอย่าง บนใบไม้ วันที่ 30 กรกฎาคม 2543 อุณหภูมิ 23.8 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 83.7 % ปริมาณน้ำฝน 20.5 มม., จำนวน 8 ตัวอย่าง บนใบไผ่ หวาย มะไฟป่า เล้ว ปอแก่นเฒ่า วันที่ 31 ตุลาคม 2543 อุณหภูมิ 23.3 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 82.5 % ปริมาณน้ำฝน 74.8 มม., จำนวน 7 ตัวอย่าง บนใบไม้ วันที่ 25 พฤศจิกายน 2543 อุณหภูมิ 20.9 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 68.6 %, จำนวน 3 ตัวอย่าง บนใบไม้ วันที่ 23 ธันวาคม 2543 อุณหภูมิ 20.6 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 71.3%, จำนวน 1 ตัวอย่าง บนใบซุ้มกระดังงา วันที่ 30 มกราคม 2544 อุณหภูมิ 22.4 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 64.2 % ส่วนในบริเวณที่ 2 (เส้นทางเดินป่าศึกษาธรรมชาติ) พบเชื้อราชนิดนี้ จำนวน 2 ตัวอย่าง บนใบไม้ วันที่ 21สิงหาคม 2542 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยตลอดทั้งเดือน 13.1 มม., จำนวน 3 ตัวอย่าง บนใบปอขาว วันที่ 30 กันยายน 2542 ปริมาณน้ำฝน 14.2 มม., จำนวน 7 ตัวอย่าง บนใบไหลแดง วันที่ 14 ตุลาคม 2542 อุณหภูมิ 22.0 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 78.9 % ปริมาณน้ำฝน 28.6 มม., จำนวน 10 ตัวอย่าง บนใบหวายขม ไผ่ซอดเถาวัลย์ วันที่ 17 พฤศจิกายน 2542 อุณหภูมิ 20.1 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 75.6 % ปริมาณน้ำฝน 25.1 มม., จำนวน 1 ตัวอย่าง บนใบไม้ วันที่ 21 ธันวาคม 2542 อุณหภูมิ 14.8 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 77.9 %, จำนวน 1 ตัวอย่าง บนใบไม้ วันที่ 16 มกราคม 2543 อุณหภูมิ 19.7 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 63.9 %, จำนวน 2 ตัวอย่าง วันที่ 11 มีนาคม 2543 อุณหภูมิ 24.4 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 68.5 %, จำนวน 1 ตัวอย่าง บนใบก่อ วันที่ 9 เมษายน 2543 อุณหภูมิ 24.8 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 79.3 % ปริมาณน้ำฝน 28.6 มม., จำนวน 3 ตัวอย่าง บนใบไม้ วันที่ 30 มิถุนายน 2543 อุณหภูมิ 23.7 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 83.7 % ปริมาณน้ำฝน 53.8 มม., จำนวน 1 ตัวอย่าง บนใบไผ่ วันที่ 30 มกราคม 2544 อุณหภูมิ 22.4 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 64.2 % รวมตัวอย่างทั้งหมด 97 ตัวอย่าง



ภาพที่ 16 เชื้อ *Cordyceps unilateralis*

ก, ข มด *Polyrhachis* sp.ที่ถูกทำลายด้วยเชื้อ *C. unilateralis* (s=stroma)

ค stroma (s) ที่ติดอยู่ด้านข้างของ synnema (sy)

ง perithecium

จ ascus ที่ฝังอยู่ใน perithecium ซึ่งภายในบรรจุด้วย ascospore

Cosmospora diploa (Berk. & M.A. Curtis) Rossman & Samuels

อาณาจักร: รา

ดิวิชัน: Eumycota

ดิวิชันย่อย: Ascomycota

ชั้น: Ascomycetes

อันดับ: Hypocreales

วงศ์: Nectriaceae

สกุล: *Cosmospora*

ชนิด: *diploa*

แมลงอาศัย: เพลี้ยหอย (scale insects) (Coccidae: Homoptera)

ชื่อวิทยาศาสตร์ของแมลงอาศัย: ตัวอย่างแมลงมีเชื้อราขึ้นปกคลุม ยากต่อการจำแนก (unidentified)

ระยะของเชื้อราที่มีความสัมพันธ์กัน: -

ลักษณะของเชื้อรา (ภาพที่ 17)

ซึ่งการศึกษาครั้งนี้พบว่าเป็นเชื้อราที่ทำลายเพลี้ยหอย stroma มีสีส้ม

ลักษณะนิเวศขณะที่พบเชื้อ

ในบริเวณที่ 1 (หลังศูนย์บริการนักท่องเที่ยวห้วยหญ้าเครือ) พบเชื้อราชนิดนี้ จำนวน 1 ตัวอย่าง วันที่ 30 กันยายน 2542 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยตลอดทั้งเดือน 14.2 มม.

ภาพที่ 17 เชื้อ *Cosmospora diploa* ที่เจริญบนเพลี้ยหอย

Hirsutella* cf. *acicularis

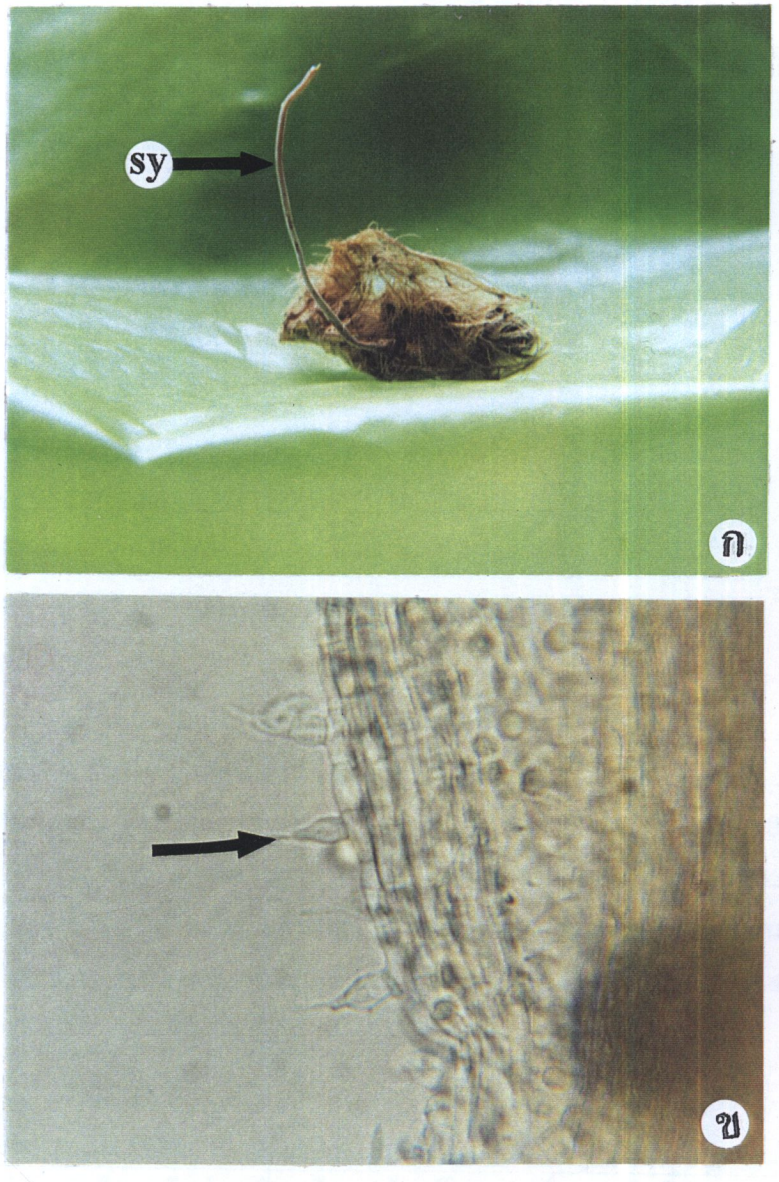
อาณาจักร: รา
ดิวิชัน: Eumycota
ชั้น: Ascomycetes
อันดับ: Hypocreales
วงศ์: Clavicipitaceae
ระยะ: Mitosporic
สกุล: *Hirsutella*
ชนิด: cf. *acicularis*
แมลงอาศัย: ตัวหนอนผีเสื้อ
ชื่อวิทยาศาสตร์ของแมลงอาศัย: ตัวอย่างแมลงไม่สมบูรณ์ จึงไม่สามารถจำแนกได้ (unknown)
ระยะของเชื้อราที่มีความสัมพันธ์กัน: *Cordyceps* cf. *acicularis*

ลักษณะของเชื้อรา (ภาพที่ 18)

จากการศึกษาครั้งนี้เชื้อมีลักษณะคือ synnema เจริญบนตัวหนอนผีเสื้อ ลักษณะแข็ง synnema มีสีเหลืองอ่อน phialide ส่วนฐานกว้าง พอง ส่วนปลายเรียว ยาว ลักษณะดังกล่าวข้างต้นเป็นลักษณะของเชื้อราที่ได้จากการสำรวจ

ลักษณะนิเวศขณะที่พบเชื้อ

ในบริเวณที่ 1 (หลังศูนย์บริการนักท่องเที่ยวห้วยหญ้าเครือ) พบเชื้อราชนิดนี้ จำนวน 1 ตัวอย่าง บนใบไม้ วันที่ 30 กันยายน 2542 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยตลอดทั้งเดือน 14.2 มม.



ภาพที่ 18 เชื้อ *Hirsutella* cf. *acicularis*

ก ตัวหนอนผีเสื้อที่ถูกทำลายด้วยเชื้อ *H.* cf. *acicularis* (sy=synnema)

ข phialide

***Hirsutella formicarum* Petch**

อาณาจักร: รา
ดิวิชัน: Eumycota
ชั้น: Ascomycetes
อันดับ: Hypocreales
วงศ์: Clavicipitaceae
ระยะ: Mitosporic
สกุล: *Hirsutella*
ชนิด: *formicarum*
แมลงอาศัย: มด (ant) (Formicidae: Hymenoptera)
ชื่อวิทยาศาสตร์ของแมลงอาศัย: *Polyrhachis* sp.
ระยะของเชื้อราที่มีความสัมพันธ์กัน: *Cordyceps unilateralis*

ลักษณะของเชื้อรา (ภาพที่ 19)

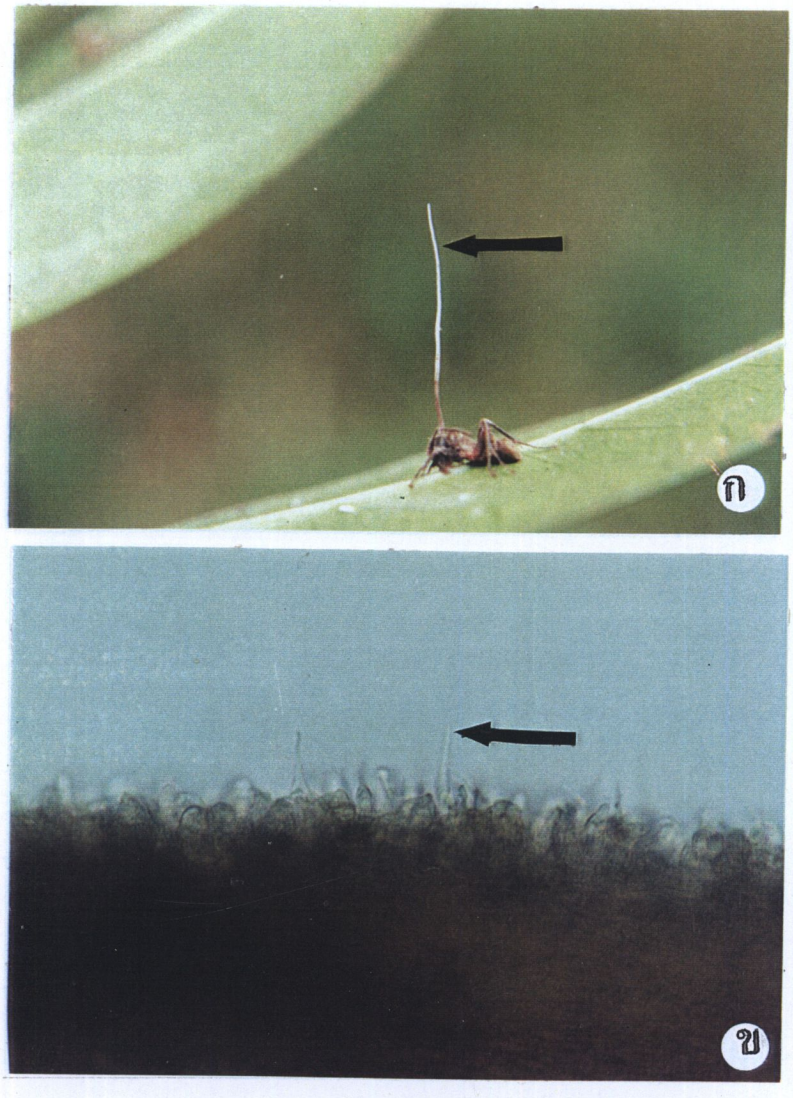
จากคำบรรยายลักษณะของเชื้อราชนิดนี้โดย Evans และ Samson (1984)

Phialide มีลักษณะตั้งชู ขนาน หรือเป็นชั้น (hymenial-like layer) บน stroma ที่มีลักษณะคล้ายกระบองหรือขึ้นอยู่บน phialide synnema ใส ไม่มีสี ถึงจาง ขนาด 2.5-4.0 x 6.0-10.0 ไมโครเมตร และเรียวยาวไปทางส่วนคอซึ่งจะผอม แคบ ขนาด 0.5-1.0 x 5.0-20.0 ไมโครเมตร conidium ไม่มีผนังกั้น ใส ไม่มีสี รูปไข่ จนถึง fusiform apiculate ขนาด 1.5-3.0 x 3.0-6.0 ไมโครเมตร **แต่จากการสำรวจครั้งนี้พบ conidium ขนาด 1.5 x 4.0 ไมโครเมตร**

ลักษณะนิเวศขณะที่พบเชื้อ

ในบริเวณที่ 1 (หลังศูนย์บริการนักท่องเที่ยวห้วยหญ้าเครือ) พบเชื้อราชนิดนี้ จำนวน 19 ตัวอย่าง บนใบก่อ วันที่ 21 สิงหาคม 2542 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยตลอดทั้งเดือน 13.1 มม., จำนวน 5 ตัวอย่าง บนใบรังดำ หว้าขี้นก ก่อดง วันที่ 28 สิงหาคม 2542, จำนวน 7 ตัวอย่าง บนใบเหมือดขาว แหนเครือ วันที่ 30 กันยายน 2542 ปริมาณน้ำฝน 14.2 มม., จำนวน 5 ตัวอย่าง บนใบไม้ วันที่ 14 ตุลาคม 2542 อุณหภูมิ 22.0 ^{o}ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 78.9 %, จำนวน 2 ตัวอย่าง บนใบไม้ วันที่ 17 พฤศจิกายน 2542 อุณหภูมิ 20.1 ^{o}ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 75.6 % ปริมาณน้ำฝน 25.1 มม., จำนวน 1 ตัวอย่าง บนใบไม้ วันที่ 16 มกราคม 2543 อุณหภูมิ 19.7 ^{o}ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 63.9 %, จำนวน 11 ตัวอย่าง บนใบก่อฝอย ใบไผ่ ใบมะกอกเหลี่ยม ใบเหมียด ใบดอกแก้ว ใบหวาย วันที่ 21 กุมภาพันธ์ 2543 อุณหภูมิ 20.8 ^{o}ซ ความชื้นสัมพัทธ์

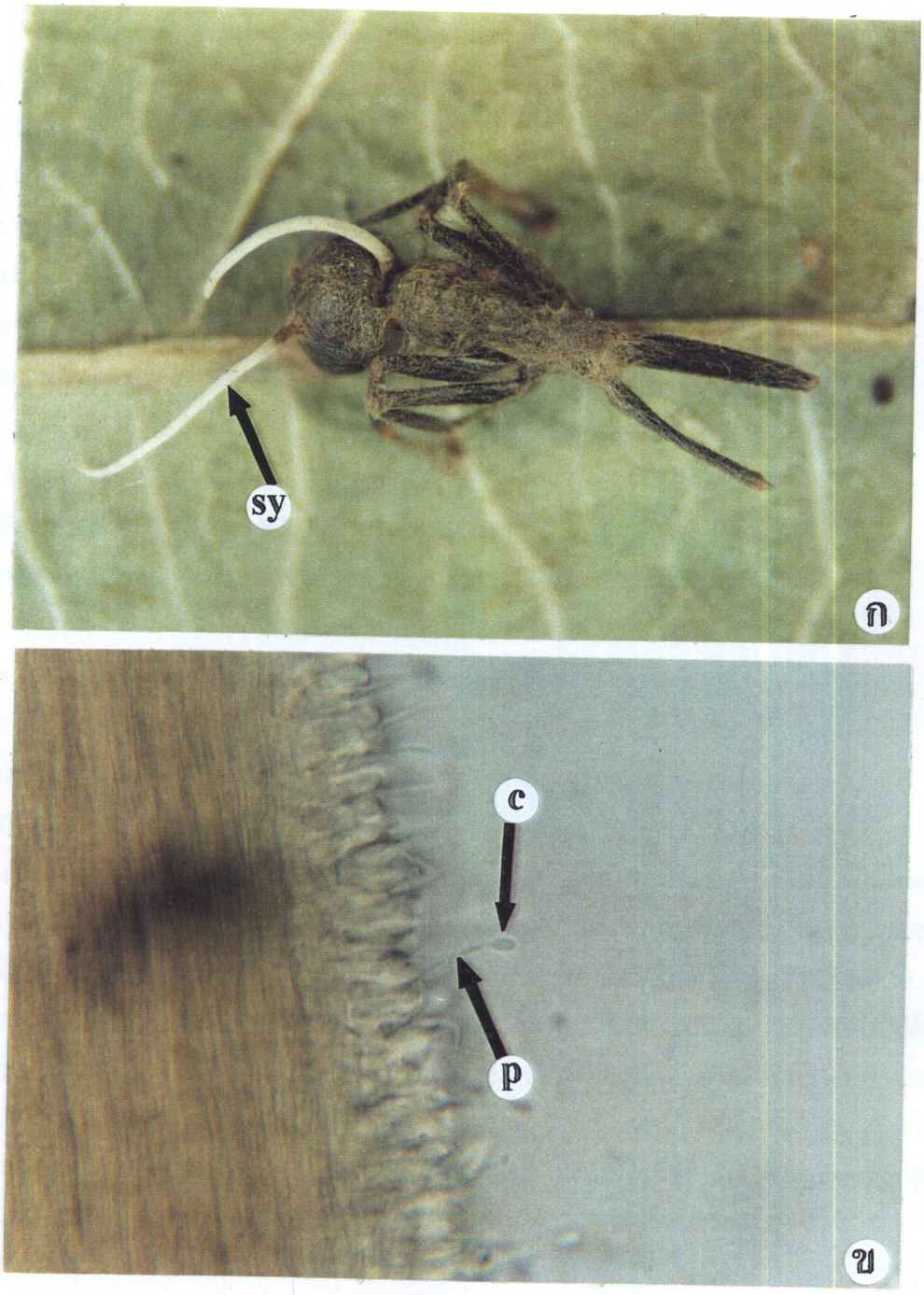
67.9 %, จำนวน 8 ตัวอย่าง ใต้ใบไผ่ บนใบแยงดำ วันที่ 11 มีนาคม 2543 อุณหภูมิ 24.4 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 68.5%, จำนวน 4 ตัวอย่าง บนใบก่อด่าง วันที่ 9 เมษายน 2543 อุณหภูมิ 24.8 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 79.3 % ปริมาณน้ำฝน 28.6 มม., จำนวน 6 ตัวอย่าง บนใบไม้ วันที่ 24 พฤษภาคม 2543 อุณหภูมิ 23.2 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 87.5 % ปริมาณน้ำฝน 23.2 มม., จำนวน 2 ตัวอย่าง บนใบไม้ วันที่ 30 กรกฎาคม 2543 อุณหภูมิ 23.8 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 83.7 % ปริมาณน้ำฝน 20.5 มม., จำนวน 1 ตัวอย่าง บนใบไม้ วันที่ 17 สิงหาคม 2543 อุณหภูมิ 24.2 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 81.6 % ปริมาณน้ำฝน 30.8 มม., จำนวน 1 ตัวอย่าง บนใบไผ่ วันที่ 30 กันยายน 2543 อุณหภูมิ 25.5 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 77.5 % ปริมาณน้ำฝน 32.5 มม., จำนวน 18 ตัวอย่าง บนใบไผ่ ใบหวาย ใบมะไฟป่า ใบเล้ว ใบก่อ ใบปอแก่นเฒ่า วันที่ 31 ตุลาคม 2543 อุณหภูมิ 23.3 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 82.5 % ปริมาณน้ำฝน 74.8 มม., จำนวน 11 ตัวอย่าง บนใบไม้ วันที่ 25 พฤศจิกายน 2543 อุณหภูมิ 20.9 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 68.6 %, จำนวน 5 ตัวอย่าง บนใบไม้ วันที่ 23 ธันวาคม 2543 อุณหภูมิ 20.6 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 71.3%, จำนวน 3 ตัวอย่าง บนใบชุ้มกระดัง วันที่ 30 มกราคม 2544 อุณหภูมิ 22.4°ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 64.2% ส่วนในบริเวณที่ 2 (เส้นทางเดินป่าศึกษาธรรมชาติ) พบเชื้อราชนิดนี้ จำนวน 4 ตัวอย่าง วันที่ 21 สิงหาคม 2542 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยตลอดทั้งเดือน 13.1 มม., จำนวน 3 ตัวอย่าง บนใบปอขาว วันที่ 28 สิงหาคม 2542, จำนวน 13 ตัวอย่าง บนใบไหลแดง ใบวัวเถลิง วันที่ 14 ตุลาคม 2542 อุณหภูมิ 22.0 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 78.9 %, จำนวน 11 ตัวอย่าง บนใบหวายขม ใบซ่าน ใบไผ่ซอด ใบเถาวัลย์ วันที่ 17 พฤศจิกายน 2542 อุณหภูมิ 20.1 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 75.6 % ปริมาณน้ำฝน 25.1 มม., จำนวน 1 ตัวอย่าง บนใบไม้ วันที่ 16 มกราคม 2543 อุณหภูมิ 19.7 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 63.9 %, จำนวน 5 ตัวอย่าง บนใบก่อด่าง ใบก่อ ใบจีนจำ วันที่ 9 เมษายน 2543 อุณหภูมิ 24.8 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 79.3 % ปริมาณน้ำฝน 28.6 มม., จำนวน 5 ตัวอย่าง บนใบไม้ วันที่ 24 พฤษภาคม 2543 อุณหภูมิ 23.2 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 87.5 % ปริมาณน้ำฝน 23.2 มม., จำนวน 1 ตัวอย่าง บนใบไม้ วันที่ 30 มิถุนายน 2543 อุณหภูมิ 23.7 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 83.7 % ปริมาณน้ำฝน 53.8 มม., จำนวน 19 ตัวอย่าง บน ใบไผ่ วันที่ 30 มกราคม 2544 อุณหภูมิ 22.4 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 64.2% รวมตัวอย่างทั้งหมด 171 ตัวอย่าง



ภาพที่ 19 เชื้อ *Hirsutella formicarum*

ก มด *Polyrhachis* sp.ที่ถูกทำลายด้วยเชื้อ *H. formicarum* (sy=synnema)

ข phialide



ภาพที่ 19 เชื้อ *Hirsutella formicarum* (ต่อ)

ก มด (unknown) ที่ถูกทำลายด้วยเชื้อ *H. formicarum* (sy=synnema)

ข phialide (p)และ conidium (c)

***Hirsutella nivea* Hywel-Jones**

อาณาจักร: รา
ดิวิชัน: Eumycota
ชั้น: Ascomycetes
อันดับ: Hypocreales
วงศ์: Clavicipitaceae
ระยะ: Mitosporic
สกุล: *Hirsutella*
ชนิด: *nivea*
แมลงอาศัย: เพลี้ยจักจั่น (Cicadellidae : Homoptera)
ชื่อวิทยาศาสตร์ของแมลงอาศัย: ตัวอย่างแมลงมีเชื้อราปกคลุม ยากต่อการจำแนก (unidentified)
ระยะของเชื้อราที่มีความสัมพันธ์กัน: Teleomorph unknown

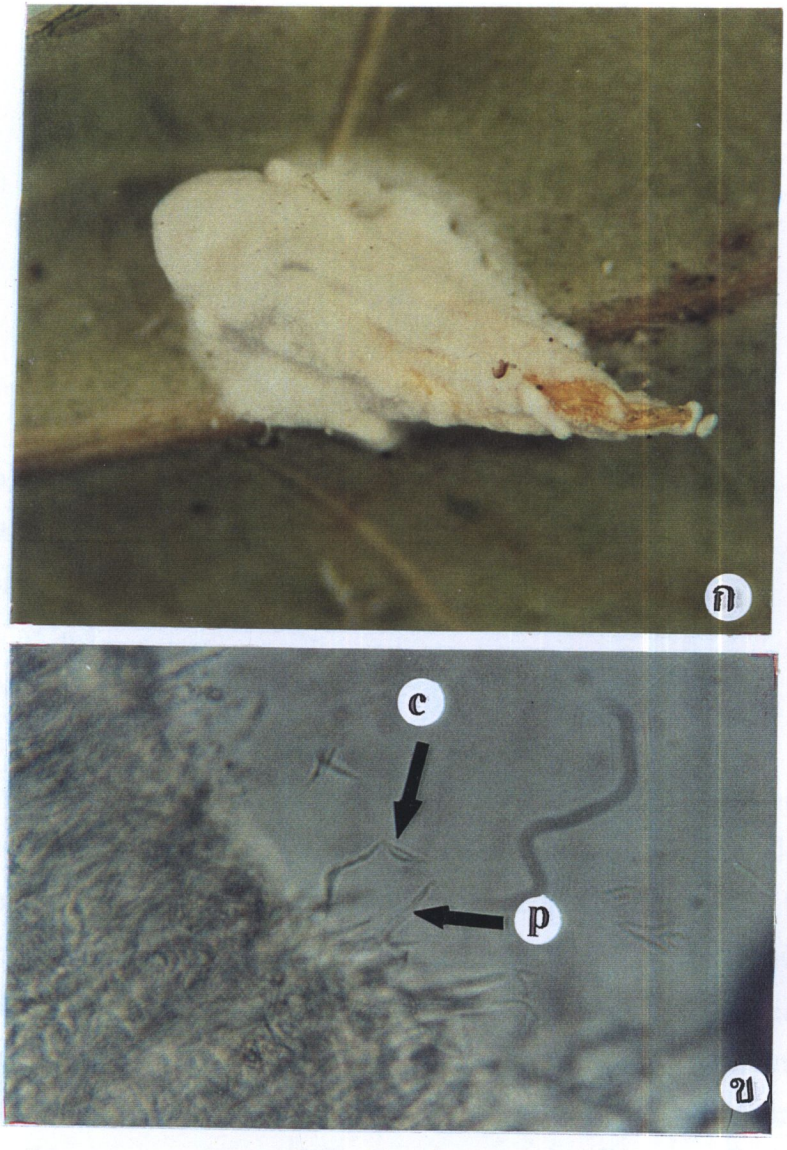
ลักษณะของเชื้อรา (ภาพที่ 20)

จากคำบรรยายลักษณะของเชื้อราชนิดโดย Hywel-Jones (1997b) กล่าวว่า

Stroma เป็นเยื่อบาง ๆที่ติดกันแน่นแผ่ปกคลุมบนผิวใบพืช บนตัวแมลงพบเส้น synnema จำนวน 1 อัน(มีส่วนน้อยที่พบ 2 เส้น) มีสีขาว เจริญขึ้นมาบริเวณระหว่างส่วนหัวและอกของแมลง (มีส่วนน้อยที่เจริญมาจากส่วนท้อง) คล้ายเข็ม ขนาด 8.0-13.0 มม. x 200.0-300.0 ไมโครเมตร ฐานของ synnema กว้างแล้วจะค่อย ๆ เรียวขึ้นไปจนถึงส่วนปลาย ประกอบด้วยเส้นใยที่เกาะกันอย่างหลวม ๆ ขนานกัน conidiogenous cell มี phialide 1 อัน รูปร่างบอบบาง (subulate) ขนาด 1.0-2.0 x 12.5-15.5 ไมโครเมตร ใส ไม่มีสี conidium ลักษณะ acerose ใส ไม่มีสี ไม่มีผนังกั้น ผนังเรียบ ขนาด 5.5-9.5 ไมโครเมตร ไม่มีเยื่อเมือก (mucilaginous) หุ้ม แต่จากการสำรวจครั้งนี้พบ conidium ขนาด 0.5-1.0 x 6.0-8.0 ไมโครเมตร

ลักษณะนิเวศขณะที่พบเชื้อ

ในบริเวณที่ 2 (เส้นทางเดินป่าศึกษาธรรมชาติ) พบเชื้อราชนิดนี้ จำนวน 1 ตัวอย่าง เกาะด้านล่างใบไม้ วันที่ 30 มกราคม 2544 อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดทั้งเดือน 22.4 ^{o}ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 64.2 %



ภาพที่ 20 เชื้อ *Hirsutella nivea*

ก เพลี้ยจักจั่นที่ถูกทำลายด้วยเชื้อ *H. nivea*

ข phialide (p) และ conidium (c)

***Hirsutella saussurei* (Cooke) Speare**

อาณาจักร: รา
ดิวิชัน: Eumycota
ชั้น: Ascomycetes
อันดับ: Hypocreales
วงศ์: Clavicipitaceae
ระยะ: Mitosporic
สกุล: *Hirsutella*
ชนิด: *saussurei*
แมลงอาศัย: ต่อ (wasp) (Vespidae: Hymenoptera)
ชื่อวิทยาศาสตร์ของแมลงอาศัย: *Icaria* sp.
ระยะของเชื้อราที่มีความสัมพันธ์กัน: *Cordyceps humberti*

ลักษณะของเชื้อรา (ภาพที่ 21)

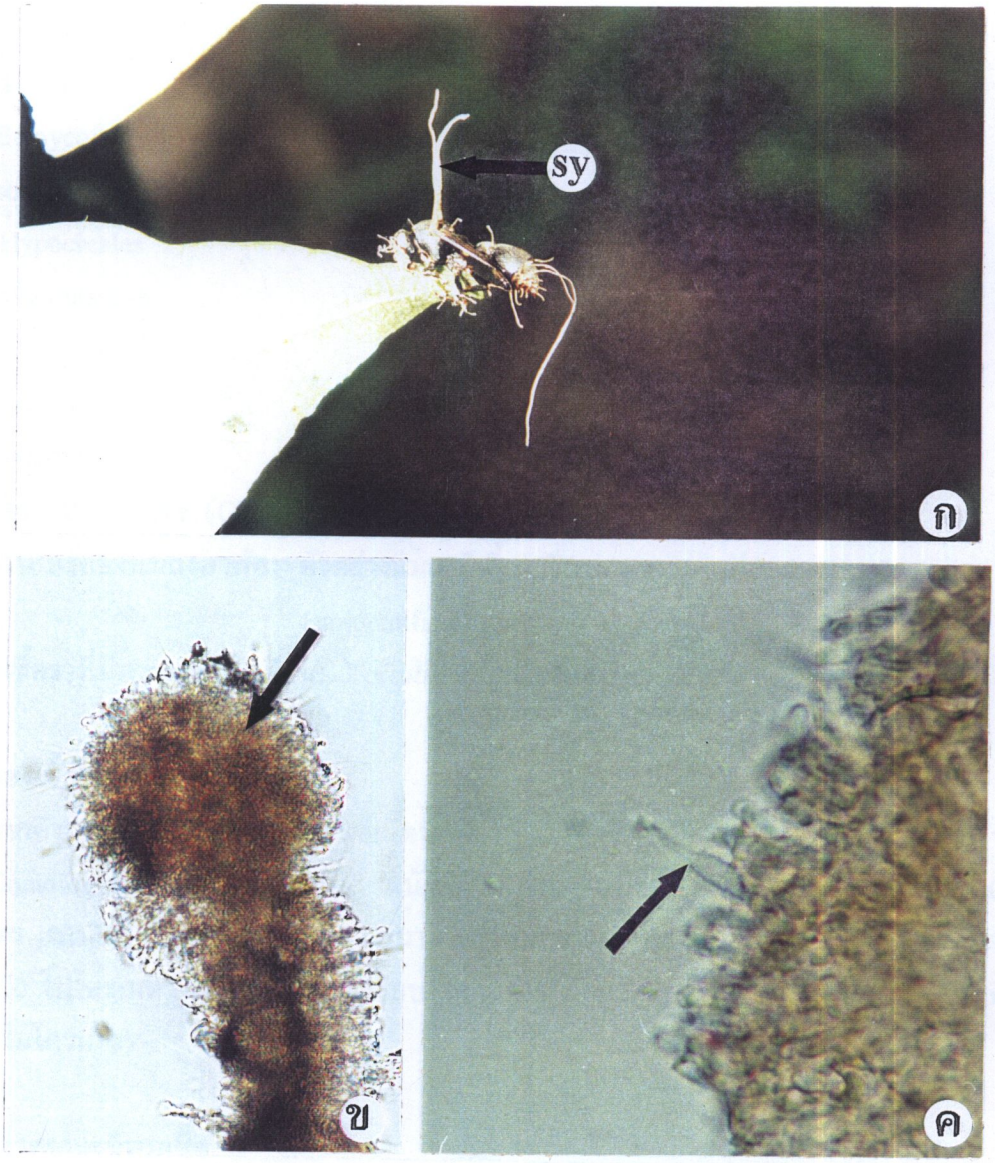
จากคำบรรยายลักษณะของเชื้อราชนิดนี้โดย Spear (1920) กล่าวว่า

Synnema เกิดขึ้นโดยตรงจากตัวของแมลง ปกติจะยาวมาก (20.0-30.0 มม.) บางครั้ง synnema มีการแตกแขนง บริเวณอกของต่อ มีลักษณะบาง มีสีน้ำตาล-ดำ บางทีพบว่ามีการแตกกิ่งก้านเป็นหลายแขนง รวมทั้ง synnema ที่อยู่ที่ปลายท้องลักษณะยาวกว่าที่อยู่ส่วนอก บางอันก็มีลักษณะแข็ง บางอันก็อ่อน conidiogenous cell ส่วนฐานมีลักษณะเรียบ สั้น เรียว ปกติจะยาวมาก (35.0-70.0 ไมโครเมตร) phialide มีรูปร่างบอบบาง conidium มีรูปร่าง bean-shaped, allantoid ขนาด 1.0 -1.5 x 9.0-11.0 ไมโครเมตร ใส ไม่มีสี ฝังอยู่ใน ส่วนของ gelatinous matrix **แต่จากการสำรวจครั้งนี้พบ conidium ขนาด 1.5 x 6.0 ไมโครเมตร และพบเกิดกับต่อ *Icaria* sp. และมีจำนวน synnema 1-3 อัน ยาว 1.0 ซม. ส่วนท้อง 1-4 อัน ยาว 1.5 ซม.**

ลักษณะนิเวศขณะที่พบเชื้อ

ในบริเวณที่ 1 (หลังศูนย์บริการนักท่องเที่ยวห้วยหญ้าเครือ) พบเชื้อราชนิดนี้ จำนวน 7 ตัวอย่าง บนต้นไม้ ตัวต่อจะเกาะบริเวณด้านข้างใบ วันที่ 21 สิงหาคม 2542 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยตลอดทั้งเดือน 13.1 มม., จำนวน 3 ตัวอย่าง ตัวต่อจะเกาะบริเวณด้านข้างใบ เหมือดเล็ก ใบรังดำ ใบหวายขม วันที่ 28 สิงหาคม 2542, จำนวน 5 ตัวอย่าง ตัวต่อจะเกาะบริเวณด้านข้างใบก่อด่าง ใบแก้วป่า วันที่ 30 กันยายน 2542 ปริมาณน้ำฝน 14.2 มม., จำนวน 60 ตัวอย่าง ตัวต่อจะเกาะบริเวณด้านข้างใบมะเม่าป่า ใบแก้วป่า ใบเถาวัลย์ วันที่ 14 ตุลาคม 2542 อุณหภูมิ

22.0 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 78.9 % ปริมาณน้ำฝน 28.6 มม., จำนวน 1 ตัวอย่าง ตัวต่อจะเกาะด้านข้างใบไผ่ซอด วันที่ 17 พฤศจิกายน 2542 อุณหภูมิ 20.1 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 75.6 % ปริมาณน้ำฝน 25.1 มม.,จำนวน 9 ตัวอย่าง ตัวต่อจะเกาะบริเวณด้านข้างใบมะเม่าใหญ่ วันที่ 21 ธันวาคม 2542 อุณหภูมิ 14.8 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 77.9 %, จำนวน 1 ตัวอย่าง ตัวต่อจะเกาะบริเวณด้านข้างใบไม้ วันที่ 16 มกราคม 2543 อุณหภูมิ 19.7 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 63.9 %, จำนวน 9 ตัวอย่าง ตัวต่อจะเกาะบริเวณด้านข้างใบจีนจำ ใบค้อ ใบดอกแก้วป่า ใบหวาย ใบตีนตั่งต้น ใบไผ่ ใบดีหมี วันที่ 21 กุมภาพันธ์ 2543 อุณหภูมิ 20.8 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 67.9 %, ส่วนในบริเวณที่ 2 (เส้นทางเดินป่าศึกษาธรรมชาติ) พบเชื้อราชนิดนี้ จำนวน 2 ตัวอย่าง ตัวต่อจะเกาะบริเวณด้านข้างใบไม้ วันที่ 30 กันยายน 2542 ปริมาณน้ำฝน 14.2 มม., จำนวน 11 ตัวอย่าง ตัวต่อจะเกาะบริเวณด้านข้างใบไผ่ ซอด วันที่ 14 ตุลาคม 2542 อุณหภูมิ 22.0 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 78.9 % ปริมาณน้ำฝน 28.6 มม., จำนวน 2 ตัวอย่าง ตัวต่อจะเกาะบริเวณด้านข้างใบก่อกอ วันที่ 21 ธันวาคม 2542 อุณหภูมิ 14.8 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 77.9 %, จำนวน 2 ตัวอย่าง ตัวต่อจะเกาะบริเวณด้านข้างใบไม้ วันที่ 16 มกราคม 2543 อุณหภูมิ 19.7 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 63.9 %, จำนวน 2 ตัวอย่าง ตัวต่อจะเกาะบริเวณด้านข้างใบ วันที่ 11 มีนาคม 2543 อุณหภูมิ 24.4 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 68.5 %, จำนวน 1 ตัวอย่าง ตัวต่อจะเกาะบริเวณด้านข้างใบก่อ วันที่ 9 เมษายน 2543 อุณหภูมิ 24.8 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 79.3 % ปริมาณน้ำฝน 28.6 มม., จำนวน 1 ตัวอย่าง ตัวต่อจะเกาะบริเวณด้านข้างใบไม้ วันที่ 24 พฤษภาคม 2543 อุณหภูมิ 23.2 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 87.5 % ปริมาณน้ำฝน 23.2 มม. รวมตัวอย่างทั้งหมด 116 ตัวอย่าง



ภาพที่ 21 เชื้อ *Hirsutella saussurei*

ก ต่อ *Icaria* sp. ที่ถูกทำลายด้วยเชื้อ *H. saussurei* (sy=synnema)

ข synnema

ค phialide

***Hirsutella versicolor* Petch**

อาณาจักร: รา
ดิวิชัน: Eumycota
ชั้น: Ascomycetes
อันดับ: Hypocreales
วงศ์: Clavicipitaceae
ระยะ: Mitosporic
สกุล: *Hirsutella*
ชนิด: *versicolor*
แมลงอาศัย: เพลี้ยจักจั่น (Cicadellidae : Homoptera)
ชื่อวิทยาศาสตร์ของแมลงอาศัย: ตัวอย่างแมลงมีเชื้อราขึ้นปกคลุม ยากต่อการจำแนก (unidentified)
ระยะของเชื้อราที่มีความสัมพันธ์กัน: *Torrubiella pruinosa*

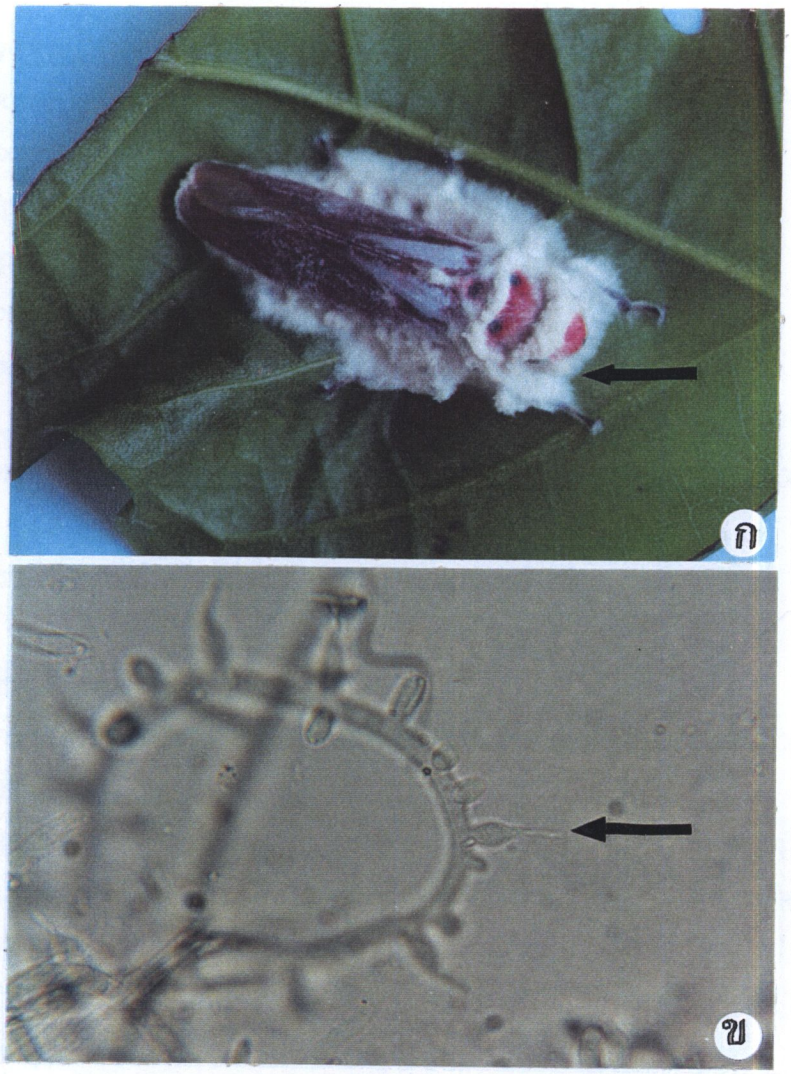
ลักษณะของเชื้อรา (ภาพที่ 22)

จากคำบรรยายลักษณะของเชื้อราชนิดนี้โดย Hywel-Jones (1997b) กล่าวว่า

Conidiogenous cell ใส ไม่มีสี ผนังเรียบ ส่วนฐานมีขนาด 2.5-3.0 x 8.0-12.0 ไมโครเมตร phialide มีลักษณะแคบ ยาว ขนาด 5 ไมโครเมตร รวมความยาวของ phialide ยาวจนถึง 22.0 ไมโครเมตร conidium ผนังเรียบ ใส ไม่มีสี มีรูปร่างยาว รูปไข่ ขนาด 1.0-1.5 x 3.5-4.5 ไมโครเมตร

ลักษณะนิเวศขณะที่พบเชื้อ

ในบริเวณที่ 1 (ศูนย์บริการนักท่องเที่ยวห้วยหญ้าเครือ) พบเชื้อราชนิดนี้ จำนวน 1 ตัวอย่าง บนใบไม้ ในวันที่ 25 พฤศจิกายน 2543 อุณหภูมิ เฉลี่ยตลอดทั้งเดือน 20.9 ^{o}ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 68.6 %



ภาพที่ 22 เชื้อ *Hirsutella versicolor*

ก เพลี้ยจักจั่นที่ถูกทำลายด้วยเชื้อ *H. versicolor*

ข phialide

Hirsutella* cf. *versicolor

อาณาจักร: รา
ดิวิชัน: Eumycota
ชั้น: Ascomycetes
อันดับ: Hypocreales
วงศ์: Clavicipitaceae
ระยะ: Mitosporic
สกุล: *Hirsutella*
ชนิด: *versicolor*
แมลงอาศัย: เพลี้ย (Homoptera)
ชื่อวิทยาศาสตร์ของแมลงอาศัย: ตัวอย่างแมลงมีเชื้อราขึ้นปกคลุม ยากต่อการจำแนก (unidentified)
ระยะของเชื้อราที่มีความสัมพันธ์กัน: *Torrubiella* cf. *pruinosa*

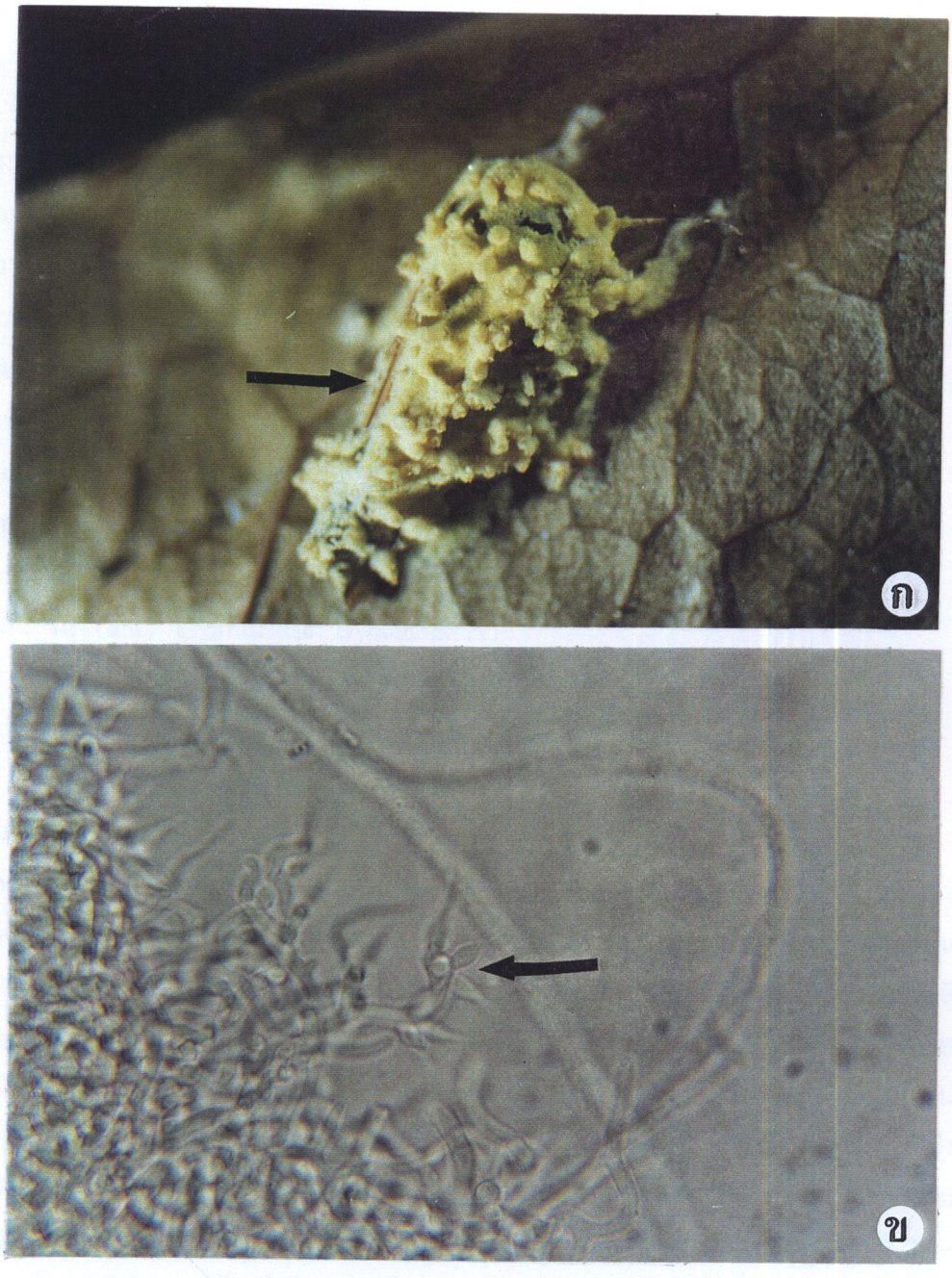
ลักษณะของเชื้อรา (ภาพที่ 23)

จากคำบรรยายลักษณะของเชื้อราชนิดนี้โดย Hywel-Jones (1997b) กล่าวว่า

Conidiogenous cell ใส ไม่มีสี ผนังเรียบ ส่วนฐานมีขนาด 2.5-3.0 x 8.0-12.0 ไมโครเมตร phialide มีลักษณะแคบ ยาว ขนาด 5 ไมโครเมตร รวมความยาวของ phialide ยาวจนถึง 22.0 ไมโครเมตร conidium ผนังเรียบ ใส ไม่มีสี มีรูปร่างยาว รูปไข่ ขนาด 1.0-1.5 x 3.5-4.5 ไมโครเมตร

ลักษณะนิเวศขณะที่พบเชื้อ

ในบริเวณที่ 1 (หลังศูนย์บริการนักท่องเที่ยวห้วยหญ้าเครือ) พบเชื้อราชนิดนี้ จำนวน 1 ตัวอย่าง บนใบพืช ในวันที่ 21 ธันวาคม 2542 อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดทั้งเดือน 14.8 ^{o} ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 77.9 %



ภาพที่ 23 เชื้อ *Hirsutella* cf. *versicolor.*

ก เพลี้ยที่ถูกทำลายด้วยเชื้อ *H.* cf. *versicolor*

ข phialide

***Hymenostilbe aurantiaca* Hywel-Jones**

อาณาจักร: รา
ดิวิชัน: Eumycota
ดิวิชันย่อย: Ascomycota
ชั้น: Ascomycetes
อันดับ: Hypocreales
วงศ์: Clavicipitaceae
ระยะ: Mitosporic
สกุล: *Hymenostilbe*
ชนิด: *aurantiaca*
แมลงอาศัย: มด (ant) (Formicidae: Hymenoptera)
ชื่อวิทยาศาสตร์ของแมลงอาศัย: *Polyrhachis armata*
ระยะของเชื้อราที่มีความสัมพันธ์กัน: *Cordyceps irangiensis* หรือ *C. myrmecophila*

ลักษณะของเชื้อรา (ภาพที่ 24)

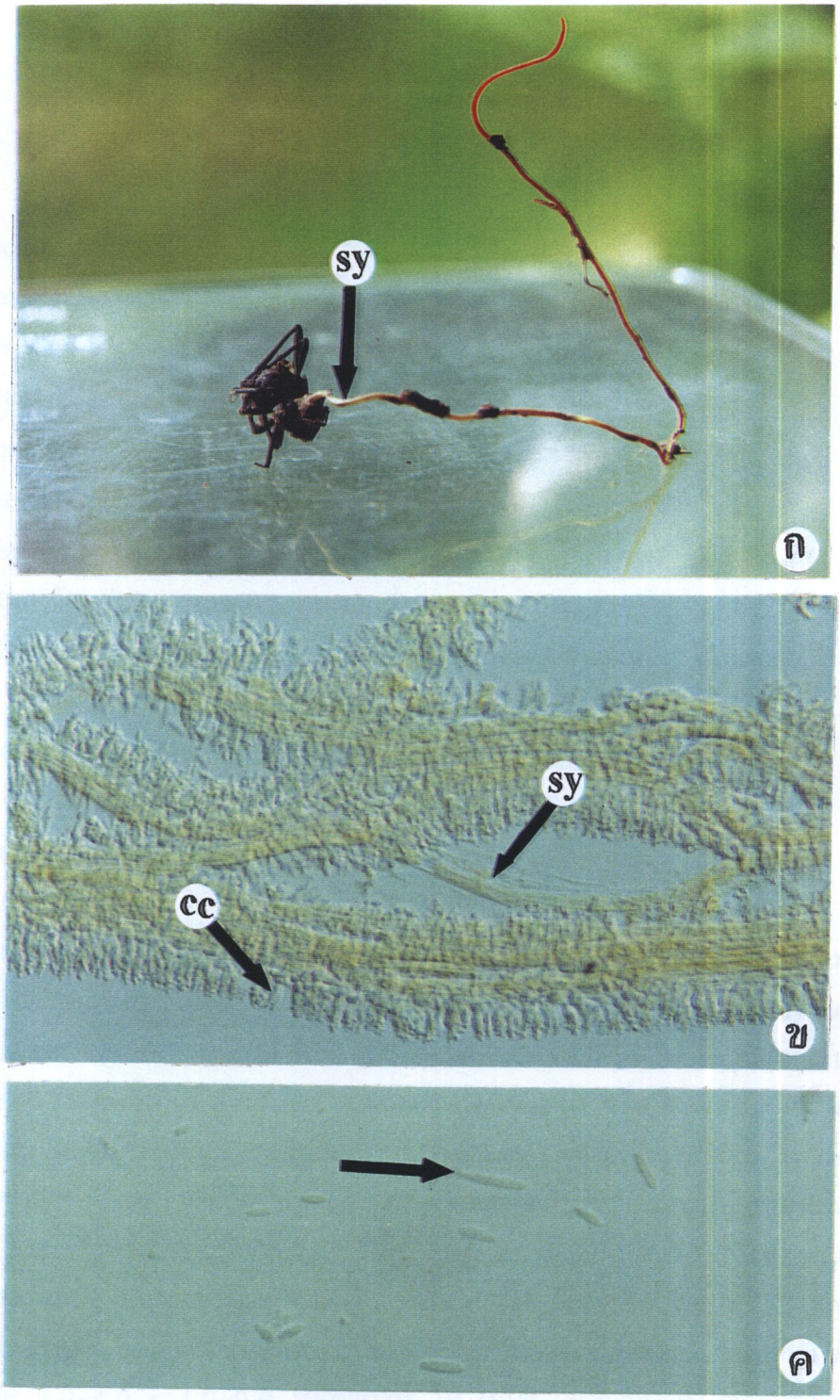
จากคำบรรยายลักษณะของเชื้อราชนิดนี้โดย Hywel-Jones (1996b) กล่าวว่า

Synnema เจริญขึ้นจากระหว่างส่วนอกและหัวของมด ในระยะตัวเต็มวัย ปกติจะมีอันเดียว มีส่วนน้อยที่จะพบหลายอัน รูปร่างลักษณะรูปทรงกระบอก บาง เรียว ยาว มีหลายสี conidiogenous cell มีสีส้ม รูปร่างคล้าย clavate ขนาด 3.0-6.0 x 9.3-25.0 ไมโครเมตร หรือรูปร่างไม่แน่นอน เจริญได้อย่างไม่จำกัด สร้างสปอร์ได้หลายอัน conidiophore อยู่กันแน่น denticle มีลักษณะและเป็นที่เกิดของสปอร์ที่รวมกลุ่มกันแน่น conidium แบบมีเซลล์เดียว ผนังเรียบ สีส้ม ขนาด 1.3-3.0 x 5.3-17.0 ไมโครเมตร **แต่จากการสำรวจครั้งนี้พบ conidium ขนาด 1.5-2.5 x 5.0- 2.5 ไมโครเมตร และ synnema มีความยาวอยู่ระหว่าง 2.3 - 14.0 ซม. โดยมีสีต่างๆ กัน ได้แก่ เหลือง เหลืองอมขาว ส้ม ส้มอมแดง ส้มอมขาว เหลืองอมส้ม และขาว และจากที่สำรวจพบมีจำนวน synnema 3 อัน เกิดกับมด *P. armata***

ลักษณะนิเวศขณะที่พบเชื้อ

ในบริเวณที่ 1 (หลังศูนย์บริการนักท่องเที่ยวห้วยหญ้าเครือ) พบเชื้อราชนิดนี้ จำนวน 2 ตัวอย่าง บนกองใบไม้ที่พื้นดิน synnema มี 2 เส้น สีเหลือง ยาว 7 ซม. วันที่ 28 สิงหาคม 2542 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยตลอดทั้งเดือน 13.1 มม., จำนวน 1 ตัวอย่าง บนกองใบไม้ที่พื้นดิน synnema มีสีเหลือง ยาว 5.0 เซนติเมตร วันที่ 30 กันยายน 2542 ปริมาณน้ำฝน 14.2 มม., จำนวน 2 ตัวอย่าง บนกองใบไม้ที่พื้นดิน synnema สีส้ม 3.0 ซม. วันที่ 14 ตุลาคม 2542

อุณหภูมิ 22.0 ^{o}ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 78.9 % ปริมาณน้ำฝน 28.6 มม., จำนวน 1 ตัวอย่าง synnema สีส้ม 4.0 ซม. วันที่ 24 พฤษภาคม 2543 อุณหภูมิ 23.2 ^{o}ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 87.5 % ปริมาณน้ำฝน 23.2 มม., จำนวน 9 ตัวอย่าง synnema สีส้ม 7.0, 5.0 ซม. สีเหลือง 3.0-5.5 ซม. วันที่ 30 มิถุนายน 2543 อุณหภูมิ 23.7 ความชื้นสัมพัทธ์ 83.7 % ปริมาณน้ำฝน 53.8 มม., จำนวน 3 ตัวอย่าง synnema สีเหลืองอมขาว 4.0 ซม. สีส้มอมแดง 2.3 ซม. วันที่ 30 กรกฎาคม 2543 อุณหภูมิ 23.8 ^{o}ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 83.7 % ปริมาณน้ำฝน 20.5 มม., จำนวน 10 ตัวอย่าง synnema สีส้ม 3.0 ซม. สีส้มอมขาว 3.0 ซม. สีเหลือง 4.0 ซม. สีเหลืองอมขาว 8.0 ซม. วันที่ 30 กันยายน 2543 อุณหภูมิ 25.5 ^{o}ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 77.5 % ปริมาณน้ำฝน 32.5 มม. ส่วนในบริเวณที่ 2 (เส้นทางเดินป่าศึกษาธรรมชาติ) พบเชื้อราชนิดนี้ จำนวน 3 ตัวอย่าง บนกองใบไม้ที่พื้นดิน synnema มี 2 เส้น สีส้มอมขาว 7.0 ซม. สีเหลือง 7.5 ซม. วันที่ 30 กันยายน 2542 ปริมาณน้ำฝน 14.2 มม., จำนวน 13 ตัวอย่าง บนกองใบไม้ที่พื้นดิน synnema สีส้ม 1.5, 4.0 ซม. สีเหลือง 6.5, 7.0 ซม. วันที่ 14 ตุลาคม 2542 อุณหภูมิ 22.0 ^{o}ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 78.9 % ปริมาณน้ำฝน 28.6 มม., จำนวน 7 ตัวอย่าง บนกองใบไม้ที่พื้นดิน synnema สีส้ม 2.0 ซม. วันที่ 17 พฤศจิกายน 2542 อุณหภูมิ 20.1 ^{o}ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 75.6 % ปริมาณน้ำฝน 25.1 มม., จำนวน 5 ตัวอย่าง synnema สีส้ม 2.0 ซม. สีเหลือง 6.0 ซม. วันที่ 24 พฤษภาคม 2543 อุณหภูมิ 23.2 ^{o}ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 87.5 % ปริมาณน้ำฝน 23.21 มม., จำนวน 11 ตัวอย่าง synnema สีส้ม 3.0 ซม. สีเหลืองอมขาว 4.0 ซม. สีขาว 3.0 ซม. สีเหลือง 7.0 ซม. สีเหลืองอมส้ม 5.0 ซม. สีส้มอมขาว 5.0 ซม. วันที่ 30 กรกฎาคม 2543 อุณหภูมิ 23.8 ^{o}ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 83.7 % ปริมาณน้ำฝน 20.5 มม., จำนวน 5 ตัวอย่าง synnema สีเหลืองอมขาว 14.0 ซม. วันที่ 30 กันยายน 2543 อุณหภูมิ 25.5 ^{o}ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 77.5 % ปริมาณน้ำฝน 32.5 มม., จำนวน 2 ตัวอย่าง synnema สีเหลือง 7.0 ซม. วันที่ 25 พฤศจิกายน 2543 อุณหภูมิ 20.9 ^{o}ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 68.6 % รวมตัวอย่าง ทั้งหมด 74 ตัวอย่าง



ภาพที่ 24 เชื้อ *Hymenostlibe aurantiaca*

ก มด *Polyrhachis armata* ที่ถูกทำลายด้วยเชื้อ *H. aurantiaca* (sy=synnema)

ข synnema (sy) และ conidiogenous cell (cc)

ค conidium

***Hymenostilbe dipterigena* (Petch)**

อาณาจักร: รา
ดิวิชัน: Eumycota
ชั้น: Ascomycetes
อันดับ: Hypocreales
วงศ์: Clavicipitaceae
ระยะ: Mitosporic
สกุล: *Hymenostilbe*
ชนิด: *dipterigena*
แมลงอาศัย: แมลงวัน (fly) (Muscidae: Diptera)
ชื่อวิทยาศาสตร์ของแมลงอาศัย: ตัวอย่างแมลงมีเชื้อราขึ้นปกคลุม ยากต่อการจำแนก (unidentified)
ระยะของเชื้อราที่มีความสัมพันธ์กัน: *Cordyceps dipterigena*

ลักษณะของเชื้อรา (ภาพที่ 25)

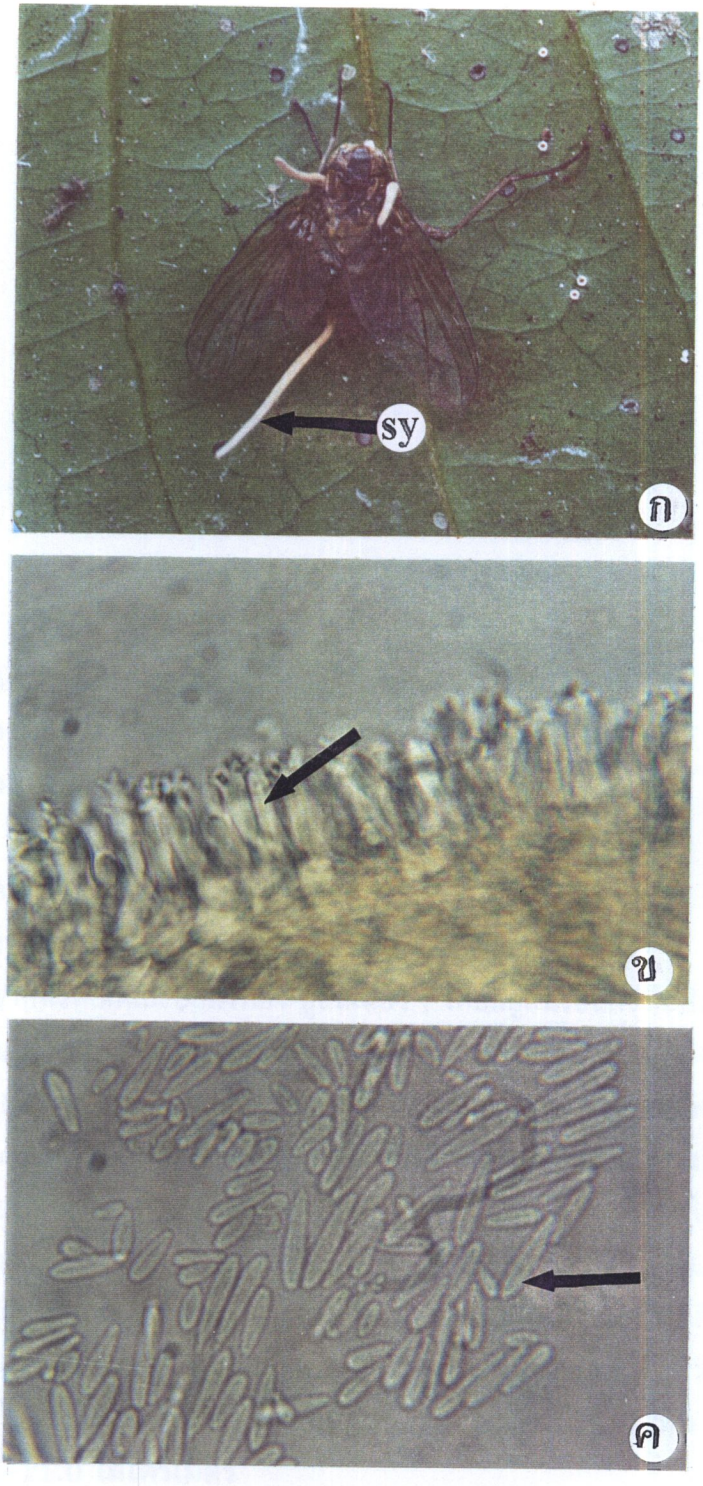
จากคำบรรยายลักษณะของเชื้อราชนิดนี้โดย Mains (1950) กล่าวว่า

แมลงอาศัยติดกับ substratum โดยเส้นใยสีน้ำตาลดำ ซึ่งบางครั้งปกคลุมตัวแมลง synnema ชูออกมาจากท้องส่วนปลายและระหว่างปล้องของลำตัว synnema รูปร่าง sub-cylindric บางทีรูปร่าง เรียว ยาว ไปจนถึงส่วนปลาย ขนาด 0.2-0.5 x 4.0-12.0 มม. ประกอบด้วยเส้นใยที่สานกันตามแนวยาว บางครั้งอัดตัวกันแน่น ผิวนอกของ synnema บางครั้งมีสีออกไปทางน้ำตาลข้างใน ใส ไม่มีสี conidiogenous cell อยู่กันเป็นชั้น palisade หนาแน่น ปกคลุม synnema phialide มีพัฒนาการที่ปลาย จะมีกิ่งก้านสั้นๆ ที่แตกออกจากด้านข้างตามทางยาวของเส้นใย conidiogenous cell รูปทรงกระบอกจนถึงรูปทรงกระบอง ขนาด 3.0-4.0 x 14.0-28.0 ไมโครเมตร ที่ปลายของ conidiogenous cell มี denticle สั้น จะกระจัดกระจาย รูปร่างทรงกระบอกจนถึงลูกตุ้ม บาง ยื่นออกมา โดยเฉพาะก่อนที่จะถึงส่วนยอด conidium รูปไข่กลับด้าน เกิดเดี่ยวๆ ขนาด 2.0-4.0 x 4.0-9.0 ไมโครเมตร ใส ไม่มีสี แต่จากการสำรวจครั้งนี้พบ conidium ขนาด 1.5-3.0 x 4.0-18.0 ไมโครเมตร

ลักษณะนิเวศขณะที่พบเชื้อ

ในวันที่ 28 สิงหาคม 2542 พบบริเวณที่ 1 (หลังศูนย์บริการนักท่องเที่ยวห้วยหญ้าเครือ) เชื้อราชนิดนี้พบ จำนวน 1 ตัวอย่าง บนใบตูมดง, จำนวน 1 ตัวอย่าง บนใบเถาวัลย์ วันที่ 16 มกราคม 2543 อุณหภูมิ 19.7 ^{o}ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 63.9 %, จำนวน 1 ตัวอย่าง บน

ใบแร้วนกก่อ วันที่ 21 กุมภาพันธ์ 2543 อุณหภูมิ 20.8 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 67.9 %, จำนวน 1 ตัวอย่าง วันที่ 25 พฤศจิกายน 2543 อุณหภูมิ 20.9 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 68.6 %, ส่วนในบริเวณที่ 2 (เส้นทางเดินป่าศึกษาธรรมชาติ) พบเชื้อราชนิดนี้ จำนวน 1 ตัวอย่าง บนใบไม้ วันที่ 21 สิงหาคม 2542 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยตลอดทั้งเดือน 13.1 มม., จำนวน 1 ตัวอย่าง บนใบไผ่ซอด วันที่ 17 พฤศจิกายน 2542 อุณหภูมิ 20.1 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 75.6 % ปริมาณน้ำฝน 25.1 มม., จำนวน 1 ตัวอย่าง บนใบไม้ ใกล้ลำธารน้ำไหล วันที่ 21 กุมภาพันธ์ 2543 อุณหภูมิ 20.8 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 67.9 %, จำนวน 1 ตัวอย่าง บนใบชุ้มกระดังงา วันที่ 30 มกราคม 2544 อุณหภูมิ 22.4 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 64.2 % รวมตัวอย่างทั้งหมด 8 ตัวอย่าง



ภาพที่ 25 เชื้อ *Hymenostilbe dipterigena*

ก แมลงวันที่ถูกทำลายด้วยเชื้อ *H. dipterigena* (sy=synnema)

ข conidigenous cell

ค conidium

***Hymenostilbe odonatae* Y. Kobayasi**

อาณาจักร: รา
ดิวิชัน: Eumycota
ชั้น: Ascomycetes
อันดับ: Hypocreales
วงศ์: Clavicipitaceae
ระยะ: Mitosporic
สกุล: *Hymenostilbe*
ชนิด: *odonatae*
แมลงอาศัย: แมลงปอ (dragonfly: Odonata)
ชื่อวิทยาศาสตร์ของแมลงอาศัย: ตัวอย่างแมลงไม่สมบูรณ์ จึงไม่สามารถจำแนกได้ (unknown)
ระยะของเชื้อราที่มีความสัมพันธ์กัน: *Cordyceps odonatae*

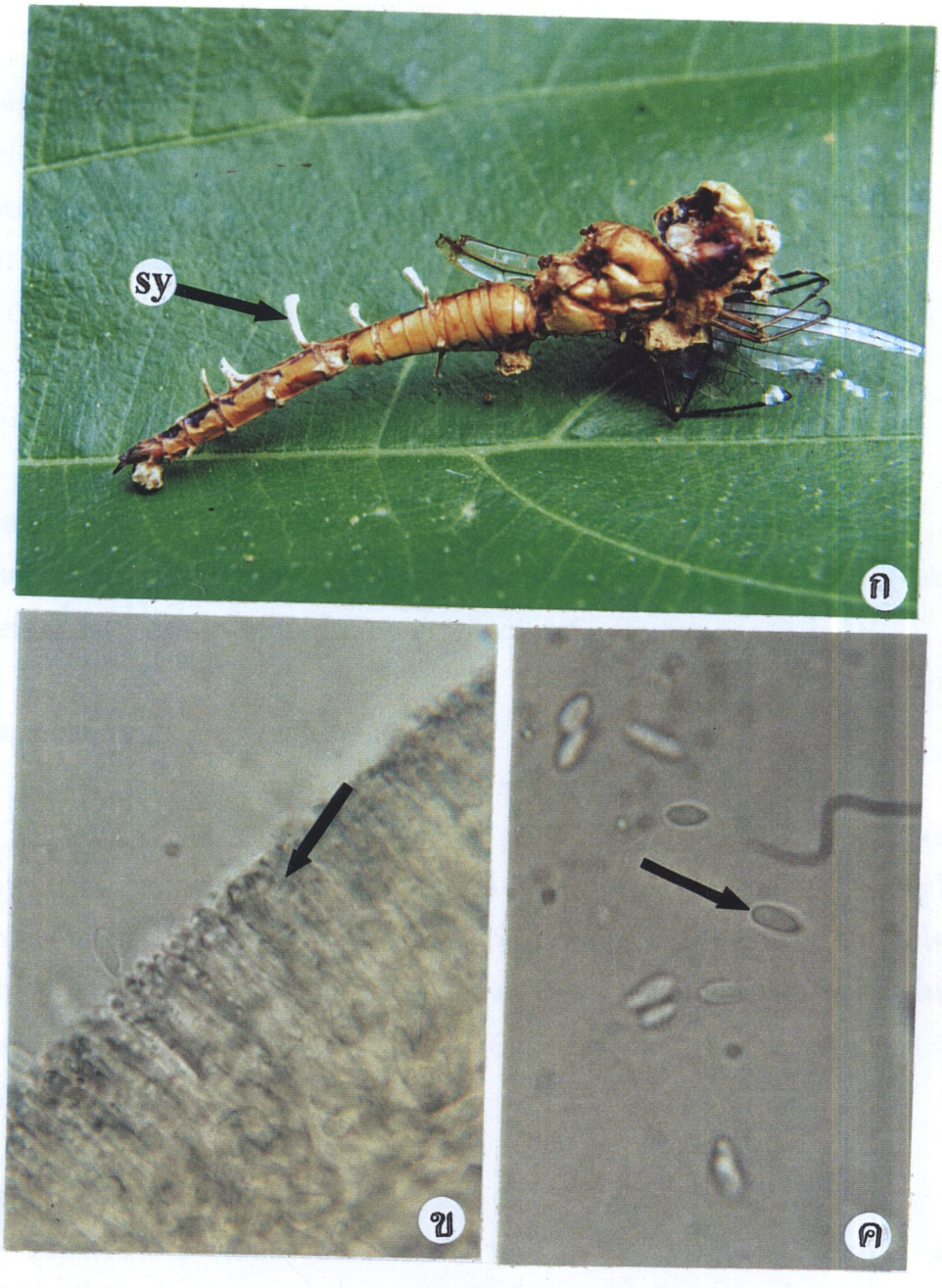
ลักษณะของเชื้อรา (ภาพที่ 26)

จากคำบรรยายลักษณะของเชื้อราชนิดนี้โดย Kobayasi (1941) กล่าวว่า

Synnema เจริญจากส่วนอกและปล้องท้อง ชูขึ้นเดี่ยวๆ โดยอยู่กันเป็นกลุ่มมีสีเหลืองอ่อน อ่อนนุ่มจนถึงแข็ง มีความสูง 2.5-4.0 มม. ตรงหรือโค้ง เป็นแท่งกลมเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5-0.7 มม. ผิวด้านนอกเรียบ hyphal cell มีสีขาว กว้าง 2.5-4.0 ไมโครเมตร ดูคล้ายกับผิวที่แน่น เซลที่เป็นผนังของ synnema แตกต่างจาก body cell ใส ไม่มีสี ขนาด 3.0-3.4 x 17.0-20.0 ไมโครเมตร ส่วนที่สร้างสปอร์อยู่ส่วนปลายรูปกลมจนถึงกระบอง กว้าง 0.6-0.9 ไมโครเมตร ส่วน internal hypha มีสีขาว กว้าง 3.0-5.0 ไมโครเมตร ผนังบาง เซลที่สร้าง conidium อยู่กันแน่นเป็นชั้น hymenium มีขนาดกว้าง 2.5-2.8 x 10.0-15.0 ไมโครเมตร ใส ไม่มีสี ที่ปลายมี conidium หนึ่งอัน conidium รูปร่างแบบ fusiform จนถึง broadly ellipsoid ขนาด 2.0-2.8 x 8.4-11.2 ไมโครเมตร ใส ไม่มีสี โค้งหรือโค้งเล็กน้อย **แต่จากการสำรวจครั้งนี้พบ conidium ขนาด 2.0 - 3.0 x 4.0-11.0 ไมโครเมตร**

ลักษณะนิเวศขณะที่พบเชื้อ

ในบริเวณที่ 2 (เส้นทางเดินป่าศึกษาธรรมชาติ) พบเชื้อราชนิดนี้ จำนวน 1 ตัวอย่าง บริเวณใกล้ๆ ลำธารน้ำของห้วยหญ้าเครือ ในวันที่ 14 ตุลาคม 2542 อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดทั้งเดือน 22.0 ^{o}ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 78.9 % ปริมาณน้ำฝน 28.6 มม.



ภาพที่ 26 เชื้อ *Hymenostilbe odonatae*

ก แมลงปอที่ถูกทำลายด้วยเชื้อ *H. odonatae* (sy=synnema)

ข conidiogenous cell

ค conidium

Hymenostilbe* cf. *sphecocephala

อาณาจักร: รา
ดิวิชัน: Eumycota
ชั้น: Ascomycetes
อันดับ: Hypocreales
วงศ์: Clavicipitaceae
ระยะ: Mitosporic
สกุล: *Hymenostilbe*
ชนิด: cf. *sphecocephala*
แมลงอาศัย: ต่อ (wasp) (Hymenoptera)
ชื่อวิทยาศาสตร์ของแมลงอาศัย: ตัวอย่างแมลงไม่สมบูรณ์ จึงไม่สามารถจำแนกได้ (unknown)
ระยะของเชื้อราที่มีความสัมพันธ์กัน: *Cordyceps* cf. *sphecocephala*

ลักษณะของเชื้อรา

จากคำบรรยายลักษณะของเชื้อราชนิดนี้โดย Hywel-Jones (1995a) กล่าวว่า

ลักษณะของ conidiogenous cells ของ genus นี้ มีขนาดและรูปร่างที่หลากหลายมาก รูปร่างทรงกระบอกขนาด 10.0-20.0 X 3.0-6.0 ไมโครเมตร มี denticles 1-3 อัน อยู่กันอย่างหนาแน่น ลักษณะเด่นของ conidiogenous cells ที่เป็นหมันจะมีขนาดยาวถึง 25.0 ไมโครเมตร ซึ่งทำให้สังเกตส่วน setulose ชี้ออกมาได้อย่างเด่นชัด เมื่อใช้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยายต่ำ conidium รูปทรงกระบองกว้าง ตรงฐานแหลม (apiculate) มีขนาด 3.0-4.5 X 3.0-10.0 ไมโครเมตร

ลักษณะนิเวศขณะที่พบเชื้อ

ในบริเวณที่ 2 (เส้นทางเดินป่าศึกษาธรรมชาติ) พบเชื้อราชนิดนี้ จำนวน 1 ตัวอย่าง บนใบไม้ ในวันที่ 24 พฤษภาคม 2543 อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดทั้งเดือน 23.2 ^{o} ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 87.5% ปริมาณน้ำฝน 23.2 มม.

***Hymenostilbe ventricosa* Hywel-Jones**

อาณาจักร: รา

ดิวิชัน: Eumycota

ชั้น: Ascomycetes

อันดับ: Hypocreales

วงศ์: Clavicipitaceae

ระยะ: Mitosporic

สกุล: *Hymenostilbe*

ชนิด: *ventricosa*

แมลงอาศัย: แมลงสาบ (cockroaches) (Blattidae: Orthoptera)

ชื่อวิทยาศาสตร์ของแมลงอาศัย: ตัวอย่างแมลงไม่สมบูรณ์ จึงไม่สามารถจำแนกได้ (unknown)

ระยะของเชื้อราที่มีความสัมพันธ์กัน: Teleomorph unknown

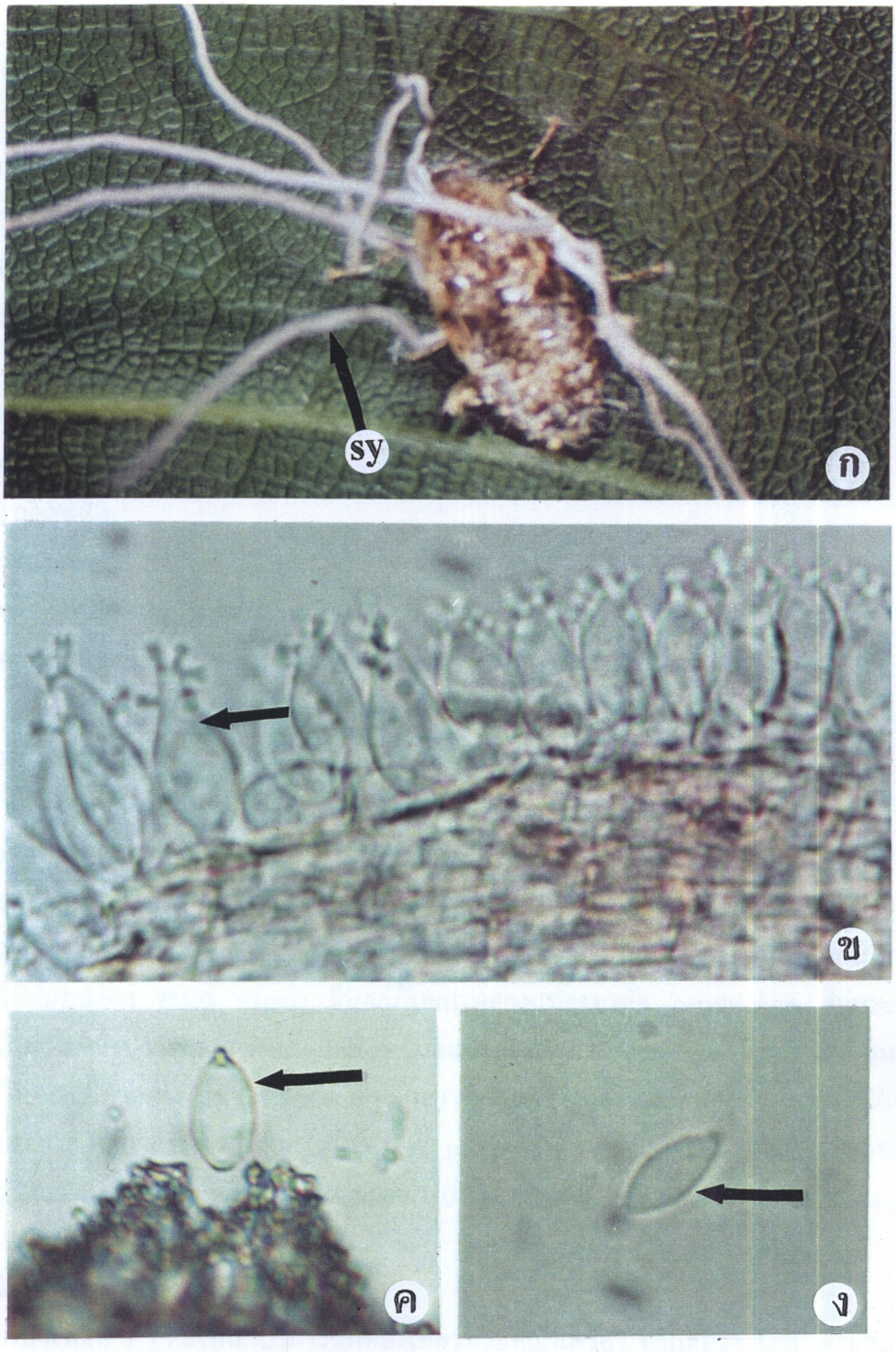
ลักษณะของเชื้อรา (ภาพที่ 27)

จากคำบรรยายลักษณะของเชื้อราชนิดนี้โดย Hywel-Jones (1995b) กล่าวว่า

Synnema อยู่บนส่วนท้องของแมลง มีหลายอันทรงกระบอกยาวแต่ละอันยาว 6.0-13.0 มม. กว้าง 200.0-350.0 ไมโครเมตร มีสีชมพูซีด ส่วนบริเวณตรงของ synnema จะพบเส้นใยจะมีลักษณะขนาน ประกอบด้วยเซลล์ที่มีขนาด 3.0-4.0 x 9.3-40.0 ไมโครเมตร ภายนอกมีลักษณะคล้าย hymenium ประกอบด้วยชั้นเซลล์ส่วนฐานขนาด 2.7-4.0 x 4.0-17.3 ไมโครเมตร แต่ละส่วนของฐานจะมี conidiogenous cell 1 หรือ 2 อัน conidiogenous cell เป็นแบบ polyblastic มีรูปทรงกระบอกถึงรูปร่างทรงกระบอง ขนาด 4.5-6.0 x 11.3-20.0 ไมโครเมตร denticle มีลักษณะเป็นกลุ่มที่ส่วนยอดมีรูปร่างเป็นลิ่ม (cuneiform) ขนาด 1.0-1.5 x 2.0-5.0 ไมโครเมตร ที่ส่วนฐาน ส่วนยอดกว้าง 1.5-2.5 ไมโครเมตร conidium มีลักษณะเดี่ยวๆ บวม (ventricose) ผิวเรียบ ใส ไม่มีสี ขนาด 3.7-5.3 x 10.0-14.0 ไมโครเมตร ส่วนฐานทู่ (truncate) กว้าง 2.0-3.0 ไมโครเมตร **แต่จากการสำรวจครั้งนี้พบ conidium ขนาด 4.5-5.0 x 10.0-11.0 ไมโครเมตร**

ลักษณะนิเวศขณะที่พบเชื้อ

ในบริเวณที่ 1 (หลังศูนย์บริการนักท่องเที่ยวห้วยหญ้าเครือ) พบเชื้อราชนิดนี้ จำนวน 1 ตัวอย่าง ด้านล่างใบไม้ วันที่ 24 พฤษภาคม 2543 อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดทั้งเดือน 23.2 ^{o}ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 87.5% ปริมาณน้ำฝน 23.2 มม. บริเวณที่ 2 (เส้นทางเดินป่าศึกษาธรรมชาติ) พบเชื้อราชนิดนี้ บนใบไม้ จำนวน 1 ตัวอย่าง ในวันที่ 30 มิถุนายน 2543 อุณหภูมิ เฉลี่ย 23.7 ^{o}ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 83.7 % ปริมาณน้ำฝน 53.8 มม. รวมตัวอย่างทั้งหมด 2 ตัวอย่าง



ภาพที่ 27 เชื้อ *Hymenostilbe ventricosa*

ก แมลงสาบที่ถูกทำลายด้วยเชื้อ *H. ventricosa* (sy=synnema)

ข conidiogenous cell

ค, ง conidium

***Hypocrella discoidea* (Berk & Broome) Sacc.**

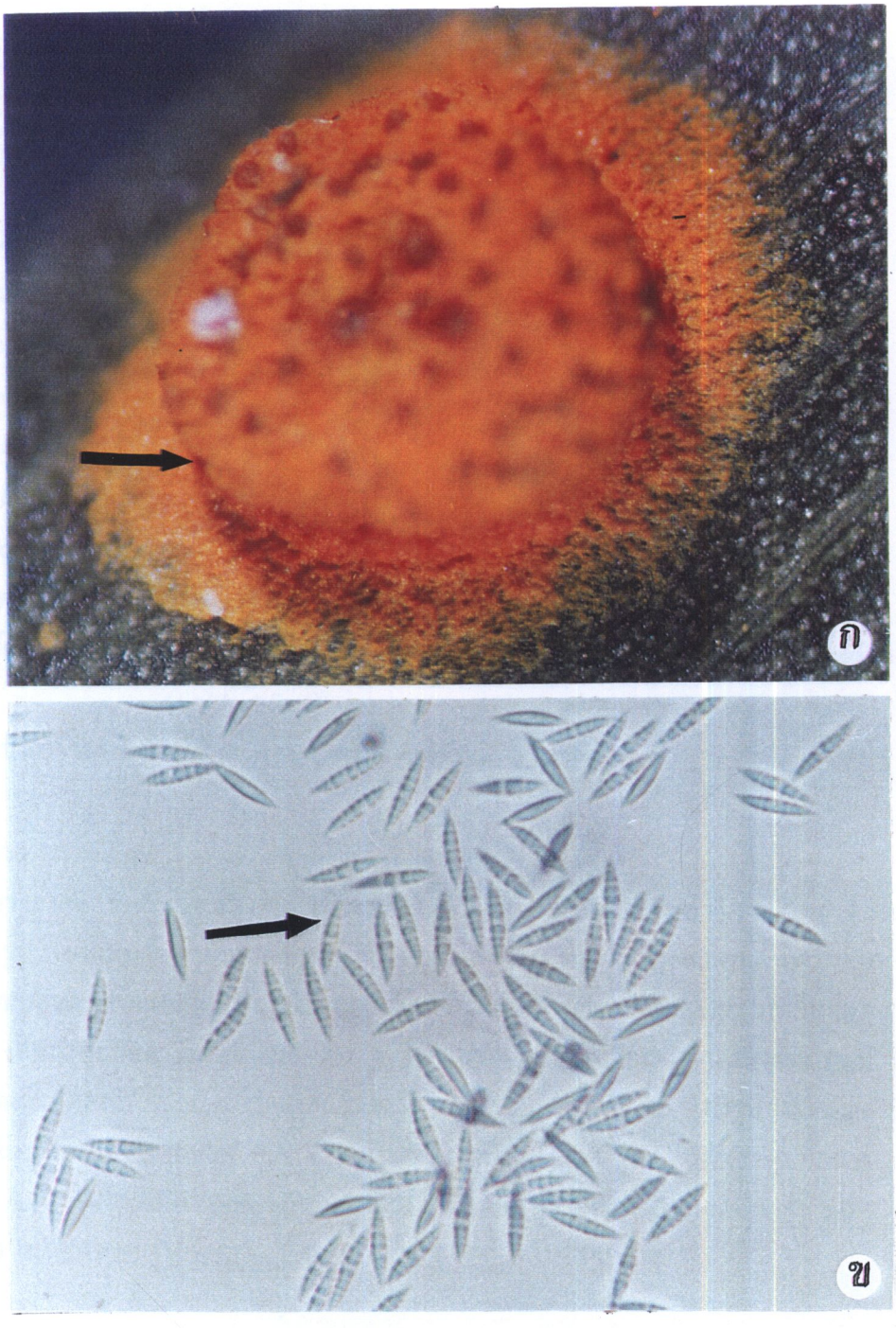
อาณาจักร: รา
ดิวิชัน: Eumycota
ชั้น: Ascomycetes
อันดับ: Hypocreales
วงศ์: Clavicipitaceae
ระยะ: Mitosporic
สกุล: *Hypocrealla*
ชนิด: *discoidea*
แมลงอาศัย: เพลี้ยหอย (scale insect) (Coccidae: Homoptera)
ชื่อวิทยาศาสตร์ของแมลงอาศัย: ตัวอย่างแมลงมีเชื้อราขึ้นปกคลุม ยากต่อการจำแนก (unidentified)
ระยะของเชื้อราที่มีความสัมพันธ์กัน: *Aschersonia samoensis*

ลักษณะของเชื้อรา (ภาพที่ 28)

จากคำบรรยายลักษณะของเชื้อราชนิดนี้โดย Hywel-Jones และ Evans (1993) กล่าวว่า Stroma รูปร่างเป็น stud-shape verrucose ด้านขอบของ stroma เป็นรูปทรงกลม ผนังขรุขระ มีสีส้มอมแดง ขนาด stroma ขึ้นอยู่กับขนาดของแมลงอาศัย perithecium อยู่กระจัดกระจายเป็นกลุ่ม มีรูปร่างคล้าย flask ostiole มีสีแดงอมน้ำตาล conidium มีรูปร่างไข่ ขนาดแคบ (ในกรณีที่ตัวอย่างใหม่) หรือค่อนข้างแบบ fusoid (ไม่เสมอไปขึ้นอยู่กับว่าเมื่อโคนิเดียแห้ง) ขนาด 1.5-2.0 x 8.0 -15.0 ไมโครเมตร paraphysis ยาวตั้งแต่ 180.0 ไมโครเมตร ถึงมากกว่า 225.0 ไมโครเมตร ความกว้างมากกว่า 1.0 ไมโครเมตร conidiophore แตกกิ่งก้าน

ลักษณะนิเวศที่พบเชื้อรา

ในบริเวณที่ 1 (หลังศูนย์บริการนักท่องเที่ยวห้วยหญ้าเครือ) พบเชื้อราชนิดนี้ จำนวน 1 ตัวอย่าง บนใบไม้ ในวันที่ 24 พฤษภาคม 2543 อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดทั้งเดือน 23.2 ^{o}ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 87.5% ปริมาณน้ำฝน 23.2 มม.



ภาพที่ 28 เชื้อ *Hypocrella discoidea*

ก เพลี้ยหอยที่ถูกทำลายด้วยเชื้อ *H. discoidea*

ข conidium

***Hypocrella raciborski* Zimm.**

อาณาจักร: รา
ดิวิชัน: Eumycota
ดิวิชันย่อย: Ascomycota
ชั้น: Ascomycetes
อันดับ: Hypocreales
วงศ์: Clavicipitaceae
สกุล: *Hypocrella*
ชนิด: *raciborski*
แมลงอาศัย: เพลี้ยหอย (scale insects) (Coccidae: Homoptera)
ชื่อวิทยาศาสตร์แมลงอาศัย: ตัวอย่างแมลงมีเชื้อราขึ้นปกคลุม ยากต่อการจำแนก (unidentified)
ระยะของเชื้อราที่มีความสัมพันธ์กัน: *Aschersonia placenta*

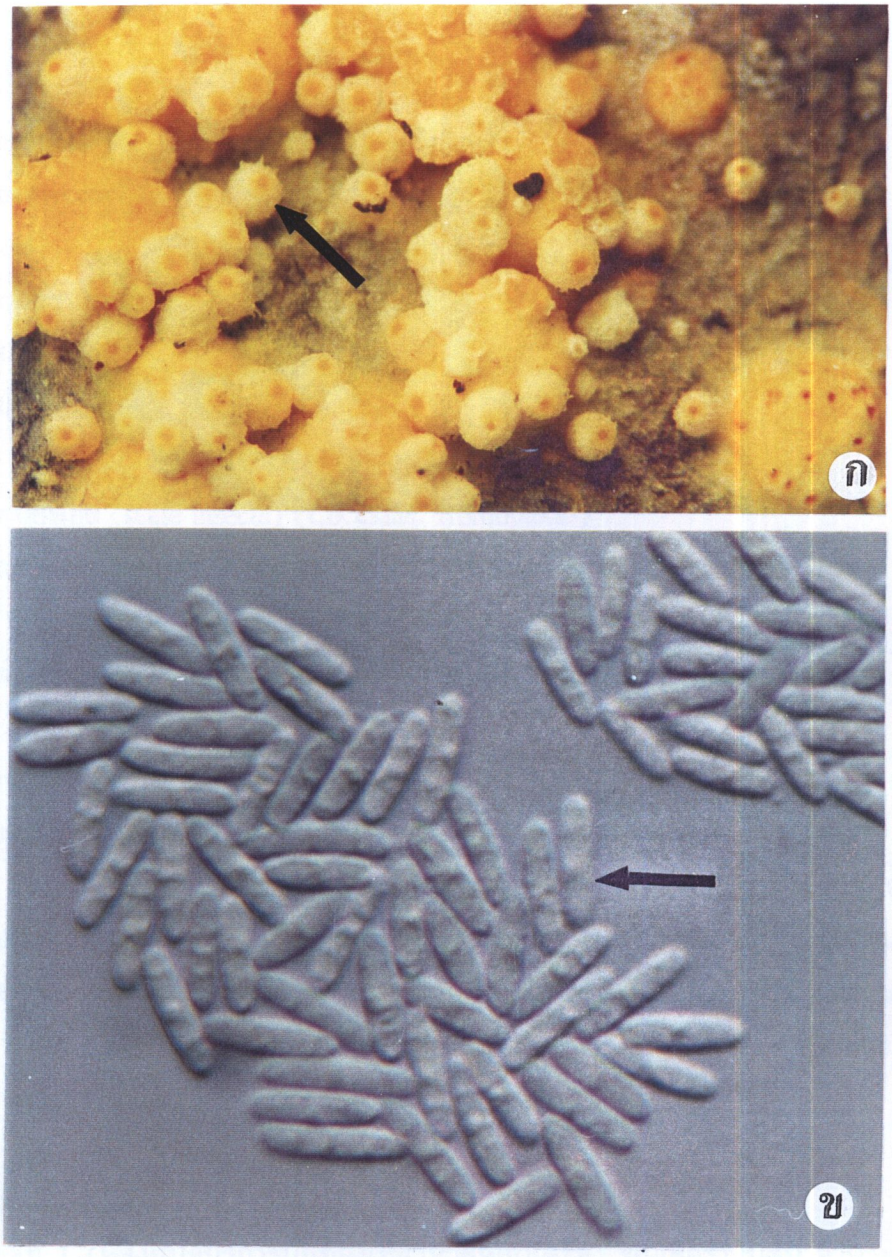
ลักษณะของเชื้อรา (ภาพที่ 29)

จากคำบรรยายลักษณะของเชื้อราชนิดนี้โดย Hywel-Jones (ติดต่อส่วนตัว)

Stroma รูปร่างกลมคล้ายไข่ เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 6.0 มม. มี hypothallus ยาว 2.0 มม. stroma ส่วนปลายเรียบและมีตุ่มนูนรูปร่างกลมจนถึงไข่ หรือทรงกระบอก โดยปกติยื่นออกมาจากส่วนขอบ เส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 0.3-0.7 x 0.6 มม. มีสีขาวหรือเหลือง แลดูเหมือนมีแป้งหรือเกล็ดน้ำแข็งปกคลุม stroma ในแต่ละอันจะมี perithecium หนึ่งอัน ซึ่งมีรูป elongate flask-shaped เส้นผ่าศูนย์กลาง ขนาด 0.3 x 5.0 มม. มีผนังสีเหลือง ascus เส้นผ่าศูนย์กลาง 12.0-16.0 x 220 ไมโครเมตร part-spore รูปทรงกระบอกที่ปลายเรียวเล็กน้อย ขนาด 2.0-2.5 x 8.0-12.0 ไมโครเมตร รูปไข่ขนาด 3.0-5.0 x 8.0-10.0 ไมโครเมตร

ลักษณะนิเวศขณะที่พบเชื้อ

ในบริเวณที่ 1 (หลังศูนย์บริการนักท่องเที่ยวห้วยหญ้าเครือ) พบเชื้อราชนิดนี้ จำนวน 10 ตัวอย่าง บนใบสลักดำ ในวันที่ 16 มกราคม 2543 อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดทั้งเดือน 19.72 ^{o} ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 63.9 % และ จำนวน 1 ตัวอย่าง บนใบไม้ วันที่ 31 ตุลาคม 2543 อุณหภูมิ 23.3 ^{o} ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 82.5 % ปริมาณน้ำฝน 74.8 มม. รวมตัวอย่างทั้งหมด 11 ตัวอย่าง



ภาพที่ 29 เชื้อ *Hypocrella raciborski*

ก เพลี้ยหอย ที่ถูกทำลายด้วยเชื้อ *H. raciborski*

ข conidium

***Hypocrella tubulata* Petch**

อาณาจักร: รา
ดิวิชัน: Eumycota
ดิวิชันย่อย: Ascomycota
ชั้น: Ascomycetes
อันดับ: Hypocreales
วงศ์: Clavicipitaceae
สกุล: *Hypocrella*
ชนิด: *tubulata*
แมลงอาศัย: เพลี้ยหอย (scale insects) (Coccidae: Homoptera)
ชื่อวิทยาศาสตร์ของแมลงอาศัย: ตัวอย่างแมลงมีเชื้อราขึ้นปกคลุม ยากต่อการจำแนก (unidentified)
ระยะของเชื้อราที่มีความสัมพันธ์กัน: *Aschersonia tubulata*

ลักษณะของเชื้อรา (ภาพที่ 7)

จากคำบรรยายลักษณะของเชื้อราชนิดนี้โดย Hywel-Jones (ติดต่อส่วนตัว) กล่าวว่า Stroma สีขาว มีขน รูปร่างนูน ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.0 มม. ความหนาประมาณ 0.4 มม. มี hypothallus กว้าง 1.0 มม. perithecium มีสีเหลือง รูปร่าง sub-globose ถึง รูปคนโทแคบ เส้นผ่าศูนย์กลาง ขนาด 0.2-0.4 x 0.4-0.7 มม. ฝังใน stroma โดยมี ostriole โผล่ขึ้นมาเล็กน้อย ascus ขนาด 8.0-10.0 x 200.0 ไมโครเมตร part-spore รูปทรงกระบอกที่ปลายมนจนถึงรูปไข่เรียว ขนาด 2.0-2.5 x 7.0-12.0 ไมโครเมตร

ลักษณะนิเวศขณะที่พบเชื้อ

ในบริเวณที่ 1 (หลังศูนย์บริการนักท่องเที่ยวห้วยหญ้าเครือ) พบเชื้อราชนิดนี้ จำนวน 1 ตัวอย่าง บนใบสลักดำ ในวันที่ 28 สิงหาคม 2542 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยตลอดทั้งเดือน 13.0 มม. และ จำนวน 3 ตัวอย่าง บนใบไม้ วันที่ 25 พฤศจิกายน 2543 อุณหภูมิ 20.9 ^{o}ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 68.6 % รวมตัวอย่างทั้งหมด 4 ตัวอย่าง

***Paecilomyces cinnamomeus* (Petch) Samson & W. Gams**

อาณาจักร: รา
ดิวิชัน: Eumycota
ชั้น: Ascomycetes
อันดับ: Hypocreales
วงศ์: Clavicipitaceae
ระยะ: Mitosporic
สกุล: *Paecilomyces*
ชนิด: *cinnamomeus*
แมลงอาศัย: เพลี้ยหอย (scale insect) (Coccidae: Homoptera)
ชื่อวิทยาศาสตร์ของแมลงอาศัย: ตัวอย่างแมลงมีเชื้อราขึ้นปกคลุม ยากต่อการจำแนก (unidentified)
ระยะของเชื้อราที่มีความสัมพันธ์กัน: *Torrubiella luteorostrata*

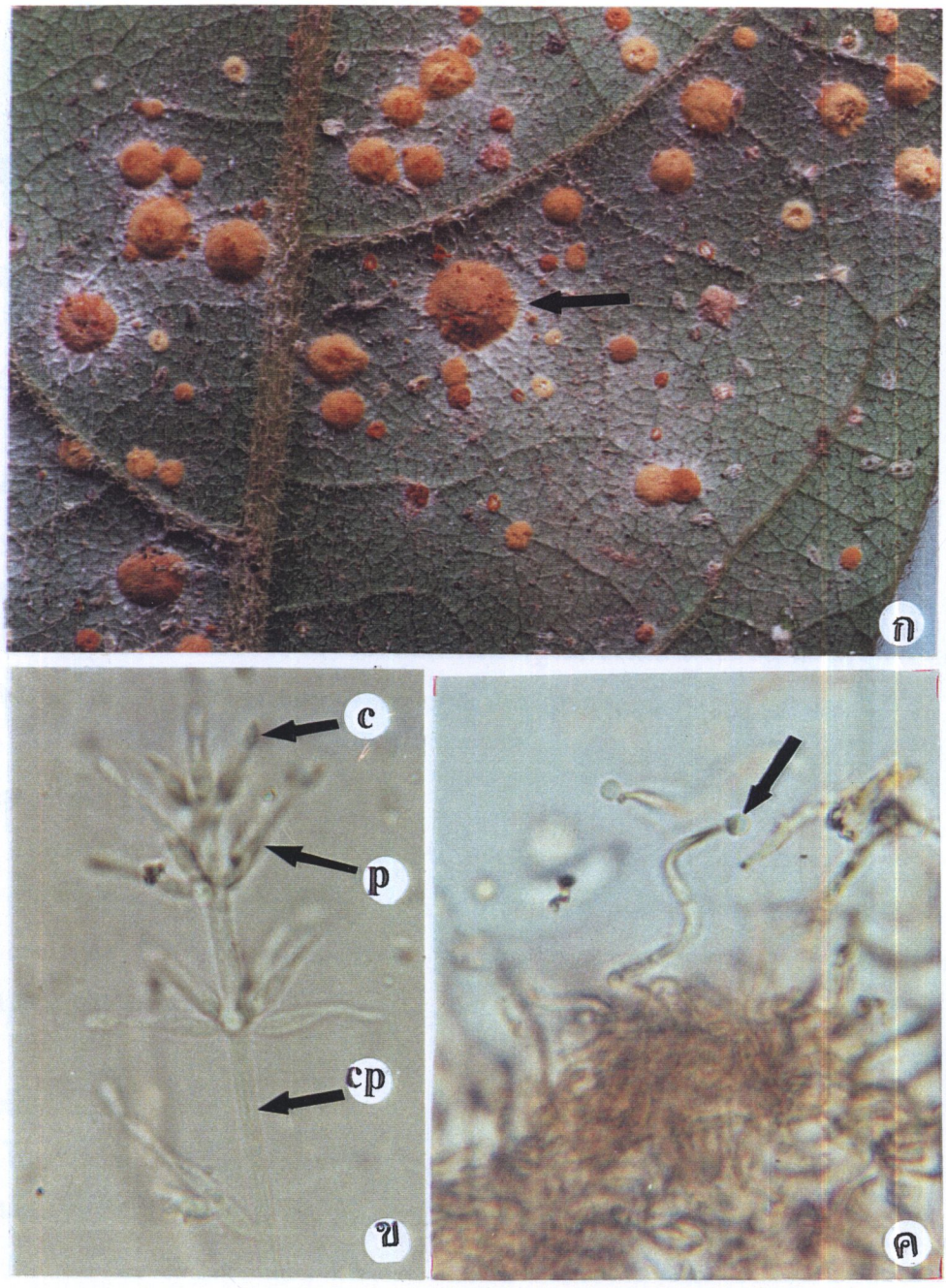
ลักษณะของเชื้อรา (ภาพที่ 30)

จากคำบรรยายลักษณะของเชื้อราชนิดนี้โดย Samson (1974) กล่าวว่า

เส้นใยปกคลุมตัวแมลง เส้นใยมีผนังหนา ใส ไม่มีสี จนถึงสีเหลือง ผนังเส้นใยเรียบ ละเอียด (fine) **มีความกว้าง** 3.0-7.0 ไมโครเมตร **สีเหลืองอมน้ำตาล ถึงสีน้ำตาลซีด** conidiophore **มีลักษณะชู ตั้งตรง ก้านชูสปอร์มีอันเดียว** (mononematous) **ขนาด** 2.0-3.0 x 150.0-240.0 **ไมโครเมตร ใส ไม่มีสี ถึงเหลือง โดยเฉพาะส่วนที่ใกล้ฐาน ผนัง** conidiophore **เรียบ ประกอบด้วยกิ่งก้านที่มีลักษณะเป็นกลุ่ม** (verticillate) **จำนวน** 2-4 phialide **กลุ่มของ** phialide **มีลักษณะชู ตั้งตรง** phialide **มีขนาด** 2.5-3.0 x 9.0-14.0 **ไมโครเมตร มีรูปร่างคนโท** (flask-shaped) conidium **มีลักษณะต่อกันเป็นโซ่ เป็นสาย รูปร่างแบบ** fusiform **ผิวเรียบ ใส ไม่มีสี ขนาด** 1.7-2.5 x 5.2-7.5 **ไมโครเมตร**

ลักษณะนิเวศขณะที่พบเชื้อ

ในบริเวณที่ 2 (เส้นทางเดินป่าศึกษาธรรมชาติ) พบเชื้อราชนิดนี้ จำนวน 1 ตัวอย่าง บนใบไม้ ในวันที่ 21 ธันวาคม 2542 อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดทั้งเดือน 14.8 ^{o}ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 77.9 %



ภาพที่ 30 เชื้อ *Paecilomyces cinnamomeus* และ *Torrubiella luteorostrata*

ก เพลี้ยหอยที่ถูกทำลายด้วยเชื้อ *P. cinnamomeus* และ *T. luteorostrata*

ข conidiophore (cp), phialide (p) และ conidium (c) ของเชื้อ *P. cinnamumeus*

ค ascus tip ของเชื้อ *T. luteorostrata*

Paecilomyces* cf. *farinosus

อาณาจักร: รา
ดิวิชัน: Eumycota
ชั้น: Ascomycetes
อันดับ: Hypocreales
วงศ์: Clavicipitaceae
ระยะ: Mitosporic
สกุล: *Paecilomyces*
ชนิด: cf. *farinosus*
แมลงอาศัย: หนอนผีเสื้อ
ชื่อวิทยาศาสตร์ของแมลงอาศัย: ตัวอย่างแมลงไม่สมบูรณ์ จึงไม่สามารถจำแนกได้ (unknown)
ระยะของเชื้อราที่มีความสัมพันธ์กัน: *Torrubiella* และ *Cordyceps*

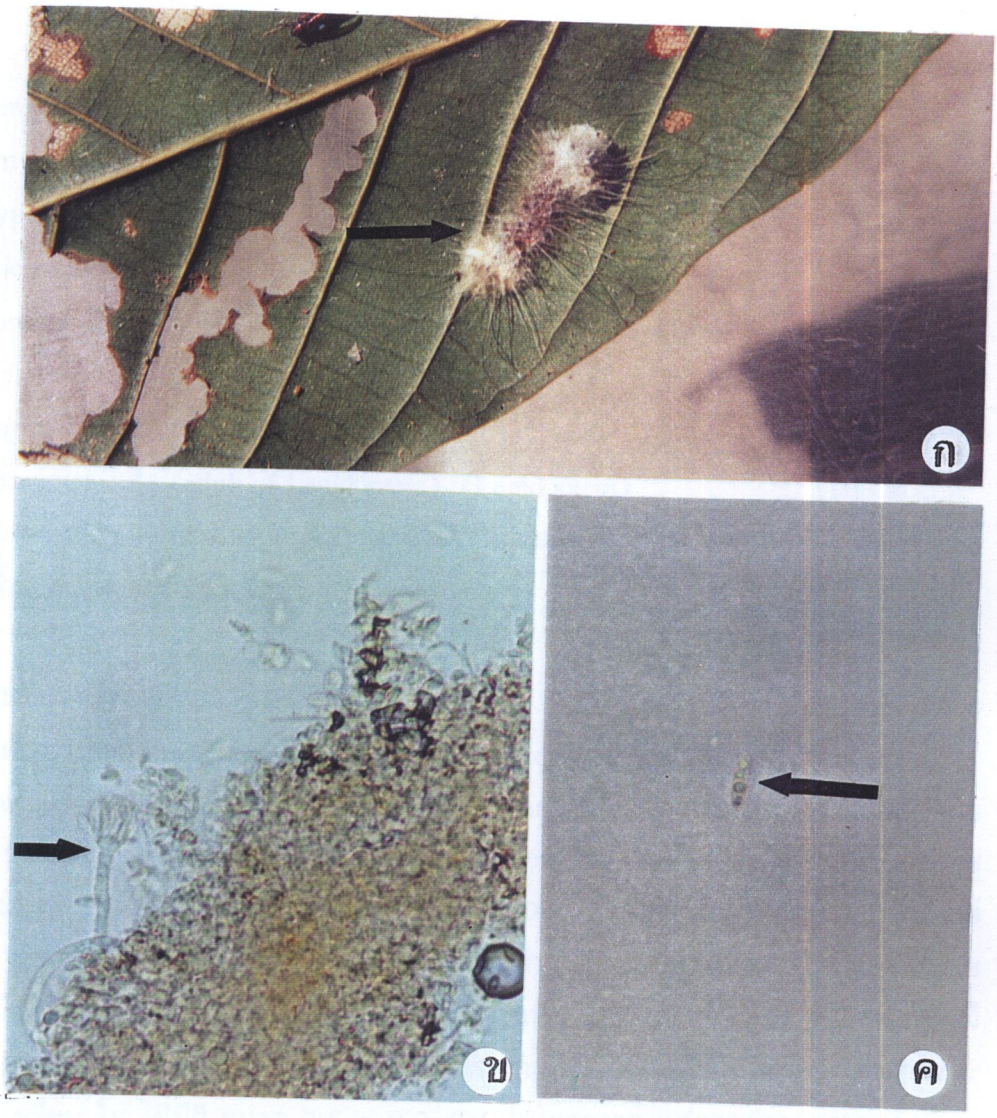
ลักษณะของเชื้อรา (ภาพที่ 31)

จากคำบรรยายลักษณะของเชื้อราชนิดนี้โดย Humber (1998) กล่าวว่า

Conidiophore เรียบ และไม่มีสี conidium หรือโคโลนี มีสีขาว ครีม-ค่อนข้างเหลือง หรือเหลือง conidium มีรูปร่าง lemon-shaped รูปไข่สั้น **แต่จากการสำรวจครั้งนี้พบ conidium ขนาด 1.0 x 2.0 ไมโครเมตร**

ลักษณะนิเวศขณะที่พบเชื้อ

ในบริเวณที่ 1(หลังศูนย์บริการนักท่องเที่ยวห้วยหญ้าเครือ) เชื้อราชนิดนี้ จำนวน 1 ตัวอย่าง บนใบไม้ ในวันที่ 30 กันยายน 2542 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยตลอดทั้งเดือน 14.2 มม.



ภาพที่ 31 เชื้อ *Paecilomyces* cf. *farinosus*

ก หนอนผีเสื้อ ที่ถูกทำลายด้วยเชื้อ *P.* cf. *farinosus*

ข conidiophore

ค conidium

***Paecilomyces tenuipes* (Peck) Samson**

อาณาจักร: รา
ดิวิชัน: Eumycota
ชั้น: Ascomycetes
อันดับ: Hypocreales
วงศ์: Clavicipitaceae
ระยะ: Mitosporic
สกุล: *Paecilomyces*
ชนิด: *tenuipes*
แมลงอาศัย: ดักแด้ผีเสื้อ (adult of Lepidoptera) (Lepidoptera)
ชื่อวิทยาศาสตร์ของแมลงอาศัย: ตัวอย่างแมลงไม่สมบูรณ์ จึงไม่สามารถจำแนกได้ (unknown)
ระยะของเชื้อราที่มีความสัมพันธ์กัน: *Cordyceps*

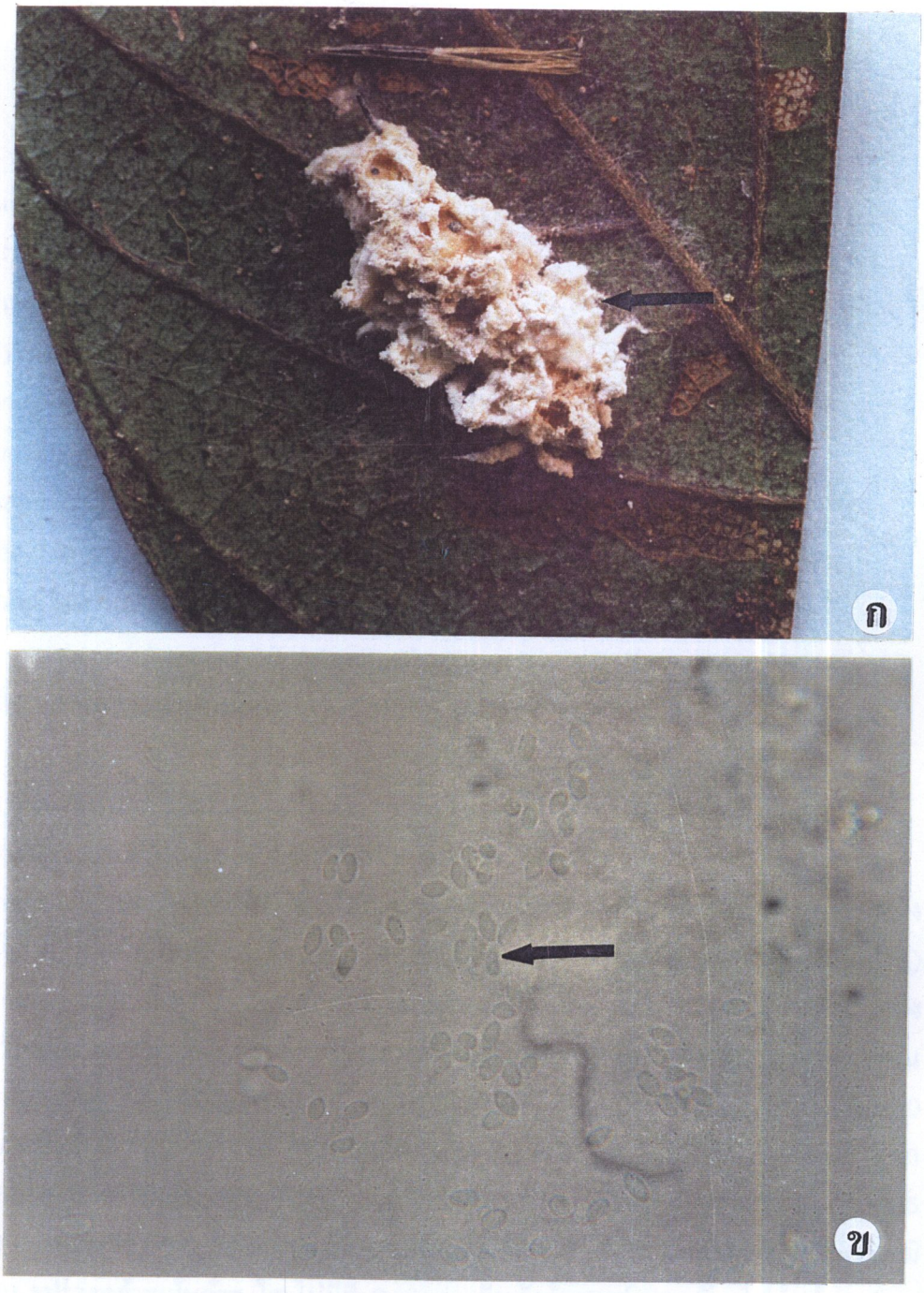
ลักษณะของเชื้อรา (ภาพที่ 32)

จากคำบรรยายลักษณะของเชื้อราชนิดนี้โดย Samson (1974) กล่าวว่า

Synnema พบบนตัวแมลง ลักษณะเป็นง่าม (furcate) แตกกิ่งก้านไม่สม่ำเสมอ เมื่อตัวอย่างเชื้อรายังสดอยู่จะมีสีเหลือง บางครั้งจะมีสีเหลืองอมเขียว ในตัวอย่างที่เก่าส่วนมากก้านชูจะมีสีเหลืองอมน้ำตาล สีน้ำตาล ปกติมีขนาด 200.0-500.0 ไมโครเมตร x 1.0-3.5 ซม. แต่ความยาวอาจมีจนถึง 5 ซม.เมื่อเก็บมาใหม่ๆ มีสีเหลือง ส่วนปลายบนสุดมีสีขาวอมเหลือง เส้นใยบางครั้ง ผนังไม่เรียบ conidiogenous โครงสร้างมีกิ่งก้านหนาแน่นและบวม phialide ส่วนฐานมีลักษณะกลม ส่วนคอมีลักษณะบาง conidium มีรูปร่างทรงกระบอก มีทั้งที่ลักษณะโค้งมากและโค้งน้อย ผนังเรียบ ใส ไม่มีสี ขนาด 2.5 x 2.0-3.4 ไมโครเมตร **แต่จากการสำรวจครั้งนี้พบ conidium ขนาด 2.0-2.5 x 3.0-4.0 ไมโครเมตร**

ลักษณะนิเวศขณะที่พบเชื้อ

ในบริเวณที่ 1 (หลังศูนย์บริการนักท่องเที่ยวห้วยหญ้าเครือ) พบเชื้อราชนิดนี้ จำนวน 1 ตัวอย่าง บนใบไม้ ในวันที่ 21 ธันวาคม 2542 อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดทั้งเดือน 14.8 ^{o}ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 77.9 %



ภาพที่ 32 เชื้อ *Paecilomyces tenuipes*

ก ดักแด้หนอนผีเสื้อที่ถูกทำลายด้วยเชื้อ *P. tenuipes*

ข conidium

***Torrubiella hemipterigena* Petch**

อาณาจักร: รา
ดิวิชัน: Eumycota
ดิวิชันย่อย: Ascomycota
ชั้น: Ascomycetes
อันดับ: Hypocreales
วงศ์: Clavicipitaceae
สกุล: *Torrubiella*
ชนิด: *hemipterigena*
แมลงอาศัย: เพลี้ยจักจั่น (Cicadellidae: Homoptera)
ชื่อวิทยาศาสตร์ของแมลงอาศัย: ตัวอย่างแมลงมีเชื้อราขึ้นปกคลุม ยากต่อการจำแนก (unidentified)
ระยะของเชื้อราที่มีความสัมพันธ์กัน: *Verticillium hemipterigena*

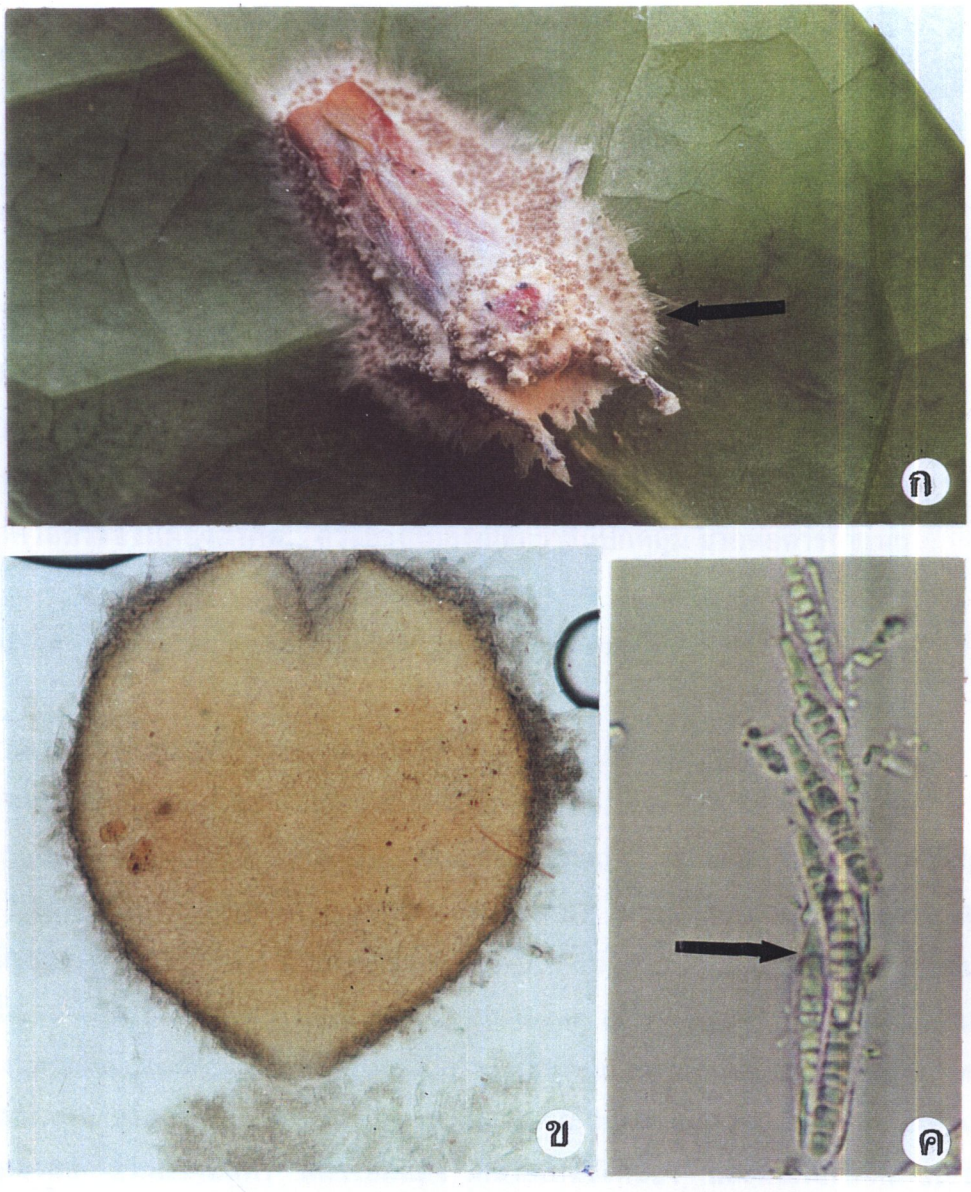
ลักษณะของเชื้อรา (ภาพที่ 33)

จากคำบรรยายลักษณะของเชื้อราชนิดนี้โดย Hywel-Jones และคณะ (1997) กล่าวว่า Stroma มีลักษณะหนาแน่น สีเหลือง ปกคลุมตัวแมลง เส้นใยมีสีเหลืองกำมะถัน ผนังเรียบ มีผนังกั้นเส้นใยมีลักษณะคดเคี้ยว (tortuous) และผสานกันเป็นเครือข่าย (anastomosing) ขนาด 1.5-2.0 ไมโครเมตร ลักษณะบางใส เป็นเยื่อบางๆ ascoma กระจายอยู่บนพื้นผิวของใบไม้ มีรูปร่างเป็น perithecium กระจัดกระจายอยู่ข้างบน (superficial) ถึงเป็นแนวเส้นตรงบน stroma perithecium มีสีเหลืองคล้ำ ลักษณะยาว รูปไข่ ขนาด 330.0-450.0 x 700.0-800.0 ไมโครเมตร ผนังมี 2 ชั้น ภายในใส ภายนอกสีเหลืองคล้ำ ascus ใส ไม่มีสี รูปร่างทรงกระบอกหรือคล้ายลูกตุ้ม มี 8 สปอร์ ความยาวถึง 540.0 ไมโครเมตร เมื่อแก่ มีความกว้าง 3.5-4.5 ไมโครเมตร ลักษณะเรียว ยาว แคบ ไม่มีด้านฐาน ซึ่งมีขนาด 1.5-2.0 ไมโครเมตร ascospore มีลักษณะเรียบ รูปร่างคล้ายเส้นด้าย ใส ไม่มีสี flexuous มีผนังกั้นเซลล์หลายอัน ไม่หักเป็น part-spore มีความยาวถึง 440.0 ไมโครเมตร กว้างน้อยกว่า 1.0 ไมโครเมตร conidiophore อยู่กันแบบกระจาย ปกติจะตั้งชูรอบๆผิวของ stroma บนผิวของใบไม้ มีความยาวถึง 60.0 ไมโครเมตร กว้าง 1.5-2.0 ไมโครเมตร มีผนังกั้น สิ่งสำคัญส่วนปลายบนสุดและก่อนที่จะถึงปลายบนสุดมีลักษณะเป็นกลุ่ม (verticil) มีผนังเรียบ ใส ไม่มีสี phialide อยู่รวมกันเป็นกลุ่ม มี 6-9 อัน (หรือ 6 -12 อัน) ส่วนฐานมีลักษณะบวม ยาว รูปร่าง flask-shaped แคบ ยาว conidium ใส ไม่มีสี ผิวเรียบ ไม่มีผนังกั้น รูปร่างแบบ fusoid ถึง stickle-shaped หรือ subfalcate ส่วนปลายบนสุดแหลมหรือกลมที่ฐานมีขนาด 1.0-2.0 x 4.0-8.0 ไมโครเมตร ไม่พบเมือก conidium ขนาด

0.9-1.5 x 4.5-8.0 ไมโครเมตร **แต่จากการสำรวจครั้งนี้พบ conidium ขนาด 1.0-2.0 x 4.0-8.0 ไมโครเมตร**

ลักษณะนิเวศขณะที่พบเชื้อ

ในบริเวณที่ 1 (หลังศูนย์บริการนักท่องเที่ยวห้วยหญ้าเครือ) พบเชื้อราชนิดนี้ จำนวน 1 ตัวอย่าง บนใบไม้ ในวันที่ 17 พฤศจิกายน 2542 อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดทั้งเดือน 20.12 ^{o}ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 75.6 % ปริมาณน้ำฝน 25.1 มม., จำนวน 1 ตัวอย่าง บนใบไม้ วันที่ 21 ธันวาคม 2542 อุณหภูมิ 14.8 ^{o}ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 77.9 %, จำนวน 3 ตัวอย่าง บนใบไม้ วันที่ 25 พฤศจิกายน 2543 อุณหภูมิ 20.9 ^{o}ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 68.6 %, จำนวน 1 ตัวอย่าง บนใบไม้ วันที่ 25 กุมภาพันธ์ 2544 อุณหภูมิ 23.9 ^{o}ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 51.2 % ส่วนในบริเวณที่ 2 (เส้นทางเดินป่าศึกษาธรรมชาติ) พบเชื้อราชนิดนี้ จำนวน 1 ตัวอย่าง บนใบสลักดำ วันที่ 30 มกราคม 2544 อุณหภูมิ 22.4 ^{o}ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 64.2 % รวมตัวอย่างทั้งหมด 7 ตัวอย่าง



ภาพที่ 33 เชื้อ *Torrubiella hemipterigena*

ก เพลี้ยจักจั่นที่ถูกทำลายด้วยเชื้อ *T. hemipterigena*

ข perithecium

ค ascospore

***Torrubiella luteorostrata* Zimm.**

อาณาจักร: รา
ดิวิชัน: Eumycota
ดิวิชันย่อย: Ascomycota
ชั้น: Ascomycetes
อันดับ: Hypocreales
วงศ์: Clavicipitaceae
สกุล: *Torrubiella*
ชนิด: *luteorostrata*
แมลงอาศัย: เพลี้ยหอย (scale insect) (Coccidae: Homoptera)
ชื่อวิทยาศาสตร์ของแมลงอาศัย: ตัวอย่างแมลงมีเชื้อราขึ้นปกคลุม ยากต่อการจำแนก (unidentified)
ระยะของเชื้อราที่มีความสัมพันธ์กัน: *Paecilomyces cinnamomeus*

ลักษณะของเชื้อรา (ภาพที่ 30)

จากคำบรรยายลักษณะของเชื้อราชนิดนี้โดย Hywel-Jones (1993) กล่าวว่า

Stroma มีลักษณะแบน pulvinate จนถึงกลมและแบน มีเส้นใยแผ่นแบนราบ ที่ขอบมีขนาด 1.5-5.0 มม. ปกคลุมบนตัวแมลง ผนังเซลล์หนา ใส ไม่มีสี เหลือง เหลืองอมน้ำตาล หรือสีสนิมอมน้ำตาล หรือสีม่วง ผิวเรียบ ขนาด 3.0-7.0 ไมโครเมตร hypothallus บาง ผิวเรียบ เส้นใย ใส ไม่มีสี แผ่ปกคลุมบน substratum perithecium อยู่บน stroma บนส่วน hypothallus รูปร่าง elongated flask-shaped ถึงรูปกรวยยาว มีสีม่วงอมแดง หรือสีม่วงอมน้ำตาล หรือสีเหลืองอมน้ำตาล หรือสี sanford brown ขนาด 250.0-350.0 x 600.0 - 900.0 ไมโครเมตร ด้านล่างของคอ ส่วนแรกมีสีดำ สีม่วงอมแดง กลายเป็นสีเหลือง และมีลักษณะคล้ายเขาสัตว์ (horny) เมื่อตัวอย่างแก่ หรือเก่าจะแตกหัก ascus รูปทรงกระบอก หลายแบบ มี 8 สปอร์ ขนาด 4.0 - 5.0 (หรือ 4.0 -10 ไมโครเมตร) x 500 ไมโครเมตร ascospore คล้ายเส้นด้าย ขนาด 1.5-2.0 x 460.0-590.0 ไมโครเมตร มีผนังกั้น แยกออกเป็น part-spore ขนาด 1.0-2.0 x 3.0-6.0 ไมโครเมตร (ตัวอย่างที่ได้จากประเทศไทยจะไม่พบ part-spore)

ลักษณะนิเวศขณะที่พบเชื้อ

ในบริเวณที่ 2 (เส้นทางเดินป่าศึกษาธรรมชาติ) พบเชื้อราชนิดนี้ จำนวน 1 ตัวอย่าง ในวันที่ 21 ธันวาคม 2542 อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดทั้งเดือน 14.8 ^{o}ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 77.9 %

Torrubiella* cf. *pruinosa

อาณาจักร: รา
ดิวิชัน: Eumycota
ดิวิชันย่อย: Ascomycota
ชั้น: Ascomycetes
อันดับ: Hypocreales
วงศ์: Clavicipitaceae
สกุล: *Torrubiella*
ชนิด: cf. *pruinosa*
แมลงอาศัย: เพลี้ย (Homoptera)
ชื่อวิทยาศาสตร์ของแมลงอาศัย: ตัวอย่างแมลงมีเชื้อราขึ้นปกคลุม ยากต่อการจำแนก (unidentified)
ระยะของเชื้อราที่มีความสัมพันธ์กัน: *Hirsutella* cf. *versicolor*

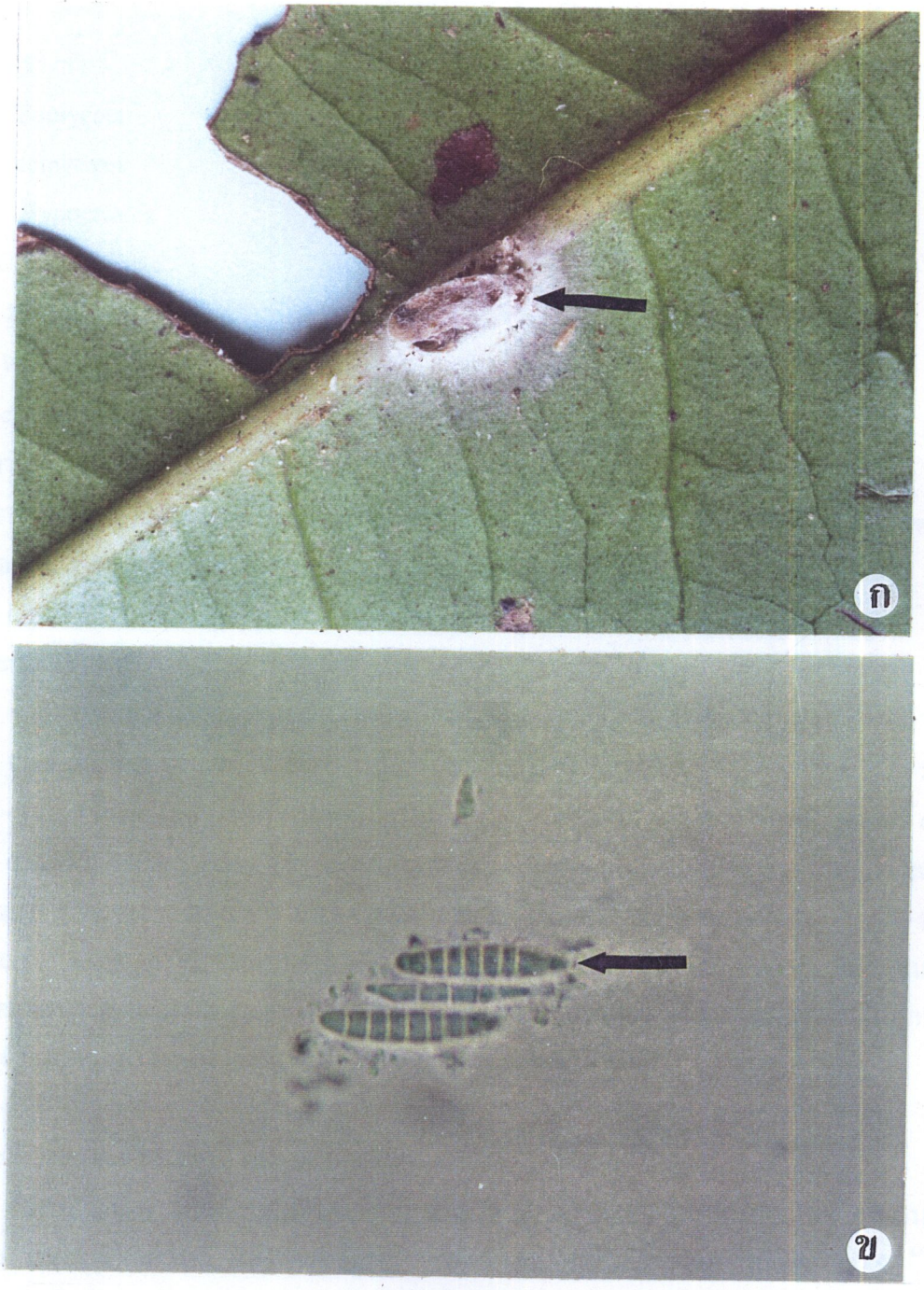
ลักษณะของเชื้อรา (ภาพที่ 34)

จากคำบรรยายลักษณะของเชื้อราชนิดนี้โดย Hywel-Jones (1997) กล่าวว่า

Stroma สีเหลืองกำมะถันถึงสีน้ำตาลชีดหรือสีน้ำตาลอ่อน ascoma เป็นกลุ่มหนาแน่นฝังอยู่ใน stroma มีรูปไข่ ผนังสีน้ำตาลทองเข้ม ขนาด 280.0-350.0 x 360.0-460.0 ไมโครเมตร ascus รูปกระบอง ใสไม่มีสี ขนาด 10.0 x 140.0-150.0 ไมโครเมตร เมื่อแก่ มี 8 สปอร์ ascospore มีผนังกั้นแบ่งออกเป็น 8 เซลล์ ascospore ขนาด 3.3-5.3 x 22.0-32.0 ไมโครเมตร **แต่จากการสำรวจครั้งนี้พบ ascospore ขนาด 2.5-4.5 x 20.0-30.0 ไมโครเมตร**

ลักษณะนิเวศขณะที่พบเชื้อ

ในบริเวณที่ 1 (หลังศูนย์บริการนักท่องเที่ยวห้วยหญ้าเครือ) พบเชื้อราชนิดนี้ จำนวน 4 ตัวอย่าง บนใบไม้ ในวันที่ 21 ธันวาคม 2542 อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดทั้งเดือน 14.8 $^{\circ}$ ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 77.9 % และอีก 2 ตัวอย่าง บนใบไม้ วันที่ 25 พฤศจิกายน 2543 อุณหภูมิ 20.9 $^{\circ}$ ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 68.6 % รวมตัวอย่างทั้งหมด 6 ตัวอย่าง



ภาพที่ 34 เชื้อ *Torrubiella* cf. *pruinosa*
ก เพลี้ยที่ถูกทำลายด้วยเชื้อ *T.* cf. *pruinosa*
ข ascospore

Verticillium* cf. *hemipterigenum

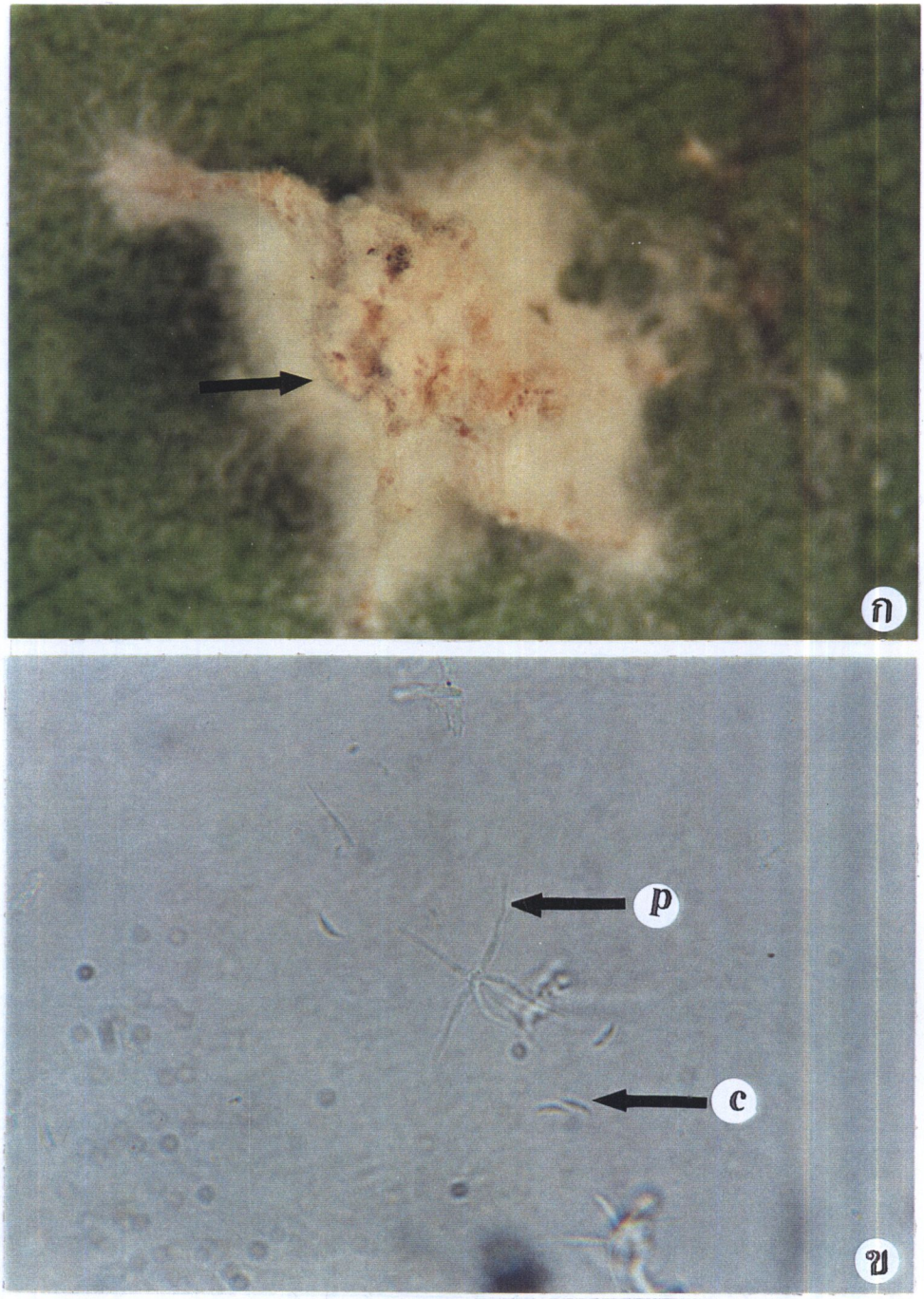
อาณาจักร: รา
ดิวิชัน: Eumycota
ชั้น: Ascomycetes
อันดับ: Hypocreales
วงศ์: Clavicipitaceae
ระยะ: Mitosporic
สกุล: *Verticillium*
ชนิด: cf. *hemipterigenum*
แมลงอาศัย: ตัวอย่างแมลงที่ไม่สมบูรณ์ (unknown)
ชื่อวิทยาศาสตร์ของแมลงอาศัย: ตัวอย่างแมลงไม่สมบูรณ์ จึงไม่สามารถจำแนกได้ (unknown)
ระยะของเชื้อราที่มีความสัมพันธ์กัน: *Torrubiella* cf. *hemipterigena*

ลักษณะของเชื้อรา (ภาพที่ 35)

จากคำบรรยายลักษณะของเชื้อราชนิดนี้โดย Hywel-Jones และคณะ (1997) กล่าวว่า Conidiophore ยาวจนถึง 60.0 ไมโครเมตร phialide มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.5-2.0 x 12.0-30.0 ไมโครเมตร อยู่กันเป็นกลุ่มแบบก้นหอย 2 กลุ่ม แต่ละกลุ่มมี conidiogenous cell ขนาด 6.0-9.0 หรืออาจถึง 12 ความยาวของ conidiogenous cell ขนาด 10.0-20.0 ไมโครเมตร รูปร่างแบบ flask ที่ฐานพอง กว้าง 4.5-6.5 ไมโครเมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง 1.5-2.0 ไมโครเมตร conidium รูปร่างแบบ fusoid บางครั้งมีรูปร่าง sub-falcate ที่ปลายแหลม ขนาดกว้างน้อยกว่า 1.0 ไมโครเมตร ยาว 4.5-8.0 ไมโครเมตร เกิดเดี่ยวๆ ไม่มีสักษณะเป็นเมือกหุ้ม **แต่จากการสำรวจครั้งนี้พบ conidium ขนาด 0.5-4.0 ไมโครโมตร**

ลักษณะนิเวศขณะที่พบเชื้อ

ในบริเวณที่ 1 (หลังศูนย์บริการนักท่องเที่ยวห้วยหญ้าเครือ) พบเชื้อราชนิดนี้ จำนวน 1 ตัวอย่าง บนใบไม้ ในวันที่ 25 พฤศจิกายน 2543 อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดทั้งเดือน 20.9 ^{o} ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 68.6 %



ภาพที่ 35 เชื้อ *Verticillium* cf. *hemipterigenum*
ก แมลง (unknown) ที่ถูกทำลายด้วยเชื้อ *V.* cf. *hemipterigenum*
ข phialide (p) และ conidium (c)

ตารางที่ 8 ชนิด (species) จำนวน และเปอร์เซ็นต์ความเหมือนของเชื้อราที่ทำลายแมลง ที่บริเวณศึกษาต่างกัน ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว (21 สิงหาคม 2542-25 กุมภาพันธ์ 2544)

ลำดับที่	ชนิด (species) เชื้อรา [1/]	จำนวนเชื้อรา (ตัวอย่าง)		จำนวนรวม (ตัวอย่าง)	ความเหมือนของชนิดเชื้อราจาก 2 บริเวณ
		หลังศูนย์บริการนักท่องเที่ยวห้วยหญ้าเครือ	เส้นทางเดินป่าศึกษาธรรมชาติ		
1	*Akanthomyces pistillariiformis* on Lepidoptera adult	23	3	26	✓
2	*Aschersonia placenta* on scale insect	0	1	1	
3	*Aschersonia tubulata* on scale insect	6	0	6	
4	*Beauveria bassiana* on Coleoptera adult	0	1	1	
5	*Cordyceps* cf. *acicularis* on Lepidoptera larva	0	1	1	
6	*Cordyceps dipterigena* on Diptera adult	1	2	3	✓
7	*Cordyceps humberti* [2/] on wasp	23	7	30	✓
8	*Cordyceps irangiensis* [3/] on ant	0	5	5	
9	*Cordyceps myrmecophila* [4/] on ant	23	32	55	✓
10	*Cordyceps nutans* on Hemiptera adult	3	0	3	
11	*Cordyceps sphecocephala* on wasp	2	1	3	✓
12	*Cordyceps unilateralis* on ant	66	31	97	✓
13	*Cosmospora diploa* on scale insect	1	0	1	
14	*Hirsutella* cf. *acicularis* on Lepidoptera pupa	1	0	1	
15	*Hirsutella formicarum* on ant	126	45	171	✓
16	*Hirsutella nivea* on Homoptera adult	0	1	1	
17	*Hirsutella saussurei* [5/] on wasp	95	21	116	✓
18	*Hirsutella versicolor* on Homoptera adult	1	0	1	
19	*Hirsutella* cf. *versicolor* on Homoptera adult	1	0	1	
20	*Hymenostilbe aurantiaca* on ant	28	46	74	✓

ตารางที่ 8 ชนิด (species) จำนวน และเปอร์เซ็นต์ความเหมือนของเชื้อราที่ทำลายแมลง ที่บริเวณศึกษาต่างกัน ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว (21 สิงหาคม 2542-25 กุมภาพันธ์ 2544) (ต่อ)

ลำดับที่	ชนิด (species) เชื้อรา [1/]	จำนวนเชื้อรา (ตัวอย่าง)		จำนวนรวม (ตัวอย่าง)	ความเหมือนของชนิดเชื้อราจาก 2 บริเวณ
		หลังศูนย์บริการนักท่องเที่ยวห้วยหญ้าเครือ	เส้นทางเดินป่าศึกษาธรรมชาติ		
21	*Hymenostilbe dipterigena* on Diptera adult	4	4	8	✓
22	*Hymenostilbe odonatae* [6/] on Odonata adult	0	1	1	
23	*Hymenostilbe* cf. *sphecocephala* on wasp	0	1	1	
24	*Hymenostilbe ventricosa* on cockroaches adult	1	1	2	✓
25	*Hypocrella discoides* on scale insect	1	0	1	
26	*Hypocrella raciborski* on scale insect	11	0	11	
27	*Hypocrella tubulata* on scale insect	4	0	4	
28	*Paecilomyces cinnamomeus* on scale insect	0	1	1	
29	*Paecilomyces* cf. *farinosus* on Lepidoptera larva	1	0	1	
30	*Paecilomyces tenuipes* on Lepidoptera pupa	1	0	1	
31	*Torrubiella hemipterigena* on Homoptera adult	6	1	7	✓
32	*Torrubiella luteorostrata* on scale insect	0	1	1	
33	*Torrubiella* cf. *pruinosa*	6	0	6	
34[7/]	*Verticillium* cf. *hemipterigenum*	1	0	1	
รวม	-	436	207	643	12[8/]
					35.29%[9/]

[1/] ในกรณีที่ไม่ระบุระยะพัฒนาการของแมลงอาศัย หมายถึง แมลงถูกเชื้อราชั้นปกคลุม จึงระบุไม่ได้

[2/, 5/] สำรวจพบโดย ศิวิลัย สิริมังคารัตน์, Nigel Hywel-Jones, วีระศักดิ์ ศักดิ์ศิริรัตน์ และอภิญญา วงษ์แก้ว เมื่อ ปี พ.ศ. 2542 (ศิวิลัย และคณะ, 2545)

[3/, 4/] เป็นการจำแนกจากตัวอย่างกลุ่มเดียวกันจำนวน 60 ตัวอย่าง ที่สุ่มจาก *Cordyceps* spp. จำนวน 247 ตัวอย่าง

[6/] สำรวจพบโดย อภิญญา วงษ์แก้ว, ศิวิลัย สิริมังคารัตน์, Nigel Hywel-Jones และ วีระศักดิ์ ศักดิ์ศิริรัตน์ เมื่อ ปี พ.ศ. 2542 (ศิวิลัย และคณะ, 2545)

[9/] เปอร์เซ็นต์ความเหมือนของชนิดเชื้อรา $= \frac{\text{[8/]ผลรวมความเหมือนของ 2 บริเวณ}}{\text{[7/]จำนวนชนิดเชื้อราทั้งหมดที่สำรวจพบจาก 2 บริเวณ}} \times 100$

กัน ดังปรากฏในตารางที่ 8 จากชนิดของเชื้อราที่ทำลายแมลง 34 ชนิด มี 26 ชนิดที่พบตัวอย่างน้อยกว่า 10 ตัวอย่าง ส่วนเชื้อ *Hirsutella formicarum* เป็นชนิดของเชื้อราส่วนใหญ่และพบได้โดยทั่วไป จากการศึกษาพบเชื้อ *H. formicarum* (anamorph) 171 ตัวอย่าง ในขณะที่พบเชื้อ *Cordyceps unilateralis* ซึ่งเป็นระยะสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ (teleomorph) 97 ตัวอย่าง และพบเชื้อ *Hirsutella saussurei* 116 ตัวอย่าง โดยที่เชื้อดังกล่าวข้างต้นพบบนแมลงที่เกาะติดอยู่กับส่วนของต้นพืช ซึ่งเชื้อ 3 ชนิดนี้ คิดเป็น 44.8% ของจำนวนเชื้อราที่ทำลายแมลงทั้งหมดที่สำรวจพบจากการศึกษาครั้งนี้

สำหรับการศึกษาจำนวนของตัวอย่างที่จำแนกได้ในระดับชนิด ในแต่ละเดือน (ตารางที่ 9-11 และภาพที่ 36) พบจำนวนรวมของตัวอย่างสูงที่สุดในเดือน ตุลาคม 2542 จำนวน 145 ตัวอย่าง รองลงมา ได้แก่ เดือนธันวาคม 2542 จำนวน 61 ตัวอย่าง โดยเดือนที่พบน้อยที่สุด ได้แก่เดือน สิงหาคม 2543 และ กุมภาพันธ์ 2544 เพียงเดือนละ 1 ตัวอย่าง สำหรับในเดือนอื่นๆ นั้นพบจำนวนแตกต่างกันออกไป ซึ่งหากจะเปรียบเทียบจำนวนรวมระหว่างฤดูกาลนั้นไม่สามารถเปรียบเทียบกันได้เพราะให้โอกาสไม่เท่ากันตามฤดูกาล เช่น ฤดูหนาวเป็นผลรวมจาก 2 ปี แต่ฤดูอื่นมีระยะเวลาที่สั้นกว่า จะพบว่าฤดูฝน (21 ส.ค. - 14 ต.ค. 42 และ 24 พ.ค. - 31 ต.ค. 43) มีจำนวนตัวอย่างที่พบมากที่สุด รองลงมาคือฤดูหนาว (17 พ.ย. 42 - 16 ม.ค. 43 และ 25 พ.ย. 43 - 30 ม.ค. 44) และฤดูร้อน (21 ก.พ. - 9 เม.ย. 43 และ 25 ก.พ. 44) เท่ากับ 413, 171 และ 59 ตัวอย่าง ตามลำดับ

สำหรับชนิดของเชื้อราที่ทำลายแมลงที่สำรวจพบในแต่ละฤดูกาลนั้นแตกต่างกันไป แต่ก็มีชนิดที่พบในทุกฤดู ได้แก่ เชื้อ *Akanthomyces pistillariiformis*, *Cordyceps humberti*, *C. unilateralis*, *Hirsutella formicarum*, *H. saussurei* และ *Hymenostilbe dipterigena* ส่วนเชื้อที่พบเฉพาะในฤดูฝน ได้แก่ เชื้อ *Aschersonia placenta*, *B. bassiana*, *Cordyceps* cf. *acicularis*, *C. irangiensis*, *C. myrmecophila*, *C. nutans*, *C. sphecocephala*, *Cosmospora diploa*, *Hirsutella* cf. *acicularis*, *Hymenostilbe odonatae H. ventricosa*, *H.* cf. *sphecocephala*, *Hypocrella discoidea* และ *Paecilomyces* cf. *farinosus* ส่วนชนิดที่พบในฤดูฝนมากกว่าฤดูอื่นๆ ได้แก่ *Aschersonia placenta*, *Beauveria bassiana*, *Cordyceps* cf. *acicularis*, *C. humberti*, *C. irangiensis*, *C. myrmecophila*, *C. nutans*, *C. sphecocephala*, *C. unilateralis*, *Cosmospora diploa*, *Hirsutella* cf. *acicularis*, *H. formicarum*, *H. saussurei*, *Hymenostilbe aurantiaca*, *H. odonatae*, *H.* cf. *sphecocephala*, *H. ventricosa*, *Hypocrella discoidea* และ *Paecilomyces* cf. *farinosus* สำหรับเชื้อที่พบเฉพาะในฤดูหนาว ได้แก่ เชื้อ *Hirsutella nivea*, *H. versicolor*, *H.* cf. *versicolor*, *Paecilomyces cinnamomeus*, *P. tenuipes*, *Torrubiella hemipterigena*, *T. luteorostrata*, *T.* cf. *pruinosa* และ *Verticillium* cf. *hemipterigenum* และชนิดที่พบในฤดูหนาวมากกว่าฤดูอื่นๆ ได้แก่ *Akanthomyces pistillariiformis*, *Aschersonia tubulata*, *Cordyceps dipterigena*, *Hirsutella nivea*, *H. versicolor*, *H.* cf. *versicolor*, *Hymenostilbe*

ตารางที่ 9 ชนิด (species) และจำนวนของเชื้อราที่ทำลายแมลง ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว ในแต่ละเดือน ระหว่างฤดูฝน (21 ส.ค.-14 ต.ค. 42) และฤดูหนาว (17 พ.ย. 42 - 16 ม.ค. 43)

ลำดับที่	ชนิด (species) เชื้อรา [1/]	จำนวนเชื้อรา (ตัวอย่าง)								
		ฤดูฝน					ฤดูหนาว			
		21 ส.ค.42	28 ส.ค.42	30 ก.ย.42	14 ต.ค.42	จำนวน/ฤดู	17 พ.ย.42	21 ธ.ค.42	16 ม.ค. 43	จำนวน/ฤดู
1	*Akanthomyces pistillariiformis* on Lepidoptera adult	0	0	2	2	4	1	9	1	11
2	*Aschersonia placenta* on scale insect	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	*Aschersonia tubulata* on scale insect	0	1	1	0	2	0	0	1	1
4	*Beauveria bassiana* on Coleoptera adult	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	*Cordyceps* cf. *acicularis* on Lepidoptera larva	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	*Cordyceps dipterigena* on Diptera adult	0	0	0	0	0	0	1	0	1
7	*Cordyceps humberti* [2/] on wasp	3	5	7	8	23	1	1	1	3
8	*Cordyceps irangiensis* [3/] on ant	0	0	1	0	1	0	0	0	0
9	*Cordyceps myrmecophila* [4/] on ant	2	0	5	18	25	0	0	0	0
10	*Cordyceps nutans* on Hemiptera adult	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	*Cordyceps sphecocephala* on wasp	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	*Cordyceps unilateralis* on ant	12	1	8	12	33	11	12	2	25
13	*Cosmospora diploa* on scale insect	0	0	1	0	1	0	0	0	0
14	*Hirsutella* cf. *acicularis* on Lepidoptera pupa	0	0	1	0	1	0	0	0	0
15	*Hirsutella formicarum* on ant	23	5	10	18	56	13	18	2	33
16	*Hirsutella nivea* on Homoptera adult	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	*Hirsutella saussurei* [5/] on wasp	7	3	7	71	88	1	11	3	15
18	*Hirsutella versicolor* on Homoptera adult	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	*Hirsutella* cf. *versicolor* on Homoptera adult	0	0	0	0	0	0	1	0	1
20	*Hymenostilbe aurantiaca* on ant	0	2	4	15	21	7	0	0	7

ตารางที่ 9 ชนิด (species) และจำนวนของเชื้อราที่ทำลายแมลง ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว ในแต่ละเดือน ระหว่างฤดูฝน (21 ส.ค.-14 ต.ค. 42) และฤดูหนาว (17 พ.ย. 42 - 16 ม.ค. 43) (ต่อ)

ลำดับที่	ชนิด (species) เชื้อรา [1/]	จำนวนเชื้อรา (ตัวอย่าง)								
		ฤดูฝน					ฤดูหนาว			
		21 ส.ค.42	28 ส.ค.42	30 ก.ย.42	14 ต.ค.42	จำนวน/ฤดู	17 พ.ย.42	21 ธ.ค.42	16 ม.ค. 43	จำนวน/ฤดู
21	*Hymenostilbe dipterigena* on Diptera adult	1	1	0	0	2	1	0	1	2
22	*Hymenostilbe odonatae* [6/] on Odonata adult	0	0	0	1	1	0	0	0	0
23	*Hymenostilbe* cf. *sphecocephala* on wasp	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	*Hymenostilbe ventricosa* on cockroaches adult	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	*Hypocrella discoidea* on scale insect	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	*Hypocrella raciborski* on scale insect	0	0	0	0	0	0	0	1	1
27	*Hypocrella tubulata* on scale insect	0	1	0	0	1	0	0	0	0
28	*Paecilomyces cinnamomeus* on scale insect	0	0	0	0	0	0	1	0	1
29	*Paecilomyces* cf. *farinosus* on Lepidoptera larva	0	0	1	0	1	0	0	0	0
30	*Paecilomyces tenuipes* on Lepidoptera pupa	0	0	0	0	0	0	1	0	1
31	*Torrubiella hemipterigena* on Homoptera adult	0	0	0	0	0	1	1	0	2
32	*Torrubiella luteorostrata* on scale insect	0	0	0	0	0	0	1	0	1
33	*Torrubiella* cf. *pruinosa*	0	0	0	0	0	0	4	0	4
34	*Verticillium* cf. *hemipterigenum*	0	0	0	0	0	0	0	0	0
รวม	-	48	19	48	145	260	36	61	12	109

[1/] ในกรณีที่ไม่ระบุระยะพัฒนาการของแมลงอาศัย หมายถึง แมลงถูกเชื้อราขึ้นปกคลุม จึงระบุไม่ได้

[2/, 5/] สำรวจพบโดย ศิวิลัย สิริมังครารัตน์, Nigel Hywel-Jones, วีระศักดิ์ ศักดิ์ศิริรัตน์ และอภิญญา วงษ์แก้ว เมื่อ ปี พ.ศ. 2542 (ศิวิลัย และคณะ, 2545)

[3/, 4/] เป็นการจำแนกจากตัวอย่างกลุ่มเดียวกันจำนวน 60 ตัวอย่าง ที่สุ่มจาก *Cordyceps* spp. จำนวน 247 ตัวอย่าง

[6/] สำรวจพบโดย อภิญญา วงษ์แก้ว, ศิวิลัย สิริมังครารัตน์, Nigel Hywel-Jones และ วีระศักดิ์ ศักดิ์ศิริรัตน์ เมื่อ ปี พ.ศ. 2542 (ศิวิลัย และคณะ, 2545)

หมายเหตุ จำนวนรวมของฤดูฝน= 260 (ตารางที่9) + 153 (ตารางที่ 10) = 413, ฤดูหนาว=109 (คารางที่ 9) + 62 (ตารางที่ 11) = 171 และฤดูร้อน = 58 (ตารางที่ 10) + 1 (ตารางที่ 11) = 59

ตารางที่ 10 ชนิด (species) และจำนวนของเชื้อราที่ทำลายแมลง ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว ในแต่ละเดือน ระหว่างฤดูร้อน (21 ก.พ. – 9 เม.ย. 43) และฤดูฝน (24 พ.ค.- 31 ต.ค.43)

ลำดับที่	ชนิด (species) เชื้อรา [1/]	จำนวนเชื้อรา (ตัวอย่าง)										
		ฤดูร้อน				ฤดูฝน						
		21 ก.พ. 43	11 มี.ค. 43	9 เม.ย. 43	จำนวน /ฤดู	24 พ.ค. 43	30 มิ.ย. 43	30 ก.ค. 43	17 ส.ค. 43	30 ก.ย. 43	31 ต.ค. 43	จำนวน /ฤดู
1	*Akanthomyces pistillariiformis* on Lepidoptera adult	2	1	3	6	0	1	0	0	1	2	4
2	*Aschersonia placenta* on scale insect	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
3	*Aschersonia tubulata* on scale insect	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	*Beauveria bassiana* on Coleoptera adult	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
5	*Cordyceps* cf. *acicularis* on Lepidoptera larva	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
6	*Cordyceps dipterigena* on Diptera adult	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
7	*Cordyceps humberti* [2/] on wasp	2	0	2	4	0	0	0	0	0	0	0
8	*Cordyceps irangiensis* [3/] on ant	0	0	0	0	3	0	1	0	0	0	4
9	*Cordyceps myrmecophila* [4/] on ant	0	0	0	0	8	4	1	0	13	4	30
10	*Cordyceps nutans* on Hemiptera adult	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	3
11	*Cordyceps sphecocephala* on wasp	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	3
12	*Cordyceps unilateralis* on ant	1	2	3	6	6	5	2	0	0	8	21
13	*Cosmospora diploa* on scale insect	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	*Hirsutella* cf. *acicularis* on Lepidoptera pupa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	*Hirsutella formicarum* on ant	11	8	9	28	11	1	2	1	1	18	34
16	*Hirsutella nivea* on Homoptera adult	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	*Hirsutella saussurei* [5/] on wasp	9	2	1	12	1	0	0	0	0	0	1
18	*Hirsutella versicolor* on Homoptera adult	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	*Hirsutella* cf. *versicolor* on Homoptera adult	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	*Hymenostilbe aurantiaca* on ant	0	0	0	0	6	9	14	0	15	0	44

ตารางที่ 10 ชนิด (species) และจำนวนของเชื้อราที่ทำลายแมลง ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว ในแต่ละเดือน ระหว่างช่วงฤดูร้อน (21 ก.พ. – 9 เม.ย. 43) และฤดูฝน (24 พ.ค.- 31 ต.ค.43) (ต่อ)

ลำดับที่	ชนิด (species) เชื้อรา [1/]	จำนวนเชื้อรา (ตัวอย่าง)										
		ฤดูร้อน				ฤดูฝน						
		21 ก.พ. 43	11 มี.ค. 43	9 เม.ย. 43	จำนวน /ฤดู	24 พ.ค. 43	30 มิ.ย. 43	30 ก.ค. 43	17 ส.ค. 43	30 ก.ย. 43	31 ต.ค. 43	จำนวน /ฤดู
21	*Hymenostilbe dipterigena* on Diptera adult	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
22	*Hymenostilbe odonatae* [6/] on Odonata adult	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	*Hymenostilbe* cf. *sphecocephala* on wasp	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
24	*Hymenostilbe ventricosa* on cockroaches adult	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	2
25	*Hypocrella discoidea* on scale insect	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
26	*Hypocrella raciborski* on scale insect	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	*Hypocrella tubulata* on scale insect	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
28	*Paecilomyces cinnamomeus* on scale insect	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	*Paecilomyces* cf. *farinosus* on Lepidoptera larva	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	*Paecilomyces tenuipes* on Lepidoptera pupa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	*Torrubiella hemipterigena* on Homoptera adult	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
32	*Torrubiella luteorostrata* on scale insect	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
33	*Torrubiella* cf. *pruinosa*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
34	*Verticillium* cf. *hemipterigenum*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
รวม	-	27	13	18	58	39	26	22	1	31	34	153

[1/] ในกรณีที่ไม่ระบุระยะพัฒนาการของแมลงอาศัย หมายถึง แมลงถูกเชื้อราขึ้นปกคลุม จึงระบุไม่ได้

[2/, 5/] สำรวจพบโดย ศิวิลัย สิริมังครารัตน์, Nigel Hywel-Jones, วีระศักดิ์ ศักดิ์ศิริรัตน์ และอภิญญา วงษ์แก้ว เมื่อ ปี พ.ศ. 2542 (ศิวิลัย และคณะ, 2545)

[3/, 4/] เป็นการจำแนกตัวอย่างกลุ่มเดียวกันจำนวน 60 ตัวอย่าง ที่สุ่มจาก *Cordyceps* spp. จำนวน 247 ตัวอย่าง

[6/] สำรวจพบโดย อภิญญา วงษ์แก้ว, ศิวิลัย สิริมังครารัตน์, Nigel Hywel-Jones และ วีระศักดิ์ ศักดิ์ศิริรัตน์ เมื่อ ปี พ.ศ. 2542 (ศิวิลัย และคณะ, 2545)

หมายเหตุ จำนวนรวมของฤดูฝน= 260 (ตารางที่9) + 153 (ตารางที่ 10) = 413, ฤดูหนาว=109 (ตารางที่ 9) + 62 (ตารางที่ 11) = 171 และฤดูร้อน = 58 (ตารางที่ 10) + 1 (ตารางที่ 11) = 59

ตารางที่ 11 ชนิด (species) และจำนวนของเชื้อราที่ทำลายแมลง ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว ในแต่ละเดือน ระหว่างช่วงฤดูหนาว (25 พ.ย. 43 - 30 ม.ค. 44) และฤดูร้อน (25 ก.พ. 44)

ลำดับที่	ชนิด (species) เชื้อรา [1/]	จำนวนเชื้อรา (ตัวอย่าง)					
		ฤดูหนาว				ฤดูร้อน	
		25 พ.ย.43	23 ธ.ค.43	30 ม.ค. 44	จำนวน/ฤดู	25 ก.พ. 44	จำนวน/ฤดู
1	*Akanthomyces pistillariiformis* on Lepidoptera adult	1	0	0	1	0	0
2	*Aschersonia placenta* on scale insect	0	0	0	0	0	0
3	*Aschersonia tubulata* on scale insect	3	0	0	3	0	0
4	*Beauveria bassiana* on Coleoptera adult	0	0	0	0	0	0
5	*Cordyceps* cf. *acicularis* on Lepidoptera larva	0	0	0	0	0	0
6	*Cordyceps dipterigena* on Diptera adult	0	0	1	1	0	0
7	*Cordyceps humberti* [2/] on wasp	0	0	0	0	0	0
8	*Cordyceps irangiensis* [3/] on ant	0	0	0	0	0	0
9	*Cordyceps myrmecophila* [4/] on ant	0	0	0	0	0	0
10	*Cordyceps nutans* on Hemiptera adult	0	0	0	0	0	0
11	*Cordyceps sphecocephala* on wasp	0	0	0	0	0	0
12	*Cordyceps unilateralis* on ant	7	3	2	12	0	0
13	*Cosmospora diploa* on scale insect	0	0	0	0	0	0
14	*Hirsutella* cf. *acicularis* on Lepidoptera pupa	0	0	0	0	0	0
15	*Hirsutella formicarum* on ant	11	5	4	20	0	0
16	*Hirsutella nivea* on Homoptera adult	0	0	1	1	0	0
17	*Hirsutella saussurei* [5/] on wasp	0	0	0	0	0	0
18	*Hirsutella versicolor* on Homoptera adult	1	0	0	1	0	0
19	*Hirsutella* cf. *versicolor* on Homoptera adult	0	0	0	0	0	0
20	*Hymenostilbe aurantiaca* on ant	2	0	0	2	0	0

ตารางที่ 11 ชนิด (species) และจำนวนของเชื้อราที่ทำลายแมลง ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว ในแต่ละเดือน ระหว่างฤดูหนาว (25 พ.ย. 43 - 30 ม.ค. 44) และฤดูร้อน (25 ก.พ. 44) (ต่อ)

ลำดับที่	ชนิด (species) เชื้อรา [1/]	จำนวนเชื้อรา (ตัวอย่าง)					
		ฤดูหนาว				ฤดูร้อน	
		25 พ.ย. 43	23 ธ.ค. 43	30 ม.ค. 44	จำนวน/ฤดู	25 ก.พ. 44	จำนวน/ฤดู
21	*Hymenostilbe dipterigena* on Diptera adult	1	0	1	2	0	0
22	*Hymenostilbe odonatae* [6/] on Odonata adult	0	0	0	0	0	0
23	*Hymenostilbe* cf. sphecocephala on wasp	0	0	0	0	0	0
24	*Hymenostilbe ventricosa* on cockroaches adult	0	0	0	0	0	0
25	*Hypocrella discoidea* on scale insect	0	0	0	0	0	0
26	*Hypocrella raciborski* on scale insect	9	0	0	9	0	0
27	*Hypocrella tubulata* on scale insect	3	0	0	3	0	0
28	*Paecilomyces cinnamomeus* on scale insect	0	0	0	0	0	0
29	*Paecilomyces* cf. *farinosus* on Lepidoptera larva	0	0	0	0	0	0
30	*Paecilomyces tenuipes* on Lepidoptera pupa	0	0	0	0	0	0
31	*Torrubiella hemipterigena* on Homoptera adult	3	0	1	4	1	1
32	*Torrubiella luteorostrata* on scale insect	0	0	0	0	0	0
33	*Torrubiella* cf. *pruinosa*	2	0	0	2	0	0
34	*Verticillium* cf. *hemipterigenum*	1	0	0	1	0	0
รวม	-	44	8	10	62	1	1

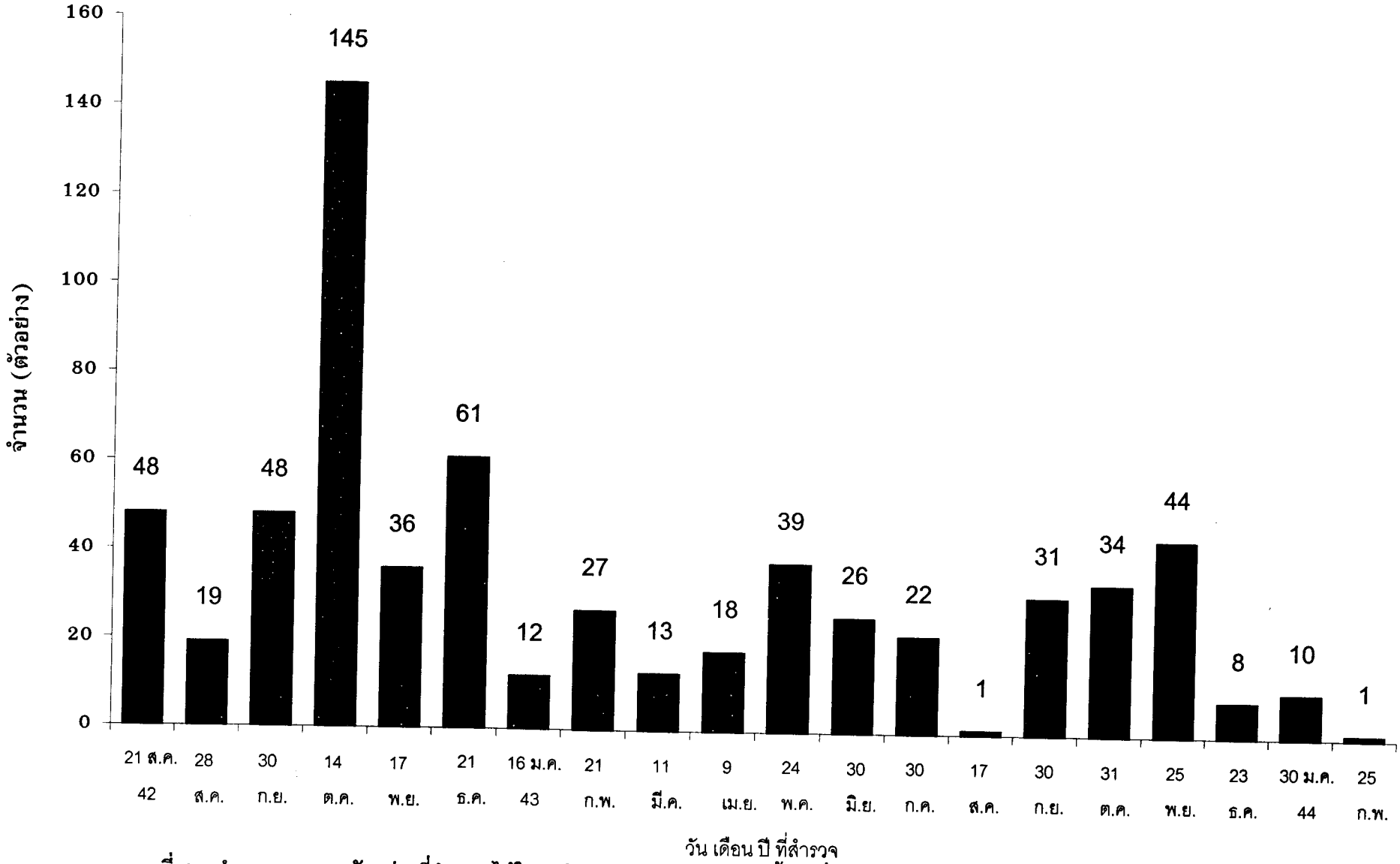
[1/] ในกรณีที่ไม่ระบุระยะพัฒนาการของแมลงอาศัย หมายถึง แมลงถูกเชื้อราขึ้นปกคลุม จึงระบุไม่ได้

[2/, 5/] สำรวจพบโดย ศิวิลัย สิริมังครารัตน์, Nigel Hywel-Jones, วีระศักดิ์ ศักดิ์ศิริรัตน์ และอภิญญา วงษ์แก้ว เมื่อ ปี พ.ศ. 2542 (ศิวิลัย และคณะ, 2545)

[3/, 4/] เป็นการจำแนกจากกลุ่มตัวอย่างเดียวกันจำนวน 60 ตัวอย่าง ที่สุ่มจาก *Cordyceps* spp. จำนวน 247 ตัวอย่าง

[6/] สำรวจพบโดย อภิญญา วงษ์แก้ว, ศิวิลัย สิริมังครารัตน์, Nigel Hywel-Jones และ วีระศักดิ์ ศักดิ์ศิริรัตน์ เมื่อ ปี พ.ศ. 2542 (ศิวิลัย และคณะ, 2545)

หมายเหตุ จำนวนรวมของฤดูฝน= 260 (ตารางที่9) + 153 (ตารางที่ 10) = 413, ฤดูหนาว=109 (ตารางที่ 9) + 62 (ตารางที่ 11) = 171 และฤดูร้อน = 58 (ตารางที่ 10) + 1 (ตารางที่ 11) = 59



ภาพที่ 36 จำนวนรวมของตัวอย่างที่จำแนกได้ในระดับชนิด (species) ของเชื้อราที่ทำลายแมลงในแต่ละเดือน ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว (21 สิงหาคม 2542- 25กุมภาพันธ์ 2544)

dipterigena, Hypocrella raciborski, H. tubulata, Paecilomyces cinnamomeus, P. tenuipes, Torrubiella hemipterigena, T. luteorostrata, T. cf. *pruinosa* และ *Verticillium* cf. *hemipterigenum* แต่ในการศึกษาครั้งนี้ไม่ปรากฏว่าพบเชื้อใด ๆที่ทำลายแมลงและแมงมุมที่พบเฉพาะในฤดูร้อนเท่านั้น พร้อมทั้งได้ศึกษาปริมาณของเชื้อราแต่ละชนิดที่พบในแต่ละฤดู ดังปรากฏในตารางที่ 12 และภาพที่ 37 ดังนี้ ฤดูฝน มีชนิดจำนวนตัวอย่างของเชื้อที่มากกว่าฤดูอื่น ๆ ได้แก่ เชื้อ *Hirsutella formicarum* 90 ตัวอย่าง, *Hirsutella saussurei* 89 ตัวอย่าง, *Hymenostilbe aurantiaca* 65 ตัวอย่าง, *Cordyceps myrmecophila* 55 ตัวอย่าง, *C. unilateralis* 54 ตัวอย่าง, *C. humberti* 23 ตัวอย่าง, *Akanthomyces pistillariiformis* 8 ตัวอย่าง, *Cordyceps irangiensis* 5 ตัวอย่าง, C. *nutans* และ *C. sphecocephala* พบชนิดละ 3 ตัวอย่าง, *Aschersonia tubulata, Hymenostilbe dipterigena, H. ventricosa* และ *Hypocrella tubulata* พบชนิดละ 2 ตัวอย่าง, *Aschersonia placenta, Beauveria bassiana, Cordyceps* cf. *acicularis, C. dipterigena, Cosmospora diploa, Hirsutella* cf. *acicularis, Hymenostilbe odonatae, Hypocrella discoidea, H. tubulata* และ *Paccilomyces* cf. *farinosus* พบชนิดละ 1 ตัวอย่าง ส่วนเชื้อที่ไม่พบตัวอย่างในฤดูฝนได้แก่ *Hirsutella nivea, H. versicolor, H.* cf. *versicolor, Paecilomyces cinnamomeus, P. tenuipes, Torrubiella hemipterigena, T. luteorostrata, T.* cf. *pruinosa* และ *Verticillium* cf. *hemipterigenum* จำนวนตัวอย่างที่พบรองลงมาจากฤดูฝน ได้แก่ ฤดูหนาว พบเชื้อ *Hirsutella formicarum* มากที่สุด 53 ตัวอย่าง รองลงมาคือ *Cordyceps unilateralis* และ *Hirsutella saussurei* เท่ากับ 37 และ 15 ตัวอย่าง ตามลำดับ และชนิดที่ไม่พบจำนวนตัวอย่างในฤดูหนาวเลย ได้แก่ *Aschersonia placenta, Beauveria bassiana, Cordyceps* cf. *acicularis, C. irangiensis, C. myrmecophila, C. nutans, C. sphecocephala, Cosmospora diploa, Hirsutella* cf. *acicularis, Hymenostilbe odonatae, H. ventricosa, Hypocrella discoidea* และ *Paecilomyces* cf. *farinosus* สำหรับฤดูร้อนพบจำนวนตัวอย่างเชื้อน้อยกว่าฤดูฝนและฤดูหนาว ตามลำดับ ซึ่งชนิดของเชื้อที่พบเป็นจำนวนมากที่สุดในฤดูร้อน คือเชื้อ *Hirsutella formicarum* จำนวน 28 ตัวอย่าง สำหรับเชื้อชนิดที่ไม่พบจำนวนตัวอย่างเลยในฤดูร้อน ได้แก่ เชื้อ *Aschersonia placenta, A. tubulata, Beauveria bassiana, Cordyceps* cf. *acicularis, C. dipterigena, C. irangiensis, C. myrmecophila, C. nutans, C. sphecocephala, Cosmospora diploa, Hirsutella* cf. *acicularis, H. nivea, H. versicolor, H.* cf. *versicolor, Hymenostilbe aurantiaca, H. odonatae, H. ventricosa, Hypocrella discoidea, H. raciborski, H. tubulata, Paecilomyces cinnamomeus, P.* cf. *farinosus, P. tenuipes, Torrubiella luteorostrata, T. cf. pruinosa* และ *Verticillium cf. hemipterigenum*

จากจำนวนชนิดเชื้อราที่ทำลายแมลงจำนวน 34 ชนิด ในแต่ละฤดูพบชนิดที่มีลักษณะที่น่าสนใจ คือ เชื้อราที่ทำลายแมลงที่พบส่วนใหญ่นั้นพบทั้งระยะ anamorph และ teleomorph ด้วยกันบนตัวอย่างแมลงเดียวกัน เช่นเชื้อ *Hirsutella formicarum* (anamorph) และเชื้อ

ตารางที่ 12 ชนิด (species) ของเชื้อราที่ทำลายแมลง ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว ในแต่ละฤดู ระหว่างฤดูฝน (21 ส.ค.-14 ต.ค.42 และ 24 พ.ค.- 31 ต.ค. 43) ฤดูหนาว (17 พ.ย. 42 - 16 ม.ค. 43 และ 25 พ.ย. 43 - 30 ม.ค. 44) และฤดูร้อน (21 ก.พ. - 9 เม.ย. 43 และ 25 ก.พ. 44)

ลำดับที่	ชนิด (species) เชื้อรา [1/]	แมลงอาศัย				รวม	จำนวน (ตัวอย่าง)		
		อันดับ	วงศ์	สกุล	ชนิด		ฤดูฝน	ฤดูหนาว	ฤดูร้อน
1	*Akanthomyces pistillariiformis* on Lepidoptera adult	Lepidoptera	Lymantriidae	*Pantana*	sp.	26	8	12	6
2	*Aschersonia placenta* on scale insect	Homoptera	Coccidae	-	-	1	1	0	0
3	*Aschersonia tubulata* on scale insect	Homoptera	Coccidae	-	-	6	2	4	0
4	*Beauveria bassiana* on Coleoptera adult	Coleoptera	-	-	-	1	1	0	0
5	*Cordyceps* cf. *acicularis* on Lepidoptera larva	Lepidoptera	-	-	-	1	1	0	0
6	*Cordyceps dipterigena* on Diptera adult	Diptera	Muscidae	-	-	3	1	2	0
7	*Cordyceps humberti* [2/] on wasp	Hymenoptera	Vespidae	*Icaria*	sp.	30	23	3	4
8	*Cordyceps irangiensis* [3/] on ant	Hymenoptera	Formicidae	*Polyrhachis*	*armata*	5	5	0	0
9	*Cordyceps myrmecophila* [4/] on ant	Hymenoptera	Formicidae	*Polyrhachis*	*armata*	55	55	0	0
10	*Cordyceps nutans* on Hemiptera adult	Hemiptera	-	-	-	3	3	0	0
11	*Cordyceps sphecocephala* on wasp	Hymenoptera	-	-	-	3	3	0	0
12	*Cordyceps unilateralis* on ant	Hymenoptera	Formicidae	*Polyrhachis*	sp.	97	54	37	6
13	*Cosmospora diploa* on scale insect	Homoptera	Coccidae	-	-	1	1	0	0
14	*Hirsutella* cf. *acicularis* on Lepidoptera pupa	Lepidoptera	-	-	-	1	1	0	0
15	*Hirsutella formicarum* on ant	Hymenoptera	Formicidae	*Polyrhachis*	sp.	171	90	53	28
16	*Hirsutella nivea* on Homoptera adult	Homoptera	Cicadellidae	-	-	1	0	1	0
17	*Hirsutella saussurei* [5/] on wasp	Hymenoptera	Vespidae	*Icaria*	sp.	116	89	15	12
18	*Hirsutella versicolor* on Homoptera adult	Homoptera	Cicadellidae	-	-	1	0	1	0
19	*Hirsutella* cf. *versicolor* on Homoptera adult	Homoptera	-	-	-	1	0	1	0
20	*Hymenostilbe aurantiaca* on ant	Hymenoptera	Formicidae	*Polyrhachis*	*armata*	74	65	9	0

ตารางที่ 12 ชนิด (species) ของเชื้อราที่ทำลายแมลง ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว ในแต่ละฤดู ระหว่างฤดูฝน (21 ส.ค.-14 ต.ค.42 และ 24 พ.ค.- 31 ต.ค. 43) ฤดูหนาว (17 พ.ย. 42 - 16 ม.ค. 43 และ 25 พ.ย. 43 - 30 ม.ค. 44) และฤดูร้อน (21 ก.พ. - 9 เม.ย. 43 และ 25 ก.พ. 44) (ต่อ)

ลำดับที่	ชนิด (species) เชื้อรา [1/]	แมลงอาศัย				รวม	จำนวน (ตัวอย่าง)		
		อันดับ	วงศ์	สกุล	ชนิด		ฤดูฝน	ฤดูหนาว	ฤดูร้อน
21	*Hymenostilbe dipterigena* on Diptera adult	Diptera	Muscidae	-	-	8	2	4	2
22	*Hymenostilbe odonatae* [5/] on Odonata adult	Ododota	-	-	-	1	1	0	0
23	*Hymenostilbe* cf. *sphecocephala* on wasp	Hymenoptera	-	-	-	1	1	0	0
24	*Hymenostilbe ventricosa* on cockroaches adult	Orthoptera	Blattidae	-	-	2	2	0	0
25	*Hypocrella discoidea* on scale insect	Homoptera	Coccidae	-	-	1	1	0	0
26	*Hypocrella raciborski* on scale insect	Homoptera	Coccidae	-	-	10	0	10	0
27	*Hypocrella tubulata* on scale insect	Homoptera	Coccidae	-	-	5	2	3	0
28	*Paecilomyces cinnamomeus* on scale insect	Homoptera	Coccidae	-	-	1	0	1	0
29	*Paecilomyces* cf. *farinosus* on Lepidoptera larva	Lepidoptera	-	-	-	1	1	0	0
30	*Paecilomyces tenuipes* on Lepidoptera pupa	Lepidoptera	-	-	-	1	0	1	0
31	*Torrubiella hemipterigena* on Homoptera adult	Homoptera	Cicadellidae	-	-	7	0	6	1
32	*Torrubiella luteorostrata* on scale insect	Homoptera	Coccidae	-	-	1	0	1	0
33	*Torrubiella* cf. *pruinosa*	Homoptera	-	-	-	6	0	6	0
34	*Verticillium* cf. *hemipterigenum*	-	-	-	-	1	0	1	0
รวม [7/]	-	8	7	3	1	643	413	171	59

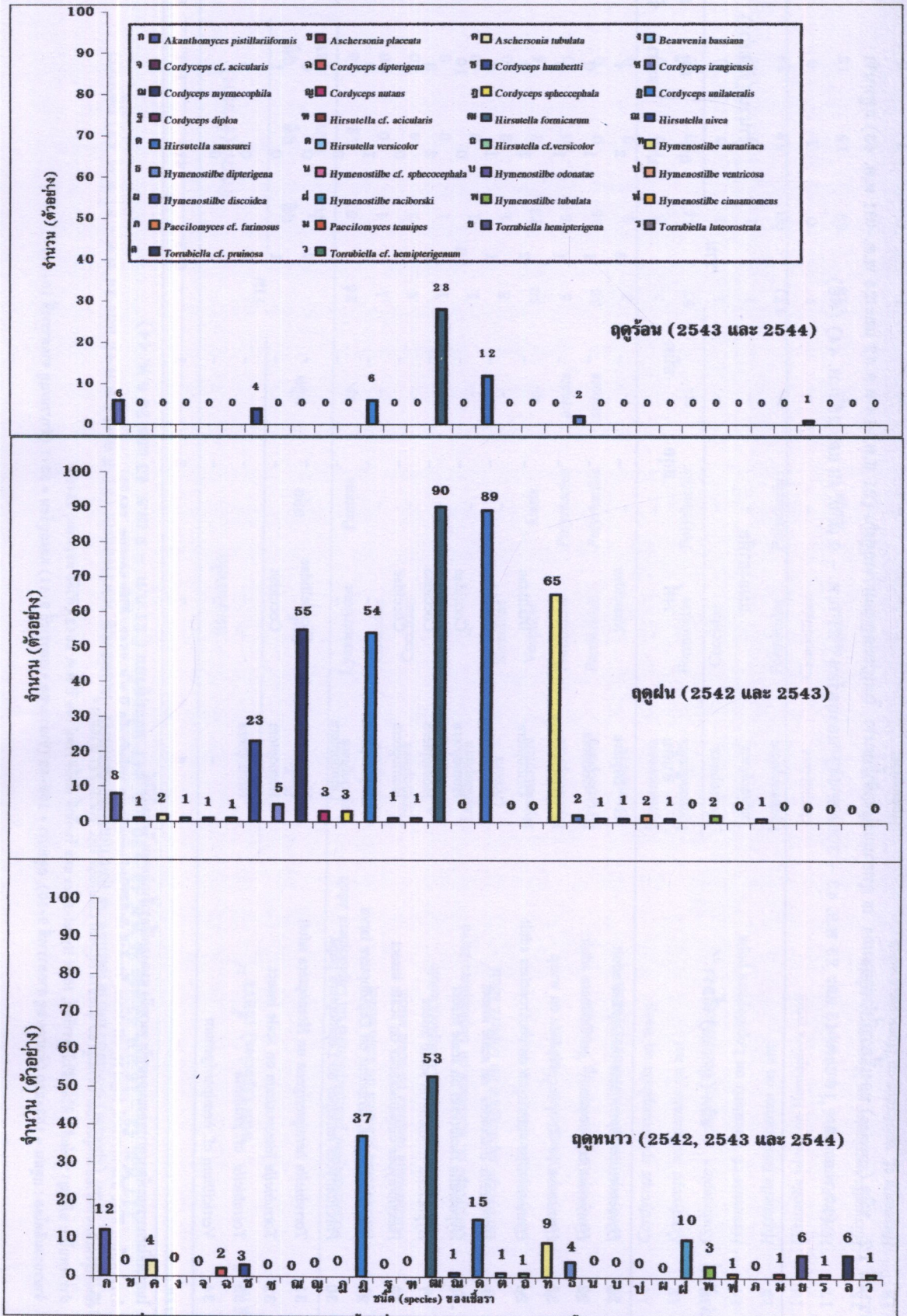
[1/] ในกรณีที่ไม่ระบุระยะพัฒนาการของแมลงอาศัย หมายถึง แมลงถูกเชื้อราขึ้นปกคลุม จึงระบุไม่ได้

[2/, 5/] สำรวจพบโดย ศิวิลัย สิริมังครารัตน์, Nigel Hywel-Jones, วีระศักดิ์ ศักดิ์ศิริรัตน์ และอภิญญา วงษ์แก้ว เมื่อ ปี พ.ศ. 2542 (ศิวิลัย และคณะ, 2545)

[3/, 4/] เป็นการจำแนกจากตัวอย่างกลุ่มเดียวกันจำนวน 60 ตัวอย่าง ที่สุ่มจาก *Cordyceps* spp. จำนวน 247 ตัวอย่าง

[6/] สำรวจพบโดย อภิญญา วงษ์แก้ว, ศิวิลัย สิริมังครารัตน์, Nigel Hywel-Jones และ วีระศักดิ์ ศักดิ์ศิริรัตน์ เมื่อ ปี พ.ศ. 2542 (ศิวิลัย และคณะ, 2545)

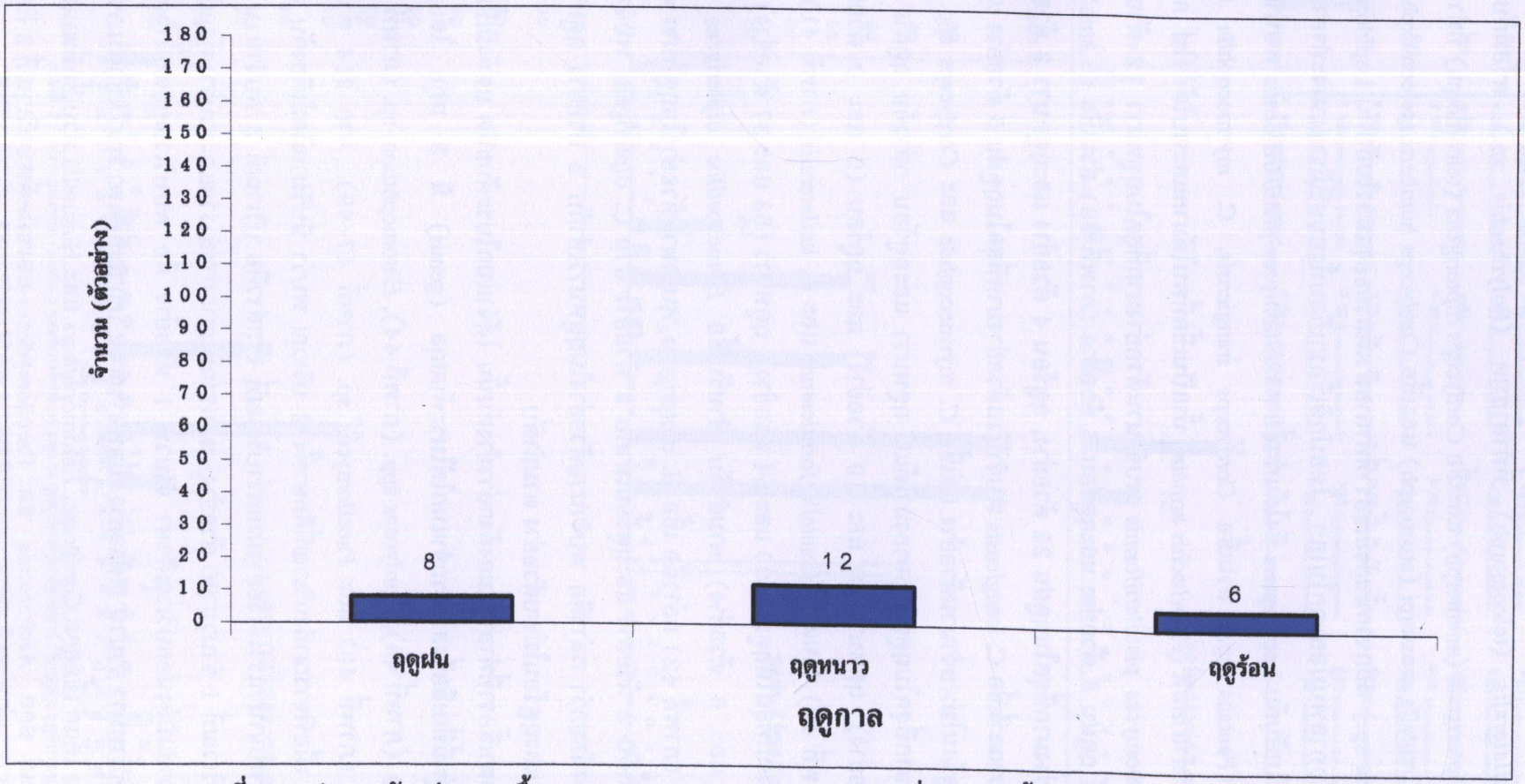
[7/] จำนวนรวมคิดโดย : ฤดูฝน = 153+260 (จำนวน/ฤดู จากตารางที่ 9+10), ฤดูหนาว = 109+62 (จำนวน/ฤดู จากตารางที่ 9+11) และฤดูร้อน = 58+1 (จำนวน/ฤดู จากตารางที่ 10+11)



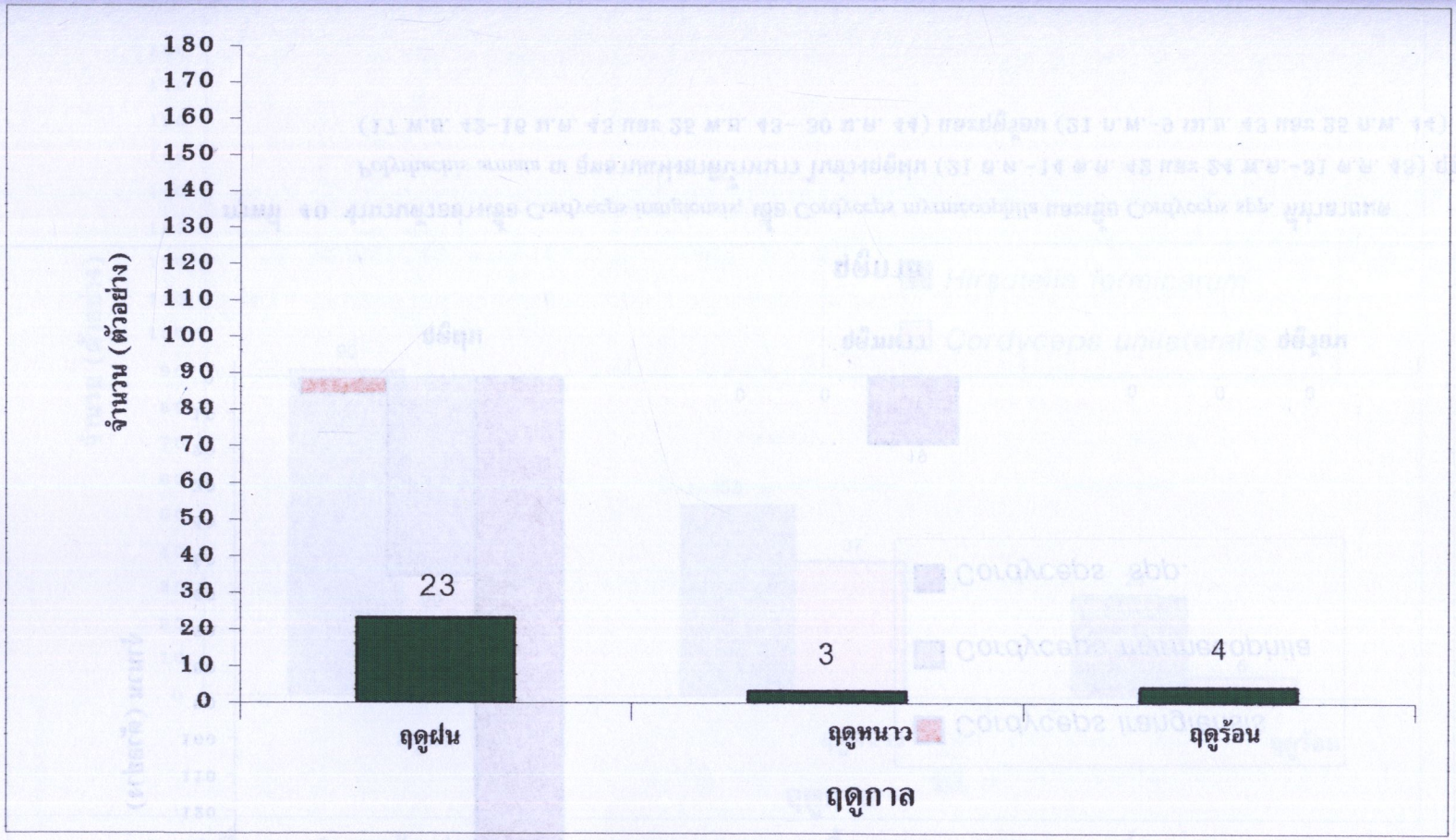
ภาพที่ 37 จำนวนและชนิด (species) ของเชื้อราที่ทำลายแมลง ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว ในฤดูฝน ฤดูหนาว และฤดูร้อน (21 สิงหาคม 2542-25 กุมภาพันธ์ 2544)
ฤดูร้อน : (21 ก.พ. – 9 เม.ย. 43 และ 25 ก.พ. 44), ฤดูฝน: (21 ส.ค. – 14 ต.ค. 42 และ 24 พ.ค. – 31 ต.ค. 43)
และฤดูหนาว : (17 พ.ย. 42 – 26 ม.ค. 43 และ 25 พ.ย. 43 – 30 ม.ค. 44)

Cordyceps unilateralis (teleomorph) ที่ทำลายมด (*Polyrhachis* sp.) พร้อมกับเชื้อ *Hymenostilbe dipterigena* (anamorph) และเชื้อ *Cordyceps dipterigena* (teleomorph) ที่ทำลายแมลงวัน เชื้อ *Hirsutella saussurei* (anamorph) และเชื้อ *Cordyceps humberti* (teleomorph) ที่ทำลายต่อ (*Icaria* sp.) นอกจากนั้นยังมีเชื้อราที่ทำลายตัวเต็มวัยของแมลงในอันดับ Lepidoptera ซึ่งเป็นชนิดที่มีโอกาสพบน้อยมากในโลก โดยปกติเชื้อราเกือบทั้งหมดที่มีรายงานจะทำลายตัวหนอนของแมลงในอันดับ Lepidoptera ซึ่งได้แก่ เชื้อ *Akanthomyces pistillariiformis* พบทำลายผีเสื้อกลางคืน (*Pantana* sp.) ส่วนเชื้อ *Cordyceps irangiensis*, *C. myrmecophila* และ *Cordyceps* spp. ทำลายมด (*Polyrhachis armata*) นั้นเป็นเชื้อที่พบได้มากและพบได้ทั่วไป กล่าวคือ เชื้อ *Akanthomyces pistillariiformis* พบจำนวนตัวอย่างมากที่สุดในฤดูหนาว 12 ตัวอย่าง รองลงมา ได้แก่ ฤดูฝน 8 ตัวอย่าง และฤดูร้อน 6 ตัวอย่าง (ภาพที่ 38) ส่วนเชื้อ *C. humberti* พบจำนวนตัวอย่างมากที่สุดในฤดูฝน 23 ตัวอย่าง, ฤดูร้อน 4 ตัวอย่าง และฤดูหนาว 3 ตัวอย่าง (ภาพที่ 39) ในขณะที่เชื้อ *C. irangiensis* พบจำนวนตัวอย่างมากที่สุดในฤดูฝน 5 ตัวอย่าง แต่ในฤดูหนาวและฤดูร้อนไม่พบจำนวนตัวอย่าง แต่เชื้อ *C. myrmecophila* และ *Cordyceps* spp. พบจำนวนตัวอย่างมากที่สุดในฤดูฝน รองลงมาได้แก่ ฤดูหนาว และฤดูร้อน กล่าวคือ ฤดูฝน (55 และ 168 ตัวอย่าง), ฤดูหนาว (0 และ 19 ตัวอย่าง) และ ฤดูร้อน (0 และ 0 ตัวอย่าง) ตามลำดับ (ภาพที่ 40) ส่วนเชื้อ *Hirsutella formicarum* และ *C. unilateralis* (ภาพที่ 41) พบจำนวนตัวอย่างมากที่สุดในฤดูฝน (90 และ 54 ตัวอย่าง), ฤดูหนาว (53 และ 37 ตัวอย่าง) และฤดูร้อน (28 และ 6 ตัวอย่าง) ตามลำดับ สำหรับเชื้อ *Hymenostilbe dipterigena* และ *C. dipterigena* (ภาพที่ 42) กล่าวคือ เชื้อ *H. dipterigena* พบจำนวนตัวอย่างในฤดูหนาว 4 ตัวอย่าง ฤดูฝนเท่ากับ 2 ตัวอย่าง และฤดูร้อนเท่ากับ 2 ตัวอย่าง ส่วน *C. dipterigena* พบจำนวนรวมของตัวอย่างน้อยกว่า กล่าวคือ พบจำนวนตัวอย่างในฤดูหนาวเท่ากับ 2 ตัวอย่าง ฤดูฝนเท่ากับ 1 ตัวอย่าง และฤดูร้อนไม่พบตัวอย่าง ตามลำดับ

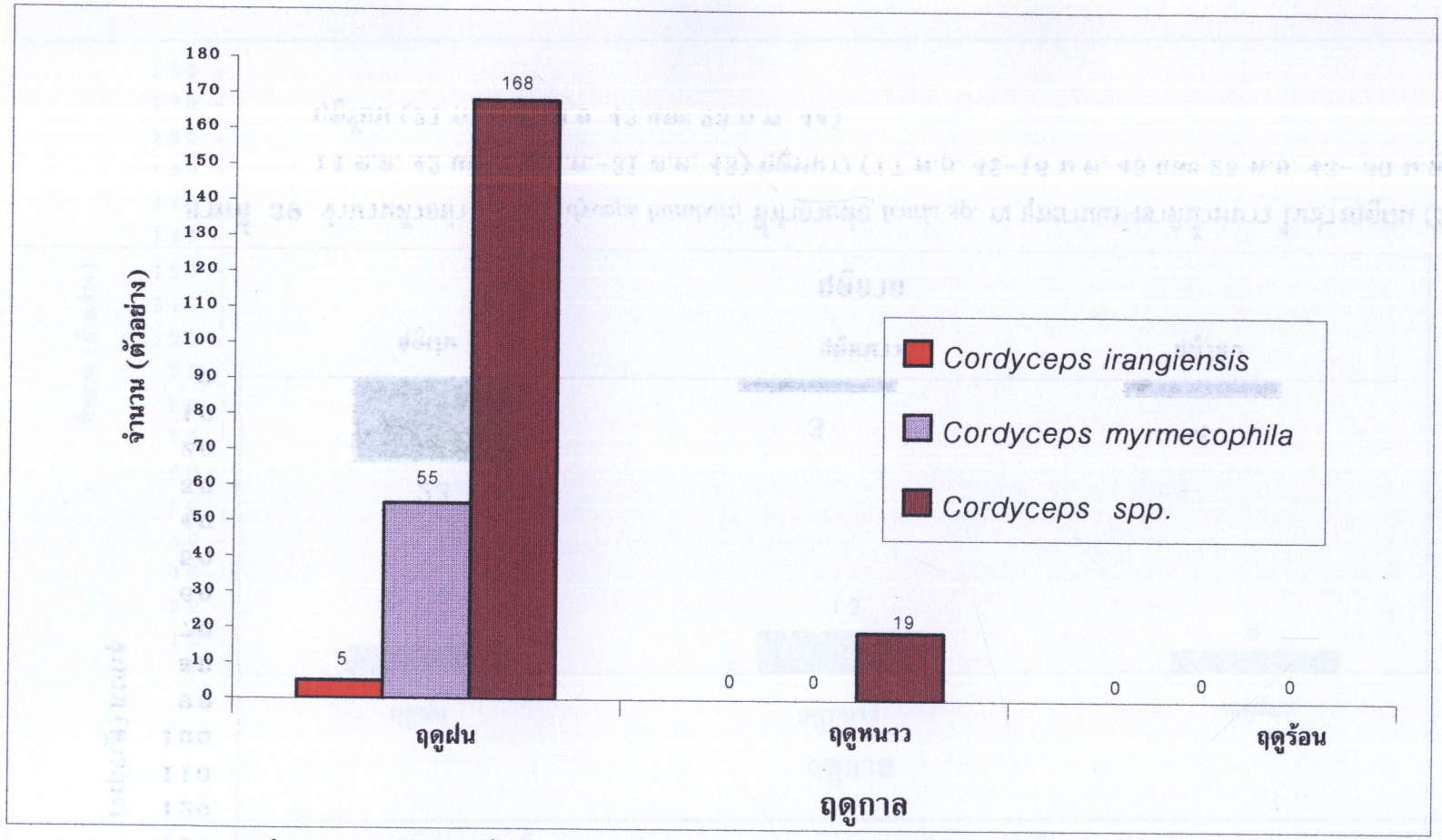
ในบรรดาเชื้อราที่ทำลายแมลงดังกล่าวข้างต้นนั้น ได้จำแนกในระดับชนิด แต่ยังมีเชื้อราที่ทำลายแมลงกลุ่มนี้ที่เหลือซึ่งสามารถจำแนกได้ในระดับสกุล (genus) มี 5 สกุล ได้แก่เชื้อ *Aschersonia* sp. (ภาพที่ 43), *Cordyceps* spp. (ภาพที่ 44), *Entomophthora* sp. (ภาพที่ 45), *Hirsutella* sp. (ภาพที่ 46) และ *Paecilomyces* sp. (ภาพที่ 47-49) จาก 214 ตัวอย่าง (ตารางที่ 13) เมื่อพิจารณาถึงบริเวณที่ศึกษาทั้ง 2 บริเวณ พบว่า มีปริมาณใกล้เคียงกัน แม้ว่าบริเวณที่ 2 จะพบจำนวนรวมตัวอย่างมากกว่าบริเวณที่ 1 กล่าวคือ บริเวณที่ 2 พบจำนวน 124 ตัวอย่าง และบริเวณที่ 1 จำนวน 90 ตัวอย่าง นอกจากนั้นจากการสำรวจและรวบรวมตัวอย่างยังพบเชื้อราที่ทำลายแมลงนอกบริเวณศึกษา จำนวน 1 ตัวอย่าง คือ พบบริเวณยอดภูผาจิตร ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว จำนวน 1 ตัวอย่าง เมื่อพิจารณา 2 บริเวณที่ศึกษา พบว่าเชื้อสามารถพบได้ทั้ง 2 บริเวณ ได้แก่ เชื้อสกุล *Cordyceps*, *Entomophthora* และ *Hirsutella* ส่วนเชื้อที่พบเฉพาะบริเวณที่ 1 ได้แก่ สกุล *Aschersonia* และ *Paecilomyces* และชนิดที่พบบริเวณที่ 2 คือสกุล



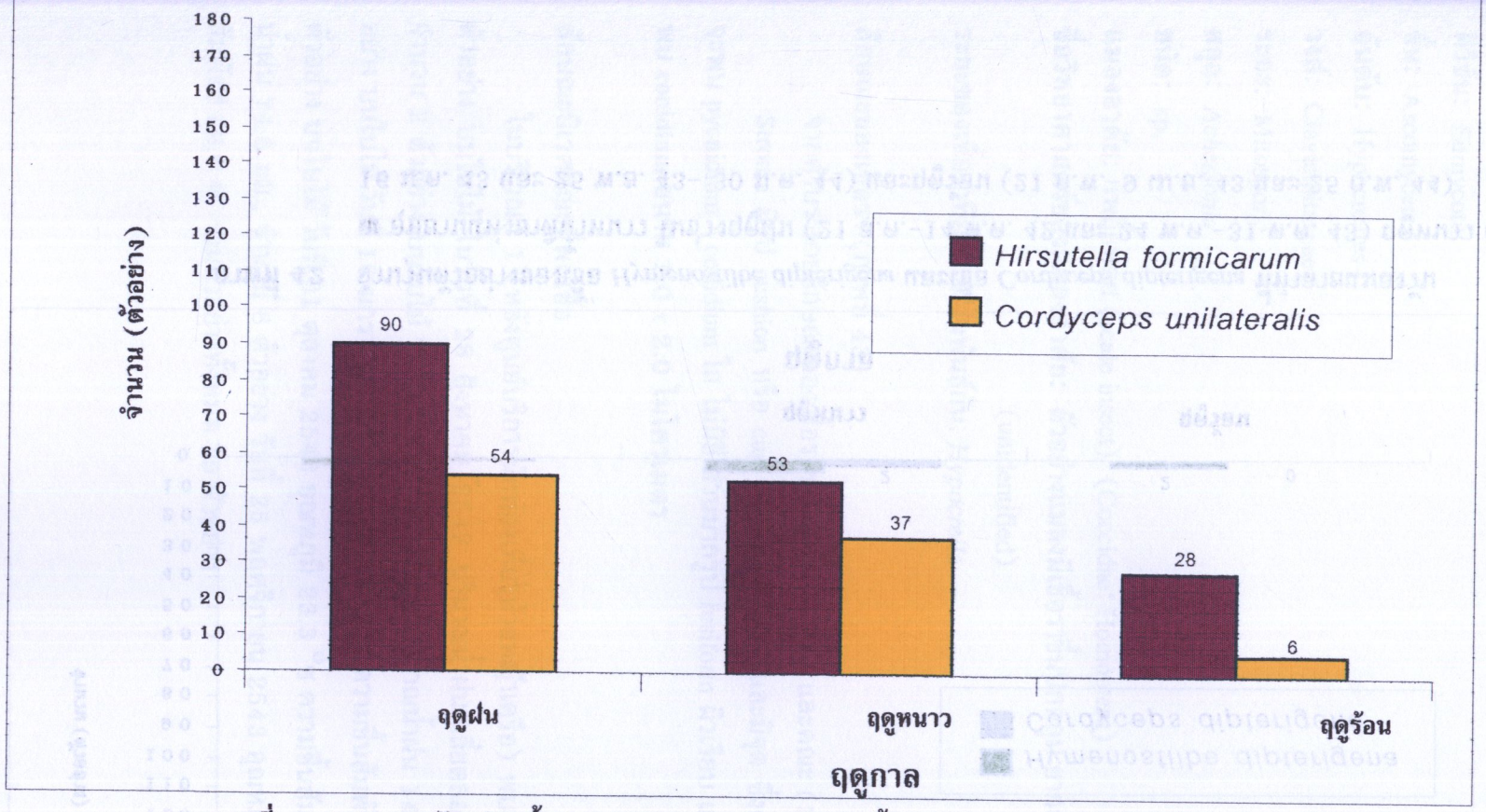
ภาพที่ 38 จำนวนตัวอย่างของเชื้อรา *Akanthomyces pistillariiformis* ที่ทำลายผีเสื้อ *Pantana* sp. ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว ในช่วงฤดูฝน (21 ส.ค.-14 ต.ค. 42 และ 24 พ.ค.-31 ต.ค. 43) ฤดูหนาว (17 พ.ย. 42-16 ม.ค. 43 และ 25 พ.ย. 43- 30 ม.ค. 44) และฤดูร้อน (21 ก.พ.-9 เม.ย. 43 และ 25 ก.พ. 44)



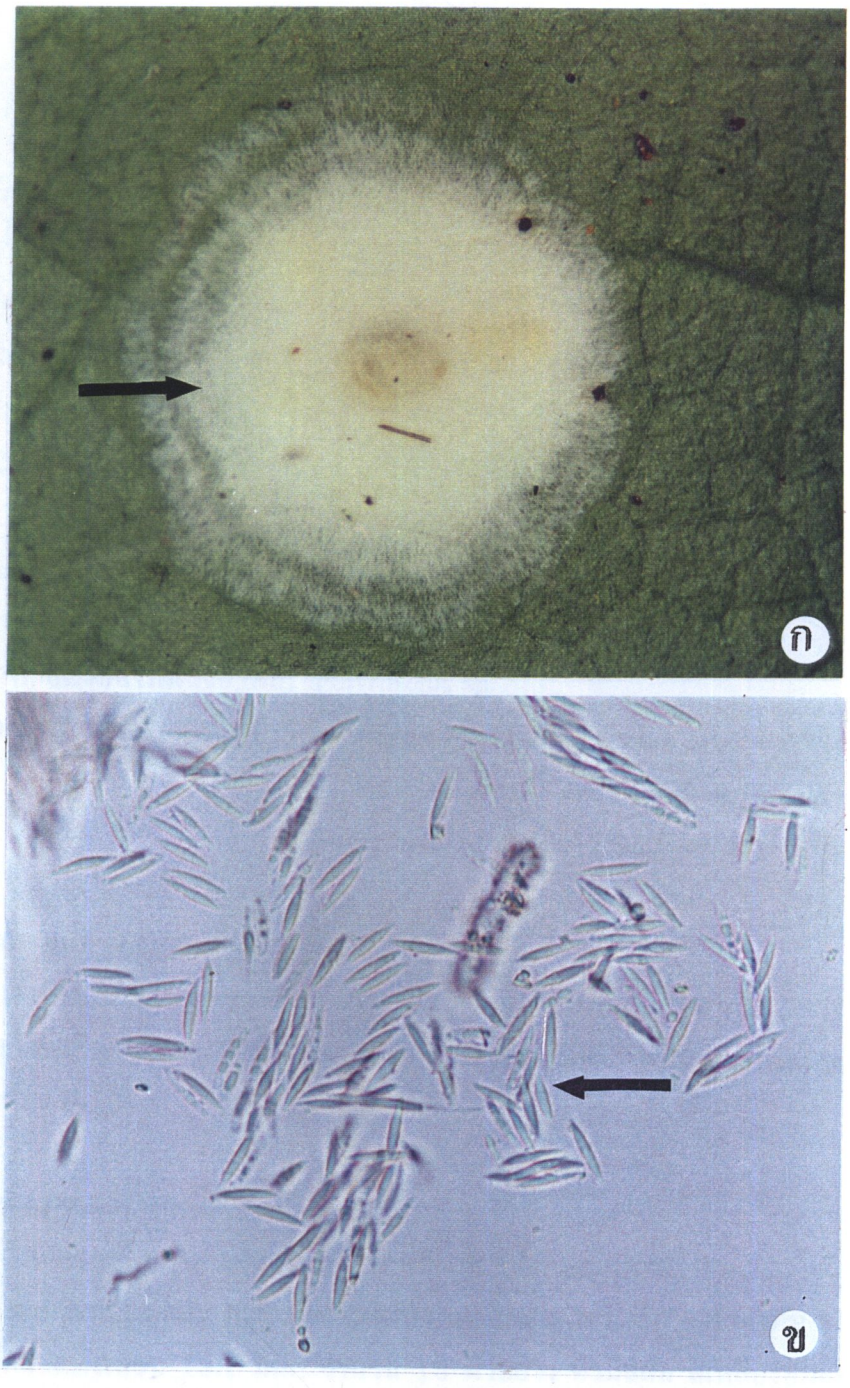
ภาพที่ 39 จำนวนตัวอย่างเชื้อ *Cordyceps humberti* ที่ทำลายต่อ *Icaria* sp. ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว ในช่วงฤดูฝน (21 ส.ค.-14 ต.ค. 42 และ 24 พ.ค.-31 ต.ค. 43) ฤดูหนาว (17 พ.ย. 42-16 ม.ค. 43 และ 25 พ.ย. 43- 30 ม.ค. 44) และฤดูร้อน (21 ก.พ.-9 เม.ย. 43 และ 25 ก.พ. 44)



ภาพที่ 40 จำนวนตัวอย่างเชื้อ *Cordyceps irangiensis*, เชื้อ *Cordyceps myrmecophila* และเชื้อ *Cordyceps* spp. ที่ทำลายมด *Polyrhachis armata* ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว ในช่วงฤดูฝน (21 ส.ค.-14 ต.ค. 42 และ 24 พ.ค.-31 ต.ค. 43) ฤดูหนาว (17 พ.ย. 42-16 ม.ค. 43 และ 25 พ.ย. 43- 30 ม.ค. 44) และฤดูร้อน (21 ก.พ.-9 เม.ย. 43 และ 25 ก.พ. 44)



ภาพที่ 41 จำนวนตัวอย่างเชื้อ *Hirsutella formicarum* และเชื้อ *Cordyceps unilateralis* ที่ทำลายมด *Polyrhachis* sp. ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว ในช่วงฤดูฝน (21 ส.ค.-14 ต.ค. 42 และ 24 พ.ค.-31 ต.ค. 43) ฤดูหนาว (17 พ.ย. 42-16 ม.ค. 43 และ 25 พ.ย. 43- 30 ม.ค. 44) และฤดูร้อน (21 ก.พ.-9 เม.ย. 43 และ 25 ก.พ. 44)



ภาพที่ 43 เชื้อ *Aschersonia* sp.

ก เพลี้ยหอยที่ถูกทำลายด้วยเชื้อ *Aschersonia*

ข conidium

Cordycep sp.

อาณาจักร: รา
ดิวิชัน: Eumycota
ดิวิชันย่อย: Ascomycota
ชั้น: Ascomycetes
อันดับ: Hypocreales
วงศ์: Clavicipitaceae
สกุล: *Cordyceps*
ชนิด: sp.
แมลงอาศัย: ant (Formicidae: Hymenoptera)
ชื่อวิทยาศาสตร์ของแมลงอาศัย: *Polyrhachis* sp.
ระยะของเชื้อราที่มีความสัมพันธ์กัน: *Akanthomyces, Hirsutella, Hymenostilbe, Nomuraea, Paecilomyces, Paraisaria, Pseudogibellula, Sporothrix, Stilbella* และ *Verticillium*

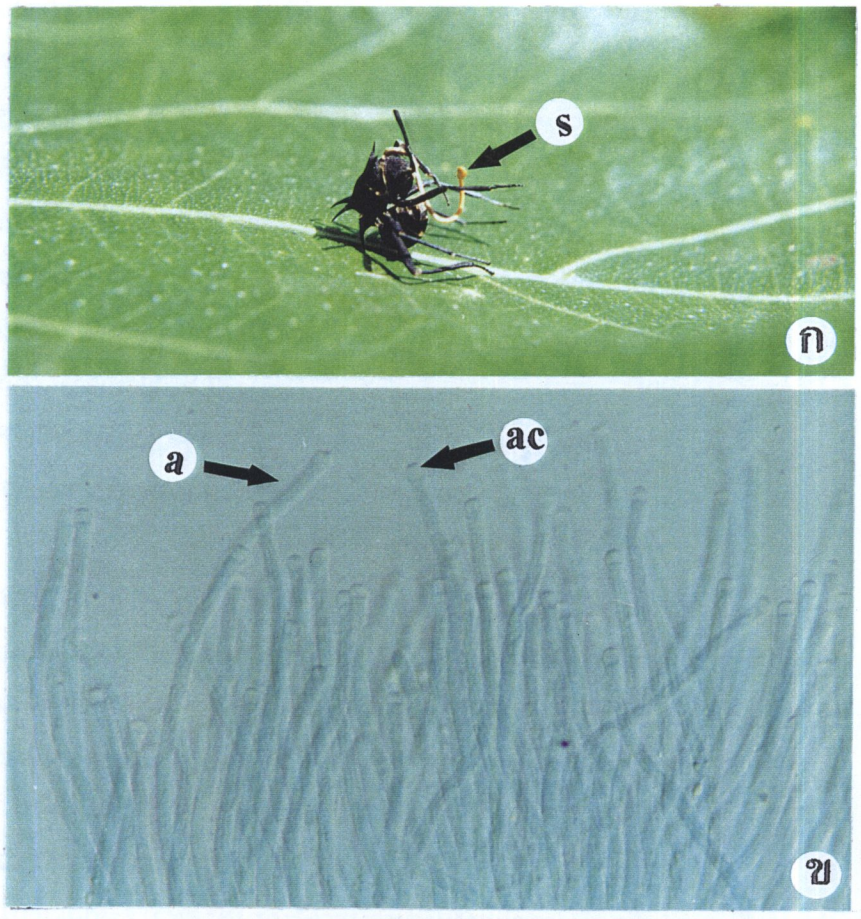
ลักษณะของเชื้อรา (ภาพที่ 44)

เส้นใยและ hyphal body ของเชื้อราเจริญอยู่ภายในตัวแมลงอาศัย และสร้าง stroma รูปทรงกระบอกเจริญออกนอกลำตัวแมลง ซึ่งเป็นส่วนของ stroma มี perithecium รูป flask-shaped ฝังอยู่ภายใน ascus

ลักษณะนิเวศขณะที่พบเชื้อ

ในบริเวณที่ 1 (หลังศูนย์บริการนักท่องเที่ยวห้วยหญ้าเครือ) พบเชื้อราชนิดนี้ จำนวน 28 ตัวอย่าง หัวมีสีเหลือง สีส้ม บริเวณใต้ต้นไผ่บง บนพื้นดิน ในวันที่ 28 สิงหาคม 2542 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยตลอดทั้งเดือน 13.1 มม., จำนวน 15 ตัวอย่าง หัวมีสีส้ม สีเหลืองอมส้ม ใต้ต้นไม้ บนพื้นดิน วันที่ 30 กันยายน 2542 ปริมาณน้ำฝน 14.2 มม., จำนวน 10 ตัวอย่าง ใต้ต้นไม้ บนพื้นดิน หัวมีสีส้ม สีเหลือง สีส้มอมขาว สีเหลืองอมส้ม วันที่ 14 ตุลาคม 2542 อุณหภูมิ 22.0 ^{o}ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 78.9 % ปริมาณน้ำฝน 28.6 มม., จำนวน 9 ตัวอย่าง ใต้ต้นไม้ บนพื้นดิน หัวมีสีเหลือง สีส้ม วันที่ 17 พฤศจิกายน 2542 อุณหภูมิ 20.1 ^{o}ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 75.6 % ปริมาณน้ำฝน 25.1 มม., จำนวน 3 ตัวอย่าง ใต้ต้นไม้ บนพื้นดิน หัวสีเหลือง สีส้ม วันที่ 30 มิถุนายน 2543 อุณหภูมิ 23.7 ^{o}ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 83.7 %ปริมาณน้ำฝน 53.8 มม., จำนวน 10 ตัวอย่าง ใต้ต้นไม้ บนพื้นดิน หัวมีสีส้ม สีเหลือง วันที่ 31 ตุลาคม 2543 อุณหภูมิ 23.3 ^{o}ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 82.5 % ปริมาณน้ำฝน 74.8 มม. ส่วนในบริเวณที่ 2 (เส้นทางเดินป่าศึกษา

ธรรมชาติ) จำนวน 15 ตัวอย่าง ใต้ต้นไม้ บนพื้นดิน หัวสีส้มขนาดเล็ก สีเหลือง สีส้มอมเหลือง วันที่ 30 กันยายน 2542 ปริมาณน้ำฝน 14.2 มม.,จำนวน 30 ตัวอย่าง ใต้ต้นไม้ บนพื้นดิน หัว มีสีส้ม สีเหลือง สีเหลืองอมขาว วันที่ 14 ตุลาคม 2542 อุณหภูมิ 22.0 ^{o}ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 78.9 % ปริมาณน้ำฝน 28.6 มม., จำนวน 10 ตัวอย่าง ใต้ต้นไม้ บนพื้นดิน หัวมีสีส้ม สีเหลือง วันที่ 17 พฤศจิกายน 2542 อุณหภูมิ 20.1 ^{o}ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 75.6 % ปริมาณน้ำฝน 25.1 มม., จำนวน 2 ตัวอย่าง ใต้ต้นไม้ บนพื้นดิน หัวมีสีเหลือง สีส้ม วันที่ 24 พฤษภาคม 2543 อุณหภูมิ 23.2 ^{o}ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 87.5 % ปริมาณน้ำฝน 23.2 มม., จำนวน 3 ตัวอย่าง ใต้ต้นไม้ บนพื้นดิน หัวสีส้ม สีเหลือง วันที่ 30 มิถุนายน 2543 อุณหภูมิ 23.7 ^{o}ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 83.7 % ปริมาณน้ำฝน 53.8 มม., จำนวน 2 ตัวอย่าง ใต้ต้นไม้ บนพื้นดิน หัวมีสีส้ม วันที่ 30 กรกฎาคม 2543 อุณหภูมิ 23.8 ^{o}ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 83.7 % ปริมาณน้ำฝน 20.5 มม., จำนวน 50 ตัวอย่าง ใต้ต้นไม้ บนพื้นดิน หัวมีสีเหลือง สีส้ม สีส้มอมเหลือง วันที่ 30 กันยายน 2543 อุณหภูมิ 25.5 ^{o}ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 77.5 % ปริมาณน้ำฝน 32.5 มม. รวมจำนวนตัวอย่างทั้งหมด 187 ตัวอย่าง



ภาพที่ 44 เชื้อ *Cordyceps* sp.

ก มด *Polyrhachis armata* ที่ถูกทำลายด้วยเชื้อ *Cordyceps*

ข ascus (a) ภายในบรรจุ ascospore, ascus cap (ac)

***Entomophthora* sp.**

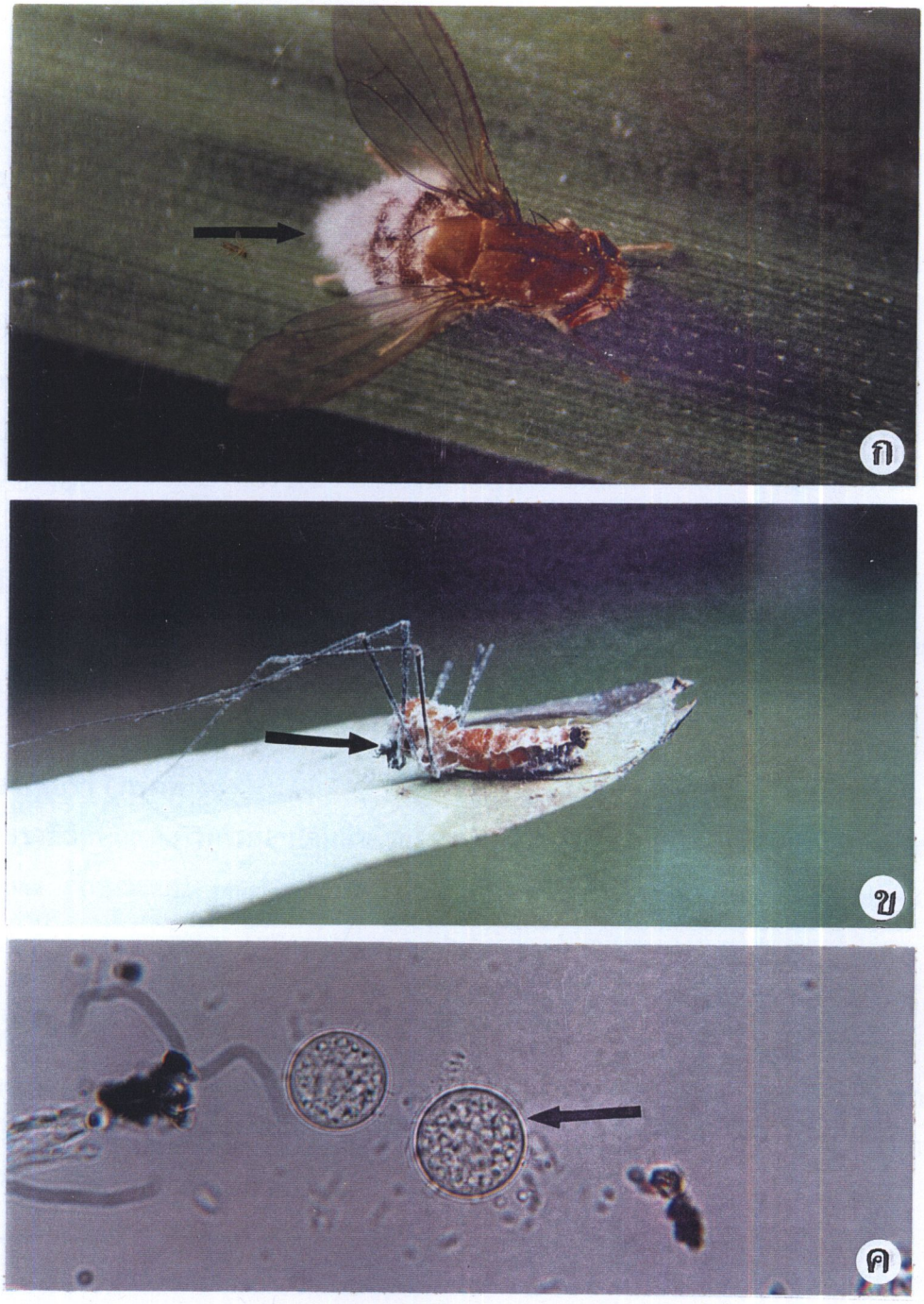
อาณาจักร: รา
ดิวิชัน: Eumycota
ดิวิชันย่อย: Zygomycota
ชั้น: Zygomycetes
อันดับ: Entomophthorales
วงศ์: Entomophthoraceae
สกุล: *Entomophthora*
ชนิด: sp.
แมลงอาศัย: (Muscidae: Diptera)
ชื่อวิทยาศาสตร์ของแมลงอาศัย: แมลงวัน และ แมลงวันขายาว (*Tipula* sp.)
ระยะของเชื้อราที่มีความสัมพันธ์กัน: -

ลักษณะของเชื้อรา (ภาพที่ 45)

conidiophore ไม่แตกกิ่งก้าน conidiogenous cell รูปกระบอง ส่วน primary conidium มีจุดแหลมที่ส่วนปลาย ปลดปล่อยด้วยแรงดันของ cytoplasm ส่วนของ rhizoid มีความกว้างใกล้เคียงกันกับเส้นใย resting spore สร้างออกมาจากด้านข้างของเส้นใย

ลักษณะนิเวศขณะที่พบเชื้อ

ในบริเวณที่ 1 (หลังศูนย์บริการนักท่องเที่ยวห้วยหญ้าเครือ) พบเชื้อราชนิดนี้ จำนวน 1 ตัวอย่าง บนใบกฤษณา ในวันที่ 28 สิงหาคม 2542 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยตลอดทั้งเดือน 13.1 มม., จำนวน 1 ตัวอย่าง บนใบไม้ วันที่ 30 กันยายน 2542 ปริมาณน้ำฝน 14.2 มม. ส่วนในบริเวณที่ 2 (เส้นทางเดินป่าศึกษาธรรมชาติ) จำนวน 1 ตัวอย่าง บนใบไม้ วันที่ 21 ธันวาคม 2542 อุณหภูมิ 14.8 ^{o}ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 77.9 % รวมจำนวนตัวอย่างทั้งหมด 3 ตัวอย่าง



ภาพที่ 45 เชื้อ *Entomophthora* sp.

ก แมลงวัน (Muscidae)ที่ถูกทำลายด้วยเชื้อ *Entomophthora*

ข แมลงวันขายาว (*Tipula* sp.) ที่ถูกทำลายเชื้อ *Entomophthora*

ค protoplast stage

***Hirsutella* sp.**

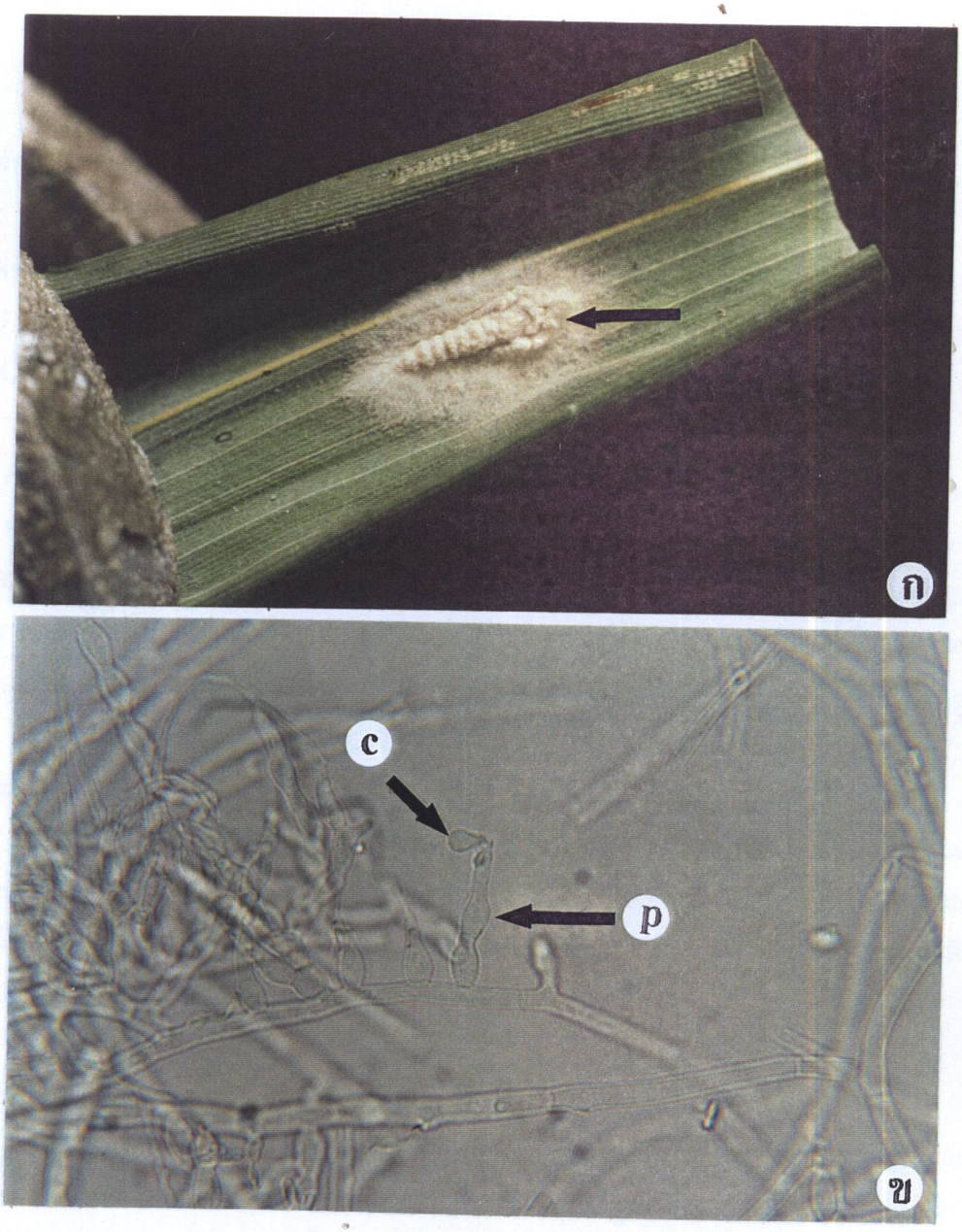
อาณาจักร: รา
ดิวิชัน: Eumycota
ชั้น: Ascomycetes
อันดับ: Hypocreales
วงศ์: Clavicipitaceae
ระยะ: Mitosporic
สกุล: *Hirsutella*
ชนิด: sp.
แมลงอาศัย: มด (ant) (Formicidae: Hymenoptera)
ชื่อวิทยาศาสตร์ของแมลงอาศัย: ตัวอย่างแมลงไม่สมบูรณ์ จึงไม่สามารถจำแนกได้ (unknown)
ระยะของเชื้อราที่มีความสัมพันธ์กัน: -

ลักษณะของเชื้อรา (ภาพที่ 46)

เชื้อรามีลักษณะสีขาวครีมปกคลุมลำตัวแมลง ประกอบด้วย hypha ซึ่งจะมี phialide ติดกับ hypha ลักษณะของ phialide บวม พอง และคอดกิ่ว ส่วนปลายของ phialide จะมี conidium

ลักษณะนิเวศขณะที่พบเชื้อ

ในบริเวณที่ 2 (เส้นทางเดินป่าศึกษาธรรมชาติ) พบเชื้อราชนิดนี้ จำนวน 1 ตัวอย่าง บนใบไม้ ในวันที่ 24 พฤษภาคม 2543 อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดทั้งเดือน 23.2 ^{o}ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 87.5 % ปริมาณน้ำฝน 23.2 มม.



ภาพที่ 46 เชื้อ *Hirsutella* sp.

ก แมลง (unknown) ที่ถูกทำลายด้วยเชื้อ *Hirsutella*

ข phialide (p) และ conidium (c)

***Paecilomyces* sp.**

อาณาจักร: รา
ดิวิชัน: Eumycota
ชั้น: Ascomycetes
อันดับ: Hypocreales
วงศ์: Clavicipitaceae
ระยะ: Mitosporic
สกุล: *Paecilomyces*
ชนิด: sp.
แมลงอาศัย: ดักแด้ผีเสื้อ
ชื่อวิทยาศาสตร์ของแมลงอาศัย: ตัวอย่างแมลงไม่สมบูรณ์ จึงไม่สามารถจำแนกได้ (unknown)
ระยะของเชื้อราที่มีความสัมพันธ์กัน: -

ลักษณะของเชื้อรา (ภาพที่ 47)

เส้นใยใสไม่มีสีจนกระทั่งเหลือง มีผนังกั้น ส่วนใหญ่ผิวเรียบ conidiophore อาจรวมกันเป็น synnema conidiophore แตกกิ่งก้านแบบไม่สม่ำเสมอ ที่ปลายมี phialide รูป flask-shape อยู่กันเป็นกลุ่ม ที่ปลายเรียว มองเห็นส่วนคอชัดเจน conidium หนึ่งเซลล์ ใสไม่มีสี จนถึงมีสีเข้มขึ้น conidium สร้างขึ้นต่อกันเป็นลูกโซ่ ผิวเรียบจนถึงผิวมีหนาม

ลักษณะนิเวศขณะที่พบเชื้อ

ในบริเวณที่ 1 (หลังศูนย์บริการนักท่องเที่ยวห้วยหญ้าเครือ) พบเชื้อราชนิดนี้ จำนวน 1 ตัวอย่าง บนใบไม้ ในวันที่ 24 พฤษภาคม 2543 อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดทั้งเดือน 23.2 ^{o}ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 87.5 % ปริมาณน้ำฝน 23.2 มม.

ภาพที่ 47 เชื้อ *Paecilomyces* sp. บนดักแด้ผีเสื้อ
ก ดักแด้ผีเสื้อที่ถูกทำลายด้วยเชื้อ *Paecilomyces* sp. (sy=synnema)

***Paecilomyces* sp.**

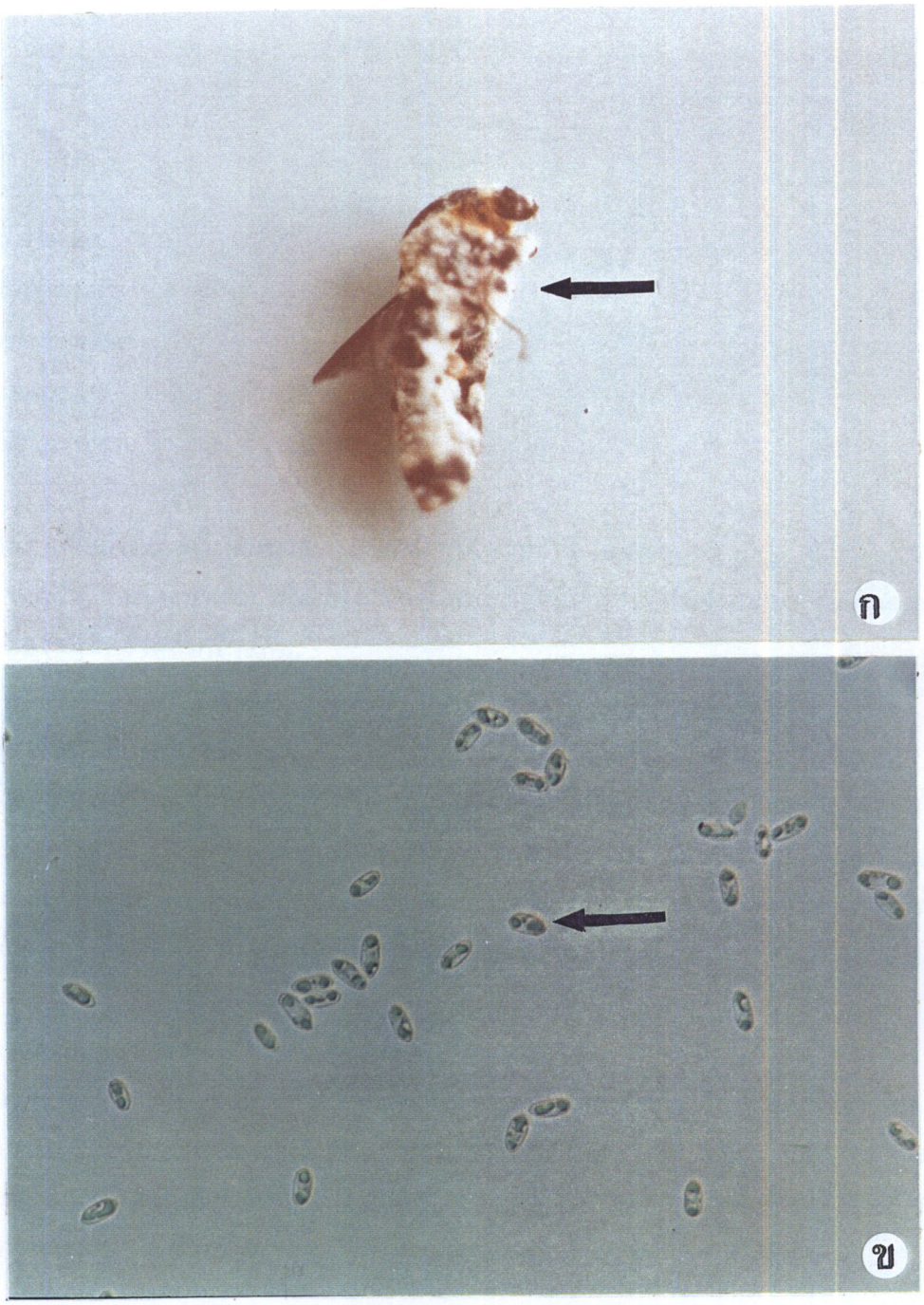
อาณาจักร: รา
ดิวิชัน: Eumycota
ชั้น: Ascomycetes
อันดับ: Hypocreales
วงศ์: Clavicipitaceae
ระยะ: Mitosporic
สกุล: *Paecilomyces*
ชนิด: sp.
แมลงอาศัย: ผีเสื้อ
ชื่อวิทยาศาสตร์ของแมลงอาศัย: ตัวอย่างแมลงไม่สมบูรณ์ จึงไม่สามารถจำแนกได้ (unknown)
ระยะของเชื้อราที่มีความสัมพันธ์กัน: -

ลักษณะของเชื้อรา (ภาพที่ 48)

เส้นใยใสไม่มีสีจนกระทั่งเหลือง มีผนังกั้น ส่วนใหญ่ผิวเรียบ conidiophore อาจรวมกันเป็น synnema conidiophore แตกกิ่งก้านแบบไม่สม่ำเสมอ ที่ปลายมี phialide รูป flask-shape อยู่กันเป็นกลุ่ม ที่ปลายเรียว มองเห็นส่วนคอชัดเจน conidium หนึ่งเซลล์ ใสไม่มีสี จนถึงมีสีเข้มขึ้น conidium สร้างขึ้นต่อกันเป็นลูกโซ่ ผิวเรียบจนถึงผิวมีหนาม

ลักษณะนิเวศขณะที่พบเชื้อ

ในบริเวณที่ 1 (ศูนย์บริการนักท่องเที่ยวห้วยหญ้าเครือ) พบเชื้อราชนิดนี้ จำนวน 1 ตัวอย่าง บนใบไม้ ในวันที่ 21 ธันวาคม 2542 อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดทั้งเดือน 14.8 ^{o} ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 77.9 %



ภาพที่ 48 เชื้อ *Paecilomyces* sp. บนผีเสื้อ
ก ผีเสื้อที่ถูกทำลายด้วยเชื้อ *Paecilomyces*
ข conidium

***Paecilomyces* sp.**

อาณาจักร: รา

ดิวิชัน: Eumycota

ชั้น: Ascomycetes

อันดับ: Hypocreales

วงศ์: Clavicipitaceae

ระยะ: Mitosporic

สกุล: *Paecilomyces*

ชนิด: sp.

แมลงอาศัย: ตัวอย่างแมลงไม่สมบูรณ์ จึงไม่สามารถจำแนกได้ (unknown)

ชื่อวิทยาศาสตร์ของแมลงอาศัย: ตัวอย่างแมลงไม่สมบูรณ์ จึงไม่สามารถจำแนกได้ (unknown)

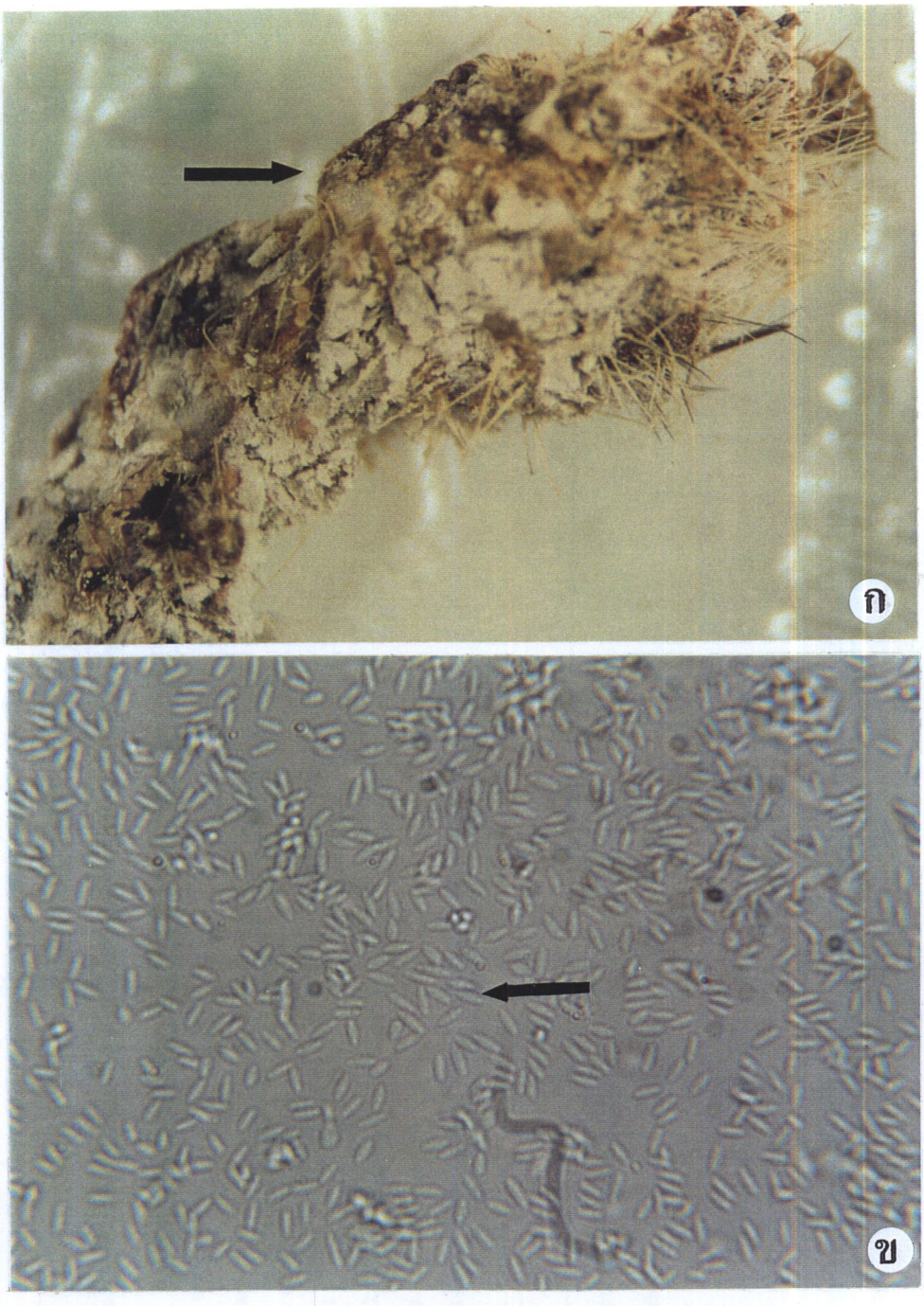
ระยะของเชื้อราที่มีความสัมพันธ์กัน: -

ลักษณะของเชื้อรา (ภาพที่ 49)

เส้นใยใสไม่มีสีจนกระทั่งเหลือง มีผนังกั้น ส่วนใหญ่ผิวเรียบ conidiophore อาจรวมกันเป็น synnema conidiophore แตกกิ่งก้านแบบไม่สม่ำเสมอ ที่ปลายมี phialide รูป flask-shape อยู่กันเป็นกลุ่ม ที่ปลายเรียว มองเห็นส่วนคอชัดเจน conidium หนึ่งเซลล์ ใสไม่มีสี จนถึงมีสีเข้มขึ้น conidium สร้างขึ้นต่อกันเป็นลูกโซ่ ผิวเรียบจนถึงผิวมีหนาม

ลักษณะนิเวศขณะที่พบเชื้อ

ในบริเวณที่ 1 (หลังศูนย์บริการนักท่องเที่ยวห้วยหญ้าเครือ) พบเชื้อราชนิดนี้ จำนวน 1 ตัวอย่าง บนใบไม้ ในวันที่ 28 สิงหาคม 2542 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยตลอดทั้งเดือน 13.1 มม. และอีก 1 ตัวอย่าง บนใบไม้ วันที่ 25 พฤศจิกายน 2543 อุณหภูมิ 20.9 ^{o}ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 68.6 % รวมตัวอย่างทั้งหมด 2 ตัวอย่าง



ภาพที่ 49 เชื้อ *Paecilomyces* sp.

ก แมลง (unknown) ที่ถูกทำลายด้วยเชื้อ *Paecilomyces*

ข conidium

ตารางที่ 13 สกุล (genus) และจำนวนของเชื้อราที่ทำลายแมลง ที่บริเวณศึกษาต่างกัน ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว (21 สิงหาคม 2542-25 กุมภาพันธ์ 2544)

ลำดับที่	สกุล (genus) ของเชื้อรา [1/]	จำนวนเชื้อรา (ตัวอย่าง)		จำนวนรวม (ตัวอย่าง)	นอกบริเวณสำรวจ
		หลังศูนย์บริการนักท่องเที่ยว ห้วยหญ้าเครือ	เส้นทางเดินป่าศึกษาธรรมชาติ		
1	*Aschersonia* sp. on scale insect	19	0	19	0
2	*Cordyceps* spp. on ant	65	122	187	0
3	*Entomophthora* sp. on Diptera adult	2	1	3	0
4	*Hirsutella* sp. on ant	0	1	1	0
	Hirsutella sp. on unknown host	1	0	1	0
5	*Paecilomyces* sp. on Lepidoptera pupa	1	0	1	0
	Paecilomyces sp. on Lepidoptera adult	0	0	0	1*
	Paecilomyces sp. on unknown host	2	0	2	0
รวม	-	90	124	214	1

* ยอดภูผาจิตร อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์

[1/] ในกรณีที่ไม่ระบุระยะพัฒนาการของแมลงอาศัย หมายถึง แมลงถูกเชื้อราขึ้นปกคลุม จึงระบุไม่ได้

Hymenostilbe sp. ผลการศึกษาจำนวนรวมของตัวอย่างเชื้อราที่ทำลายแมลง ซึ่งสามารถจำแนกได้ระดับสกุล 5 สกุล นั้น เมื่อพิจารณาในแต่ละเดือน (21 สิงหาคม 2542 – 25 กุมภาพันธ์ 2544) (ตารางที่ 14-16) และในแต่ละฤดูได้แก่ ฤดูฝน (21 ส.ค. – 14 ต.ค. 42 และ 24 ธ.ค. – 31 ต.ค. 43) ฤดูหนาว (17 พ.ย. 42 – 16 ม.ค. 43 และ 25 พ.ย. 43 – 30 ม.ค. 44) และฤดูร้อน (21 ก.พ. – 9 เม.ย. 43 และ 25 ก.พ. 44) ดังปรากฏในตารางที่ 17

นอกจากสำรวจพบเชื้อราที่ทำลายแมลงแล้ว ในขณะที่สำรวจยังพบเชื้อราที่ทำลายแมงมุมด้วย รวมทั้งหมด 16 ตัวอย่าง ซึ่งสามารถจำแนกในระดับชนิดได้ 4 ชนิด และในระดับสกุลได้ 1 สกุล ได้แก่ เชื้อ *Akanthomyces arachnophilus* (ภาพที่ 50) *Cordyceps* cf. *nelumboides* (ภาพที่ 51), *Gibellula pulchra* (ภาพที่ 52), *Paecilomyces javanicus* (ภาพที่ 53) และ *Gibellula* (ภาพที่ 54) (ตารางที่ 18) สรุปจำนวนรวมตัวอย่างทั้ง 3 ฤดู (ตารางที่ 19) พบ เชื้อ *Akanthomyces arachnophilus* 3 ตัวอย่าง, *Cordyceps* cf. *nelumboides* 1 ตัวอย่าง, *Gibellula pulchra* 1 ตัวอย่าง, *Paecilomyces javanicus* 1 ตัวอย่าง และ *Gibellula* 10 ตัวอย่าง เมื่อพิจารณารวมเชื้อ 4 ชนิด 1 สกุล ในแต่ละฤดู พบว่า ในฤดูฝน พบจำนวนตัวอย่างมากที่สุด จำนวน 12 ตัวอย่าง

จากการศึกษาครั้งนี้พบเชื้อราที่รายงานพบครั้งแรกในไทย 3 ชนิด คือ เชื้อ *Hirsutella saussurei* ซึ่งเป็นระยะสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ (anamorph), เชื้อ *Cordyceps humberti* ซึ่งเป็นระยะสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ (teleomorph) ซึ่งทั้ง 2 ระยะนี้พบบนต่อ *Icaria* sp. และเชื้อชนิดดังกล่าวข้างต้นนี้เป็นเชื้อราที่เคยมีรายงานการพบมาครั้งหนึ่งในโลกเมื่อประมาณมากกว่า 70 ปีที่ผ่านมา (ข้อมูลและการวินิจฉัย โดย Dr. Nigel Leslie Hywel-Jones) ซึ่งพบโดยศิวิลัย สิริมังคารัตน์ และคณะเมื่อปี 2542 และเชื้อ *Hymenostilbe odonatae* พบบนแมลงปอ ซึ่งพบโดยอภิญญา วงษ์แก้ว และคณะเมื่อปี 2542 (ศิวิลัย และคณะ, 2545; อภิญญา และคณะ, 2545) ซึ่งลักษณะของเชื้อนั้นมีลักษณะที่สำคัญ คือ เชื้อ *Hirsutella saussurei* พบเฉพาะ synnema เท่านั้นที่เจริญออกมาจากส่วนหัว ส่วนอก และส่วนท้องของต่อ ซึ่งพบ synnema ได้ตั้งแต่ 1-4 อัน บางครั้งก็พบว่ามีการแตกเป็นแฉกที่ส่วนปลายของ synnema จำนวน 1 แฉก สีของ synnema มีสีน้ำตาล-ดำ (ภาพที่ 21)

เชื้อ *Cordyceps humberti* พบมีการพัฒนาการสร้างปม (stroma) บน synnema ซึ่งมี perithecium ฝังอยู่ภายใน และปมที่เจริญบน synnema แต่ละอันนั้น จะพบปมบน synnema ที่เจริญออกมาจากส่วนหัวและส่วนอก ซึ่งพบได้ 1-3 ปม ลักษณะสีของปมมีสีน้ำตาล-ดำ (ภาพที่ 11)

เชื้อ *Hymenostilbe odonatae* เมื่อสังเกตลักษณะเชื้อราชนิดนี้ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ พบว่าเชื้อราอยู่ในระยะ anamorph สร้าง synnema สีเหลืองอ่อน กระจายเรียงกันบนส่วนปล้องท้องของแมลงปอ (ภาพที่ 26 ก) และสร้างสปอร์มีลักษณะ กลมรี ใส ไม่มีสี (ภาพที่ 26 ค)

ตารางที่ 14 สกุล (genus) และจำนวนของเชื้อราที่ทำลายแมลง ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว ในแต่ละเดือน ระหว่างฤดูฝน (21 ส.ค. – 14 ต.ค. 42) และฤดูหนาว (17 พ.ย. 42- 16 ม.ค. 43)

ลำดับที่	ชนิด (species) เชื้อรา [1/]	จำนวนเชื้อรา (ตัวอย่าง)								
		ฤดูฝน					ฤดูหนาว			
		21 ส.ค. 42	28 ส.ค. 42	30 ก.ย. 42	14 ต.ค. 42	จำนวนรวม/ฤดู	17 พ.ย. 42	21 ธ.ค. 42	16 ม.ค. 43	จำนวนรวม/ฤดู
1	*Aschersonia* sp. on scale insect	0	2	2	0	4	0	0	5	5
2	*Cordyceps* spp. on ant	0	28	30	40	98	19	0	0	15
3	*Entomophthora* sp. on Diptera adult	0	1	1	0	2	0	1	0	1
4	*Hirsutella* sp. on ant	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Hirsutella sp. on unknown host	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	*Paecilomyces* sp. on Lepidoptera pupa	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Paecilomyces sp. on Lepidoptera adult	0	0	0	0	0	0	1	0	1
	Paecilomyces sp. on unknown host	0	1	0	0	1	0	0	0	0
รวม	-	0	32	33	40	105	19	2	5	26

[1/] ในกรณีที่ไม่ระบุระยะพัฒนาการของแมลงอาศัย หมายถึง แมลงถูกเชื้อราขึ้นปกคลุม จึงระบุไม่ได้

ตารางที่ 15 สกุล (genus) และจำนวนของเชื้อราที่ทำลายแมลง ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว ในแต่ละเดือน ระหว่างฤดูร้อน (21 ก.พ. – 9 เม.ย. 43) และฤดูฝน (24 พ.ค. – 31 ต.ค. 43)

ลำดับที่	ชนิด (species) เชื้อรา [1/]	จำนวนเชื้อรา (ตัวอย่าง)										
		ฤดูร้อน				ฤดูฝน						
		21 ก.พ.	11 มี.ค.	9 เม.ย.	จำนวน	24 พ.ค.	30 มิ.ย.	30 ก.ค.	17 ส.ค.	30 ก.ย.	31 ต.ค.	จำนวน
		43	43	43	รวม/ฤดู	43	43	43	43	43	43	รวม/ฤดู
1	*Aschersonia* sp. on scale insect	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
2	*Cordyceps* spp. on ant	0	0	0	0	2	6	2	0	50	10	70
3	*Entomophthora* sp. on Diptera adult	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	*Hirsutella* sp. on ant	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
	Hirsutella sp. on unknown host	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	*Paecilomyces* sp. on Lepidoptera pupa	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
	Paecilomyces sp. on Lepidoptera adult	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Paecilomyces sp. on unknown host	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
รวม	-	0	0	0	0	5	6	2	0	50	12	74

[1/] ในกรณีที่ไม่ระบุระยะพัฒนาการของแมลงอาศัย หมายถึง แมลงถูกเชื้อราขึ้นปกคลุม จึงระบุไม่ได้

ตารางที่ 16 สกุล (genus) และจำนวนของเชื้อราที่ทำลายแมลง ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว ในแต่ละเดือน ระหว่างฤดูหนาว (25 ก.พ. 43 – 30 ม.ค. 44) และฤดูร้อน (25 ก.พ. 44)

ลำดับที่	ชนิด (species) เชื้อรา [1/]	จำนวนเชื้อรา (ตัวอย่าง)					
		ฤดูหนาว				ฤดูร้อน	
		25 พ.ย. 43	23 ธ.ค. 43	30 ม.ค. 44	จำนวนรวม/ฤดู	25 ก.พ. 44	จำนวนรวม/ฤดู
1	*Aschersonia* sp. on scale insect	8	0	0	8	0	0
2	*Cordyceps* spp. on ant	0	0	0	0	0	0
3	*Entomophthora* sp. on Diptera adult	0	0	0	0	0	0
4	*Hirsutella* sp. on ant	0	0	0	0	0	0
	Hirsutella sp. on unknown host	1	0	0	1	0	0
5	*Paecilomyces* sp. on Lepidoptera pupa	0	0	0	0	0	0
	Paecilomyces sp. on Lepidoptera adult	0	0	0	0	0	0
	Paecilomyces sp. on unknown host	1	0	0	1	0	0
รวม	-	10	0	0	10	0	0

[1/] ในกรณีที่ไม่ระบุระยะพัฒนาการของแมลงอาศัย หมายถึง แมลงถูกเชื้อราขึ้นปกคลุม จึงระบุไม่ได้

ตารางที่ 17 สกุล (genus) และจำนวนของเชื้อราที่ทำลายแมลง ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว ระหว่างฤดูฝน (21 ส.ค.-14 ต.ค. 42 และ 24 พ.ค.- 31 ต.ค. 43) ฤดูหนาว (17 พ.ย. 42-16 ม.ค. 43 และ 25 พ.ย. 43 – 30 ม.ค. 44) และฤดูร้อน (21 ก.พ.- 9 เม.ย.43 และ 25 ก.พ. 44)

ลำดับที่	ชนิด (species) เชื้อรา [1/]	แมลงอาศัย				รวม	จำนวน (ตัวอย่าง)		
		อันดับ	วงศ์	สกุล	ชนิด		ฤดูฝน	ฤดูหนาว	ฤดูร้อน
1	*Aschersonia* sp. on scale insect	Homoptera	Coccidae	-	-	19	6	13	0
2	*Cordyceps* spp. on ant	Hymenoptera	Formicidae	*Polyrhachis*	*armata*	187	168	19	0
3	*Entomophthora* sp. on Diptera adult	Diptera	Tipulidae	*Tipula*	sp.	1	0	1	0
	Entomophthora sp. on Diptera adult	Diptera	Muscidae	-	-	2	2	0	0
4	*Hirsutella* sp. on ant	Hymenoptera	Formicidae	-	-	1	1	0	0
	Hirsutella sp. on unknown host	-	-	-	-	1	0	1	0
5	*Paecilomyces* sp. on Lepidoptera pupa	Lepidoptera	-	-	-	1	1	0	0
	Paecilomyces sp. on Lepidoptera adult	Lepidoptera	-	-	-	1	0	1	0
	Paecilomyces sp. on unknown host	-	-	-	-	2	1	1	0
รวม	-	4	4	2	-	215	179	36	0

[1/] ในกรณีที่ไม่ระบุระยะพัฒนาการของแมลงอาศัย หมายถึง แมลงถูกเชื้อราขึ้นปกคลุม จึงระบุไม่ได้

***Akanthomyces arachnophilus* (Petch) Samson & H.C. Evans**

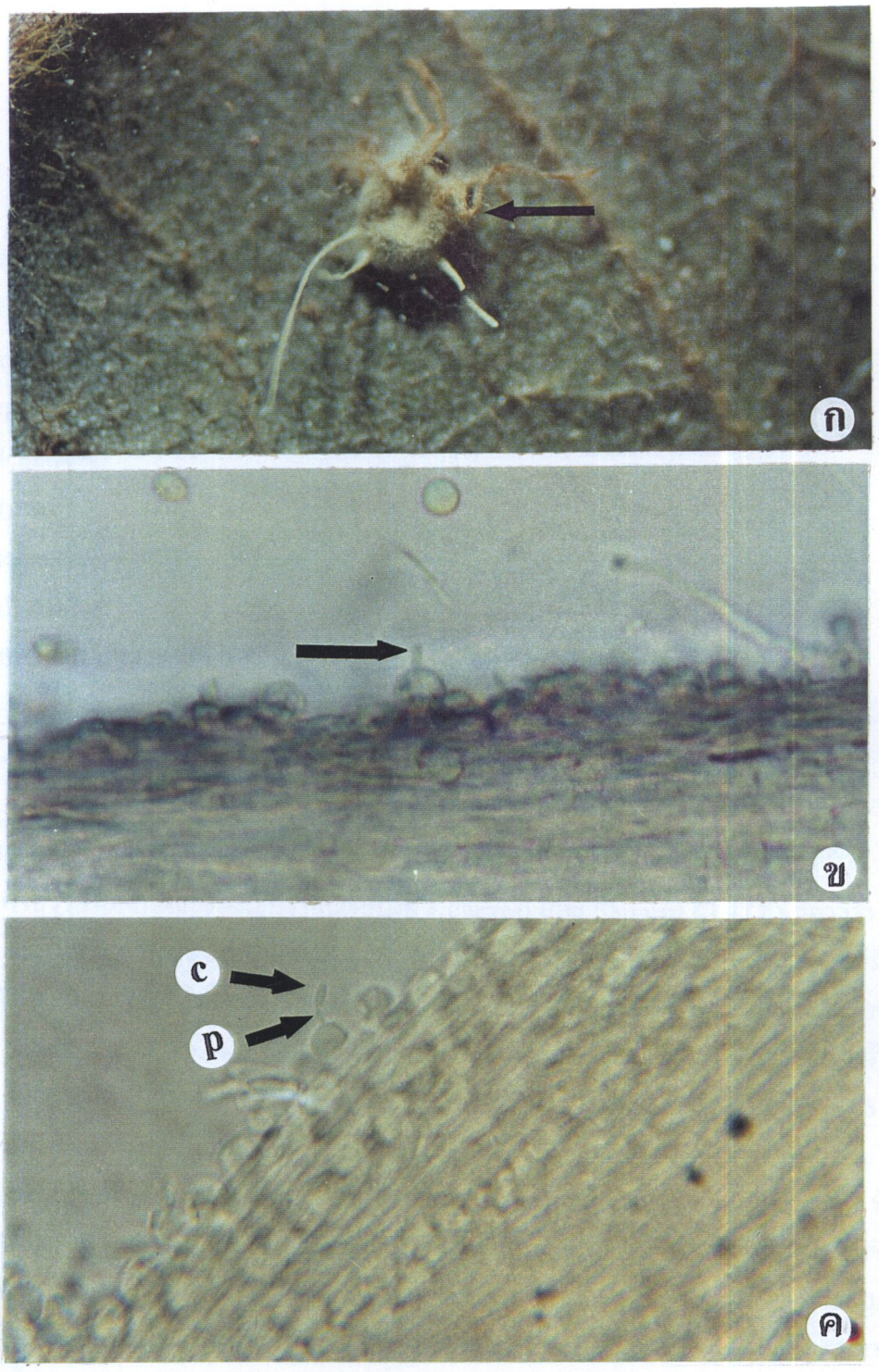
อาณาจักร: รา
ดิวิชัน: Eumycota
ชั้น: Ascomycetes
อันดับ: Hypocreales
วงศ์: Clavicipitaceae
ระยะ: Mitosporic
สกุล: *Akanthomyces*
ชนิด: *arachnophilus*
แมลงอาศัย: แมงมุม
ชื่อวิทยาศาสตร์ของแมลงอาศัย: ตัวอย่างแมงมุมไม่สมบูรณ์ จึงไม่สามารถจำแนกได้ (unknown)
ระยะของเชื้อราที่มีความสัมพันธ์กัน: -

ลักษณะของเชื้อรา (ภาพที่ 50)

Stroma มีสีเหลืองออกครีม หรือเส้นใยมีสีขาวปกคลุมตัวแมงมุม synnema มีสีขาว เมื่อตัวอย่างสด มีสีครีม เมื่อแห้ง ชู ตั้งตรง มีอันเดียว (ส่วนน้อยที่จะพบ 2 หรือ 3 อันอยู่ด้วยกัน) รูปร่างทรงกระบอก มีความสูงถึง 6 มม. เส้นผ่าศูนย์กลาง 45-60 (หรือ 45-100 ไมโครเมตร) phialide เป็นแบบชั้นเดียว กระจัดกระจาย (บางครั้งบางคราวพบอยู่รวมกันแน่น) กลม ผนังเรียบ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3.0-4.5 ไมโครเมตร ส่วนคอสังเกตเห็นได้ชัดเจน 0.5 x 1.0 ไมโครเมตร conidium ต่อกันเป็นลูกโซ่ มีเซลล์เดียว ผนังเรียบ ใส ไม่มีสี รูปร่างแบบ cymbiform ขนาด 1.0 x 3.0 ไมโครเมตร

ลักษณะนิเวศขณะที่พบเชื้อ

ในบริเวณที่ 1 (หลังศูนย์บริการนักท่องเที่ยวห้วยหญ้าเครือ) พบเชื้อราชนิดนี้ จำนวน 2 ตัวอย่าง บนใบต้นม้าคอกแตก ในวันที่ 30 กันยายน 2542 ปริมาณน้ำฝน 14.2 มม. และอีก 1 ตัวอย่าง บนใบก่อ ในวันที่ 9 เมษายน 2543 อุณหภูมิเฉลี่ย 24.8 ^{o}ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 68.5 % รวมตัวอย่างทั้งหมด 3 ตัวอย่าง



ภาพที่ 50 เชื้อ *Akanthomyces arachnophilus*

ก แมงมุมที่ถูกทำลายด้วยเชื้อ *A. arachnophilus*

ข phialide

ค phialide (p) และ conidium (c)

Cordyceps cf. *nelumboides* Kobayasi & Shimizu

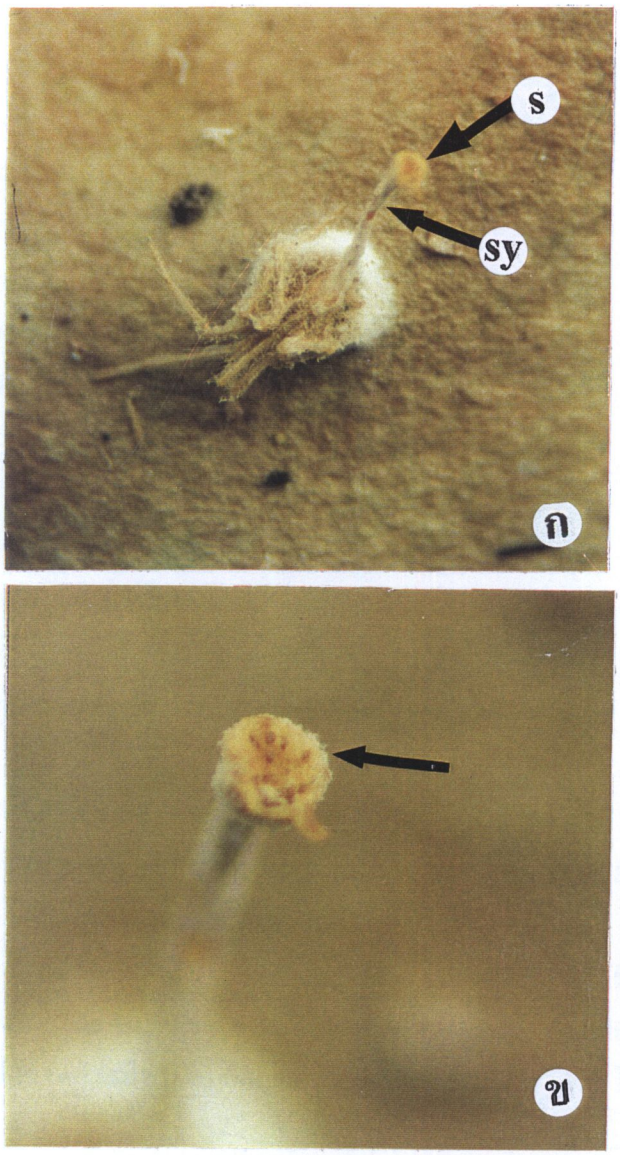
อาณาจักร: รา
ดิวิชัน: Eumycota
ดิวิชันย่อย: Ascomycota
ชั้น: Ascomycetes
อันดับ: Hypocreales
วงศ์: Clavicipitaceae
สกุล: *Cordyceps*
ชนิด: cf. *nelumboides*
แมลงอาศัย: แมงมุม
ชื่อวิทยาศาสตร์ของแมลงอาศัย: ตัวอย่างแมงมุมไม่สมบูรณ์ จึงไม่สามารถจำแนกได้ (unknown)
ระยะของเชื้อราที่มีความสัมพันธ์กัน: *Isaria (Paecilomyces) atypicola*

ลักษณะของเชื้อรา (ภาพที่ 51)

จากคำบรรยายลักษณะของเชื้อราชนิดนี้โดย Kobayasi และ Shimizu (1977) กล่าวว่า เส้นใยเจริญอยู่ด้านบนปกคลุมตัวแมงมุม รูปร่างแบบ cushion-like มีขน สีขาว ใสไม่มีสี ความกว้างขนาด 3.0-4.0 ไมโครเมตร มีผนังกั้นหลายอัน และปกติจะโค้ง stroma รูปทรงกระบอก ใส solid ขนาด 0.4 x 4.0 มม. สีขาว ส่วนใหญ่ผนังเรียบ medulla cell ใส ไม่มีสี กว้าง 3.5 -7.5 ไมโครเมตร ความยาวรวมกันแน่น เส้นใยอยู่ด้านบน spares กว้าง 2.5 - 3.0 ไมโครเมตร มีผนังกั้นหลายอันและบวม (fertile part broadly discoid) ขนาด 2.0 x 0.8 มม. สีครีมอ่อน slightly convex ประมาณ 50 papillate ระหว่าง textureในstroma perithecium ทั้งหมดฝังอยู่ภายใน รูปร่างแบบ fusoid-ellipsoid ถึงรูปร่างคล้าย cymbiform บางครั้งโค้ง ขนาด 535.0 - 545.0 x 180.0 - 190.0 ไมโครเมตร ascus ขนาด 5.0 - 6.0 x 400.0 - 450.0 ไมโครเมตร apical cap กว้าง 4.0-4.5 ไมโครเมตร ascospore แบ่งออกเป็น past-spore ขนาด 1.0 x 5.0 ไมโครเมตร

ลักษณะนิเวศขณะที่พบเชื้อ

ในบริเวณที่ 1 (หลังศูนย์บริการนักท่องเที่ยวห้วยหญ้าเครือ) พบเชื้อราชนิดนี้ จำนวน 1 ตัวอย่าง บนใบไม้ ในวันที่ 25 พฤศจิกายน 2543 อุณหภูมิ 20.2 ^{o}ช ความชื้นสัมพัทธ์ 68.6 %



ภาพที่ 51 เชื้อ *Cordyceps* cf. *nelumboides*

ก แมงมุมที่ถูกทำลายด้วยเชื้อ *C.* cf. *nelumboides* (sy=synnema, s=stroma)

ข stroma

***Gibellula pulchra* (Sacc.) Cavara**

อาณาจักร: รา
ดิวิชัน: Eumycota
ชั้น: Ascomycetes
อันดับ: Hypocreales
วงศ์: Clavicipitaceae
ระยะ: Mitosporic
สกุล: *Gibellula*
ชนิด: *pulchra*
แมลงอาศัย: แมงมุม
ชื่อวิทยาศาสตร์ของแมลงอาศัย: ตัวอย่างแมงมุมไม่สมบูรณ์ จึงไม่สามารถจำแนกได้ (unknown)
ระยะของเชื้อราที่มีความสัมพันธ์กัน: Teleomorph unknown

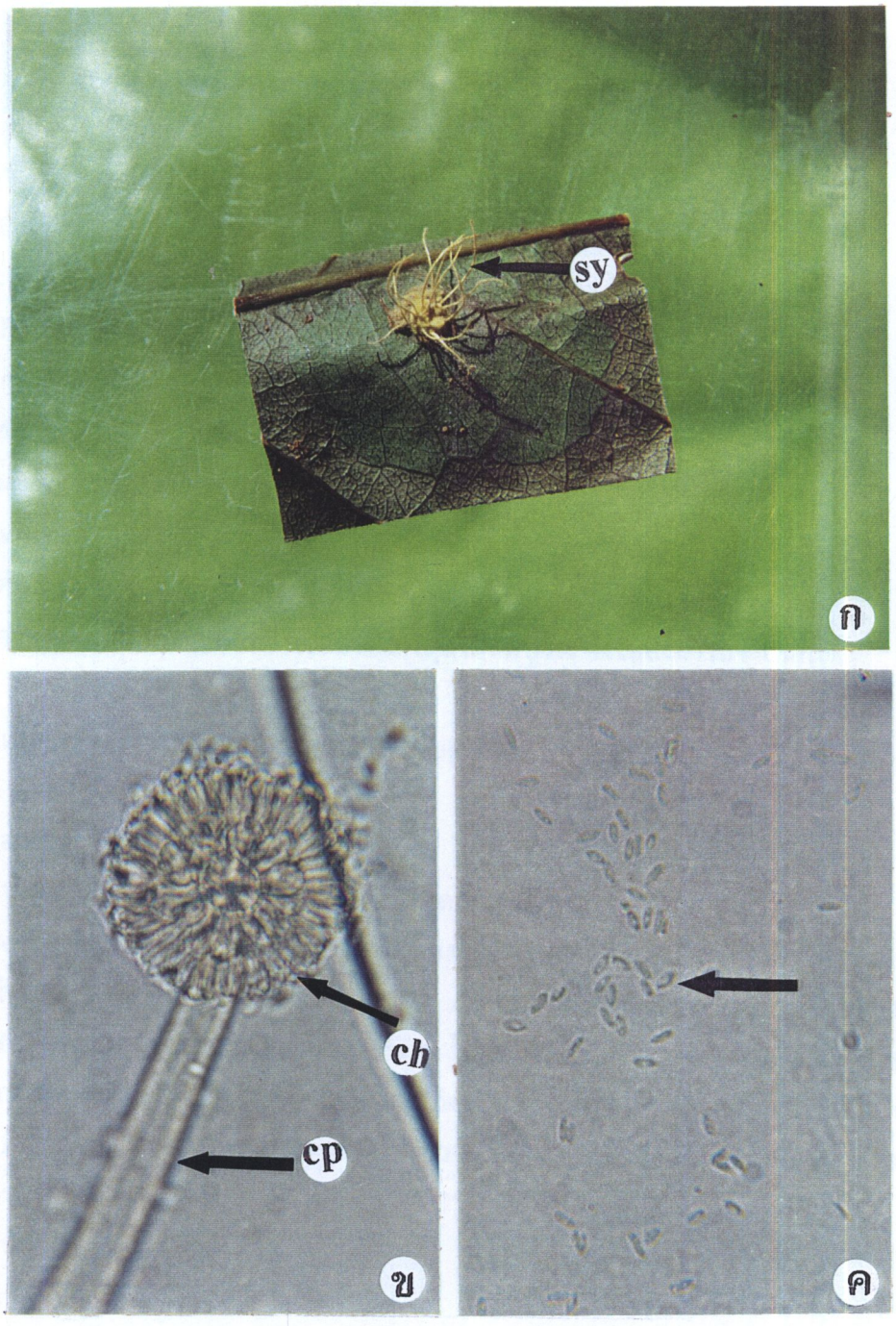
ลักษณะของเชื้อรา (ภาพที่ 52)

จากคำบรรยายของเชื้อราชนิดนี้โดย Samson และ Evans (1973) กล่าวว่า

Synnema สีเหลือง เจริญออกจากส่วนลำตัวของแมงมุม บน synnema จะพบ conidiophore อยู่กันอย่างหนาแน่น conidiophore ไม่แตกกิ่งก้าน ผิวขรุขระ ส่วนปลายของ conidiophore สร้าง vesicle บน vesicle จะมี phialide หนาแน่น conidium รูปไข่ ผิวเรียบ เซลล์เดียว **แต่จากการสำรวจครั้งนี้พบ conidium ขนาด 1.0 x 3.0 – 4.0 ไมโครเมตร**

ลักษณะนิเวศขณะที่พบเชื้อ

ในบริเวณที่ 1 (หลังศูนย์บริการนักท่องเที่ยวห้วยหญ้าเครือ) พบเชื้อราชนิดนี้ จำนวน 1 ตัวอย่าง บนใบเหมียดขาว ในวันที่ 30 กันยายน 2542 ปริมาณน้ำฝน 14.2 มม.



ภาพที่ 52 เชื้อ *Gibellula pulchra*

ก แมงมุมที่ถูกทำลายด้วยเชื้อ *G. pulchra*

ข conidiophore (cp) และ conidial head (ch)

ค conidium

***Paecilomyces javanicus* (Friederichs & Bally) Brown & Smith**

อาณาจักร: รา
ดิวิชัน: Eumycota
ชั้น: Ascomycetes
อันดับ: Hypocreales
วงศ์: Clavicipitaceae
ระยะ: Mitosporic
สกุล: *Paecilomyces*
ชนิด: *javanicus*
แมลงอาศัย: แมงมุม
ชื่อวิทยาศาสตร์ของแมลงอาศัย: ตัวอย่างแมงมุมไม่สมบูรณ์ จึงไม่สามารถจำแนกได้ (unknown)
ระยะของเชื้อราที่มีความสัมพันธ์กัน: Teleomorph unknown

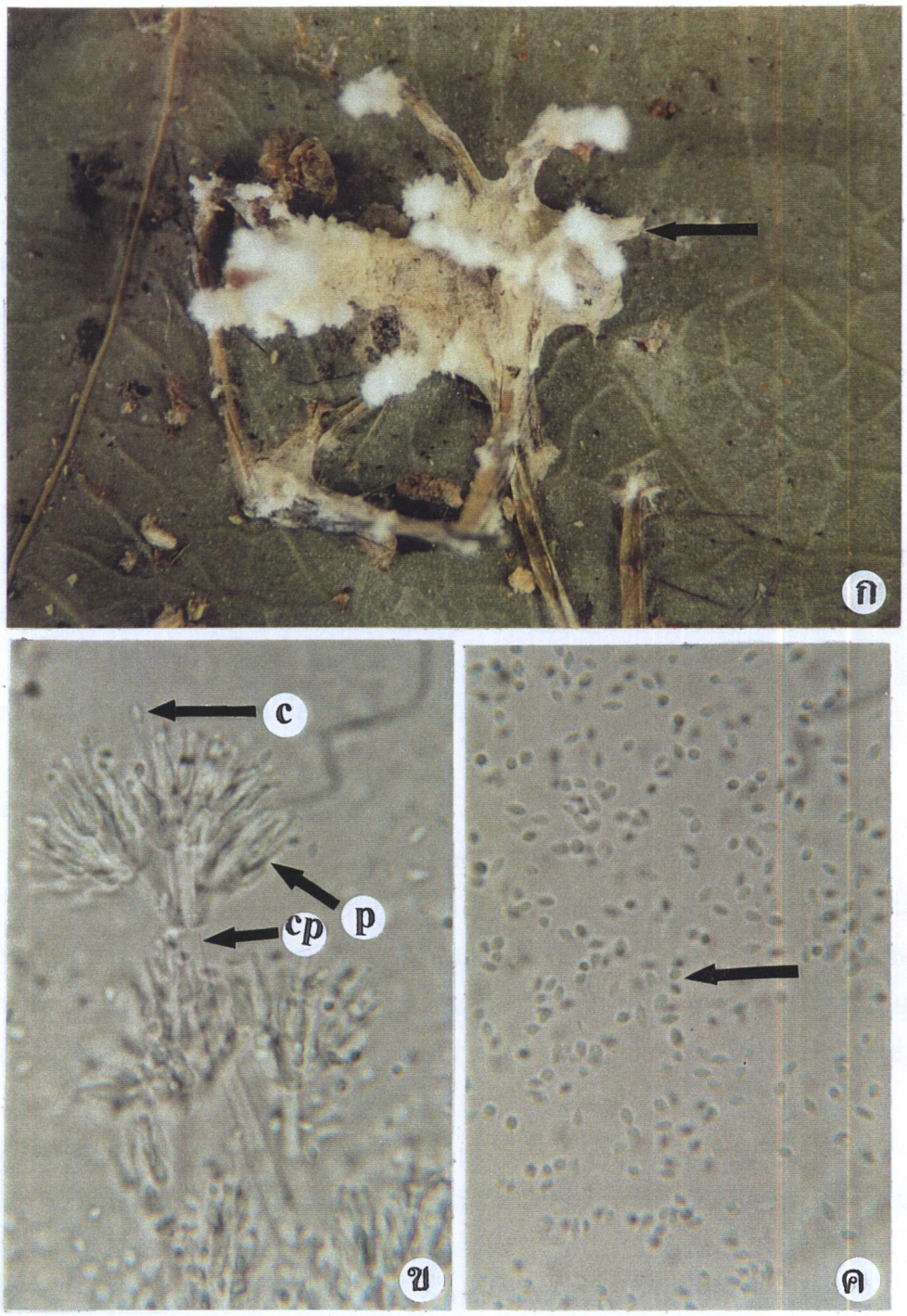
ลักษณะของเชื้อรา (ภาพที่ 53)

จากคำบรรยายลักษณะของเชื้อราชนิดนี้ โดย Samson (1974) กล่าวว่า

Conidiophore มีลักษณะเป็นกิ่งก้าน คล้ายก้นหอย ซึ่งจะเป็นวงล้อม ประกอบด้วย phialide จำนวน 2 -3 อัน pialide ขนาด 2-2.8 x 8-14 ไมโครเมตร ส่วนฐานของ phialide มีรูปร่างเป็นทรงกระบอก ลักษณะเรียว ยาว บาง ไปจนถึงส่วนคอ ขนาด 0.7-1.4 x 2-4.5 ไมโครเมตร conidium ลักษณะรูปทรงกระบอก ถึงรูปทรง fusiform ผนังเรียบ ใสไม่มีสี ขนาด 1.4-1.7 x 5-7.4 ไมโครเมตร **แต่จากการสำรวจครั้งนี้พบ conidium ขนาด 1.0 x 3.0 - 5.0 ไมโครเมตร**

ลักษณะนิเวศขณะที่พบเชื้อ

ในบริเวณที่ 2 (เส้นทางเดินป่าศึกษาธรรมชาติ) พบเชื้อราชนิดนี้ จำนวน 1 ตัวอย่าง บนใบไม้ ในวันที่ 17 สิงหาคม 2543 อุณหภูมิ 24.2 ^{o}ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 81.6 % ปริมาณน้ำฝน 30.8 มม.



ภาพที่ 53 เชื้อ *Paecilomyces javanicus*

ก แมงมุมที่ถูกทำลายด้วยเชื้อ *P. javanicus*

ข conidiophore (cp), phialide (p) และ conidium (c)

ค conidium

***Gibellula* sp.**

อาณาจักร: รา
ดิวิชัน: Eumycota
ชั้น: Ascomycetes
อันดับ: Hypocreales
วงศ์: Clavicipitaceae
ระยะ: Mitosporic
สกุล: *Gibellula*
ชนิด: sp.
แมลงอาศัย: แมงมุม
ชื่อวิทยาศาสตร์ของแมลงอาศัย: ตัวอย่างแมงมุมไม่สมบูรณ์ จึงไม่สามารถจำแนกได้ (unknown)
ระยะของเชื้อราที่มีความสัมพันธ์กัน: *Torrubiella*

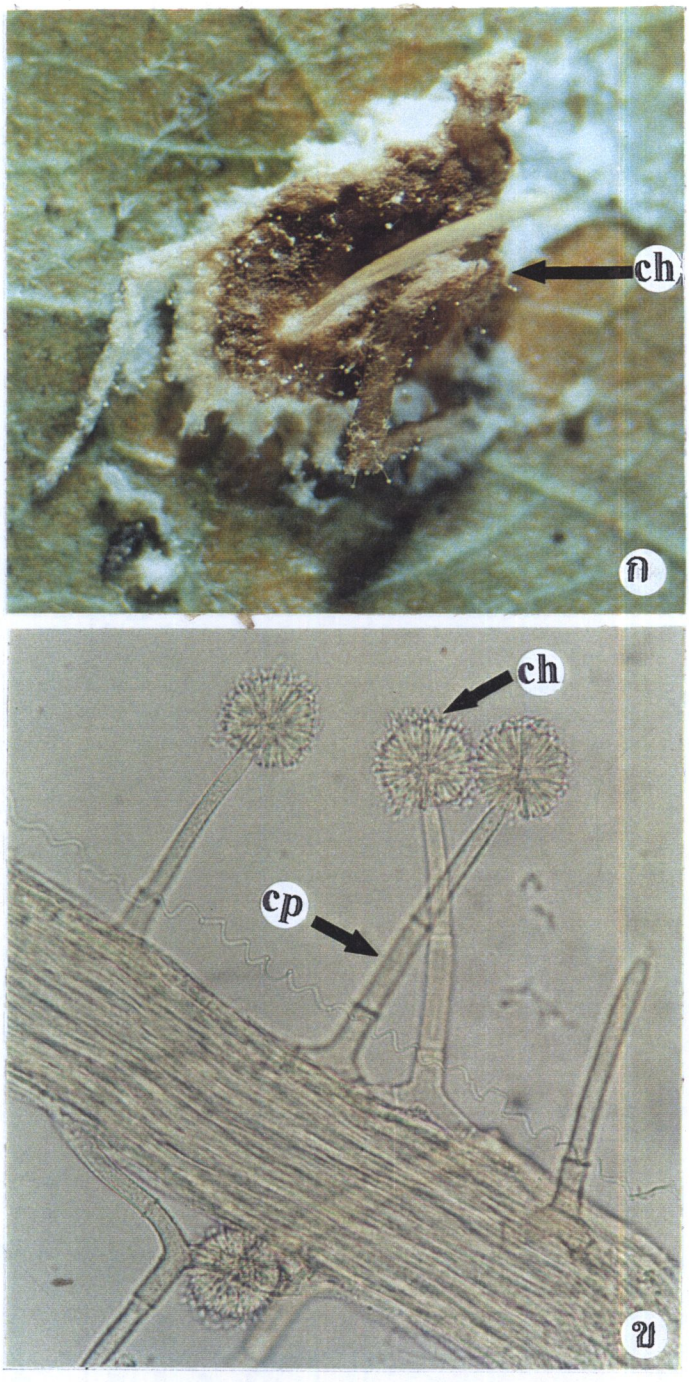
ลักษณะของเชื้อรา (ภาพที่ 54)

จากคำบรรยายลักษณะของเชื้อชนิดนี้ โดย Humber (1997) กล่าวว่า

Synnema สีขาว เหลือง เทา จนถึงสีม่วง โดยเฉพาะเมื่อยังสดอยู่ ต่อมาจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเมื่อแก่ conidiuml head อยู่กันอย่างเป็นกลุ่ม กระจายตาม synnema conidiophore มีผนังกั้น ผิวขรุขระ ส่วนปลายขยายออก phialide อยู่รวมกันเป็นกลุ่มอยู่บนส่วนเซลที่พองออก phialide ไม่เห็นส่วนคออย่างเด่นชัด conidium ผิวเรียบ ไม่มีผนังกั้น เกิดเรียงกันเป็นลูกโซ่สั้น ๆ

ลักษณะนิเวศขณะที่พบเชื้อ

ในบริเวณที่ 1 (หลังศูนย์บริการนักท่องเที่ยวห้วยหญ้าเครือ) พบเชื้อราชนิดนี้ จำนวน 2 ตัวอย่าง บนใบก่อด่าง บนใบอบเชย จำนวน 2 ตัวอย่าง บนใบไม้ ในวันที่ 28 สิงหาคม 2542 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 13.1 มม., จำนวน 2 ตัวอย่าง บนใบไม้ ในวันที่ 30 กันยายน 2542 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 14.2 มม., จำนวน 1 ตัวอย่าง บนใบไม้ ในวันที่ 30 มิถุนายน 2543 อุณหภูมิ 23.7 ^{o}ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 83.7 % ปริมาณน้ำฝน 53.8 มม., จำนวน 2 ตัวอย่าง ในวันที่ 25 พฤศจิกายน 2543 อุณหภูมิ 20.9 ^{o}ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 68.6 % ส่วนในบริเวณที่ 2 (เส้นทางเดินป่าศึกษาธรรมชาติ) จำนวน 1 ตัวอย่าง บนใบไม้ ในวันที่ 30 มิถุนายน 2543 รวมจำนวนตัวอย่างทั้งหมด 10 ตัวอย่าง



ภาพที่ 54 เชื้อ *Gibellula* sp.

ก แมงมุมที่ถูกทำลายด้วยเชื้อ *Gibellula*

ข conidiophore (cp) และ conidial head (ch)

ตารางที่ 18 ชนิด (species) สกุล (genus) และจำนวนของเชื้อราที่ทำลายแมงมุม ที่บริเวณศึกษาต่างกัน ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว (21 สิงหาคม 2542 – 25 กุมภาพันธ์ 2544)

ลำดับที่	สกุล (genus) ของเชื้อรา	จำนวนเชื้อรา (ตัวอย่าง)		จำนวนรวม (ตัวอย่าง)
		หลังศูนย์บริการนักท่องเที่ยวห้วยหญ้าเครือ	เส้นทางเดินป่าศึกษาธรรมชาติ	
1	*Akanthomyces arachnophilus*	3	0	3
2	*Cordyceps* cf. *nelumboides*	1	0	1
3	*Gibellula pulchra*	1	0	1
4	*Paecilomyces javanicus*	0	1	1
5	*Gibellula* sp.	9	1	10
	รวม	14	2	16

ตารางที่ 19 จำนวนชนิด (spceies) และสกุล (genus) ของเชื้อราที่ทำลายแมงมุม ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว ในแต่ละฤดู ระหว่างฤดูฝน (21 ส.ค.-14 ต.ค. 42 และ 24 พ.ค.-31 ต.ค. 43) ฤดูหนาว (17 พ.ย. 42-16 ม.ค. 43 และ 25 พ.ย. 43-30 ม.ค. 44) และฤดูร้อน (21 ก.พ. - 9 เม.ย. 43 และ 25 ก.พ. 44)

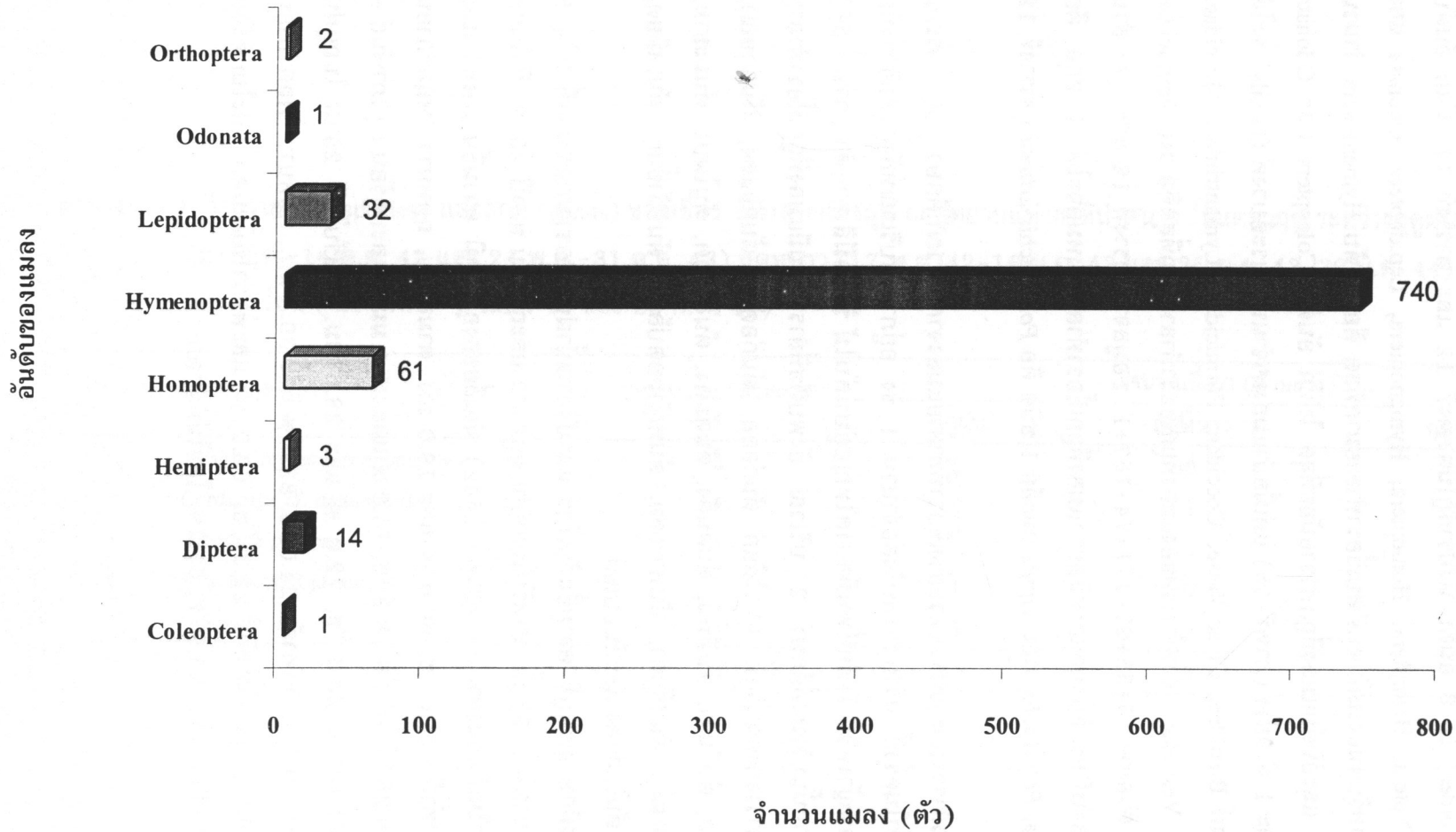
ลำดับที่	ชนิด/สกุลเชื้อรา	จำนวนรวม (ตัวอย่าง)	จำนวนเชื้อรา (ตัวอย่าง)		
			ฤดูฝน	ฤดูหนาว	ฤดูร้อน
1	*Akanthomyces arachnophilus*	3	2	0	1
2	*Cordyceps* cf. *nelumboides*	1	0	1	0
3	*Gibellula pulchra*	1	1	0	0
4	*Paecilomyces javanicus*	1	1	0	0
5	*Gibellula* sp.	10	8	2	0
	รวม	16	12	3	1

1.2 การจำแนกแมลงที่ถูกเชื้อราทำลาย แมลงที่ถูกเชื้อราเข้าทำลายได้นำมาจำแนกในระดับอันดับ (order) ได้ 8 อันดับ ดังปรากฏในตารางที่ 12 และ ตารางที่ 17 ได้แก่ อันดับ Coleoptera, Diptera, Hemiptera, Homoptera, Hymenoptera, Lepidoptera, Odonata และ Orthoptera สำหรับแมลงในอันดับที่พบเชื้อราทำลายมากที่สุด คือ อันดับ Hymenoptera จำนวน 740 ตัวอย่าง และอันดับแมลงที่ถูกทำลายน้อยที่สุด ได้แก่ อันดับ Coleoptera และ Odonata จำนวนอันดับละ 1 ตัวอย่าง (ภาพที่ 55) แต่เมื่อนำแมลงมาจำแนกในระดับวงศ์ (family) จะได้ 8 วงศ์ คือ วงศ์ Blattidae, Cicadellidae, Coccidae, Formicidae, Lymantriidae, Muscidae, Tipulidae และ Vespidae สำหรับวงศ์ของแมลงที่ถูกเชื้อราทำลายมากที่สุดคือ วงศ์ Formicidae จำนวน 590 ตัวอย่าง (5+55+97+171+74+187+1, ข้อมูลจากตารางที่ 12 และ 17) ส่วนการจำแนกลึกลงไปในระดับสกุลและชนิดของแมลงที่ถูกเชื้อราทำลายทั้งหมดจะได้ 4 สกุล คือ *Icaria, Pantana, Polyrhachis* และ *Tipula* และอีก 1 ชนิด คือ *Polyrhachis armata* (ตารางที่ 12 และ 17)

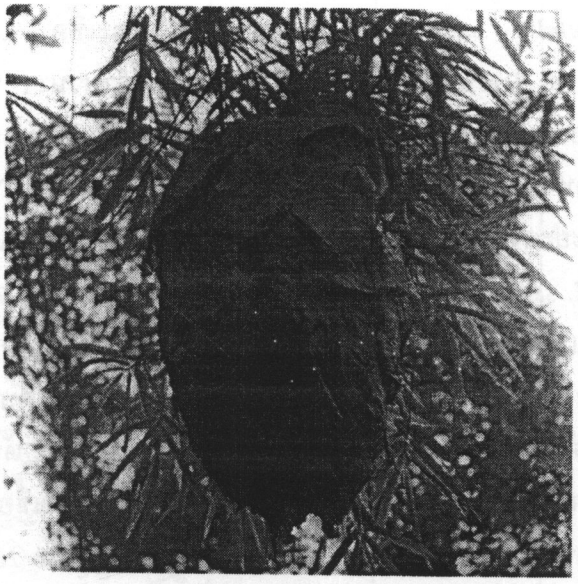
ผลการสำรวจและรวบรวมตัวอย่างเชื้อราที่ทำลายแมลงจากบริเวณที่ศึกษา 2 บริเวณ ตลอดการศึกษาในครั้งนี้ ปรากฏว่าพบรังต่อจำนวน 1 รัง อยู่ภายในบริเวณหลังศูนย์บริการนักท่องเที่ยวห้วยหญ้าเครือ รังต่อที่พบมีขนาดใหญ่อยู่บนต้นไม้ รังต่อมีสีเทา-ดำ (ภาพที่ 56)

นอกจากนั้นบริเวณที่ศึกษา 2 บริเวณ ยังพบพืชที่สำรวจพบมีแมลงที่ถูกเชื้อราทำลายปรากฏอยู่ (ตารางภาคผนวกที่ 1) ได้แก่ ต้นก่อกอ, ต้นก่อด่าง, ต้นก่อแดง, ต้นกฤษณา, ต้นแก้ว, ต้นค้อ, ต้นจีนจำ, ต้นดีหมี, ต้นตีนตั่ง, ต้นตุ้มดง, ต้นไผ่ซอด, ต้นไผ่บง, ต้นมะขาม, ต้นมะลิ, ต้นมะเม่า, ต้นสลักดำ, ต้นหวายขม, ต้นหญ้าถอดปล้อง, ต้นหว้าขี้นก, ต้นเหมียด, ต้นแหนเครือ, ต้นไหลแดง และต้นอบเชย

ผลการศึกษาอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และปริมาณน้ำฝน (ตารางภาคผนวกที่ 2 – 5 และภาพภาคผนวกที่ 1-3) นั้น สำหรับในฤดูฝน ฤดูหนาว และฤดูร้อน ของปี 2542 ซึ่งในฤดูฝน (เริ่มศึกษาในเดือนสิงหาคม –ตุลาคม 2542) มีเฉลี่ยของอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และปริมาณน้ำฝน เท่ากับ 22.0 ^{o}ซ, 80.0 % และ 19.0 มม. ตามลำดับ, ฤดูหนาว (พฤศจิกายน 2542-มกราคม 2543) เท่ากับ 18.2 ^{o}ซ, 73.0 % และ 25.1 มม. และฤดูร้อน (กุมภาพันธ์ – เมษายน 2543) เท่ากับ 23.3 ^{o}ซ, 72.0 % และ 28.6 มม. สำหรับในปี 2543 ในฤดูฝน (พฤษภาคม-ตุลาคม 2543) เท่ากับ 24.0 ^{o}ซ, 83.0 % และ 39.3 มม., ฤดูหนาว (พฤศจิกายน 2543- มกราคม 2544) เท่ากับ 21.3 ^{o}ซ, 68.0 % และพบว่าไม่มีฝนตก และในฤดูร้อน (กุมภาพันธ์ 2544) เท่ากับ 23.9 ^{o}ซ, 51.2% โดยไม่มีฝนตก



ภาพที่ 55 จำนวนตัวอย่างแมลงในอันดับต่าง ๆ ที่ถูกเชื้อราแมลงเข้าทำลาย ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว (21สิงหาคม 2542-25 กุมภาพันธ์ 2544)

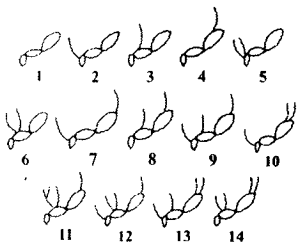
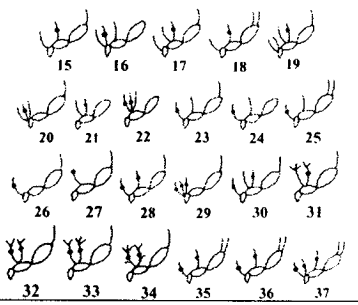
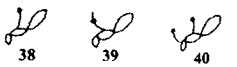


ภาพที่ 56 รังของต่อ *Icaria* sp. บริเวณหลังศูนย์บริการนักท่องเที่ยว ห้วยหญ้าเครือ

2. รูปแบบพัฒนาการและอายุขัย (longevity) ของเชื้อราที่ทำลายแมลง ในอันดับ Hymenoptera ผลการศึกษาติดตามพัฒนาการและการเจริญเติบโตรวมทั้งอายุขัยของเชื้อทั้ง 2 กลุ่มนี้ที่ทำลายแมลงในอันดับ Hymenoptera เช่น สำหรับตัวต่อที่ถูกทำลายด้วยเชื้อ *Hirsutella saussurei* ซึ่งเป็นระยะ anamorph (ภาพที่ 21) และเชื้อ *Cordyceps humberti* เป็นระยะ teleomorph (ภาพที่ 11) ในช่วงวันที่ 30 กันยายน 2542 ถึง 25 กุมภาพันธ์ 2544 สำหรับมดที่ถูกทำลายด้วยเชื้อ *Hymenostilbe aurantiaca* ซึ่งเป็นระยะ anamorph (ภาพที่ 24) และเชื้อ *Cordyceps* spp. เป็นระยะ teleomorph (ภาพที่ 44) ในช่วงวันที่ 1 ตุลาคม 2542-25 กุมภาพันธ์ 2544 สรุปได้ดังนี้

2.1 เชื้อ *Hirsutella saussurei* (anamorph) และเชื้อ *Cordyceps humberti* (teleomorph) ที่ทำลายต่อ *Icaria* sp. พบรังของตัวต่อชนิดนี้จำนวน 1 รัง อยู่ในบริเวณใกล้ๆ แหล่งที่พบตัวต่อที่ถูกเชื้อทั้ง 2 ระยะดังกล่าวเข้าทำลาย โดยอาจพบเฉพาะ *H. saussurei* หรือ *C. humberti* อย่างเดียวหรือพบพร้อมกันทั้ง *H. saussurei* อยู่ร่วมกับ *C. humberti* บนต่อตัวเดียวกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระยะการเจริญและพัฒนาการของเชื้อ ซึ่งตัวต่อที่ถูกเชื้อ *H. saussurei*, เชื้อ *C. humberti*, หรือเชื้อ *H. saussurei* อยู่ร่วมกับ *C. humberti* เข้าทำลายจะตายและเกาะอยู่บริเวณด้านข้างของขอบใบพืช และพืชที่สำรวจพบตัวต่อที่มีเชื้อราเข้าทำลาย ได้แก่ ต้นหวาย ต้นหวายขม ต้นก่อด่าง ต้นไผ่ซอด ต้นก่อ ต้นตีนตั่งต้น ต้นไผ่ ต้นเหมือด ต้นรังดำ ต้นแก้วป่า ต้นมะเม่าป่า ต้นเถาวัลย์ ต้นมะเม่าใหญ่ ต้นก่อกอ ต้นจีนจำ ต้นค้อ และ ต้นดีหมี ซึ่งการติดตามพัฒนาการของเชื้อดังกล่าวนี้บนตัวต่อครั้งนี้ พบรูปแบบพัฒนาการของเชื้อรวมทั้งหมด 42 รูปแบบ สามารถแยกรูปแบบพัฒนาการของเชื้อแต่ละเชื้อ ได้ดังนี้ คือ เชื้อ *H. saussurei* มีรูปแบบพัฒนาการของ synnema ส่วนที่สร้าง asexual spore หลายรูปแบบ โดยจากการสังเกตและบันทึกลักษณะรูปแบบของ synnema ที่พัฒนาจากต่อตัวเดียวกันที่ถูกเชื้อนี้เข้าทำลายมีทั้งหมด 14 รูปแบบ (ตารางที่ 20) พบว่า ในฤดูฝนมีรูปแบบของพัฒนาการมากกว่าฤดูหนาวและฤดูร้อน ดังนี้ ฤดูฝนมี 10 รูปแบบ ได้แก่ รูปแบบที่ 1-3, 6-9 และ 11-13 นอกจากนั้นยังพบรูปแบบที่ 41 ซึ่งเป็นระยะ พักตัวและรูปแบบที่ 42 ซึ่งเป็นรูปแบบที่ส่วนของ synnema หรือตัวต่อและเชื้อรามีการย่อยสลายไป ฤดูหนาวมี 8 รูปแบบ ได้แก่ รูปแบบที่ 1, 4-7, 9-10 และ 13 นอกจากนั้นยังพบรูปแบบที่ 41 และ 42 ส่วนฤดูร้อนมี 6 รูปแบบ ได้แก่ รูปแบบที่ 1-2, 4-5, 9 และ 14 และยังพบรูปแบบที่ 41 นั่นแสดงให้เห็นว่า เฉพาะเชื้อ *H. saussurei* ที่เจริญบนตัวต่อแต่ละตัวนั้น สามารถพบรูปแบบของพัฒนาการได้หลายรูปแบบ ตั้งแต่ไม่มี synnema จนกระทั่งถึงมี synnema 4 อัน สำหรับเชื้อ *H. saussurei* อยู่ร่วมกับ *C. humberti* มีรูปแบบพัฒนาการของ synnema และ การสร้างปม (stroma) ซึ่งมี perithecium ฝังอยู่ภายใน จากการสังเกตได้บันทึกลักษณะรูปแบบของ synnema และ การสร้างปม ที่พัฒนาจากต่อตัวเดียวกันที่ถูกเชื้อนี้เข้าทำลายมีจำนวนถึง 23 รูปแบบ แตกต่างกันไป ได้ตั้งแต่รูปแบบที่ 15-37 โดยพบว่า ในฤดูฝนมีรูปแบบพัฒนาการมากกว่าฤดูหนาวและฤดูร้อน ดังนี้ ฤดูฝนมี 16 รูปแบบ ได้แก่ รูปแบบที่ 15-17, 20,

ตารางที่ 20 จำนวนและชนิดรูปแบบพัฒนาการของเชื้อรา *Hirsutella saussurei* (anamorph), เชื้อทั้ง 2 ระยะ (*Hirsutella saussurei* อยู่ร่วมกับ *Cordyceps humberti*), และเชื้อ *Cordyceps humberti* (teleomorph) ที่ทำลายต่อ *Icaria* sp. ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว ใน 3 ฤดู

ฤดูกาล	รูปแบบพัฒนาการ [1/] ของเชื้อรา *H. saussurei* (anamorph)	จำนวนรวม (รูปแบบ)	รูปแบบพัฒนาการ [2/] ของเชื้อราทั้ง 2 ระยะ (*H. saussurei* อยู่ร่วมกับ *C. humbert*)	จำนวนรวม (รูปแบบ)	รูปแบบพัฒนาการ [3/] ของเชื้อรา *C. humberti*(teleomorph)	จำนวนรวม (รูปแบบ)	ปมหรือ synnema หลุด [4/]	ตัวต่อและเชื้อราย่อยสลาย [5/]
		14		23		3		
ฤดูฝน (ก.ย. - ต. ค.42 และ พ. ค.- ต.ค43)	1 2 3 6 7 8 9 11 12 13	10	15 16 17 20 22 23 26 28 29 30 31 32 33 34 35 36	16	-	-	41	42
ฤดูหนาว (พ.ย. 42 - ม.ค. 43 และ พ.ย. 43 - ม.ค. 44)	1 4 5 6 7 9 10 13	8	15 18 23 24 26 27 28	7	38 39	2	41	42
ฤดูร้อน (ก.พ.- เม.ย 43 และ ก.พ. 44)	1 2 4 5 9 14	6	19 21 28 34 37	5	38 40	2	41	-

[1/] รูปแบบพัฒนาการเฉพาะ anamorph รูปแบบที่ 1-14 [2/] รูปแบบพัฒนาการเฉพาะ anamorph อยู่ร่วมกับ teleomorph รูปแบบที่ 15-37

[3/] รูปแบบพัฒนาการเฉพาะ teleomorph รูปแบบที่ 38-40 [4/] รูปแบบพัฒนาการเฉพาะในระยะพักตัว ไม่จัดอยู่ในระยะ anamorp หรือ teleomorph รูปแบบที่ 41

[5/] รูปแบบพัฒนาการเฉพาะที่มีการย่อยสลาย ไม่จัดอยู่ในระยะ anamorp หรือ teleomorph รูปแบบที่ 42

ตารางที่ 20 จำนวนและชนิดรูปแบบพัฒนาการของเชื้อรา *Hirsutella saussurei* (anamorph), เชื้อทั้ง 2 ระยะ(*Hirsutella saussurei* อยู่ร่วมกับ *Cordyceps humberti*), และเชื้อ *Cordyceps humberti* (teleomorph) ที่ทำลายต่อ *Icaria* sp. ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว ใน 3 ฤดู (ต่อ)

รูปแบบพัฒนาการของเชื้อรา *Cordyceps humberti* (teleomorph) และ *Hirsutella saussurei* (anamorph) ที่พบบนตัวต่อ *Icaria* sp.

1 ไม่พบเส้นใยเจริญบนตัวต่อ

2 Synnema เจริญออกมาจากส่วนหัวของต่อ 1 อัน

3 Synnema เจริญออกมาจากส่วนอกของต่อ 1 อัน

4 Synnema เจริญออกมาจากส่วนท้องของต่อ 1 อัน

5 Synnema เจริญออกมาจากส่วนหัวของต่อ 2 อัน

6 Synnema เจริญออกมาจากส่วนอกของต่อ 2 อัน

7 Synnema เจริญออกมาจากส่วนหัวของต่อ 1 อัน และส่วนท้อง 1 อัน

8 Synnema เจริญออกมาจากส่วนอกของต่อ 1 อัน และส่วนท้อง 1 อัน

9 Synnema เจริญออกมาจากส่วนหัวของต่อ 1 อัน, ส่วนอก 1 อัน และส่วนท้อง 1 อัน

10 Synnema เจริญออกมาจากส่วนหัวของต่อ 1 อัน และส่วนท้อง 2 อัน

11 Synnema เจริญออกมาจากส่วนอกของต่อ 2 อัน หนึ่งอันแตกเป็นง่ามที่ปลายเป็น 2 แฉก และส่วนท้อง 1 อัน

12 Synnema เจริญออกมาจากส่วนหัวของต่อ 1 อัน, ส่วนอก 2 อัน และส่วนท้อง 1 อัน

13 Synnema เจริญออกมาจากส่วนหัวของต่อ 1 อัน, ส่วนอก 1 อัน และส่วนท้อง 2 อัน

14 Synnema เจริญออกมาจากส่วนอกของต่อ 2 อัน และส่วนท้อง 2 อัน

15 Synnema เจริญออกมาจากส่วนหัวของต่อ 1 อัน, ส่วนท้อง 1 อัน และส่วนอก 1 อัน พัฒนาเป็นปม (stroma) และมี perithecium ฝังอยู่ภายใน

16 Synnema เจริญออกมาจากส่วนหัวของต่อ 3 อัน หนึ่งอันอยู่ตรงกลางพัฒนาเป็นปม (stroma) และมี perithecium ฝังภายใน อีกอย่างละหนึ่งอันด้านขวาและด้านซ้ายไม่สร้างปม

17 Synnema เจริญออกมาจากส่วนหัวของต่อ 1 อัน ส่วนอก 2 อัน หนึ่งอันด้านขวาพัฒนาเป็นปม (stroma) และมี perithecium ฝังภายใน อีกหนึ่งอันด้านซ้ายไม่สร้างปม และส่วนท้อง 1 อัน ไม่สร้างปม

18 Synnema เจริญออกมาจากส่วนหัวของต่อ 1 อัน, ส่วนอก 1 อัน พัฒนาเป็นปม (stroma) และมี perithecium ฝังภายใน และส่วนท้อง 2 อัน ไม่สร้างปม

ตารางที่ 20 จำนวนและชนิดรูปแบบพัฒนาการของเชื้อรา *Hirsutella saussurei* (anamorph), เชื้อทั้ง 2 ระยะ (*Hirsutella saussurei* อยู่ร่วมกับ *Cordyceps humberti*), และเชื้อ *Cordyceps humberti* (teleomorph) ที่ทำลายต่อ *Icaria* sp. ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว ใน 3 ฤดู (ต่อ)

19 Synnema เจริญออกมาจากส่วนหัวของต่อ 2 อัน ส่วนอก 2 อัน หนึ่งอันด้านขวาพัฒนาเป็นปม (stroma) และมี perithecium ฝังภายใน อีกหนึ่งอันด้านซ้ายไม่สร้างปม และ ส่วนท้อง 1 อัน ไม่สร้างปม

20 Synnema เจริญออกมาจากส่วนหัวของต่อ 3 อัน หนึ่งอันที่อยู่ตรงกลางพัฒนาเป็นปม (stroma) และมี perithecium ฝังภายใน อีกอย่างละหนึ่งอันด้านขวาและด้านซ้ายไม่สร้าง ปม และส่วนท้อง 1 อัน ไม่สร้างปม

21 Synnema เจริญออกมาจากส่วนอกของต่อ 2 อัน หนึ่งอันด้านขวาพัฒนาเป็นปม และมี perithecium ฝังภายใน อีกหนึ่งอันด้านซ้ายไม่สร้างปม

22 Synnema เจริญออกมาจากส่วนอกของต่อ 3 อัน อันที่อยู่ด้านซ้ายและตรงกลางพัฒนาเป็นปม (stroma) และมี perithecium ฝังภายใน อีกหนึ่งอันด้านขวาไม่สร้างปม

23 Synnema เจริญออกมาจากส่วนหัวของต่อ 1 อัน พร้อมกับพัฒนาเป็นปม (stroma) และมี perithecium ฝังภายใน ส่วนอก 1 อันไม่สร้างปม และส่วนท้อง 1 อัน ไม่สร้างปม

24 Synnema เจริญออกมาจากส่วนหัวของต่อ 1 อัน พร้อมกับพัฒนาเป็นปม (stroma) และมี perithecium ฝังภายใน และส่วนอก 1 อัน ไม่สร้างปม

25 Synnema เจริญออกมาจากส่วนหัวของต่อ1 อัน พร้อมกับพัฒนาเป็นปม (stroma) และมี perithecium ฝังภายใน, ส่วนอก1 อัน ไม่สร้างปม และส่วนท้อง 2 อันไม่สร้างปม

26 Synnema เจริญออกมาจากส่วนหัวของต่อ 1 อัน พร้อมกับพัฒนาเป็นปม (stroma) และมี perithecium ฝังภายใน และส่วนท้อง 1 อัน ไม่สร้างปม

27 Synnema เจริญออกมาจากส่วนอกของต่อ 1 อัน พร้อมกับพัฒนาเป็นปม (stroma) และมี perithecium ฝังภายใน และส่วนท้อง 1 อัน ไม่สร้างปม

28 Synnema เจริญออกมาจากส่วนหัวและอกของต่ออย่างละ 1 อัน พร้อมกับพัฒนาเป็นปม(stroma) และมี perithecium ฝังภายใน และส่วนท้อง 1 อัน ไม่สร้างปม

29 Synnema เจริญออกมาจากส่วนหัวของต่อ 3 อัน ทั้งสามอันพัฒนาเป็นปม (stroma) และมี perithecium ฝังภายใน และส่วนท้อง 1 อันไม่สร้างปม

30 Synnema เจริญออกมาจากส่วนหัวของต่อ 1 อัน พร้อมกับพัฒนาเป็นปม (stroma) และมี perithecium ฝังภายใน ส่วนอก 2 อัน หนึ่ง หนึ่งอันด้านขวาพัฒนาเป็นปม (stroma) และมี perithecium ฝังภายใน อีกหนึ่งอันด้านซ้ายไม่สร้างปม และส่วนท้อง 1 อันไม่สร้างปม

31 Synnema เจริญออกมาจากส่วนอกของต่อ 2 อัน หนึ่งอันด้านขวาพัฒนาเป็นปม และมี perithecium ฝังภายใน อีกหนึ่งอันด้านซ้ายไม่สร้างปม พร้อมกับส่วนปลายของ synnema ด้านขวาแตกเป็นง่าม 2 แฉก ด้านซ้ายแตกเป็นง่าม 3 แฉก และส่วนท้อง 1 อัน ไม่สร้างปม

ตารางที่ 20 จำนวนและชนิดรูปแบบพัฒนาการของเชื้อรา *Hirsutella saussurei* (anamorph), เชื้อทั้ง 2 ระยะ (*Hirsutella saussurei* อยู่ร่วมกับ *Cordyceps humberti*), และเชื้อ *Cordyceps humberti* (teleomorph) ที่ทำลายต่อ *Icaria* sp. ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว ใน 3 ฤดู (ต่อ)

32 Synnema เจริญออกมาจากส่วนอกของต่อ 2 อัน ทั้งสองอันพัฒนาเป็นปม และมี perithecium ฝังภายใน พร้อมกับส่วนปลายของ synnema ด้านขวาแตกเป็นง่าม 3 แฉก ด้านซ้ายแตกเป็นง่าม 2 แฉก และส่วนท้อง 1 อัน ไม่สร้างปม

33 Synnema เจริญออกมาจากส่วนอกของต่อ 2 อัน ทั้งสองอันพัฒนาเป็นปม (stroma) และมี perithecium ฝังภายใน พร้อมกับส่วนปลายของ synnema ด้านขวาแตกเป็นง่าม 2 แฉก ด้านซ้ายแตกเป็นง่าม 3 แฉก ด้านขวาและด้านซ้ายพบว่า ด้านข้างแตกแขนงออกอีกข้างละ 1 อัน

34 Synnema เจริญออกมาจากส่วนหัวของต่อ 1 อัน, ส่วนอก 1 อัน ทั้งสองอันพัฒนาเป็นปม (stroma) และมี perithecium ฝังภายใน และส่วนท้อง 2 อัน ไม่สร้างปม

35 Synnema เจริญออกมาจากส่วนอกของต่อ 2 อัน ทั้งสองอันพัฒนาเป็นปม (stroma) และมี perithecium ฝังภายใน ส่วนท้อง 2 อัน ไม่สร้างปม

36 Synnema เจริญออกมาจากส่วนหัวของต่อ 2 อัน, ส่วนอก 1 อัน ทั้งสามอันพัฒนาเป็นปม (stroma) และมี perithecium ฝังภายใน และส่วนท้อง 2 อัน ไม่สร้างปม

38 Synnema เจริญออกมาจากส่วนอกของต่อ 1 อัน พร้อมกับพัฒนาเป็นปม (stroma) และมี perithecium ฝังภายใน

39 Synnema เจริญออกมาจากส่วนอกของต่อ 1 อัน พร้อมกับพัฒนาเป็นปม (stroma) และมี perithecium ฝังภายใน และต่อจาก stroma จะพบเส้นของ synnema โผล่ขึ้นมา

40 Synnema เจริญออกมาจากส่วนหัวและส่วนอกของต่ออย่างละ 1 อัน พร้อมกับพัฒนาเป็นปม (stroma) และมี perithecium ฝังภายใน

41 ส่วนของ synnema และ stroma หลุดออกจากตัวต่อแต่จะแตกต่างจากตัวอย่างแบบที่ 1 โดยสังเกตจากตัวอย่างแมลงจะเก่ากว่ามาก ๆ ซึ่งระยะนี้เป็นระยะพักตัว ตัวอย่างเก่ากว่าแบบที่ 1

42 ส่วนทั้งหมดของเชื้อราและตัวต่อมีการย่อยสลาย

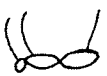
22-23, 26 และ 28 - 36 ฤดูหนาวมี 7 รูปแบบ ได้แก่ รูปแบบที่ 15, 18, 23-24 และ 26-28 และฤดูร้อนมี 5 รูปแบบ ได้แก่ รูปแบบที่ 19, 21, 28, 34 และ 37 นั่นแสดงให้เห็นว่าเชื้อทั้ง 2 ระยะที่อยู่ร่วมกันนี้ มีรูปแบบของพัฒนาการได้หลายรูปแบบ ซึ่งพบทั้ง anamorph และ teleomorph บนตัวต่อเดียวกัน (ตารางที่ 20) เชื้อรา *C. humberti* มีรูปแบบพัฒนาการของการสร้างปม และมี perithecium ฝังอยู่ภายใน จากการสังเกตได้บันทึกลักษณะรูปแบบของ stroma ได้ 3 รูปแบบ ที่พัฒนาจากตัวต่อที่ถูกเชื้อนี้เข้าทำลายได้ตั้งแต่รูปแบบที่ 38-40 เป็นลักษณะของ teleomorph (*C. humberti*) รูปแบบต่างๆ กัน (ตารางที่ 20) โดยพบว่า ในฤดูหนาวมีรูปแบบของพัฒนาการเท่ากับที่พบในฤดูร้อนแต่ไม่พบในฤดูฝนเลย ดังนี้ ฤดูหนาวมี 2 รูปแบบ ได้แก่ รูปแบบที่ 38 และ 39 ฤดูร้อนมี 2 รูปแบบ ได้แก่ รูปแบบที่ 38 และ 40 ส่วนฤดูฝนไม่พบรูปแบบของพัฒนาการ

ผลจากการศึกษารูปแบบพัฒนาการของเชื้อราทั้งหมด 42 รูปแบบ ของตัวอย่างแมลงที่ถูกเชื้อราทำลาย 27 ตัวอย่าง ซึ่งในแต่ละตัวอย่างมีพัฒนาการได้หลายรูปแบบ จากรูปแบบพัฒนาการของเชื้อราบนต่อตัวเดียวกันนั้น ในระยะเริ่มแรกของพัฒนาการนั้นยังไม่พบเชื้อราเจริญออกมาจากตัวต่อ แต่สามารถสังเกตได้จากลักษณะอาการของตัวต่อที่ถูกเชื้อราทำลาย หลังจากนั้นจึงพบ synnema เจริญออกมาจากส่วนหัว ส่วนอก และส่วนท้อง ได้จำนวน 1-4 อัน ซึ่งเป็น anamorph (*H. saussurei*) รูปแบบพัฒนาการนี้เป็นรูปแบบที่พบกับเชื้อทั้ง 2 ระยะ คือ ระยะ anamorph อยู่ร่วมกับ ระยะ teleomorph จะมีพัฒนาการสร้างเป็นปม จำนวน 1-3 ปม ที่มี perithecium ฝังอยู่ภายใน นอกจากนั้นยังพบว่าที่ส่วนปลายของ synnema มีการแตกเป็นแฉก จำนวน 2-3 แฉก และยังพบด้านข้างของ synnema มีการแตกแขนงออกข้างละ 1 อัน ในรูปแบบพัฒนาเฉพาะเชื้อ *C. humberti* พบเฉพาะรูปแบบที่สร้างปม จำนวน 1-2 ปม เท่านั้น ซึ่งเป็นรูปแบบพัฒนาการของเชื้อในระยะ teleomorph คือ เชื้อ *C. humberti* ดังปรากฏในตารางที่ 21

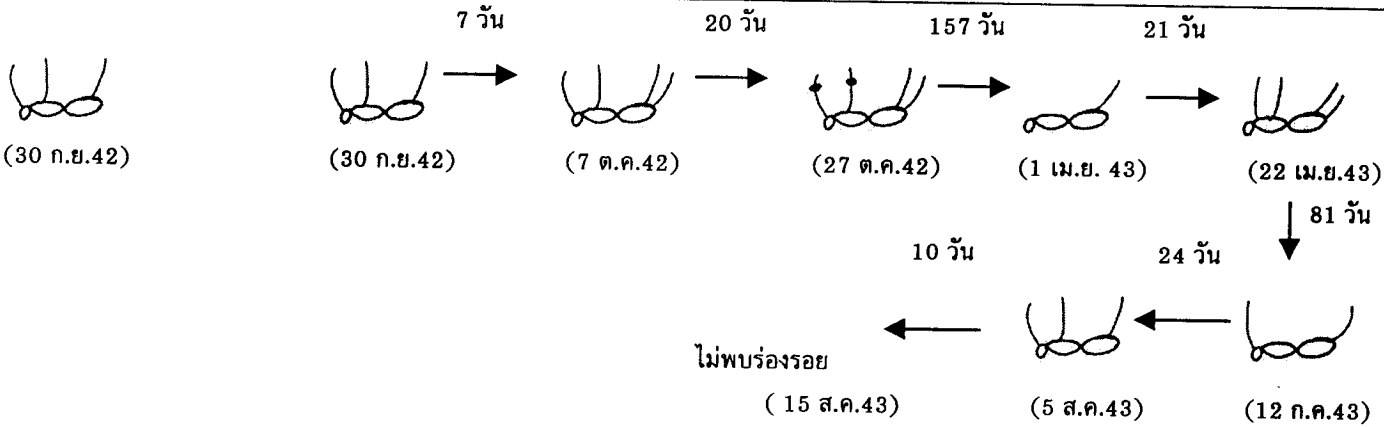
เปอร์เซ็นต์ของเชื้อ *H. saussurei* (anamorph) และเชื้อ *C. humberti* (teleomorph) บนต่อ *Icaria* sp และอายุขัย (longevity) จากตัวอย่างทั้งหมด 27 ตัวอย่าง ในช่วงวันที่ 30 กันยายน 2542 - 25 กุมภาพันธ์ 2544 ดังปรากฏในภาพที่ 57 และตารางภาคผนวกที่ 6-7 พบว่าในช่วงเริ่มต้นสำรวจ คือ วันที่ 30 กันยายน -31 ตุลาคม 2542 ซึ่งเป็นช่วงฤดูฝน พบเปอร์เซ็นต์ของเชื้อ *H. saussurei* ในระดับที่สูงกว่าเปอร์เซ็นต์ของเชื้อ *C. humberti* กล่าวคือ เปอร์เซ็นต์ของเชื้อ *H. saussurei* และเชื้อ *C. humberti* มีค่าเท่ากับ 75.0% และ 25.0% ในขณะที่การพักตัวอยู่ในระดับต่ำ คือ 0% ต่อจากนั้นเปอร์เซ็นต์ของเชื้อ *H. saussurei* ก็จะค่อยๆ ลดลง จนถึงมีค่าเท่ากับ 18.2% ในขณะที่เปอร์เซ็นต์ของเชื้อ *C. humberti* มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น และมีค่าสูงสุดในช่วงนี้เท่ากับ 73.9% (10 พ.ย. 42) แต่เปอร์เซ็นต์การพักตัวมีแนวโน้มค่อนข้างคงที่และเพิ่มขึ้นจนถึง 13.6% (21 พ.ย. 42) ซึ่งเป็นช่วงฤดูหนาว (3 พฤศจิกายน 2542-29 มกราคม 2543) หลังจากนั้นเปอร์เซ็นต์ของเชื้อ *H. saussurei* ก็มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่เปอร์เซ็นต์ของเชื้อ *C. humberti* กลับมีแนวโน้มลดลง พร้อมกับเปอร์เซ็นต์การพักตัวมีแนวโน้มค่อยๆ เพิ่ม

ขึ้น แต่ไม่ถึงกับสูงมาก ซึ่งเป็นช่วงที่เข้าสู่ฤดูร้อน (3 กุมภาพันธ์ – 22 เมษายน 2543) ต่อจากนั้นก็เข้าสู่ฤดูฝนอีกครั้ง (1 พฤษภาคม – 31 ตุลาคม 2543) ซึ่งพบว่าเปอร์เซ็นต์ของเชื้อ *H. saussurei* เพิ่มขึ้น หลังจากนั้นก็ค่อยๆ ลดลง และเปอร์เซ็นต์ของเชื้อ *C. humberti* ก็เพิ่มขึ้น ในขณะที่เปอร์เซ็นต์การพักตัวมีแนวโน้มขึ้นๆลงๆ จนถึงเข้าสู่ช่วงฤดูหนาว (5 พฤศจิกายน – 27 ธันวาคม 2543 และ 5 –26 มกราคม 2544) และฤดูร้อน (25 กุมภาพันธ์ 2544) พบว่าเปอร์เซ็นต์ของเชื้อ *H. saussurei* และการพักตัวมีค่าเท่ากับ 0% แต่ในขณะเดียวกันกับที่เปอร์เซ็นต์ของเชื้อ *C. humberti* มีค่าสูงสุดเท่ากับ 100% เมื่อคิดเป็นค่าเฉลี่ยรวมของแต่ละระยะที่พบตลอดการสำรวจพบว่า anamorph (เชื้อ *H. saussurei*), teleomorph (เชื้อ *C. humberti*) และการพักตัว มีค่าเท่ากับ 27.3%, 68.1% และ 4.6% ตามลำดับ (ตารางภาคผนวกที่ 7) ต่อจากนั้นได้พิจารณาอายุขัยของเชื้อ *H. saussurei* และเชื้อ *C. humberti* ดังปรากฏในตารางภาคผนวกที่ 6 กล่าวคือ ค่าเฉลี่ยอายุขัย อยู่ในช่วงระหว่าง 134.1-189.0 วัน (ค่าต่ำสุด 4 วัน และค่าสูงสุด 370 วัน) อย่างไรก็ตามยังมีตัวอย่างจำนวน 2 ตัวอย่างที่อายุขัยของเชื้ออยู่ในช่วง 4 วัน คือ ตัวอย่างที่ 11 และ 12 นับเป็นช่วงอายุขัยที่สั้น และรูปแบบพัฒนาการสุดท้ายของเชื้อตัวอย่างที่ 11 และ 12 ที่พบคือ รูปแบบที่ 9 มี synnema เจริญออกมาจากส่วนหัว อก และท้อง ตำแหน่งละ 1 อัน สำหรับตัวอย่างที่ 18 พบช่วงอายุขัยของเชื้ออยู่ในช่วง 350-364 วัน นับเป็นช่วงอายุขัยที่ยาว ส่วนอายุขัยของเชื้อที่ยาวที่สุดคือ 370 วัน คือ ตัวอย่างที่ 6 และรูปแบบพัฒนาการสุดท้ายของเชื้อนี้ที่พบ คือ รูปแบบที่ 26 มี synnema เจริญออกมาจากส่วนหัว และท้อง ตำแหน่งละ 1 อัน ซึ่งในส่วนหัวมีพัฒนาการสร้างปม 1 ปม บน synnema

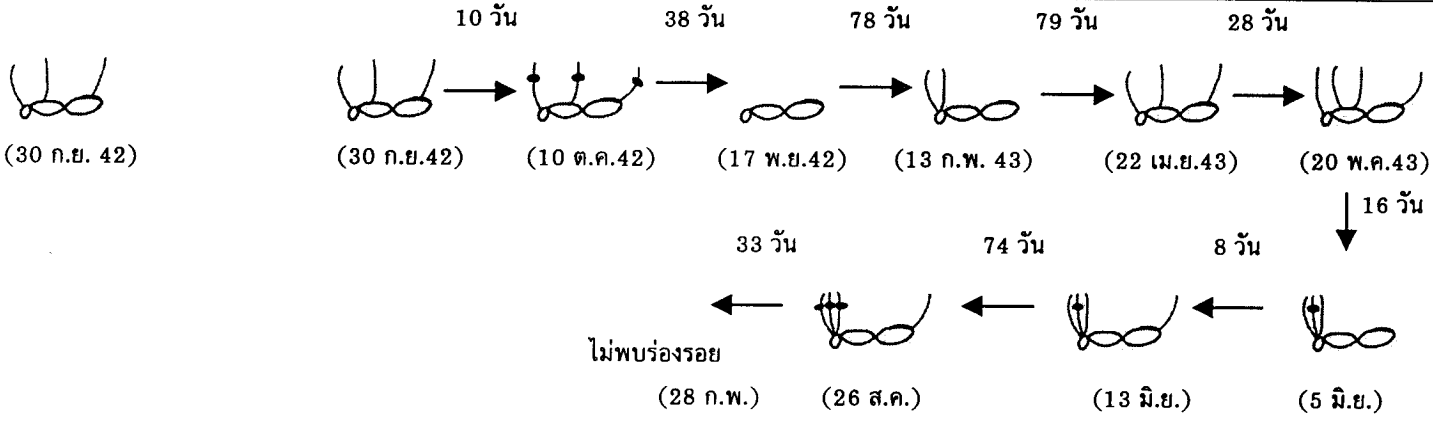
ตารางที่ 21 รูปแบบพัฒนาการและระยะแต่ละรูปแบบของ เชื้อ *Hirsutella saussurei* (anamorph), เชื้อ *Hirsutella saussurei* อยู่ร่วมกับ *Cordyceps humberti*, และเชื้อ *Cordyceps humberti* (teleomorph) ที่ทำลายต่อ *Icaria* sp. ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว (30 กันยายน 2542 – 25 กุมภาพันธ์ 2544)

ตัวอย่างลำดับที่	ระยะของแต่ละรูปแบบ (วัน)						
	รูปแบบของตัวอย่างที่เริ่มสำรวจ (วดป. ที่สำรวจ)	รูปแบบพัฒนาการของเชื้อรา (วดป. ที่สำรวจ)					
		7 วัน	6 วัน	25 วัน	88 วัน	58 วัน	
1	(30 ก.ย. 42)	(30 ก.ย.42)	(7 ต.ค.42)	 (13 ต.ค.42)	(7 พ.ย.42)	(3 ก.พ. 43)	(1 เม.ย.43)
							7 วัน ↓ ไม่พบร่องรอย (8 เม.ย.43)
	บรรยายรูปแบบพัฒนาการ	รูปแบบพัฒนาการนี้ เริ่มมีการสำรวจในวันที่ 30 ก.ย. 42 พบว่า บนตัวต่อไม่มีเส้นใยเจริญ แต่เมื่อเวลาผ่านไป 7 วัน พบมีการสร้าง synnema เจริญออกมาจากส่วนอกของต่อ 2 อัน อีก 6 วัน ตัวต่อตัวเดิมสร้าง synnema เจริญออกมาจากส่วนหัว 1 อัน ส่วนอก synnema ได้หลุดไป 1 อัน แต่ที่ส่วนท้องมีการสร้าง synnema เจริญออกมา 1 อัน อีก 25 วัน synnema ที่เจริญจากส่วนอก 1 อัน นั้นมีพัฒนาการสร้างเป็นปม (stroma) 1 ปม หลังจากนั้นอีก 88 วัน synnema และปมหลุดออกไปทั้งหมด อีก 58 วัน พบมีการสร้าง synnema ขึ้นมาอีกครั้งหนึ่ง โดยเจริญออกมาจากส่วนอกจำนวน 2 อัน อีก 7 วัน ต่อมาไม่พบตัวอย่างเชื้อรา น่าจะเกิดจากการย่อยสลายจนไม่พบร่องรอย					

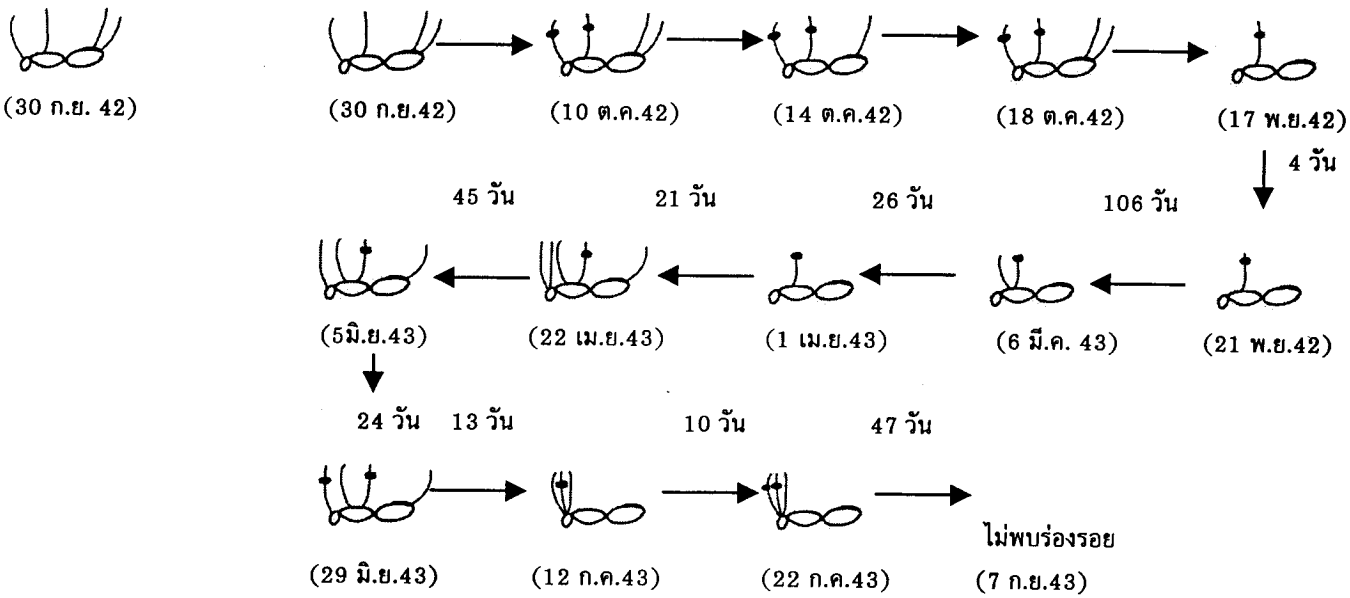
ตารางที่ 21 รูปแบบพัฒนาการและระยะแต่ละรูปแบบของ เชื้อ *Hirsutella saussurei* (anamorph), เชื้อ *Hirsutella saussurei* อยู่ร่วมกับ *Cordyceps humberti*, และเชื้อ *Cordyceps humberti* (teleomorph) ที่ทำลายต่อ *Icaria* sp. ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว (30 กันยายน 2542 – 25 กุมภาพันธ์ 2544) (ต่อ)

ตัวอย่างลำดับที่	ระยะของแต่ละรูปแบบ (วัน)	
	รูปแบบของตัวอย่างที่เริ่มสำรวจ (วดป. ที่สำรวจ)	รูปแบบพัฒนาการของเชื้อรา (วดป. ที่สำรวจ)
2		
	บรรยายรูปแบบพัฒนาการ	รูปแบบพัฒนาการนี้ เริ่มมีการสำรวจในวันที่ 30 ก.ย. 42 พบ synnema เจริญออกมาจาก หัว อก และท้อง ตำแหน่งละ 1 อัน อีก 7 วัน พบ synnema เจริญจากท้อง 1 อัน อีก 20 วัน synnema ที่เจริญจากส่วนหัวและอกนั้น มีการสร้างปม (stroma) เส้นละ 1 ปม อีก 157 วัน synnema และปมได้หลุดออกไปจากหัวและอกเหลือเฉพาะ synnema ที่เจริญอยู่ที่ส่วนท้อง 1 อัน อีก 21 วัน พบ synnema เจริญมาจากส่วนอก 2 อัน และท้องพบ synnema เพิ่มขึ้นอีก 1 อัน อีก 81 วัน พบ synnema เจริญจากส่วนอกและส่วนท้องอย่างละ 1 อัน ขณะที่ synnema ที่ส่วนอกและส่วนท้องหลุดออกที่ละ 1 อัน อีก 24 วัน พบ synnema เจริญออกมาจากส่วนอก 1 อัน อีก 10 วันต่อมาไม่พบตัวอย่างเชื้อรา น่าจะเกิดจากการย่อยสลายจนไม่พบร่องรอย

ตารางที่ 21 รูปแบบพัฒนาการและระยะแต่ละรูปแบบของ เชื้อ *Hirsutella saussurei* (anamorph), เชื้อ *Hirsutella saussurei* อยู่ร่วมกับ *Cordyceps humberti*, และเชื้อ *Cordyceps humberti* (teleomorph) ที่ทำลายต่อ *Icaria* sp. ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว (30 กันยายน 2542 – 25 กุมภาพันธ์ 2544) (ต่อ)

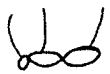
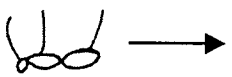
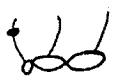
ตัวอย่างลำดับที่	ระยะของแต่ละรูปแบบ (วัน)	
	รูปแบบของตัวอย่างที่เริ่มสำรวจ (วดป. ที่สำรวจ)	รูปแบบพัฒนาการของเชื้อรา (วดป. ที่สำรวจ)
3		
	บรรยายรูปแบบพัฒนาการ	รูปแบบพัฒนาการนี้ เริ่มมีการสำรวจในวันที่ 30 ก.ย. 42 พบ synnema เจริญออกมาจาก หัว อก และท้อง ตำแหน่งละ 1 อัน หลังจากนั้นอีก 10 วัน synnema แต่ละอัน มีการพัฒนาสร้างปม (stroma) เส้นละ 1 ปม อีก 38 วัน synnema และ ปมทั้งหมดหลุดออก อีก 78 วัน พบ synnema เจริญออกมาจากหัว 2 อัน อีก 79 วัน พบ synnema เจริญจากอกและท้อง ตำแหน่งละ 1 อัน แต่ synnema ที่ส่วนหัว 1 อันหลุดไป อีก 28 วัน มีการสร้าง synnema อีก 1 อัน จากส่วนอก ต่อจากนั้นอีก 16 วัน synnema ที่ส่วนอกและส่วนท้องหลุดไป เหลือเฉพาะส่วนหัวซึ่งจะมีการสร้างเพิ่มขึ้นมาอีก 2 อัน พร้อมกับมีการพัฒนาสร้างปม 1 ปม อีก 8 วันต่อมา มีการสร้าง synnema เพิ่มอีก 1 อันที่ส่วนท้อง อีก 74 วัน ต่อมาพบว่ามีการสร้างปมเพิ่มอีก 2 ปม บนเส้น synnema ที่เหลือเส้นละปม ต่อจากนั้นอีก 33 วัน ไม่พบตัวอย่างเชื้อรา น่าจะเกิดจากการย่อยสลายจนไม่พบร่องรอย

ตารางที่ 21 รูปแบบพัฒนาการและระยะแต่ละรูปแบบของเชื้อ *Hirsutella saussurei* (anamorph), เชื้อ *Hirsutella saussurei* อยู่ร่วมกับ *Cordyceps humberti*, และเชื้อ *Cordyceps humberti* (teleomorph) ที่ทำลายต่อ *Icaria* sp. ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว (30 กันยายน 2542 – 25 กุมภาพันธ์ 2544) (ต่อ)

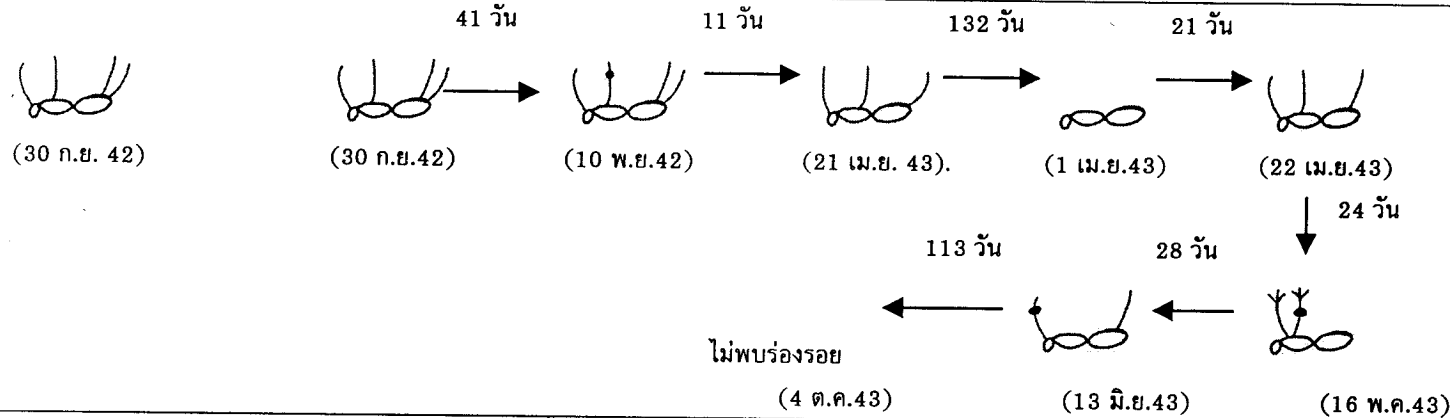
ตัวอย่างลำดับที่	ระยะของแต่ละรูปแบบ (วัน)	
	รูปแบบของตัวอย่างที่เริ่มสำรวจ (วดป. ที่สำรวจ)	รูปแบบพัฒนาการของเชื้อรา (วดป. ที่สำรวจ)
4		

บรรยายรูปแบบพัฒนาการ	รูปแบบพัฒนาการนี้ เริ่มมีการสำรวจในวันที่ 30 ก.ย. 42 พบ synnema เจริญออกมาจากส่วน หัว 1 อัน ส่วนอก 1 อัน ส่วนท้อง 2 อัน อีก 10 วัน พบมีการสร้างปม (stroma) ที่ส่วนของหัวและอกแห่งละ 1 ปม อีก 4 วัน synnema หลุดออกจากส่วนท้อง 1 อัน อีก 4 วัน พบมีการสร้าง synnema เพิ่มอีก 1 อัน ที่ส่วนท้อง อีก 30 วัน synnema ที่มีปมหลุดออกจากส่วนหัว พร้อมกับ synnema ที่ส่วนท้องทั้ง 2 เส้น อีก 4 วัน พบส่วนปลายของ synnema หลุดไป อีก 106 วัน พบมีการสร้าง synnema อีก 1 อันที่ส่วนอก อีก 26 วัน เฉพาะ synnema ที่ไม่มีปมหลุดออกไปจากส่วนอก อีก 21 วัน พบมีการสร้าง synnema ขึ้นมาใหม่ ที่ส่วนหัว 2 อัน ส่วนอก 1 อัน และส่วนท้อง 1 อัน อีก 45 วัน synnema ที่ส่วนหัว 1 อัน หลุดออกไป ต่อมาอีก 24 วัน มีการสร้างปมที่ส่วนหัว ต่อจากนั้นอีก 13 วัน พบมีการสร้าง synnema ที่ส่วนหัว 2 อัน แต่ synnema ที่ส่วนอกและส่วนท้องรวมทั้ง synnema ที่มีปมหลุดออกไป อีก 10 วัน synnema ที่เจริญมาจากส่วนหัว 3 อัน มี 2 อัน ด้านซ้ายและอันที่อยู่ตรงกลางมีการสร้างปม อีก 47 วันต่อมาไม่พบตัวอย่างเชื้อรา น่าจะเกิดจากการย่อยสลายจนไม่พบร่องรอย

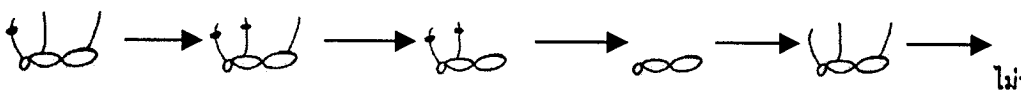
ตารางที่ 21 รูปแบบพัฒนาการและระยะแต่ละรูปแบบของ เชื้อ *Hirsutella saussurei* (anamorph), เชื้อ *Hirsutella saussurei* อยู่ร่วมกับ *Cordyceps humberti*, และเชื้อ *Cordyceps humberti* (teleomorph) ที่ทำลายต่อ *Icaria* sp. ณ อุทยานแห่งชาตินำ้หนาว (30 กันยายน 2542 – 25 กุมภาพันธ์ 2544) (ต่อ)

ตัวอย่างลำดับที่	ระยะของแต่ละรูปแบบ (วัน)				
	รูปแบบของตัวอย่างที่เริ่มสำรวจ (วดป. ที่สำรวจ)	รูปแบบพัฒนาการของเชื้อรา (วดป. ที่สำรวจ)			
		10 วัน	21 วัน	63 วัน	
5					
	(30 ก.ย. 42)	(30 ก.ย.42)	(10 ต.ค.42)	(31 ต.ค.42)	(23ม.ค. 43-25 ก.พ. 44)
	บรรยายรูปแบบพัฒนาการ	รูปแบบพัฒนาการนี้ เริ่มมีการสำรวจในวันที่ 30 ก.ย. 42 พบ synnema เจริญออกมาจากส่วนหัวของต่อ 1 อัน ส่วนอก 1 อัน ส่วนท้อง 1 อัน อีก 10 วัน พบปม (stroma) บน synnema ที่ส่วนหัว 1 ปม อีก 21 วัน ต่อมาพบปม 1 ปม บน synnema ที่ส่วนอก อีก 63 วันต่อมาพบว่าทั้งหมดของเชื้อราและตัวต่อย่อยสลาย			

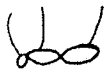
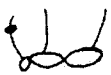
ตารางที่ 21 รูปแบบพัฒนาการและระยะแต่ละรูปแบบของ เชื้อ *Hirsutella saussurei* (anamorph), เชื้อ *Hirsutella saussurei* อยู่ร่วมกับ *Cordyceps humberti*, และเชื้อ *Cordyceps humberti* (teleomorph) ที่ทำลายต่อ *Icaria* sp. ณ อุทยานแห่งชาตินำ้หนาว (30 กันยายน 2542 – 25 กุมภาพันธ์ 2544) (ต่อ)

ตัวอย่างลำดับที่	ระยะของแต่ละรูปแบบ (วัน)	
	รูปแบบของตัวอย่างที่เริ่มสำรวจ (วดป. ที่สำรวจ)	รูปแบบพัฒนาการของเชื้อรา (วดป. ที่สำรวจ)
6		
	บรรยายรูปแบบพัฒนาการ	รูปแบบพัฒนาการนี้ เริ่มทำการสำรวจในวันที่ 30 ก.ย. 42 พบ synnema เจริญออกมาจากส่วนหัวของต่อ 1 อัน ส่วนอก 1 อัน และส่วนท้อง 2 อัน ต่อจากนั้นอีก 41 วัน พบมีการสร้างปม (stroma) บน synnema ที่เจริญออกมาจากส่วนอก อีก 11 วัน ปมบน synnema ที่อกได้หลุดไป และ synnema ที่ส่วนท้องหลุดไป 1 อัน อีก 132 วัน synnema ทั้งหมดหลุดหายไป อีก 21 วัน มีการสร้าง synnema ที่ส่วนหัว อก และท้อง อย่างละ 1 อัน อีก 24 วัน พบว่า synnema ที่ส่วนหัวและท้องหลุดไป ขณะเดียวกันมีการสร้างปม 1 ปม บน synnema 1 อัน ที่เจริญมาจากส่วนอก ซึ่ง synnema ที่เจริญออกมาจากส่วนอกทั้ง 2 อัน แตกที่ปลายเป็น 3 แฉก อีก 28 วัน synnema ทั้ง 2 อันนี้ที่มีแฉกนี้ได้หลุดไป แต่มีการสร้าง synnema ที่มีปม 1 ปม ที่ส่วนหัวและสร้าง synnema อีก 1 อัน ที่ส่วนท้อง อีก 113 วัน ไม่พบตัวอย่างเชื้อรา น่าจะเกิดจากการย่อยสลายจนไม่พบร่องรอย

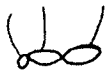
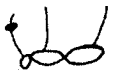
ตารางที่ 21 รูปแบบพัฒนาการและระยะแต่ละรูปแบบของ เชื้อ *Hirsutella saussurei* (anamorph), เชื้อ *Hirsutella saussurei* อยู่ร่วมกับ *Cordyceps humberti*, และเชื้อ *Cordyceps humberti* (teleomorph) ที่ทำลายต่อ *Icaria* sp. ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว (30 กันยายน 2542 – 25 กุมภาพันธ์ 2544) (ต่อ)

ตัวอย่างลำดับที่	ระยะของแต่ละรูปแบบ (วัน)						
	รูปแบบของตัวอย่างที่เริ่มสำรวจ (วดป. ที่สำรวจ)	รูปแบบพัฒนาการของเชื้อรา (วดป. ที่สำรวจ)					
		10 วัน	153 วัน	7 วัน	35 วัน	81 วัน	
7							ไม่พบร่องรอย
	(30 ก.ย. 42)	(30 ก.ย.42)	(10ต.ค.42)	(11 มี.ค. 43)	(18 มี.ค.43)	(22 เม.ย.43)	(12 ก.ค.43)
	บรรยายรูปแบบพัฒนาการ	รูปแบบพัฒนาการนี้ เริ่มทำการสำรวจในวันที่ 30 ก.ย. 42 พบมี 1 synnema ที่มีปม (stroma) 1 ปม เจริญออกมาจากส่วนหัว และยังพบ synnema ที่ส่วนอกและท้องที่ละ 1 อัน จากนั้นอีก 10 วัน synnema ที่เจริญออกมาจากส่วนอกมีการสร้างปม 1 ปม อีก 153 วัน synnema ที่ส่วนท้องหลุดออกไป อีก 7 วันต่อมา synnema ที่มีปมซึ่งทั้งหมดหลุดออกไปทั้งส่วนหัว และอก อีก 35 วันต่อมา พบมีการสร้าง synnema ที่ส่วนหัว อก และท้อง ตำแหน่งละ 1 อัน อีก 81 วัน ไม่พบตัวอย่างเชื้อรา น่าจะเกิดจากการย่อยสลายจนไม่พบร่องรอย					

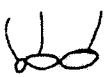
ตารางที่ 21 รูปแบบพัฒนาการและระยะแต่ละรูปแบบของ เชื้อ *Hirsutella saussurei* (anamorph), เชื้อ *Hirsutella saussurei* อยู่ร่วมกับ *Cordyceps humberti*, และเชื้อ *Cordyceps humberti* (teleomorph) ที่ทำลายต่อ *Icaria* sp. ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว (30 กันยายน 2542 – 25 กุมภาพันธ์ 2544) (ต่อ)

ตัวอย่างลำดับที่	ระยะของแต่ละรูปแบบ (วัน)				
	รูปแบบของตัวอย่างที่เริ่มสำรวจ (วดป. ทีสำรวจ)	รูปแบบพัฒนาการของเชื้อรา (วดป. ที่สำรวจ)			
		48 วัน	11 วัน	37 วัน	
8					ไม่พบร่องรอย
	(30 ก.ย. 42)	(30 ก.ย.42)	(17 พ.ย.42)	(28 พ.ย.42)	(4 ม.ค. 43)
	บรรยายรูปแบบพัฒนาการ	รูปแบบพัฒนาการนี้ เริ่มมีการสำรวจในวันที่ 30 ก.ย. 42 พบ synnema เจริญออกมาจากส่วนหัว 1 อัน ส่วนอก 1 อัน และส่วนท้อง 1 อัน อีก 48 วันต่อมาพบมีการสร้างปม (stroma) บน synnema ที่เจริญออกมาจากส่วนหัว อีก 11 วัน ต่อมาปมที่สร้างขึ้นมานี้ได้หลุดไป ต่อจากนั้นอีก 37 วันไม่พบตัวอย่างเชื้อรา น่าจะเกิดจากการย่อยสลายจนไม่พบร่องรอย			

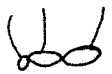
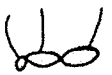
ตารางที่ 21 รูปแบบพัฒนาการและระยะแต่ละรูปแบบของ เชื้อ *Hirsutella saussurei* (anamorph), เชื้อ *Hirsutella saussurei* อยู่ร่วมกับ *Cordyceps humberti*, และเชื้อ *Cordyceps humberti* (teleomorph) ที่ทำลายต่อ *Icaria* sp. ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว (30 กันยายน 2542 - 25 กุมภาพันธ์ 2544) (ต่อ)

ตัวอย่างลำดับที่	ระยะของแต่ละรูปแบบ (วัน)				
	รูปแบบของตัวอย่างที่เริ่มสำรวจ (วดป. ที่สำรวจ)	รูปแบบพัฒนาการของเชื้อรา (วดป. ที่สำรวจ)			
		48 วัน	11 วัน	37 วัน	
9					ไม่พบร่องรอย
	(30 ก.ย. 42)	(30 ก.ย.42)	(17 พ.ย.42)	(28 พ.ย.42)	(4 ม.ค.43)
	บรรยายรูปแบบพัฒนาการ	**รูปแบบพัฒนาการนี้ เริ่มมีการสำรวจในวันที่ 30 ก.ย. 42 พบ synnema เจริญออกมาจากส่วนหัว 1 อัน ส่วนอก 1 อัน และส่วนท้อง 1 อัน ต่อจากนั้นอีก 48 วัน พบมีการสร้างปม (stroma) บน synnema ที่เจริญออกมาจากส่วนหัว อีก 11 วัน เฉพาะปมที่สร้างบน synnema นี้หลุดหายไป อีก 37 วัน ไม่พบตัวอย่างเชื้อรา น่าจะเกิดจากการย่อยสลายจนไม่พบร่องรอย**			

ตารางที่ 21 รูปแบบพัฒนาการและระยะแต่ละรูปแบบของ เชื้อ *Hirsutella saussurei* (anamorph), เชื้อ *Hirsutella saussurei* อยู่ร่วมกับ *Cordyceps humberti*, และเชื้อ *Cordyceps humberti* (teleomorph) ที่ทำลายต่อ *Icaria* sp. ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว (30 กันยายน 2542 – 25 กุมภาพันธ์ 2544) (ต่อ)

ตัวอย่างลำดับที่	ระยะของแต่ละรูปแบบ (วัน)				
	รูปแบบของตัวอย่างที่เริ่มสำรวจ (วดป. ที่สำรวจ)	รูปแบบพัฒนาการของเชื้อรา (วดป. ที่สำรวจ)			
		4 วัน	6 วัน	3 วัน	
10		 →	→	→	ไม่พบร่องรอย
	(30 ก.ย. 42)	(30 ก.ย.42)	(4 ต.ค.42)	(10 ต.ค.42)	(13 ต.ค.42)
	บรรยายรูปแบบพัฒนาการ	รูปแบบพัฒนาการนี้ เริ่มทำการสำรวจในวันที่ 30 ก.ย. 42 พบ synnema เจริญออกมาจากส่วนหัว 1 อัน ส่วนอก 1 อัน และส่วนท้อง 1 อัน อีก 4 วัน ต่อมาพบมีการสร้างปม (stroma) บน synnema ที่เจริญออกมาจากส่วนอก 1 อัน ต่อจากนั้นอีก 6 วัน พบมีการสร้างปมบน synnema ที่เจริญออกมาจากส่วนหัว 1 อัน อีก 3 วัน ต่อมาไม่พบตัวอย่างเชื้อรา น่าจะเกิดจากการย่อยสลายจนไม่พบร่องรอย			

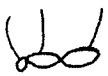
ตารางที่ 21 รูปแบบพัฒนาการและระยะแต่ละรูปแบบของ เชื้อ *Hirsutella saussurei* (anamorph), เชื้อ *Hirsutella saussurei* อยู่ร่วมกับ *Cordyceps humberti*, และเชื้อ *Cordyceps humberti* (teleomorph) ที่ทำลายต่อ *Icaria* sp. ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว (30 กันยายน 2542 – 25 กุมภาพันธ์ 2544) (ต่อ)

ตัวอย่างลำดับที่	ระยะของแต่ละรูปแบบ (วัน)		
	รูปแบบของตัวอย่างที่เริ่มสำรวจ (วดป. ที่สำรวจ)	รูปแบบพัฒนาการของเชื้อรา (วดป. ที่สำรวจ)	
		4 วัน	
11		 ⟶	ไม่พบร่องรอย
	(30 ก.ย. 42)	(30 ก.ย.42)	(4 ต.ค.42)
	บรรยายรูปแบบพัฒนาการ	**รูปแบบพัฒนาการนี้ เริ่มทำการสำรวจในวันที่ 30 ก.ย. 42 พบ** synnema **เจริญออกมาจากส่วนหัว 1 อัน ส่วนอก 1 อัน และส่วนท้อง 1 อัน ต่อจากนั้นอีก 4 วันไม่พบตัวอย่างเชื้อรา น่าจะเกิดจากการย่อยสลายจนไม่พบร่องรอย**	

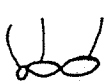
ตารางที่ 21 รูปแบบพัฒนาการและระยะแต่ละรูปแบบของเชื้อ *Hirsutella saussurei* (anamorph), เชื้อ *Hirsutella saussurei* อยู่ร่วมกับ *Cordyceps humberti*, และเชื้อ *Cordyceps humberti* (teleomorph) ที่ทำลายต่อ *Icaria* sp. ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว (30 กันยายน 2542 – 25 กุมภาพันธ์ 2544) (ต่อ)

ตัวอย่างลำดับที่	ระยะของแต่ละรูปแบบ (วัน)			
	รูปแบบของตัวอย่างที่เริ่มสำรวจ (วดป. ที่สำรวจ)	รูปแบบพัฒนาการของเชื้อรา (วดป. ที่สำรวจ)		
		4 วัน		
12			→	ไม่พบร่องรอย
	(30 ก.ย. 42)	(30 ก.ย.42)		(4 ต.ค.42)
	บรรยายรูปแบบพัฒนาการ	**รูปแบบพัฒนาการนี้ เริ่มทำการสำรวจในวันที่ 30 ก.ย. 42 พบ synnema เจริญออกมาจากส่วนหัว 1 อัน ส่วนอก 1 อัน และส่วนท้อง 1 อัน ต่อจากนั้นอีก 4 วันไม่พบตัวอย่างเชื้อรา น่าจะเกิดจากการย่อยสลายจนไม่พบร่องรอย**		

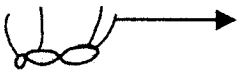
ตารางที่ 21 รูปแบบพัฒนาการและระยะแต่ละรูปแบบของ เชื้อ *Hirsutella saussurei* (anamorph), เชื้อ *Hirsutella saussurei* อยู่ร่วมกับ *Cordyceps humberti*, และเชื้อ *Cordyceps humberti* (teleomorph) ที่ทำลายต่อ *Icaria* sp. ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว (30 กันยายน 2542 – 25 กุมภาพันธ์ 2544) (ต่อ)

ตัวอย่างลำดับที่	ระยะของแต่ละรูปแบบ (วัน)					
	รูปแบบของตัวอย่างที่เริ่มสำรวจ (วดป. ที่สำรวจ)	รูปแบบพัฒนาการของเชื้อรา (วดป. ที่สำรวจ)				
		21 วัน	6 วัน	178 วัน	44 วัน	
13						ไม่พบร่องรอย
	(30 ก.ย. 42)	(30 ก.ย.42)	(21ต.ค.42)	(27 ต.ค.42)	(22 เม.ย.43)	(5 มิ.ย.43)
	บรรยายรูปแบบพัฒนาการ	รูปแบบพัฒนาการนี้ เริ่มทำการสำรวจในวันที่ 30 ก.ย. 42 พบ synnema เจริญออกมาจากส่วนหัว 1 อัน ส่วนอก 1 อัน และส่วนท้อง 1 อัน ต่อจากนั้นอีก 21 วัน พบมีการสร้างปม (stroma) บน synnema ที่เจริญออกมาจากส่วนหัว 1ปม อีก 6 วัน พบมีการสร้างปมบน synnema ที่เจริญออกมาจากส่วนอก 1 อัน อีก 178 วัน พบมีการสร้าง synnema 1 อัน ซึ่งมีปม 1 ปม ที่ส่วนหัว และมีการสร้าง synnema ที่ส่วนท้องเพิ่มอีก 1 อัน ต่อจากนั้นอีก 44 วันไม่พบตัวอย่างเชื้อรา น่าจะเกิดจากการย่อยสลายจนไม่พบร่องรอย				

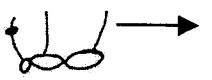
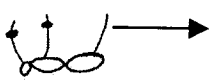
ตารางที่ 21 รูปแบบพัฒนาการและระยะแต่ละรูปแบบของ เชื้อ *Hirsutella saussurei* (anamorph), เชื้อ *Hirsutella saussurei* อยู่ร่วมกับ *Cordyceps humberti*, และเชื้อ *Cordyceps humberti* (teleomorph) ที่ทำลายต่อ *Icaria* sp. ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว (30 กันยายน 2542 – 25 กุมภาพันธ์ 2544) (ต่อ)

ตัวอย่างลำดับที่	ระยะของแต่ละรูปแบบ (วัน)					
	รูปแบบของตัวอย่างที่เริ่มสำรวจ (วดป. ที่สำรวจ)	รูปแบบพัฒนาการของเชื้อรา (วดป. ที่สำรวจ)				
		45 วัน	63 วัน	55 วัน	21 วัน	
14		→	→	→	 →	ไม่พบร่องรอย
	(30 ก.ย. 42)	(30 ก.ย.42)	(14 พ.ย.42)	(16 ม.ค. 43.)	(11 มี.ค.43)	(1 เม.ย.43)
	บรรยายรูปแบบพัฒนาการ	รูปแบบพัฒนาการนี้ เริ่มทำการสำรวจในวันที่ 30 ก.ย. 42 พบ synnema เจริญออกมาจากส่วนหัว และส่วนท้อง ตำแหน่งละ 1 อัน แต่ที่ส่วนอกเป็น synnema 1 อัน ซึ่งมี 1 ปม ต่อจากนั้นอีก 45 วัน มีการสร้างปม (stroma) 1 ปม บน synnema ที่เจริญออกมาจากส่วนหัว อีก 63 วัน เฉพาะปม บน synnema ที่เจริญออกมาจากส่วนอกหลุดไป อีก 55 วัน เฉพาะปมบน synnema ที่เจริญออกมาจากส่วนหัวหลุดไป อีก 21 วัน ไม่พบตัวอย่างเชื้อรา น่าจะเกิดจากการย่อยสลายจนไม่พบร่องรอย				

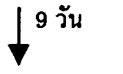
ตารางที่ 21 รูปแบบพัฒนาการและระยะแต่ละรูปแบบของ เชื้อ *Hirsutella saussurei* (anamorph), เชื้อ *Hirsutella saussurei* อยู่ร่วมกับ *Cordyceps humberti*, และเชื้อ *Cordyceps humberti* (teleomorph) ที่ทำลายต่อ *Icaria* sp. ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว (30 กันยายน 2542 – 25 กุมภาพันธ์ 2544) (ต่อ)

ตัวอย่างลำดับที่	ระยะของแต่ละรูปแบบ (วัน)				
	รูปแบบของตัวอย่างที่เริ่มสำรวจ (วดป. ที่สำรวจ)	รูปแบบพัฒนาการของเชื้อรา (วดป. ที่สำรวจ)			
		13 วัน	8 วัน	80 วัน	
15					ไม่พบร่องรอย
	(30 ก.ย. 42)	(30 ก.ย.42)	(13 ต.ค.42)	(21 ต.ค.42)	(9 ม.ค. 43)
	บรรยายรูปแบบพัฒนาการ	รูปแบบพัฒนาการนี้ เริ่มทำการสำรวจ 30 ก.ย. 42 พบ synnema เจริญออกมาจากส่วนหัว 1 อัน ส่วนอก 1 อัน และส่วนท้อง 2 อัน จากนั้น 13 วัน พบมีการสร้างปม (stroma) 1 ปม บน synnema ที่เจริญออกมาจากส่วนหัว อีก 8 วัน พบมีการสร้างปม 1 ปม บน synnema ที่เจริญออกมาจากส่วนอก 1 อัน อีก 80 วัน ไม่พบตัวอย่างเชื้อรา น่าจะเกิดจากการย่อยสลายจนไม่พบร่องรอย			

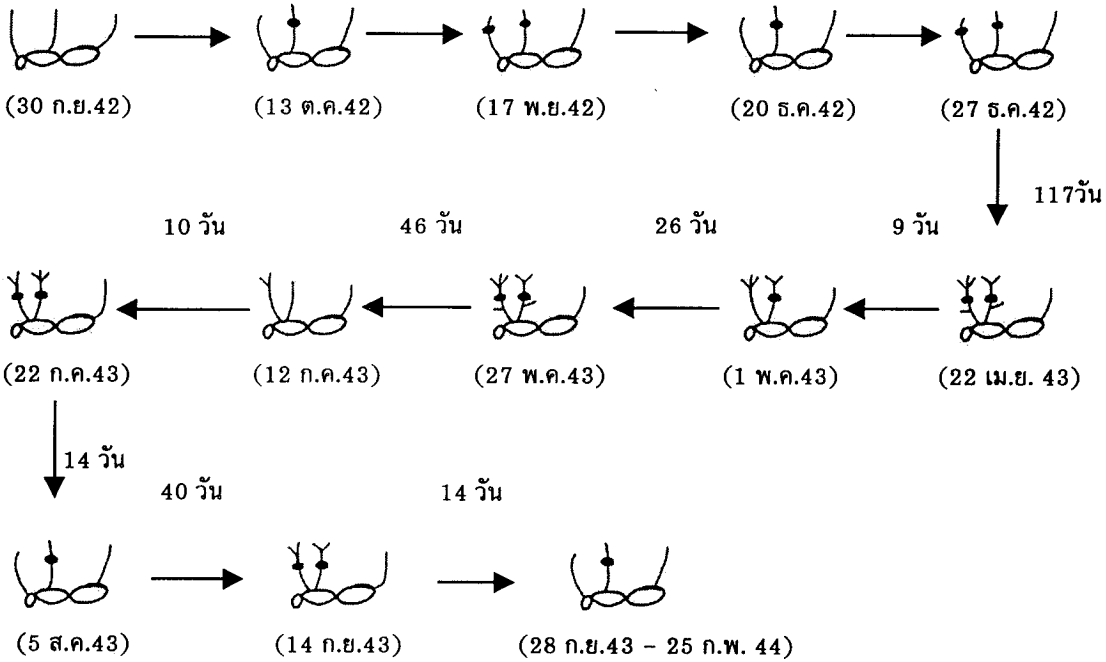
ตารางที่ 21 รูปแบบพัฒนาการและระยะแต่ละรูปแบบของ เชื้อ *Hirsutella saussurei* (anamorph), เชื้อ *Hirsutella saussurei* อยู่ร่วมกับ *Cordyceps humberti*, และเชื้อ *Cordyceps humberti* (teleomorph) ที่ทำลายต่อ *Icaria* sp. ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว (30 กันยายน 2542 – 25 กุมภาพันธ์ 2544) (ต่อ)

ตัวอย่างลำดับที่	ระยะของแต่ละรูปแบบ (วัน)			
	รูปแบบของตัวอย่างที่เริ่มสำรวจ (วดป. ที่สำรวจ)	รูปแบบพัฒนาการของเชื้อรา (วดป. ที่สำรวจ)		
		13 วัน	177 วัน	
16				ไม่พบร่องรอย
	(30 ก.ย. 42)	(30 ก.ย.42)	(13 ต.ค.42)	(8 เม.ย. 43)
	บรรยายรูปแบบพัฒนาการ	รูปแบบพัฒนาการนี้ เริ่มทำการสำรวจในวันที่ 30 ก.ย. 42 พบ synnema ที่ส่วนอกและส่วนท้อง ตำแหน่งละ 1 อันแต่ที่ส่วนหัวพบ synnema 1 อัน ซึ่งมี 1 ปม (stroma) อีก 13 วัน พบมีการสร้างปม 1 ปม บน synnema ที่เจริญออกมาจากส่วนอก อีก 177 วัน ไม่พบตัวอย่างเชื้อรา น่าจะเกิดจากการย่อยสลายจนไม่พบร่องรอย		

ตารางที่ 21 รูปแบบพัฒนาการและระยะแต่ละรูปแบบของ เชื้อ *Hirsutella saussurei* (anamorph), เชื้อ *Hirsutella saussurei* อยู่ร่วมกับ *Cordyceps humberti*, และเชื้อ *Cordyceps humberti* (teleomorph) ที่ทำลายต่อ *Icaria* sp. ณ อุทยานแห่งชาตินำ้หนาว (30 กันยายน 2542 – 25 กุมภาพันธ์ 2544) (ต่อ)

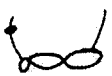
ตัวอย่างลำดับที่	ระยะของแต่ละรูปแบบ (วัน)						
	รูปแบบของตัวอย่างที่เริ่มสำรวจ (วดป. ที่สำรวจ)	รูปแบบพัฒนาการของเชื้อรา (วดป. ที่สำรวจ)					
17	(30 ก.ย. 42)	13 วัน (30 ก.ย.42)	39 วัน (13 ต.ค.42)	29 วัน (21พ.ย. 42)	54 วัน (20 ธ.ค.42)	(12 ก.พ.43)	9 วัน  (21 ก.พ.43)
					34 วัน ไม่พบร่องรอย (6 มี.ค.43)		
	บรรยายรูปแบบพัฒนาการ	รูปแบบพัฒนาการนี้ เริ่มทำการสำรวจในวันที่ 30 ก.ย. 42 พบ synnema เจริญออกมาจากส่วนหัว 1 อัน ส่วนอก 1 อัน และส่วนท้อง 1 อัน โดยแต่ละ synnema ที่หัวและอกมีการสร้างปม (stroma) ด้วยจำนวน 1 ปม อีก 13 วัน พบมีการสร้าง synnema เพิ่มอีก 1 อันที่ส่วนท้อง อีก 39 วัน synnema พร้อมปมซึ่งอยู่ที่ส่วนหัวหลุดหายไป และ synnema ที่เจริญออกมาจากส่วนท้อง 1 อัน ได้หลุดไปด้วยเช่นกัน อีก 29 วัน มีการสร้าง synnema 1 อัน พร้อมปม 1 ปม ที่ส่วนหัว อีก 54 วัน synnema 1 อัน พร้อมปมที่ส่วนหัวก็ได้หลุดไป อีก 9 วัน ไม่พบ synnema ที่ส่วนท้อง อีก 34 วัน ต่อมาไม่พบตัวอย่างเชื้อรา น่าจะเกิดจากการย่อยสลายจนไม่พบร่องรอย					

ตารางที่ 21 รูปแบบพัฒนาการและระยะแต่ละรูปแบบของ เชื้อ *Hirsutella saussurei* (anamorph), เชื้อ *Hirsutella saussurei* อยู่ร่วมกับ *Cordyceps humberti*, และเชื้อ *Cordyceps humberti* (teleomorph) ที่ทำลายต่อ *Icaria* sp. ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว (30 กันยายน 2542 – 25 กุมภาพันธ์ 2544) (ต่อ)

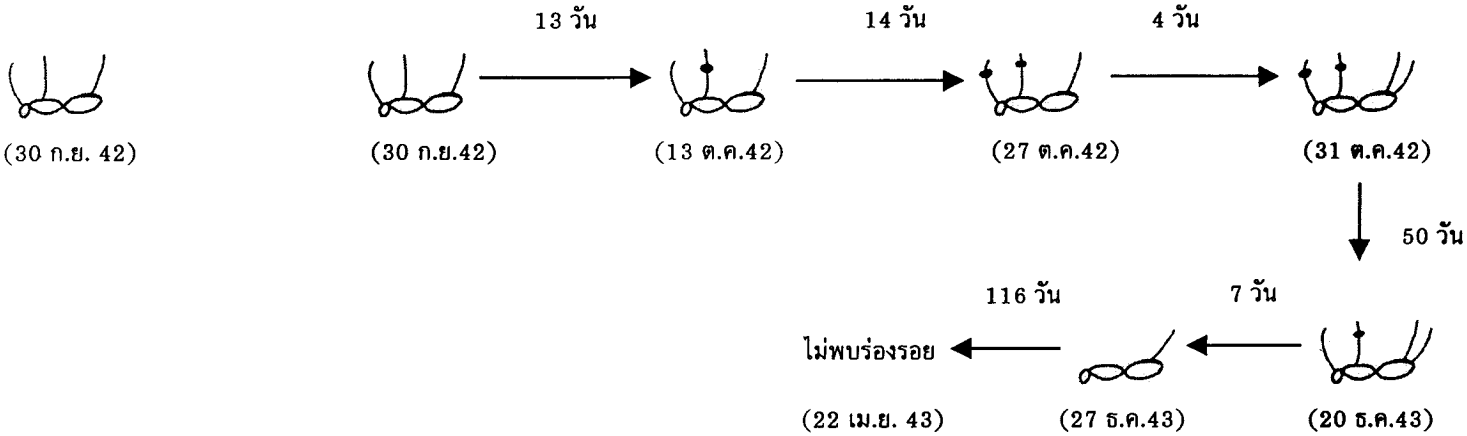
ตัวอย่างลำดับที่	ระยะของแต่ละรูปแบบ (วัน)	
	รูปแบบของตัวอย่างที่เริ่มสำรวจ (วดป. ที่สำรวจ)	รูปแบบพัฒนาการของเชื้อรา (วดป. ที่สำรวจ)
18	(30 ก.ย.42)	 (30 ก.ย.42) 13 วัน (13 ต.ค.42) 35 วัน (17 พ.ย.42) 33 วัน (20 ธ.ค.42) 7 วัน (27 ธ.ค.42) 117วัน (22 เม.ย. 43) 9 วัน (1 พ.ค.43) 26 วัน (27 พ.ค.43) 46 วัน (12 ก.ค.43) 10 วัน (22 ก.ค.43) 14 วัน (5 ส.ค.43) 40 วัน (14 ก.ย.43) 14 วัน (28 ก.ย.43 – 25 ก.พ. 44)

บรรยายรูปแบบพัฒนาการ	รูปแบบพัฒนาการนี้ เริ่มมีการสำรวจในวันที่ 30 ก.ย. 42 พบ synnema เจริญออกมาจากส่วนหัว ส่วนอก และส่วนท้อง อย่างละ 1 อัน อีก 13 วัน มีการสร้างปม (stroma) 1 ปม บน synnema ที่เจริญออกมาจากส่วนอก อีก 35 วัน พบมีการสร้างปมบน synnema ที่เจริญออกมาจากส่วนหัว อีก 33 วัน ไม่พบปมบน synnema ที่เจริญออกจากส่วนหัว อีก 7 วัน มีการสร้างปมบน synnema ที่เจริญออกมาจากส่วนหัว อีก 117 วัน synnema ที่อยู่บนส่วนอกทั้งสองอันที่อยู่ด้านขวาแตกเป็น 2 ง่าม อันที่อยู่ด้านซ้ายแตกเป็น 3 ง่าม และบริเวณใต้ปมของ synnema ทั้งสองมีแขนงออกอีกข้างละ 1 อัน จากนั้นอีก 9 วัน ไม่พบปมที่ synnema ด้านซ้าย และไม่พบด้านข้างที่แตกแขนงของ synnema ทั้งสองอัน จากนั้นอีก 26 วัน พัฒนาการเหมือนเมื่อ 22 เม.ย. 43 อีก 46 วันไม่พบปมที่ synnema จากส่วนอก ทั้งด้านซ้ายและด้านขวาพร้อมกับด้านข้างของ synnema ไม่แตกแขนง แต่ส่วนปลายของ synnema ด้านขวาไม่แตกเป็นง่าม ส่วนด้านซ้ายเหลือแตกเป็น 2 ง่าม ต่อจากนั้นอีก 10 วัน พบปมบน synnema ทั้งที่เจริญจากส่วนอกทั้ง 2 อัน และส่วนปลายของ synnema ด้านขวาแตกเป็น 3 ง่าม ส่วนด้านซ้ายแตกเป็น 2 ง่าม อีก 14 วัน มี synnema เจริญจากส่วนหัว 1 อันส่วนอกมี synnema 1 อัน ไม่แตกเป็นง่ามบน synnema นี้ มีปม 1 ปม อีก 40 วัน มีการสร้างปมบน synnema ที่เจริญจากส่วนอกทั้งสองอัน ส่วนปลายของ synnema มีการแตกเป็น 2 ง่าม ทั้งด้านขวาและด้านซ้าย อีก 14 วัน พบรูปแบบพัฒนาการเช่นเดียวกันกับเมื่อ 5 ส.ค. 43

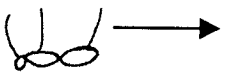
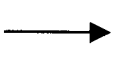
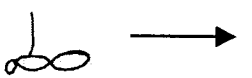
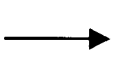
ตารางที่ 21 รูปแบบพัฒนาการและระยะแต่ละรูปแบบของเชื้อ *Hirsutella saussurei* (anamorph), เชื้อ *Hirsutella saussurei* อยู่ร่วมกับ *Cordyceps humberti*, และเชื้อ *Cordyceps humberti* (teleomorph) ที่ทำลายต่อ *Icaria* sp. ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว (30 กันยายน 2542 – 25 กุมภาพันธ์ 2544) (ต่อ)

ตัวอย่างลำดับที่	ระยะของแต่ละรูปแบบ (วัน)							
	รูปแบบของตัวอย่างที่เริ่มสำรวจ (วดป. ที่สำรวจ)	รูปแบบพัฒนาการของเชื้อรา (วดป. ที่สำรวจ)						
19	(30 ก.ย.42)	(30 ก.ย.42)	45 วัน →	(14 พ.ย.42)	43 วัน →	(27 ธ.ค.42)	20 วัน →	(16 ม.ค. 43)
							↓ 7 วัน	
						ไม่พบร่องรอย ← 29 วัน		 (23 ม.ค.43)
						(21 ก.พ.43)		
	บรรยายรูปแบบพัฒนาการ	รูปแบบพัฒนาการนี้ เริ่มสำรวจในวันที่ 30 ก.ย. 42 พบ synnema เจริญออกมาจากส่วนหัว 1 อัน ส่วนอก 1 อัน โดยมีปม (stroma) 1 ปม และส่วนท้อง 1 อัน อีก 45 วัน มีปมบน synnema ที่เจริญออกมาจากส่วนหัว 1 ปม จากนั้นอีก 43 วัน ไม่พบ synnema และปมที่เจริญออกมาจากส่วนหัว อีก 20 วัน ไม่พบปมบน synnema ซึ่งเจริญมาจากส่วนอก แต่จะพบ synnema และปม ที่เจริญออกมาจากส่วนหัว ต่อจากนั้นอีก 7 วัน พบปมบน synnema ที่เจริญออกมาจากส่วนหัว 1 ปม แต่ synnema ที่เจริญจากส่วนอกได้หลุดไป ต่อจากนั้นอีก 29 วัน ไม่พบตัวอย่างเชื้อรา น่าจะเกิดจากการย่อยสลายจนไม่พบร่องรอย						

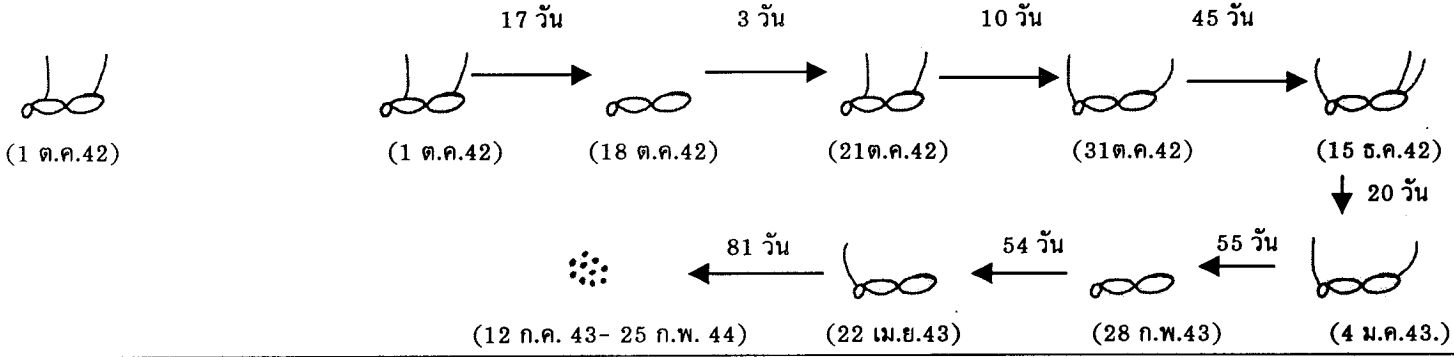
ตารางที่ 21 รูปแบบพัฒนาการและระยะแต่ละรูปแบบของเชื้อ *Hirsutella saussurei* (anamorph), เชื้อ *Hirsutella saussurei* อยู่ร่วมกับ *Cordyceps humberti*, และเชื้อ *Cordyceps humberti* (teleomorph) ที่ทำลายต่อ *Icaria* sp. ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว (30 กันยายน 2542 – 25 กุมภาพันธ์ 2544) (ต่อ)

ตัวอย่างลำดับที่	ระยะของแต่ละรูปแบบ (วัน)	
	รูปแบบของตัวอย่างที่เริ่มสำรวจ (วดป. ที่สำรวจ)	รูปแบบพัฒนาการของเชื้อรา (วดป. ที่สำรวจ)
20		
	บรรยายรูปแบบพัฒนาการ	**รูปแบบพัฒนาการนี้ เริ่มสำรวจในวันที่ 30 ก.ย. 42 พบ synnema เจริญออกมาจากส่วนหัว ส่วนอก และส่วนท้อง อย่างละ 1 อัน จากนั้นอีก 13 วัน พบมีการสร้างปม (stroma) บน synnema ซึ่งเจริญออกมาจากส่วนอก ต่อจากนั้น 14 วัน พบปมบน synnema ซึ่งเจริญออกมาจากส่วนหัว อีก 4 วัน พบ synnema ที่ส่วนท้อง เพิ่มขึ้นอีก 1 อัน จากนั้น 50 วัน ไม่พบปมบน synnema ซึ่งเจริญออกมาจากส่วนหัว อีก 7 วัน เหลือเฉพาะ synnema ที่ส่วนท้องเพียง 1 อัน เท่านั้น จากนั้น 116 วัน ไม่พบตัวอย่างเชื้อรา น่าจะเกิดจากการย่อยสลายจนไม่พบร่องรอย**

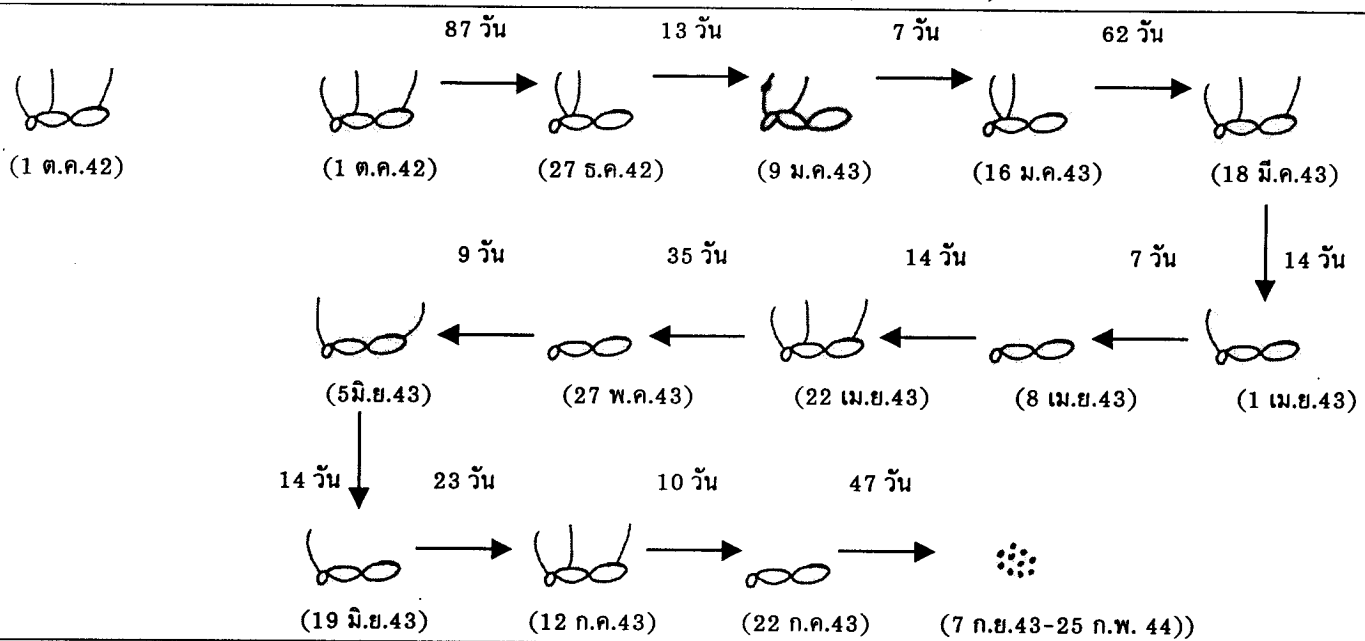
ตารางที่ 21 รูปแบบพัฒนาการและระยะแต่ละรูปแบบของ เชื้อ *Hirsutella saussurei* (anamorph), เชื้อ *Hirsutella saussurei* อยู่ร่วมกับ *Cordyceps humberti*, และเชื้อ *Cordyceps humberti* (teleomorph) ที่ทำลายต่อ *Icaria* sp. ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว (30 กันยายน 2542 – 25 กุมภาพันธ์ 2544) (ต่อ)

ตัวอย่างลำดับที่	ระยะของแต่ละรูปแบบ (วัน)								
	รูปแบบของตัวอย่างที่เริ่มสำรวจ (วดป. ที่สำรวจ)	รูปแบบพัฒนาการของเชื้อรา (วดป. ที่สำรวจ)							
21	(1 ต.ค. 42)	6 วัน  (1 ต.ค.42) (7 ต.ค.42)	6 วัน  (13 ต.ค.42)	18 วัน  (31 ต.ค.42)	50 วัน  (20 ธ.ค. 42 – 25 ก.พ. 44)				
	บรรยายรูปแบบพัฒนาการ	รูปแบบพัฒนาการนี้ เริ่มสำรวจในวันที่ 1 ต.ค. 42 พบ synnema เจริญออกมาจากส่วนหัว ส่วนอก และส่วนท้อง อย่างละ 1 อัน จากนั้นอีก 6 วัน ไม่พบ synnema ทั้งในส่วนของหัว อก และท้อง เนื่องจากได้หลุดไป อีก 6 วัน ต่อมา พบ synnema เฉพาะที่เจริญออกมาจากส่วนอก อีก 18 วัน ไม่พบ synnema หลังจากนั้นอีก 50 วัน พบว่าส่วนทั้งหมดของเชื้อราและตัวต่อย่อยสลาย							

ตารางที่ 21 รูปแบบพัฒนาการและระยะแต่ละรูปแบบของ เชื้อ *Hirsutella saussurei* (anamorph), เชื้อ *Hirsutella saussurei* อยู่ร่วมกับ *Cordyceps humberti*, และเชื้อ *Cordyceps humberti* (teleomorph) ที่ทำลายต่อ *Icaria* sp. ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว (30 กันยายน 2542 – 25 กุมภาพันธ์ 2544) (ต่อ)

ตัวอย่างลำดับที่	ระยะของแต่ละรูปแบบ (วัน)	
	รูปแบบของตัวอย่างที่เริ่มสำรวจ (วดป. ที่สำรวจ)	รูปแบบพัฒนาการของเชื้อรา (วดป. ที่สำรวจ)
22		
	บรรยายรูปแบบพัฒนาการ	รูปแบบพัฒนาการนี้ เริ่มสำรวจในวันที่ 1 ต.ค. 42 พบ synnema เจริญออกมาจากอก และท้อง อย่างละ 1 อัน อีก 17 วัน synnema ได้หลุดออกจากตัวต่อ จากนั้นอีก 3 วัน พบพัฒนาการรูปแบบเหมือนที่พบเมื่อ 1 ต.ค. 42 จากนั้นอีก 10 วัน พบ synnema เจริญออกมาจากส่วนหัว 1 อัน และส่วนท้อง 1 อัน อีก 45 วัน มี synnema เพิ่มขึ้นที่ส่วนท้อง อีก 1 อัน จากนั้นอีก 20 วัน synnema ที่ส่วนท้องได้หลุดไป 1 อัน จากส่วนท้อง อีก 55 วัน ไม่พบ synnema บนตัวต่อ อีก 54 วัน พบ synnema ที่เจริญออกมาจากส่วนหัว 1 อัน ต่อจากนั้นอีก 81 วัน ส่วนทั้งหมดของเชื้อราและตัวต่อย่อยสลาย

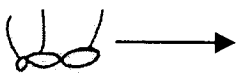
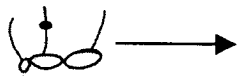
ตารางที่ 21 รูปแบบพัฒนาการและระยะแต่ละรูปแบบของ เชื้อ *Hirsutella saussurei* (anamorph), เชื้อ *Hirsutella saussurei* อยู่ร่วมกับ *Cordyceps humberti*, และเชื้อ *Cordyceps humberti* (teleomorph) ที่ทำลายต่อ *Icaria* sp. ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว (30 กันยายน 2542 - 25 กุมภาพันธ์ 2544) (ต่อ)

ตัวอย่างลำดับที่	ระยะของแต่ละรูปแบบ (วัน)	
	รูปแบบของตัวอย่างที่เริ่มสำรวจ (วดป. ที่สำรวจ)	รูปแบบพัฒนาการของเชื้อรา (วดป. ที่สำรวจ)
23		

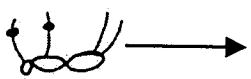
บรรยายรูปแบบพัฒนาการ รูปแบบพัฒนาการนี้ เริ่มสำรวจเมื่อ 1 ต.ค. 42 พบ synnema เจริญออกมาจากส่วนหัว ส่วนอก และส่วนท้องอย่างละ 1 อัน ต่อจากนั้นอีก 87 วัน พบ synnema เพียง 2 อันที่เจริญมาจากส่วนอก แต่ synnema ที่เจริญออกมาจากส่วนหัวและท้องได้หลุดไปจากตัวต่อ อีก 13 วัน มี synnema เจริญออกมาจากส่วนหัวพร้อมกับมีการพัฒนาเป็นปม (stroma) แต่ในส่วนของอกและส่วนท้อง synnema ได้หลุดไป ส่วนละ 1 อัน อีก 7 วัน พบ synnema เพียง 2 อันที่ส่วนอก จาก

บรรยายรูปแบบพัฒนาการ (ต่อ)	นั้นอีก 62 วัน พบ synnema เจริญเพิ่มมาจากส่วนหัว 1 อัน ส่วนท้อง 1 อัน แต่ที่ส่วนอก synnema ได้หลุดไป 1 อัน จากนั้นอีก 14 วัน synnema ได้หลุดไปจากส่วนอกและท้อง อีก 7 วัน synnema ได้หลุดจากส่วนหัว อีก 14 วัน มีรูปแบบพัฒนาการเหมือนที่พบเมื่อ 1 ต.ค. 42 และ 18 มี.ค. 43 อีก 35 วัน synnema ได้หลุดจากตัวต่อทั้งหมด อีก 9 วัน พบ synnema เจริญขึ้นมาอีกครั้งในส่วนของหัว 1 อัน และส่วนท้อง 1 อัน อีก 14 วัน เหลือเฉพาะ synnema เจริญออกมาจากส่วนหัว 1 อัน อีก 23 วัน พบมีการสร้าง synnema ที่เจริญออกมาจากส่วนอกและท้องตำแหน่งละ 1 อัน อีก 10 วันไม่พบ synnema บนตัวต่อ ต่อจากนั้นอีก 47 วัน ส่วนทั้งหมดของเชื้อราและตัวต่อได้ย่อยสลาย

ตารางที่ 21 รูปแบบพัฒนาการและระยะแต่ละรูปแบบของ เชื้อ *Hirsutella saussurei* (anamorph), เชื้อ *Hirsutella saussurei* อยู่ร่วมกับ *Cordyceps humberti*, และเชื้อ *Cordyceps humberti* (teleomorph) ที่ทำลายต่อ *Icaria* sp. ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว (30 กันยายน 2542 – 25 กุมภาพันธ์ 2544) (ต่อ)

ตัวอย่างลำดับที่	ระยะของแต่ละรูปแบบ (วัน)			
	รูปแบบของตัวอย่างที่เริ่มสำรวจ (วดป. ที่สำรวจ)	รูปแบบพัฒนาการของเชื้อรา (วดป. ที่สำรวจ)		
		26 วัน	7 วัน	
24				ไม่พบร่องรอย
	(1ต.ค.42)	(1.ต.ค.42)	(27 ต.ค.42)	(3 พ.ย. 42)
	บรรยายรูปแบบพัฒนาการ	รูปแบบพัฒนาการนี้ เริ่มสำรวจในวันที่ 1 ต.ค. 42 พบ synnema เจริญออกมาจากส่วนหัว ส่วนอก และส่วนท้อง อย่างละ 1 อัน ต่อจากนั้นอีก 26 วัน มีปม (stroma) 1 ปม บน synnema อันที่เจริญออกมาจากส่วนอก 1 อัน ต่อจากนั้นอีก 7 วัน ไม่พบตัวอย่างเชื้อรา น่าจะเกิดจากการย่อยสลายจนไม่พบร่องรอย		

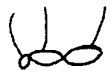
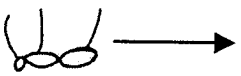
ตารางที่ 21 รูปแบบพัฒนาการและระยะแต่ละรูปแบบของ เชื้อ *Hirsutella saussurei* (anamorph), เชื้อ *Hirsutella saussurei* อยู่ร่วมกับ *Cordyceps humberti*, และเชื้อ *Cordyceps humberti* (teleomorph) ที่ทำลายต่อ *Icaria* sp. ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว (30 กันยายน 2542 – 25 กุมภาพันธ์ 2544) (ต่อ)

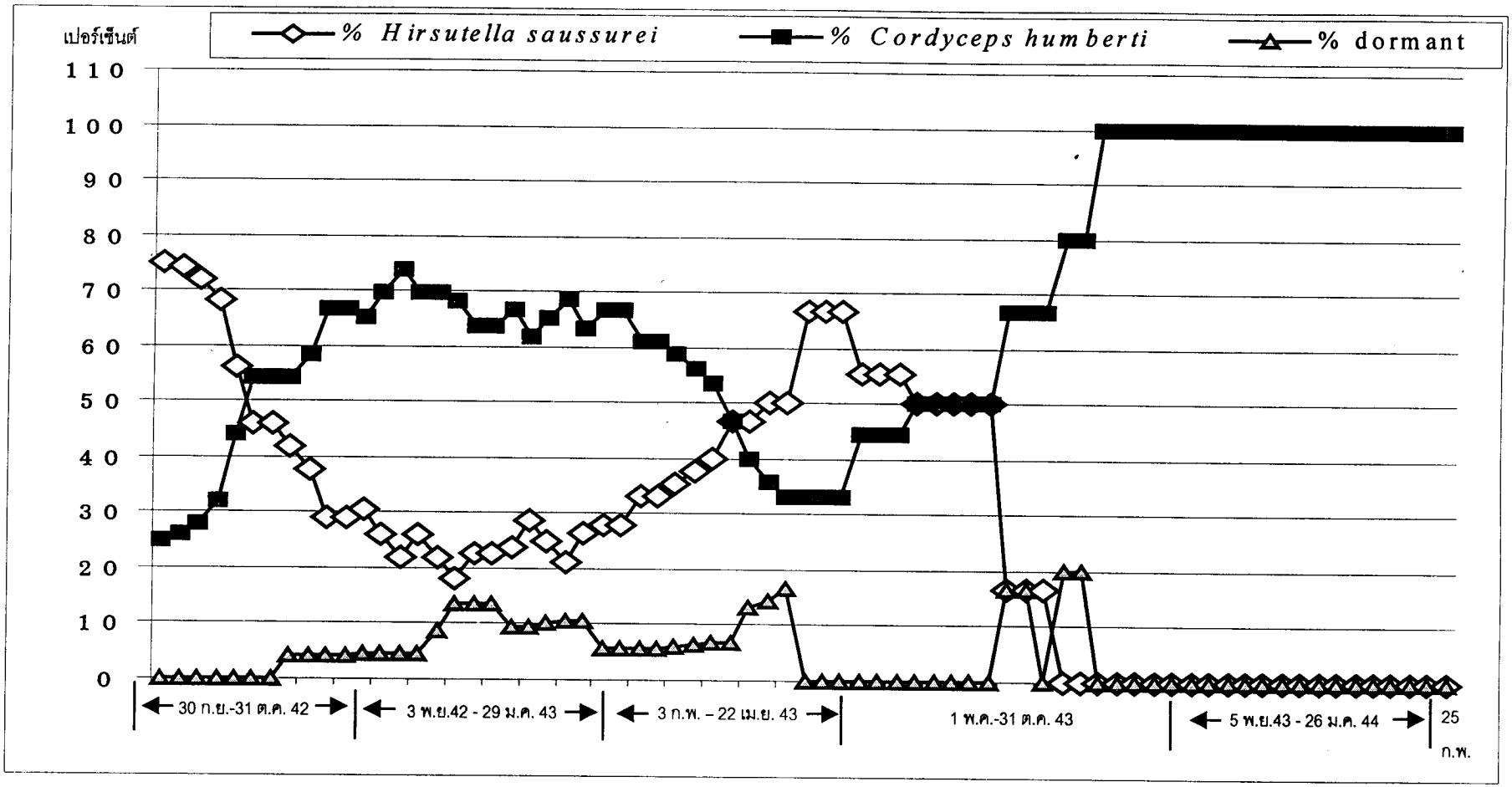
ตัวอย่างลำดับที่	รูปแบบของตัวอย่างที่เริ่มสำรวจ (วดป. ที่สำรวจ)	ระยะของแต่ละรูปแบบ (วัน) รูปแบบพัฒนาการของเชื้อรา (วดป. ที่สำรวจ)		
		26 วัน	124 วัน	
25	(1 ต.ค.42)	 (1.ต.ค.42)	(27 ต.ค.42)	ไม่พบร่องรอย (28 ก.พ. 43)
	บรรยายรูปแบบพัฒนาการ	รูปแบบพัฒนาการนี้ เริ่มสำรวจเมื่อ 1 ต.ค. 42 พบ synnema เจริญออกมาจาก ส่วน หัว อก และท้อง synnema ที่เจริญจากหัว และ อก พัฒนาเป็นปม (stroma) อันละ 1 ปม ส่วนท้อง 2 อัน ไม่สร้างปม ต่อจากนั้นอีก 26 วัน ไม่มีพัฒนาการเพิ่มเติม อีก 124 วันต่อมาไม่พบตัวอย่างเชื้อรา น่าจะเกิดจากการย่อยสลายจนไม่พบร่องรอย		

ตารางที่ 21 รูปแบบพัฒนาการและระยะแต่ละรูปแบบของ เชื้อ *Hirsutella saussurei* (anamorph), เชื้อ *Hirsutella saussurei* อยู่ร่วมกับ *Cordyceps humberti*, และเชื้อ *Cordyceps humberti* (teleomorph) ที่ทำลายต่อ *Icaria* sp. ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว (30 กันยายน 2542 - 25 กุมภาพันธ์ 2544) (ต่อ)

ตัวอย่างลำดับที่	ระยะของแต่ละรูปแบบ (วัน)					
	รูปแบบของตัวอย่างที่เริ่มสำรวจ (วดป. ที่สำรวจ)	รูปแบบพัฒนาการของเชื้อรา (วดป. ที่สำรวจ)				
		150 วัน		19 วัน	35 วัน	
26		→	→	→	ไม่พบร่องรอย	
	(1 ต.ค.42)	(1.ต.ค.42)	(28 ก.พ. 43)	(18 มี.ค.43)	(22 เม.ย.43)	
	บรรยายรูปแบบพัฒนาการ	รูปแบบพัฒนาการนี้ เริ่มทำการสำรวจในวันที่ 1 ต.ค. 42 พบ synnema เจริญออกมาจากส่วนหัวและอกของตัวต่ออย่างละ 1 อัน พร้อมกับมีปม (stroma) synnema ละ 1 ปม และส่วนท้อง 1 อัน ไม่สร้างปม อีก 150 วัน พร้อม synnema ที่ส่วนอกหลุด ต่อจากนั้นอีก 19 วัน พบมีการสร้าง synnema เจริญออกมาจากส่วนอก พร้อมทั้งมีปม 1 ปม อีก 35 วัน ไม่พบตัวอย่างเชื้อรา น่าจะเกิดจากการย่อยสลายจนไม่พบร่องรอย				

ตารางที่ 21 รูปแบบพัฒนาการและระยะแต่ละรูปแบบของ เชื้อ *Hirsutella saussurei* (anamorph), เชื้อ *Hirsutella saussurei* อยู่ร่วมกับ *Cordyceps humberti*, และเชื้อ *Cordyceps humberti* (teleomorph) ที่ทำลายต่อ *Icaria* sp. ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว (30 กันยายน 2542 – 25 กุมภาพันธ์ 2544) (ต่อ)

ตัวอย่างลำดับที่	ระยะของแต่ละรูปแบบ (วัน)				
	รูปแบบของตัวอย่างที่เริ่มสำรวจ (วดป. ที่สำรวจ)	รูปแบบพัฒนาการของเชื้อรา (วดป. ที่สำรวจ)			
		20 วัน	6 วัน	177 วัน	
27					ไม่พบร่องรอย
	(1 ต.ค. 42)	(1. ต.ค.42)	(21 ต.ค.42)	(27 ต.ค.42)	(22 เม.ย.43)
	บรรยายรูปแบบพัฒนาการ	รูปแบบพัฒนาการนี้ เริ่มทำการสำรวจในวันที่ 1 ต.ค. 42 พบ synnema เจริญออกมาจากส่วนหัว 1 อัน ส่วนอก 1 อัน และส่วนท้อง 1 อัน ต่อจากนั้นอีก 20 วัน พบ synnema เจริญเพิ่มขึ้นมาอีก 1 อันที่ส่วนท้อง อีก 6 วัน synnema 1 อัน จากส่วนท้องหลุดไป ต่อจากนั้นอีก 177 วัน ไม่พบตัวอย่างเชื้อรา น่าจะเกิดจากการย่อยสลายจนไม่พบร่องรอย			

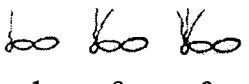
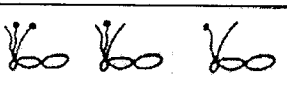
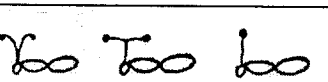


ภาพที่ 57 เปอร์เซ็นต์ของเชื้อ *Hirsutella saussurei*, เชื้อ *Cordyceps humberti*, และการพักตัวบนต่อ *Icaria* sp. ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว ในระหว่างวันที่ 30 กันยายน 2542 - 25 กุมภาพันธ์ 2544

2.2 เชื้อ *Hymenostilbe aurantiaca* (anamorph) และเชื้อ *Cordyceps* spp. (teleomorph) ที่ทำลายมด *Polyrhachis armata* พบรูปแบบพัฒนาการของเชื้อรวมทั้งหมด 10 รูปแบบ สามารถแยกรูปแบบพัฒนาการของแต่ละเชื้อได้ดังนี้ เฉพาะเชื้อ *H. aurantiaca* ซึ่งเป็นระยะ anamorph มีรูปแบบพัฒนาการของ synnema ได้หลายรูปแบบ จากการสังเกตได้บันทึกลักษณะรูปแบบของ synnema ที่พัฒนาจากมดแต่ละตัวที่ถูกเชื้อนี้ทำลายได้ถึง 3 รูปแบบ โดยในฤดูฝนมีรูปแบบของพัฒนาการมากกว่าฤดูหนาว แต่ไม่พบรูปแบบพัฒนาการในฤดูร้อน กล่าวคือ ฤดูฝนมี 3 รูปแบบ ได้แก่ รูปแบบที่ 1-3 และยังพบรูปแบบที่ 10 ซึ่งเป็นรูปแบบที่ส่วนของ synnema หรือมดและเชื้อรามีการย่อยสลายไป ฤดูหนาวมี 2 รูปแบบ ได้แก่ รูปแบบที่ 1-2 พร้อมกับพบรูปแบบที่ 10 นั่นแสดงให้เห็นว่าเฉพาะเชื้อ *H. aurantiaca* ที่เจริญบนมดแต่ละตัวนั้น พบว่ามีพัฒนาการได้ดีในช่วงฤดูฝนและฤดูหนาวได้หลายรูปแบบ ตั้งแต่รูปแบบที่มี synnema 1 อัน จนถึง synnema 3 อัน ดังปรากฏในตารางที่ 22 สำหรับเชื้อรา *H. aurantiaca* อยู่ร่วมกับ *Cordyceps* spp. ที่พัฒนาบนมดตัวเดียวกันมีรูปแบบพัฒนาการของ synnema และการสร้างปม (stroma) ซึ่งมี perithecium ฝังอยู่ภายใน จากการสังเกตได้บันทึกลักษณะรูปแบบของ synnema และ stroma มีจำนวน 3 รูปแบบ (ตารางที่ 22) ตั้งแต่รูปแบบที่ 4-6 โดยพบว่า ในฤดูหนาวมีรูปแบบพัฒนาการมากกว่าฤดูฝนแต่ไม่พบรูปแบบพัฒนาการในฤดูร้อน ดังนี้ ฤดูหนาวมี 2 รูปแบบ ได้แก่ รูปแบบที่ 5-6 ฤดูฝนมี 1 รูปแบบ คือ รูปแบบที่ 4 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเชื้อทั้ง 2 ระยะ มีพัฒนาการได้ดีเฉพาะในช่วงฤดูหนาวและมีรูปแบบพัฒนาการได้หลายรูปแบบ โดยพบทั้ง anamorph และ teleomorph บนมดตัวเดียวกัน ส่วนพัฒนาการเฉพาะเชื้อ *Cordyceps* spp. มีรูปแบบพัฒนาการของการสร้างปมและมี perithecium ฝังอยู่ภายใน จากการสังเกตได้บันทึกลักษณะรูปแบบของ stroma ได้ 3 รูปแบบ ที่พัฒนาจากมดที่ถูกเชื้อนี้เข้าทำลาย คือรูปแบบที่ 7-9 เป็นลักษณะของ teleomorph (*Cordyceps* spp.) รูปแบบต่างๆ กัน (ตารางที่ 22) โดยพบว่าในฤดูฝนมีรูปแบบพัฒนาการมากกว่าฤดูหนาวแต่ไม่พบรูปแบบพัฒนาการในฤดูร้อน ดังนี้ ฤดูฝนมี 3 รูปแบบ ได้แก่ รูปแบบที่ 7-9 ฤดูหนาวมี 1 รูปแบบ คือ รูปแบบที่ 9 แสดงให้เห็นว่าเชื้อมีพัฒนาการได้ดีเฉพาะในฤดูฝนเท่านั้น

ผลจากการศึกษารูปแบบพัฒนาการของเชื้อราทั้งหมด 10 รูปแบบ ของตัวอย่างแมลงที่ถูกเชื้อราทำลาย 23 ตัวอย่าง ซึ่งในแต่ละตัวอย่างมีพัฒนาการได้รูปแบบหลายรูปแบบ จากรูปแบบพัฒนาการของเชื้อราบนมดตัวเดียวกันนั้น ในระยะเริ่มแรกของพัฒนาการนั้นพบ synnema เจริญออกมาจากระหว่างส่วนหัวและส่วนอก 1 อัน ซึ่งเป็น anamorph ของเชื้อ *H. aurantiaca* โดยในระยะนี้จะพบเฉพาะ synnema จำนวน 1-3 อัน ต่อจากนั้นเมื่อเชื้อมีการพัฒนาสร้างปมจำนวน 1-2 ปม ที่มี perithecium ฝังอยู่ภายใน ซึ่งระยะนี้จะพบรูปแบบพัฒนาการทั้งระยะ anamorph (*H. aurantiaca*) อยู่ร่วมกับ teleomorph (*Cordyceps* spp.) ส่วนรูปแบบพัฒนาการเฉพาะเชื้อ *Cordyceps* spp. พบเฉพาะมีการสร้างปมเท่านั้น จำนวน 1-2 ปม ซึ่งนับเป็นรูปแบบพัฒนาการที่เชื้ออยู่ในระยะ teleomorph ดังปรากฏในตารางที่ 23

ตารางที่ 22 จำนวนและชนิดรูปแบบพัฒนาการของเชื้อรา *Hymenostilbe aurantiaca* (anamorph), เชื้อ *Hymenostilbe aurantiaca* อยู่ร่วมกับ *Cordyceps* spp., และเชื้อ *Cordyceps* spp. (teleomorph) ที่ทำลายมด *Polyrhachis armata* ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว ใน 3 ฤดู

ฤดูกาล	รูปแบบพัฒนาการ [1/] ของเชื้อรา *Hymenostilbe aurantiaca* (anamorph)			จำนวนรวม (รูปแบบ)	รูปแบบพัฒนาการ [2/] ของเชื้อราทั้ง 2 ระยะ (*H. aurantiaca* + *Cordyceps* spp.)			จำนวนรวม (รูปแบบ)	รูปแบบพัฒนาการ [3/] ของเชื้อรา *Cordyceps* spp. (teleomorph)			จำนวนรวม (รูปแบบ)	ตัวมดและเชื้อราที่ย่อยสลาย [4/]
				3				3				3	
	1	2	3		4	5	6		7	8	9		10
ฤดูฝน (ต.ค.42 และ พ.ค. - ต.ค. 43)	1	2	3	3	4			1	7	8	9	3	10
ฤดูหนาว (พ.ย.42 - ม.ค. 43 และ พ.ย . 43 - ม.ค. 44)	1	2		2		5	6	2			9	1	10
ฤดูร้อน (ก.พ.- เม.ย.43 และ ก.พ.44)													10

[1/] รูปแบบพัฒนาการเฉพาะ anamorph รูปแบบที่ 1-3

[2/] รูปแบบพัฒนาการของ anamorph อยู่ร่วมกับ teleomorph รูปแบบที่ 4-6

[3/] รูปแบบพัฒนาการเฉพาะ teleomorph รูปแบบที่ 7-9

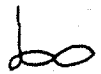
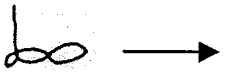
[4/] รูปแบบพัฒนาการที่มีการย่อยสลาย ไม่จัดเป็นระยะ anamorph หรือ teleomorph รูปแบบที่ 10

ตารางที่ 22 จำนวนและชนิดรูปแบบพัฒนาการของเชื้อรา *Hymenostilbe aurantiaca* (anamorph), เชื้อ *Hymenostilbe aurantiaca* อยู่ร่วมกับ *Cordyceps* spp., และเชื้อ *Cordyceps* spp. (teleomorph) ที่ทำลายมด *Polyrhachis armata* ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว ใน 3 ฤดู (ต่อ)

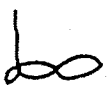
รูปแบบพัฒนาการของเชื้อ *Hymenostilbe aurantiaca* (anamorph) และเชื้อ *Cordyceps* spp. (teleomorph) ที่พบบนมด *Polyrhachis armata* ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว

1 Synnema เจริญออกมาจากระหว่างหัวและอกของมด 1 อัน
2 Synnema เจริญออกมาจากระหว่างหัวและอกของมด 2 อัน
3 Synnema เจริญออกมาจากระหว่างหัวและอกของมด 3 อัน
4 Synnema เจริญออกมาจากระหว่างหัวและอกของมด 3 อัน หนึ่งอันที่อยู่ตรงกลางและด้านขวาพัฒนาเป็นปม (stroma) และมี perithecium ฝังอยู่ภายใน
5 Synnema เจริญออกมาจากระหว่างหัวและอกของมด 3 อัน หนึ่งอันที่อยู่ตรงกลางพัฒนาเป็นปม (stroma) และมี perithecium ฝังอยู่ภายใน
6 Synnema เจริญออกมาจากระหว่างหัวและอกของมด 2 อัน หนึ่งอันที่อยู่ด้านขวาพัฒนาเป็นปม (stroma) และมี perithecium ฝังอยู่ภายใน
7 Synnema เจริญออกมาจากระหว่างหัวและอกของมด 2 อัน ทั้ง 2 อันพัฒนาเป็นปม (stroma) และมี perithecium ฝังอยู่ภายใน
8 Synnema เจริญออกมาจากระหว่างหัวและอกของมด 2 อัน synnema ทั้ง 2 อันจะติดกันบริเวณเริ่มต้น ส่วนปลายจะแตกออกเป็นแฉก 2 แฉก พร้อมกับพัฒนาเป็นปม (stroma) และมี perithecium ฝังอยู่ภายใน
9 Synnema เจริญออกมาจากระหว่างหัวและอกของมด 1 อัน พร้อมกับพัฒนาเป็นปม (stroma) และมี perithecium ฝังอยู่ภายใน
10 ส่วนทั้งหมดของเชื้อราและมดถูกย่อยสลาย

ตารางที่ 23 รูปแบบพัฒนาการและระยะแต่ละรูปแบบของ เชื้อ *Hymenostilbe aurantiaca* (anamorph), เชื้อ *Hymenostilbe aurantiaca* อยู่ร่วมกับ *Cordyceps* spp., และเชื้อ *Cordycep* spp. (teleomorph) ที่ทำลายมด *Polyrhachis armata* ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว (1 ตุลาคม 2542 – 25 กุมภาพันธ์ 2544)

ตัวอย่างลำดับที่	ระยะของแต่ละรูปแบบ (วัน)				
	รูปแบบของตัวอย่างที่เริ่มสำรวจ (วดป. ที่สำรวจ)	รูปแบบพัฒนาการของเชื้อรา (วดป. ที่สำรวจ)			
		9 วัน	36 วัน		
1	 (1 ต.ค. 42)	 (1 ต.ค. 42)	(10 ต.ค. 42)	→ ไม่พบร่องรอย (14 พ.ย. 42)	
	บรรยายรูปแบบพัฒนาการ	รูปแบบพัฒนาการนี้ เริ่มสำรวจในวันที่ 1 ต.ค. 2542 พบ synnema เจริญออกมาจากระหว่างหัวและอกของมด 1 อัน เมื่อผ่านไป 9 วัน synnema นี้มีพัฒนาการเป็นสร้างเป็นปม (stroma) ขึ้นมา 1 ปม หลังจากนั้น 36 วัน ไม่พบตัวอย่างเชื้อรา น่าจะเกิดจากการย่อยสลายจนไม่พบร่องรอย			

ตารางที่ 23 รูปแบบพัฒนาการและระยะแต่ละรูปแบบของ เชื้อ *Hymenostilbe aurantiaca* (anamorph), เชื้อ *Hymenostilbe aurantiaca* อยู่ร่วมกับ *Cordyceps* spp., และเชื้อ *Cordycep* spp. (teleomorph) ที่ทำลายมด *Polyrhachis armata* ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว (1 ตุลาคม 2542 – 25 กุมภาพันธ์ 2544) (ต่อ)

ตัวอย่างลำดับที่	ระยะของแต่ละรูปแบบ (วัน)						
	รูปแบบของตัวอย่างที่เริ่มสำรวจ (วดป. ที่สำรวจ)	รูปแบบพัฒนาการของเชื้อรา (วดป. ที่สำรวจ)					
		17 วัน		20 วัน	38 วัน	5 วัน	
2		→	→	→	 →	ไม่พบร่องรอย	
	(1 ต.ค. 42)	(1 ต.ค. 42)	(18 ต.ค. 42)	(7 พ.ย. 42)	(15 ธ.ค. 42)	(20 ธ.ค. 42)	
	บรรยายรูปแบบพัฒนาการ	รูปแบบพัฒนาการนี้ เริ่มสำรวจในวันที่ 1 ต.ค. 2542 พบว่ามี synnema เจริญออกมาจากระหว่างหัวและอกของมด 1 อัน พร้อมกับมี 1 ปม (stroma) จากนั้น 17 วัน ปมหลุดหายไป แต่เมื่อเวลาผ่านไป 20 วัน พบว่ามีการสร้างปมขึ้นมาใหม่ บน synnema เดิม และอีก 38 วันต่อมาปมก็หลุดหายไปอีก หลังจากนั้น 5 วัน ไม่พบตัวอย่างเชื้อรา น่าจะเกิดจากการย่อยสลายจนไม่พบร่องรอย					

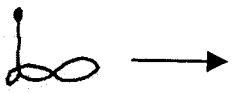
ตารางที่ 23 รูปแบบพัฒนาการและระยะแต่ละรูปแบบของ เชื้อ *Hymenostilbe aurantiaca* (anamorph), เชื้อ *H. aurantiaca* อยู่ร่วมกับ *Cordyceps* spp., และเชื้อ *Cordycep* spp. (teleomorph) ที่ทำลายมด *Polyrhachis armata* ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว (1 ตุลาคม 2542 – 25 กุมภาพันธ์ 2544) (ต่อ)

ตัวอย่างลำดับที่	ระยะของแต่ละรูปแบบ (วัน)		
	รูปแบบของตัวอย่างที่เริ่มสำรวจ (วดป. ที่สำรวจ)	รูปแบบพัฒนาการของเชื้อรา (วดป. ที่สำรวจ)	
3	(1 ต.ค. 42)	47 วัน (1 ต.ค. 42)	→ ไม่พบร่องรอย (17 พ.ย. 42)
	บรรยายรูปแบบพัฒนาการ	รูปแบบพัฒนาการนี้ เริ่มมีการสำรวจในวันที่ 1 ต.ค. 2542 พบว่ามีการสร้าง synnema เจริญออกมาจากระหว่างหัวและอกของมด 1 อัน จากนั้น 47 วัน ไม่พบตัวอย่างเชื้อราน่าจะเกิดจากการย่อยสลายจนไม่พบร่องรอย	

ตารางที่ 23 รูปแบบพัฒนาการและระยะแต่ละรูปแบบของ เชื้อ *Hymenostilbe aurantiaca* (anamorph), เชื้อ *Hymenostilbe aurantiaca* อยู่ร่วมกับ *Cordyceps* spp., และเชื้อ *Cordycep* spp. (teleomorph) ที่ทำลายมด *Polyrhachis armata* ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว (1 ตุลาคม 2542 – 25 กุมภาพันธ์ 2544) (ต่อ)

ตัวอย่างลำดับที่	ระยะของแต่ละรูปแบบ (วัน)					
	รูปแบบของตัวอย่างที่เริ่มสำรวจ (วดป. ที่สำรวจ)	รูปแบบพัฒนาการของเชื้อรา (วดป. ที่สำรวจ)				
4	(1 ต.ค. 42)	(1 ต.ค. 42)	17 วัน → (18 ต.ค. 42)	20 วัน → (7 พ.ย. 42)	21 วัน → (28 พ.ย. 42)	37 วัน → (4 ม.ค. 43)
	บรรยายรูปแบบพัฒนาการ	รูปแบบพัฒนาการนี้ เริ่มมีการสำรวจในวันที่ 1 ต.ค. 2542 พบว่ามีการสร้าง synnema เจริญออกมาจากระหว่างหัวและอกของมด 1 อัน พร้อมกับมี 1 ปม (stroma) จากนั้น 17 วัน ปมหลุดหายไป แต่เมื่อเวลาผ่านไป 20 วัน พบว่ามีการสร้างปมขึ้นมาใหม่ 1 ปม บน synnema เดิม หลังจากนั้น 21 วัน ปมบน synnema หายไป และเมื่อผ่านไป 37 วัน ตัวอย่างเชื้อราทั้งหมดและมดเกิดการย่อยสลาย				

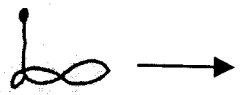
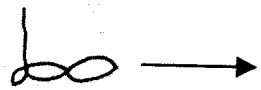
ตารางที่ 23 รูปแบบพัฒนาการและระยะแต่ละรูปแบบของ เชื้อ *Hymenostilbe aurantiaca* (anamorph), เชื้อ *Hymenostilbe aurantiaca* อยู่ร่วมกับ *Cordyceps* spp., และเชื้อ *Cordycep* spp. (teleomorph) ที่ทำลายมด *Polyrhachis armata* ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว (1 ตุลาคม 2542 – 25 กุมภาพันธ์ 2544) (ต่อ)

ตัวอย่างลำดับที่	ระยะของแต่ละรูปแบบ (วัน)		
	รูปแบบของตัวอย่างที่เริ่มสำรวจ (วดป. ที่สำรวจ)	20 วัน รูปแบบพัฒนาการของเชื้อรา (วดป. ที่สำรวจ)	
5	 (1 ต.ค. 42)	 (1 ต.ค. 42)	 (21 ต.ค. 42)
	บรรยายรูปแบบพัฒนาการ	รูปแบบพัฒนาการนี้ เริ่มมีการสำรวจในวันที่ 1 ต.ค. 2542 พบ synnema เจริญออกมาจากระหว่างหัวและอกของมด 1 อัน พร้อมกับมี 1 ปม ต่อมา 20 วัน ตัวอย่างเชื้อราทั้งหมดและมดเกิดการย่อยสลาย	

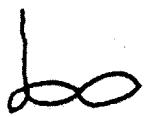
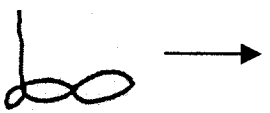
ตารางที่ 23 รูปแบบพัฒนาการและระยะแต่ละรูปแบบของ เชื้อ *Hymenostilbe aurantiaca* (anamorph), เชื้อ *Hymenostilbe aurantiaca* อยู่ร่วมกับ *Cordyceps* spp., และเชื้อ *Cordycep* spp. (teleomorph) ที่ทำลายมด *Polyrhachis armata* ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว (1 ตุลาคม 2542 – 25 กุมภาพันธ์ 2544) (ต่อ)

ตัวอย่างลำดับที่	ระยะของแต่ละรูปแบบ (วัน)				
	รูปแบบของตัวอย่างที่เริ่มสำรวจ (วดป. ที่สำรวจ)	รูปแบบพัฒนาการของเชื้อรา (วดป. ที่สำรวจ)			
		6 วัน	52 วัน		
6	(1 ต.ค. 42)	(1 ต.ค. 42)	→ (7 ต.ค. 42)	→ (28 พ.ย. 42)	
	บรรยายรูปแบบพัฒนาการ	รูปแบบพัฒนาการนี้ เริ่มมีการสำรวจในวันที่ 1 ต.ค. 2542 พบ synnema เจริญออกมาจากระหว่างหัวและอกของมด 2 อัน ทั้งสองอันจะติดกันบริเวณเริ่มต้น ส่วนของปลายจะแตกออกเป็นแฉก 2 แฉก พร้อมกับมีปมแฉกละปม ต่อมาอีก 6 วัน เหลือ stroma 1 ปม หลังจากนั้น 52 วัน ตัวอย่างของเชื้อราทั้งหมดและมดเกิดการย่อยสลาย			

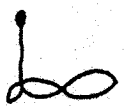
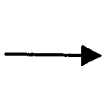
ตารางที่ 23 รูปแบบพัฒนาการและระยะแต่ละรูปแบบของ เชื้อ *Hymenostilbe aurantiaca* (anamorph), เชื้อ *Hymenostilbe aurantiaca* อยู่ร่วมกับ *Cordyceps* spp., และเชื้อ *Cordycep* spp. (teleomorph) ที่ทำลายมด *Polyrhachis armata* ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว (1 ตุลาคม 2542 – 25 กุมภาพันธ์ 2544) (ต่อ)

ตัวอย่างลำดับที่	ระยะของแต่ละรูปแบบ (วัน)			
	รูปแบบของตัวอย่างที่เริ่มสำรวจ (วดป. ที่สำรวจ)	รูปแบบพัฒนาการของเชื้อรา (วดป. ที่สำรวจ)		
		44 วัน	99 วัน	
7	(1 ต.ค. 42)	 (1 ต.ค. 42)	 (14 พ.ย. 42)	(21 ก.พ. 43)
	บรรยายรูปแบบพัฒนาการ	รูปแบบพัฒนาการนี้ เริ่มมีการสำรวจในวันที่ 1 ต.ค. 2542 พบ synnema เจริญออกมาจากระหว่างหัวและอกของมด 1 อัน พร้อมกับมี 1 ปม ต่อมา 44วัน ปมบน synnema หายไป และหลังจากนั้น 99 วัน ตัวอย่างเชื้อราทั้งหมดและมดเกิดการย่อยสลาย		

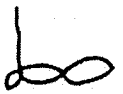
ตารางที่ 23 รูปแบบพัฒนาการและระยะแต่ละรูปแบบของ เชื้อ *Hymenostilbe aurantiaca* (anamorph), เชื้อ *Hymenostilbe aurantiaca* อยู่ร่วมกับ *Cordyceps* spp., และเชื้อ *Cordycep* spp. (teleomorph) ที่ทำลายมด *Polyrhachis armata* ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว (1 ตุลาคม 2542 – 25 กุมภาพันธ์ 2544) ((ต่อ)

ตัวอย่างลำดับที่	ระยะของแต่ละรูปแบบ (วัน)			
	รูปแบบของตัวอย่างที่เริ่มสำรวจ (วดป. ที่สำรวจ)	รูปแบบพัฒนาการของเชื้อรา (วดป. ที่สำรวจ)		
		12 วัน	32 วัน	
8	 (1 ต.ค. 42)	 (1 ต.ค. 42)	(13 ต.ค. 42)	ไม่พบร่องรอย (14 พ.ย. 42)
	บรรยายรูปแบบพัฒนาการ	รูปแบบพัฒนาการนี้ เริ่มมีการสำรวจในวันที่ 1 ต.ค. 2542 พบว่า synnema เจริญออกมาจากระหว่างหัวและอกของมด 1 อัน ต่อมาอีก 12 วัน พบว่ามีการสร้างปมขึ้นมาใหม่ 1 ปม บน synnema เดิม หลังจากนั้น 32 วัน ไม่พบตัวอย่างเชื้อรา น่าจะเกิดจากการย่อยสลายจนไม่พบร่องรอย		

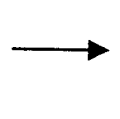
ตารางที่ 23 รูปแบบพัฒนาการและระยะแต่ละรูปแบบของ เชื้อ *Hymenostilbe aurantiaca* (anamorph), เชื้อ *Hymenostilbe aurantiaca* อยู่ร่วมกับ *Cordyceps* spp., และเชื้อ *Cordycep* spp. (teleomorph) ที่ทำลายมด *Polyrhachis armata* ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว (1 ตุลาคม 2542 – 25 กุมภาพันธ์ 2544) (ต่อ)

ตัวอย่างลำดับที่	ระยะของแต่ละรูปแบบ (วัน)				
	รูปแบบของตัวอย่างที่เริ่มสำรวจ (วดป. ที่สำรวจ)	รูปแบบพัฒนาการของเชื้อรา (วดป. ที่สำรวจ)			
		30 วัน		14 วัน	
9	 (1 ต.ค. 42)	(1 ต.ค. 42)	 (31 ต.ค. 42)		ไม่พบร่องรอย (14 พ.ย. 42)
	บรรยายรูปแบบพัฒนาการ	รูปแบบพัฒนาการนี้ เริ่มมีการสำรวจในวันที่ 1 ต.ค. 2542 พบ synnema เจริญออกมาจากระหว่างหัวและอกของมด 1 อัน พร้อมกับมี 1 ปม (stroma) ต่อมา 30 วัน ปมบน synnema หายไป หลังจากนั้น 14 วัน ไม่พบตัวอย่างเชื้อรา น่าจะเกิดจากการย่อยสลายจนไม่พบร่องรอย			

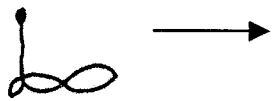
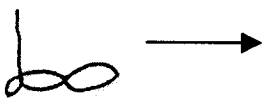
ตารางที่ 23 รูปแบบพัฒนาการและระยะแต่ละรูปแบบของ เชื้อ *Hymenostilbe aurantiaca* (anamorph), เชื้อ *Hymenostilbe aurantiaca* อยู่ร่วมกับ *Cordyceps* spp., และเชื้อ *Cordycep* spp. (teleomorph) ที่ทำลายมด *Polyrhachis armata* ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว (1 ตุลาคม 2542 – 25 กุมภาพันธ์ 2544) (ต่อ)

ตัวอย่างลำดับที่	ระยะของแต่ละรูปแบบ (วัน)				
	รูปแบบของตัวอย่างที่เริ่มสำรวจ (วดป. ที่สำรวจ)	รูปแบบพัฒนาการของเชื้อรา (วดป. ที่สำรรวจ)			
		26 วัน	69 วัน		
10					
	(1 ต.ค. 42)	(1 ต.ค. 42)	(27 ต.ค. 42)	(4 ม.ค. 43)	
	บรรยายรูปแบบพัฒนาการ	**รูปแบบพัฒนาการนี้ เริ่มมีการสำรวจในวันที่ 1 ต.ค. 2542 พบ** synnema **เจริญออกมาจากระหว่างหัวและอกของมด 1 อัน หลังจากนั้น 26 วัน มีการพัฒนาเป็นปมบน** synnema **นี้ 1 ปม ต่อมา 69 วัน เชื้อราทั้งหมดและมดเกิดการย่อยสลาย**			

ตารางที่ 23 รูปแบบพัฒนาการและระยะแต่ละรูปแบบของ เชื้อ *Hymenostilbe aurantiaca* (anamorph), เชื้อ *Hymenostilbe aurantiaca* อยู่ร่วมกับ *Cordyceps* spp., และเชื้อ *Cordycep* spp. (teleomorph) ที่ทำลายมด *Polyrhachis armata* ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว (1 ตุลาคม 2542 – 25 กุมภาพันธ์ 2544) (ต่อ)

ตัวอย่างลำดับที่	ระยะของแต่ละรูปแบบ (วัน)				
	รูปแบบของตัวอย่างที่เริ่มสำรวจ (วดป. ที่สำรวจ)	รูปแบบพัฒนาการของเชื้อรา (วดป. ที่สำรวจ)			
			33 วัน	136 วัน	
11	(1 ต.ค. 42)	(1 ต.ค. 42)	 (3 พ.ย. 42)	(18 มี.ค. 43)	
	บรรยายรูปแบบพัฒนาการ	รูปแบบพัฒนาการนี้ เริ่มมีการสำรวจในวันที่ 1 ต.ค. 2542 พบ synnema เจริญออกมาจากระหว่างหัวและอกของมด 2 อัน แต่ละอันมี 1 ปม (stroma) ต่อมา 33 วัน ปมบน synnema 1 อัน หลุดหายไป หลังจากนั้น 136 วัน พบว่า เชื้อราทั้งหมดและมดเกิดการย่อยสลาย			

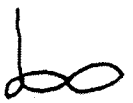
ตารางที่ 23 รูปแบบพัฒนาการและระยะแต่ละรูปแบบของ เชื้อ *Hymenostilbe aurantiaca* (anamorph), เชื้อ *H. aurantiaca* อยู่ร่วมกับ *Cordyceps* spp., และเชื้อ *Cordycep* spp. (teleomorph) ที่ทำลายมด *Polyrhachis armata* ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว (1 ตุลาคม 2542 – 25 กุมภาพันธ์ 2544) (ต่อ)

ตัวอย่างลำดับที่	ระยะของแต่ละรูปแบบ (วัน)	
	รูปแบบของตัวอย่างที่เริ่มสำรวจ (วดป. ที่สำรวจ)	รูปแบบพัฒนาการของเชื้อรา (วดป. ที่มำรวจ)
12	(1 ต.ค. 42)	17 วัน  (1 ต.ค. 42) 16 วัน  (18 ต.ค. 42) (3 พ.ย. 42)
	บรรยายรูปแบบพัฒนาการ	รูปแบบพัฒนาการนี้ เริ่มมีการสำรวจในวันที่ 1 ต.ค. 2542 พบ synnema เจริญออกมาจากระหว่างหัวและอกของมด 1 อัน พร้อมกับมี 1 ปม (stroma) จากนั้น 17 วัน ปมหลุดหายไป และ 16 วันต่อมาตัวอย่างเชื้อราทั้งหมดและมดเกิดการย่อยสลาย

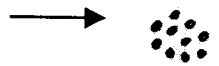
ตารางที่ 23 รูปแบบพัฒนาการและระยะแต่ละรูปแบบของ เชื้อ *Hymenostilbe aurantiaca* (anamorph), เชื้อ *Hymenostilbe aurantiaca* อยู่ร่วมกับ *Cordyceps* spp., และเชื้อ *Cordycep* spp. (teleomorph) ที่ทำลายมด *Polyrhachis armata* ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว (1 ตุลาคม 2542 – 25 กุมภาพันธ์ 2544) (ต่อ)

ตัวอย่างลำดับที่	ระยะของแต่ละรูปแบบ (วัน)			
	รูปแบบของตัวอย่างที่เริ่มสำรวจ (วดป. ที่สำรวจ)		รูปแบบพัฒนาการของเชื้อรา (วดป. ที่สำรวจ)	
13	(1 ต.ค. 42)	(1 ต.ค. 42)	26 วัน →	ไม่พบร่องรอย (27 ต.ค. 42)
	บรรยายรูปแบบพัฒนาการ	รูปแบบพัฒนาการนี้ เริ่มมีการสำรวจในวันที่ 1 ต.ค. 2542 พบ synnema เจริญออกมาจากระหว่างหัวและอกของมด 1 อัน พร้อมกับพัฒนาเป็นปม 1 ปม (stroma) หลังจากนั้น 26 วัน ไม่พบตัวอย่างเชื้อรา น่าจะเกิดจากการย่อยสลายจนไม่พบร่องรอย		

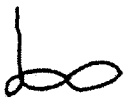
ตารางที่ 23 รูปแบบพัฒนาการและระยะแต่ละรูปแบบของ เชื้อ *Hymenostilbe aurantiaca* (anamorph), เชื้อ *Hymenostilbe aurantiaca* อยู่ร่วมกับ *Cordyceps* spp., และเชื้อ *Cordycep* spp. (teleomorph) ที่ทำลายมด *Polyrhachis armata* ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว (1 ตุลาคม 2542 – 25 กุมภาพันธ์ 2544) (ต่อ)

ตัวอย่างลำดับที่	ระยะของแต่ละรูปแบบ (วัน)				
	รูปแบบของตัวอย่างที่เริ่มสำรวจ (วดป. ที่สำรวจ)	รูปแบบพัฒนาการของเชื้อรา (วดป. ที่สำรวจ)			
		20 วัน	20 วัน	150 วัน	
14					
	(1 ต.ค. 42)	(1 ต.ค. 42)	(21 ต.ค. 42)	(10 พ.ย. 42)	(8 เม.ย. 43)
	บรรยายรูปแบบพัฒนาการ	รูปแบบพัฒนาการนี้ เริ่มมีการสำรวจในวันที่ 1 ต.ค. 2542 พบ synnema เจริญออกมาจากระหว่างหัวและอกของมด 1 อัน พร้อมกับพัฒนาเป็นปม 1 ปม (stroma) หลังจากนั้น 20 วัน ปมหลุดหาย อีก 20 วันพบปมเจริญขึ้นมาอีกครั้ง 1 ปม หลังจากนั้น 150 วัน ตัวอย่างเชื้อราทั้งหมดและมดเกิดการย่อยสลาย			

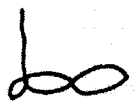
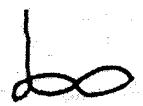
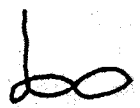
ตารางที่ 23 รูปแบบพัฒนาการและระยะแต่ละรูปแบบของ เชื้อ *Hymenostilbe aurantiaca* (anamorph), เชื้อ *Hymenostilbe aurantiaca* อยู่ร่วมกับ *Cordyceps* spp., และเชื้อ *Cordycep* spp. (teleomorph) ที่ทำลายมด *Polyrhachis armata* ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว (1 ตุลาคม 2542 – 25 กุมภาพันธ์ 2544) (ต่อ)

ตัวอย่างลำดับที่	ระยะของแต่ละรูปแบบ (วัน)		
	รูปแบบของตัวอย่างที่เริ่มสำรวจ (วดป. ที่สำรวจ)	26 วัน	รูปแบบพัฒนาการของเชื้อรา (วดป. ที่สำรวจ)
15	(1 ต.ค. 42)	(1 ต.ค. 42)	 (27 ต.ค. 42)
	บรรยายรูปแบบพัฒนาการ	รูปแบบพัฒนาการนี้ เริ่มมีการสำรวจในวันที่ 1 ต.ค. 2542 พบ synnema เจริญออกมาจากระหว่างหัวและอกของมด 1 อัน พร้อมกับพัฒนาเป็นปม 1 ปม หลังจากนั้น 26 วัน ตัวอย่างเชื้อราทั้งหมดและมดเกิดการย่อยสลาย	

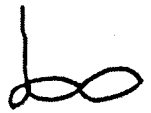
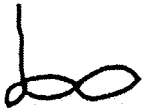
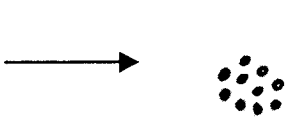
ตารางที่ 23 รูปแบบพัฒนาการและระยะแต่ละรูปแบบของ เชื้อ *Hymenostilbe aurantiaca* (anamorph), เชื้อ *Hymenostilbe aurantiaca* อยู่ร่วมกับ *Cordyceps* spp., และเชื้อ *Cordycep* spp. (teleomorph) ที่ทำลายมด *Polyrhachis armata* ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว (1 ตุลาคม 2542 – 25 กุมภาพันธ์ 2544) (ต่อ)

ตัวอย่างลำดับที่	ระยะของแต่ละรูปแบบ (วัน)				
	รูปแบบของตัวอย่างที่เริ่มสำรวจ (วดป. ที่สำรวจ)	รูปแบบพัฒนาการของเชื้อรา (วดป. ที่สำรวจ)			
		9 วัน	86 วัน		
16					
	(1 ต.ค. 42)	(1 ต.ค. 42)	(10 ต.ค. 42)	(4 ม.ค. 43)	
	บรรยายรูปแบบพัฒนาการ	รูปแบบพัฒนาการนี้ เริ่มมีการสำรวจในวันที่ 1 ต.ค. 2542 พบ synnema เจริญออกมาจากระหว่างหัวและอกของมด 1 อัน พร้อมกับพัฒนาเป็นปม 1 ปม (stroma) ต่อมา 9 วันปมบน synnema หายไป และหลังจากนั้น 86 วัน ตัวอย่างเชื้อราทั้งหมดและมดเกิดการย่อยสลาย			

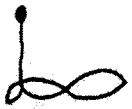
ตารางที่ 23 รูปแบบพัฒนาการและระยะแต่ละรูปแบบของ เชื้อ *Hymenostilbe aurantiaca* (anamorph), เชื้อ *Hymenostilbe aurantiaca* อยู่ร่วมกับ *Cordyceps* spp., และเชื้อ *Cordycep* spp. (teleomorph) ที่ทำลายมด *Polyrhachis armata* ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว (1 ตุลาคม 2542 – 25 กุมภาพันธ์ 2544) (ต่อ)

ตัวอย่างลำดับที่	ระยะของแต่ละรูปแบบ (วัน)				
	รูปแบบของตัวอย่างที่เริ่มสำรวจ (วดป. ที่สำรวจ)	รูปแบบพัฒนาการของเชื้อรา (วดป. ที่สำรวจ)			
		6 วัน	27 วัน	101 วัน	
17	 (1 ต.ค. 42)	 (1 ต.ค. 42)	(7 ต.ค. 42)	 (3 พ.ย. 42)	(12 ก.พ. 43)
	บรรยายรูปแบบพัฒนาการ	รูปแบบพัฒนาการนี้ เริ่มมีการสำรวจในวันที่ 1 ต.ค. 2542 พบ synnema เจริญออกมาจากระหว่างหัวและอกของมด 1 อัน ต่อมา 6 วัน synnema มีการพัฒนาเป็นปม (stroma) 1 ปม แต่หลังจากนั้น 27 วัน ปมบน synnema หายไป และ 101 วันต่อมา ตัวอย่างเชื้อราทั้งหมดและมดเกิดการย่อยสลาย			

ตารางที่ 23 รูปแบบพัฒนาการและระยะแต่ละรูปแบบของ เชื้อ *Hymenostilbe aurantiaca* (anamorph), เชื้อ *Hymenostilbe aurantiaca* อยู่ร่วมกับ *Cordyceps* spp., และเชื้อ *Cordycep* spp. (teleomorph) ที่ทำลายมด *Polyrhachis armata* ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว (1 ตุลาคม 2542 – 25 กุมภาพันธ์ 2544) (ต่อ)

ตัวอย่างลำดับที่	ระยะของแต่ละรูปแบบ (วัน)		
	รูปแบบของตัวอย่างที่เริ่มสำรวจ (วดป. ที่สำรวจ)	รูปแบบพัฒนาการของเชื้อรา (วดป. ที่สำรวจ)	
		162 วัน	
18			
	(1 ต.ค. 42)	(1 ต.ค. 42)	(11 มี.ค. 43)
	บรรยายรูปแบบพัฒนาการ	รูปแบบพัฒนาการนี้ เริ่มมีการสำรวจในวันที่ 1 ต.ค. 2542 พบ synnema เจริญออกมาจากระหว่างหัวและอกของมด 1 อัน จากนั้น 162 วัน ตัวอย่างเชื้อราทั้งหมดและมดเกิดการย่อยสลาย	

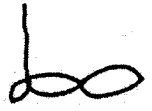
ตารางที่ 23 รูปแบบพัฒนาการและระยะแต่ละรูปแบบของ เชื้อ *Hymenostilbe aurantiaca* (anamorph), เชื้อ *Hymenostilbe aurantiaca* อยู่ร่วมกับ *Cordyceps* spp., และเชื้อ *Cordycep* spp. (teleomorph) ที่ทำลายมด *Polyrhachis armata* ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว (1 ตุลาคม 2542 – 25 กุมภาพันธ์ 2544) (ต่อ)

ตัวอย่างลำดับที่	ระยะของแต่ละรูปแบบ (วัน)				
	รูปแบบของตัวอย่างที่เริ่มสำรวจ (วดป. ที่สำรวจ)			รูปแบบพัฒนาการของเชื้อรา (วดป. ที่สำรวจ)	
		12 วัน		46 วัน	
19	(1 ต.ค. 42)	(1 ต.ค. 42)	 (13 ต.ค. 42)	ไม่พบร่องรอย (28 พ.ย. 42)	
	บรรยายรูปแบบพัฒนาการ	รูปแบบพัฒนาการนี้ เริ่มมีการสำรวจในวันที่ 1 ต.ค. 2542 พบ synnema เจริญออกมาจากระหว่างหัวและอกของมด 2 อัน โดยทั้ง 2 อันพัฒนาเป็นปม (stroma) ต่อมา 12 วัน เหลือ synnema ที่มีปมเพียง 1 อัน จากนั้น 46 วัน ไม่พบตัวอย่างเชื้อรา น่าจะเกิดจากการย่อยสลายจนไม่พบร่องรอย			

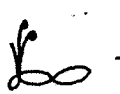
ตารางที่ 23 รูปแบบพัฒนาการและระยะแต่ละรูปแบบของ เชื้อ *Hymenostilbe aurantiaca* (anamorph), เชื้อ *Hymenostilbe aurantiaca* อยู่ร่วมกับ *Cordyceps* spp., และเชื้อ *Cordycep* spp. (teleomorph) ที่ทำลายมด *Polyrhachis armata* ณ อุทยานแห่งชาตินำ้หนาว (1 ตุลาคม 2542 – 25 กุมภาพันธ์ 2544) (ต่อ)

ตัวอย่างลำดับที่	ระยะของแต่ละรูปแบบ (วัน)				
	รูปแบบของตัวอย่างที่เริ่มสำรวจ (วดป. ที่สำรวจ)	รูปแบบพัฒนาการของเชื้อรา (วดป. ที่สำรวจ)			
		33 วัน		14 วัน	
20	(1 ต.ค. 42)	(1 ต.ค. 42)	→	(3 พ.ย. 42)	→ ไม่พบร่องรอย (17 พ.ย. 42)
	บรรยายรูปแบบพัฒนาการ	รูปแบบพัฒนาการนี้ เริ่มมีการสำรวจในวันที่ 1 ต.ค. 2542 พบ synnema เจริญออกมาจากระหว่างหัวและอกของมด 2 อัน เมื่อเวลาผ่านไป 33 วัน เหลือ synnema เพียง 1 อัน หลังจากนั้น 14 วัน ไม่พบตัวอย่างเชื้อรา น่าจะเกิดจากการย่อยสลายจนไม่พบร่องรอย			

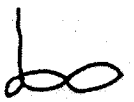
ตารางที่ 23 รูปแบบพัฒนาการและระยะแต่ละรูปแบบของ เชื้อ *Hymenostilbe aurantiaca* (anamorph), เชื้อ *Hymenostilbe aurantiaca* อยู่ร่วมกับ *Cordyceps* spp., และเชื้อ *Cordycep* spp. (teleomorph) ที่ทำลายมด *Polyrhachis armata* ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว (1 ตุลาคม 2542 – 25 กุมภาพันธ์ 2544) (ต่อ)

ตัวอย่างลำดับที่	ระยะของแต่ละรูปแบบ (วัน)			
	รูปแบบของตัวอย่างที่เริ่มสำรวจ (วดป. ที่สำรวจ)	รูปแบบพัฒนาการของเชื้อรา (วดป. ที่สำรวจ)		
		17 วัน	30 วัน	
21	(1 ต.ค. 42)	(1 ต.ค. 42)	 (18 ต.ค. 42)	(17 พ.ย. 42)
	บรรยายรูปแบบพัฒนาการ	รูปแบบพัฒนาการนี้ เริ่มมีการสำรวจในวันที่ 1 ต.ค. 2542 พบ synnema เจริญออกมาจากระหว่างหัวและอกของมด 1 อัน พร้อมกับพัฒนาเป็นปม (stroma) 1 ปม จากนั้น 17 วัน พบว่าปมบน synnema หายไป และ 30 วันต่อมา ส่วนของเชื้อราทั้งหมดและมดเกิดการย่อยสลาย		

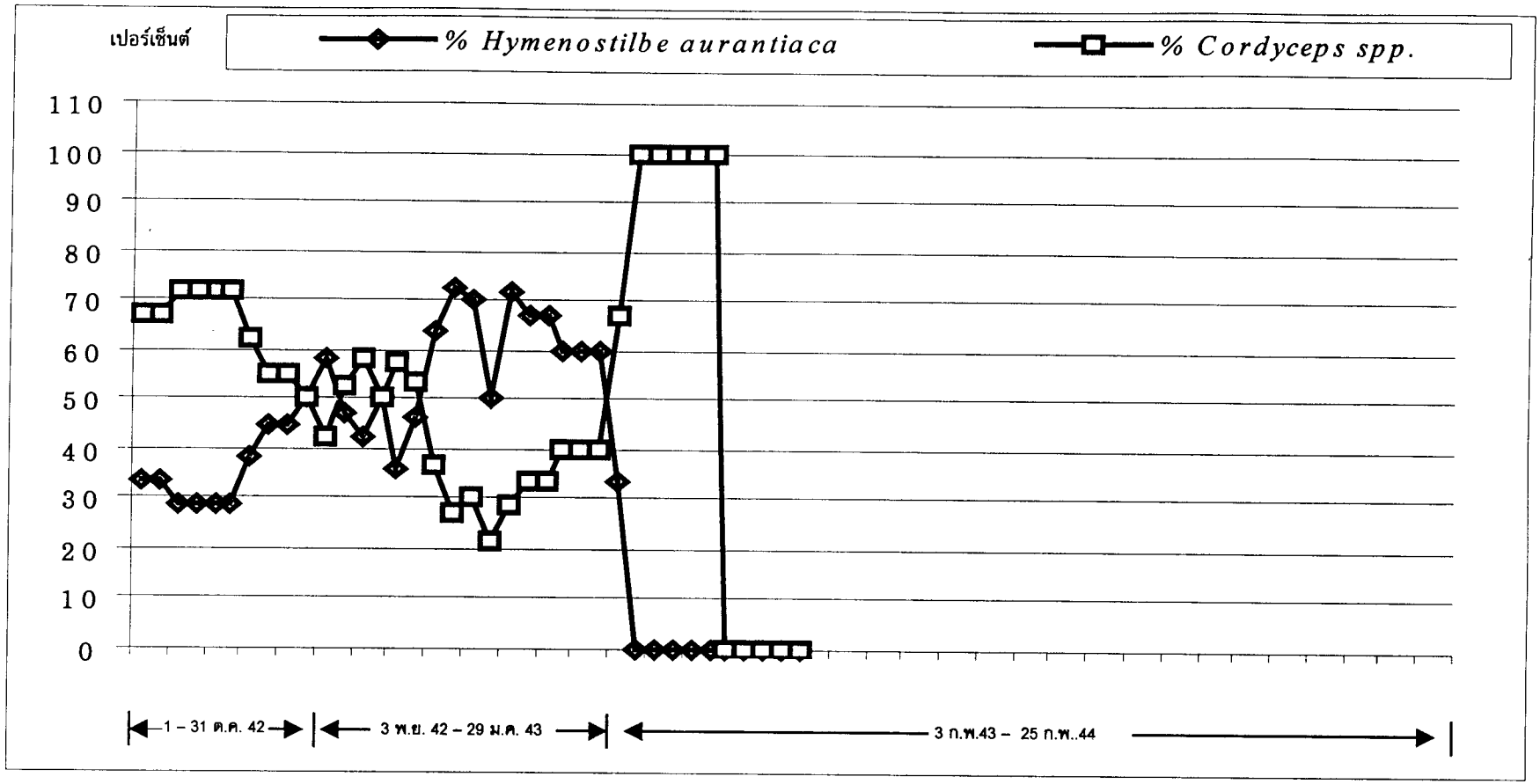
ตารางที่ 23 รูปแบบพัฒนาการและระยะแต่ละรูปแบบของ เชื้อ *Hymenostilbe aurantiaca* (anamorph), เชื้อ *Hymenostilbe aurantiaca* อยู่ร่วมกับ *Cordyceps* spp., และเชื้อ *Cordycep* spp. (teleomorph) ที่ทำลายมด *Polyrhachis armata* ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว (1 ตุลาคม 2542 – 25 กุมภาพันธ์ 2544) (ต่อ)

ตัวอย่างลำดับที่	ระยะของแต่ละรูปแบบ (วัน)					
	รูปแบบของตัวอย่างที่เริ่มสำรวจ (วดป. ที่สำรวจ)	รูปแบบพัฒนาการของเชื้อรา (วดป. ที่สำรวจ)				
		18 วัน		7 วัน	49 วัน	
22		 →	→	→		
	(27 ต.ค. 42)	(27 ต.ค. 42)	(14 พ.ย. 42)	(21 พ.ย. 42)	(9 ม.ค. 43)	
	บรรยายรูปแบบพัฒนาการ	รูปแบบพัฒนาการนี้ เริ่มมีการสำรวจในวันที่ 27 ต.ค. 2542 พบ synnema เจริญออกมาจากระหว่างหัวและอกของมด 3 อัน อันที่อยู่ตรงกลางและด้านขวามีการพัฒนาเป็นปม (stroma) แต่เมื่อเวลาผ่านไป 18 วัน เหลือ 1 อันที่อยู่ตรงกลางเท่านั้นที่มีปม 7 วันต่อมาเหลือ synnema เพียง 1 อัน และไม่มีปม เมื่อผ่านไป 49 วัน เชื้อราทั้งหมดและมดเกิดการย่อยสลาย				

ตารางที่ 23 รูปแบบพัฒนาการและระยะแต่ละรูปแบบของ เชื้อ *Hymenostilbe aurantiaca* (anamorph), เชื้อ *Hymenostilbe aurantiaca* อยู่ร่วมกับ *Cordyceps* spp., และเชื้อ *Cordycep* spp. (teleomorph) ที่ทำลายมด *Polyrhachis armata* ณ อุทยานแห่งชาตินำ้หนาว (1 ตุลาคม 2542 – 25 กุมภาพันธ์ 2544) (ต่อ)

ตัวอย่างลำดับที่	ระยะของแต่ละรูปแบบ (วัน)				
	รูปแบบของตัวอย่างที่เริ่มสำรวจ (วดป. ที่สำรวจ)	รูปแบบพัฒนาการของเชื้อรา (วดป. ที่สำรวจ)			
		21 วัน	28 วัน	39 วัน	
23					
	(27 ต.ค. 42)	(27 ต.ค. 42)	(17 พ.ย. 42)	(15 ธ.ค. 42)	(23 ม.ค. 43)
	บรรยายรูปแบบพัฒนาการ	รูปแบบพัฒนาการนี้ เริ่มมีการสำรวจในวันที่ 27 ต.ค. 2542 พบ synnema เจริญออกมาจากระหว่างหัวและอก 3 อัน หลังจากนั้น 21 วัน เหลือ synnema เพียง 1 อัน เมื่อผ่านไป 28 วัน พบว่ามีการสร้าง synnema เพิ่มมาอีก 1 อัน ตรงตำแหน่งเดิม และ 39 วันต่อมา ส่วนของเชื้อราทั้งหมดและมดเกิดการย่อยสลาย			

เปอร์เซ็นต์ของเชื้อ *H. aurantiaca* (anamorph) และเชื้อ *Cordyceps* spp. (teleomorph) ที่ทำลายมด *Polyrhachis armata* และอายุขัย จากตัวอย่างทั้งหมด 23 ตัวอย่าง ศึกษาในช่วงวันที่ 1 ตุลาคม 2542 - 25 กุมภาพันธ์ 2544 (ภาพที่ 58 และตารางภาคผนวกที่ 8) พบว่า ในช่วงเริ่มต้นสำรวจ คือ วันที่ 1 ตุลาคม 2542 ซึ่งเป็นช่วงฤดูฝน พบเปอร์เซ็นต์ของเชื้อ *H. aurantiaca* และเชื้อ *Cordyceps* spp. มีค่าเท่ากับ 33.3% และ 66.7% ต่อจากนั้น เปอร์เซ็นต์ของเชื้อ *H. aurantiaca* มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจนมีค่าเท่ากับ 50% ในขณะเดียวกับที่ เปอร์เซ็นต์ของเชื้อ *Cordyceps* spp. มีแนวโน้มขึ้นๆ ลงๆ เมื่อเข้าสู่ฤดูหนาว (3 พฤศจิกายน 2542 - 29 มกราคม 2543) พบว่าเปอร์เซ็นต์ของเชื้อ *H. aurantiaca* และ *Cordyceps* spp. มีแนวโน้มขึ้นๆ ลงๆ ต่อจากนั้นก็เข้าสู่ฤดูร้อน (4 กุมภาพันธ์ - 22 เมษายน 2543) ฤดูฝน (1 พฤษภาคม - 31 ตุลาคม 2543) ฤดูหนาว (14 พฤศจิกายน - 26 มกราคม 2544) และฤดูร้อน (25 กุมภาพันธ์ 2544) พบว่า เปอร์เซ็นต์ของเชื้อ *H. aurantiaca* และ *Cordyceps* spp. มีแนวโน้มลดลง เมื่อคิดเป็นค่าเฉลี่ยที่สำรวจพบทั้งหมดระหว่าง annamorph (เชื้อ *H. aurantiaca*) และ teleomorph (เชื้อ *Cordyceps* spp.) โดยไม่ได้ศึกษาถึงโดยไม่ได้ศึกษาถึงระยะฟักตัว พบว่า มีค่าเท่ากับ 19.0% และ 26.8% ตามลำดับ จากนั้นได้พิจารณาอายุขัยของเชื้อ *H. aurantiaca* และเชื้อ *Cordyceps* spp. ดังปรากฏในตารางภาคผนวกที่ 9 คือ ค่าเฉลี่ยอายุขัยอยู่ในช่วงระหว่าง 34.2-78.7 วัน (ค่าต่ำสุด 6 วัน และค่าสูงสุด 190 วัน) ดังปรากฏในตารางภาคผนวกที่ 9



ภาพที่ 58 เปอร์เซ็นต์ของเชื้อ *Hymenostilbe aurantiaca* , เชื้อ *Cordyceps* spp., และการพักตัว บนมด *Polyrhachis armata* ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว ระหว่างวันที่ 1 ตุลาคม 2542 – 25 กุมภาพันธ์ 2544

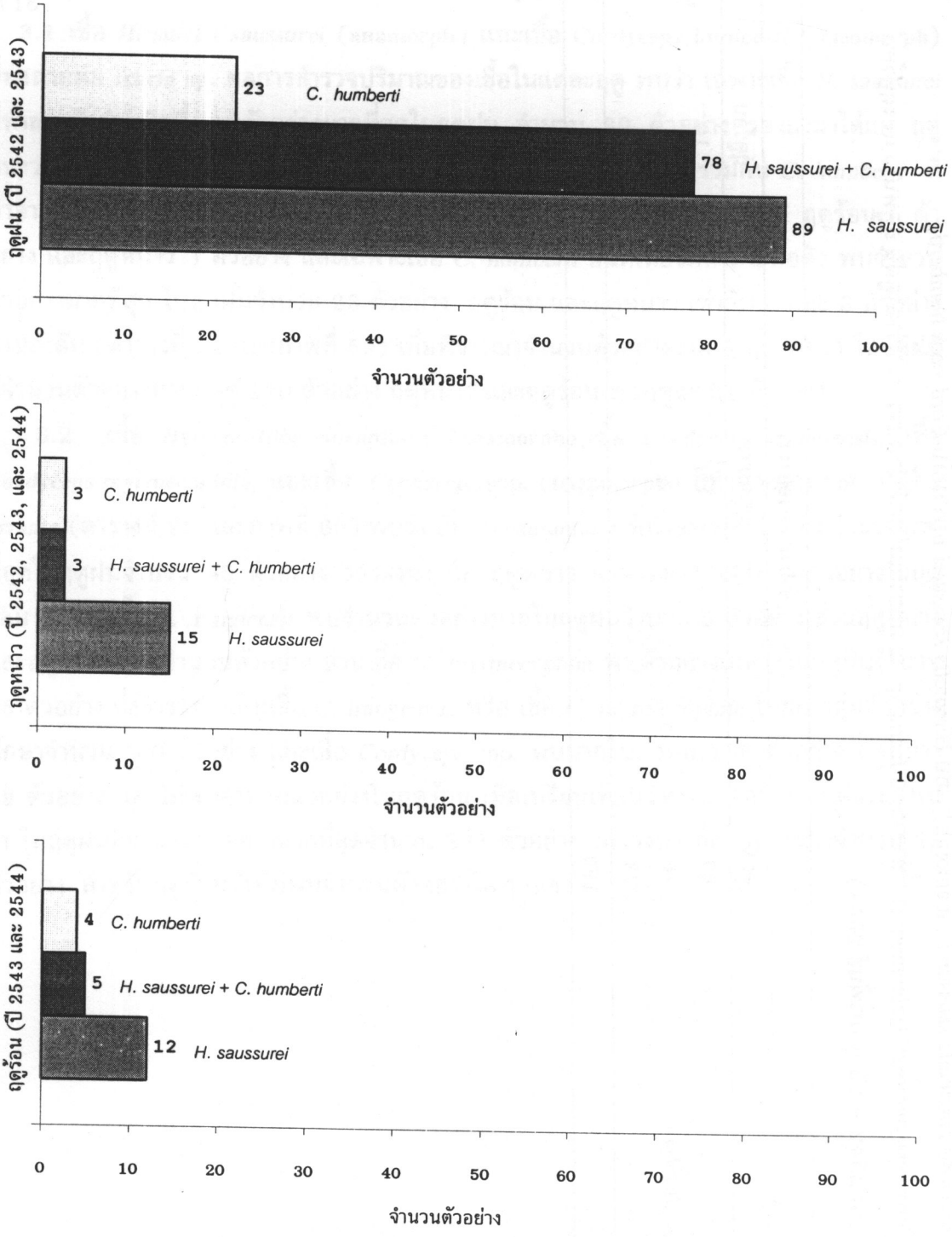
3. ปริมาณของเชื้อราที่ทำลายแมลงอันดับ Hymenoptera ในแต่ละฤดู

3.1 เชื้อ *Hirsutella saussurei* (anamorph) และเชื้อ *Cordyceps humberti* (teleomorph) ที่ทำลายต่อ *Icaria* sp. ผลการสำรวจปริมาณของเชื้อในแต่ละฤดู พบว่า เฉพาะเชื้อ *H. saussurei* ที่ทำลายตัวต่อชนิดนี้ พบตัวอย่างมากที่สุดในฤดูฝน จำนวน 89 ตัวอย่าง รองลงมาได้แก่ ฤดูหนาว 15 ตัวอย่าง และฤดูร้อน 12 ตัวอย่าง ส่วนเชื้อ *H. saussurei* อยู่ร่วมกับ *C. humberti* ที่ทำลายต่อตัวเดียวกัน พบจำนวนตัวอย่างมากที่สุดในฤดูฝน จำนวน 78 ตัวอย่าง ฤดูร้อน 5 ตัวอย่าง และฤดูหนาว 3 ตัวอย่าง และเฉพาะเชื้อ *C. humberti* ชนิดเดียวที่ทำลายต่อตัว พบจำนวนตัวอย่างมากที่สุด ในฤดูฝนจำนวน 23 ตัวอย่าง ฤดูร้อน และฤดูหนาว เท่ากับ 4 และ 3 ตัวอย่าง ตามลำดับ (ตารางที่ 24 และภาพที่ 59) เมื่อพิจารณาจำนวนตัวอย่างจาก 3 ฤดู พบว่า ในฤดูฝนมีจำนวนตัวอย่างมากที่สุด 190 ตัวอย่าง ฤดูหนาว และฤดูร้อน พบฤดูละ 21 ตัวอย่าง

3.2 เชื้อ *Hymenostilbe aurantiaca* (anamorph),เชื้อ *Cordyceps irangiensis*, เชื้อ *Cordyceps myrmecophila*, และเชื้อ *Cordyceps* spp. (teleomorph) ที่ทำลายมด *Polyrhachis armata* (ตารางที่ 25 และภาพที่ 60) พบว่า เชื้อ *H. aurantiaca* ที่ทำลายมดชนิดนี้ มีจำนวนมากที่สุดในฤดูฝนจำนวน 65 ตัวอย่าง รองลงมา คือ ฤดูหนาว 9 ตัวอย่าง แต่ไม่พบตัวอย่างในฤดูร้อน สำหรับเชื้อ *C. irangiensis* พบจำนวนตัวอย่างมากในฤดูฝนจำนวน 5 ตัวอย่าง ส่วนฤดูหนาวและฤดูร้อนไม่พบจำนวนตัวอย่าง ส่วนเชื้อ *C. myrmecophila* พบตัวอย่างเฉพาะในฤดูฝนจำนวน 55 ตัวอย่าง ซึ่งสำรวจว่าเป็นเชื้อ *C. irangiensis* หรือ เชื้อ *C. myrmecophila* โดยการสุ่มตัวอย่างศึกษาจำนวน 60 ตัวอย่าง และเชื้อ *Cordyceps* spp. พบมากในฤดูฝน 168 ตัวอย่าง ฤดูหนาว 19 ตัวอย่าง และไม่พบจำนวนตัวอย่างในฤดูร้อน เมื่อเปรียบเทียบจำนวนตัวอย่างในแต่ละฤดูพบว่า ในฤดูฝนมีจำนวนตัวอย่างมากที่สุดจำนวน 293 ตัวอย่าง รองลงมา คือ ฤดูหนาวจำนวน 28 ตัวอย่าง สำหรับฤดูร้อนนั้นไม่พบจำนวนตัวอย่างใด ๆ เลย

ตารางที่ 24 จำนวนตัวอย่างเชื้อ *Hirsutella saussurei* (anamorph), เชื้อ *Hirsutella saussurei* อยู่ร่วมกับ *Cordyceps humberti*, และเชื้อ *Cordyceps humberti* (teleomorph) ที่ทำลายต่อ *Icaria* sp. ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว ระหว่างฤดูฝน ฤดูหนาว และฤดูร้อน (21 สิงหาคม 2542 – 25 กุมภาพันธ์ 2544)

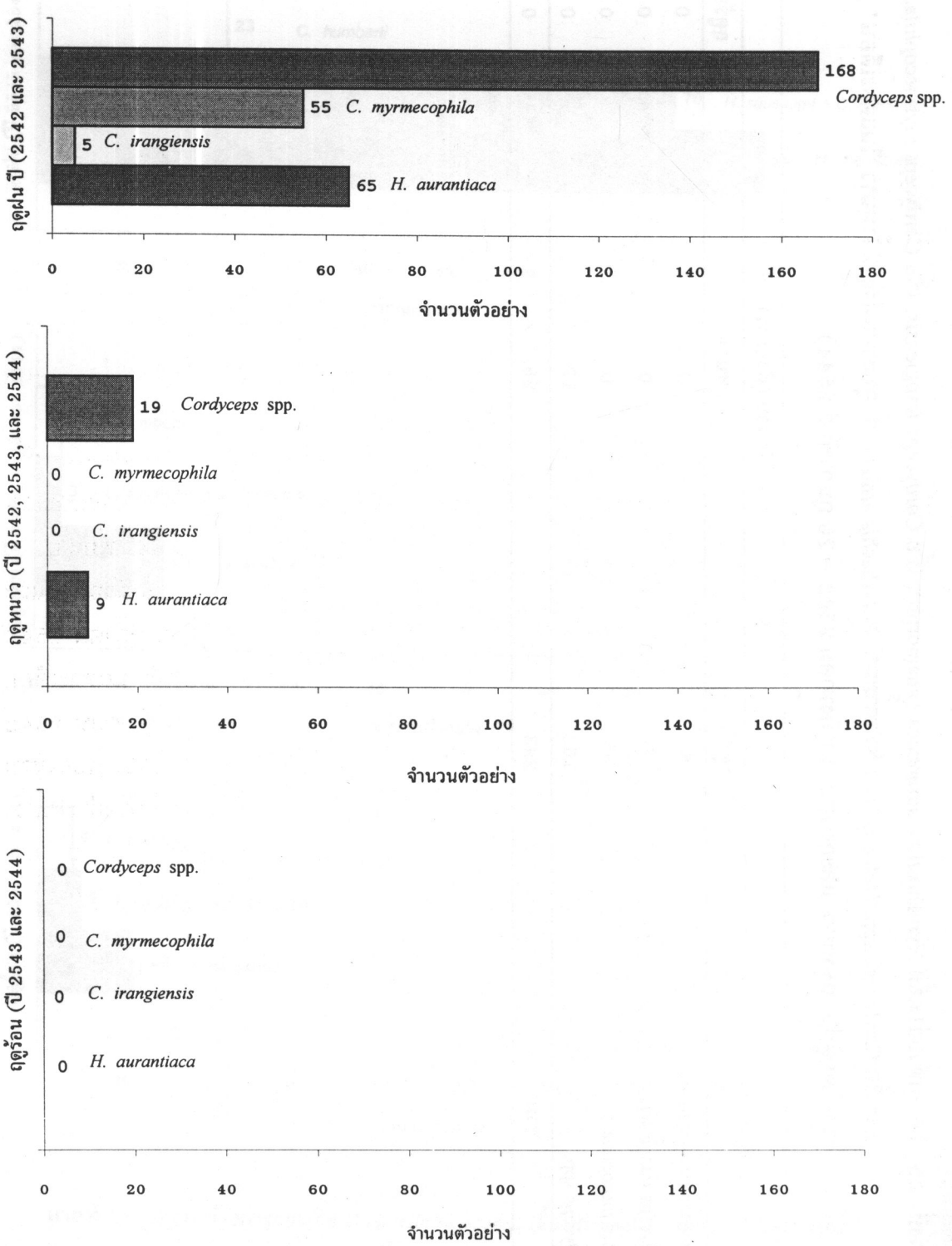
ชนิด (species)	จำนวน (ตัวอย่าง)		
	ฤดูฝน	ฤดูหนาว	ฤดูร้อน
Hirsutella saussurei	89	15	12
H. saussurei + *Cordyceps humberti*	78	3	5
C. humberti	23	3	4
รวม	190	21	21



ภาพที่ 59 จำนวนตัวอย่างของเชื้อ *Hirsutella saussurei*, เชื้อ *Hirsutella saussurei* อยู่ร่วมกับ *Cordyceps humberti*, และเชื้อ *Cordyceps humberti* ที่ทำลายต่อ *Icaria* sp. ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว ระหว่างฤดูฝน ฤดูหนาว และฤดูร้อน (21 สิงหาคม 2542- 25 กุมภาพันธ์ 2544)

ตารางที่ 25 จำนวนตัวอย่างเชื้อ *Hymenostilbe aurantiaca* (anamorph), เชื้อ *Cordyceps irangiensis*, เชื้อ *Cordyceps myrmecophila*, และเชื้อ *Cordyceps* spp. (teleomorph) ที่ทำลายมด *Polyrhachis armata* ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว ในแต่ละเดือน ระหว่างฤดูฝน ฤดูหนาว และฤดูร้อน (21 สิงหาคม 2542 – 25 กุมภาพันธ์ 2544)

ชนิด/สกุล	จำนวน (ตัวอย่าง)		
	ฤดูฝน	ฤดูหนาว	ฤดูร้อน
Hymenostilbe aurantiaca	65	9	0
Cordyceps irangiensis	5	0	0
C. myrmecophila	55	0	0
Cordyceps spp.	168	19	0
รวม	293	28	0



ภาพที่ 60 จำนวนตัวอย่างของเชื้อ *Hymenostilbe aurantiaca*, เชื้อ *Cordyceps irangiensis*, เชื้อ *Cordyceps myrmecophila* และเชื้อ *Cordyceps* spp. ที่ทำลายมด *Polyrhachis armata* ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว ระหว่าง ฤดูฝน ฤดูหนาว และฤดูร้อน (21 สิงหาคม 2542- 25 กุมภาพันธ์ 2544)

4. การกระจายตัวของเชื้อราที่ทำลายแมลงอันดับ Hymenoptera ในแต่ละเดือน

4.1 เชื้อ *Hirsutella saussurei* (anamorph) และเชื้อ *Cordyceps humberti* (teleomorph) ที่ทำลายต่อ *Icaria* sp. (ตารางที่ 26- 28 และภาพที่ 61) ซึ่งศึกษาระหว่าง 21 สิงหาคม 2542 - 25 กุมภาพันธ์ 2544) เฉพาะเชื้อ *H. saussurei*, เชื้อ *H. saussurei* อยู่ร่วมกับ *C. humberti*, และเชื้อ *C. humberti* ที่ทำลายตัวต่อ พบว่า มีแนวโน้มตลอดปีเหมือนกัน กล่าวคือเฉพาะเชื้อ *H. saussurei* พบจำนวนตัวอย่างสูงสุดในเดือนตุลาคม 2542 จำนวน 71 ตัวอย่าง และเริ่มไม่พบตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2543-กุมภาพันธ์ 2544 สำหรับเชื้อ *H. saussurei* อยู่ร่วมกับ *C. humberti* พบจำนวนตัวอย่างสูงสุดในเดือนกันยายน 2542 จำนวน 30 ตัวอย่าง และสำรวจไม่พบตัวอย่าง 2 ช่วง คือ เดือนพฤศจิกายน 2542 และตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2543-กุมภาพันธ์ 2544 และเฉพาะเชื้อ *C. humberti* พบจำนวนตัวอย่างสูงที่สุด 8 ตัวอย่าง ในเดือน ตุลาคม 2542 หลังจากนั้นจำนวนตัวอย่างจะค่อยๆ ลดลง โดยเดือนมีนาคม 2543 และอีกช่วงคือตั้งแต่เดือนพฤษภาคม 2543-กุมภาพันธ์ 2544 สำรวจไม่พบตัวอย่าง

4.2 เชื้อ *Hymenostilbe aurantiaca* (anamorph), เชื้อ *Cordyceps irangiensis*, เชื้อ *Cordyceps myrmecophila*, และเชื้อ *Cordyceps* spp. (teleomorph) ที่ทำลายมด *Polyrhachis armata* ผลการสำรวจระหว่าง 21 สิงหาคม 2542 - 25 กุมภาพันธ์ 2544 พบเชื้อ *H. aurantiaca* มากที่สุดในเดือนตุลาคม 2542 และเดือนกันยายน 2543 เดือนละ 15 ตัวอย่าง และไม่พบตัวอย่าง 4 ช่วง คือ ธันวาคม 2542 - เมษายน 2543, สิงหาคม 2543, ตุลาคม 2543 และ ธันวาคม 2543 - กุมภาพันธ์ 2544 โดยที่พบเชื้อ *C. irangiensis* มากที่สุดเฉพาะเดือนพฤษภาคม 2543 จำนวน 3 ตัวอย่าง และพบเพียง 1 ตัวอย่าง เท่านั้นในเดือนกันยายน 2542 และเดือนกรกฎาคม 2543 นอกนั้นไม่พบตัวอย่างเชื้อเลย ส่วนเชื้อ *C. myrmecophila* พบจำนวนตัวอย่างสูงที่สุดในเดือนตุลาคม 2542 จำนวน 18 ตัวอย่าง และไม่พบจำนวนตัวอย่างในช่วงพฤศจิกายน 2542 - เมษายน 2543 และสิงหาคม 2543 และไม่พบอีกครั้งระหว่างพฤศจิกายน 2543 - กุมภาพันธ์ 2544 สำหรับเชื้อ *Cordyceps* spp. พบจำนวนตัวอย่างสูงที่สุด 50 ตัวอย่าง ในเดือนกันยายน 2543 และสำรวจไม่พบตัวอย่างระหว่างธันวาคม 2542 - เมษายน 2543, สิงหาคม 2543 และ พฤศจิกายน 2543 - กุมภาพันธ์ 2544 (ตารางที่ 29 - 31 และภาพที่ 62)

ตารางที่ 26 จำนวนตัวอย่างเชื้อ *Hirsutella saussurei* (anamorph), เชื้อ *Hirsutella saussurei* อยู่ร่วมกับ *Cordyceps humberti*, และเชื้อ *Cordyceps humberti* (teleomorph) ที่ทำลายต่อ *Icaria* sp. ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว ในแต่ละเดือน ระหว่างฤดูฝน (21 ส.ค.-14 ต.ค. 42) และฤดูหนาว (17 พ.ย. 42-16 ม.ค. 43)

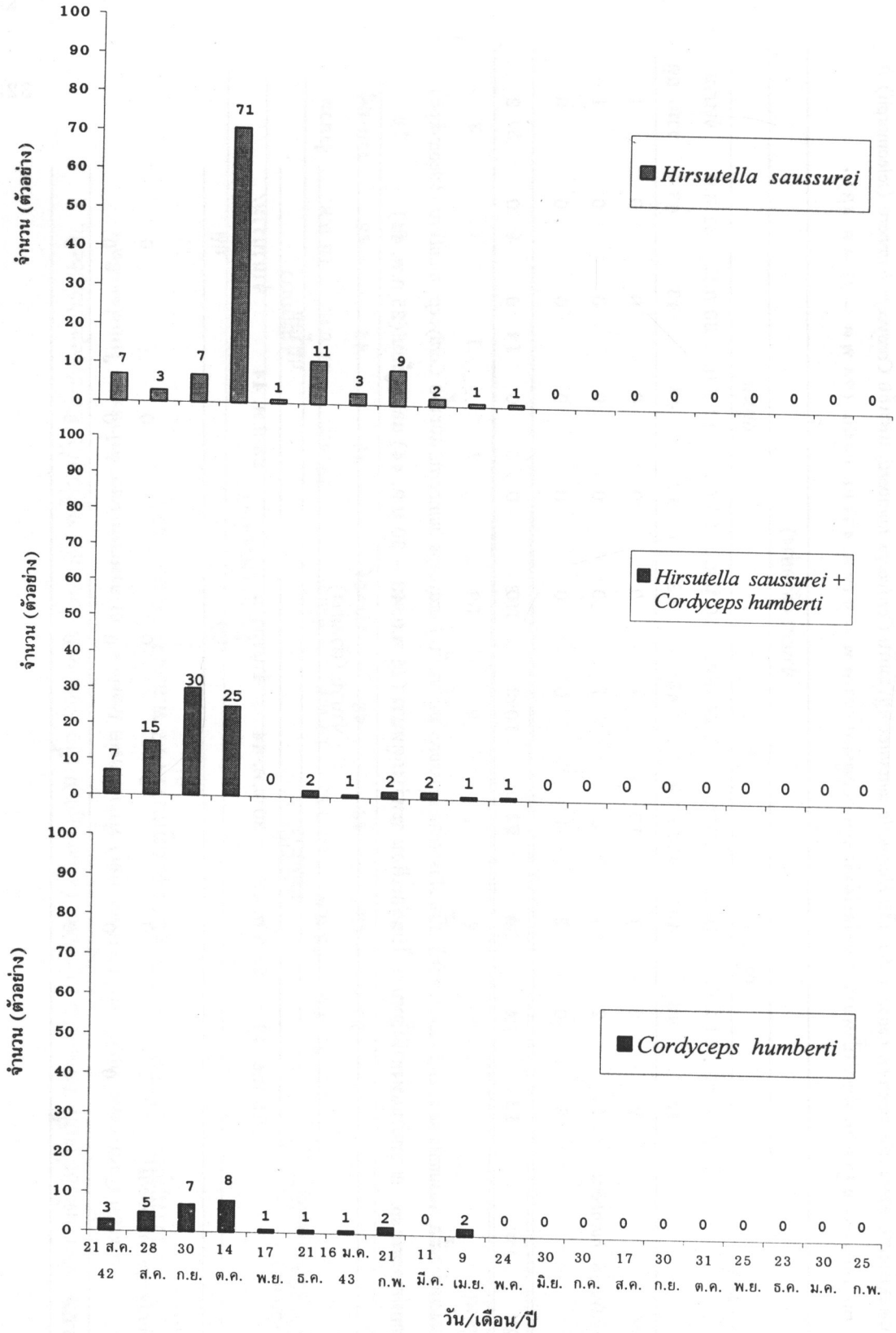
ชนิด (species)	จำนวน (ตัวอย่าง)								
	ฤดูฝน					ฤดูหนาว			
	21 ส.ค. 42	28 ส.ค. 42	30 ก.ย. 42	14 ต.ค. 42	จำนวนรวม/ฤดู	17 พ.ย. 42	21 ธ.ค. 42	16 ม.ค. 43	จำนวนรวม/ฤดู
Hirsutella saussurei	7	3	7	71	88	1	11	3	15
H. saussurei + *Cordyceps humberti*	7	15	30	25	77	0	2	1	3
C. humberti	3	5	7	8	23	1	1	1	3
รวม	17	23	44	104	188	2	14	5	21

ตารางที่ 27 จำนวนตัวอย่างเชื้อ *Hirsutella saussurei* (anamorph), เชื้อ *Hirsutella saussurei* อยู่ร่วมกับ *Cordyceps humberti*, และเชื้อ *Cordyceps humberti* (teleomorph) ที่ทำลายต่อ *Icaria* sp. ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว ในแต่ละเดือน ระหว่างฤดูร้อน (21 ก.พ. – 9 เม.ย. 43) และฤดูฝน (24 พ.ค. – 31 ต.ค. 43)

ชนิด (species)	จำนวน (ตัวอย่าง)										
	ฤดูร้อน				ฤดูฝน						
	21 ก.พ. 43	11 มี.ค. 43	9 เม.ย. 43	จำนวนรวม / ฤดู	24 พ.ค. 43	30 มิ.ย. 43	30 ก.ค. 43	17 ส.ค. 43	30 ก.ย. 43	31 ต.ค. 43	จำนวนรวม/ ฤดู
Hirsutella saussurei	9	2	1	12	1	0	0	0	0	0	1
H. saussurei + *Cordyceps humberti*	2	2	1	5	1	0	0	0	0	0	1
C. humberti	2	0	2	4	0	0	0	0	0	0	0
รวม	13	4	4	21	2	0	0	0	0	0	2

ตารางที่ 28 จำนวนตัวอย่างเชื้อ *Hirsutella saussurei* (anamorph), เชื้อ *Hirsutella saussurei* อยู่ร่วมกับ *Cordyceps humberti*, และเชื้อ *Cordyceps humberti* (teleomorph) ที่ทำลายต่อ *Icaria* sp. ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว ในแต่ละเดือน ระหว่างฤดูหนาว (25 พ.ย. 43 – 30 ม.ค. 44) และฤดูร้อน (25 ก.พ. 44)

ชนิด (species)	จำนวน (ตัวอย่าง)					
	ฤดูหนาว				ฤดูร้อน	
	25 พ.ย. 43	23 ธ.ค. 43	30 ม.ค. 44	จำนวนรวม /ฤดู	25 ก.พ. 44	จำนวนรวม/ ฤดู
Hirsutella saussurei	0	0	0	0	0	0
H. saussurei + *Cordyceps humberti*	0	0	0	0	0	0
C. humberti	0	0	0	0	0	0
รวม	0	0	0	0	0	0



ภาพที่ 61 การกระจายของเชื้อ *Hirsutella saussurei*, เชื้อ *Hirsutella saussurei* อยู่ร่วมกับ *Cordyceps humberti*, และเชื้อ *Cordyceps humberti* ที่ทำลายต่อ *Icaria* sp. ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว (21 สิงหาคม 2542 - 25 กุมภาพันธ์ 2544)

ตารางที่ 29 จำนวนตัวอย่างเชื้อ *Hymenostilbe aurantiaca* (anamorph), เชื้อ *Cordyceps irangiensis*, เชื้อ *Cordyceps myrmecophila*, และเชื้อ *Cordyceps* spp. (teleomorph) ที่ทำลายมด *Polyrhachis armata* ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว ในแต่ละเดือนระหว่างฤดูฝน (21 ส.ค.-14 ต.ค. 42) และฤดูหนาว (17 พ.ย. 42-16 ม.ค. 43)

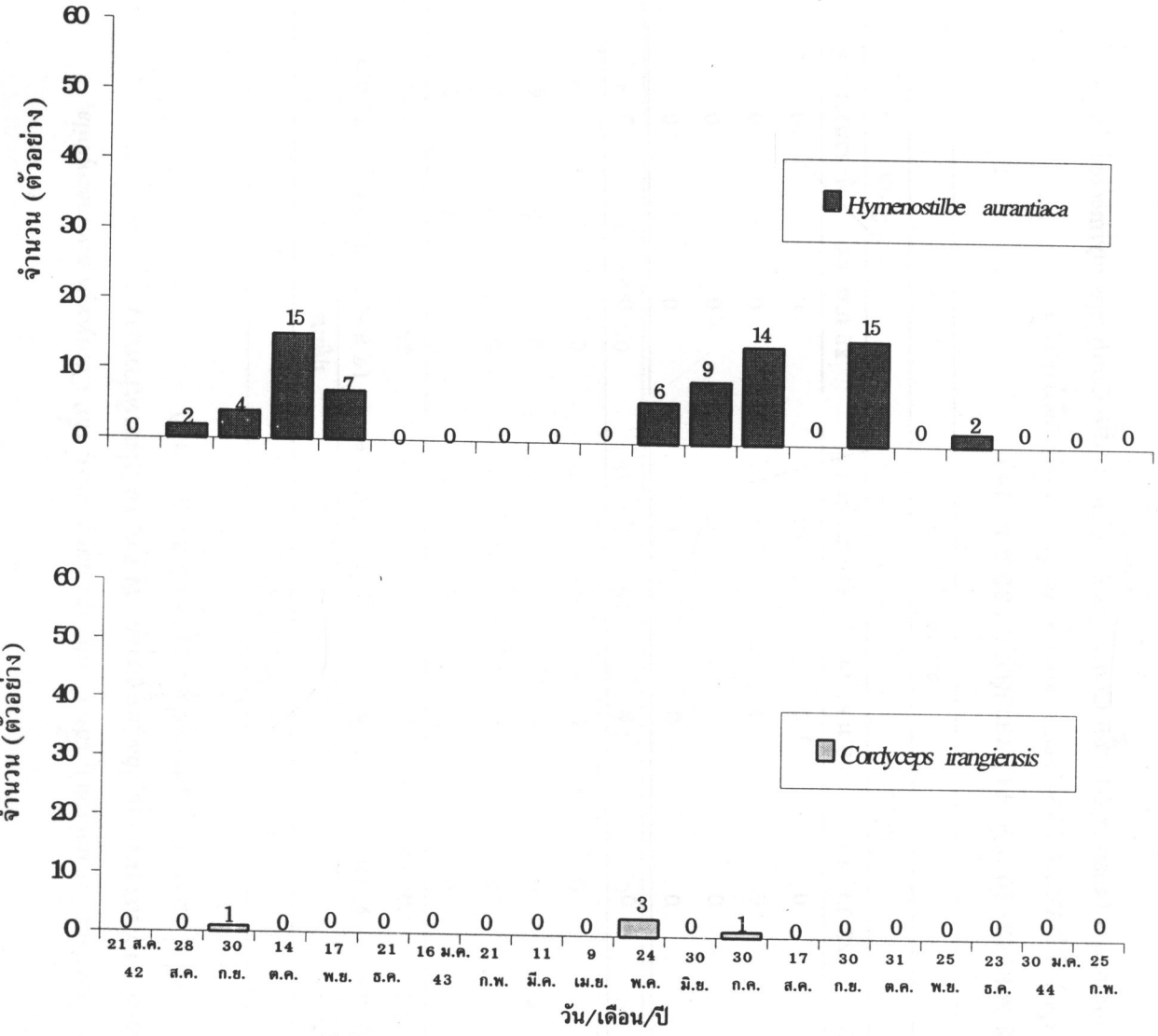
ชนิด/สกุล	จำนวน (ตัวอย่าง)								
	ฤดูฝน					ฤดูหนาว			
	21 ส.ค. 42	28 ส.ค. 42	30 ก.ย. 42	14 ต.ค. 42	จำนวนรวม/ฤดู	17 พ.ย. 42	21 ธ.ค. 42	16 ม.ค. 43	จำนวนรวม/ฤดู
Hymenostilbe aurantiaca	0	2	4	15	21	7	0	0	7
Cordyceps irangiensis	0	0	1	0	1	0	0	0	0
C. myrmecophila	2	0	5	18	25	0	0	0	0
Cordyceps spp.	0	28	30	40	98	19	0	0	19
รวม	2	30	40	73	145	26	0	0	26

ตารางที่ 30 จำนวนตัวอย่างเชื้อ *Hymenostilbe aurantiaca* (anamorph), เชื้อ *Cordyceps irangiensis*, เชื้อ *Cordyceps myrmecophila*, และเชื้อ *Cordyceps* spp. (teleomorph) ที่ทำลายมด *Polyrhachis armata* ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว ในแต่ละเดือน ระหว่างฤดูร้อน (21ก.พ.-9 เม.ย. 43) และฤดูฝน (24 พ.ค.-31 ต.ค. 43)

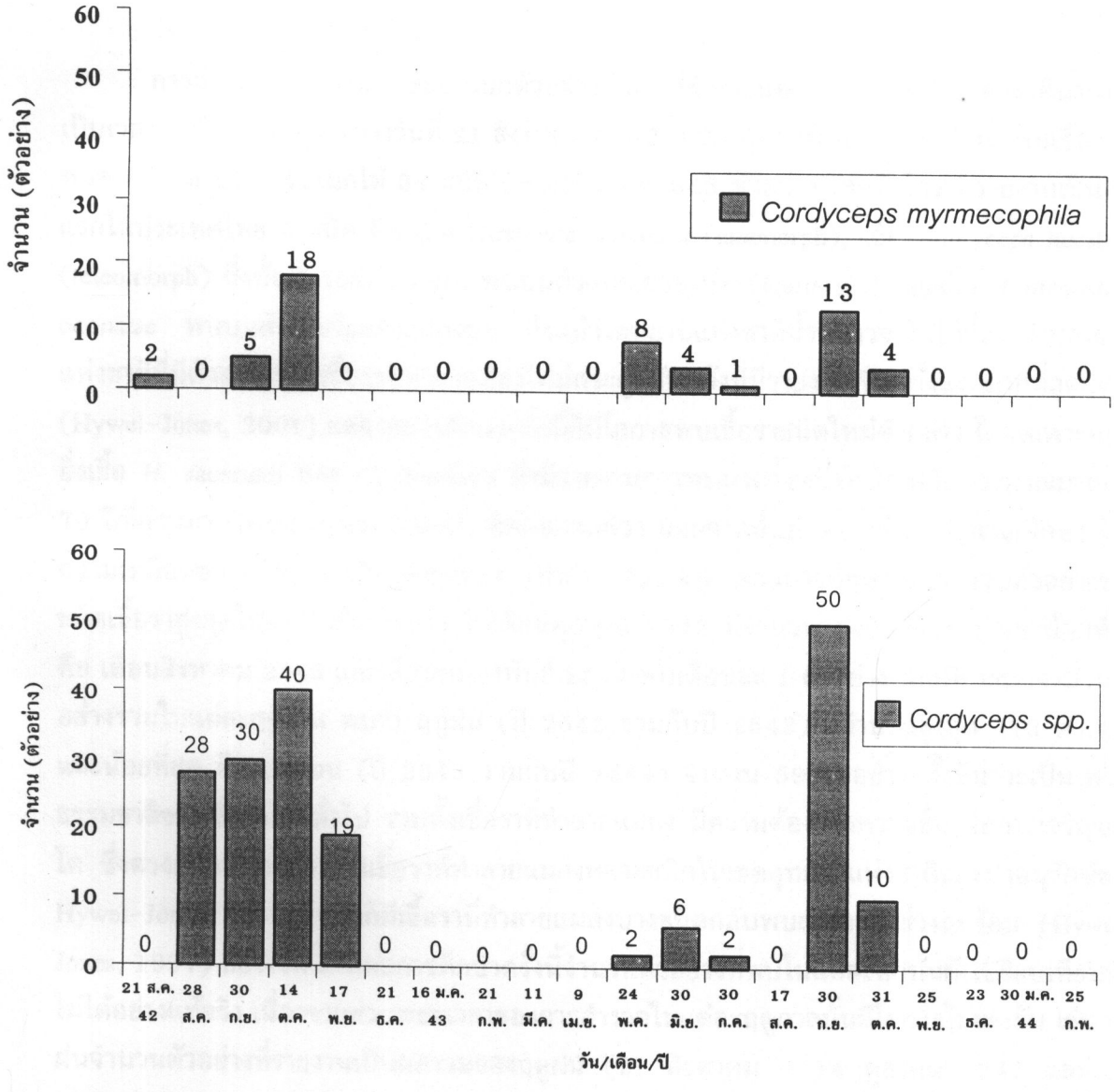
ชนิด/สกุล	จำนวน (ตัวอย่าง)										
	ฤดูร้อน				ฤดูฝน						
	21 ก.พ. 43	11 มี.ค. 43	9 เม.ย. 43	จำนวนรวม/ฤดู	24 พ.ค. 43	30 มิ.ย. 43	30 ก.ค. 43	17 ส.ค. 43	30 ก.ย. 43	31 ต.ค. 43	จำนวนรวม/ฤดู
Hymenostilbe aurantiaca	0	0	0	0	6	9	14	0	15	0	44
Cordyceps irangiensis	0	0	0	0	3	0	1	0	0	0	4
C. myrmecophila	0	0	0	0	8	4	1	0	13	4	30
Cordyceps spp.	0	0	0	0	2	6	2	0	50	10	70
รวม	0	0	0	0	19	19	18	0	78	14	148

ตารางที่ 31 จำนวนตัวอย่างเชื้อ *Hymenostilbe aurantiaca* (anamorph), เชื้อ *Cordyceps irangiensis*, เชื้อ *Cordyceps myrmecophila*, และเชื้อ *Cordyceps* spp. (teleomorph) ที่ทำลายมด *Polyrhachis armata* ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว ในแต่ละเดือน ระหว่างฤดูหนาว (25 พ.ย. 43-30 ม.ค. 44) และฤดูร้อน (25 ก.พ. 44)

ชนิด/สกุล	จำนวน (ตัวอย่าง)					
	ฤดูหนาว				ฤดูร้อน	
	25 พ.ย. 43	23 ธ.ค. 43	30 ม.ค. 44	จำนวนรวม/ฤดู	25 ก.พ. 44	จำนวนรวม/ฤดู
Hymenostilbe aurantiaca	2	0	0	0	0	0
Cordyceps irangiensis	0	0	0	0	0	0
C. myrmecophila	0	0	0	0	0	0
Cordyceps spp.	0	0	0	0	0	0
รวม	2	0	0	0	0	0



ภาพที่ 62 การกระจายของเชื้อ *Hymenostilbe aurantiaca*, เชื้อ *Cordyceps irangiensis*, เชื้อ *Cordyceps myrmecophila*, และเชื้อ *Cordyceps* spp. ที่ทำลายมด *Polyrhachis armata* ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว (21 สิงหาคม 2542 – 25 กุมภาพันธ์ 2544)



ภาพที่ 62 การกระจายของเชื้อ *Hymenostilbe aurantiaca*, เชื้อ *Cordyceps irangiensis*, เชื้อ *Cordyceps myrmecophila*, และเชื้อ *Cordyceps* spp. ที่ทำลายมด *Polyrhachis armata* ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว (21 สิงหาคม 2542- 25 กุมภาพันธ์ 2544) (ต่อ)

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

การสำรวจ รวบรวม และจำแนกตัวอย่างเชื้อราที่ทำลายแมลง ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว เป็นเวลา 1 ปี 7 เดือน ระหว่างวันที่ 21 สิงหาคม 2542 – 25 กุมภาพันธ์ 2544 ครั้งนี้ พบเชื้อราทั้งหมด 858 ตัวอย่าง จำแนกได้ 34 ชนิด (species) จาก 643 ตัวอย่าง โดยมีเชื้อราที่รายงานเป็นครั้งแรกในประเทศไทย 3 ชนิด คือ เชื้อ *Hirsutella saussurei* (anamorph), เชื้อ *Cordyceps humberti* (teleomorph) ซึ่งทั้ง 2 ระยะ (stage) พบบนตัวเต็มวัยของต่อ (Icaria sp.) และเชื้อ *Hymenostilbe odonatae* พบบนตัวเต็มวัยของแมลงปอ ถึงแม้ว่าอุทยานแห่งชาติน้ำหนาวจะไม่ได้ชื่อว่าเป็นอุทยานแห่งชาติที่มีตัวอย่างของเชื้อราที่ทำลายสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังที่มีรายงานเป็นครั้งแรกมากที่สุดก็ตาม (Hywel-Jones, 2001) แต่จากการศึกษาครั้งนี้ก็มีโอกาสพบเชื้อราชนิดใหม่ดังกล่าว โดยเฉพาะอย่างยิ่งเชื้อ *H. saussurei* และ *C. humberti* ซึ่งมีรายงานการพบมาครั้งหนึ่งในโลกเมื่อประมาณมากกว่า 70 ปีที่ผ่านมา (Nigel Hywel-Jones*, ติดต่อส่วนตัว) นอกจากนั้นยังพบว่าทั้ง 2 บริเวณศึกษา มีค่าความเหมือนของชนิดเชื้อราที่ทำลายแมลง เท่ากับ 35.29% ส่วนการศึกษาจำนวนรวมตัวอย่างของชนิดเชื้อราสูงสุดในแต่ละเดือนพบว่า ในเดือนตุลาคม 2542 มีจำนวน 145 ตัวอย่าง และน้อยที่สุด คือ เดือนสิงหาคม 2543 และเดือนกุมภาพันธ์ 2544 พบเดือนละ 1 ตัวอย่าง เมื่อพิจารณาจำนวนตัวอย่างรวมในแต่ละฤดูกาล พบว่า ฤดูฝน (ปี 2542 รวมกับปี 2543) มีจำนวนสูงสุด 413 ตัวอย่าง และน้อยที่สุด คือ ฤดูร้อน (ปี 2543 รวมกับปี 2544) จำนวน 59 ตัวอย่าง ทั้งนี้น่าจะเป็นเพราะธรรมชาติของเชื้อราโดยทั่วไป รวมทั้งเชื้อราที่ทำลายแมลง มีความต้องการความชื้นเพื่อการเจริญเติบโต ซึ่งตรงกับรายงานการพบเชื้อราที่ทำลายแมลงหลายชนิดในเขตอุทยานแห่งชาติและป่าอนุรักษ์ของ Hywel-Jones (1993) แต่ก็มีเชื้อราที่ทำลายแมลงบางชนิดกลับพบเฉพาะในช่วงฤดูร้อน (Hywel-Jones, 1997) อย่างไรก็ตามผลการศึกษาครั้งนี้จำนวนตัวอย่างที่พบในแต่ละฤดูนั้นยังเปรียบเทียบกันไม่ได้อย่างแท้จริง เนื่องจากช่วงระยะเวลาของการสำรวจในแต่ละฤดูกาลนั้นมีโอกาสไม่เท่ากัน เช่น ฤดูฝนจำนวนตัวอย่างที่รายงานเป็นผลรวมของฤดูฝน (21 สิงหาคม – 14 ตุลาคม 2542 และ 24 พฤษภาคม – 31 ตุลาคม 2543) ส่วนฤดูร้อนเป็นจำนวนผลรวม (21 กุมภาพันธ์ – 9 เมษายน 2543) และอีก 1 เดือน ในปี 44 (25 กุมภาพันธ์ 2544) เท่านั้น สำหรับชนิดของเชื้อราที่สำรวจได้ตลอดปีพบจากการศึกษาครั้งนี้มี 6 ชนิด ได้แก่ เชื้อ *Akanthomyces pistillariiformis, Cordyceps humberti, C. unilateralis, Hirsutella formicarum, H. saussurei* และ *Hymenostilbe dipterigena* ซึ่งเป็นกลุ่มเชื้อราที่มีรายงานกันมาตลอดและเป็นเชื้อที่พบกันแพร่หลายและบ่อย โดยเฉพาะอย่างยิ่งเชื้อสกุล *Cordyceps* โดยพบว่าเป็นสกุลที่มีการพบบ่อยที่สุดกับอาร์โทรปอดในเขตร้อน และเป็นสกุลที่มีการพบมากในประเทศไทยถึง 20% ของสกุลนี้ที่พบในโลก (Evans, 1982; สมศักดิ์, 2544) ส่วน

* ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ กรุงเทพ ฯ 10400

เชื้อที่พบเฉพาะในฤดูฝนมี 13 ชนิด คือ เชื้อ *Aschersonia placenta*, *Beauveria bassiana*, *Cordyceps* cf. *acicularis*, *Cordyceps irangiensis*, *C. myrmecophila*, *C. nutans*, *C. sphecocephala*, *Cosmospora diploa*, *Hirsutella* cf. *acicularis*, *Hymenostilbe odonatae*, *H.* cf. *sphecocephala*, *H. ventricosa* และ *Hypocrella discoidea* ซึ่งเชื้อราส่วนใหญ่ที่พบในฤดูฝนนี้มักจะเป็นเชื้อที่พบตามบนพื้นดินเนื่องจากต้องการความชื้นในปริมาณที่สูงเพื่อการเจริญเติบโตต่อไป (โครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย, ม.ป.ป.) สำหรับเชื้อที่พบเฉพาะในฤดูหนาวมี 10 ชนิด ได้แก่ เชื้อ *Hirsutella nivea*, *H. versicolor*, *H.* cf. *versicolor*, *Paecilomyces cinnamomeus*, *P.* cf. *farinosus*, *P. tenuipes*, *Torrubiella hemipterigena*, *T. luteorostrata*, *T.* cf. *pruinosa* และ *Verticillium* cf. *hemipterigenum* ส่วนเชื้อที่ปรากฏเฉพาะในฤดูร้อนนั้นไม่มีการสำรวจพบ แสดงให้เห็นว่า โดยส่วนใหญ่เชื้อรา โดยเฉพาะอย่างยิ่งสาเหตุโรคแมลง โอกาสที่จะสำรวจพบในฤดูร้อนนั้นมีน้อยชนิด นอกจากนั้นยังเป็นลักษณะเฉพาะของเชื้อราบางชนิด รวมทั้งปัจจัยสภาพแวดล้อมซึ่งมีอิทธิพลอย่างมาก ดังเช่น รายงานของ Hywel-Jones (1997) พบว่า ในสภาพป่าดิบชื้นที่เขาใหญ่จะพบเชื้อ *Hirsutella nivea* บนเพลี้ยจั๊กจั่นขนาดใหญ่ โดยที่จะพบเฉพาะในฤดูหนาว (ช่วงเดือนมกราคม-กุมภาพันธ์) เมื่อมีฝนตกและอุณหภูมิต่ำ ส่วนในป่าฝนที่เขาหลวงภาคใต้ของประเทศไทยกลับพบเชื้อชนิดนี้เฉพาะในเดือนพฤษภาคมช่วงฤดูร้อน อีกทั้งยังได้ศึกษาปริมาณของเชื้อราจากชนิดที่จำแนกได้ทั้งหมด 34 ชนิด ซึ่งชนิดของเชื้อราที่พบปริมาณมากที่สุด คือ เชื้อ *Hirsutella formicarum* นอกจากนั้นยังมีชนิดของเชื้อราที่น่าสนใจ กล่าวคือ เชื้อ *Cordyceps humberti* ซึ่งเป็นเชื้อราที่ทำลายตัวต่อ *Icaria* sp. และเป็นเชื้อราที่มีรายงานเป็นครั้งแรกในประเทศไทย สำหรับเชื้อ *Hirsutella formicarum* และ *Cordyceps unilateralis*, *Hymenostilbe dipterigena* และ *Cordyceps dipterigena* เป็นเชื้อที่พบทั้งระยะ anamorph และ teleomorph ในขณะที่เชื้อ *Akanthomyces pistillariiformis* นั้น จะมีแมลงอาศัยอยู่ในอันดับ Lepidoptera (moth) (Evans, 1974), และเชื้อราในสกุล *Cordyceps* ที่ทำลายมด *Polyrhachis armata* นั้น จากการสำรวจพบได้บ่อยและมีปริมาณมาก ได้แก่ เชื้อ *C. irangiensis*, *C. myrmecophila* และ *Cordyceps* spp. และจากรายงานการศึกษาการสำรวจระหว่างปี 1989-1994 ในประเทศไทย ของ Hywel-Jones (1997) พบว่า เชื้อ *C. dipterigena* มีแมลงอาศัยอยู่ในอันดับ Diptera ส่วน *C. irangiensis*, *C. myrmecophila*, *C. unilateralis* มีแมลงอาศัยอยู่ในอันดับ Hymenoptera (มด), โดยที่ *C. unilateralis* เป็นเชื้อราที่พบโดยทั่วไปที่ทำลายมดทั้งในเขตร้อนและเขตกึ่งร้อน (Evans, 1982) ส่วนเชื้อราที่ทำลายแมลงที่เหลือซึ่งไม่สามารถจำแนกได้ในระดับชนิดนั้น สามารถจำแนกได้ในระดับสกุล มี 5 สกุล จาก 215 ตัวอย่าง

ในการศึกษาครั้งนี้ยังพบเชื้อราที่ทำลายแมงมุมอีกด้วย ซึ่งจำแนกได้ 4 ชนิด และ 1 สกุล โดยพบจำนวนตัวอย่างมากที่สุดในฤดูฝน เชื้อราที่ทำลายแมงมุมที่พบครั้งนี้มี 2 ชนิด ที่ตรงกับรายงานที่

พบในต่างประเทศโดย Samson และ Evans ในปี 1973 (Evans, 1982) คือ *Gibellula pulchra* และ *Akanthomyces arachnophilus* และตรงกับที่มีรายงานในประเทศไทยโดย Hywel-Jones (1996) เพียงชนิดเดียว คือ *A. arachnophilus* ซึ่งเป็นชนิดที่หายาก นอกจากนี้ Hywel-Jones ยังได้รายงานเชื้อราที่ทำลายแมงมุมไว้ 6 ชนิด เป็นชนิดใหม่ 3 ชนิด และชนิดหายากอีก 3 ชนิด และในปีต่อมาเขายังได้รายงานว่า เชื้อราสกุล *Torrubiella* เป็นสกุลที่พบทำลายแมงมุมบ่อยที่สุด

สำหรับแมลงที่ถูกทำลายด้วยเชื้อราจากการศึกษาครั้งนี้ เป็นแมลงใน 8 อันดับ (order) 8 วงศ์ (family) จากจำนวนแมลงที่ถูกเชื้อราทำลายทั้งหมด 858 ตัวอย่าง ซึ่ง Hymenoptera เป็นอันดับของแมลงที่ถูกเชื้อราทำลายมากที่สุด จำนวน 740 ตัวอย่าง จากจำนวนนี้มีแมลงจำนวน 590 ตัวอย่างอยู่ในวงศ์ Formicidae ซึ่งจากรายงานล่าสุดในประเทศไทย โดย Hywel-Jones (2001) สรุปได้ว่า เชื้อราที่ทำให้เกิดโรคกับสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังจำนวน 313 กลุ่มทางอนุกรมวิธานนั้น พบว่ามีมากถึง 75% ที่ทำให้เกิดโรคกับแมลงใน 12 อันดับ โดยส่วนใหญ่ทำลายแมลงในอันดับ Hemiptera และ Homoptera, Lepidoptera และแมงมุมและไร เท่ากับ 33, 17 และประมาณ 17% ตามลำดับ ซึ่งให้ผลใกล้เคียงกับรายงานในต่างประเทศ ส่วน Evans, (1982) สรุปว่า แมลงอันดับหลัก ๆที่เป็นแมลงอาศัยของเชื้อรา ได้แก่ Hemiptera และ Homoptera, และ Lepidoptera สำหรับอันดับอื่น ๆ เช่น Orthoptera, Coleoptera, Diptera และ Hymenoptera

ผลการศึกษาพัฒนาการของเชื้อ *H. saussurei* และเชื้อ *C. humberti* ที่เจริญบนตัวต่อ พบว่าเชื้อ *H. saussurei* มีจำนวนรูปแบบของพัฒนาการทั้งหมด 14 รูปแบบ เชื้อ *H. saussurei* อยู่ร่วมกับ *C. humberti* บนต่อตัวเดียวกันมีจำนวนรวม 23 รูปแบบ และเชื้อ *C. humberti* มี 3 รูปแบบ ซึ่งน่าจะเป็นเพราะว่าการที่มีเชื้อ 2 ระยะอยู่ร่วมกัน ทำให้มีรูปแบบของพัฒนาการมากกว่าการมีระยะใดระยะหนึ่ง นอกจากนั้นการที่ระยะ teleomorph มีเพียงแค่ 3 รูปแบบนั้น น่าจะเนื่องมาจากเป็นระยะสุดท้ายของพัฒนาการ ในที่สุดก็จะมีการสร้าง stroma เหมือนกัน จึงมีเพียงไม่กี่รูปแบบ และเมื่อพิจารณาถึงพัฒนาการในแต่ละฤดูกาล พบว่า เชื้อ *H. saussurei* มีจำนวนรูปแบบของพัฒนาการในฤดูฝนมากกว่าฤดูหนาวและฤดูร้อน เช่นเดียวกันกับรูปแบบของพัฒนาการของเชื้อ *H. saussurei* อยู่ร่วมกับ *C. humberti* ซึ่งมีจำนวนรูปแบบของพัฒนาการในฤดูฝนมากกว่าฤดูหนาวและฤดูร้อน ส่วนเชื้อ *C. humberti* พบจำนวนรูปแบบของพัฒนาการในฤดูหนาวเท่ากับฤดูร้อน แต่ไม่พบในฤดูฝน ทั้งนี้น่าจะเนื่องจากในช่วงของการเจริญในระยะ anamorph เชื้อต้องการความชื้นสูง และขณะที่เชื้อกำลังพัฒนาไปสู่ระยะ teleomorph จะมีการสร้าง stroma ซึ่งความต้องการความชื้นจะลดลง ดังนั้นจึงไม่พบ teleomorph หรือพบน้อยในฤดูฝน จากการศึกษารูปแบบพัฒนาการของเชื้อทั้งหมด 42 รูปแบบ จาก 27 ตัวอย่าง พบว่า ในระยะเริ่มแรกของพัฒนาการของเชื้อ *H. saussurei* นั้นไม่พบเชื้อราเจริญออกมาจากตัวต่อ หลังจากนั้นจึงพบ synnema เจริญออกมาจาก ส่วนหัว ส่วนอก และส่วนท้อง ซึ่งจำนวนของ synnema ที่พบมีตั้งแต่ 1-4 อัน ต่อจากนั้นพบว่ามีพัฒนาการของเชื้อ *H. saussurei* อยู่ร่วมกับ

C. humberti โดยที่ synnema พัฒนาเป็นปม (stroma) และยังพบอีกว่าที่ส่วนปลายของ synnema ยังมีการแตกเป็นแฉกตั้งแต่ 2-3 แฉก โดยด้านข้างของ synnema จะแตกแขนงออกข้างละ 1 อัน สำหรับรูปแบบพัฒนาการของเชื้อ *C. humberti* นั้นจะพบว่าเชื้อสร้างเฉพาะปมตั้งแต่ 1-3 ปม ซึ่งแต่ละปมจะอยู่บน synnema แต่ละอัน

จากการศึกษาเปอร์เซ็นต์และค่าความมีอายุขัยของเชื้อ (longevity) ซึ่งได้แก่ เชื้อ *Hirsutella saussurei* และเชื้อ *Cordyceps humberti* เปอร์เซ็นต์ของเชื้อ *H. saussurei* มีเปอร์เซ็นต์ (27.3%) ซึ่งต่ำกว่าเชื้อ *C. humberti* (68.1%) ซึ่งได้เริ่มสำรวจในเดือนกันยายน (เชื้อ *H. saussurei* และเชื้อ *C. humberti*) ซึ่งในความเป็นจริงแล้ว เชื้ออาจเจริญและพัฒนาก่อนช่วงที่สำรวจก็ได้ ซึ่งเริ่มในช่วงฤดูฝน ปี 2542 อย่างไรก็ตามอาจมีการเจริญและพัฒนาการก่อนช่วงฤดูฝน ปี 2542 ก็ได้ และสิ่งที่สำคัญที่ทำให้เชื้อสามารถเจริญได้ อาจเป็นระดับของสารอาหารที่มีอยู่ในตัวต่อและมด ซึ่งอาจเป็นเพราะตัวต่อ และ มด ในการศึกษาครั้งนี้มีรูปร่างขนาดใหญ่ ทำให้มีสารอาหารมากกว่าตัวต่อ และ มด ที่มีรูปร่างขนาดเล็ก และเพื่อเป็นการจัดเตรียมสารอาหารสำหรับพัฒนาการเจริญของเชื้อ *C. humberti* และเชื้อ *Cordyceps* spp. ซึ่งพัฒนาการนี้ต้องใช้ระยะเวลาที่ยาวนาน และการที่เชื้อ *C. humberti* (ระยะ teleomorph) สามารถเจริญออกมาจากส่วนหัวและอกของตัวต่อ โดยไม่พบมีการเจริญออกมาจากส่วนท้อง แต่เชื้อ *H. saussurei* (ระยะ anamorph) สามารถเจริญได้จากส่วนท้อง เหตุผลนั้นอาจจะเป็นเพราะว่าตำแหน่งของสารอาหารที่มีอยู่ภายในตัวต่อ โดยมีส่วนกล้ามเนื้อซึ่งมีโปรตีนสูงจะพบในส่วนของขาและปีกของแมลง ซึ่งเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญในการพัฒนาการสร้างปม แต่ส่วนท้องส่วนใหญ่เป็นระบบเลือดและไขมัน ในขณะที่เชื้อ *Hymenostilbe aurantiaca* และ *Cordyceps* spp. มีพัฒนาการของ synnema ออกมาจากเฉพาะระหว่างส่วนหัวและอกของมดเท่านั้น ซึ่งบริเวณที่เชื้อเจริญนั้นเป็นช่วง prothorax ของมด ซึ่งมีลักษณะอ่อนจึงสามารถเจริญได้ดี ซึ่งแตกต่างจากเชื้อ *H. saussurei* ที่สามารถเจริญออกมาได้จากทั้งส่วนของหัว อก และท้อง แต่เชื้อ *C. humberti* ไม่สามารถเจริญได้ในส่วนท้อง

จากการสำรวจปริมาณของเชื้อ *H. saussurei* และเชื้อ *C. humberti* ที่ทำลายต่อ *Icaria* sp. พบว่า เชื้อ *H. saussurei* มีมากในฤดูฝน 89 ตัวอย่าง เชื้อ *H. saussurei* อยู่ร่วมกับ *C. humberti* 78 ตัวอย่าง และเชื้อ *C. humberti* 23 ตัวอย่าง ส่วนในฤดูหนาวเท่ากับ 15, 3 และ 3 ตัวอย่าง และฤดูร้อนเท่ากับ 12, 5 และ 4 ตัวอย่าง ตามลำดับ

สำหรับการกระจายตัวนั้น *H. saussurei* มีจำนวนตัวอย่างสูงสุดในเดือนตุลาคม 2542 จำนวน 71 ตัวอย่าง หลังจากนั้นจะค่อย ๆลดลง และไม่พบตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2543 - กุมภาพันธ์ 2544 สำหรับเชื้อ *H. saussurei* อยู่ร่วมกับ *C. humberti* พบจำนวนตัวอย่างสูงสุด 30 ตัวอย่าง ในเดือนกันยายน 2542 และสำหรับเชื้อ *C. humberti* พบ 8 ตัวอย่าง โดยพบจำนวนตัวอย่างสูงที่สุดในเดือนตุลาคม 2542 แสดงให้เห็นว่าหากต้องการศึกษาและพบเชื้อราทำลายแมลงในปริมาณมากนั้น

ช่วงของเดือนกันยายน-ตุลาคมจะเป็นช่วงที่ดีที่สุดสำหรับเชื้อ *H. saussurei* และเชื้อ *C. humberti* อยู่ร่วมกับ *H. saussurei* ส่วนโอกาสเจอเชื้อ *C. humberti* อย่างเดียวมีปริมาณค่อนข้างต่ำ น่าจะเป็นเพราะระยะของช่วง teleomorph อย่างเดียวนี้สั้นมาก การศึกษารูปแบบพัฒนาการของเชื้อรา *H. saussurei* และ *C. humberti* นั้น พบว่าเชื้อรามีการเจริญบนตัวต่อ *Icaria* sp. โดยที่เชื้อราทั้ง 2 ชนิด มีทั้งพบเฉพาะระยะ anamorph, anamorph อยู่ร่วมกับ teleomorph และ พบเฉพาะระยะ teleomorph โดย Samson และคณะ (1988) รายงานว่า เชื้อรา *H. saussurei* เข้าทำลายต่อแตนอันดับ Hymenoptera ในสกุล *Polistes* ซึ่งแตกต่างไปจากในการศึกษานี้ที่พบเชื้อราดังกล่าวบนตัวต่อ *Icaria* sp. อย่างไรก็ดีมีรายงาน โดย Cooke (1892) ว่าเชื้อรา *H. saussurei* และ *C. humberti* สามารถทำลายตัวต่อ *Icaria cincta* ในแถบอาฟริกาตะวันตกซึ่งเป็นแมลงในสกุลเดียวกันกับการศึกษาครั้งนี้ ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่าตัวต่อ *Icaria* มีการกระจายในเขตแถบร้อนชื้นทวีปอาฟริกาและทวีปเอเชีย นอกจากนี้จากผลการศึกษาพบว่า รูปแบบพัฒนาการของเชื้อรา *H. saussurei* และ *C. humberti* บนต่อ *Icaria* sp. มีถึง 42 รูปแบบ ตามลักษณะความแตกต่าง จำนวนและตำแหน่งบนตัวแมลงของ synnema และ stroma จะเห็นว่าการพัฒนาการจาก anamorph ไปเป็น teleomorph ของเชื้อรานี้มีความหลากหลายในรูปแบบ และพัฒนาการนี้สามารถติดตามและตรวจสอบพัฒนาการจาก anamorph ไปเป็น teleomorph ได้ภายในฤดูฝนถึงฤดูหนาว โดยที่ระยะ teleomorph สามารถพบได้แม้แต่ในฤดูร้อนซึ่งมีความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศต่ำก็ตาม การศึกษาพัฒนาการของเชื้อราบนแมลงในครั้งนี้นับว่าได้ข้อมูลด้านพัฒนาการของราแมลงในอันดับ Hymenoptera ที่ดี เพราะมีตัวอย่างของต่อ *Icaria* sp. ที่ถูกเชื้อรา *H. saussurei* และ *C. humberti* อย่างพอเพียง ทั้งนี้อาจเป็นเพราะในบริเวณที่สำรวจมีรังต่อ *Icaria* sp. ขนาดใหญ่ ทำให้เชื้อราดังกล่าวมีแมลงอาศัยอยู่ตลอดเวลา อย่างไรก็ดีในช่วงตอนปลายของการศึกษา เจ้าหน้าที่ของอุทยานแห่งชาติน้ำหนาวได้กำจัดวัชพืชและตัดต้นไม้ขนาดเล็กบริเวณหลังศูนย์บริการนักท่องเที่ยวห้วยหญ้าเครือและบริเวณทางเดินศึกษาธรรมชาติ ซึ่งอยู่บริเวณใกล้เคียงกับรังต่อ *Icaria* sp. อาจเป็นสาเหตุที่ทำให้ต่อแตกรังไป ทำให้การสำรวจพบตัวอย่างต่อที่ถูกเชื้อราทั้งสองเข้าทำลายน้อยลงในช่วงตอนปลายของการศึกษาในครั้งนี้

สำหรับรูปแบบพัฒนาการของเชื้อ *Hymenostilbe aurantiaca* และเชื้อ *Cordyceps* spp. ที่ทำลายมด *Polyrhachis armata* กล่าวคือ เฉพาะเชื้อ *H. aurantiaca* มีรูปแบบของพัฒนาการในฤดูฝนมากกว่าฤดูหนาว แต่ไม่พบในฤดูร้อน สำหรับเชื้อ *H. aurantiaca* อยู่ร่วมกับ *Cordyceps* spp. พบรูปแบบในฤดูหนาวมากกว่าฤดูฝน แต่ไม่พบในฤดูร้อน ส่วนเชื้อ *Cordyceps* spp. มีรูปแบบในฤดูฝนมากกว่าฤดูหนาว แต่ไม่พบในฤดูร้อน ซึ่งรูปแบบพัฒนาการของเชื้อทั้งหมดมี 10 รูปแบบ จาก 23 ตัวอย่าง ในระยะแรกพบเฉพาะ synnema จำนวน 1-3 อัน (เชื้อ *H. aurantiaca*) ระยะ ต่อมาพบมีการพัฒนาสร้างปม ในระยะนี้จะพบทั้ง synnema และ stroma (เชื้อ *H. aurantiaca* อยู่ร่วมกับ *Cordyceps* spp.) สำหรับรูปแบบพัฒนาการสุดท้ายนั้นพบเฉพาะปมจำนวน 1-2 ปม ซึ่งแต่ละปมอยู่บน

synnema แต่ละอัน (เชื้อ *Cordyceps* spp.)

เปอร์เซ็นต์ที่พบและค่าอายุขัย (longevity) **ของเชื้อ** *Hymenostilbe aurantiaca* **และเชื้อ** *Cordyceps* spp. **บนมด** *Polyrhachis armata* (ภาพที่ 58) จากตัวอย่างทั้งหมด 23 ตัวอย่าง ในช่วงวันที่ 1 ตุลาคม 2542 – 25กุมภาพันธ์ 2544 กล่าวคือ ในช่วงเริ่มต้นการสำรวจในวันที่ 1 ตุลาคม 2542 นั้น พบเปอร์เซ็นต์ของเชื้อ *Cordyceps* spp. มีค่าเท่ากับ 66.7% ซึ่งมีค่าเปอร์เซ็นต์สูงกว่าเชื้อ *H. aurantiaca* มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น ต่อจากนั้นก็เข้าสู่ฤดูหนาว ปี 2542 และปี 2543 พบว่าเปอร์เซ็นต์ของเชื้อ *Cordyceps* spp. และเชื้อ *H. aurantiaca* มีแนวโน้มขึ้นๆ ลงๆ จนถึงสิ้นสุดตลอดการศึกษาครั้งนี้ เมื่อพิจารณาถึงค่าอายุขัยของเชื้อ *H. aurantiaca* และเชื้อ *Cordyceps* spp. พบว่ามีค่าเฉลี่ยของอายุขัยอยู่ระหว่าง 35.2-78.7 วัน (ค่าต่ำสุด 6 วัน และค่าสูงสุด 190 วัน) ซึ่งตัวอย่างของเชื้อทั้งหมดมีการเจริญพัฒนาได้ไม่เกิน 200 วัน ส่วนใหญ่เชื้อจะเจริญและพัฒนาตั้งแต่ 3 สัปดาห์ขึ้นไป พบได้ในตัวอย่างที่ 13 และ 15 ซึ่งรูปแบบพัฒนาการสุดท้ายคือรูปแบบที่ 9 โดยมีปม 1 ปม บน synnema ที่เจริญอยู่ระหว่างส่วนหัวและอกของมด ซึ่งจากตัวอย่างทั้งหมดนี้ รูปแบบที่เป็นระยะสุดท้ายของเชื้อแต่ละตัวอย่างที่พบเป็นจำนวนมากที่สุด คือ รูปแบบที่ 12 ตัวอย่าง รองลงมาได้แก่ รูปแบบที่ 1 ซึ่งพบได้ 9 ตัวอย่าง เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ที่พบระหว่าง anamorph (เชื้อ *H. aurantiaca*) และ teleomorph (เชื้อ *Cordyceps* spp.) มีค่าเท่ากับ 19.0% และ 26.8% ตามลำดับ โดยที่จำนวนที่รายงานนี้เชื้อ *H. aurantiaca* และ *Cordyceps* spp. นั้นมีทั้งเป็นการตรวจสอบเปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบระหว่างระยะ anamorph และ teleomorph เท่านั้น เนื่องจากการตรวจสอบเปรียบเทียบกับระยะพักตัว

การสำรวจปริมาณของเชื้อ *H. aurantiaca*, เชื้อ *Cordyceps irangiensis*, เชื้อ *C. myrmecophila* และเชื้อ *Cordyceps* spp. ที่ทำลายมด *P. armata* พบว่า เฉพาะเชื้อ *H. aurantiaca* พบมากที่สุดในฤดูฝน 65 ตัวอย่าง ส่วนเชื้อ *C. irangiensis* (5 ตัวอย่าง) และ *C. myrmecophila* (55 ตัวอย่าง) ก็พบได้ในฤดูฝนเท่านั้น ทั้งนี้เป็นการสุ่มศึกษาจากจำนวน 60 ตัวอย่างเท่านั้น ของตัวอย่างทั้งหมดที่สำรวจพบ เพราะไม่สามารถที่จะเก็บตัวอย่างที่สำรวจพบไปศึกษาเพื่อจำแนกถึงระดับชนิดว่าเป็น *C. irangiensis* หรือ *C. myrmecophila* ได้ จึงจำเป็นต้องนำไปตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์เพื่อศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของสปอร์ย่อย (part - spore) และจัดจำแนกเป็นเชื้อ *C. irangiensis* หรือ *C. myrmecophila* ทั้งนี้เพราะตัวอย่างที่ศึกษานี้เป็นตัวอย่างกลุ่มเดียวกันกับที่ใช้ศึกษาพัฒนาการของเชื้อ ประกอบกับต้องอนุรักษ์เชื้อพันธุ์ของเชื้อราไว้ในเขตอุทยานแห่งชาติน้ำหนาวด้วย จากการสุ่มศึกษาครั้งนี้ พบว่าทั้ง *C. irangiensis* และ *C. myrmecophila* พบเฉพาะในฤดูฝนเท่านั้น แสดงให้เห็นว่าเชื้อที่ขึ้นตามพื้นดินจะต้องการความชื้นสูงนั่นเอง ซึ่งตรงกับรายงานของโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย (ม.ป.ป.) ในขณะเดียวกันเชื้อ *Cordyceps* spp. พบมากในฤดูฝน 168 ตัวอย่าง ฤดูหนาว 19 ตัวอย่าง และไม่พบตัวอย่างใดๆเลยในฤดูร้อน ซึ่งไม่ได้หมายความว่าเชื้อ *C. irangiensis* และ *C. myrmecophila* จะ

ไม่มีโอกาสพบในฤดูหนาว เนื่องจากการสำรวจนี้ยังพบ *Cordyceps* spp. ในฤดูหนาวจึงชี้ให้เห็นว่าหากนำปม Stroma ไปบีบเพื่อให้ปลดปล่อยสปอร์ย่อย เมื่อ ascospore แก่แล้ว จะสามารถบ่งชี้ได้ว่าเชื้อ *Cordyceps* spp. ที่พบนั้นอาจเป็นเชื้อ *C. irangiensis* หรือ *C. myrmecophila* ในฤดูหนาวได้อย่างแน่นอน

ในการศึกษาการกระจายตัวของเชื้อ *H. aurantiaca* เชื้อ *Cordyceps irangiensis* เชื้อ *C. myrmecophila* และเชื้อ *Cordyceps* spp. ที่ทำลายมด *Polyrhachis armata* พบว่า เฉพาะเชื้อ *H. aurantiaca* มีจำนวนตัวอย่างสูงที่สุดในเดือนตุลาคม 2542 และเดือนกันยายน 2542 เดือนละ 15 ตัวอย่าง ในขณะที่เชื้อ *C. irangiensis* มีตัวอย่างสูงสุดเฉพาะในเดือนพฤษภาคม 2543 จำนวน 3 ตัวอย่าง สำหรับเชื้อ *C. myrmecophila* ในเดือนตุลาคม 2542 จำนวน 18 ตัวอย่าง และเชื้อ *Cordyceps* spp. ในเดือนกันยายน 2543 จำนวน 50 ตัวอย่าง อย่างไรก็ตามจากการสำรวจพบว่า ทั้งเชื้อ *H. aurantiaca*, เชื้อ *C. irangiensis*, เชื้อ *C. myrmecophila* และเชื้อ *Cordyceps* spp. นั้นมีโอกาสไม่พบตัวอย่างในบางเดือน และสำรวจไม่พบเลย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงฤดูหนาว-ฤดูร้อน

นอกจากนั้นเมื่อคำนึงถึงการนำเชื้อราที่ทำลายแมลงไปใช้ประโยชน์แล้วย่อมเป็นที่ทราบกันดีว่าเชื้อรากลุ่มนี้สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้หลายอย่าง และเป็นแหล่งพันธุกรรมที่สำคัญสำหรับการค้นคว้าวิจัยในอนาคต ไม่ว่าจะเป็นการวิจัยเพื่อนำเชื้อราแมลงที่มีประสิทธิภาพและคุณสมบัติที่เหมาะสมมาใช้ในการควบคุมแมลงศัตรูพืชโดยชีววิธี ตัวอย่างเช่น สกุล *Metarhizium* ใช้ควบคุมด้วงแรด มะพร้าว ตั๊กแตนปาทังก้า และเพลี้ยกระโดด เป็นต้น สกุล *Beauveria*, *Nomuraea* ใช้ควบคุมหนอนผีเสื้อ *Aschersonia aleyrodis* ควบคุมเพลี้ยหอยและแมลงหวี่ขาว และ *Hirsutella thompsonii* ควบคุมและกำจัดไรส้ม เป็นต้น (สมศักดิ์, 2544) ในการศึกษาครั้งนี้พบเชื้อราแมลงจำนวน 12 สกุล 34 ชนิด จาก 858 ตัวอย่าง เชื้อราเหล่านี้จะเป็นแหล่งพันธุกรรมที่สามารถนำเอาไปใช้ประโยชน์ในอนาคต แม้ว่าจะไม่พบเชื้อราในสกุล *Metarhizium* และ *Nomuraea* ก็ตาม แต่ก็พบสกุล *Aschersonia* และ *Hirsutella* หลายชนิดรวมทั้ง *Beauveria* ที่อาจนำไปศึกษาวิจัยต่อไปในด้านการควบคุมศัตรูพืชโดยชีววิธีในอนาคตได้ นอกจากการนำเชื้อราแมลงและแมงมุมไปใช้ในการควบคุมศัตรูพืชแล้ว เชื้อรากลุ่มนี้ยังมีการนำไปใช้ประโยชน์ในด้านเภสัชกรรม เช่น *Cordyceps sinensis* ซึ่งสร้างสาร Cordycepin เป็นสารออกฤทธิ์ที่เป็นประโยชน์ต่อการบำรุงร่างกาย ปัจจุบันได้มีการนำเชื้อราชนิดนี้มาทำเป็นการค้าในรูปแบบต่างๆ ในประเทศไทยได้มีการศึกษาเบื้องต้นถึงการใช้ประโยชน์จากเชื้อราแมลงในทางการแพทย์และเภสัช โดยพบว่ามีเชื้อราทำลายแมลงหลายชนิดสามารถผลิตสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพยับยั้งต่อต้านโรคต่างๆ เช่น เชื้อราที่สร้างสารยับยั้งโรคภูมิคุ้มกันบกพร่อง (HIV) ได้แก่ *Cordyceps khaoyaiensis* และ *C. pseudomilitaris* เป็นต้น เชื้อราที่สร้างสารยับยั้งและต่อต้านโรคมาลาเรียได้แก่ *C. unilateralis* เป็นต้น (สมศักดิ์, 2544) ซึ่งในการศึกษาเชื้อราทำลายแมลงในอุทยานแห่งชาติน้ำหนาวในครั้งนี้พบเชื้อราในสกุล *Cordyceps* หลายชนิด รวมทั้ง *C. unilateralis* ที่

พบบนมดด้วย ซึ่งเชื้อราที่สำรวจพบในการศึกษาครั้งนี้สามารถนำไปศึกษาด้านการใช้ประโยชน์ทางด้านการแพทย์และเภสัชต่อไปได้ในอนาคต และอาจมีเชื้อราในสกุลอื่น ๆที่สามารถนำไปผลิตเป็นยาหรืออาหารเสริมสุขภาพหรือการใช้ประโยชน์ในระดับอุตสาหกรรมต่อไป

ผลจากการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าประเทศไทย โดยเฉพาะอุทยานแห่งชาติน้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์ นี้ ยังคงอุดมไปด้วยความหลากหลายทางชีวภาพของเชื้อราที่ทำลายแมลง และยังมีการพบเชื้อราที่ทำลายแมลงชนิดใหม่ที่น่าสนใจศึกษาค้นคว้าต่อไปอย่างยิ่ง เพราะประเทศไทยเป็นแหล่งที่พบเชื้อราชนิดนี้เป็นปริมาณมากโดยเฉพาะอย่างยิ่งเชื้อ *H. saussurei*, *C. humberti* และ *Hymenostilbe odonatae* อย่างที่ไม่เคยรายงานมาก่อนในประเทศไทย ประกอบกับ สมศักดิ์ (2544) สรุปว่า จากการศึกษาที่ผ่านมานั้น มีเชื้อราที่ทำลายแมลงชนิดใหม่จากประเทศไทยถึง 30-40 % ของที่พบในโลก ดังนั้นจึงมีคุณค่าอย่างยิ่งในการส่งเสริมสนับสนุนให้มีการศึกษาวิจัยต่อไป และเพราะความหลากหลายทางชีวภาพในกลุ่มจุลินทรีย์ เช่น เชื้อราของประเทศไทยนั้นยังมีการบันทึกและค้นคว้าไว้น้อยมาก ขาดการศึกษาอย่างจริงจัง ทั้ง ๆที่เชื้อรามีความหลากชนิดมากกลุ่มหนึ่งในบรรดาสิ่งมีชีวิตทั้งหลายในโลก นอกจากนี้ Schumacher (1982) ยังได้รายงานว่า เชื้อราที่ประเทศไทยรู้จักนั้นยังน้อยมาก ซึ่งเมื่อไม่นานนี้สรุปว่าชนิดของเชื้อราที่พบมีการศึกษาและรายงานไว้ในไทยมีเพียง 0.2% ของชนิดเชื้อราที่พบในโลกนี้เท่านั้น

ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษา สำรวจ และรวบรวมตัวอย่างเชื้อราที่ทำลายแมลง ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์ พบเชื้อราที่ทำลายแมลงจำนวน 34 ชนิด ในจำนวนนี้เป็นเชื้อราที่ทำลายแมลงซึ่งเคยมีรายงานการพบมาครั้งหนึ่งในโลก เมื่อประมาณมากกว่า 70 ปีที่ผ่านมาและเป็นเชื้อราที่รายงานเป็นครั้งแรกในประเทศไทย จำนวน 3 ชนิด แสดงให้เห็นว่า อุทยานแห่งชาติน้ำหนาวนั้นเป็นป่าที่มีความอุดมสมบูรณ์ทางด้านความหลากหลายทางชีวภาพแห่งหนึ่งของประเทศไทย โดยเฉพาะชนิดของเชื้อราที่ทำลายแมลง เพราะว่าการที่จะสามารถพบเชื้อราที่ทำลายแมลงได้หลายชนิดนั้น สภาพป่าจะต้องมีความชื้นค่อนข้างสูง จึงเป็นการสมควรอย่างยิ่งที่จะต้องมีการอนุรักษ์ และหวงแหนทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่แล้วให้มีอยู่ต่อไปจนถึงอนุชนรุ่นหลัง จากสถานการณ์ในปัจจุบัน พบว่ามีการบุกรุกถางป่าเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นโอกาสและความเป็นไปได้ที่จะพบ ชนิดของเชื้อราที่ทำลายแมลงในอนาคตก็จะลดน้อยลงเรื่อย ๆ หากสถานการณ์นั้นยังไม่ได้รับการแก้ไข ดังนั้นจึงสมควรอย่างยิ่งที่จะต้องช่วยกันตระหนักและหาแนวทางร่วมกันอย่างจริงจัง เพื่อการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่ในปัจจุบันให้คงอยู่ต่อไปเพื่อประโยชน์ในอนาคตต่อไป

1. ก่อนที่จะมีการศึกษานั้น มีการศึกษาเกี่ยวกับการเจริญเติบโตและพัฒนาการของเชื้อ *Cordyceps* ที่ทำลายแมลงน้อยมาก ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งและมีค่าแก่การศึกษาถึงการเจริญและพัฒนาการของเชื้อ *Cordyceps humberti*, *C. irangiensis* และ *C. myrmecophila* เพื่อการได้มาซึ่งข้อมูลใหม่ ๆ โดยที่ Hywel-Jones* (ติดต่อส่วนตัว) มีความเชื่อมาก่อนว่าเชื้อราทั้ง 3 ชนิดนี้ มีการเจริญเติบโตและการพัฒนาการอยู่ในช่วง 4-8 สัปดาห์ แต่ผลจากการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าระยะดังกล่าวนั้นยาวนานกว่ามาก จากรายงานพบว่าเชื้อ *Cordyceps* เท่าที่พบในโลกนี้มีมากกว่า 300 ชนิด และมากกว่า 80 ชนิด เป็นชนิดที่ค้นพบจากประเทศไทย ดังนั้นจะเกิดประโยชน์อย่างมากหากมีการศึกษาต่อไปถึงการเจริญเติบโตและพัฒนาการของเชื้อ *Cordyceps* ชนิดอื่น ๆ แต่ก็ไม่ง่ายนักที่จะศึกษาทั้งนี้เพราะเชื้อ *Cordyceps* บางชนิดมีการสำรวจพบน้อยมาก รวมทั้งยังไม่มีข้อมูลเกี่ยวกับเชื้อ เช่น เชื้อ *C. khaoyaiensis* นั้นมีการค้นพบเพียงแค่ 3 ตัวอย่างเท่านั้นในระยะเวลา 14 ปี ที่ผ่านมา แต่มีเชื้อบางชนิดที่สามารถนำมาใช้เป็นตัวแทนในการศึกษาได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเชื้อ *Cordyceps unilateralis* (teleomorph) และ เชื้อ *Hirsutella formicarum* (anamorph) ซึ่งเป็นเชื้อที่พบได้ง่ายและพบมากที่อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว นอกจากนี้การศึกษาครั้งนี้ยังพบเชื้อที่ทำลายแมลงในอันดับ Entomophthorales แต่เชื้อในกลุ่ม Entomophthorales ที่พบในประเทศไทยนี้ยังเป็นที่รู้จักและมีการศึกษากันน้อยมาก ส่วนเชื้อในวงศ์ Clavicipitaceae เช่น *Cordyceps* เป็นเชื้อที่มีอายุขัยยาวนาน ดังเช่นผลของการศึกษาครั้งนี้ แต่สำหรับเชื้อ Entomophthorales นั้นมีอายุขัยสั้นมาก ประมาณ 1-2 วัน

(Hywel-Jones,* ติดต่อส่วนตัว) ดังนั้นการศึกษาเกี่ยวกับเชื้อนี้จึงต้องการเทคนิคและวิธีการที่จำเพาะในการเก็บตัวอย่างนี้ซึ่งควรดำเนินการต่อไป ทั้งนี้เพราะเชื้อในกลุ่มนี้ยังไม่มีการศึกษาใด ๆมาก่อนเลยในประเทศไทยและในป่าเขตร้อน ส่วนที่มีรายงานถึงเชื้อราในกลุ่มนี้มาก่อนหน้านี้เป็นข้อมูลของเชื้อที่มีการค้นพบจากแถบยุโรปและอเมริกาเหนือเท่านั้น

2. การจำแนกเชื้อราที่ทำลายแมลงนั้นพบอุปสรรคอย่างมากเกี่ยวกับการวินิจฉัย เนื่องจากในประเทศไทยยังไม่มีผู้เชี่ยวชาญทางด้านนี้เลย จำเป็นต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญต่างประเทศ และเชื้อหลายชนิดยังเป็นชนิดใหม่ที่ยากแก่การจัดจำแนก จึงสมควรที่จะส่งเสริมและสนับสนุนให้มีการพัฒนาองค์ความรู้ และบุคลากรทางด้านนี้อย่างเร่งด่วน

3. การสนับสนุนในการศึกษา ค้นคว้า วิจัย ถึงความหลากหลายทางชนิดของเชื้อราที่ทำลายแมลงตลอดจนแนวทางในการนำไปใช้ประโยชน์ จึงมีความเหมาะสมและจำเป็นอย่างปฏิเสธมิได้ ก่อนที่จะสายเกินไป ดังเช่นกรณีที่เกิดกับพืชสมุนไพรไทยบางชนิดที่ต่างประเทศนำไปค้นคว้าวิจัยและจดสิทธิบัตรการผลิตเพื่อให้เป็นยารักษาโรค เป็นต้น

4. การศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของเชื้อราแมลงในประเทศไทยควรได้รับการสนับสนุนทั้งทางด้านนโยบาย การสนับสนุนทุนการวิจัย และความร่วมมือขององค์กรที่เกี่ยวข้อง เช่น โครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย (Biodiversity Research and Training Program, BRT) สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (สวทช.) และกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เป็นต้น

---

* ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ กรุงเทพฯ

เอกสารอ้างอิง

โครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย. (ม.ป.ป.). เรียนรู้วิทยาศาสตร์จากธรรมชาติ (ม.ป.พ.). : (ม.ป.ท.).

เต็ม สมิตินันทน์. 2544. ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย. บริษัทประชาชน จำกัด: กรุงเทพฯ.

นภา โล่ห์ทอง. 2537. จุลินทรีย์: ความสำคัญต่อโลกและมนุษยชาติ. วารสารวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 12(2): 93-100.

นิรนาม. 2542. เห็ดถั่งเฉ้า : เห็ดที่ได้จากหนอนรากหญ้าใช้ชะลอการแก่และอาจใช้ปราบแมลง. จดหมายข่าวเพื่อชาวฟาร์มเห็ด 8(12): 13-16.

มลิวัลย์ ปันยารชุน. 2523. รายงานสรุปผลงานค้นคว้าวิจัยกีฏและสัตววิทยา. กองกีฏและสัตววิทยา. กรมวิชาการเกษตร.

———. 2539. การควบคุมแมลงศัตรูพืชโดยเชื้อรา, หน้า 183-197. *ใน* เอกสารวิชาการการควบคุมแมลงศัตรูพืชโดยชีววิธีเพื่อการเกษตรยั่งยืน. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทยจำกัด: กรุงเทพฯ.

——— และ สุทธิชัย สมสุข. 2517. การสำรวจโรคราของแมลงศัตรูพืชตามแหล่งปลูกพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ. รายงานผลการค้นคว้าวิจัยปี 2517. กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร.

——— และ สุรพล จตุรยานนท์. 2526. ศึกษาการพัฒนาการผลิตเชื้อรา *Metarhizium anisopliae* เพื่อใช้ควบคุมด้วงแรดมะพร้าว. รายงานสรุปผลการค้นคว้าวิจัยกองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร.

มาลี สุวรรณอัตถ์. 2543. ทรัพยากรจุลินทรีย์กับความหลากหลายทางชีวภาพ. จดหมายข่าวศูนย์ความหลากหลายทางชีวภาพ 2(1): 5.

——— วันเชิญ โพธาเจริญ และ ไพพรรณ บุตกะ. 2544. แบคทีเรียและยีสต์: การอนุรักษ์และใช้ประโยชน์. ชีวปริทรรศน์ 3(3): 23-35.

ยอดหทัย เทพธรานนท์ ยุวพิน เลิศวีระวัฒน์ อมลยา จตุรภัทร พนิดา พงศ์ภานุมาพร รัชนีพร เจนวิถีสุข ศรีสุดา ตระกูลน่าเลื่อมใส อัมพร หรั่งรอด Masahiko Isaka ประสาท กิตตะคุปต์ ปัทมา พิทยขจรวุฒิ ชะวะนี ศิริชัยวัฒน์ รัชดา จันทร์เพ็ญ จักรพงศ์ อินทรอุดม สุทธิชัย อินทมาตย์ และ วาระดี วงศ์สวัสดิ์. 2544. สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากพืชไทย. รายงานการวิจัยในโครงการ BRT 2544. จิรวัฒน์ เอ็กซ์เพรส จำกัด: กรุงเทพฯ.

ระพีพรรณ ทิวสระแก้ว. 2536. ป่าสนเขาในประเทศไทย. สารคดี 104(9): 167-170.

เลขา มาโนช. 2543. เห็ดรา, หน้า 219-246. *ใน* วิสุทธิ์ ใบไม้ (บรรณาธิการ), บทความปริทัศน์งานวิจัยด้านความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย. Work Press Printing: กรุงเทพฯ.

วิสุทธิ์ ใบไม้. 2532. ความหลากหลายทางชีวภาพ. การสัมมนาชีววิทยาครั้งที่ 7 เรื่องความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย(Biodiversity in Thailand). 16-17 ตุลาคม 2532. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, สาขาชีววิทยา สมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ร่วมกับองค์การยูเสด.

_____. 2538. การศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย: กรุงเทพฯ.

วันดี สันติวุฒิเมธี. 2542. เชื้อราทำลายแมลง นักฆ่ากลางป่าฝน. สารคดี 35(372): 55-62.

ศิวิลัย สิริมังคารัตน์. 2533. โรควิทยาของแมลง. ภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

_____ โคยูไฮ มูระตะ วีระศักดิ์ ศักดิ์ศิริรัตน์ เบ็ญจมาศ ทรงพระ และ ทรงยศ พิสิษฐ์กุล. 2545. การเปรียบเทียบวิธีการผลิตมวลชีวภาพของเชื้อราเขียว *Metarhizium* spp. ที่ทำลายเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลและด้วงแรดมะพร้าว. การสัมมนาวิชาการเกษตร ประจำปี 2545. 28-29 มกราคม 2545. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ขอนแก่น.

_____ อภิญญา วงษ์แก้ว ไนเจล ไฮเวล โจนส์ และ วีระศักดิ์ ศักดิ์ศิริรัตน์. 2545. เชื้อราชนิดใหม่ที่ทำลายแมลงในประเทศไทย. การสัมมนาวิชาการเกษตร ประจำปี 2545. 28-29 มกราคม 2545. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ขอนแก่น.

สมศักดิ์ ศิวิชัย. 2544. เชื้อราทำลายแมลง. ชีวปริทรรศน์ 3(3): 9-12.

สุเทพ ไวครุฑธา. 2543. การใช้ประโยชน์จากทรัพยากรจุลินทรีย์. บันทึกการประชุมวิชาการประจำปีโครงการ BRT ครั้งที่ 4. 9-12 ตุลาคม 2543. โรงแรมอมรินทร์ลากูน. พิษณุโลก.

อภิญญา วงษ์แก้ว ศิวิลัย สิริมังคารัตน์ วีระศักดิ์ ศักดิ์ศิริรัตน์ และ ไนเจล ไฮเวล โจนส์. 2545. ความหลากหลายทางชีวภาพของเชื้อราที่ทำลายแมลงในเขตอุทยานแห่งชาติน้ำหนาว. การเสนอผลงานวิทยานิพนธ์ของนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 4. 22 มกราคม 2545. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ขอนแก่น.

Cooke, M.C. 1892. Vegetable wasps and plant worms. Society for promoting christian knowledge: London.

Evans, H.C. 1974. Natural control of arthropods with special reference to ants (Formicidae) by fungi in tropical high forest of Ghana. Journal of Applied Ecology 11: 37-49.

———. 1982. Entomogenous fungi in tropical forest ecosystems an appraisal. Ecological Entomology 7: 47-60.

———, and R. A. Samson. 1984. *Cordyceps* species and their anamorphs pathogenic on ants (Formicidae) complex. Tranactions of the British Mycological Society. 82 (1) : 127-150.

Glare, T.R. (n.d.). Fungal pathogens of scarabs, pp. 63-77. *In* Jackson, T. A. (ed.), Use of pathogens in scarab pest management. n. p. : n.p.

Gray, D., C. Piprell, and M. Graham. 1994. National parks of Thailand. Thai Wattana Panich: Bangkok.

Hawksworth, D.L. 1991. The fungal dimension of biodiversity : magnitude significance and conservation. Mycological Research 95 (6): 641-655.

Hsieh, L.S., S.S. Tzean, and W.J. Wu. 1997. The genus *Akanthomyces* on spiders from Taiwan. Mycologia 89(2): 319-324.

Humber, R.A. 1997. Fungi identification, pp. 153-185. In Lacey (ed.), Manual of technique in insect pathology. Academic Press : San Diego.

———. 1998. Key to major genera of fungal entomopathogens. (cited 15 December 1998) Available from : URL : // www. ppru. Cornell. edu/mycology/Insect-mycology.html

Hywel-Jones, N.L. 1993. *Torrubiella luteorostrata* a pathogen of scale insects and its association with *Paccilomyces cinnamomeus* with a note on *Torrubiclla tenuis*. Mycological Research 97(9): 1126-1130.

———. 1995a. *Cordyceps sphecocephala* and a *Hymenostilbe* sp. infecting wasp and bee in Thailand. Mycological Research 99(2): 154-158.

———. 1995b. *Hymenostilbe ventricosa* sp. nov. a pathogen of cockroaches in Thailand. Mycological Research 99(10): 1201-1204.

———. 1995c. Notes on *Cordyceps nutans* and its anamorph, a pathogen of hemipteran bugs in Thailand. Mycological Research 99(6): 724-726.

———. 1996a. *Akanthomyces* on spiders in Thailand. Mycological Research 100(9): 1065-1070.

———. 1996b. *Cordyceps myrmecophila* like fungi infecting ants in the leaf litter of tropical forest in Thailand. Mycological Research 100(5): 613-619.

———. 1997a. The biological diversity of invertebrate pathogenic fungi, pp. 107-119. *In* Hyde, K.D. (ed.), Biodiversity of tropical mocrofungi. Hong Kong University Press: Hong Kong.

———. 1997b. *Hirsutella* species associated with hoppers (Homoptera) in Thailand. Mycological Research 101(10): 1202-1206.

———. 2001. A review of invertebrate pathogenic Clavicipitaceae of Thailand, pp. 34-41. *In* Visut, B. and K. Rungsima (eds.), BRT Research reports 2001. Jirawat Express Co. : Bangkok.

———, and H.C. Evans. 1993. Taxonomy and ecology of *Hypocrella discoidea* and its anamorph, *Aschersonia samoensis*. Mycological Research 97(7): 871-876.

———, H.C. Evans, and Y. Jun. 1997. A re-evaluation of the leafhopper pathogen *Torrubiella hemipterigena*, its anamorph *Verticillium hemipterigenum* and *V. pseudohemipterigenum* sp. nov. Mycological Research 101(10): 1242-1246.

Ignoffo, C.M. 1981. The fungus *Nomuraea rileyi* as a microbial insecticides, pp.513-538. *In* Burges, H.D. (ed.), Microbial control of pests and plant diseases 1970-1980. Academic Press: London.

Ko, W.H., L.L. Chase, and R.K. Kunimoto. 1973. A microsyringe method for determining concentration of fungus propagules. Phytopathology 63: 1206-1207.

Kobayasi, Y. 1941. Science report of the Tokyo Bunrika Dai gaku. n.p. : Tokyo.

———. 1982. Key to the taxa of the genera *Cordyceps* and *Torrubiella*. Tran. Mycol. Soc. Japan. 23: 329-364.

———, and D. Shimizu. 1977. Some species of *Cordyceps* and its allies on spiders. Kew Bulletn 31(3): 577-566.

———, and D. Shimizu. 1982. Monograph of the genus *Torrubiella*. Bulletin of the National Science Museum: Tokyo 8: 43-78.

Krutmuang, P. 1996. Laboratory studies on green muscadine fungus, *Metarhizium anisopliae* for control of termites (Isoptera). M.Sc. Thesis in Entomology, Graduate School, Kasetsart University.

Mains, E.B. 1940. Species of *Cordyceps mycologia* 32 : 310-320

———. 1950. Entomogenous species of *Akanthomyces*, *Hymenostilbe* and *Insecticola* in North America. Mycologia 42 : 566-588.

Ming Luk, L. 2002. Caterpillar fungus a traditional medicine. (cited 20 March 2002) Available from: URL:http://www.herb.Isa.umich.edu/kidpage/Caterpillar.html

Rombach, M.C., R.M. Aguda, B.M. Shepard, and D.W. Roberts. 1986. Infection of rice brown planthopper *Nilaparvata lugens* (Homoptera: Delphacidae) with dry mycelium applications of *Metarhizium anisopliae* (Deuteromycotina: Hyphomycetes). Philippine Entomologist 6(6): 613-619.

Samson, R.A. 1974. *Paecilomyces* and some allied Hyphomycetes. Centraalbureau voor schimmel cultures : Baarn.

———, and H.C. Evans. 1973. Notes on entomogenous fungi from Ghana I. The genera *Gibellula* and *Pseudogibellula*. Acta Botanica Neerlandica 22(5):522-528.

———, and H.C. Evans. 1974. Notes on entomogenous fungi from Ghana II. The genus *Akanthomyces*. Acta Botanica Neerlandica 23 (1): 28-35.

———, and H.C. Evans. 1992. New species of *Gibellula* on spiders (Araneida) from South America. Mycologia 84(3): 300-314.

———, H.C. Evans, and J.-P. Latge. 1988. Atlas of entomopathogenic fungi. Springer-Verlag: Utrecht.

Samuels, K.D.Z. 1986. Genetical studies and strain selection in *Metarhizium anisopliae* (Metschikof) Sorokin for the control of *Nilaparvata lugens* (Stal), the brown planthopper of rice. Ph.D. Thesis in Biology, Graduate School, London University.

———, J.B. Heale, and M. Liewellyn. 1989. Characteristics relating to the pathogenicity of *Metarhizium anisopliae* toward *Nilaparvata lugens*. Journal of Invertebrate Pathology 53: 25-31.

Schumacher, T. 1982. Ascomycetes from Northern Thailand. Nordic Journal of Botany 2: 257-263.

Shimizu, D. 1997. Illustrated vegetable wasps and plant worms in colous. IE-NO-HIKARI ASSOCIATION: Japan.

Speare, A.T. 1920. On certain entomogenous fungi. Mycologia 12 : 62-76.

Strongman, D.B. 1998. Biocontrol of insect. Proceeding of the Asia - Pacific Mycological Conference on Biodiversity and Biotechnology. 6-9 July 1998. Hua Hin, Prachuapkhirikhan, Thailand.

Zimmermann, G. 1992. *Metarhizium anisopliae* an entomopathogenic fungus. Pflanzenschutz Nachrichten Bayer 45(63): 113-128.

Zacharuk, R.Y., and Tinline, R.D. 1968. Pathogenicity of *Metarhizium anisopliae* and other fungi for five Elaterids (Coleoptera) in Saskatchewan. Journal of Invertebrate Pathology 12 : 294-309.

ภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่ 1 ตัวอย่างพืชที่สำรวจพบแมลงที่ถูกเชื้อราทำลายจากบริเวณที่สำรวจ 2 บริเวณศึกษา ระหว่าง 21 ส.ค. 2542 – 25 ก.พ. 2544 ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว

ตัวอย่างพืช	ชื่อพื้นเมือง(จังหวัดที่เรียก)	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์	ประเภท
ก่อกอ	ก่อเตี้ย ก่อผัวะหนาม (เพชรบุรี)	*Lithocarpus recurvatus*	Fagaceae	ไม้ต้น
ก่อด่าง	ก่อขี้กวาง ก่อขี้หนู (สุรินทร์) ก่อเข้า (เลย) เกรี้ยว (เขมร-สุรินทร์) หนูทะลวง (ชลบุรี)	*Lithocarpus harmandii*	Fagaceae	ไม้ต้น
ก่อแดง	ก่อก๋อ (เชียงใหม่) ก่อพวง (เลย)	*Lithocarpus fenestratus*	Fagaceae	ไม้ต้น
กฤษณา	-	*Stranvaesia nussia* var. *balanceolata*	Rosaceae	ไม้ต้น
แก้ว	กุน (ภาคใต้) ชางดง (ลำปาง) พิกุล (ภาคกลาง) พิกุลเขา พิกุลเถื่อน (นครศรีธรรมราช) พิกุลป่า (สตูล)	*Mimusops elengi*	Sapotaceae	ไม้ต้น
ค้อ	ก๊อแล่ (เชียงใหม่) หลู่หล่า, ทอ (กะเหรี่ยง แม่ฮ่องสอน) นางกลางแจ๊ะ มะก๊อช่วม มะก๊อแดง โล้ละ สิเหรง (ปัตตานี)	*Livistona speciosa*	Palmae	หมาก หรือ ปาล์ม
จีนจำ	ก้างปลา (ตราด) คราม ครามกุ้ง (ประจวบคีรีขันธ์) แม่ฮ้าง ส้มกุ้งขน (เพชรบุรี) ตาไก่ (สุราษฎร์ธานี) ตาปลา (ตราด) พระยาราม (ชุมพร)	*Ardisia helferiana*	Myrsinaceae	ไม้พุ่ม

ตารางภาคผนวกที่ 1 ตัวอย่างพืชที่สำรวจพบแมลงที่ถูกเชื้อราทำลายจากบริเวณที่สำรวจ 2 บริเวณศึกษา ระหว่าง 21 ส.ค. 2542 – 25 ก.พ. 2544 ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว (ต่อ)

ตัวอย่างพืช	ชื่อพื้นเมือง (จังหวัดที่เรียก)	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์	ประเภท
ดีหมี	กาดาวกระจาย (ประจวบคีรีขันธ์)	*Cleidion spiciflorum*	Euphorbiaceae	ไม้ต้น
	กาไล กำไล (สุราษฎร์ธานี)			
	คัดไล (ระนอง)			
	จ๊ามะไฟ			
	มะดีหมี (ภาคเหนือ)			
	เชยกระชู้ (กะเหรี่ยง แม่ฮ่องสอน)			
ตีนตั่ง	-	*Artabotrys vanprukii*	Annonaceaea	ไม้เถา
ตุ้มดง	กระทุ่มคลอง	*Nageia orientalis*	Podocarpaceae	ไม้ต้น
	กระทุ่มน้ำ (ภาคกลาง, ใต้)			
	กะเลอ			
	เส่สะบอ (กะเหรี่ยง แม่ฮ่องสอน)			
	ก้านเหลือง, ตะกู			
	สะแกเหลือง (ภาคกลาง)			
	ตุ้มขัก			
	ตุ้มคำ (ภาคเหนือ)			
	ตุ้มเหลือง (แม่ฮ่องสอน)			
	ปอขี้หมาแห้ง (บุรีรัมย์)			
ไผ่ซอด	-	*Gigantochloa cochinchinensis*	Gramineae	ไม้ไผ่
ไผ่บง	-	*Bambuas nutans*	Gramineae	ไม้ไผ่
มะขาม	ตะลูบ(ชาวบน นครราชสีมา)	*Tamarindus indica*	Leguminosae	ไม้ต้น จากต่าง ประเทศ
	ม่องโคล้ง (กะเหรี่ยง กาญจนบุรี)			
	มอดเล			
	ส่ามอเกล (กะเหรี่ยง แม่ฮ่องสอน)			
	หมากแกง (เงี้ยว แม่ฮ่องสอน)			
	อำเปียล (เขมร-สุรินทร์)			

ตารางภาคผนวกที่ 1 ตัวอย่างพืชที่สำรวจพบแมลงที่ถูกเชื้อราทำลายจากบริเวณที่สำรวจ 2 บริเวณศึกษา ระหว่าง 21 ส.ค. 2542 – 25 ก.พ. 2544 ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว (ต่อ)

ตัวอย่างพืช	ชื่อพื้นเมือง (จังหวัดที่เรียก)	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์	ประเภท
มะตูม	กะทันตาเถร ตุ่มตัง ตูม (ปัตตานี) พะโนงค์ (เขมร) มะปิน (ภาคเหนือ) มะปีส่า (กะเหรี่ยง แม่ฮ่องสอน)	*Aegle marmelos*	Rutaceae	ไม้ต้น
มะลิ	ข้าวแตก (เงี้ยว แม่ฮ่องสอน) เตียมูน (ละว้า เชียงใหม่) มะลิช้อน, มะลิกา (ภาคกลาง) มะลิขี้ไก่ (เชียงใหม่) มะลิป้อม (ภาคเหนือ) มะลิหลวง (แม่ฮ่องสอน)	*Jacaranda sambac*	Bignoniaceae	ไม้เถาที่มาจากต่างประเทศ
มะเม่า	มะเม่าเผา มะเม่าข้าวเบา (ชุมพร) เม่าไข่ปลา (ชลบุรี) มังเม่า (จันทบุรี) เม่าทุ่ง (ชุมพร สงขลา) กูแจ (มลายู นราธิวาส)	*Antidesma ghaesembilla*	Euphorbiaceae	ไม้พุ่มกึ่งไม้ต้นขนาดเล็ก
สลักดำ	ไคร้มด (เชียงราย) ดำดง (ภาคเหนือ) ทิ้งทวด (ชลบุรี) ปูละแช (มาเลย์ นราธิวาส) ลำบิด (ภาคกลาง) ลำบิดทะเล (ระนอง) ลำอิด (นราธิวาส) หมากน้อย (ชัยภูมิ)	*Diospyros ferrea*	Ebenaceae	ไม้พุ่มกึ่งไม้ต้นขนาดเล็ก
หวายขม	-	*Calamus rotang*	Palmae	หมากหรือปาล์มลักษณะเลื้อยพัน

ตารางภาคผนวกที่ 1 ตัวอย่างพืชที่สำรวจพบแมลงที่ถูกเชื้อราทำลายจากบริเวณที่สำรวจ 2 บริเวณศึกษา ระหว่าง 21 ส.ค. 2542 – 25 ก.พ. 2544 ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว (ต่อ)

ตัวอย่างพืช	ชื่อพื้นเมือง (จังหวัดที่เรียก)	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์	ประเภท
หญ้าถอดปล้อง	หญ้าปล้อง (กรุงเทพฯ) ริมปัต คัมไป (มลายู นราธิวาส)	*Hymenachne acutigluma*	Gramineae	หญ้ารวมทั้งกกต่าง ๆ
หว้าขี้นก	ขาวดง (เพชรบุรี) ผักไผ่ต้น (เชียงใหม่)	*Pittosporum nepaulense*	Pittosporaceae	ไม้ต้น
เหมียด	พลองดำ (ประจวบคีรีขันธ์) พลองเหมือด (ภาคกลาง)	*Memecylon edule*	Melastomataceae	ไม้พุ่มกึ่งไม้ต้นขนาดเล็ก
แหนเครือ	-	*Combretum deciduum*	Combretaceae	ไม้เถา
ไหลแดง	เกล้ก้อ (กะเหรี่ยง ตาก) ขี้แรด (ภาคกลาง) เครือแจน, หันแดง หางไหลแดง (ภาคกลาง, ภาคเหนือ) แหล (เงี้ยว เชียงใหม่)	*Acacia megaladena* var. *indochinensis*	Leguminosae	ไม้เถา
อบเชย	กระแจะโมง, กะเชียด กระทังหัน (ยะลา) กระดังงา (กาญจนบุรี) กะพังหัน, โกเล่ เนอม้า (กะเหรี่ยง จันทบุรี) เขียด, เคียด, เฉียด, ชะนุต้น เชียด, มหาปราบตัวผู้, อบเชยต้น (ภาคกลาง) ดิ๊กซี่สอ (กะเหรี่ยง เชียงใหม่) บอกคอก (ลำปาง), ฝักดาบ (พิษณุโลก) พญาปราบ (นครราชสีมา), สะวง (ปราจีนบุรี)	*Cinnamomum iners*	Lauraceae	-

ที่มา : เต็ม (2544)

ตารางภาคผนวกที่ 2 อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยในแต่ละเดือน ระหว่างตุลาคม 2542 - กุมภาพันธ์ 2544 ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว

เดือน/ปี	อุณหภูมิ (°ซ)			ค่าเฉลี่ย	ความชื้นสัมพัทธ์ (% RH)			ค่าเฉลี่ย
	เช้า	กลางวัน	เย็น		เช้า	กลางวัน	เย็น	
ต.ค.42	20.5	23.5	22.0	22.0	86.4	73.3	77.1	78.9
พ.ย. 42	17.0	21.4	21.9	20.1	84.0	72.1	70.7	75.6
ธ.ค. 42[1/]	11.0	-	18.6	14.8	85.9	-	70.0	77.9
ม.ค. 43	14.5	24.9	19.8	19.7	82.0	50.2	59.4	63.9
ก.พ. 43	12.3	27.5	22.5	20.8	85.0	55.1	63.7	67.9
มี.ค. 43	14.7	31.1	27.3	24.4	86.9	57.7	61.0	68.5
เม.ย. 43	19.8	29.0	25.6	24.8	87.4	73.1	77.5	79.3
พ.ค. 43	21.0	25.6	22.9	23.2	90.9	83.6	87.9	87.5
มิ.ย. 43	21.4	26.0	23.8	23.7	90.7	76.2	84.2	83.7
ก.ค. 43	20.7	26.7	24.1	23.8	90.6	76.0	84.5	83.7
1-12 ส.ค. 43 [2/]	21.3	26.1	25.1	24.2	91.0	70.7	83.0	81.6
30 ก.ย. 43 [1/]	-	29.0	22.0	25.5	-	64.0	91.0	77.5
ต.ค. 43	19.8	26.9	23.3	23.3	90.2	70.3	87.1	82.5
พ.ย. 43	14.7	25.3	22.7	20.9	85.6	58.8	61.3	68.6
ธ.ค. 43	13.6	25.5	22.7	20.6	87.1	56.4	70.2	71.3
ม.ค. 44	14.6	27.8	25.0	22.4	78.1	56.3	58.2	64.2
ก.พ. 44	13.8	30.7	27.1	23.9	50.3	52.7	50.6	51.2

[1/] เนื่องจากความบกพร่องของอุปกรณ์จึงทำให้ไม่ได้ข้อมูล

[2/] ค่าเฉลี่ยวันที่ 1-12 สิงหาคม 2543

ตารางภาคผนวกที่ 3 ปริมาณน้ำฝนในแต่ละวัน ระหว่างสิงหาคม – ธันวาคม 2542 ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว

วันที่	ปริมาณน้ำฝน (มม.)				
	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
1	2.0	-	12.5	15.0	-
2	-	-	0.8	±	-
3	-	30.0	0.5	-	±
4	±	25.0	±	-	-
5	2.5	15.0	-	-	-
6	-	4.0	-	-	-
7	-	-	15.0	-	-
8	-	-	10.5	50.0	-
9	-	8.0	-	30.5	-
10	3.0	12.5	-	25.0	-
11	-	2.0	-	±	-
12	9.5	±	-	30.0	-
13	3.5	±	-	20.0	-
14	10.5	10.5	-	5.0	-
15	-	5.0	-	-	-
16	-	8.0	-	-	-
17	5.0	1.0	-	-	-
18	20.5	±	-	-	-
19	-	±	±	-	-
20	-	11.5	±	-	-
21	5.0	17.0	±	-	-
22	3.0	-	50.0	-	-
23	-	-	28.0	-	-
24	-	50.4	20.0	-	-
25	-	12.5	60.0	-	-
26	-	±	95.0	-	-
27	-	-	22.0	-	-
28	80.0	-	-	-	-
29	-	-	-	-	-
30	-	-	-	-	-
31	-		-		-
รวม	144.5	212.4	314.3	175.5	-
ค่าเฉลี่ย	13.1	14.2	28.6	25.1	0.00

- หมายถึง ไม่มีฝนตก

± หมายถึง ไม่สามารถวัดปริมาณได้

ที่มา : อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว จ. เพชรบูรณ์ (ติดต่อส่วนตัว)

ตารางภาคผนวกที่ 4 ปริมาณน้ำฝนในแต่ละวัน ระหว่างมกราคม – ธันวาคม 2543 ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว

วันที่	ปริมาณน้ำฝน (มม.)											
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค
1	-	-	-	-	±	100.8	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	38.9	10.5	-	26.0	-	-	-
3	-	-	-	-	28.5	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	25.2	-	-	-	13.0	-	-	-
5	-	-	-	-	±	-	-	-	7.5	-	-	-
6	-	-	-	-	52.5	-	-	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	17.4	-	-	22.5	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	33.5	20.0	-	-	-
9	-	-	-	-	20.1	-	-	-	50.0	-	-	-
10	-	-	-	-	20.5	-	-	-	130.0	-	-	-
11	-	-	-	10.5	20.8	-	30.5	-	19.5	-	-	-
12	-	-	-	18.0	-	-	-	-	-	-	-	-
13	-	-	-	72.4	-	-	-	-	-	-	-	-
14	-	-	-	54.7	20.1	-	-	-	5.5	68.0	-	-
15	-	-	-	32.4	20.5	-	-	-	-	-	-	-
16	-	-	-	25.5	18.7	-	-	-	-	-	-	-
17	-	-	-	24.4	15.5	-	-	30.2	-	-	-	-
18	-	-	-	22.8	20.7	-	-	95.5	-	-	-	-
19	-	-	-	20.0	20.0	45.0	-	-	-	-	-	-
20	-	-	-	15.2	19.8	-	-	-	-	-	-	-
21	-	-	-	10.0	20.5	-	-	-	-	-	-	-
22	-	-	-	10.5	-	-	-	21.0	2.5	±	-	-
23	-	-	-	17.5	-	-	-	8.5	-	81.5	-	-
24	-	-	-	25.4	-	-	-	70.0	-	-	-	-
25	-	-	-	30.0	-	-	-	21.0	-	-	-	-
26	-	-	-	47.2	-	-	-	2.0	-	-	-	-
27	-	-	-	45.7	-	-	-	4.0	-	-	-	-
28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29	-	-	-	25.9	30.5	30.5	-	-	50.7	-	-	-
30	-		-	34.4	±	-	-	-	-	-	-	-
31	-		-		±		-	-		-		-
รวม	-	-	-	542.5	371.3	215.2	41.0	308.2	324.7	149.5	-	-
ค่าเฉลี่ย	-	-	-	28.6	23.2	53.8	20.5	30.8	32.5	74.8	-	-

- หมายถึง ไม่มีฝนตก

± หมายถึง ไม่สามารถวัดปริมาณได้

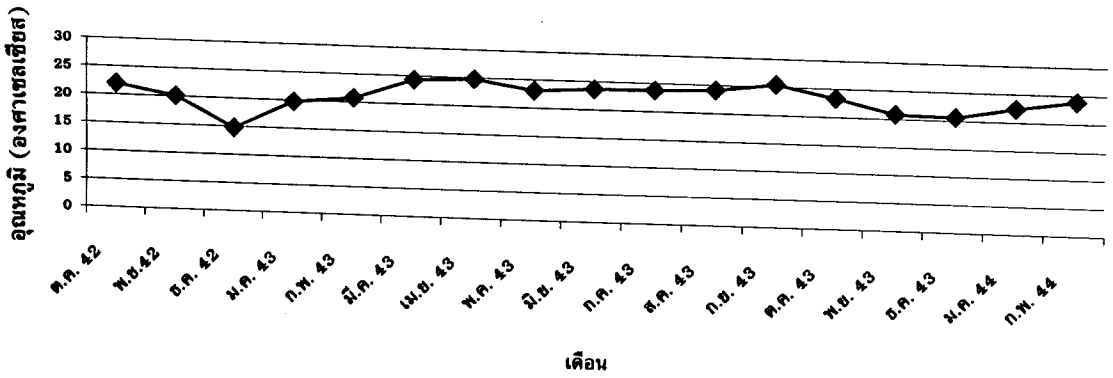
ที่มา : อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว จ. เพชรบูรณ์ (ติดต่อส่วนตัว)

ตารางภาคผนวกที่ 5 ปริมาณน้ำฝนในแต่ละวัน ระหว่างมกราคม – กุมภาพันธ์ 2544 ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว

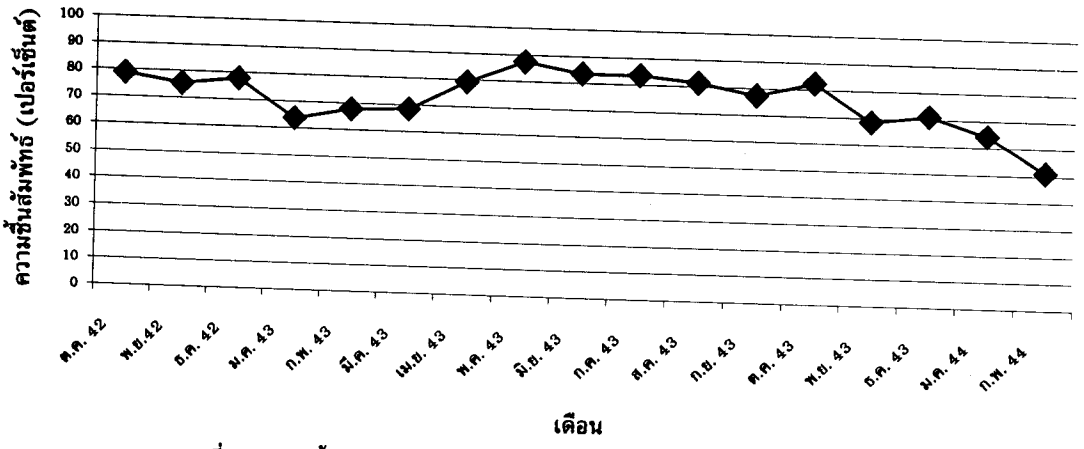
วันที่	ปริมาณน้ำฝน (มม.)	
	ม.ค.	ก.พ.
1	-	-
2	-	-
3	-	-
4	-	-
5	-	-
6	-	-
7	-	-
8	-	-
9	-	-
10	-	-
11	-	-
12	-	-
13	-	-
14	-	-
15	-	-
16	-	-
17	-	-
18	-	-
19	-	-
20	-	-
21	-	-
22	-	-
23	-	-
24	-	-
25	-	-
26	-	-
27	-	-
28	-	-
29	-	-
30	-	
31	-	
รวม	-	-
ค่าเฉลี่ย	-	-

- หมายถึง ไม่มีฝนตก

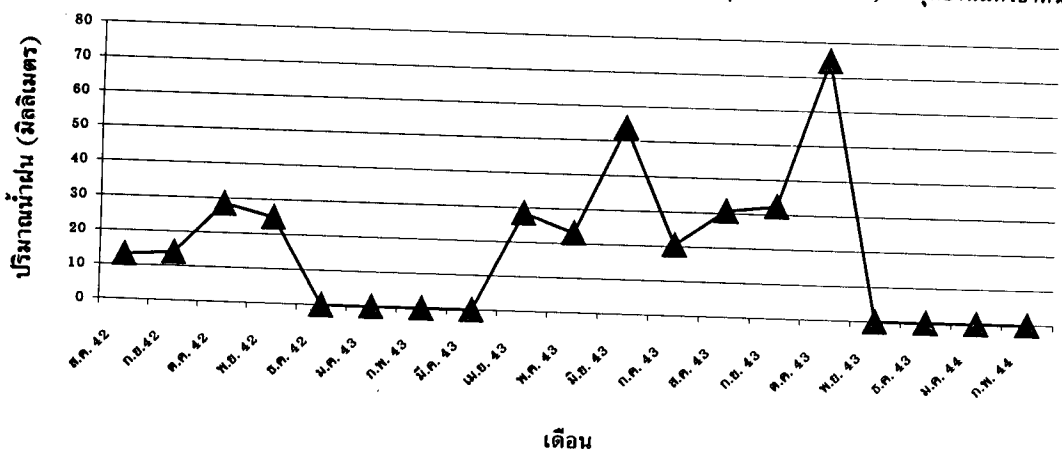
ที่มา : อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว จ. เพชรบูรณ์ (ติดต่อส่วนตัว)



ภาพภาคผนวกที่ 1 อุณหภูมิเฉลี่ยในแต่ละเดือน (ตุลาคม 2542-กุมภาพันธ์ 2544) ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว



ภาพภาคผนวกที่ 2 ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยในแต่ละเดือน (ตุลาคม 2542-กุมภาพันธ์ 2544) ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว



ภาพภาคผนวกที่ 3 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในแต่ละเดือน (สิงหาคม 2542-กุมภาพันธ์ 2544) ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว

ที่มา : อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว จ.เพชรบูรณ์ (ติดต่อส่วนตัว)

ตารางภาคผนวกที่ 6 อายุขัย (longevity) ของเชื้อ *Hirsutella saussurei* (anamorph), เชื้อ *Hirsutella saussurei* อยู่ร่วมกับ *Cordyceps humberti*, และเชื้อ *Cordyceps humberti* (teleomorph) ที่ทำลายต่อ *Icaria* sp. ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว (1 ตุลาคม 2542-25 กุมภาพันธ์ 2544)

ตัวอย่าง หมายเลข	รูปแบบพัฒนาการของเชื้อ *H. saussurei* [1/] และ *C. humberti* [2/]		อายุขัย (วัน)	
	รูปแบบที่พบเริ่มต้น	รูปแบบสุดท้ายก่อนย่อยสลาย	ช่วงอายุสั้น	ช่วงอายุยาว
1	1	6	184	191
2	9	9	310	320
3	9	29	331	364
4	13	22	297	343
5	9	28	31	94
6	13	26	257	370
7	23	9	205	296
8	9	9	59	96
9	9	9	59	96
10	9	28	10	13
11	9	9	1	4
12	9	9	1	4
13	9	37	205	249
14	15	9	163	184
15	13	35	21	101
16	23	28	13	190
17	28	38	144	178
18	9	15	350	364
19	15	26	115	144
20	9	4	88	204
21	9	41	30	80
22	8	2	204	285
23	9	41	295	342
24	9	15	26	33
25	36	36	26	150
26	28	28	169	204
27	9	9	26	203
ค่าเฉลี่ย	-	-	134.1	189.0

[1/] รูปแบบพัฒนาการเฉพาะ anamorph รูปแบบที่ 1-14

[2/] รูปแบบพัฒนาการเฉพาะ anamorph อยู่ร่วมกับ teleomorph รูปแบบที่ 15-37 และเฉพาะ telemorph รูปแบบที่ 38-40

ตารางภาคผนวกที่ 7 เปอร์เซ็นต์ที่สำรวจพบเชื้อ *Hirsutella saussurei* (anamorph), เชื้อ *Hirsutella saussurei* อยู่ร่วมกับ *Cordyceps humberti*, และเชื้อ *Cordyceps humberti* (teleomorph) ที่ทำลายต่อ *Icaria* sp. ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว (30 กันยายน 2542- 25 กุมภาพันธ์ 2544)

วัน/เดือน/ปี	เชื้อที่สำรวจพบ (%)		การพักตัว [3/]
	H. saussurei [1/]	*C. humberti* [2/]	
30 ก.ย. 42	75.0	25.0	0.0
1 ต.ค. 42	74.1	26.0	0.0
4 ต.ค. 42	72.0	28.0	0.0
7 ต.ค. 42	68.0	32.0	0.0
10 ต.ค. 42	56.0	44.0	0.0
13 ต.ค. 42	45.8	54.2	0.0
14 ต.ค. 42	45.8	54.2	0.0
18 ต.ค. 42	41.7	54.2	4.2
21 ต.ค. 42	37.5	58.3	4.2
27 ต.ค. 42	29.2	66.7	4.2
31 ต.ค. 42	29.2	66.7	4.2
3 พ.ย. 42	30.4	65.2	4.3
7 พ.ย. 42	26.1	69.6	4.3
10 พ.ย. 42	21.7	73.9	4.3
14 พ.ย. 42	26.1	69.6	4.3
17 พ.ย. 42	21.7	69.6	8.7
21 พ.ย. 42	18.2	68.2	13.6
28 พ.ย. 42	22.7	63.6	13.6
15 ธ.ค. 42	22.7	63.6	13.6
20 ธ.ค. 42	23.8	66.7	9.5
27 ธ.ค. 42	28.6	61.9	9.5
1 ม.ค. 43	25.0	65.0	10.0
9 ม.ค. 43	21.1	68.4	10.5
16 ม.ค. 43	26.3	63.2	10.5
23 ม.ค. 43	27.8	66.7	5.6
29. ม.ค. 43	27.8	66.7	5.6
3 ก.พ. 43	33.3	61.1	5.6
12 ก.พ. 43	33.3	61.1	5.6
21ก.พ. 43	35.3	58.8	5.9
28 ก.พ. 43	37.5	56.3	6.3
6 มี.ค. 43	40.0	53.3	6.7

ตารางภาคผนวกที่ 7 เปอร์เซ็นต์ที่สำรวจพบเชื้อ *Hirsutella saussurei* (anamorph), เชื้อ *Hirsutella saussurei* อยู่ร่วมกับ *Cordyceps humberti*, และเชื้อ *Cordyceps humberti* (teleomorph) ที่ทำลายต่อ *Icaria* sp. ณ อุทยานแห่งชาตินำ้หนาว (30 กันยายน 2542- 25 กุมภาพันธ์ 2544) (ต่อ)

วัน/เดือน/ปี	เชื้อที่สำรวจพบ (%)		การพักตัว [3/]
	H. saussurei [1/]	*C. humberti* [2/]	
11 มี.ค. 43	46.7	46.7	6.7
18 มี.ค. 43	46.7	40.0	13.3
22 เม.ย. 43	66.7	35.7	14.3
1 พ.ค. 43	66.7	33.3	16.7
6 พ.ค. 43	66.7	33.3	0.0
16 พ.ค. 43	55.6	33.3	0.0
20 พ.ค. 43	55.6	33.3	0.0
27 พ.ค. 43	55.6	44.4	0.0
5 มิ.ย. 43	50.0	44.4	0.0
13 มิ.ย. 43	50.0	44.4	0.0
19 มิ.ย. 43	50.0	50.0	0.0
29 มิ.ย. 43	50.0	50.0	0.0
12 ก.ค. 43	50.0	50.0	0.0
22 ก.ค. 43	16.7	66.7	16.7
28 ก.ค. 43	16.7	66.7	16.7
5 ส.ค. 43	16.7	66.7	16.7
15 ส.ค. 43	0.0	80.0	20.0
26 ส.ค. 43	0.0	80.0	20.0
7 ก.ย. 43	0.0	100	0.0
14 ก.ย. 43	0.0	100	0.0
20 ก.ย. 43	0.0	100.0	0.0
28 ก.ย. 43	0.0	100.0	0.0
4 ต.ค. 43	0.0	100.0	0.0
8 ต.ค. 43	0.0	100.0	0.0
15 ต.ค. 43	0.0	100.0	0.0
31 ต.ค. 43	0.0	100.0	0.0
5 พ.ย. 43	0.0	100.0	0.0
14 พ.ย. 43	0.0	100.0	0.0
24 พ.ย. 43	0.0	100.0	0.0
5 ธ.ค. 43	0.0	100.0	0.0
12 ธ.ค. 43	0.0	100.0	0.0

ตารางภาคผนวกที่ 7 เปอร์เซ็นต์ที่สำรวจพบเชื้อ *Hirsutella saussurei* (anamorph), เชื้อ *Hirsutella saussurei* อยู่ร่วมกับ *Cordyceps humberti*, และเชื้อ *Cordyceps humberti* (teleomorph) ที่ทำลายต่อ *Icaria* sp. ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว (30 กันยายน 2542- 25 กุมภาพันธ์ 2544) (ต่อ)

วัน/เดือน/ปี	เชื้อที่สำรวจพบ		การพักตัว [3/]
	H. saussurei [1/]	*C. humberti* [2/]	
18 ธ.ค. 43	0.0	100.0	0.0
27 ธ.ค. 43	0.0	100.0	0.0
5 ม.ค. 44	0.0	100.0	0.0
12 ม.ค. 44	0.0	100.0	0.0
19 ม.ค. 44	0.0	100.0	0.0
26 ม.ค. 44	0.0	100.0	0.0
25 ก.พ. 44	0.0	100.0	0.0
ค่าเฉลี่ย	27.3*	68.1*	4.6*

[1/] รูปแบบพัฒนาการเฉพาะ anamorph (รูปแบบที่ 1-14)

[2/] รูปแบบพัฒนาการเฉพาะ anamorph อยู่ร่วมกับ teleomorph (รูปแบบที่ 15-37) และเฉพาะ teleomorph (รูปแบบที่ 38-40)

[3/] รูปแบบพัฒนาการ ในระยะพักตัว ไม่จัดอยู่ใน anamorph หรือ teleomorph

* เป็นค่าเฉลี่ยของเชื้อที่ได้จากการสำรวจจำนวน 69 ครั้ง ระหว่างวันที่ 30 กันยายน 2542 -25 กุมภาพันธ์ 2544

ตารางภาคผนวกที่ 8 เปอร์เซ็นต์ที่สำรวจพบเชื้อ *Hymenostilbe aurantiaca* (anamorph), เชื้อ *Hymenostilbe aurantiaca* อยู่ร่วมกับ *Cordyceps* spp., และเชื้อ *Cordyceps* spp. (teleomorph) ที่ทำลายมด *Polyrhachis armata* ณ อุทยานแห่งชาติ น้ำหนาว (1 ตุลาคม 2542–25 กุมภาพันธ์ 2544)

วัน/เดือน/ปี	เชื้อที่สำรวจพบ (%)	
	H. aurantiaca [1/]	*Cordyceps* spp. [2/]
1 ต.ค. 42	33.3	66.7
4 ต.ค. 42	33.3	66.7
7 ต.ค. 42	28.6	71.4
10 ต.ค. 42	28.6	71.4
13 ต.ค. 42	28.6	71.4
14 ต.ค. 42	28.6	71.4
18 ต.ค. 42	38.1	61.9
21 ต.ค. 42	45.0	55.0
27 ต.ค. 42	45.0	55.0
31 ต.ค. 42	50.0	50.0
3 พ.ย. 42	57.9	42.1
7 พ.ย. 42	47.4	52.6
10 พ.ย. 42	42.1	57.9
14 พ.ย. 42	50.0	50.0
17 พ.ย. 42	35.7	57.1
21 พ.ย. 42	46.2	53.8
28 พ.ย. 42	63.6	36.4
15 ธ.ค. 42	72.7	27.3
20 ธ.ค. 42	70.0	30.0
27 ธ.ค. 42	50.0	21.4
4 ม.ค. 43	71.4	28.6
9 ม.ค. 43	66.7	33.3
16 ม.ค. 43	66.7	33.3
23 ม.ค. 43	60.0	40.0
29 ม.ค. 43	60.0	40.0
4 ก.พ. 43	60.0	40.0
12 ก.พ. 43	33.3	66.7
21 ก.พ. 43	0.0	100.0
28 ก.พ. 43	0.0	100.0
6 มี.ค. 43	0.0	100.0
11 มี.ค. 43	0.0	100.0
18 มี.ค. 43	0.0	100.0

ตารางภาคผนวกที่ 8 เปอร์เซ็นต์ที่สำรวจพบเชื้อ *Hymenostilbe aurantiaca* (anamorph), เชื้อ *Hymenostilbe aurantiaca* อยู่ร่วมกับ *Cordyceps* spp., และเชื้อ *Cordyceps* spp. (teleomorph) ที่ทำลายมด *Polyrhachis armata* ณ อุทยานแห่งชาติ น้ำหนาว (1 ตุลาคม 2542 – 25 กุมภาพันธ์ 2544) (ต่อ)

วัน/เดือน/ปี	เชื้อที่สำรวจพบ (%)	
	H. aurantiaca[1/]	*Cordyceps* spp.[2/]
1 เม.ย. 43	0.0	0.0
22 เม.ย. 43	0.0	0.0
1 พ.ค. 43	0.0	0.0
6 พ.ค. 43	0.0	0.0
16 พ.ค. 43	0.0	0.0
20 พ.ค. 43	0.0	0.0
27 พ.ค. 43	0.0	0.0
5 มิ.ย. 43	0.0	0.0
13 มิ.ย. 43	0.0	0.0
19 มิ.ย. 43	0.0	0.0
29 มิ.ย. 43	0.0	0.0
12 ก.ค. 43	0.0	0.0
22 ก.ค. 43	0.0	0.0
28 ก.ค. 43	0.0	0.0
5 ส.ค. 43	0.0	0.0
15 ส.ค. 43	0.0	0.0
26 ส.ค. 43	0.0	0.0
7 ก.ย. 43	0.0	0.0
14 ก.ย. 43	0.0	0.0
20 ก.ย. 43	0.0	0.0
28 ก.ย. 43	0.0	0.0
4 ต.ค. 43	0.0	0.0
8 ต.ค. 43	0.0	0.0
15 ต.ค. 43	0.0	0.0
31 ต.ค. 43	0.0	0.0
14 พ.ย. 43	0.0	0.0
21 พ.ย. 43	0.0	0.0
5 ธ.ค. 43	0.0	0.0
12 ธ.ค. 43	0.0	0.0
18 ธ.ค. 43	0.0	0.0
27 ธ.ค. 43	0.0	0.0

ตารางภาคผนวกที่ 8 เปอร์เซ็นต์ที่สำรวจพบเชื้อ *Hymenostilbe aurantiaca* (anamorph), เชื้อ *Hymenostilbe aurantiaca* อยู่ร่วมกับ *Cordyceps* spp. และเชื้อ *Cordyceps* spp. (teleomorph) ที่ทำลายมด *Polyrhachis armata* ณ อุทยานแห่งชาติ น้ำหนาว (1 ตุลาคม 2542 – 25 กุมภาพันธ์ 2544) (ต่อ)

วัน/เดือน/ปี	เชื้อที่สำรวจพบ (%)	
	H. aurantiaca[1/]	*Cordycepps* spp.[2/]
2 ม.ค. 44	0.0	0.0
5 ม.ค. 44	0.0	0.0
12 ม.ค. 44	0.0	0.0
19 ม.ค. 44	0.0	0.0
26 ม.ค. 44	0.0	0.0
25 ก.พ. 44	0.0	0.0
ค่าเฉลี่ย	19.0	26.8

[1/] รูปแบบพัฒนาการเฉพาะ anamorph (รูปแบบที่ 1-14)

[2/] รูปแบบพัฒนาการเฉพาะ anamorph อยู่ร่วมกับ teleomorph (รูปแบบที่ 15-37) และเฉพาะ teleomorph (รูปแบบที่ 38-40)

ตารางภาคผนวกที่ 9 อายุขัย (longevity) ของเชื้อ *Hymenostilbe aurantiaca* (anamorph), *Hymenostilbe aurantiaca* อยู่ร่วมกับ *Cordyceps* spp., และเชื้อ *Cordyceps* spp. (teleomorph) ที่ทำลายมด *Polyrhachis armata* ณ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว (1 ตุลาคม 2542 - 25 กุมภาพันธ์ 2544)

ตัวอย่างหมายเลข	รูปแบบพัฒนาการของเชื้อ *H. aurantiaca* [1/] และเชื้อ *Cordyceps* spp. [2/]		อายุขัย (วัน)	
	รูปแบบที่พบเริ่มต้น	รูปแบบสุดท้ายก่อนย่อยสลาย	ช่วงอายุสั้น	ช่วงอายุยาว
1	1	9	9	45
2	9	1	75	80
3	1	1	44	47
4	9	1	58	95
5	9	9	17	20
6	8	9	6	58
7	9	1	44	143
8	1	9	12	44
9	9	1	30	44
10	1	9	26	95
11	7	6	33	169
12	9	1	17	33
13	9	9	20	26
14	9	9	40	190
15	9	9	20	26
16	9	1	9	86
17	1	1	33	134
18	1	1	157	162
19	7	9	12	58
20	2	1	33	47
21	9	1	17	47
22	4	1	25	74
23	3	2	49	88
ค่าเฉลี่ย	-	-	34.2	78.7

[1/] รูปแบบพัฒนาการเฉพาะ anamorph (รูปแบบที่ 1-3)

[2/] รูปแบบพัฒนาการระยะ anamorph อยู่ร่วมกับ teleomorph (รูปแบบที่ 4-6) และเฉพาะ teleomorph (รูปแบบที่ 7-9)

คำศัพท์เฉพาะทางด้านเชื้อราที่เกี่ยวข้อง

คำศัพท์	ความหมาย
acerose	รูปเข็ม
bean-shaped, allantoid	คล้ายเมล็ดถั่ว
clavate	กระบอง
cushion-like	คล้ายหมอน
cushion-shaped	รูปเบาะ
cylindrical	รูปทรงกระบอก
cymbiform	รูปเรือ
cymbiform-like	รูปร่างคล้ายเรือ
flask-shaped	รูปคนโท
fusiform	รูปกระสวย
fusoid	คล้ายเข็ม, คล้ายกระสวย
lemon-shaped, citriform	รูปผลมะนาว
pulvinate	คล้ายเบาะ
stud-shaped	รูปปุ่ม
subcylindric, subcylindrical	กึ่งทรงกระบอก
subfalcate	คล้ายเคียว
verrucose	ขรุขระคล้ายหูด

ความหมาย	คำศัพท์
เส้นด้าย	filiform
ค่อนข้างกลม	subglobose
ทรงกลม	globose
รูปกรวย	conical
รูปกระบอกที่ปลายมน	cylindric with rounded end
รูปเข็ม	fusiform, needle
รูปไข่	oval, ovoid
รูปไข่กลับด้าน	obovoid
รูปไข่เรียว	narrow-oval
รูปคนโท	flask-shaped
รูปครึ่งวงกลม	hemispherical
รูปทรงกระบอก	cylindrical
รูปทรงกระบอกที่ปลายเรียว	cylindric tapering shightly
รูปทรงกระบอง	clavate, clavae, clavus
ลูกตุ้ม	capitate

ประวัติผู้เขียน

นางสาวอภิญญา วงษ์แก้ว เกิดเมื่อวันที่ 17 ตุลาคม 2518 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี จาก มหาวิทยาลัยขอนแก่น สาขาวิชากีฏวิทยา คณะเกษตรศาสตร์ เมื่อ พ.ศ. 2540 และได้ศึกษาต่อในระดับปริญญาโท สาขาวิชากีฏวิทยา มหาวิทยาลัยขอนแก่น เมื่อปี พ.ศ. 2541 ระหว่างการศึกษาได้รับทุนสนับสนุนการทำวิทยานิพนธ์จากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย (Biodiversity and Training Program, BRT) และสำนักงานพัฒนาวิทยาศาตร์และเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (BIOTEC)

ผลงานทางวิชาการ

-เสนอผลงานความก้าวหน้าของวิทยานิพนธ์ ในการประชุมวิชาการประจำปีโครงการ BRT ครั้งที่ 5 ช่วงวันที่ 8-11 ตุลาคม 2544 ณ โรงแรมนภาลัย จังหวัดอุดรธานี ในรูปแบบโปสเตอร์ เรื่อง "ความหลากหลายทางชีวภาพของเชื้อราที่ทำลายแมลงในเขตอุทยานแห่งชาติน้ำหนาว"

-เสนอผลงานวิทยานิพนธ์ของนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 4 วันที่ 22 มกราคม 2545 ณ อาคารศูนย์วิชาการ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ในรูปแบบโปสเตอร์ เรื่อง "ความหลากหลายทางชีวภาพของเชื้อราที่ทำลายแมลงในเขตอุทยานแห่งชาติน้ำหนาว"

- เสนอผลงานวิทยานิพนธ์ ในการสัมมนาวิชาการเกษตรประจำปี 2545 วันที่ 28-29 มกราคม 2545 ณ ห้องประชุมกวี จุติกุล คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ในรูปแบบโปสเตอร์เรื่อง "เชื้อราชนิดใหม่ที่ทำลายแมลงในประเทศไทย"