



ความหลากหลายของเห็ดในป่าเต็งรังเขตอุทยานแห่งชาติภูพานจังหวัดสกลนคร

พิทักษ์ วงษ์ชาติ

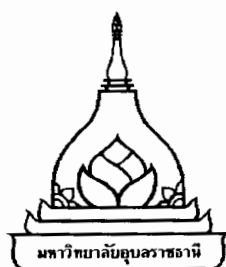
วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

พ.ศ. 2555

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี



**DIVERSITY OF MUSHROOMS IN DRY DIPTEROCARP FOREST
AT PHUPHAN NATIONAL PARK SAKON NAKHON PROVINCE**

PITHAK WONGCHALEE

**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS
FOR THE DEGREE OF DOCTOR OF PHILOSOPHY
MAJOR IN BIOTECHNOLOGY
FACULTY OF SCIENCE
UBON RATCHATHANI UNIVERSITY
YEAR 2012**

COPYRIGHT OF UBON RATCHATHANI UNIVERSITY



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ปริญญา ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์

เรื่อง ความหลากหลายของเห็ดในป่าเต็งรังเขตอุทยานแห่งชาติภูพาน จังหวัดสกลนคร

ผู้วิจัย นายพิทักษ์ วงษ์ชาติ

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

..... (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชรีดา ปุ๊กหุด)	อาจารย์ที่ปรึกษา
..... (รองศาสตราจารย์ พูนพิไล สุวรรณฤทธิ์)	กรรมการ
..... (รองศาสตราจารย์ ดร.ศิวพงศ์ จำรัสพันธุ์)	กรรมการ
..... (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.โสภณ บุญลือ)	กรรมการ
..... (ดร.พิชญากรณ์ สุวรรณบุญ)	กรรมการ
..... (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จันทร์เพ็ญ อินทรประเสริฐ)	คณบดี

มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี รับรองแล้ว

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.อุทิศ อินทร์ประสิทธิ์)
รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ
ปฏิบัติราชการแทนอธิการบดี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ปีการศึกษา 2555

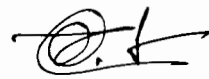
กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยในครั้งนี้ สำเร็จลงได้ด้วยความรู้และความเอาใจใส่เป็นอย่างดีจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชรีดา ปุกहुต อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก และรองศาสตราจารย์พูนพิไล สุวรรณฤทธิ์ รองศาสตราจารย์ ดร.ศิวพงศ์ จำรัสพันธุ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.โสภณ บุญถื้อ และดร.พิชญ์ภรณ์ สุวรรณภูฏ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา ตลอดจนตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ผู้วิจัย ขอกราบขอบพระคุณไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบคุณ กรมอุทยานแห่งชาติสัตว์ป่าและพันธุ์พืช โดยอุทยานแห่งชาติภูพาน ที่ได้กรุณาอำนวยความสะดวกในการเก็บตัวอย่างและค้นกล้างที่ใช้ในการวิจัย

กราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่ให้ชีวิต อบรมสั่งสอนให้ลูกเป็นคนดี และใฝ่หาความรู้เสมอมา ขอขอบคุณครอบครัว ที่ให้กำลังใจมาโดยตลอด

คุณงามความดี และประโยชน์อันพึงมี ที่เกิดจากการค้นคว้าอิสระฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณ บุญการี บุญพจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่าน



(นายพิทักษ์ วงษ์ชาติ)

ผู้วิจัย

บทคัดย่อ

ชื่อเรื่อง : ความหลากหลายของเห็ดในป่าเต็งรังเขตอุทยานแห่งชาติภูพาน จังหวัดสกลนคร
 โดย : พัทธกษ วัฒนชัย
 ชื่อปริญญา : ปรัชญาคุณภูมิบัณฑิต
 สาขาวิชา : เทคโนโลยีชีวภาพ
 ปรธานกรรมการที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชรีดา ปุกहुต

ศัพท์สำคัญ : ความหลากหลายของเห็ด ป่าเต็งรัง อุทยานแห่งชาติภูพาน

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาความหลากหลายของเห็ดในป่าเต็งรังเขตอุทยานแห่งชาติภูพาน จังหวัดสกลนคร ในปี พ.ศ. 2551-2552 โดยวิธีการสุ่มแปลงตัวอย่าง (Releve Method) 2) ศึกษาความสัมพันธ์ของดินรังกับเอกโคไมคอร์ไรซาบางชนิดในวงศ์ Amanitaceae และ Boletaceae 3) เปรียบเทียบลักษณะทางชีวโมเลกุลของเห็ดตัวอย่างในวงศ์ Amanitaceae และ Boletaceae จากการศึกษาพบว่า

1) มีความหลากหลายของเห็ดในป่าเต็งรัง เขตอุทยานแห่งชาติภูพาน ในปี 2551-2552 พบทั้งหมด 34 ชนิด แบ่งเป็นที่พบทั้งในปี 2551 และ 2552 จำนวน 26 ชนิด คือ *Amanita hemibapha* (Berk. & Br.) Sacc. subsp. *javanica* Cor. & Bas., *A. princeps* Cor. & Bas., *A. umbrinolutea* (Sacc. ex Gillet) Bataille, *Termitomyces microcarpus* (Berk. & Br.) R. Heim, *T. perforans* Heim, *T. striatus* f. *griseus* Heim, *Boletellus ananas* Curt., *Boletus griseipurpureus* Cor., *B. edulis* Bull. ex Fr., *B. luridus* Schaeffer ex Fr., *Cantharellus cibarius* Fries, *Craterellus aureus* Berk. & Curtis, *Astraeus hygrometricus* (Pers.) Morgan, *Lactarius aquifluus* Peck, *L. glaucescens* Crossl., *L. piperatus* (Scop ex Fr.) S.F.G., *L. vellereus* (Fr.) Fr., *L. virescens* Fr., *Mycoamaranthus cambodgensis* (Pat.) S. Lumyong, R. Sanmee, P. Lumyong, Zhu L. Yang and M. Trappe, *Russula densifolia* (Sacc.) Gill, *R. emetica* (Schaeff. & Fr.) S.F. Gray, *R. xelampelina* (Schaeff.) Fr., *R. foetens* (Pers.) Fr., *R. rosacea* (Pers. ex Sacc.) Fries, *R. violeipes* Quél. และ *R. virescens* (Schaeff.) Fries พบเฉพาะในปี 2551 คือ *Boletus campestris* A.H. Smith & Thiers, *Heimiella retispora* (Pat. & Bak.) Boedijn, *Lentinus polychrous* Lév. และ *Microporus xanthopus* (Fr.) Ktz. พบเฉพาะในปี 2552 จำนวน 4 ชนิด คือ *Boletus curtisii* M.A. Curtis, *B. nobilis* Peck, *Russula alboareolata* Hongo และ *R. cyanoxantha* (Schaeff. ex Sacc.) Fr. สภาพแวดล้อมทางกายภาพที่ศึกษา คือ ค่าความชื้นสัมพัทธ์ต่ำสุด

ร้อยละ 54 สูงสุดร้อยละ 96 เฉลี่ยร้อยละ 75 ส่วนใหญ่ที่พบร้อยละ 68-96 จำนวน 28 ชนิด ค่าอุณหภูมิ
ต่ำสุด 28 °C สูงสุด 31 °C เฉลี่ย 29 °C ส่วนใหญ่ที่พบ 29-30 °C จำนวน 22 ชนิด ค่าความเป็นกรด-ด่าง
ต่ำสุด 6 สูงสุด 8.9 เฉลี่ย 7 ส่วนใหญ่ที่พบ 7.0-7.9 จำนวน 26 ชนิด ค่าความเข้มแสงต่ำสุด 150 lux
สูงสุด 1,800 lux เฉลี่ย 970 lux ส่วนใหญ่ที่พบ 150 – 500 lux จำนวน 16 ชนิด

2) ความสัมพันธ์ของต้นกล่ำร้าง (*Shorea siamensis* Miq.) เมื่อปลูกสปอร์ของเห็ดระโงกขาว
(*Amanita princeps* Cor.&Bas.) เห็ดระโงกเหลือง (*Amanita hemibapha* (Berk. & Br.) Sacc. subsp.
javanica Cor. & Bas.) เห็ดตับเต่ากระแดง (*Boletus chrysenteron* Bull). เห็ดผึ้งขมหรือเห็ดเสม็ด
(*Boletus griseipurpureus* Comer). และเห็ดปอดม้า (*Heimiella retispora* (Pat & Bak.) Boedijn) ที่ระดับ
ความเข้มข้นของสปอร์ที่ 500, 5,000 และ 50,000 สปอร์/ต้น วิเคราะห์โดย ANOVA พบว่า ต้นกล่ำร้างกับ
Amanita princeps Cor. & Bas., *Amanita hemibapha* (Berk. & Br.) Sacc. subsp. *javanica* Cor. & Bas.,
Boletus chrysenteron Bull., *Boletus griseipurpureus* Cor., *Heimiella retispora* (Pat & Bek.) Boedijn.
ไม่มีความสัมพันธ์กับความสูงและเส้นรอบวงของต้นกล่ำร้างที่ความเข้มข้นของสปอร์ 500, 5,000 และ
50,000 สปอร์/ต้น ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

3) การจำแนกลักษณะทางชีวโมเลกุลของเห็ดในวงศ์ Amanitaceae และ Boletaceae
จำนวน 4 ตัวอย่าง โดยตรวจหา homology และเปรียบเทียบความเหมือนของ DNA ระหว่างแต่ละ
ตัวอย่าง โดยโปรแกรม BLAST ได้ผลการเปรียบเทียบเห็ด 4 ชนิด คือ *Boletus nobilis* Peck มีความ
คล้ายคลึงกับ *Heimiella retispora* (Pat & Bek.) Boedijn. ที่เปอร์เซ็นต์ identity เท่ากับร้อยละ 97
Boletus edulis Bull.ex Fr. มีความคล้ายคลึงกับ *Tylopilus felleus* ที่เปอร์เซ็นต์ identity เท่ากับร้อยละ 91
Heimiella retispora (Pat & Bek.) Boedijn. มีความคล้ายคลึงกับ *Xerocomus* sp. ที่เปอร์เซ็นต์ identity
เท่ากับร้อยละ 99 และ *Amanita princeps* Cor. & Bas. มีความคล้ายคลึงกับ *Amanita egregia* ที่เปอร์เซ็นต์
identity เท่ากับร้อยละ 98

ABSTRACT

TITLE : DIVERSITY OF MUSHROOMS IN DRY DIPTEROCARP FOREST
AT PHUPHAN NATIONAL PARK, SAKON NAKHON PROVINCE

BY : PITHAK WONGCHALEE

DEGREE : DOCTOR OF PHILOSOPHY

MAJOR : BIOTECHNOLOGY

CHAIR : ASST.PROF.CHARIDA PUKAHUTA, Ph.D.

KEYWORDS : DIVERSITY / MUSHROOM / DRY DIPTEROCARP FOREST /
PHUPHAN NATIONAL PARK

The research aimed, 1) to study the diversity of mushrooms found in the Dry Dipterocarp forest at Phuphan National Park, in 2008-2009 by random sampling (Releve method), 2) to study the relationship between *Shorea siamensis* Miq. and Ectomycorrhiza of Amanitaceae and Boletaceae and 3) to compare the biomolecular characteristics of some samples in Amanitaceae and Boletaceae. The findings of the study were as the followings:

1) There were totally 34 samples of mushrooms found in Dry Dipterocarp forest at the Phuphan National Park during the studying period 2008-2009. There were 26 samples found in both years including *Amanita hemibapha* (Berk. & Br.) Sacc. subsp. *javanica* Cor. & Bas., *A. princeps* Cor. & Bas., *A. umbrinolutea* (Sacc. ex Gillet) Bataille, *Termitomyces microcarpus* (Berk. & Br.) R. Heim, *T. perforans* Heim, *T. striatus* f. *griseus* Heim, *Boletellus ananas* Curt., *B. griseipurpureus* Cor., *B. edulis* Bull. ex Fr., *B. luridus* Schaeffer ex Fr., *Cantharellus cibarius* Fries, *Craterellus aureus* Berk. & Curtis, *Astraeus hygrometricus* (Pers.) Morgan, *Lactarius aquifluus* Peck, *L. glaucescens* Crossl. *L. piperatus* (Scop ex Fr.) S.F.G., *L. vellereus* (Fr.) Fr., *L. virescens* Fr., *Mycoamaranthus cambodgensis* (Pat.) S. Lumyong, R. Sanmee, P. Lumyong, Zhu L. Yang and M. Trappe, *Russula densifolia* (Sacc.) Gill, *R. emetica* (Schaeff. & Fr.) S.F. Gray, *R. xelampelina* (Schaeff.) Fr., *R. foetens* (Pers.) Fr., *R. rosacea* (Pers. ex Sacc.) Fries, *R. violeipes* Qué., *R. virescens* (Schaeff.) Fries. The mushroom samples found only in 2008 were *Boletus campestris* A.H. Smith & Thiers, *Heimiella retispora* (Pat. & Bak.) Boedijn,

Lentinus polychrous Lév., *Microporus xanthopus* (Fr.) Ktz. and those found only in 2009 were *Boletus curtisii* M.A. Curtis, *B. nobilis* Peck, *Russula alboareolata* Hongo, *R. cyanoxantha* (Schaeff. ex Secr.) Fr. Some physical factors were studied. 28 samples were found at the relative humidity range between of 68% - 96% (min 54%, max 96%, average 75%). 22 samples were found at the temperature range of 29-30 °C (min 28 °C, max 31 °C, average 29 °C). 26 samples were found at pH range of 7.0-7.9 (min 6, max 8.9, average 7). 16 samples were found at the light intensity range of 150-500 lux (min 150, max 1800, average 970 lux).

2) The relationship between the *Shorea siamensis* Miq. and the spore inoculums of *Amanita princeps* Cor. & Bas., *Amanita hemibapha* (Berk. & Br.) Sacc. subsp. *javanica* Cor. & Bas., *Boletus chrysenteron* Bull., *Boletus griseipurpureus* Cor. and *Heimiella retispora* (Pat & Bek.) Boedijn. at the concentration of spores at 500, 5,000 and 50,000 per plant was studied, By ANOVA analysis, *Shorea siamensis* Miq. showed non- significant relationship to *Amanita princeps* Cor. & Bas., *Amanita hemibapha* (Berk. & Br.) Sacc. subsp. *javanica* Cor. & Bas., *Boletus chrysenteron* Bull., *Boletus griseipurpureus* Cor. and *Heimiella retispora* (Pat & Bek.) Boedijn. in the height and circumference growths of *Shorea siamensis* Miq. seedlings at the three different concentration of spores per plant at 99% level of confidence.

3) The biomolecular classification of four samples in the Family Amanitaceae and the Family Boletaceae and comparing the similarity of homologous DNA were done. By using BLAST, *Boletus nobilis* Peck was similar to *Heimiella retispora* (Pat.&Bek.) Boedijn. at the percentage identity of 97%. *Boletus edulis* Bull. ex Fr. was similar to *Tylopilus felleus* at the percentage identity of 91%. *Heimiella retispora* (Pat. & Bak.) Boedijn. was similar to *Xerocomus* sp. at the percentage identity of 99%. *Amanita princeps* Cor. & Bas. was similar to *Amanita egregia* at the percentage identity of 98%.

สารบัญ

หน้า

กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ง
สารบัญ	ฉ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ญ
บทที่	

1 บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของการวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 สมมติฐานของการวิจัย	2
1.4 ขอบเขตของการวิจัย	3
1.5 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย	3

2 วรรณกรรมและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 เอกสารที่เกี่ยวข้อง	4
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	32

3 วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 ระเบียบวิธีวิจัย	38
3.2 อุปกรณ์ และสารเคมี	40
3.3 วิธีการ	43
3.4 สถานที่ทดลอง	50

4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 ความหลากหลายของเห็ด	52
4.2 ความสัมพันธ์ระหว่าง Ectomycorrhiza กับกล้าไม้ต้นรัง (<i>Shorea siamensis</i> Miq.) ที่ก่อให้เกิดเห็ดใน Order Agaricales, Family Amanitaceae และ Family Boletaceae	110

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.3 การจัดจำแนกเชื้อเห็ดในกลุ่ม Amanitaceae และ Boletaceae โดยอาศัยลักษณะทางชีวโมเลกุล การนำมาตรวจหาลำดับและการวิเคราะห์ลำดับ nucleotide ของเห็ด	117
5 สรุปผลและเสนอแนะ	
5.1 ชนิดและปริมาณของเห็ดในป่าเต็งรังเขตอุทยานแห่งชาติภูพาน อำเภอภูพาน จังหวัดสกลนคร	122
5.2 ชนิดเห็ดที่รับประทานได้ที่เป็น Ectomycorrhiza บางชนิดใน Family Amanitaceae และ Family boletaceae	125
5.3 ความสัมพันธ์ระหว่าง Ectomycorrhiza กับกล้าไม้ต้นรัง (<i>Shorea siamensis</i> Miq.) ที่ก่อให้เกิดเห็ดใน Order Agaricales Family Amanitaceae และ Family Boletaceae	125
5.4 การจำแนกชนิดเห็ดในกลุ่ม Amanitaceae และ Boletaceae โดยอาศัยลักษณะทางชีวโมเลกุล	127
5.5 ข้อเสนอแนะ	127
เอกสารอ้างอิง	129
ภาคผนวก	
ก ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่าง Ectomycorrhiza กับกล้าไม้ต้นรัง (<i>Shorea siamensis</i> Miq.) ที่ก่อให้เกิดเห็ดใน Order Agaricales Family Amanitaceae และ Family Boletacea	138
ข ผลการวิเคราะห์ DNA	146
ประวัติผู้วิจัย	153

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 สภาวะของปฏิกิริยา PCR	49
4.1 ตัวอย่างเห็ดที่สำรวจพบ ในปี 2551 และ 2552 จำแนกตาม Order และ Family	53
4.2 ชนิดของเห็ดที่สำรวจพบในแต่ละเดือนของปี 2551-2552	56
4.3 ลักษณะของดินในพื้นที่การสำรวจความหลากหลายของเห็ด	61
4.4 อุณหภูมิที่พบชนิดของเห็ด	63
4.5 ความชื้นสัมพัทธ์ที่พบชนิดของเห็ด	66
4.6 ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของดินที่พบชนิดของเห็ด	68
4.7 ความเข้มของแสงที่พบชนิดของเห็ด	70
4.8 ชนิดของเห็ด และสภาพทางกายภาพของเห็ดที่สำรวจพบ	72
4.9 ค่าเฉลี่ยของความสูง และเส้นรอบวงของต้นกล้ารั้งในวันแรกของการทดลองที่เป็น ชุดควบคุมและชุดที่ใส่สปอร์ของเห็ด 5 ชนิดที่ 500, 5,000 และ 50,000 สปอร์/ต้น	110
4.10 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) เมื่อใช้แผนการทดลองแบบ Factorial design in CRD เมื่อตรวจวัดการเจริญในวันแรก	111
4.11 ลักษณะความสูง และเส้นรอบวง ของต้นกล้ารั้งอายุ 6 เดือน	112
4.12 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) เมื่อใช้แผนการทดลองแบบ Factorial design in CRD เมื่อตรวจวัดการเจริญ 6 เดือน	113
4.13 ลักษณะความสูง และเส้นรอบวง ของต้นกล้ารั้งอายุ 12 เดือน	113
4.14 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) เมื่อใช้แผนการทดลองแบบ Factorial design in CRD เมื่อตรวจวัดการเจริญ 12 เดือน	114
ก.1 ความสูงของต้นกล้ารั้งวันแรก ชุดควบคุมและชุดใส่สปอร์ของเห็ด 5 ชนิด ที่ 500, 5,000 และ 50,000 สปอร์/ต้น	139
ก.2 เส้นรอบวงของต้นกล้ารั้งวันแรกชุดควบคุมและชุดใส่สปอร์ของเห็ด 5 ชนิด ที่ 500, 5,000 และ 50,000 สปอร์/ต้น	140
ก.3 ความสูงที่ 6 เดือนของชุดควบคุมและชุดใส่สปอร์ของเห็ด 5 ชนิด ที่ 500, 5,000 และ 50,000 สปอร์/ต้น	141
ก.4 เส้นรอบวง 6 เดือนของชุดควบคุมและชุดใส่สปอร์ของเห็ด 5 ชนิด ที่ 500, 5,000 และ 50,000 สปอร์/ต้น	142

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
ก.5 ความสูง 12 เดือนของชุดควบคุมและชุดใส่สปอร์ของเห็ด 5 ชนิด ที่ 500, 5,000 และ 50,000 สปอร์/ตัน	143
ก.6 เส้นรอบวง 12 เดือนของชุดควบคุมและชุดใส่สปอร์ของเห็ด 5 ชนิด ที่ 500, 5,000 และ 50,000 สปอร์/ตัน	144

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 ลักษณะรูปร่างและโครงสร้างทั่วไปของเห็ด (<i>Amanita</i> sp.) A. Basidiocarp ที่เจริญเต็มที่ B. section ตามยาวของ Basidiocarp ที่แก่และอ่อน 1 universal veil 2 Partial veil 3 lamella 4 stipe 5 pileus	10
2.2 ส่วนประกอบของเห็ดขณะเป็นดอกอ่อน (ซ้าย) แสดงส่วนเนื้อเยื่อห่อหุ้มภายนอก (universal veil หรือ outer veil) เมื่อดอกเห็ดบานจะเปลี่ยนเป็นเกล็ด หรือขน หรือ scales และส่วนเนื้อเยื่อห่อหุ้มภายใน (partial veil หรือ inner veil) เมื่อหมวกเห็ดบาน จะยังคงติดบนก้านที่เรียกว่า ring	12
2.3 การปล่อยสปอร์ในเห็ดสกุลต่าง ๆ 1. เห็ดสกุล <i>Boletus</i> สปอร์จะผ่านออกทางรู (pore หรือ tube) 2. สกุล <i>Agaricus</i> สปอร์ผ่านทางครีบหรือ gill 3. เห็ดสกุล <i>Hydnum</i> สปอร์ ผ่านเนื้อเยื่อมีลักษณะคล้ายหนาม (spine)	12
2.4 แผนที่ที่ตั้งอุทยานแห่งชาติภูพาน	27
3.1 แผนที่แสดงลักษณะทางภูมิศาสตร์ของแปลงที่ทำการสำรวจ	45
4.1 a, b = Basidioscarps, <i>Amanita hemibapha</i> (Berk. & Br.) Sacc. subsp. <i>javanica</i> Cor. & Bas.	75
4.2 a, b = Basidioscarps, <i>Amanita princeps</i> Cor. & Bas	76
4.3 a, b = Basidiospores, <i>Amanita umbrinolutea</i> (Sacc. ex Gillet) Bataille	77
4.4 a, b = Basidioscarps, <i>Termitomyces microcarpus</i> (Berk. & Br.) R. Heim	78
4.5 a, b = Basidioscarps, <i>Termitomyces perforans</i> Heim	79
4.6 a, b = Basidioscarps, <i>Termitomyces striatus</i> f. <i>griseus</i> Heim	80
4.7 a, b = Basidioscarps, <i>Boletus chrysenteron</i> Bull.	81
4.8 a, b = Basidioscarps, <i>Boletus campestris</i> A.H. Smith & Thiers	82
4.9 a = Basidioscarps, <i>Boletus curtisii</i> M.A. Curtis b = Basidiospores, scale bar = 5 μ m	83
4.10 a = Basidioscarps, <i>Boletus edulis</i> Bull. ex Fr. b = Basidiospores, scale bar = 5 μ m	84
4.11 a, b = Basidioscarps, <i>Boletus griseipurpureus</i> Cor.	85
4.12 a = Basidioscarps, <i>Boletus luridus</i> Schaeffer ex Fr. b = Basidiospores, scale bar = 10 μ m	86
4.13 a, b = Basidioscarps, <i>Boletus nobilis</i> Peck	87

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
4.14 a, b = Basidioscarps, <i>Heimiella retispora</i> (Pat. & Bak.) Boedijn c = Basidiospores, scale bar = 10 µm	88
4.15 a,b = Basidioscarps, <i>Mycoamaranthus cambodgensis</i> (Pat.) Trappe, S. Lumyong, P. Lumyong, Sanmee & Zhu L.	89
4.16 a, b = Basidioscarps, <i>Astraeus hygrometricus</i> (Pers.) Morg c = Basidiospores, scale bar = 10 µm	90
4.17 a = Basidioscarps, <i>Cantharellus cibarius</i> Fries b = Basidiospores, scale bar = 10 µm	91
4.18 a,b = Basidioscarps, <i>Craterellus aureus</i> Berk. & Curtis	92
4.19 a, b = Basidioscarps, <i>Lentinus polychrorus</i> Lév.	93
4.20 a ,b = Basidioscarps, <i>Microporus xanthopus</i> (Fr.) Ktz.	94
4.21 a, b = Basidioscarps, <i>Lactarius volemus</i> (Fr.) Fries	95
4.22 a, b = Basidioscarps, <i>Lactarius glaucescens</i> Crossl.	96
4.23 a, b = Basidioscarps, <i>Lactarius piperatus</i> (Scop. ex Fr.) S.F. Gray	97
4.24 a, b = Basidioscarps, <i>Lactarius vellereus</i> (Fr.) Fr.	98
4.25 a, b = Basidioscarps, <i>Lactarius vietus</i> (Fr. ex Fr.) Fr.	99
4.26 a, b = Basidioscarps, <i>Russula alboareolata</i> Hongo	100
4.27 a, b = Basidioscarps, <i>Russula cyanoxantha</i> (Schaeff) Fr.	101
4.28 a, b = Basidioscarps, <i>Russula densifolia</i> (Secr.) Gill	102
4.29 a = Basidioscarps, <i>Russula emetica</i> (Schaeff. & Fr.) S.F. Gray. b = Basidiospores, scale bar = 10 µm	103
4.30 a, b = Basidioscarps, <i>Russula foetens</i> Fr.	104
4.31 a, b, c = Basidioscarps, <i>Russula rosacea</i> (Pers. ex Secr.) Fries	105
4.32 a, b = Basidioscarps, <i>Russula violeipes</i> Quél.	106
4.33 a, b = Basidioscarps, <i>Russula virescens</i> (Schaeff.) Fr.	107
4.34 a, b = Basidioscarps, <i>Russula xelampelina</i> (Schaeff.) Fr.	108

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
4.35 ต้นไม้วิวัฒนาการที่สร้างด้วยโปรแกรม Phylip 3.69 จากการวิเคราะห์นิวคลีโอไทด์ ของ ITS rDNA ของเห็ดกลุ่มเบสิดิโอมายซีสต์ที่พบในป่าไม้อุทยานแห่งชาติภูพาน จังหวัดสกลนครซึ่งได้ เปรียบเทียบกับเห็ดสกุลอื่น ๆ โดยคำนวณด้วยวิธี neighbor joining (NJ) และมีกลุ่ม out group เป็นเชื้อราในกลุ่มแอสโคมายซีสต์ ซึ่งแต่ละกิ่ง ของต้นไม้วิวัฒนาการแสดงค่า bootstrap จากจำนวนซ้ำของการเกิดรูปแบบของ ต้นไม้วิวัฒนาการ 1,000 ซ้ำ	117
ก.1 เปรียบเทียบขนาดลำต้นและความสูงของต้นควบคุม และต้นที่มีความเข้มข้นของสปอร์ เห็ดระโงกขาวที่ 500, 5,000 และ 50,000 สปอร์/ต้น เมื่อ 12 เดือน	145
ก.2 เปรียบเทียบขนาดลำต้นและความสูงของต้นควบคุม และต้นที่มีความเข้มข้น ของสปอร์ เห็ดระโงกเหลืองที่ 500, 5,000 และ 50,000 สปอร์/ต้น เมื่อ 12 เดือน	145

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มา และความสำคัญของการวิจัย

เห็ดและราเป็นสิ่งมีชีวิตที่จัดอยู่ในอาณาจักร Fungi ไฟลัม Basidiomycota และ Ascomycota เป็นกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่สำคัญต่อระบบนิเวศเป็นอย่างยิ่ง ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการช่วยรักษาสมดุลของสิ่งมีชีวิต โดยการนำอินทรีย์ต่าง ๆ จากพืชกลับมาใช้ใหม่ เห็ดและราเหล่านี้สามารถพบได้ตามป่าเขตร้อนชื้น เช่น ในป่าโปร่ง ป่าดิบชื้น และป่าดิบ โดยเฉพาะช่วงฤดูฝนจะเป็นช่วงเริ่มต้นการสืบพันธุ์ จะพบเห็ดเกิดชุกชุมตามธรรมชาติ ตามป่า ห้วยนา ห้วยหญ้า พื้นดิน ดินไม้ ขอนไม้ ส่วนใหญ่มีชีวิตรอดตามอินทรีย์วัตถุ เช่น กองปุ๋ยหมัก มูลสัตว์ พืชที่ตายแล้ว ทำให้เกิดการเน่าเปื่อยของอินทรีย์วัตถุเหล่านั้น เช่น เห็ดฟาง บางชนิดเป็นพืชเบียนของไม้ต้น บางชนิดเกิดในจอมปลวก เช่น เห็ดโคน บางชนิดเป็นประโยชน์ต่อพืชเมื่ออยู่ร่วมกัน โดยเห็ดช่วยให้พืชสามารถใช้แร่ธาตุในดินได้ดีขึ้น ส่วนพืชให้อาหาร ที่อยู่อาศัย และความชื้น เช่น เห็ดตับเต่า นอกจากนี้ลักษณะวิสัยของเห็ดแต่ละชนิดยังแตกต่างกัน เช่น เกิดเป็นดอกเดี่ยว เป็นกลุ่มใหญ่ เป็นกลุ่มโคนชิดกัน หรือกระจายกันเป็นวงกลม บางชนิดขึ้นซ้อนกันเป็นชั้น หรือซ้อนติดเป็นเนื้อเดียวกัน ชนิดหลังเกิดติดต่อกันหลายปีทำให้ดอกใหญ่ขึ้นทุกปี และไม่เคยเหี่ยวเน่าไปเหมือนเห็ดชนิดอื่น ดังนั้น เห็ดจึงมีทั้งชนิดเน่าเร็วอยู่ได้ไม่นาน และชนิดอยู่ได้หลายปี (ราชบัณฑิตยสถาน, 2539 ; อนุศักดิ์ จันทรศรีกุล, 2542 ; Ruksawong, P. and Flegel, T.W, 2001)

ป่าไม้เป็นแหล่งที่อยู่อาศัยตามธรรมชาติของเห็ดหลากหลายชนิดและปริมาณ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับประเภทของพื้นที่ป่าและพันธุ์ไม้หลักที่เจริญในพื้นที่นั้น ๆ รวมทั้งความอุดมสมบูรณ์และความชุ่มชื้นของดินด้วย อุทยานแห่งชาติภูพานเป็นพื้นที่ที่น่าสนใจสำหรับการสำรวจและศึกษาความหลากหลายของเห็ดรา สภาพป่าในอุทยานแห่งชาติภูพานประกอบด้วยชนิดป่าที่สำคัญ 3 ชนิด คือ ป่าเต็งรัง ป่าเบญจพรรณ และป่าดิบแล้ง อุทยานแห่งชาติภูพานตั้งอยู่ในเขตเทือกเขาภูพานมีลักษณะโครงสร้างทางธรณีเป็นหินทราย โดยมีความสูงอยู่ระหว่าง 200-567 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง ในพื้นที่ของอุทยานแห่งชาติภูพานในระดับความสูงแตกต่างกันและพื้นที่ชนิดของป่าต่างกันจะเป็นแหล่งฐานข้อมูลทรัพยากรป่าไม้ทางด้านเห็ดรากลุ่มหนึ่งของพื้นที่อุทยานแห่งชาติภูพาน และเป็นแหล่งสายพันธุ์ที่จะนำมาใช้ศึกษาวิจัยการใช้ประโยชน์ทางด้านต่าง ๆ นอกจากนี้ข้อมูลดังกล่าวสามารถ

นำไปใช้วิเคราะห์ความอุดมสมบูรณ์ของป่าไม้เพื่อใช้วางแผนนโยบายการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ของชาติ และการใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืนต่อไป

นอกจากนี้เห็ดยังเป็นดัชนีชี้ถึงความสมบูรณ์ของป่าไม้ จึงจำเป็นต้องมีความเร่งด่วนในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติไว้ เพื่อเป็นแหล่งอ้างอิงในการศึกษาของสถาบันการศึกษาและเป็นข้อมูลท้องถิ่นในด้านสัตววิทยา อนุกรมวิธาน และนิเวศวิทยา การศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของเห็ดมีความสำคัญไม่น้อยไปกว่ากัน โดยเฉพาะในภาวะประเทศชาติเกิดปัญหาทางเศรษฐกิจที่ต่อเนื่องทำให้เกิดปัญหาทางสังคมตามมา การศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของเห็ดในผืนป่าของชุมชน นอกจากจะเข้าใจว่าในผืนป่านั้นมีเห็ดชนิดไหนบ้างแล้ว การขยายต่อออกไปสู่การนำมาใช้ประโยชน์จากเห็ดเหล่านั้น ที่มักมีคุณค่าทางด้านยารักษาโรคมาพัฒนาย่อมจะเป็นประโยชน์ในการลดการสูญเสียเงินตราจากค่าเวชภัณฑ์ที่ในแต่ละปีประเทศชาติเสียเงินกับเวชภัณฑ์หลายล้านบาท (สุมาลี พิษณุางกูร, 2542)

ดังนั้น จึงควรที่จะมีการศึกษาความหลากหลายและข้อมูลอื่น ๆ เพื่อให้รู้ข้อมูลคุณสมบัติเฉพาะของเห็ดแต่ละชนิด ทำให้ทราบความแตกต่างระหว่างเห็ดซึ่งมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการใช้ประโยชน์จากเห็ด เช่น การเพาะเลี้ยง การปรับปรุงพันธุ์ และการใช้ประโยชน์จากสารต่าง ๆ ที่ผลิตจากเห็ด รวมถึงการเป็นพิษของเห็ด ซึ่งจะมีประโยชน์เพื่อการวางแผนการอนุรักษ์ทรัพยากรชีวภาพในอนาคตและเป็นพื้นฐานการศึกษาวิจัย การใช้ประโยชน์จากสารในเห็ดต่อไป (เกษม สร้อยทอง, 2537 ; Ruksawong, P. and Flegel, T.W, 2001)

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาความหลากหลายของเห็ดในป่าเต็งรังในปี พ.ศ. 2551-2552 ศึกษาโดยวิธีการสุ่มแปลงตัวอย่าง (Releve Method)

1.2.2 เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเห็ดใน Family Amanitaceae และ Family Boletaceae ที่ก่อให้เกิดเห็ด Ectomycorrhiza กับกล้าไม้ต้นรัง (*Shorea siamensis* Miq.)

1.2.3 เพื่อศึกษาลักษณะทางชีวโมเลกุลของเห็ดบางชนิดในวงศ์ Amanitaceae และ Boletaceae

1.3 สมมติฐานของการวิจัย

ป่าเต็งรังมีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเกิดเห็ด ทำให้สามารถพบเห็ดจำนวนมากของป่าเต็งรังในเขตอุทยานแห่งชาติภูพาน อำเภอภูพาน จังหวัดสกลนคร

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1.4.1 สำรวจชนิด ปริมาณ และสัณฐานวิทยาของเห็ดป่าในป่าเต็งรังในพื้นที่เขตอุทยานแห่งชาติภูพาน อำเภอภูพาน จังหวัดสกลนคร โดยกำหนดพื้นที่สำรวจ 2 แปลง คือ ขนาด 100 x 100 เมตร และ 10 x 1000 เมตร โดยวิธีการ Releve method

1.4.2 สำรวจ 1 เดือน/ครั้ง ในเดือนตุลาคม พฤศจิกายน ธันวาคม มกราคม กุมภาพันธ์ และ มีนาคม และสำรวจเดือนละ 2 ครั้ง ในเดือนเมษายน พฤษภาคม มิถุนายน กรกฎาคม สิงหาคม กันยายน ในปี พ.ศ. 2551-2552 (รวม 2 ปี)

1.4.3 ศึกษาลักษณะทางกายภาพในบริเวณที่พบเห็ด เช่น อุณหภูมิ ความชื้น ความเข้มแสง ความเป็นกรดเป็นเบส และพันธุ์พืชที่อยู่บริเวณรอบ ๆ

1.4.4 ศึกษาลักษณะทางชีวโมเลกุลของเห็ดใน Family Amanitaceae และ Family Boletaceae โดยการเพิ่มจำนวน DNA โดยวิธี PCR แล้วนำไปเปรียบเทียบกับฐานข้อมูลของ GEN Bank

1.4.5 ศึกษาความสัมพันธ์ของการเจริญของเห็ด Ectomycorrhiza กับการเจริญเติบโตของกล้าไม้ต้นรัง (*Shorea siamensis* Miq.) ในด้านความสูงและเส้นรอบวงของลำต้น

1.4.6 ศึกษาสัณฐานวิทยา ของตัวอย่างเห็ดใน Family Amanitaceae และ Family Boletaceae

1.5 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1.5.1 องค์ความรู้พื้นฐานด้านความหลากหลายทางชีวภาพของเห็ดรา ในเขตอุทยานแห่งชาติภูพาน อำเภอภูพาน จังหวัดสกลนคร

1.5.2 ข้อมูลพื้นฐานในท้องถิ่นของอุทยานแห่งชาติภูพาน จังหวัดสกลนคร

บทที่ 2

เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 เอกสารที่เกี่ยวข้อง

เห็ดเป็นสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งที่บ่งชี้ความอุดมสมบูรณ์ของระบบนิเวศ ความหลากหลายของชนิดของเห็ดในป่าเต็งรังเป็นส่วนประกอบสำคัญที่ทำให้ระบบนิเวศป่าเต็งรังดำรงอยู่ได้ ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับเห็ดราและป่าที่ควรทราบมีดังนี้

- 2.1.1 วิธีการศึกษาความหลากหลายของเห็ด
- 2.1.2 การจำแนกชนิดเห็ดด้วยวิธีทางสัณฐานและชีวโมเลกุล
- 2.1.3 ความสัมพันธ์ของพืชกับเห็ดไมคอร์ไรซา (mycorrhiza)
- 2.1.4 สภาพทางชีวภาพและกายภาพของอุทยานแห่งชาติภูพาน

2.1.1 วิธีการศึกษาความหลากหลายของเห็ด

อุทิศ กุญอินทร์ (2538) ลักษณะของสังคมพืช แบ่งได้เป็น 2 ลักษณะ คือ 1) ลักษณะเชิงปริมาณ (Quantitative characteristics) และ 2) ลักษณะในเชิงคุณภาพ (Qualitative characteristics) การสุ่มตัวอย่างทางสังคมพืช เพื่อการศึกษาอาจแบ่งได้ 2 วิธีการ คือ 1) การสุ่มโดยใช้แปลงตัวอย่าง (quadrant methods) และ 2) การสุ่มโดยไม่ใช้แปลงตัวอย่าง (plotless methods) ทั้งนี้ในการที่จะใช้วิธีการสำรวจในแบบใดนั้นคงขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการศึกษา ระยะเวลาการสำรวจและงบประมาณเป็นหลักสำคัญ

อนงค์ จันทรศรีกุล และคณะ (2551) กล่าวถึงการเตรียมตัวไปเก็บเห็ดเพื่อนำมาวินิจฉัยชนิดมีขั้นตอนดังนี้

- (1) เก็บดอกเห็ดหลาย ๆ ขั้นตอนของการเติบโต คือเก็บตั้งแต่ดอกอ่อนจนถึงดอกแก่
- (2) เก็บดอกเห็ดแต่ละชนิด แล้วห่อแยกกัน การเก็บรวมกันอาจเกิดการปะปนของสปอร์ ภาชนะที่ใช้ห่อควรเป็นกระดาษใบ ที่สามารถเก็บรักษาความชื้นของดอกไว้ได้ ถ้าดอกแห้งสีของดอกอาจเปลี่ยนไป
- (3) ในขณะที่เก็บต้องสังเกตและจดบันทึกลักษณะที่อยู่ไม่คงทน การติดของแผ่นเส้นใย (veil) หรือสะเก็ดบนหมวกหรือที่ขอบหมวก แผ่นเส้นใยบาง ๆ บนก้าน หยอดของเหลวบนครีบกหรือเกล็ดสีขาวที่ขอบครีบก และการเปลี่ยนสีของดอกเห็ดเมื่อถูกสัมผัสหรือเกิดรอยชำ เป็นต้น

(4) ต้องจดบันทึกสภาพที่ดอกเห็ดเจริญอยู่ เช่น ดอกเห็ดขึ้นอยู่บนสิ่งใด ต้นไม้ที่อยู่ใกล้เคียง ชนิดของป่า ดอกเห็ดเกิดเดี่ยว ๆ กระจายเป็นกลุ่มอยู่ใกล้ ๆ กัน หรือเกิดเป็นกระจุก วิธีที่ดีที่สุดวิธีหนึ่งคือการถ่ายรูป

(5) ถ้าต้องการแยกเชื้อบริสุทธิ์จากดอกเห็ด ให้กระทำทันทีเมื่อกลับถึงห้องปฏิบัติการ อย่างไรก็ตามขอให้ทราบว่าเห็ดหลายชนิดที่ไม่สามารถเจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อได้ อาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้ ได้แก่ Potato Dextrose Agar (PDA), Malt-Extract Agar (MA) และ Modified Melin Norkrans medium (MMN) ในการแยกเชื่อนั้น เห็ด 1 ชนิด ควรแยกออกมาเลี้ยงไม่ต่ำกว่า 20 หลอด ทั้งนี้เพื่อให้แน่ใจว่าได้เชื้อบริสุทธิ์ของเห็ดชนิดนั้นจริง ๆ

(6) ต้องรีบอธิบายลักษณะภายนอกของดอกเห็ด และทำรอยพิมพ์สปอร์ (spore print) ในขณะที่ดอกเห็ดยังสดอยู่ เมื่อบันทึกลักษณะภายนอกเรียบร้อยแล้ว ถ้าสามารถวินิจฉัยชื่อดอกเห็ดได้ถึงระดับสกุล (genus) และชนิด (species) ก็ควรจะกระทำให้เสร็จโดยเร็ว แต่ถ้าไม่สามารถทำได้ ควรเก็บดอกเห็ดไว้ในที่เย็นและแห้ง เช่นตู้เย็นในห้องธรรมชาติ หรือนำดอกเห็ดไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 40-50 องศาเซลเซียส เมื่อแห้งดีแล้ว นำเกามาเก็บในถุงพลาสติกและปิดปากถุงให้สนิท เมื่อต้องการวินิจฉัยก็นำชิ้นส่วนของหมวกหรือก้านออกมาทำให้คืนรูป โดยการแช่น้ำ หรือหยด 3-5% KOH ลงไปสักครู่หนึ่ง แล้วจึงนำไปตัดให้เป็นชิ้นบางมาก ๆ เพื่อลักษณะภายในได้กล้องจุลทรรศน์ต่อไป

การสุ่มแปลงโดยใช้แปลงตัวอย่าง

เป็นวิธีการที่ไม่ซับซ้อน มีการดำเนินการที่ง่ายแต่ค่อนข้างเสียเวลา และมีค่าใช้จ่ายสูง ประกอบกับต้องใช้ผู้ช่วยเป็นจำนวนมากถ้าเป็นแปลงขนาดใหญ่ รูปแบบของแปลงตัวอย่างที่นิยมใช้กันมีหลายแบบ คือ แบบสี่เหลี่ยมจัตุรัสสี่เหลี่ยมผืนผ้า และแบบวงกลม เป็นต้น ทุกแบบมีข้อดีข้อเสียแตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับลักษณะการสุ่ม ชนิดของสังคมพืชและข้อมูลที่ต้องการรวบรวม ดังนั้น การสุ่มตัวอย่างแบบใช้แปลงตัวอย่าง จึงต้องคำนึงถึงรูปแบบของแปลงตัวอย่าง เพื่อให้สอดคล้องกับเป้าหมายของงานวิจัยเป็นหลักสำคัญ การใช้แปลงตัวอย่างเดียวขนาดใหญ่ทำการสำรวจนั้น จะกระทำได้ ต่อเมื่อสังคมพืชนั้น ๆ มีความสม่ำเสมอหรือความผันแปรภายในน้อยที่สุด คือ มีความเป็นเนื้อเดียวกันมากที่สุด (High homogeneity) แต่ถ้าหมู่ไม้ในสังคมมีความผันแปรกว้างขวาง และในการสำรวจต้องการข้อมูลที่อยู่ในเชิงปริมาณแท้ ๆ และถูกต้องตามหลักการทางสถิติ ในการวางแผนจำเป็นต้องกระจายแปลงตัวอย่าง ให้คลุมทั่วทั้งพื้นที่ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เป็นตัวแทนที่ดีของสังคม (ดอกรัก มารอด, 2542)

Shimwell, D.W (1971) ได้สรุปวิธีการวางแผนแปลงตัวอย่างไว้ 5 วิธีการ คือ 1) วางแปลงตัวอย่างขนาดใหญ่เพียงแปลงเดียว ที่คิดว่าเป็นตัวแทนที่ดีของสังคม เรียกวิธีการนี้ว่า Relve method (ข้อจำกัดวิธีการนี้ หมู่ไม้หรือสังคมต้องมีความเป็นเนื้อเดียวกันมากที่สุด 2) วางแปลงตัวอย่างลงใน

พื้นที่โดยให้ทุกส่วนของพื้นที่มีโอกาสได้รับเลือกเท่า ๆ กัน (random sampling) 3) การวางแผนตัวอย่างโดยการกำหนดบางส่วนและเป็นการสุ่มเลือกให้มีโอกาสเท่ากันบางส่วน (stratified random sampling) 4) การวางแผนโดยให้มีระยะเท่าๆกันในพื้นที่ที่กำหนดไว้ (Systemetic sampling) และ 5) การวางแผนต่อเนื่องกันไปเป็นแนวยาวในรูปของแถบพื้นที่ (belt transect sampling)

เมื่อทำการวางแผนตัวอย่างในสังคมพืชสิ่งที่จำเป็นอีกประการหนึ่ง คือ การกำหนดขนาดของแปลงตัวอย่างเล็กสุด จุดสำคัญของการกำหนดแปลงตัวอย่างแบบนี้คือ ต้องการให้พื้นที่เป็นตัวแทนที่ดีของสังคมมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ดังนั้นในทางปฏิบัติจึงต้องคำนึงถึงพื้นที่เล็กที่สุด (minimal area) ที่เป็นตัวแทนของสังคมพืช คือ พื้นที่ที่เล็กที่สุดที่ยังสามารถแสดงให้เห็นถึงโครงสร้างสมบูรณ์ของสังคม สำหรับขนาดแปลงตัวอย่างเล็กสุดที่นิยมใช้กันสำหรับสังคมพืชในเมืองไทยนั้น จะขึ้นอยู่กับชนิดของป่า หรือสังคมพืชเป็นสำคัญ เช่น ในป่าเต็งรัง ป่าเบญจพรรณ ใช้ขนาด 10x10 เมตร ส่วนป่าดิบแล้ง ดิบชื้น ใช้ขนาด 25 x 25 เมตร สำหรับศึกษาไม้ใหญ่ เป็นต้น ในทางนิเวศวิทยานั้น เมื่อทำการวางแผนตัวอย่างลงในสังคมพืชแล้วจะทำการวางแผนตัวอย่างขนาดเล็กเพื่อศึกษาไม้หนุ่ม (sampling) คือ ไม้ที่มีความสูงมากกว่า 1.30 เมตร แต่ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางน้อยกว่า 4-5 เซนติเมตร และกล้าไม้ (seedling) ซึ่งขนาดแปลงที่นิยมใช้สำหรับไม้หนุ่มคือ 4 x 4 เมตร ส่วนกล้าไม้ใช้ขนาด 1x1 เมตร (คอรัก มารอด, 2542)

2.1.2 การจำแนกชนิดเห็ดด้วยวิธีทางสัณฐานและชีวโมเลกุล

2.1.2.1 การจำแนกเห็ดรา

การจำแนกเห็ดโดยวิธีทางสัณฐาน ยึดตามการจัดจำแนกตามความหลากหลายของเห็ดและราขนาดใหญ่ในประเทศไทย (อนงค์ จันทรศรีกุล และคณะ, 2551) ความหลากหลายของกลุ่มเห็ดผึ้งในภาคอีสาน (อุษา กลิ่นหอม และวินัย กลิ่นหอม, 2550) เห็ดในป่าสะแกราช (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2550) เห็ดและราในประเทศไทย (Ruksawong, P. and Flegel, T.W., 2001) เห็ดและราขนาดใหญ่ในประเทศไทย (เกษม สร้อยทอง, 2537) และเห็ดเมืองไทย เทคโนโลยีการเพาะเห็ด (อนงค์ จันทรศรีกุล, 2542) โดยจะเรียงตามลำดับตัวอักษรในระดับ ชั้น อันดับ วงศ์ สกุล และชนิด

2.1.2.2 ลำดับชั้นการจำแนก

การจำแนกเห็ดแยกออกเป็นลำดับชั้น โดยอาศัยการจำแนกตามคู่มือความหลากหลายของเห็ดและราขนาดใหญ่ในประเทศไทย (อนงค์ จันทรศรีกุล และคณะ, 2551) ได้ดังนี้

Kingdom Fungi – Eumycota

Phylum Basidiomycota

Class Basidiomycetes

Order Agaricales

Family Agaricaceae

Family Bolbitiaceae

Family Clavariaceae

Family Coprinaceae

Family Cortinariaceae

Family Entolomataceae

Family Fistulinaceae

Family Hydnangiaceae

Family Lycoperdaceae

Family Marasmiaceae

Family Nidulariaceae

Family Pleurotaceae

Family Pluteaceae

Family Pterulaceae

Family Schizophyllaceae

Family Strophariaceae

Family Tricholomataceae

Order Auriculariales

Family Auriculariaceae

Order Boletales

Family Boletaceae

Family Boletinellaceae

Family Coniophoraceae

Family Hymenogasteraceae

Family Melanogastraceae

Family Paxillaceae

Family Sclerodermataceae

Family Suillaceae

Order Cantharellales

Family Cantharellaceae

Family Clavulinaceae

Family Hydnaceae

Order Dacrymycetales

Family Dacrymycetaceae

Order Hymenochaetales

Family Hymenochaetaceae

Order Phallales

Family Geastraceae

Family Gomphaceae

Family Phallaceae

Order Polyporales

Family Albatrellaceae

Family Fomitopsidaceae

Family Ganodermataceae

Family Gloeophyllaceae

Family Hapalopilaceae

Family Meripilaceae

Family Meruliaceae

Family Podoscyphaceae

Family Polyporaceae

Order Russulales

Family Auriscalpiaceae

Family Bondarzewiaceae

Family Russulaceae

Family Stereaceae

Order Thelephorales

Family Bankeraceae

Family Thelephoraceae

Order Tremellales

Family Exidiaceae

Family Tremellaceae

Phylum Ascomycota

Class Ascomycetes

Order Arthoniales

Family Roccellaceae

Order Diaporthales

Family Valsaceae

Order Gyalectales

Family Gyalectaceae

Order Helotiales

Family Geoglossaceae

Family Helotiaceae

Family Leotiaceae

Order Hypocreales

Family Hypocreaceae

Order Hysteriales

Family Hysteriaceae

Order Lecanorales

Family Bacidiaceae

Family Lecanoraceae

Order Pezizales

Family Discinaceae

Family Helvellaceae

Family Pyronemataceae

Family Sarcoscyphaceae

Order Pleosporales

Family Didymosphaeriaceae

Family Venturiaceae

Order Sordariales

Family Nitschkiaceae

Order Xylariales

Family Diatrypaceae

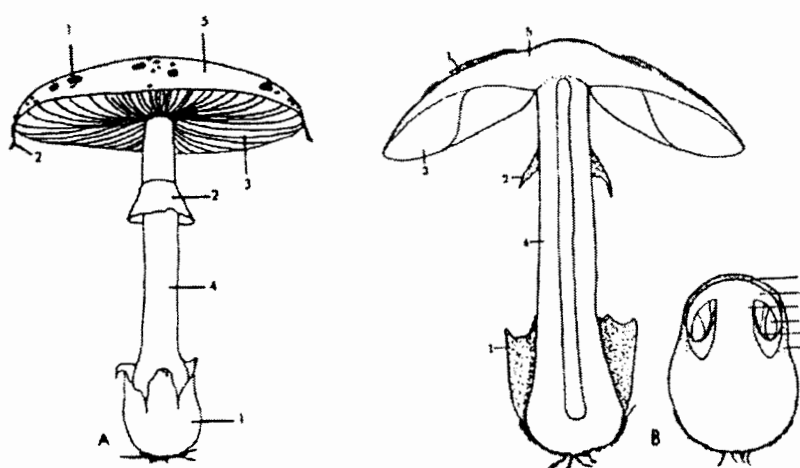
Family Xylariaceae

2.1.2.3 รูปร่างและโครงสร้างของเห็ดรา

ลักษณะของรูปร่างและโครงสร้างทั่วไป สามารถแบ่งออกเป็นกลุ่มใหญ่ ๆ ได้หลายกลุ่ม ได้แก่ กลุ่ม gill fungi กลุ่ม boletes กลุ่ม club, coral, cauliflower, fanlike or irregularly lobed fungi กลุ่ม toothed fungi กลุ่ม chanterelles และ trumpets กลุ่ม polypores (รวมทั้ง brackets) และ crust – like fungi กลุ่ม puffball, earthstars, earthstars, stinkhorns, birds nest fungi กลุ่ม cup fungi, morels, helvellas, earthtongues กลุ่ม globose หรือ stud – like on wood และกลุ่ม truffles (Kibby, G, 1975) ดังภาพที่ 2.1 องค์ประกอบต่าง ๆ ของเห็ด (Ruksawong, P. and Flegel, T.W, 2001) มีดังนี้

1) ส่วนประกอบต่างๆ ของเห็ด

การเจริญของเห็ดใน Order Agaricales (Agarics) มีครีบได้หมวก (gill fungi) ในจำพวก Basidiomycetes (Subdivision Basidiomycotina) เริ่มมาจากเส้นใยของเห็ดรารวมตัวกันเป็นกลุ่มก้อน ภายในเวลาไม่กี่ชั่วโมง ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม คือในที่ที่มีอาหาร ความชื้นและอุณหภูมิที่พอเหมาะ ก้อนเชื้ออ่อนจะเจริญมีขนาดใหญ่ขึ้น แล้วปริแตกและยืดยาวออกไปในอากาศ เผยให้เห็นส่วนต่างๆ ของดอกเห็ด เมื่อมีขนาดโตเต็มที่ประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 2.1 ลักษณะรูปร่างและโครงสร้างทั่วไปของเห็ด (*Amanita* sp.) A. Basidiocarp ที่เจริญเต็มที่

B. section ตามยาวของ Basidiocarp ที่แก่และอ่อน (1) universal veil (2) Partial veil (3) lamella

(4) stipe (5) pileus (วิชัย รักวิทยาศาสตร์, 2546)

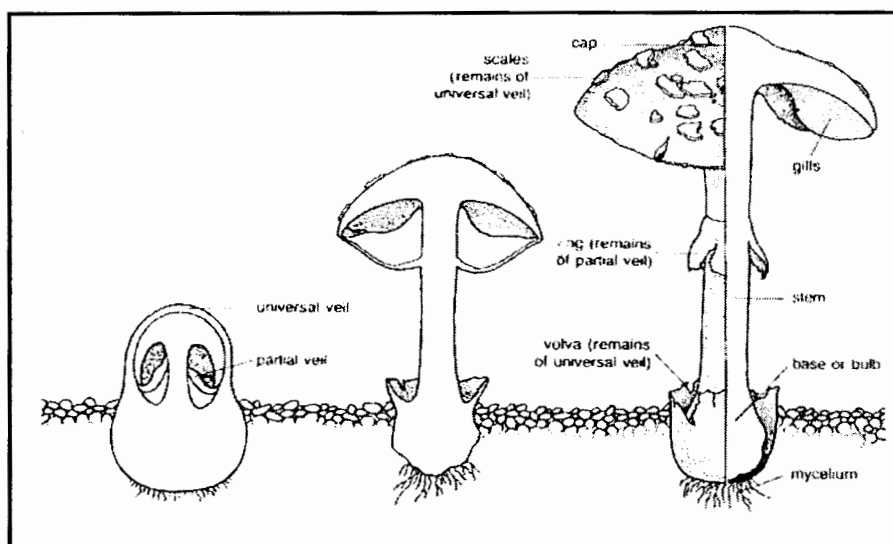
- หมวกเห็ด (cap) เป็นส่วนประกอบปลายสุดของดอกที่เจริญเติบโตขึ้นไปในอากาศ เมื่อดอกบานเต็มที่จะกางออก มีลักษณะรูปทรงเหมือนร่มกาง ขอบงุ้มลงหรือแบนราบ หรือกลางหมวกเว้าลงเป็นแอ่ง มีรูปเหมือนกรวยปากกว้าง ผิวหมวก เห็ดด้านบนอาจจะเรียบ ขรุขระ มีเกล็ด (scales) หรือมีขนแตกต่างกันไปแล้วแต่ชนิดของเห็ด เกล็ดหรือขนเป็นเนื้อเยื่อที่ยังคงเหลือติดจากกลุ่มเนื้อเยื่อห่อหุ้มดอกเห็ดอ่อน (outer veil) เนื้อของดอกเห็ดมีความหนาบางต่างกัน อาจเหนียว หรือฉีกขาดได้ง่าย สีของเนื้อเห็ดภายในและภายนอกอาจเป็นสีเดียวหรือแตกต่างกัน ดังภาพที่ 2.2

- ครีบ (gill) ด้านล่างของหมวกเห็ดมีครีบหรือซี่ เรียงเป็นรัศมีรอบก้านดอกห้อยแขวนลงมาจากเนื้อของหมวกเห็ดที่อยู่ตอนบน เห็ดบางชนิดมีครีบหมวกด้านในยึดติดหรือไม่ยึดติดกับก้านดอก ด้านนอกเชื่อมติดกับขอบหมวกสองข้างของครีบหมวกเป็นที่เกิดสปอร์ของดอกเห็ด ครีบหมวกนั้นอาจถูกย่อยให้ละลายเป็นของเหลวในเห็ดบางชนิด เช่น เห็ดหิ่งห้อย หรือเห็ดน้ำหมึก เห็ดแต่ละชนิดมีจำนวนครีบหมวกแตกต่างกันและความหนาบางไม่เท่ากัน จำนวนครีบหมวกจึงใช้เป็นลักษณะประกอบการจำแนกเห็ดด้วย สีของครีบหมวกส่วนมากเป็นสีเดียวกับสปอร์ของเห็ดซึ่งจัดเป็นลักษณะแตกต่างของเห็ดแต่ละชนิดโดยปกติมีสีขาว เหลือง ชมพู ม่วง น้ำตาล และดำ

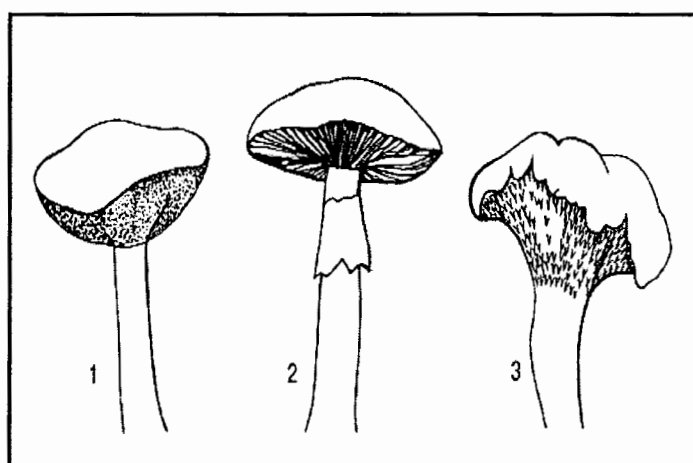
เห็ดบางสกุลไม่มีครีบ แต่จะมีรู (pore หรือ tube) หรืออาจมีลักษณะคล้ายหนาม (spine) แทนครีบที่จะมีสปอร์อยู่ภายในบางชนิดสปอร์จะถูกฝังอยู่ในเนื้อเยื่อก่อนงู้น เช่น เห็ดหูหนู หรือมีสปอร์เกิดอยู่ในเปลือกหุ้มที่เป็นก้อนกลม เช่น เห็ดเผาะ

การปล่อยสปอร์ของเห็ดผ่านช่องทางโครงสร้างที่เป็นรู (pore หรือ tube) เป็นครีบ (gill) และเนื้อเยื่อที่มีลักษณะคล้ายหนาม (spine) ดังภาพที่ 2.3

ส่วนประกอบของเห็ด ขณะเป็นดอกอ่อนส่วนเนื้อเยื่อห่อหุ้มภายนอก (universal veil หรือ outer veil) เมื่อดอกเห็ดบานจะเปลี่ยนเป็นเกล็ด หรือขน หรือ scales และส่วนเนื้อเยื่อห่อหุ้มภายใน (partial veil หรือ inner veil) เมื่อหมวกเห็ดบานจะยังคงติดบนก้านที่เรียกว่า ring



ภาพที่ 2.2 ส่วนประกอบของเห็ดขณะเป็นดอกอ่อน (ซ้าย) แสดงส่วนเนื้อเยื่อห่อหุ้มภายนอก (universal veil หรือ outer veil) เมื่อดอกเห็ดบานจะเปลี่ยนเป็นเกล็ด หรือขนหรือ scales และส่วนเนื้อเยื่อห่อหุ้มภายใน (partial veil หรือ inner veil) เมื่อหมวกเห็ดบานจะยังคงติดบนก้านที่เรียกว่า ring (Oei, P., 1991)



ภาพที่ 2.3 การปล่อยสปอร์ในเห็ดสกุลต่าง ๆ (1) เห็ดสกุล Boletus สปอร์จะผ่านออกทางรู (pore หรือ tube) (2) สกุล Agaricus สปอร์ผ่านทางครีบหรือ gill (3) เห็ดสกุล Hydnum สปอร์ผ่านเนื้อเยื่อมีลักษณะคล้ายหนาม (spine) (Kibby, G, 1975)

- ก้านดอก (stalk หรือ stipe) มีขนาดและความยาวแตกต่างกันส่วนมาก เป็นรูปทรงกระบอก บางชนิดมีโคน หรือปลายเรียวเล็ก ตอนบนยึดติดกับหมวกเห็ดหรือครีบหมวก ด้านใน ตอนล่างของเห็ดบางชนิดอาจมีเส้นใยหยาบรวมกันเป็นก้อนหรือเปลือกหุ้มโคน (volva)

ซึ่งมีลักษณะคล้ายถ้วยชาหงายรองรับอยู่ เช่น เปลือกหุ้มโคนในเห็ดฟาง ฯลฯ บนก้านดอกตอนบนของเห็ดบางชนิดมีวงแหวน (ring) หรือเชือกบาง (ม่าน หรือ annulus) หุ้มอยู่โดยรอบก้านดอกเห็ดมีผิวเรียบ ขรุขระ หรือมีขน หรือมีเกล็ด เมื่อถูกสัมผัสด้วยมือหรืออากาศอาจเปลี่ยนสีได้

ในเห็ดบางชนิดเนื้อเยื่อภายในก้านดอกอาจจะสานกันแน่นทึบ นิ่มแข็ง หรือกรอบ หรือเป็นเส้นหยาบ หรืออาจสานกันเป็นเส้นใยหลวมคล้ายฟองน้ำ บางชนิดอาจมีรูกลวงยาวตลอด หรือเกิดขึ้นเป็นบางส่วน เนื้อเยื่อก้านดอกเห็ดบางชนิดจะมีรสหวานกรอบและแมลงจะเข้าไปอาศัยกินอยู่ภายในจนเป็นรูพรุน และเน่าเสียอยู่ภายในได้ เช่น ก้านดอกเห็ดหล่ม เห็ดร่างแห (Stinkhorn) มีร่างแหสีขาวเป็นรู โปร่งคล้ายลูกไม้ห้อยแขวนลงจากเนื้อเยื่อได้ห่มวงเห็ดคลุมอยู่รอบก้านดอก ซึ่งเป็นลักษณะพิเศษของเห็ดชนิดนี้

- วงแหวน (ring หรือ annulus) เป็นเนื้อเยื่อบางๆ ยึดติดก้านดอกได้ห่มวงเห็ดลงมาเล็กน้อยเป็นส่วนหนึ่งของเนื้อเยื่อห่อหุ้มครีบเมื่อดอกเห็ดยังอ่อนที่เรียกว่า inner veil วงแหวนนี้อาจเลื่อนขึ้นลงได้ ไม่ยึดติดกับก้านดอกในเห็ดบางชนิด

- เปลือกหุ้ม (volva) เป็นเนื้อเยื่อชั้นนอกสุดที่ห่อหุ้มดอกเห็ดทั้งดอกไว้ในระยะที่เป็นดอกอ่อนหรือ outer veil นั่นเอง ซึ่งมีในเห็ดบางชนิด เช่น เห็ดฟาง และในเห็ดพิษหลายชนิดในสกุล Amanita เมื่อดอกเห็ดขยายใหญ่ขึ้นเปลือกหุ้มตอนบนจะแตกออก เพื่อให้ห่มวงเห็ดและก้านดอกยึดตัวชูสูงขึ้นมาในอากาศ ทิ้งให้เปลือกหุ้มอยู่ที่โคนก้าน มองดูเหมือนก้านดอกเห็ดอยู่ในถ้วยเปลือกหุ้มอาจมีเนื้อเยื่อหรือสีคล้ายคลึงหรือแตกต่างกับห่มวงเห็ดแต่ส่วนมากมีสีขาวในเห็ดบางชนิดอาจมองเห็นไม่ชัดเจนเหมือนเห็ดฟางเพราะมีเนื้อเยื่อบางกว่าเห็ดบางชนิดในสกุล Amanita ซึ่งอาจจะเป็นเห็ดพิษจึงเป็นการเสี่ยงที่จะเก็บเห็ดดมมารับประทาน เพราะยังไม่เห็นเปลือกหุ้มชัดเจน

- กลุ่มเส้นใย (mycelium) ก่อนที่จะเป็นดอกเห็ดเราจะเห็นบริเวณนั้นมีเส้นใยสีขาว หรือ hypha คือเซลล์หลายเซลล์มาต่อกันเป็นเส้นใย แต่หากเส้นใยเหล่านี้ก่อตัวหรือรวมตัวกันเป็นก้อนใหญ่ขึ้น เรียกเส้นใยรวมตัวกันอยู่นี้ว่า กลุ่มเส้นใย เห็ดบางชนิดจะมีเส้นใยรวมตัวเป็นก้อนแข็งอยู่ที่โคนก้านดอกหรือเป็นเส้นหยาบมองเห็นด้วยตาเปล่า แต่บางชนิดมีเส้นใยละเอียดเล็กมาก มองไม่เห็นลักษณะดังกล่าว โดยปกติเส้นใยของเห็ดจะมีสีขาวนวลแทรกอยู่ตามที่มันอาศัยอยู่

- ดอกเห็ด (fruiting body) เห็ดเกือบทุกชนิดเป็นเห็ดราเบสิดีโอไมยสัท และเป็นเบสิดีโอไมยสัทชั้นสูงด้วย รูปร่างของเห็ดแบ่งเป็น (1) แผ่นเยื่อนุ่มแบบวุ้น เช่น เห็ดหูหนู (2) ทรงร่ม เช่น เห็ดฟาง เห็ดโคน เห็ดฝรั่ง หรือ (3) เป็นก้อนค่อนข้างกลม เช่น เห็ดจาวมะพร้าว เห็ดเผาะหรือเห็ดถอบ เห็ดบางชนิดสามารถเลี้ยงเส้นใยจนเกิดดอกเห็ดได้บนอาหารวุ้นในหลอดทดลอง เช่น เห็ดนางรม แต่บางชนิดแม้จะทดลองกันมากมายเพียงใด ก็ไม่สามารถทำให้เกิดดอกเห็ดได้ เช่น เห็ดโคน เห็ดอานม้า

- สปอร์เห็ด คือ กลุ่มเซลล์ที่ถูกสร้างขึ้นได้หมวกของดอกเห็ดและใช้ในการขยายพันธุ์ของเห็ดราสปอร์จะแบ่งออกเป็น asexual spore และ sexual spore ในเบสิดิโอมัยสิท จะสร้าง asexual spore น้อยมากโดยทั่วไปจะแพร่พันธุ์ด้วย sexual spore แทบทั้งสิ้นเรียกว่า เบสิดิโอสปอร์ เห็ดดอกหนึ่งสามารถสร้างสปอร์ได้จำนวนมากนับล้าน ๆ สปอร์ มีขนาดเล็กมากมีหน่วยวัดเป็นไมครอนหรือมิลลิเมตร สปอร์จะปลิวหรือลอยไปในอากาศ เมื่อตกอยู่ในที่ที่มีสภาพแวดล้อมเหมาะสม เช่น มีอาหาร ความชื้น อุณหภูมิ ความเป็นกรด-ด่าง ที่เห็ดชนิดนั้นต้องการ สปอร์จะงอกออกมาเป็นเส้นใย (hypha) ต่อไป

2.1.3 ความสัมพันธ์ของพืชกับเห็ดไมคอร์ไรซา

นิวัฒน์ เสนาะเมือง (2543) กล่าวว่า พืชเกือบทุกชนิดเจริญได้ไม่ดีนัก ถ้าไม่มีไมคอร์ไรซาเข้ามาเกี่ยวข้อง การถ่ายเทอาหารเป็นไปแบบพึ่งพาอาศัย พืชเป็นฝ่ายให้สารประกอบคาร์บอนกับรา เช่น น้ำตาล hexode ที่ราต้องใช้เพื่อเปลี่ยนเป็นน้ำตาลแอลกอฮอล์ เช่น mannitol และ arabitol ในกรณีนี้ราเป็นผู้ใช้น้ำตาลและราทำหน้าที่เพิ่มประสิทธิภาพการดูดซับธาตุอาหารที่มีอยู่ปริมาณน้อยในดินให้กับพืชด้วยกลไก 2 ชนิด คือ เพิ่มความสามารถในการดูดซับสารอาหาร (Scavenging vole) โดยเส้นใยสามารถที่จะแผ่ขยายและเพิ่มความเข้มข้นธาตุอาหารแล้วส่งให้กับพืชได้ใช้สารอาหารพวกฟอสเฟต และช่วยสะสมอาหาร (reservoir) โดยเส้นใยของราอาจทำหน้าที่สะสมอาหารที่จำเป็นให้กับราเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของสารอาหารตามฤดูกาล ราไมคอร์ไรซาส่วนใหญ่ไม่มีความจำเพาะต่อพืช จึงมักมีอยู่ในดินบริเวณรอบๆ รากพืช อย่างไรก็ตามชนิดของพืชเป็นกรณีหนึ่งที่ยังบอกชนิดของราไมคอร์ไรซา เช่น ถ้ามีเฟิร์นมากจะมีเอนโดไมคอร์ไรซามาก แต่จะพบเอนโดไมคอร์ไรซามากถ้ามีไม้ยืนต้นบางชนิดเจริญอยู่ เราสามารถสร้างเครือข่ายการแลกเปลี่ยนสารคาร์บอนกับพืชได้อย่างกว้างขวาง

Harley, J.L. and Smith, S.E. (1983) ได้รวบรวมรายงานเกี่ยวกับไมคอร์ไรซา และจัดแบ่งไมคอร์ไรซาออกเป็น 7 กลุ่มได้แก่

- (1) ectomycorrhiza
- (2) endomycorrhiza (vesicular-arbuscular mycorrhiza)
- (3) ectendomycorrhiza
- (4) ericoid mycorrhiza
- (5) arbutoid mycorrhiza
- (6) monotropoid mycorrhiza
- (7) orchid mycorrhiza



รายละเอียดดังนี้

(1) Ectomycorrhiza เป็นไมคอร์ไรซาที่มีเส้นใยของราเจริญสานตัวกันเป็นแผ่น (fungal sheath) หรือเป็นเยื่อหุ้ม (mantle) อยู่รอบ ๆ ราก มีความหนาประมาณ 20-100 ไมครอน และมีน้ำหนักแห้งคิดเป็น 25-40 % ของน้ำหนักแห้งของรากทั้งหมด เส้นใยบางส่วนบริเวณนี้จะเจริญเข้าไปอยู่ในช่องว่างระหว่างเซลล์ชั้น epidermis กับเซลล์ชั้น cortex แล้วเส้นใยจะเจริญสานกันเป็นตาข่ายอยู่รอบ cortical cell เรียกว่า Hartig net (Atkinson, D. and et al, 1975; Warcup, JH, 1980) ราเอกโตไมคอร์ไรซามีมากกว่า 5,000 ชนิด และเจริญร่วมกับพืชหลายชนิดในเขตภูมิอากาศต่าง ๆ ทั่วโลก ส่วนใหญ่ราเอกโตไมคอร์ไรซาเป็นราชั้นสูง จัดจำแนกอยู่ในกลุ่ม Basidiomycetes, Gasteromycetes, Ascomycetes และ Phycomycetes (Harley, J.L. and Smith, S.E., 1983)

(2) Endomycorrhiza เป็นไมคอร์ไรซาที่มีเส้นใยเจริญอยู่รอบ ๆ รากพืชและบางส่วนของเส้นใยเจริญเข้าไปในเซลล์ของรากพืช (intracellular) และอาจเข้าไปอยู่ระหว่างเซลล์ (intercellular) ของรากพืชในชั้น cortex เส้นใยที่เจริญอยู่รอบ ๆ รากพืชอยู่กันอย่างหลวม ๆ หรือยื่นออกจากรากพืชสู่ดินประมาณ 1 ซม. ส่วนของเส้นใยที่เจริญเข้าไปในรากพืชจะเจริญอยู่ในชั้น primary cortex เท่านั้น และนิยมเรียกชื่อย่อกันในปัจจุบันว่า ราเวสสิคูลาร์-อาร์บัสคูลาร์ ไมคอร์ไรซา (vesicular-arbuscular mycorrhiza: VAM) นอกจากเส้นใยในรากแล้ว ราเวสสิคูลาร์-อาร์บัสคูลาร์ ไมคอร์ไรซานี้ ยังสร้างโครงสร้างที่ไม่มีใครเหมือนในเนื้อเยื่อราก 2 โครงสร้าง คือ โครงสร้างเวสสิเคิล (vesicle) และอาร์บัสคูล (arbuscule) โดยเส้นใยจะเจริญเข้าไปอยู่ในเซลล์ชั้น cortex หรืออยู่ระหว่างเซลล์ชั้น cortex ไม่เข้าไปในชั้น meristematic cells หรือชั้น endodermis เส้นใยอาจจัดเป็นวงในเซลล์รากหรืออาจจะมีการแตกแขนงแบบ dichotomous จนเกือบเต็มเซลล์ ทำให้มีลักษณะคล้ายกะหล่ำดอกหรือคล้ายต้นไม้ (tree-like) อยู่ในเซลล์พืชเราเรียกโครงสร้างนั้นว่า อาร์บัสคูล (arbuscule) ซึ่งจะเจริญอยู่ระยะหนึ่งและสลายไป อาจเกิดจากการย่อยสลายของเซลล์พืชก็เป็นได้ โครงสร้าง arbuscule นั้นเป็นโครงสร้างซึ่งเราใช้สะสมแร่ธาตุอาหารโดยเฉพาะฟอสฟอรัส ซึ่งเมื่อพืชย่อยสลายโครงสร้างนี้ สารอาหารสามารถถ่ายเทไปให้กับพืชได้ การถ่ายเทสารอาหารนั้นอาจเกิดจากการแลกเปลี่ยนสารอาหารที่บริเวณผิวหน้าของ arbuscule ที่สัมผัสกับเซลล์ได้ เราจะได้รับสารคาร์โบไฮเดรตจากพืช โครงสร้าง arbuscule นี้จะมีอายุประมาณ 2-14 วันก็จะสลายไป เมื่อโครงสร้าง arbuscule สลายไป รากจะมีการสร้างโครงสร้างซึ่งมีรูปร่างกลมหรือรูปไข่ ลักษณะคล้ายถุงผนังหนา เกิดที่ปลายของเส้นใย (terminal) หรือตรงกลางเส้นใย (intercalary) ซึ่งโป่งบวมออกมา ภายในมีหยดไขมันสีเหลืองบรรจุอยู่เป็นโครงสร้างที่ใช้ในการเก็บสะสมอาหารของราก และเป็นโครงสร้างที่ทนต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมได้ดี เรียกโครงสร้างนี้ว่า เวสสิเคิล (vesicle) เนื่องจากโครงสร้างทั้งสองนี้เป็นโครงสร้างที่ไม่พบในราชนิดใด ๆ จึงทำให้นักวิจัยใช้โครงสร้างนี้ในการบ่งชี้ว่ามีราชนิดนี้เข้าอยู่อาศัยในพืชอาศัยหรือไม่ รากของพืชที่มีราอาศัย

ร่วมอยู่ด้วยสามารถเจริญเติบโตได้ตามปกติและไม่มีการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพ แต่รากพืชบางชนิดอาจพบการเปลี่ยนสีเป็นสีเหลืองอ่อน และไม่มีรากขน ซึ่งสีเหลืองนี้จะจางหายไปเมื่อถูกแสงสว่างและความชื้นของสีขึ้นอยู่กับปริมาณการเข้าสู่รากของรา (Harley, J.L. and Smith, S.E., 1983)

(3) Ectendomycorrhiza หรือ Pseudomycorrhiza เป็นไมคอร์ไรซาที่มีลักษณะอยู่ระหว่าง ectomycorrhiza และ endomycorrhiza อาจพบเส้นใยของราเจริญเกาะกันอยู่อย่างหลวม ๆ รอบ ๆ รากพืชหรือไม่พบเลย มีเส้นใยบางส่วนเจริญเข้าสู่เซลล์พืชแล้วขดเป็นวง (coil) อยู่ภายในเซลล์ บางครั้งพบเส้นใยเจริญเข้าไปอยู่ในช่องว่างระหว่างเซลล์ในชั้น cortex และสร้าง Hartig net ราที่มีการดำรงชีวิตแบบนี้เส้นใยจะมีผนังกัน มีสีเข้ม จัดอยู่ใน class Basidiomycetes และ Ascomycetes บางครั้งพบการสร้าง chlamydospore อยู่ภายในเส้นใยที่โป่งบวม ไม่พบ conidia และโครงสร้างสืบพันธุ์อื่น ๆ ตัวอย่างราได้แก่ *Rhizoctonia sylvestris*, *Phialocephala dimorphospora* พืชอาศัยของราไม้แก่ สน (pine), spruce, beech ซึ่งเป็นพืชในกลุ่ม Gymnospermae และ Angiospermae (Mikola, 1965; Harley, J.L. and Smith, S.E., 1983) ectendomycorrhiza มักจะพบ ectomycorrhiza เจริญขึ้นแทน (Wilcox, H.E., 1971)

(4) Ericoid mycorrhiza เป็นไมคอร์ไรซาของพืชใน Order Ericales ลักษณะสำคัญของ ericoid mycorrhiza คือ เส้นใยของราชนิดนี้มีผนังกัน บางชนิดเป็นราใน Class Ascomycetes เช่น *Pezizella ericae* บางชนิดเป็นราใน Class Basidiomycetes เช่น *Clavaria* ราจะเจริญเข้าสู่เซลล์พืชแล้วม้วนขดเป็นวง (coil) อยู่ในเซลล์ของ cortex ไม่สร้าง sheath หรือ Hartig net พืชอาศัยเป็นไม้พุ่มหรือไม้ยืนต้นขนาดเล็กใน Order Ericales Family Ericaceae (Sub-Family Ericoideae, Vaccinioideae และ Rhododendroideae) Family Epacridaceae และ Family Empetraceae (Harley, J.L. and Smith, S.E., 1983) เป็น ไมคอร์ไรซาที่มีความสำคัญต่อพืชและระบบนิเวศเช่นเดียวกับไมคอร์ไรซาชนิดอื่น แต่ที่สำคัญ คือ Ericoid Mycorrhiza มีบทบาทสำคัญมากสำหรับพืชที่ปลูกในดินที่มีความเป็นกรดสูง Read, D.J. (1978) ได้ศึกษาผลของ Ericoid Mycorrhiza ต่อการเจริญของ *Erica baurea* พืชประจำถิ่นแอฟริกาใต้ที่ออกดอกในฤดูแล้ง พบว่า *E.baurea* ที่มี Ericoid Mycorrhiza อยู่ด้วยมีความสามารถในการดูดธาตุไนโตรเจน และสะสมไว้ในฤดูสืบพันธุ์ได้สูงกว่าพืชที่ไม่มีไมคอร์ไรซา

(5) Arbutoid mycorrhiza เป็นไมคอร์ไรซาของพืชใน Order Ericales อีกชนิดหนึ่ง โดยราที่อยู่ร่วมกับรากจะสร้างเส้นใยสานกันเป็นแผ่น (sheath) ล้อมรอบราก แล้วเส้นใยบางส่วนเจริญเข้าไปอยู่ระหว่างเซลล์ในชั้น cortex สร้าง Hartig net และมีเส้นใยเล็ก ๆ งอกแทงเข้าสู่เซลล์แล้วเจริญขดม้วนเป็นวง (coil) อยู่ภายในเซลล์ มักพบในต้นไม้และไม้พุ่ม (shrub) ที่โตเต็มที่แล้ว ราที่มีความสัมพันธ์กับพืชแบบนี้เป็นราใน Class Basidiomycetes ซึ่งบางครั้งอาจจะมี ความสัมพันธ์แบบ Ectomycorrhiza หรือ Ectendomycorrhiza กับพืชอาศัยชนิดอื่น เช่น *Cortinarius zakii* ซึ่งเป็น

Arbutoid mycorrhiza กับพืช *Arbutus menziesii* และเป็น Ectomycorrhiza กับพืช *Pseudotsuga douglasii* และกับพืช *Abies grandis* เป็นต้น (Zak, B., 1973; Zak, B., 1974; Duddridge, J.A., 1980)

(6) Montropoid mycorrhiza เป็นไมคอร์ไรซาที่พบในพืช family Monotropaceae ซึ่งเป็นพืชที่ไม่มีคลอโรฟิลล์ มีระบบรากเป็นรากแก้ว รากแขนงและรากฝอย บริเวณรากแขนงจะพบเส้นใยของราสานกันหนา 2-3 ชั้น เป็นแผ่น (sheath) และมีเส้นใยสานกันเป็นตาข่าย (Hartig net) ล้อมรอบเซลล์ชั้นนอกสุด (epidermis) และชั้น cortex ของพืช นอกเหนือไปจากนี้เส้นใยของราบางส่วนแทงเข้าไปในเซลล์ของ epidermis แล้วเจริญเป็น haustoria ที่ไม่แตกแขนง พืชอาศัยที่มีการศึกษากันมากคือ *Monotropa hypopitys* มักพบไมคอร์ไรซานี้เจริญอยู่ร่วมกับไม้ป่าหลายชนิด เช่น บีช (beech), สน (pine) และ conifers ชนิดอื่น ๆ ราที่เป็นไมคอร์ไรซานี้เป็นราใน class Basidiomycetes ตัวอย่างเช่น *Boletus* (Harley, J.L. and Smith, S.E., 1983)

(7) Orchid mycorrhiza เป็นไมคอร์ไรซาที่พบในพืช Family Orchidaceae หรือกล้วยไม้ชนิดต่าง ๆ มีความสัมพันธ์กับราใน Class Basidiomycetes บางชนิด ที่สามารถย่อยเซลลูโลส (cellulose) และลิกนิน (lignin) ได้ ไมคอร์ไรซานี้มีความสำคัญในการกระตุ้นการงอกของเมล็ดพืช และให้สารอาหารที่ต้นกล้าพืชต้องการในการเจริญเติบโต (Warcup, J.H., 1980)

2.1.3.1 เอคโตไมคอร์ไรซา

เอคโตไมคอร์ไรซา (Ectomycorrhiza) คือ เห็ดราไมคอร์ไรซาที่อาศัยอยู่บริเวณเซลล์ผิวของรากภายนอกของพืชหรือต้นไม้ เส้นใยของเชื้อราจะประสานจับตัวกันแน่นภายนอกผิว รากคล้ายรากฝอย มีสีต่าง ๆ กัน เช่น สีขาว สีทอง สีเหลือง สีนํ้าตาล สีแดง สีดำ รากที่มีเชื้อราไมคอร์ไรซาเกาะอยู่จะมีลักษณะแตกเป็นง่าม เป็นกระจุก บวมโต รากจะมีรูปร่างแตกต่างจากรากปกติที่ไม่มีไมคอร์ไรซาช่วยหานํ้าและธาตุอาหารให้แก่รากบริเวณผิวดินลึกประมาณ 10-20 เซนติเมตร สีของรากจะแปรเปลี่ยน สีเข้มขึ้นตามอายุขัยของเชื้อราไมคอร์ไรซา และแล้วแต่ชนิดของเชื้อราแตกกิ่งก้านเป็นแขนง หลายแขนง หรือรากเดี่ยว ๆ ส่วนใหญ่เชื้อราเอคโตไมคอร์ไรซาเป็นราชั้นสูง จัดจำแนกอยู่ใน Phylum Basidiomycota Ascomycota และ Zygomycota ส่วนใหญ่เป็นราที่สร้างดอกเห็ดขนาดใหญ่เหนือผิวดินได้ร่มไม้ที่มันอาศัยอยู่ซึ่งอยู่ในพวก Basidiomycota และ Ascomycota ส่วน Zygomycota จะมีดอกเห็ดขนาดเล็กมากมองด้วยตาเปล่าไม่เห็น ต้องส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ พวกเห็ดราที่อยู่ในกลุ่ม Basidiomycota จะสร้างดอกเห็ด (Mushrooms) ขนาดใหญ่มีทั้งที่กินได้ (Edible) ชนิดที่กินไม่ได้ (Non-edible) ชนิดที่มีพิษ (Poisonous) และเห็ดสมุนไพร (Medicinal) เห็ดราเอคโตไมคอร์ไรซา มีมากกว่า 5,000 ชนิด พืชหรือต้นไม้ที่สัมพันธ์กับรากลุ่มนี้มีไม่น้อยกว่า 2,000 ชนิด หรือประมาณ 10-20% ของพืชชั้นสูงที่สำคัญ ได้แก่ ไม้ในวงศ์สนเขา (Pinaceae) วงศ์ไม้ยาง (Dipterocarpaceae) วงศ์ไม้ยูคาลิปตัส (Myrtaceae) วงศ์ไม้มะค่าโมง (Caesalpinaceae) วงศ์ไม้ก่อ

(Fagaceae) วงศ์ไม้ก้างเสือโคร่ง (Betulaceae) วงศ์ไม้สนทะเล (Casuarinaceae) และวงศ์ไม้ถั่ว (Leguminosae) การมีชีวิตร่วมกันระหว่างเชื้อรากับระบบรากของต้นไม้มีความสำคัญยิ่งต่อกระบวนการทางสรีรวิทยา และการเจริญเติบโตของต้นไม้ ทำให้ระบบนิเวศป่าไม้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ในป่าธรรมชาติ (Natural forests) และในสวนป่า (Plantations) จะมีเห็ดราเอคโตไมคอร์ไรซา กลุ่มนี้กระจายพันธุ์อยู่ทั่วไป เช่น ป่าไม้สน (Pine forests) ป่าดิบชื้น (Tropical rain forests) ป่าเต็งรัง (Mixed deciduous drydipterocarp) ป่ายาง (Dipterocarp forests) ป่าดิบเขา (Semievergreen forests) ป่าเบญจพรรณ (Mixed deciduous forests) สวนป่าไม้สนเขา (Pine plantations) สวนป่าไม้มะค่า (Eucalyptus plantations) และสวนป่าไม้วงศ์ไม้ยาง (Dipterocarp plantations) เป็นต้น (Wang Y and et al, 1997)

2.1.3.2 ลักษณะของเห็ดราเอคโตไมคอร์ไรซา (Wang Y and et al, 1997)

1) เห็ดราเอคโตไมคอร์ไรซากลุ่ม Basidiomycota เห็ดราเอคโตไมคอร์ไรซากลุ่ม Basidiomycota จะสร้างดอกเห็ด (Mushrooms) ขนาดใหญ่ มีทั้งที่กินได้ (Edible) ชนิดที่กินไม่ได้ (Non-edible) ชนิดที่มีพิษ (Poisonous) และเห็ดสมุนไพร (Medicinal)

2) เห็ดราเอคโตไมคอร์ไรซากลุ่ม Ascomycota เห็ดราเอคโตไมคอร์ไรซากลุ่ม Ascomycota จะสร้างดอกเห็ด (Mushrooms) ขนาดใหญ่ มีทั้งที่กินได้ (Edible) ชนิดที่กินไม่ได้ (Non-edible) ชนิดที่มีพิษ (Poisonous) และเห็ดสมุนไพร (Medicinal)

3) เห็ดราเอคโตไมคอร์ไรซากลุ่ม Zygomycota เห็ดราเอคโตไมคอร์ไรซากลุ่ม Zygomycota จะมีดอกเห็ดขนาดเล็กมากมองด้วยตาเปล่าไม่เห็น ต้องส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์

2.1.3.3 ประโยชน์ของเห็ดเอคโตไมคอร์ไรซาต่อพืช

ไมคอร์ไรซา (Mycorrhiza) เป็นความสัมพันธ์ระหว่างเชื้อรา (fungi) กับระบบรากของพืชโดยเฉพาะอย่างยิ่งพืชชั้นสูง โดยเชื้อรานั้นต้องมิใช่เชื้อที่เป็นสาเหตุของโรคพืช ส่วนรากพืชต้องเป็นรากที่มีอายุน้อย ๆ และยังทำหน้าที่หลักในการดูดน้ำและธาตุอาหารต่าง ๆ ให้กับพืช ซึ่งเป็นการอยู่ร่วมกันแบบพึ่งพาอาศัย หรือเอื้ออำนวยประโยชน์ซึ่งกันและกัน (symbiotic associations) ต้นไม้ให้สารประกอบคาร์โบไฮเดรตและสารประกอบอื่น ๆ จากกระบวนการเมตาบอลิซึมที่มีประโยชน์แก่รา และราช่วยเพิ่มธาตุอาหาร เช่น ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และธาตุอื่น ๆ ให้กับต้นไม้ นอกจากนี้เชื้อไมคอร์ไรซายังช่วยปกป้องรากพืชจากการเข้าทำลายของเชื้อโรค ตั้งแต่มีการค้นพบความสัมพันธ์แบบนี้เป็นต้นมา ได้มีการศึกษาค้นคว้ากันอย่างมากมาย และเป็นที่ประจักษ์ว่ารากของพืชเกือบทุกชนิดมีไมคอร์ไรซาอาศัยอยู่ และไมคอร์ไรซาเองมีส่วนช่วยให้ต้นไม้สามารถมีชีวิตอยู่ได้ แม้เมื่อเจริญอยู่บนดินที่มีสภาพไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต (อุทัยวรรณ แสงวณิช, 2534)

เชื้อราไมคอร์ไรซาเป็นส่วนหนึ่งในระบบนิเวศของพืชและเป็นสิ่งจำเป็นต่อการดำรงชีวิตของพืชโดยเฉพาะในช่วงแรกของการเจริญเติบโตของต้นไม้ เชื้อราจะช่วยดูดซับความชื้นให้แก่กล้าไม้ และจะช่วยให้กล้าไม้มีชีวิตรอดอยู่รอดได้ในช่วงวิกฤตจากความแห้งแล้ง (Mikola, 1973) พันธุ์ไม้นั้นชนิดหนึ่งอาจมีเชื้อราเอคโตไมคอร์ไรซาอาศัยอยู่หลายชนิด และเชื้อรา

เอคโตไมคอร์ไรซาชนิดหนึ่ง ๆ อาจจะอยู่ร่วมกับพันธุ์ไม้ได้หลายชนิด การมีชีวิตร่วมกันระหว่างราไมคอร์ไรซากับระบบรากของต้นไม้ มีความสำคัญยิ่งต่อกระบวนการทางสรีรวิทยาและการเจริญเติบโตของต้นไม้ โดยจะทำให้ระบบนิเวศป่าไม้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น (Marx, D.H. and Barnett, J.P., 1974; Mikola, 1973)

ประโยชน์ของราไมคอร์ไรซา (Chalermpongse, 1994)

- (1) ช่วยเพิ่มพื้นที่ผิวและปริมาณของรากต้นไม้ในการดูดธาตุอาหารได้มากขึ้น
 - (2) ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการดูดซับน้ำ และช่วยให้ต้นพืชและต้นไม้เขียวช้ำในสภาวะที่ขาดน้ำ
 - (3) ช่วยให้ต้นไม้ได้รับธาตุอาหารต่าง ๆ เช่น ฟอสฟอรัส (P) ไนโตรเจน (N) โพแทสเซียม (K) แคลเซียม (Ca) และธาตุอื่น ๆ ซึ่งไมคอร์ไรซาจะดูดซับและสะสมไว้ในราก
 - (4) ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการย่อยสลาย และดูดธาตุอาหารจากหินแร่ในดินที่สลายตัวยาก รวมทั้งพวกอินทรีย์วัตถุต่าง ๆ ที่ยังสลายตัวไม่หมด ทำให้พืชหรือต้นไม้นำไปใช้ได้
 - (5) รากที่มีไมคอร์ไรซามีความสามารถป้องกันการเข้าทำลายรากของโรคพืชได้ดีกว่ารากที่ไม่มีไมคอร์ไรซา ทำให้ต้นพืชมีความต้านทานต่อโรคที่ระบบรากสูงขึ้น
 - (6) ช่วยให้ต้นไม้มีความแข็งแรง ทนทานต่อสภาพพื้นที่แห้งแล้ง หรือปัญหาของดินเค็ม ดินเปรี้ยว หรือดินมีระบบความเป็นกรด-ด่างไม่เหมาะสมได้
 - (7) ช่วยเสริมสร้างระบบนิเวศป่าไม้ให้มีความอุดมสมบูรณ์มากขึ้น
 - (8) ดอกเห็ดไมคอร์ไรซาสามารถใช้เป็นอาหารรับประทานได้ แม้ว่าบางชนิดจะมีพิษอยู่บ้างแต่ก็เป็นส่วนน้อย และเห็ดบางชนิดก็สามารถนำมาใช้เป็นสมุนไพรได้
- การกระจายพันธุ์ของไมคอร์ไรซา มีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับชนิดพันธุ์ไม้ สภาพทางภูมิศาสตร์ ความชื้นทางอากาศ ความชื้นดิน ความเป็นกรด-ด่างของดิน และปัจจัยทางระบบนิเวศป่าไม้

เย็นใจ วสุวัต และคณะ (2521) ได้รายงานว่าข้าวโพดซึ่งปลูกเชื้อรา *endomycorrhiza* จะมีการเจริญเติบโตดีกว่าและมีธาตุอาหารสูงกว่าข้าวโพดที่ไม่ใส่ไมคอร์ไรซา โดยเฉพาะข้าวโพดที่ใส่ทั้งสปอร์ และรากที่มีไมคอร์ไรซา จะมีเปอร์เซ็นต์ธาตุอาหาร และการเจริญเติบโตดีที่สุด

สมศักดิ์ ไชยมงคล (2529) ได้ศึกษาผลของการใช้เชื้อราวิเอไมคอร์ไรซา ร่วมกับการใส่ปุ๋ยฟอสเฟตในระดับต่าง ๆ ต่อการเจริญเติบโตของถั่วเขียว โดยใช้เชื้อราวิเอไมคอร์ไรซา 5 ชนิด คือ *Glomus mosseae*, *Glomus monosporus*, *Glomus macrocarpum*, *Glomus fasciculatum* และ *Acaulospora trappei* และใส่ปุ๋ยฟอสเฟต 3 ระดับ คือ 0, 15 และ 30 กิโลกรัม P₂O₅/เฮกตาร์ พบว่า เชื้อรา *Glomus macrocarpum* มีแนวโน้มว่าจะมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของถั่วเขียว เมื่อนำเชื้อนี้ ไปทดลองในภาคสนาม โดยใส่ปุ๋ยฟอสเฟตในอัตรา 0, 5, 10 และ 15 กิโลกรัม/ต่อเฮกตาร์ พบว่าไม่มี ผลต่อการเจริญของถั่วเขียว

พรพิมล อธิปัญญาคม (2531) ได้ศึกษาผลของเชื้อรา *Glomus etunicatum* และ *Glomus mosseae* ในสวนส้มโอ ส้มเขียวหวาน และมะนาวในเรือนปลูกพืชทดลอง พบว่าเชื้อรา ทั้งสองชนิด มีผลทำให้ความสูง น้ำหนักสด น้ำหนักแห้งของส้มโอ และส้มเขียวหวานสูงขึ้นอย่างมี นัยสำคัญ แต่ไม่มีผลต่อการเจริญของมะนาว

Tiratana, S. and et al. (1991) ศึกษาการเพาะเลี้ยงเชื้อรา *Ganoderma fucidium* ในถุงจี้เลื้อย โดยนำจี้เลื้อยของไม้ยางพารา (*Hevea brasillensis* Muell. Agr) ยางนา (*Dipterocarpus alatus* et Roxb.), รัง (*Shorea siamensis* Miq.) และสัก (*Tectona grandis* Linn.) เป็น วัสดุเพาะเลี้ยงเห็ด โดยตรวจวัดการเจริญเติบโตของเส้นใย (mycelium) และผลผลิตของดอกเห็ด (Fruiting body) ในแต่ละวัสดุเพาะเลี้ยง ผลการศึกษาพบว่าจี้เลื้อยของไม้ยางพาราให้การเจริญของ เส้นใยที่เหมาะสม และได้ศึกษาเพิ่มเติม โดยการนำจี้เลื้อยของไม้ยางพาราไปผสมกับรำข้าว (Rice bran) แกลบ (Rice husks) และเส้นใยมะพร้าว (Coconut fiber) และเปลือกถั่ว (Peanut hull) ข้าวโพด ข้าว ฟ่าง และชานอ้อย (Sugarcane bagasse) เพื่อหาวัสดุผสมที่เหมาะสมในการเพาะเลี้ยงเห็ดชนิดนี้และ พบว่า ในวัสดุเพาะเลี้ยงที่ผสมกับ รำข้าว ข้าวโพด และข้าวฟ่าง มีการเจริญเติบโตของเส้นใยและให้ผล ผลิตของดอกเห็ดดีที่สุด น้ำหนักสูงสุดของเห็ดที่ได้คือน้ำหนักวัสดุเพาะเท่ากับ 7 และค่าประสิทธิภาพ ทางชีววิทยา (Biological efficiency) เท่ากับ 17%

ทनुวงศ์ แสงเทียน (2534) ได้ศึกษาแอคโตไมคอร์ไรซาของไม้ยางนาโดย สํารวจและเก็บดอกเห็ดที่คาดว่าป็นราแอคโตไมคอร์ไรซาของไม้ยางนาจากบริเวณใต้ต้นยางนาพบว่า มีดอกเห็ดจำนวน 9 ชนิด ได้แก่ *Amanita augustilamellata* Hohn., *Lactarius* sp. No.1, *Lactarius* sp. No.2, *Russula aeruginea* Lindbl., *R. albida* Peck, *R. nigricans* Fr., *R. sanguinea* Fr., *R. violeipes* Quél.

และ *Scleroderma lycoperdoides* Schw. พบว่าไม้อย่างนามีรากเอกโตไมคอร์ไรซา 3 แบบ คือ แบบที่ 1 มีสีน้ำตาลปนดำผิวเรียบและแตกแขนงแบบ monopodial-pinnate แบบที่ 2 มีสีเหลือง ผิวเรียบและแตกแขนงแบบ irregular-pinnate แบบที่ 3 มีสีขาวปนเหลืองอ่อน ผิวหยาบและแตกแขนงแบบ monopodial-pinnate และได้ทดสอบความสามารถของรากเอกโตไมคอร์ไรซา 4 ชนิด ในการก่อให้เกิดรากเอกโตไมคอร์ไรซากับกล้าไม้อย่างนาโดยวิธี pure culture ectomycorrhizal synthesis ในห้องปฏิบัติการ ผลปรากฏว่า *Pisolithus tinctorius* (Pers.) Coker & Couch สร้างรากเอกโตไมคอร์ไรซากับกล้าไม้อย่างนาในเวลา 2 เดือน รา *Astraeus hygrometricus* (Pers.) Morg. และรา *Cenococcum geophilum* Fr. สร้างรากเอกโตไมคอร์ไรซากับกล้าไม้อย่างนาในเวลา 6 เดือน จำนวนรากเอกโตไมคอร์ไรซาที่สร้างโดยราทั้ง 3 ชนิด ชนิด ต่อจำนวนรากทั้งหมด คือ 39.41%, 21.05% และ 0.15% ตามลำดับและยังพบอีกว่า ลักษณะของรากเอกโตไมคอร์ไรซาที่เกิดจากรา *Pisolithus tinctorius* มีสีขาวปนเหลืองอ่อน ผิวเรียบแตกแขนงแบบ monopodial-pyramidal มีแผ่นแมนเทิลและมี Hartig net 2 ชั้น รากเอกโตไมคอร์ไรซาที่เกิดจากรา *Astraeus hygrometricus* มีสีเงิน ผิวหยาบ ไม่แตกแขนง มีแผ่นแมนเทิลและมี Hartig net 1-2 ชั้น และรากเอกโตไมคอร์ไรซาที่เกิดจากรา *Cenococcum geophilum* มีสีดำ ผิวเรียบ ไม่แตกแขนง มีแผ่นแมนเทิลและไม่พบว่าสร้าง Hartig net

พูนพิไล สุวรรณฤทธิ์ และคณะ (2536) ได้ศึกษาผลของเชื้อราเอไมคอร์ไรซา 2 ชนิด ต่อการเจริญเติบโตของต้นสัก พบว่า ส่วนสูงและเส้นรอบวงของต้นสัก ซึ่งปลูกเชื้อราทั้ง 2 ชนิด ไม่แตกต่างกัน

Shyun, C.Y. and et al. (1994) รายงานผลการศึกษาเบื้องต้นของการศึกษาการรอดตาย (Survival) และการแข่งขัน (Competitiveness) ของเชื้อรา *Pisolithus tinctorius* 2 ชนิด คือ *P. tinctorius* (441) จากประเทศบราซิล และ *P. tinctorius* (msn) จากประเทศไทยที่ปลูกเชื้อลงในกล้าไม้อย่างนา (*Shorea glauca*) แล้วย้ายปลูกลงในพื้นที่ป่าที่กำลังฟื้นตัว (Regenerated forest) และพื้นที่ที่ทำไม้ไปแล้ว (Logged-over forest) ในประเทศมาเลเซีย ผลการทดลองพบว่า เชื้อราไมคอร์ไรซา *P. tinctorius* (msn) ที่ปลูกลงในกล้าไม้อย่างนามีการรอดตายไม่ด้นักและถูกปกคลุม (Outcompeted) ด้วยเชื้อราไมคอร์ไรซาที่มีอยู่ตามธรรมชาติในพื้นที่ป่าที่กำลังฟื้นตัวภายหลังการย้ายปลูกลานาน 6 เดือน ส่วนเชื้อราไมคอร์ไรซา *P. tinctorius* (441) และ *P. tinctorius* (msn) ที่ปลูกลงในกล้าไม้ *Shorea glauca* Roxb. มีการรอดตายต่ำมากและถูกปกคลุมด้วยเชื้อราไมคอร์ไรซาที่มีอยู่ตามธรรมชาติในพื้นที่ที่ทำไม้ไปแล้วภายหลังการย้ายปลูกลานาน 6 เดือน

ทनुวงศ์ แสงเทียน และอุทัยวรรณ แสงวนิช (2537) ได้ทดสอบการเจริญเติบโตของกล้าไม้อย่างนาในดินนิ่งฆ่าเชื้อโดยไม่ได้รับการปลูกเชื้อราและได้รับการปลูกเชื้อราเอกโตไมคอร์ไรซาด้วยการใช้ชิ้นส่วนของดอกเห็ด 3 ชนิด คือ เห็ดตะไคล (*Russula aeruginea* Lindbl.) เห็ดน้ำแป้ง

(*R. albida* Peck) และเห็ดน้ำหมาก (*R. sanguinea* Fr.) ในสภาพเรือนเพาะชำโดยใช้แผนการทดลองแบบ complete randomized design มีทั้งหมด 4 ทรีตเมนต์ แต่ละ ทรีตเมนต์มี 5 ซ้ำ ทำการวัดความสูงและเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้นที่ระดับคอรากของกล้าไม้ทุกเดือนและเมื่อกล้าไม้มีอายุครบ 7 เดือน นำส่วนต่างๆของกล้าไม้ไปอบและชั่งน้ำหนักเพื่อหาน้ำหนักแห้งของส่วนยอด ส่วนราก น้ำหนักแห้งรวมและค่าร้อยละของน้ำหนักแห้งของรากเอกโตไมคอร์ไรซา ผลการทดลองปรากฏว่ากล้าไม้ใน 4 ทรีตเมนต์ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางด้านความสูง เส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้นระดับคอราก น้ำหนักแห้งของส่วนยอด ส่วนรากและน้ำหนักแห้งรวม โดยกล้าไม้ที่ได้รับการปลูกเชื้อราด้วยชิ้นส่วนของดอกเห็ดตะไคลมีการเจริญเติบโตในทุกด้าน ที่กล่าวข้างต้นสูงที่สุด รองลงมาคือกล้าไม้ที่ปลูกเชื้อด้วยเห็ดน้ำหมาก เห็ดน้ำแป้งและไม้ที่ได้รับการปลูกเชื้อราใด ๆ ตามลำดับ แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของอัตราส่วนระหว่างน้ำหนักแห้งของส่วนยอดต่อส่วนราก ค่าร้อยละของน้ำหนักแห้งของรากเอกโตไมคอร์ไรซาในระหว่างทรีตเมนต์ และสรุปว่าเห็ดตะไคลและเห็ดน้ำหมากมีความเหมาะสมในการเป็นเอกโตไมคอร์ไรซากับกล้าไม้ยางนามากกว่าเห็ดน้ำแป้ง

อนิวรรณ เฉลิมพงษ์ และคณะ (2540) ได้รายงานผลการสำรวจเห็ดราเอกโตไมคอร์ไรซาของวงศ์ไม้ยาง และมีข้อมูลประกอบเกี่ยวกับชื่อสามัญและหมายเหตุคุณสมบัติเพิ่มเติมจาก เกษม สร้อยทอง (2537) ; ราชบัณฑิตยสถาน (2539) ; บุญชู บุญทวี (2540)

บุญชู บุญทวี (2540) ศึกษาการปลูกไม้ในวงศ์ Dipterocarpaceae 4 ชนิด ภายใต้ร่มเงาไม้โตเร็วเปรียบเทียบกับปลูกในที่โล่งคือ ไม้ยางนา (*Dipterocarpus alatus* Roxb) ตะเคียนทอง (*Hopea odorata* Roxb.) ยางแดง (*Dipterocarpus turbinatus* Gaertn) และไม้ตะเคียนกะนอง (*Shorea henryana* Pierre) ที่อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา หลังจากปลูกไปแล้ว 7 ปี ผลปรากฏว่า ไม้ยางนาและไม้ตะเคียนทองจะเจริญเติบโตได้ดีเมื่อปลูกในที่โล่งแจ้ง ซึ่งดีกว่าการปลูกใต้ร่มเงาไม้ขึ้นขณะที่ไม้ตะเคียนกะนองและไม้ยางแดงมีการเจริญไม่แตกต่างกันเลยเมื่อปลูกในที่โล่งและในร่มเงาไม้ขึ้น

2.1.3.4 การวิจัยเกี่ยวกับราไมคอร์ไรซาทางด้านป่าไม้ในประเทศไทย

ไมคอร์ไรซามีประโยชน์อย่างยิ่งต่อการช่วยป้องกันการติดเชื้อโรคทางระบบรากของกล้าไม้และต้นไม้ว ช่วยเพิ่มพื้นที่ผิวของรากทำให้มีประสิทธิภาพในการดูดซับน้ำและอาหารให้แก่ต้นไม้มากกว่าปกติ ช่วยทำให้เกิดการหมุนเวียนของธาตุอาหารในดินดีขึ้น ช่วยเปลี่ยนแปลงแร่ธาตุอาหารในดินจากสภาพที่ต้นไม้นำไปใช้ประโยชน์ไม่ได้ให้กลายเป็นสภาพที่ต้นไม้นำไปใช้ประโยชน์ได้ ช่วยทำให้ระบบรากของต้นไม้วมีความแข็งแรงมีอายุยืนยาวนาน ทนทานต่อสภาวะแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงแห้งแล้ง ความรุนแรงของสภาพดินฟ้าอากาศ เช่น ร้อนจัด หนาวจัด สารพิษในดิน ความเป็นกรดหรือด่างที่มากหรือน้อยเกินไปเป็นต้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งสามารถช่วยทำให้กล้าไม้มีอัตราการรอดตายสูงและช่วยเร่งให้ต้นไม้วมีอัตราเจริญเติบโตสูงถึง 1-5 เท่าจากอัตราปกติ

ได้มีการศึกษาไมคอร์ไรซากันอย่างกว้างขวางพบว่าเชื้อราไมคอร์ไรซาจะมีมากในดินป่าธรรมชาติซึ่งมีพันธุ์ไม้ขึ้นอยู่หนาแน่นไม่ถูกรบกวน ส่วนในป่าที่เสื่อมโทรมถูกแผ้วถางทำไร่ เลื่อนลอยนาน ๆ เชื้อราจะถูกชะล้างลอยไปตามหน้าดินที่ถูกน้ำฝนชะล้างไหลลอยไปตามลำห้วย ลำธาร และแม่น้ำต่าง ๆ จึงทำให้ท้องที่ป่าแหล่งเสื่อมโทรมขาดแคลนเชื้อราไมคอร์ไรซาได้

อนิวัรรต เฉลิมพงษ์ และธีรวัฒน์ บุญทวีคุณ (2525) ได้ทำการสำรวจและศึกษาเอกโตไมคอร์ไรซาในระบบนิเวศน์ป่าดิบแล้ง บริเวณสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช ตำบลวังน้ำเขียว อำเภอปักธงชัย จังหวัดนครราชสีมา มีพันธุ์ไม้จำนวน 4 วงศ์ 6 สกุล รวม 8 ชนิด หรือ ประมาณ 5.71% เป็นเอกโตไมคอร์ไรซา ได้แก่ ไม้ วงศ์วงศ์ Caesalpiniaceae: มะค่าโมง วงศ์ Dipterocarpaceae: ยางขาว ยางปาย, ตะเคียนหิน, ตะเคียนทอง, เคี่ยมคะนอง วงศ์ Fagaceae: ก่อขี้หนู และ วงศ์ Rubiaceae: คัดเค้า มีพันธุ์ไม้จำนวน 4 วงศ์ 4 สกุล รวม 4 ชนิด หรือประมาณ 2.85% เป็นเอกเทนโดไมคอร์ไรซา มีพันธุ์ไม้จำนวน 42 วงศ์ 89 สกุล 113 ชนิด หรือประมาณ 80.71% เป็นเอ็นโดไมคอร์ไรซา ผลการสำรวจชนิดของเห็ดราไมคอร์ไรซาที่น่าจะมีศักยภาพเป็นเอกโตไมคอร์ไรซา ได้แก่ วงศ์ Russulaceae: เห็ดโคลหลังเขียว เห็ดน้ำแป้ง เห็ดโคลหลังขาว เห็ดน้ำหมาก และเห็ดหาด วงศ์ Boletaceae: เห็ดน้ำผึ้ง วงศ์ Cortinariaceae: เห็ดขี้เถ้าและวงศ์ Sclerodermataceae: เห็ดเผาะ

สมบุรณ์ บุญยีน (2532) ทำการศึกษาผลกระทบของการเพาะเชื้อเอกโตไมคอร์ไรซา *Pisolithus tinctorius* (Pers.) Coker & Couch ต่อการเจริญเติบโตและการดูดซับธาตุอาหารของกล้าไม้ยูคาลิปตัส ความลาดดูเลนซิส และสนคาร์เบียที่ปลูกบนมูลดินเหมืองแร่ พบว่าเมื่อกล้าไม้มีอายุ 6 เดือน กล้าไม้ที่ปลูกราเอกโตไมคอร์ไรซามีการเจริญเติบโตด้านความสูง เส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับคอราก มวลชีวภาพน้ำหนักแห้ง ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสและแมกนีเซียม สูงกว่ากล้าไม้ที่ไม่ได้ปลูกราเอกโตไมคอร์ไรซาอย่างมีนัยสำคัญ

ธีรวัฒน์ บุญทวีคุณ (2533) ได้รายงานผลการทดลองการปลูกราเอกโตไมคอร์ไรซา *P. tinctorius* ให้กับกล้าไม้สนสามใบ และสนคาร์เบีย พบว่าการเจริญเติบโตทางเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับคอราก มวลชีวภาพน้ำหนักแห้ง ปริมาณการดูดซับธาตุฟอสฟอรัสในส่วน ของใบ ลำต้น และราก มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างทรีทเมนต์ โดยที่ทรีทเมนต์ที่ใส่ดินเชื้อให้ผลดีที่สุด รองลงมาได้แก่ทรีทเมนต์ที่ใส่สปอร์ ทรีทเมนต์ที่ใส่เส้นใย และทรีทเมนต์ที่ไม่ได้ปลูกราเอกโตไมคอร์ไรซาตามลำดับ

การวิจัยเกี่ยวกับราเวสติกูลาร์-อาร์บัสคูลาร์ ไมคอร์ไรซาทางด้านป่าไม้ในประเทศไทยได้เริ่มดำเนินการมาเมื่อประมาณปี พ.ศ.2526 หรือประมาณ 15 ปีมานี้เอง ส่วนใหญ่เป็นการสำรวจความหลากหลายของชนิดพันธุ์ และการกระจายพันธุ์ รวมถึงความสัมพันธ์กับพันธุ์ไม้ชนิดต่าง ๆ พบว่าประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ของพันธุ์ไม้ป่ามีความสัมพันธ์กับราเวสติกูลาร์-อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา

การสำรวจความหลากหลายและการจำแนกชนิดราเวสติคูลาร์-อาร์บัสคูลาร์ ไมคอร์ไรซาในระบบนิเวศป่าเต็งรัง ป่าดิบแล้ง และป่าเบญจพรรณ หรือป่าผสมผลัดใบของประเทศไทย เปรียบเทียบกับชนิดพันธุ์ของโลกที่พบ ปรากฏว่าในระบบนิเวศป่าไม้ของไทยมีประมาณ 47 ชนิด จากชนิดพันธุ์ของราเวสติคูลาร์-อาร์บัสคูลาร์ ไมคอร์ไรซา ที่รู้จักชื่อแล้วในโลกนี้ประมาณ 167 ชนิด (Hawksworth, D.L. and et al.1995; Schenck, N.C. and Rerez, Y., 1988) หรือคิดเป็น 28.1 เปอร์เซ็นต์ของที่โลกรู้จัก สกุล (*genus*) ที่พบมากที่สุดได้แก่ สกุล *Glomus* มีประมาณ 20 ชนิด หรือ 23.6 เปอร์เซ็นต์ของโลก รองลงไปได้แก่สกุล *Acaulospora* 8 ชนิด (24.2 เปอร์เซ็นต์ของโลก) *Scutellospora* 8 ชนิด (27.6 เปอร์เซ็นต์ของโลก) *Sclerocystis* 6 ชนิด (75.0 เปอร์เซ็นต์ของโลก) *Gigaspora* 3 ชนิด (37.5 เปอร์เซ็นต์ของโลก) และ *Entrophospora* 2 ชนิด (50.0 เปอร์เซ็นต์ของโลก) (Chalermpongse, A, 1987; Yanthasath, K. and Poonsawat S, 1996) ในระบบนิเวศป่าไม้ของไทยที่สำรวจพบว่ามี 47 ชนิดนั้น พบในระบบนิเวศป่าเต็งรัง 28 ชนิด ส่วนใหญ่เป็นสกุล *Glomus* คือพบถึง 14 ชนิด รองลงไปได้แก่สกุล *Scutellospora* 6 ชนิด *Acaulospora* 3 ชนิด *Entrophospora* 2 ชนิด *Gigaspora* 2 ชนิด และสกุล *Sclerocystis* 1 ชนิด ส่วนระบบนิเวศป่าไม้ที่มีชนิดพันธุ์ของ ราเวสติคูลาร์-อาร์บัสคูลาร์ ไมคอร์ไรซารองลงไป ได้แก่ ระบบนิเวศป่าดิบแล้ง มีทั้งสิ้น 25 ชนิด ได้แก่ สกุล *Glomus* 9 ชนิด *Acaulospora* 8 ชนิด *Sclerocystis* 3 ชนิด *Scutellospora* 3 ชนิด *Entrophospora* 1 ชนิด และ *Gigaspora* 1 ชนิด สำหรับระบบนิเวศป่าเบญจพรรณหรือป่าผสมผลัดใบ มีราเวสติคูลาร์-อาร์บัสคูลาร์ ไมคอร์ไรซา น้อยที่สุดรวม 22 ชนิด ได้แก่สกุล *Glomus* 8 ชนิด *Sclerocystis* 6 ชนิด *Scutellospora* 3 ชนิด *Acaulospora* 2 ชนิด *Gigaspora* 2 ชนิด และสกุล *Entrophospora* มีเพียง 1 ชนิดเท่านั้น

Yanthasath, K. and Poonsawat S. (1996) ได้ทำการศึกษาในแปลงทดลอง บริเวณสถานีวิจัยลุ่มน้ำแม่กลอง อำเภอดงพญาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี โดยแบ่งพื้นที่ทดลองออกเป็น 5 แปลงทดลอง รายงานว่าในระบบนิเวศป่าไม้ที่มีหญ้าขึ้นปกคลุมพื้นดินจำนวนมาก พบราเวสติคูลาร์-อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ค่อนข้างสูงและปริมาณมาก และยังพบด้วยว่า ในแปลงทดลองที่เป็นทุ่งหญ้า มีปริมาณของราเวสติคูลาร์-อาร์บัสคูลาร์ ไมคอร์ไรซาถึง 32 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณทั้งหมด รองลงไป ได้แก่ แปลงสวนสักอายุน้อย (young teak plantation) 26 เปอร์เซ็นต์ ป่าธรรมชาติ 22 เปอร์เซ็นต์ และสวนสักอายุมาก (old teak plantation) 18 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ทั้งนี้เป็นเพราะหญ้ามียุติภูมิของรากอาหารในปริมาณสูงต่อหน่วยพื้นที่เมื่อเปรียบเทียบกับป่าไม้ที่มีดิน ไม้ขนาดใหญ่ๆ แต่จะมีปริมาณรากอาหารน้อยไม่หนาแน่นเหมือนทุ่งหญ้า อย่างไรก็ดีปัจจัยแวดล้อมที่ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของราเวสติคูลาร์-อาร์บัสคูลาร์ ไมคอร์ไรซา ยังขึ้นอยู่กับชนิดของพืชอาศัย (host plants) คุณสมบัติต่างๆ ของดิน เช่นความเป็นกรด-ด่างของดิน (soil pH) ความพรุนของดิน (soil aeration) ธาตุอาหารในดิน (soil nutrients) อุณหภูมิของดิน ปริมาณน้ำฝน ความชื้นในดิน และจุลินทรีย์ในดิน เป็นต้น

ศูนย์เพาะชำกล้าไม้ของกรมป่าไม้ ซึ่งกระจายอยู่ทั่วประเทศมากกว่า 60 แห่ง ได้มีการเสนอแนะจากสำนักวิชาการป่าไม้ให้ใช้ดินเชื้อ (soil inoculum) จากป่าธรรมชาติที่มีราไมคอร์ไรซา ผสมอยู่ในดินและมีรากพืชที่มีราไมคอร์ไรซาอยู่ นำไปผสมกับดินแปลงเพาะในอัตราส่วน 10-20 เปอร์เซ็นต์ พบว่าช่วยให้กล้าไม้มีจุลินทรีย์ไมคอร์ไรซาเกิดติดกับรากต้นกล้าที่เพาะใหม่ได้เป็นอย่างดี เพราะราเวสติกูลาร์-อาร์บัสคูลาร์ ไมคอร์ไรซา ยังไม่สามารถเพาะเลี้ยงในอาหารเทียมได้ดีเหมือน ราเอกโตไมคอร์ไรซา (อนิวรต เฉลิมพงษ์, 2540 : Ogawa, M (1992) ได้ทำการศึกษาการใช้ผงถ่านจากไม้ (wood charcoal) ทั้งที่กรมป่าไม้ และที่ประเทศญี่ปุ่น โดยทำการศึกษาการใช้ผงถ่านจากไม้ 3-5 เปอร์เซ็นต์ ผสมกับดินเพาะชำกล้าสัก ข้าวโพด ข้าวฟาง หญ้า และพืชตระกูลถั่ว ที่มีราเวสติกูลาร์-อาร์บัสคูลาร์ ไมคอร์ไรซา ชนิด *Glomus fasciculatus* (Thax.senu Gerd.) Gerd. & Trappe และ *Gl. mosseae* (Nicol.&Gerd.) Gerd. & Trappe พบว่าจะช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของกล้าไม้ และมีการสร้างราเวสติกูลาร์-อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาของกล้าไม้ดีขึ้นกว่าปกติ

จากการรายงานการวิจัยของกิตติมา รามัญวงษ์ (2541) ซึ่งได้ปลูกเชื้อราเวสติกูลาร์-อาร์บัสคูลาร์ ไมคอร์ไรซา (VAM) 6 ชนิด ให้กับกล้าสักที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ พบว่ากล้าสักที่ได้รับการปลูกเชื้อมีการเจริญเติบโตทางด้านความสูง เส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับคอราก น้ำหนักแห้งส่วนยอด น้ำหนักส่วนราก และน้ำหนักแห้งรวม มากกว่ากล้าสักที่ไม่ได้ปลูกเชื้ออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

แม้ว่าในระบบนิเวศวิทยาของป่าธรรมชาติชนิดต่าง ๆ ของประเทศไทย จะมีเชื้อราไมคอร์ไรซากระจายพันธุ์อยู่โดยทั่วไปก็ตาม แต่ในบางท้องที่โดยเฉพาะในท้องที่ป่าเสื่อมโทรมซึ่งถูกแผ้วถางมีการทำไม้หรือทำไร่เลื่อนลอยนาน ๆ หนาดินถูกชะล้างให้เสื่อมสภาพไปมากคือประมาณ 40-50 % (อนิวรต เฉลิมพงษ์, 2540) เชื้อราจะมีอยู่อย่างจำกัดหรือเกิดการขาดแคลนขึ้นได้ ฉะนั้น จึงจำเป็นอย่างยิ่งจะต้องมีการเพาะเลี้ยงเชื้อราไมคอร์ไรซาที่มีประโยชน์เหมาะสม ขยายพันธุ์แล้วนำไปปลดปล่อยและเพาะปลูกเพิ่มให้แก่กล้าไม้ก่อนนำไปปลูกสร้างเป็นสวนป่าใหม่ จึงจะสามารถทำได้ ดันไม้มีอัตราการรอดตายสูง และมีอัตราการเจริญเติบโตเร็วขึ้น แต่ถ้าดันไม้ที่นำไปปลูกสร้างสวนป่าใหม่ ไม่ได้รับการดูแลเอาใจใส่เกี่ยวกับเชื้อราไมคอร์ไรซา โดยใช้วิธีคัดเลือกพันธุ์เชื้อราไมคอร์ไรซาที่มีคุณสมบัติเหมาะสม ทนทานต่อสภาพดินฟ้าอากาศที่เปลี่ยนแปลงได้ดี แล้วมักจะพบเห็นเสมอว่า ดันกล้าหรือดันไม้ที่นำไปปลูกใหม่จะมีอัตราการตายสูง การเจริญเติบโตเป็นไปอย่างช้าและแคระแกรน ซึ่งมีผลทำให้โครงการปลูกสร้างสวนป่าล้มเหลว และไม่ประสบผลตามเป้าหมายเท่าที่ควร ฉะนั้นจึงมีความจำเป็น อย่างยิ่งที่จะต้องศึกษาวิจัย ว่าในระบบนิเวศวิทยาป่าไม้ชนิดและประเภทต่าง ๆ ของเรานั้น มีพันธุ์ไม้อะไรมีความสัมพันธ์แบบไมคอร์ไรซา

กับเชื้อราชนิดใดบ้าง เพื่อที่จะนำความรู้นี้ไปดำเนินการคัดเลือกพันธุ์ชนิดของเห็ดราที่เหมาะสมไปเพาะขยายพันธุ์ปลูกกับกล้าไม้เพื่อดำเนินการปลูกสร้างสวนป่าให้ได้ผลสมความมุ่งหมายต่อไป

2.1.4 สภาพทางชีวภาพและกายภาพของอุทยานแห่งชาติภูพาน

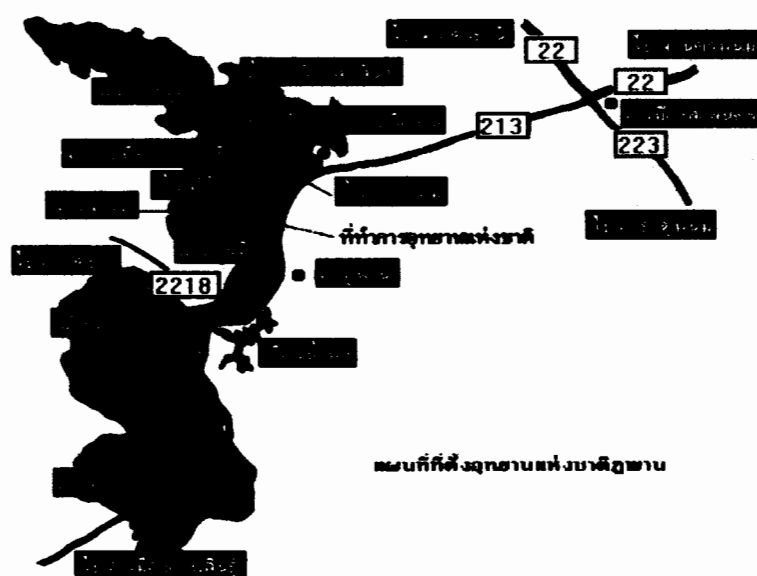
2.1.4.1 ความเป็นมาอุทยานแห่งชาติภูพาน

อุทยานแห่งชาติภูพาน (2547) อุทยานแห่งชาติภูพานได้รับการประกาศจัดตั้งเป็นอุทยานแห่งชาติ เมื่อวันที่ 3 พฤศจิกายน พ.ศ.2515 มีเนื้อที่ทั้งหมดประมาณ 664.7 ตารางกิโลเมตร หรือ 415,439 ไร่ ครอบคลุมพื้นที่ใน 2 จังหวัด 6 อำเภอ คือ จังหวัดสกลนคร ประกอบด้วย อำเภอเมือง อำเภอพรรณานิคม อำเภอภูพาน และอำเภอกุศุดบาก สำหรับจังหวัดกาฬสินธุ์ ประกอบด้วย อำเภอสมเด็จ และอำเภอห้วยผึ้งอุทยานแห่งชาติภูพานครอบคลุมในพื้นที่ที่อุทยานภูพาน รอยต่อของจังหวัดสกลนครและจังหวัดกาฬสินธุ์ ระหว่างเส้นรุ้งที่ 16 องศา 4 ลิปดาเหนือ ถึง 17 องศาลิปดาเหนือและเส้นแวงที่ 103 องศา 45 ลิปดาเหนือ ถึง 104 องศา 03 ลิปดาตะวันออก

ที่ทำการอุทยานแห่งชาติภูพาน ตั้งอยู่ในท้องที่ตำบลห้วยยาง อำเภอเมืองสกลนคร จังหวัดสกลนคร ติดกับถนนสายสกลนคร-กาฬสินธุ์ หมายเลข 213 ห่างจากเมืองสกลนครประมาณ 25 กิโลเมตร อาณาเขตติดต่อและพื้นที่ที่ครอบคลุม เขตการปกครองของ 13 ตำบล 6 อำเภอ 2 จังหวัด คือ จังหวัดสกลนคร ได้แก่ ตำบลขมิ้น ตำบลพังขว้าง ตำบลห้วยยาง อำเภอเมือง ตำบลไร่ ตำบลนาหัวบ่อ ตำบลนาโน อำเภอพรรณานิคม ตำบลนาม่อง อำเภอกุศุดบาก ตำบลโคกภู ตำบลสร้างก่อ อำเภอภูพานและจังหวัดกาฬสินธุ์ ได้แก่ ตำบลผาเสวย ตำบลมหาไชย ตำบลแขงบาตาล อำเภอสมเด็จ ตำบลคำบง อำเภอห้วยผึ้ง ดังแสดงในภาพที่ 2.4

2.1.4.2 ข้อมูลทั่วไป

อุทยานแห่งชาติภูพาน ปัจจุบันมีพื้นที่ครอบคลุมท้องที่อำเภอพรรณานิคม อำเภอเมือง อำเภอกุศุดบาก อำเภอภูพาน จังหวัดสกลนคร อำเภอสมเด็จ อำเภอห้วยผึ้ง จังหวัดกาฬสินธุ์ ประกอบด้วยป่าที่อุดมสมบูรณ์และมีธรรมชาติที่สวยงาม เช่น น้ำตก ถ้ำ หน้าผาที่วิจิตรตามธรรมชาติ ตลอดจนพื้นที่ป่าแห่งนี้ในอดีตได้ชื่อว่าเป็นปัญหาทางด้านการเมืองและในสมัยสงครามโลกครั้งที่ 2 ก็ยังเป็นแหล่งสะสมอาวุธที่ใช้สำหรับต่อต้านทหารกองทัพญี่ปุ่นซึ่งนับเป็นประวัติศาสตร์



ภาพที่ 2.4 แผนที่ที่ตั้งอุทยานแห่งชาติภูพาน (สำนักอุทยานแห่งชาติ, 2551)

2.1.4.3 ลักษณะภูมิประเทศ

อุทยานแห่งชาติภูพานตั้งอยู่ในเขตเทือกเขาภูพาน มีลักษณะโครงสร้างทางธรณีเป็นหินทราย โดยมีความสูงอยู่ระหว่าง 200-567 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง ประกอบด้วยภูนางงอย ภูเมฆา ภูน้อย ภูเพ็ก โดยมีภูเขี้ยวซึ่งอยู่ในเขตจังหวัดกาฬสินธุ์เป็นจุดสูงสุดในเขตอุทยานแห่งชาติ มีความสูง 567 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง เป็นแหล่งกำเนิดต้นน้ำลำธาร และห้วยต่าง ๆ เช่น ห้วยเลา ห้วยอีโคก ห้วยยาง ห้วยเวียงไพร ห้วยจั่นก ห้วยโคก ห้วยวังถ้ำ ห้วยผึ้ง ห้วยอีคอน น้ำอุนตอนบน ห้วยทรายและห้วยนาจาน ซึ่งจะไหลลงสู่แม่น้ำอุน ห้วยแซ่ ห้วยแสนกงและน้ำพุตอนบน ไหลลงแม่น้ำพุท ห้วยสะทาด ห้วยแก้งห้วย ห้วยแก้งโคกและห้วยหลักไหลลงลำน้ำยังห้วยพริกไหลลงลำปาว ห้วยทราย และห้วยเค็กไหลลงสู่หนองหาร (กรมอุทยานแห่งชาติสัตว์ป่าและพันธุ์พืช, 2547)

2.1.4.4 ลักษณะภูมิอากาศ

สภาพภูมิอากาศแบ่งเป็น 3 ฤดู คือ ฤดูร้อน ระหว่างเดือนมีนาคม-เดือนพฤษภาคม ฤดูฝน ระหว่างเดือนมิถุนายน-เดือนตุลาคม ฝนตกชุกประมาณเดือนกันยายนและฤดูหนาว ระหว่างเดือนพฤศจิกายน-เดือนกุมภาพันธ์ อากาศเย็นสบาย

2.1.4.5 ลักษณะทางธรณีวิทยา

ลักษณะโครงสร้างทางธรณีวิทยาของอุทยานแห่งชาติภูพาน มีลักษณะทั้งที่เป็นกระดะคว่ำ (Anticline) และกระดะหงาย (Syncline) ที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลกในอดีตและแนวดังกล่าวนี้จะอยู่ในทิศตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้

1) ลักษณะหิน ประกอบด้วย 5 หน่วยหิน ดังนี้

- หน่วยหินโคกกรวด (Khok Kruat Formation) เป็นหินที่กำเนิดในยุค Cretaceous ลักษณะเป็นหินที่ปะปนของหินทรายสีน้ำตาลและน้ำตาลแดงหินดินดานสีน้ำตาล หินทรายแป้งและหินกรวดมน

- หน่วยหินภูพาน (Phu Phan Formation) เป็นหินที่กำเนิดในยุค Cretaceous ลักษณะเป็นหินที่ปะปนด้วยหินทราย สีขาวและสีเหลืองจนถึงสีน้ำตาล หินทราย ที่มีกรวดปนและแทรกสลับด้วยหินดินดาน

- หน่วยหินเสาขัว (Sao Khrua Formation) เป็นหินที่กำเนิดในยุค Jurassic ลักษณะเป็นหินที่ปะปนด้วยหินทราย

- หน่วยหินพระวิหาร (Phry Wihan Formation) กำเนิดในยุค Jurassic ลักษณะเป็นหินทรายสีขาวจนถึงสีชมพูแทรกสลับด้วยหินทรายแป้งสีน้ำตาลแดงและสีเทา

- หน่วยหินภูกระดึง (Phu Kradung Formation) กำเนิดในยุค Jurassic ลักษณะปะปนด้วยหินทรายทรายแป้ง สีน้ำตาลและสีน้ำตาลแดงและหินทรายสีน้ำตาลและสีเทา (กรมอุทยานแห่งชาติสัตว์ป่าและพันธุ์พืช, 2547)

2) ลักษณะดิน

ลักษณะทางธรณีวิทยาของอุทยานแห่งชาติภูพาน หินส่วนใหญ่ที่เป็นพื้นฐานโครงสร้างของดิน เป็นหินทรายชนิกรวดมนและหินดินดานซึ่งเข้าใจว่าเกิดในยุคธรณีที่เรียกว่าไทรแอสสิก (Triassic) ส่วนดินที่เป็นชั้นของพื้นหินที่สึกลงไปนั้นเป็นพวกหินดินดาน หินทรายและหินปูน ซึ่งเข้าใจกันว่าเกิดในยุคเพอร์เมียน (Permian) ส่วนใหญ่ของพวกหินทรายมักจะเป็นพวกที่มีเนื้อค่อนข้างละเอียด (Fine sandy shale) เป็นองค์ประกอบ ซึ่งมีสีแดง ๆ และส่วนที่เป็นหินชั้นล่างอาจจะมีสีเทาหรือสีน้ำตาลอ่อน ดินบริเวณศูนย์ศึกษาภูพานจากการสำรวจและจัดทำแผนที่ของกรมพัฒนาที่ดิน ชนิดกึ่งหยาบถึงละเอียด มาตรฐาน 1 : 100,000 ได้แบ่งดินออกเป็น 3 ชุด คือ

- ดินชุดบรือ (Bb: Borabu) จัดอยู่ในพวก Lithosols เกิดจากการสลายตัวของหินทรายที่อยู่กับที่ และการพังทลายลงมาทับถมกันโดยแรงดึงดูดของโลก ดินบนลึกไม่เกิน 12 เซนติเมตร เป็นดินทรายปนร่วนหรือดินทรายปนร่วนสีน้ำตาลปนเทาเข้มหรือสีน้ำตาลเข้ม ปฏิกริยาทางเคมีเป็นกรดปานกลางจนถึงกรดแก่ ค่าความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 5.0 – 6.0 ส่วนดินล่างเป็นดินร่วนปนดินเหนียวและปนกรวด สีน้ำตาลแก่หรือสีแดงปนเหลือง ลึกลงไปเป็นเศษหินของพวกหินทรายหรือหินลูกรังควอตซ์ ปฏิกริยาทางเคมีเป็นกรดแก่ ค่าของความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ

5.0 -5.5 ดินชุดบริบือนี้ ไม่ได้ใช้ประโยชน์ทางการเกษตร เพราะดินเป็นดินตื้นและมีความลาดชันสูง แต่อาจใช้วัสดุสร้างทางได้ ส่วนมากยังคงสภาพเป็นป่าไม้พวก เต็ง รัง พลวง เหียง แต่มีขนาดเล็กและคงอ

- ดินชุดร็อยเอ็ด (Re: Roi Et series) เกิดจากการทับถมมานานแล้วของ ตะกอนลำนํ้าดินลึกประมาณ 15-30 เซนติเมตร เนื้อดินเป็นดินร่วนปนทรายหรือดินทรายปนร่วน มีพื้นเป็นสีเทาอ่อนหรือนํ้าตาลปนเทา มีจุดเป็นสีเหลืองปนแดง สีนํ้าตาลแก่ สำหรับตอนล่างของดิน บนนี้มักมีสีเทาปนชมพูแต่จุดประมาณอาจมีสีนํ้าตาลปนเหลือง ปฏิกิริยาของดินเป็นกรดแก่ถึงเป็น กรดจัดมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 4.5-5.5 ส่วนดินล่างมีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทรายหรือ ดินร่วนเหนียวปนทราย ตอนที่อยู่ลึกของดินชั้นล่างนี้จะเป็นพวกดินเหนียวมีสีเทาปนชมพูหรือนํ้าตาลอ่อน ดินชุดนี้มีก้อนศิลาแลงลึกกว้าง 1 เมตร บางแห่งอาจพบตื้นกว่านั้น ดินชั้นนี้เป็นกรด เล็กน้อยถึงกรดแก่มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 5.5-6.5

- ดินชุดโคราช (Kt: Korat series) เกิดจากการทับถมมานานแล้วของ ตะกอนลำนํ้าส่วนมากพบในพื้นที่ค่อนข้างราบเรียบจนถึงพื้นที่แบบลูกคลื่น ลอนลาด บนที่ราบ ขึ้นบันได เป็นดินลึกมีการระบายน้ำดีปานกลางจนถึงระบายน้ำดีดินบนหนาประมาณ 15-20 เซนติเมตร เป็นดินร่วนปนทรายสีนํ้าตาลปนเทาจนถึงสีนํ้าตาลเข้ม ชั้นที่อยู่ลึกลงไปมีเนื้อดินคล้ายตอนบนแต่ มีสีจางกว่าคือสีนํ้าตาลหรือสีนํ้าตาลอ่อนมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 5.0-6.0 ส่วนดินล่าง มีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย จนถึงร่วนปนเหนียว สีนํ้าตาลจนถึงนํ้าตาลเข้มพบจุดประและกรวด ลูกริงอยู่ชั้นนี้ด้วย มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 4.5-5.5

- ชุดดินในจังหวัดสกลนคร เนื้อดินบนเป็นดินร่วนปนทราย ดินล่าง เป็นดินเหนียวปนลูกริงหรือเศษหินทราย ดินมีสีนํ้าตาลหรือเหลือง ได้ลงไปเป็นดินเหนียวสีเทา มีจุดประสีนํ้าตาล สีแดง และสีลาเลง อ่อนปะปนอยู่ด้วยเป็นจำนวนมาก อาจพบชั้นหินทรายหรือ หินดินดานที่ผุพังสลายตัวในชั้นถัดไป พบบริเวณพื้นที่ดอน มีลักษณะเป็นลูกคลื่น มีความลาดชัน 3-20 % เป็นดินตื้นถึงตื้นมาก มีการระบายน้ำดี ระดับน้ำใต้ดินอยู่ลึกกว่า 2 เมตร มีความอุดมสมบูรณ์ ตามธรรมชาติค่า pH 5.0-6.5 ส่วนใหญ่เป็นป่าเต็งรัง บางแห่งใช้ปลูกพืชไร่และไม่ไถเร่ว ทุ่งหญ้าธรรมชาติ ได้แก่ ชุดดินโนนพิสัย และสกล บริบือ ปัจจุบันบริเวณดังกล่าวใช้ปลูกพืชไร่ ทุ่งหญ้าธรรมชาติ ที่รกร้างว่างเปล่า ป่าเต็งรัง หรือใช้ปลูกไม้ไผ่เร็ว

2.1.4.6 พืชพรรณและสัตว์ป่า

สภาพป่าในอุทยานแห่งชาติภูพานประกอบด้วยชนิดป่าที่สำคัญ 3 ชนิด คือ ป่าเต็งรัง ป่าเบญจพรรณ และป่าดิบแล้งคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 41.58 ร้อยละ 22.16 และร้อยละ 17.49 ตามลำดับพื้นที่ส่วนที่เหลือเป็นสภาพป่าที่เกษตรกรใช้ทำกิน แหล่งน้ำและแหล่งสาธารณูปการต่าง ๆ ประเภทของป่าในพื้นที่อุทยานแห่งชาติภูพาน แบ่งได้ดังนี้

1) ป่าเต็งรังพบขึ้นอยู่ตั้งแต่ตอนกลางของอุทยานแห่งชาติขึ้นไปจนถึงด้านทิศเหนือในระดับความสูง 200-400 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง พันธุ์ไม้ที่สำคัญ ได้แก่ เต็ง รัง เหียง พลวง ตีนนก กว้าว แดง ส้าน ช้างน้าว กระโดน มะพอก ฯลฯ พืชพื้นล่างประกอบด้วย หนุ้าเพ็ก ตะโกหิน ปอหนู ปรง พวงประดิมรุ้ง รวงจืด เป็นต้น ป่าเต็งรัง อุทยานแห่งชาติภูพาน แบ่งลักษณะของสังคมพืชออกเป็น 2 ลักษณะ (อุทยานแห่งชาติภูพาน, 2551) คือ

- ป่าเต็งรังที่มีไม้เต็ง-ไม้รังเด่น กระจายอยู่ทั่วไปในพื้นที่ที่มีความลาดชัน 10 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป ความลึกของดินประมาณ 50 เซนติเมตร ดินมีการระบายน้ำดีปานกลาง เนื้อดินเป็นดินร่วนปนดินเหนียว ดินเหนียวปนทรายหรือดินเหนียว

- ป่าเต็งรังที่มีไม้พลวงเด่น สภาพพื้นที่มีความลาดชันน้อยกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ ความลึกของดินมากกว่า 100 เซนติเมตร ดินมีการระบายน้ำดีถึงดีมาก เนื้อดินเป็นดินร่วนปนทรายหรือดินทราย

2) ป่าดิบแล้ง พบขึ้นอยู่เป็นผืนใหญ่ตอนกลางก่อนไปทางทิศใต้ของอุทยานแห่งชาติและเป็นหย่อมเล็ก ๆ กระจายอยู่ทางด้านทิศเหนือและทิศใต้ ในระดับความสูงตั้งแต่ 400 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลางขึ้นไปสภาพพื้นที่ มีทั้งเป็นที่ราบและที่ลาดชัน ในพื้นที่ราบดินมีความลึกถึง 100 เซนติเมตร ในพื้นที่ลาดชัน ดินมีความลึกลดลงเหลือ 60 เซนติเมตร ชนิดไม้ที่สำคัญ ได้แก่ เชลง นางคำ ก่อ กะพี้เขาควย หว้า เปล้าหลวง ขนุนป่า แคลหางค่าง หมือด หมามุย ฯลฯ พืชพื้นล่างส่วนใหญ่เป็นลูกไม้และกล้าไม้ของไม้ชั้นบน เช่น ดินดั่ง นางคำ รวมทั้ง เข้มขาว เข้มแดง เฝิร์น ไม้เถา เป็นต้น

3) ป่าเบญจพรรณ พบขึ้นอยู่ทางตอนใต้ของอุทยานแห่งชาติบนสภาพพื้นที่ราบและที่ลาดชันเป็นป่ารอยต่อระหว่างป่าเต็งรังกับป่าดิบแล้ง ในพื้นที่ราบดินมีความลึกถึง 100 เซนติเมตร ในพื้นที่ลาดชันดินมีความลึกประมาณ 60 เซนติเมตร เนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียว ดินร่วนเหนียวปนทราย หรือดินร่วนปนทราย การระบายน้ำของดินดีปานกลางถึงดี ชนิดไม้ที่สำคัญ ได้แก่ ตีนนก ดีว้ กางฮุ้ง แดง มะกอกเลื่อม แสนคำ ประดู่ โมกมัน ตะแบก ฯลฯ ส่วนพืชพื้นล่างประกอบด้วย ลูกไม้ของไม้ชั้นบน มะเฒ่า ไข่ หนุ้าคา ไม้เถา เป็นต้น

2.1.4.7 ป่าเต็งรัง (Deciduous Dipterocarp Forest)

ระบบนิเวศของป่าเต็งรัง

ระบบนิเวศป่าเต็งรังหมายถึง ป่าเต็งรัง ป่าพะ พ่าแดง หรือป่าโคก ป่าเต็งรัง พบมากที่สุด ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ ของป่าชนิดต่าง ๆ ที่มีอยู่ในภาคนี้ทั้งหมด นอกจากนี้ยังพบทั่วไปในภาคเหนือ และค่อนข้างกระจุกกระจายลงมาทางภาคกลาง พบทั้งในที่ราบและเขาที่ต่ำกว่า 1,000 เมตรลงมา ขึ้นได้ในที่ดินดินค่อนข้างแห้งแล้งเป็นดินทราย

หรือดินลูกรัง ถ้าเป็นดินทรายก็มีความร่วนสึกระบายน้ำได้ดี แต่ไม่สามารถจะเก็บรักษาความชุ่มชื้นไว้ได้เพียงพอในฤดูแล้ง ถ้าเป็นดินลูกรังดินจะตื้นมีสีค่อนข้างแดงคล้ำ บางแห่งจึงเรียกป่าชนิดนี้ว่า “ป่าแดง” ลักษณะของป่าเต็งรัง เป็นป่าโปร่ง ประกอบด้วยต้นไม้ผลัดใบขนาดกลางและขนาดเล็ก ขึ้นห่าง ๆ กระจัดกระจายไม่ค่อยแน่นทึบ พื้นป่ามีหญ้าและไม้แคะระจำพวกไม้เฟ็ก ไม้โจด *Vietnamosasa* spp. ขึ้นทั่วไป มีลูกไม้ค่อนข้างหนาแน่น ทุกปีจะมีไฟป่าเกิดขึ้นเป็นประจำ ทำให้ลูกไม้บางส่วนถูกไฟไหม้ตายทุกปี จนกว่าลูกไม้ขึ้น ๆ จะสะสมอาหารไว้ในรากได้เพียงพอ ก็จะเติบโตขึ้นสูงพ้นอันตรายจากไฟป่าได้ บางพื้นที่ ๆ เป็นที่ราบมีดินทรายค่อนข้างลึก ดินไม้ มักจะมีขนาดสูงและใหญ่ ขึ้นเป็นกลุ่ม ๆ แน่นคล้ายป่าเบญจพรรณ เช่น ป่าเต็งรัง บนที่ราบทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือบางแห่งมักจะพบกลุ่มไม้ที่มีลักษณะสมบูรณ์ ได้แก่ กราด *Dipterocarpus intricatus*, เหียง *D. obtusifolius* และพลวง *D. tuberculatus* ป่าเต็งรังที่ค่อนข้างแคะแกระ พบบนภูเขาภาคเหนือที่มีดินดินตามไหล่เขาและสันเขา บริเวณที่แห้งแล้งมากที่สุดจะพบรัง *Shorea siamensis* ขึ้นเกือบเป็นกลุ่มเดี่ยวล้วน ๆ ส่วนเต็งจะพบขึ้นปะปนกับพรรณไม้ทั้ง 4 ชนิดดังกล่าว พรรณไม้ทั้ง 5 ชนิดเป็นกลุ่มไม้ยาง-เต็ง-รัง ที่ผลัดใบ (deciduous dipterocarp) พบเฉพาะในป่าเต็งรังเท่านั้น และไม้ในชั้นเรือนยอดจะประกอบด้วยพรรณไม้กลุ่มนี้ไม่ต่ำกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ ส่วนไม้กราด *D. intricatus* พบเฉพาะทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (กรมอุทยานแห่งชาติสัตว์ป่าและพันธุ์พืช, 2547)

พรรณไม้เด่นในป่าเต็งรัง ได้แก่ กลุ่ม deciduous dipterocarp 5 ชนิด คือ กราด *Dipterocarpus intricatus*, เหียง *D. obtusifolius*, พลวง *D. tuberculatus*, เต็ง *Shorea obtusa*, และรัง *S. siamensis* (Dipterocarpaceae) พรรณไม้เด่นอื่น ๆ เช่น ค้ำอกหลวง *Gardenia sootepensis*, ค้ำอกน้อย *G. obtusifolia*, กว้าว *Haldina cordifolia*, คุ่มกว้าว *Mitragyna rotundifolia*, ระเวียง *Catunaregam tomentosa*, ขอป่า *Morinda pubescens* (Rubiaceae), คาง *Albizia odoratissima*, ซาก *Erythrophleum* spp., ประดู่ป่า *Pterocarpus macrocarpus*, มะค่าแต้ *Sindora siamensis* var. *maritima*, แดง *Xylia xylocarpa* var. *kerrii* (Leguminosae), มะม่วงหาวแมลงวัน *Buchanania latifolia*, ลั่นไซ้ *B. siamensis*, รักใหญ่ *Gluta usitata* (Anacardiaceae), มะกอกเลื่อม *Canarium subulatum* (Burseraceae), กระโดน *Careya sphaerica* (Lecythidaceae), จะบัก *Irvingia malayana* (Irvingiaceae), มะพอก *Parinari anamense* (Rosaceae), มะขามป้อม *Phyllanthus emblica*, เหมือดขน *Aporosa villosa* (Euphorbiaceae), โมกใหญ่ *Holarrhena pubescens* (Apocynaceae), อินทนิลบก *Lagerstroemia macrocarpa* (Lythraceae), ดี้ว, แด้ว *Cratoxylum* spp., (Hypericaceae), ตะคร้อไข่ *Schleichera oleosa*, ตะคร้อหนาม *Sisyrolepis muricata* (Sapindaceae), มะติ่ง, แสลงใจ *Strychnos nux-vomica* (Strychnaceae), สมอไทย *Terminalia chebula*, รกฟ้า *T. alata*, (Combretaceae), หว้า *Syzygium cumini* (Myrtaceae), แกบิ็ด *Fernandoa adenophylla*, แครกฟ้า *Heterophragma sulfureum*

(Bignoniaceae), ช้างน้ำ *Ochna integerrima* (Ochnaceae), ดับเต่า *Diospyros ehretioides*, ถ่านไฟผี *D. montana*, ตะโก *D. rhodocalyx* (Ebenaceae), พลองใบเล็ก *Memecylon scutellatum* (Melastomataceae), มะกอกคอน *Schrebera swietenoides* (Oleaceae), ผักหวาน *Melientha suavis* (Opiliaceae), คำรอก *Ellipanthus tomentosus* (Connaraceae) พืชพื้นล่างที่สำคัญ เช่น โจด หรือไผ่โจด *Vietnamosasa ciliata*, ไผ่เพ็ก หรือหญ้าเพ็ก *V. pusilla* (Gramineae), ปรงป่า *Cycas siamensis* (Cycadaceae) (กรมอุทยานแห่งชาติสัตว์ป่าและพันธุ์พืช, 2547)

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

พิทักษ์ วงษ์ชาติ (2544) ศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของเห็ดกับวิถีชีวิตของประชาชน ในเขตป่า ศูนย์ศึกษาพัฒนาภูพาน ตำบลห้วยยาง อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร และการนำไปใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน ผลการสำรวจพบว่า พบเห็ดราขนาดใหญ่ 21 วงศ์ 60 ชนิด คือ วงศ์ Auriculariaceae 3 ชนิด คือ *Auricularia auricula*, *Auricularia delicata* Fr., *Auricularia polytricha* (Mont.) Sacc. วงศ์ Tremellaceae 1 ชนิด คือ *Tremella fuciformis* Berk. วงศ์ Cantharellaceae 1 ชนิด คือ *Cantharellus cibarius* Fr. วงศ์ Ganodermataceae 4 ชนิด คือ *Amauroderma rugosum* (Blume et Nees ex Fr.) Torr., *Ganoderma applanatum*, *Ganoderma colossus*, *Ganoderma lucidum* (Fr.) Karst วงศ์ Podoscyphaceae 1 ชนิด คือ *Stereopsis radicans* (Berk.) Reid วงศ์ Polyporaceae 9 ชนิด คือ *Coltricia cinnamomea*, *Favolus brasiliensis* (Fr.) Fr., *Inonotus hispidus*, *Lentinus polychrous* Lev., *Lentinus squarrosulus* Mont., *Lenzites vespacea* (Pers.) Ryv., *Microporus xanthopus* (Fr.) Ktz., *Pycnoporus cinnabarinus*, *Trametes versicolor* วงศ์ Agaricaceae 2 ชนิด คือ *Macrolepiota dolichota* (Berk.&Br.) Pegler & Ray, *Macrolepiota rhacodes* (Vitt.) Sing. วงศ์ Amanitaceae 4 ชนิด คือ *Amanita hemibapha* (Berk.et Broome) Sacc., *Amanita hemibapha* (Berk.et Broome) Sacc. subsp. *javanica* Cor. et Bas, *Amanita phalloides*, *Amanita princeps* Cor. & Bas. วงศ์ Gomphidiaceae 2 ชนิด คือ *Suillus pictus*, *Suillus tomentosus* วงศ์ Boletaceae 5 ชนิด คือ *Boletus colossus* Heim, *Boletus zelleri*, *Heimiella retispora* (Pat.And Bak.) Boedijn., *Tylopilus alboater*, *Tylopilus plumbeoviolaceus* วงศ์ Hygrophoraceae 1 ชนิด คือ *Hygrocybe firme* (Berk.et Broome) Sing วงศ์ Russulaceae 12 ชนิด คือ *Lactarius flavidulus* Imai, *Lactarius tuspis* (Weinm.) Fr., *Lactarius volemus* (Fr.) Fr., *Russula alboareolata* Hongo, *Russula cyanoxantha* Schaeff. ex Fr., *Russula densifolia* (Secr.) Gill., *Russula emetic* (Schaeff.ex Fr.) Pers. Ex S.F. Gray, *Russula foetens* Fr. , *Russula fragilis*, *Russula heterophylla* Fr., *Russula nigricans* Fr., *Russula rosacea* Pers. Ex S.F. Gray, *Russula virescens* Fr. วงศ์ Schizophyllaceae 1 ชนิด คือ *Schizophyllum commune* วงศ์ Tricholomataceae 7 ชนิด คือ *Termitomyces*

clipeatus Heim, *Termitomyces microcarpus* (Berk. et Broome) Heim, *Termitomyces microcapus* (Beeli) Heim, *Termitomyces robustus* (Beeli) Heim, *Termitomyces striatus* (Beeli) Heim, *Termitomyces tyleranus* Otieno, *Tricholoma crassum* Berk. วงศ์ Geastraceae 2 ชนิด คือ *Geastrum saccatum* (Fr.) Fischer, *Geastrum saccatum* Fr. วงศ์ Lycoperdaceae 1 ชนิด คือ *Lycoperdon geminatum* Fr. วงศ์ Astraeaceae 1 ชนิด คือ *Astraeaceae* 1 ชนิด คือ *Astareus hygrometricus* (Pers.) Morg. วงศ์ Melanogastraceae 1 ชนิด คือ *Alpova trappei* Fogel วงศ์ Nidulariaceae 1 ชนิด คือ *Cyathus striatus* วงศ์ Phallaceae 1 ชนิด คือ *Dictyophora multicolor* (Berk.) Broome var. *lacticolor* Reid จากจำนวนชนิดเห็ดที่พบทั้งสิ้น 60 ชนิด เป็นเห็ดที่กินได้ 46 ชนิด กินไม่ได้ 14 ชนิด เป็นเห็ดที่เกิดบนขอน 21 ชนิด เกิดบนดิน 39 ชนิด ความชื้นสัมพัทธ์มีค่าระหว่าง 88-94 เปอร์เซ็นต์ อุณหภูมิระหว่าง 28-32 องศาเซลเซียส ความเข้มแสง 120 Lux ถึง 1862 Lux

วิโรจน์ ปิยะวิทยานันท์ และนันทิชา พลพินิจ (2545) การศึกษาและสำรวจความหลากหลายทางชีวภาพของเห็ดกับวิถีชีวิตของประชาชนในเขตป่าดงขุนแคม ป่า โกลใหญ่ ป่าภูผาแง่ม และป่าลาดค่าง ตำบลกกคู้ อำเภอเมือง จังหวัดเลยพบว่า ชนิดของเห็ดที่พบจากการสำรวจและเก็บตัวอย่างพบเห็ดทั้งหมด 59 ชนิด 8 อันดับ 21 วงศ์ วงศ์ที่พบมากที่สุดคือวงศ์ Russulaceae พบ 12 ชนิด รองลงมาคือวงศ์ Polyporaceae พบ 11 ชนิด และวงศ์ที่พบน้อยที่สุดพบเพียงวงศ์ละ 1 ชนิด มีอยู่ถึง 10 วงศ์ ได้แก่วงศ์ Coprinaceae วงศ์ Hygrophoraceae วงศ์ Strophariaceae วงศ์ Sclerodermataceae วงศ์ Astraeaceae วงศ์ Auriculariaceae วงศ์ Dermatiaceae วงศ์ Melanogastraceae

อรุณ โมณะตระกูล (2545) ศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของเห็ดกับวิถีชีวิตของประชาชนในเขตป่าชุมชน ดงใหญ่ ตำบลดงใหญ่ อำเภอบ้านโป่ง จังหวัดมหาสารคามจากการสำรวจและเก็บตัวอย่างเห็ดทุกเดือน ระหว่างเดือนกรกฎาคม 2544 ถึงเดือนสิงหาคม 2545 ที่ป่าชุมชนดงใหญ่ ตำบลดงใหญ่ อำเภอบ้านโป่ง จังหวัดมหาสารคามพบเห็ดทั้งหมด 80 ชนิด 25 วงศ์ แยกเป็นเห็ดกินได้ 61 ชนิด 23 วงศ์ เห็ดกินไม่ได้ 10 ชนิด 7 วงศ์ และยังไม่ทราบชนิดแน่นอนอีก 9 ชนิด โดยพบเห็ดวงศ์ Russulaceae มากที่สุด รองลงมาได้แก่ Trichelomataceae, Polyporaceae, Boletaceae และ Agariceae ตามลำดับ

ศิวพงศ์ จำรัสพันธุ์ และช่วยชูศรี ศรีภูม้น (2546) ได้ทำการศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของเห็ดกับวิถีชีวิตของประชาชนในเขตป่า ภูพาน อำเภอบ้านผือ จังหวัดอุดรธานี พบว่าเห็ดที่พบทั้งหมดจำนวน 135 ชนิด จัดอยู่ใน 28 วงศ์ เป็นเห็ดที่รับประทานได้ 66 ชนิด และเห็ดที่รับประทานไม่ได้ 69 ชนิด เห็ดที่พบในทุกพื้นที่ป่า ได้แก่ เห็ดดิน เห็ดข้าวเป้ง เห็ดหน้าขาว เห็ดลม เห็ดดินแดง เห็ดน้ำหมาก เห็ดไค เห็ดระโงก เห็ดโคน เห็ดบางใบ เห็ดที่พบมากที่สุดเป็นเห็ดในวงศ์ Russulaceae พบจำนวน 27 ชนิด รองลงมาเป็นวงศ์ Tricholomataceae พบ 25 ชนิด วงศ์ Boletaceae พบ 15 ชนิด

วงศ์ Polyporaceae, Amanitaceae และวงศ์ Agaricaceae 7 ชนิด เห็ดที่รับประทานได้ที่พบมากที่สุด คือ กลุ่มเห็ดดิน ซึ่งอยู่ในวงศ์ Russulaceae จำนวน 27 ชนิด เห็ดที่รับประทานไม่ได้ที่พบมากที่สุดเป็นเห็ดในวงศ์ Tricholomataceae มี 20 ชนิด เห็ดที่พบในพื้นที่มีลักษณะพิเศษ ได้แก่ เห็ดแสงและเห็ดดาโล่

สภาพแวดล้อมที่พบเห็ดเป็นป่าเต็งรังและป่าเบญจพรรณ ซึ่งเป็นป่าโปร่ง พบทั้งเห็ดที่เกิดขึ้นบนดิน ขอนไม้ทั้งขอนไม้แห้งและไม้ผุ รวมทั้งเกิดบนต้นไม้ที่มีชีวิต พันธุ์ไม้ที่พบในบริเวณนี้มีทั้งต้นไม้ใหญ่ ไม้พุ่ม และไม้พื้นล่าง ส่วนใหญ่เป็นต้นรัง เหียง เต็ง ประดู่ มะขามป้อม เหมือด ไม้พุ่ม ได้แก่ สาบเสือ เปล้า พนมสวรรค์ ส่วนไม้พื้นล่าง ได้แก่ หญ้าเพ็ก หญ้าคา กระเจียว ด้วงหมูป ลูกยอ ทางกายภาพในบริเวณที่พบเห็ด พบว่า มีอุณหภูมิ อยู่ระหว่าง 27–39 °C ความชื้นสัมพัทธ์อยู่ในช่วง 49-95% ความเข้มของแสงระหว่าง 400-51,000 ลักซ์ ความเป็นกรด-ด่างของดินอยู่ระหว่าง 6.9-8.0

ประชาชนในพื้นที่ศึกษามีวิถีชีวิต พฤติกรรมและความรู้เกี่ยวกับเห็ดคล้ายคลึงกัน จะเก็บเห็ดในฤดูฝน (มิถุนายน-สิงหาคม) เฉลี่ยไม่เกินคนละ 5 ครั้งต่อปี พบเห็ดมากที่สุดในช่วงเดือน กรกฎาคม-สิงหาคม เป็นการเก็บเห็ดเพื่อ รับประทานในครอบครัวและจำหน่าย การตรวจสอบว่าเห็ดนั้นเป็นพิษหรือไม่ทำได้โดยการต้มข้าวพร้อมกับเห็ด ถ้าข้าวเปลี่ยนสี แสดงว่าเห็ดนั้นเป็นพิษ รับประทานไม่ได้ ถ้ากินเห็ดพิษ สามารถถอนพิษได้โดยการให้มดแดงกัด ประชาชนส่วนใหญ่ทราบว่าเห็ดมีปริมาณลดลง เนื่องจากมนุษย์มีมากขึ้นและทำให้ป่าขาดความอุดมสมบูรณ์ ที่สำคัญประชาชนมักจะเก็บเห็ดที่พบทั้งหมดโดยไม่เหลือไว้ขยายพันธุ์ ประชาชนส่วนใหญ่สนใจที่จะเข้ารับการฝึกอบรมเพื่อเพิ่มพูนความรู้เกี่ยวกับเห็ด โดยเฉพาะเรื่องการเพาะเห็ดหายาก อาหาร การแปรรูปและผลิตภัณฑ์จากเห็ด รวมทั้งการอนุรักษ์เห็ดในพื้นที่ธรรมชาติ

สิวพงศ์ จารัสพันธุ์ และช่วยชูศรี ศรีภูมิ (2546) การศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของเห็ดกับวิถีชีวิตของประชาชนในเขตป่าภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน เห็ดที่พบทั้งหมดจำนวน 276 ชนิด จัดอยู่ใน 47 วงศ์ เป็นเห็ดที่รับประทานได้ 133 ชนิด เห็ดที่รับประทานไม่ได้ 143 ชนิด เห็ดที่พบในพื้นที่ป่า ได้แก่ เห็ดน้ำแป้ง เห็ดลม เห็ดดินแรด เห็ดกรวยทองดาตู เห็ดไค เห็ดน้ำหมาก เห็ดผึ้งขม เห็ดที่พบมากที่สุดเป็นเห็ดในวงศ์ Tricholomataceae พบจำนวน 50 ชนิด รองลงมาเป็นวงศ์ Russulaceae พบ 33 ชนิด วงศ์ Polyporaceae พบ 33 ชนิด วงศ์ Boletaceae พบ 21 ชนิด และวงศ์ Agaricaceae พบ 20 ชนิด ส่วนวงศ์ Amanita พบ 15 ชนิด Ganodermataceae และ Coprinaceae พบวงศ์ละ 9 ชนิดตามลำดับ และ Hygrophoraceae พบ 8 ชนิด วงศ์ Cantharellaceae พบ 7 ชนิด วงศ์ Clavariaceae และ วงศ์ Coriolaceae พบวงศ์ ละ 6 ชนิด ส่วนวงศ์ Auriculariaceae พบ 5 ชนิด ส่วนวงศ์อื่น ๆ พบเห็ดจำนวน 1-4 ชนิด เห็ดที่รับประทานได้ที่พบมากที่สุดคือกลุ่มเห็ดดิน ซึ่งอยู่ในวงศ์ Russulaceae จำนวน 27 นิติ รองลงมาคือวงศ์ Tricholomataceae มี 23 ชนิด กลุ่มเห็ดดับเต่า ซึ่งอยู่ในวงศ์ Boletaceae จำนวน 18 ชนิด และเห็ดในวงศ์ Agaricaceae จำนวน 10 ชนิด ส่วนเห็ดที่

เป็นสมุนไพรมี 11 ชนิด เช่น เห็ดไม้แดง เป็นยาบำรุงกำลัง รักษาโรคตับ เห็ดตาโล่ เป็นยาเย็น แก้อ่อนใน เห็ดกันรุ่ม ผสมกับเสลดพังพอน รักษาเมะเร็งเม็ดเลือด เห็ดหลินจือ (*Ganoderma lucidum*) รักษาโรคกระเพาะ บำรุงสมอง ป้องกันเมะเร็ง เห็ดมะขาม และเห็ดกระถินพิมาน (*Phellinus rimosus*) ไรย์ แก้วผลอกเสบ ปวดหู นอกจากนี้ยังมีการนำเห็ดมาใช้เป็นเครื่องประดับ ได้แก่ เห็ดกรวยทองคาถู และเห็ดจวักงู มีเห็ดบางชนิดที่เป็นเห็ดเรืองแสง ได้แก่ เห็ดแสง (*Chlorosplenium aeruginascens*) สภาพแวดล้อมที่พบเห็ดเป็นป่าเต็งรังและป่าเบญจพรรณ ซึ่งเป็นป่าโปร่ง บางแห่งเป็นป่าสลับกับหิน พบทั้งเห็ดที่เกิดบนดิน กองมูลสัตว์ ขอนไม้ทั้งขอนไม้แห้งและไม้ผุ รวมทั้งเกิดบนต้นไม้ที่มีชีวิต พันธุ์ไม้ที่พบในบริเวณนี้มีทั้งต้นไม้ใหญ่ ไม้พุ่ม และไม้พื้นล่างส่วนใหญ่เป็นต้นรัง เหียง เต็ง ประดู่ มะขามป้อม ก่อ ไม้พุ่ม ได้แก่ สาบเสือ เปล้า ส่วนไม้พื้นล่าง ได้แก่ หญ้าเพ็ก หญ้าคา กระเจียว ลักษณะทางกายภาพในบริเวณที่พบเห็ดพบว่ามีความชื้นอยู่ระหว่าง 26-40 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์อยู่ในช่วง 41-94 % ความเข้มของแสงระหว่าง 410-37,800 ลักซ์ ความเป็นกรด-ด่างของดินอยู่ระหว่าง 4.0-9.0

บารมี สกลรักษ์, อุทัยวรรณ แสงวนิช และ บุญวงศ์ ไทยอุดส่าห์ (2550) การสำรวจชนิดเห็ดบนเส้นทางเดินศึกษาธรรมชาติที่ผ่านสวนป่าไผ่ ในสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ได้ดำเนินการในแปลงถาวรรูปวงกลม จำนวน 15 แปลง โดยสำรวจเดือนละ 1 ครั้ง ระหว่างเดือนพฤษภาคม 2547 ถึงเมษายน 2548 แปลงถาวรรูปวงกลมมีรัศมี 5 เมตรและจุดศูนย์กลางของวงกลมอยู่ห่างจากเส้นทางเดินในระยะตั้งฉาก 10 เมตร ออกไปทั้ง 2 ข้างของทางเดิน แต่ละแปลงที่อยู่ข้างเดียวกันของทางเดินห่างกัน 50 เมตร ผลของการสำรวจพบเห็ดทั้งหมด 45 ชนิด สามารถวินิจฉัยชื่อได้ 34 ชนิด ซึ่งอยู่ใน 22 สกุล (Genus) 15 วงศ์ (Family) 10 อันดับ (Order) 2 ชั้นย่อย (Subclass) และ 1 ชั้น (Class) และไม่สามารถวินิจฉัยชื่อได้ 11 ชนิด เห็ดที่พบถูกแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มตามบทบาทและหน้าที่ในระบบนิเวศป่าไม้ ดังนี้ กลุ่มเห็ดผู้ย่อยสลายอินทรีย์สารมี 16 ชนิด กลุ่มเห็ดเอคโตไมคอร์ไรซามี 12 ชนิด และกลุ่มเห็ดที่ไม่สามารถระบุบทบาทหน้าที่ได้มี 7 ชนิด ในจำนวนที่พบเห็ดทั้งหมด มีเห็ดกินได้ 9 ชนิด คือ *Auricularia polytricha* (Mont.) Sacc., *Clavaria vermicularis* Fr., *C. zollingeri* Lev., *Craterellus cinereus* (Pers. & Fr.) Pers., *Hygrocybe flavescens* (Karff.) Sm. & Hes., *Oudemansiella radicata* (Rehl. & Fr.) Sing., *Psathyrella candolleana* (Fr. & Fr.) Maire, *Schizophyllum commune* Fr. และ *Tremella fuciformis* Berk. เห็ดที่กินได้นี้ บางชนิดมีสรรพคุณทางยาด้วย นอกจากนี้เห็ด *Microporus vernicipes* (Berk.) Kunt. และ *Panus fulvus* (Berk.) Pegler et Rayner ยังสามารถนำไปตากแห้งสิ่งประดิษฐ์ต่าง ๆ ได้ด้วย

รัชดาภรณ์ เบญจพัฒนานนท์, ปิยะดา ธีระกุลพิศุทธิ์ และวิชัย พัวรุ่งโรจน์ (2551) การศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของเห็ดและสภาพแวดล้อมทางกายภาพ และชีวภาพของ

บริเวณที่พบเห็ด ในเขตป่าธรรมชาติ อำเภอท่าวัง จังหวัดเลย รวมทั้งวิถีชีวิตของประชาชนที่เข้าไปใช้ประโยชน์จากป่าในบริเวณนี้ โดยออกสำรวจ เก็บตัวอย่าง รวบรวมข้อมูล ทำการจำแนกชนิดของเห็ด ในช่วงระหว่างเดือนธันวาคม 2550 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2551 และเก็บข้อมูลวิถีชีวิตของประชาชนโดยการสัมภาษณ์ประชาชนที่ได้เข้าไปใช้ประโยชน์ในป่าดังกล่าว เห็ดที่พบทั้งหมดจำนวน 30 ชนิด จัดอยู่ใน 14 วงศ์ เห็ดที่พบมากที่สุดเป็นเห็ดในวงศ์ Agaricaceae พบจำนวน 9 ชนิด รองลงมาเป็น วงศ์ Russulaceae พบ 7 ชนิด วงศ์ Cantharellaceae และวงศ์ Polyporaceae พบ 2 ชนิด ส่วนวงศ์ Clavariaceae, Cortinariaceae, Boletaceae, Xerocomaceae, Ramariaceae, Coriolaceae, Phallaceae, Sarcoscyphaceae, Xylariaceae และ Tricholomataceae พบวงศ์ละ 1 ชนิด สภาพแวดล้อมทางกายภาพของเห็ด ซึ่งพบว่าเห็ดแต่ละชนิดนั้นต้องการสภาพแวดล้อมในการเกิด เช่น ดิน น้ำ แสง อินทรีย์วัตถุ รวมทั้งสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ จากการศึกษาพบทั้งเห็ดที่เกิดในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน คล้ายคลึงกัน หรือเหมือนกัน ซึ่งการวิจัยครั้งนี้ได้ศึกษาอุณหภูมิว่าอยู่ที่ช่วงระหว่าง 30-31 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์อยู่ระหว่าง 74-90% และพบเห็ดส่วนใหญ่เกิดขึ้นที่ดินมากกว่าขอนไม้

วีระศักดิ์ ศักดิ์ศิริรัตน์, ศิวลิข สิริมงคลรัตน์ วรณดี บัญญัติวิธต์ และสุริย์พร บัวอาจ (2551) การสำรวจและจำแนกกลุ่มของเห็ดราขนาดใหญ่ ในเขตพื้นที่อนุรักษ์พันธุกรรมพืช พื้นที่เขื่อนจุฬาภรณ์ จังหวัดชัยภูมิ จำนวน 4 ครั้ง ระหว่างวันที่ 31 มกราคม-24 กันยายน 2551 ได้เก็บตัวอย่างเห็ดราทั้งหมด 162 ตัวอย่าง สามารถจัดแบ่งกลุ่มได้ดังนี้ ราเมือง 1 ชนิด ราในกลุ่ม Ascomycota 15 ชนิด (kernel fungi 10 ชนิด และ cup fungi 5 ชนิด) กลุ่ม Basidiomycota 69 ชนิด (Bird's nest and cup fungi 3 ชนิด, Earth star and puff ball 5 ชนิด, Jelly fungi 2 ชนิด, Coral fungi 4 ชนิด, Tooth fungi 2 ชนิด, Thelephoroid and Stetroid 4 ชนิด, Pleurotoid fungi 16 ชนิด, Mushroom without veil 18 ชนิด, Mushroom with veil 3 ชนิด และ Boletoid 2 ชนิด) ในบรรดาเห็ดราที่พบนี้มีเห็ดรา 16 ชนิด ที่ยังไม่สามารถบ่งชี้ได้ในระดับสกุลและชนิด

กรกช จันทร (2551) การศึกษาความหลากหลายเชิงชนิดของเห็ดผึ้ง(Boletes) ในเขตอุทยานแห่งชาติน้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์ และอุทยานแห่งชาติภูเรือ จังหวัดเลย ซึ่งอุทยานแห่งชาติทั้ง 2 แห่งมีพื้นที่เชื่อมติดกันระหว่างภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคเหนือของประเทศไทย มีสภาพพื้นที่เป็นภูเขาสูง ปกคลุมด้วยป่าไม้หลายรูปแบบที่อุดมสมบูรณ์ ซึ่งเป็นแหล่งที่รวบรวมความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตหลายชนิด รวมถึงเห็ดผึ้ง จากการสำรวจและรวบรวมความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตหลายชนิด รวมถึงเห็ดผึ้ง จากการสำรวจและเก็บรวบรวมตัวอย่างเห็ดผึ้ง ระหว่างฤดูฝน ปี พ.ศ.2548 ถึง 2550 เมื่อทำการจัดจำแนกเห็ดผึ้งโดยอาศัยลักษณะทางสัณฐานวิทยาสามารถจัดจำแนกเห็ดผึ้งได้ 12 สกุล 33 ชนิด และเห็ดผึ้งตัวอย่างที่ยังไม่สามารถระบุชนิดได้ คือ Boletus sp. 2 ชนิด, Leccinum sp.1 ชนิด และ Tylopilus sp. 2 ชนิด จากเห็ดผึ้งทั้ง 33 ชนิด พบว่า 20 ชนิด เป็นเห็ดผึ้ง

ซึ่งรายงานการพบครั้งแรกในประเทศไทย คือ *Boletus auriporus* Peck, *B. laetissimus* Hongo, *B. obscureumbrinus* Hongo, *B. persoonii* Bon, *B. rainisii* Bessette & O. K. Mill, *B. subvelutipes* Peck., *B. umbriniporus* Hongo, *Heimiella japonica* Hongo, *Leccinum extremiorientale* (L.Vass) Sing., *Phylloporus* cf *rhodoxanthus* (Schwein.) Bres., *Pulveroboletus auriflammeus* (Berk. & M.A. Curtis) Singer, *P. icterinus* (Pat. & C.P.Baker) Watling, *Strobilomyces confusus* Sing., *Tylopilus eximius* (Peck) Sing., *T. griseocarneus* Wolfe & Halling, *T. vinosobrunneus* Hongo, *T. vixens* (Chui) Hongo, *T. visidulus* (Pat.) Lee & Watling, *Xerocomus macrobbii* McNabb และ *X. subtomentosus* (L.:Fr.) Quel. เมื่อนำรายละเอียดทางสัณฐานวิทยา มาจัดความสัมพันธ์เชิงวิวัฒนาการ (Phylogenetic tree) พบว่าสามารถจำแนกความแตกต่างและความสัมพันธ์ในระดับชนิดของเห็ดฝักได้ดี และเมื่อนำข้อมูลแบบแผนของ ดีเอ็นเอ (DNA fingerprint) ในส่วน ITS1-5.8S rDNA-ITS2 ที่ผ่านการย่อยด้วย เอนไซม์ตัดจำเพาะ Alu I, Cla I, และ Mae I ร่วมกับลักษณะทางสัณฐานวิทยาของกลุ่มเห็ดฝักสกุล *Boletus* และ *Tylopilus* พบว่ารูปแบบ phylogenetic tree ที่ได้ สามารถบอกถึงความสัมพันธ์เชิงรูปร่าง และพันธุกรรมของเห็ดฝักแต่ละชนิดในกลุ่มสกุลเดียวกันได้ดี

วสันต์ เพชรรัตน์ (2552) การสำรวจและจำแนกชนิดเห็ด (macrofungi) ที่พบในบริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าไดโนเสาร์และบริเวณใกล้เคียง โดยทำการเก็บรวบรวมเห็ดในแหล่งต่าง ๆ เช่น ในป่า ทุ่งหญ้า สวนผลไม้ และดินชายหาด รวมทั้งจากตลาดที่มีผู้เก็บรวบรวมเห็ดมาจำหน่าย ในท้องถิ่นระหว่างปี พ.ศ. 2536-2540 สามารถเก็บรวบรวมได้ 354 ชนิด เมื่อนำมาจัดหมวดหมู่ พบว่าจัดอยู่ใน 140 สกุล 67 วงศ์ 30 อันดับ และ 3 ชั้น คือ Myxomycetes, Ascomycetes และ Basidiomycetes

สุชาวี แก้วตระกูล (2553) จากการสำรวจความหลากหลายทางชีวภาพของเห็ดในเขตอนุรักษ์ อำเภอดาเกอ จังหวัดนครสวรรค์ ซึ่งสามารถจำแนกเห็ดได้ ทั้งหมด 30 ชนิดซึ่งแบ่งได้เป็น 2 Class ได้แก่ Class Basidiomycotina 10 ชนิด และ Class Ascomycotina 20 ชนิด ซึ่งแบ่งออกได้ทั้งหมด 12 วงศ์ ได้แก่ Pleurotaceae 1 ชนิด, Auriculariales 1 ชนิด, Tricholomataceae 9 ชนิด, Clavariaceae 2 ชนิด, Polyporaceae 3 ชนิด, Xylariaceae 3 ชนิด, Sarcoscyphaceae 3 ชนิด, Nidulariaceae 2 ชนิด, Dacrymycetaceae 2 ชนิด, Geastraceae 1 ชนิด, Ramariaceae 1 ชนิด, Lycoperdaceae 1 ชนิด และ Coprinaceae 1 ชนิด ซึ่งแต่ละชนิดก็มีลักษณะแตกต่างกันไปแบ่งได้เป็น รับประทานได้ 7 ชนิด รับประทานไม่ได้ 17 ชนิด และยังไม่มียารายงานว่ารับประทานได้ 6 ชนิด ซึ่งเห็ดชนิดที่พบบ่อยที่สุด คือ เห็ดหิง เห็ดขอนเพราะมี ระยะการเจริญอยู่ได้นานกว่าเห็ดชนิดอื่น ๆ และเป็นเห็ดที่ทนอยู่ได้ในสภาวะต่างๆได้ดี ส่วนเห็ดที่ พบได้น้อยมากหรือพบได้แค่ครั้งเดียว คือ เห็ดถ้วย เห็ดร่มญี่ปุ่น เห็ดโคน เห็ดหนู เห็ดรงนก เห็ด ดาวดิน เป็นต้น

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 ระเบียบวิธีวิจัย

3.1.1 การศึกษาความหลากหลายของเห็ด

3.1.1.1 ประชากรที่ทำการศึกษา

ชนิดของเห็ดที่พบในแปลงสำรวจขนาด 100 x 100 เมตร และ 10 x 1000 เมตร

3.1.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

เห็ด

3.1.1.3 ตัวแปรที่ศึกษา

1) ตัวแปรควบคุม พื้นที่ป่าเต็งรัง บริเวณอุทยานแห่งชาติภูพาน ขนาด 100 x 100 เมตร และ 10 x 1,000 เมตร ช่วงเวลา ปี 2551-2552

2) ตัวแปรอิสระ ได้แก่ อุณหภูมิ, ความชื้น, ความเข้มแสง และ pH

3) ตัวแปรตาม ชนิดของเห็ดที่พบในแปลงสำรวจ

3.1.1.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

1) ข้อมูลของสภาพทางกายภาพและชีวภาพในบริเวณที่พบเห็ด เช่น แสง ความชื้น อุณหภูมิ ลักษณะของดิน พืชและ pH

2) ตัวอย่างเห็ดในบริเวณอุทยานแห่งชาติภูพาน อำเภอภูพาน จังหวัดสกลนคร ซึ่งทำการเก็บในช่วงเดือนมกราคม กุมภาพันธ์ มีนาคม เมษายน พฤษภาคม มิถุนายน กรกฎาคม สิงหาคม กันยายน ตุลาคม พฤศจิกายน และธันวาคม เป็นระยะเวลา 2 ปี แล้วนำเห็ดตัวอย่างที่เก็บได้มาตรวจหาค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ

3) วัดการเจริญเติบโตของต้นรัง ทางด้านความสูงและเส้นรอบวง เดือนละ 1 ครั้งเป็นจำนวน 12 เดือน

3.1.2 การศึกษาความสัมพันธ์ของการเจริญเติบโตของสปอร์เห็ด วงศ์ Amanitaceae กับวงศ์ Boletaceae กับต้นกล้ารัง

3.1.2.1 ประชากร

ต้นกล้ารังที่เพาะไว้และเลือกที่มีขนาดเท่ากัน

3.1.2.2 กลุ่มตัวอย่าง

เห็ด

3.1.2.3 ตัวแปรที่ศึกษา

1) ตัวแปรควบคุม

ได้แก่ ดัชนีการคัดเลือกโดยมีลักษณะเหมือนกันทั้งด้านความสูง เส้นรอบวง จำนวนใบและปริมาณสปอร์ที่ 500, 5,000 และ 50,000 สปอร์/ต้น ส่วนควบคุมการทดลอง ใส่ 0 สปอร์/ต้น

2) ตัวแปรอิสระ

ได้แก่ อุณหภูมิ, ความชื้น, ความเข้มแสง และ pH

3) ตัวแปรตาม

คือ การเจริญเติบโตของกล้าหลังจากเริ่มการใส่สปอร์ของเห็ดโดย วัดความสูงและเส้นรอบวง

3.1.3 การศึกษาลักษณะทางชีวโมเลกุลของเห็ดในวงศ์ Amanitaceae และวงศ์ Boletaceae

3.1.3.1 ศึกษาลักษณะทางชีวโมเลกุลของเห็ด

เห็ด *Amanita princepe* Cor&Bas. ในวงศ์ Amanitaceae เห็ด *Boletus nobilis* Peck, *Boletus edulis*, *Heimeilla retispora* (Pat. et Bak.) Boedijn.

3.1.3.2 กลุ่มตัวอย่าง

เห็ด 4 ชนิดจากวงศ์ Amanitaceae 1 ชนิดและวงศ์ Boletaceae 3 ชนิด

3.1.3.3 ตัวแปรที่ศึกษา

1) ตัวแปรควบคุม

วิธีการในการวิเคราะห์ DNA (Yelton, M.M. and et al., 1984)

2) ตัวแปรอิสระ

ชนิดของเห็ดตัวอย่าง 4 ชนิด

3) ตัวแปรตาม

ผลการศึกษาที่ได้จากการวิเคราะห์เปรียบเทียบกับฐานข้อมูล

3.1.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.1.4.1 ข้อมูลของสภาพทางกายภาพและชีวภาพในบริเวณที่พบเห็ด เช่น แสง ความชื้น อุณหภูมิ เป็นต้น

3.1.4.2 ตัวอย่างเห็ดในบริเวณอุทยานแห่งชาติภูพาน อำเภอภูพาน จังหวัดสกลนคร ซึ่งทำการเก็บในช่วงเดือนมกราคม กุมภาพันธ์ มีนาคม เมษายน พฤษภาคม มิถุนายน กรกฎาคม

สิงหาคม กันยายน ตุลาคม พฤศจิกายน และธันวาคม เป็นระยะเวลา 2 ปี แล้วนำเห็ดตัวอย่างที่เก็บได้มาตรวจหาค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ

3.1.5 วิธีดำเนินงานวิจัย

- 3.1.5.1 ศึกษาหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย
- 3.1.5.2 ส่งหนังสือขอความอนุเคราะห์อุทยานแห่งชาติภูพาน เพื่อขอข้อมูลเกี่ยวกับอุทยานแห่งชาติภูพานและขออนุญาตเก็บตัวอย่างเห็ด
- 3.1.5.3 จำแนกชนิดของเห็ดตัวอย่างที่เก็บมาได้ ในห้องปฏิบัติการ
- 3.1.5.4 ศึกษาเพาะเลี้ยงหาความสัมพันธ์ของรากพืชกับ Mycorrhiza
- 3.1.5.5 ศึกษาลักษณะทางชีวโมเลกุลของตัวอย่างเห็ด
- 3.1.5.6 วิเคราะห์ข้อมูล
- 3.1.5.7 สรุปผล รายงาน พิมพ์ เผยแพร่

3.2 อุปกรณ์และสารเคมี

3.2.1 การศึกษาตัวอย่างเห็ดในภาคสนาม

- 3.2.1.1 เสื้อกันฝน ร่ม
- 3.2.1.2 รองเท้าบู๊ท หรือรองเท้าผ้าใบ
- 3.2.1.3 หมวก
- 3.2.1.4 ไฟฉาย หรือตะเกียงไฟฟ้า (ชนิดแบตเตอรี่)
- 3.2.1.5 มีดปลายแหลม
- 3.2.1.6 ขัน ถังพลาสติก หรือตะกร้า
- 3.2.1.7 ยากันยุงชนิดทา
- 3.2.1.8 อาหารและน้ำดื่ม
- 3.2.1.9 กล้องถ่ายรูปยี่ห้อ Minolta รุ่น X700 และกล้องดิจิตอล Still camera ยี่ห้อ Sony รุ่น DSC-550
- 3.2.1.10 แบบบันทึกข้อมูลเห็ดในสนาม ปากกาและดินสอ
- 3.2.1.11 เทอร์โมมิเตอร์ชนิดกระเปาะเปียก-แห้ง
- 3.2.1.12 เครื่องวัดความชื้น (Soil Moisture meter) ยี่ห้อ daiich 2560
- 3.2.1.13 กล้องจุลทรรศน์ชนิด 2 ตายี่ห้อ Nikon รุ่น Eclipse E 400 และ Eclipse E 600
- 3.2.1.14 กล้องจุลทรรศน์ Stereo กำลังขยาย 5 และ 10 เท่า ยี่ห้อ Nikon รุ่น SMZ-2B
- 3.2.1.15 แว่นขยายกำลังขยาย 10 เท่า

- 3.2.1.16 ปากคีบ เข็มเขี่ย
- 3.2.1.17 สไลด์และกระจกปิดสไลด์
- 3.2.1.18 กระดาษสีขาวและสีดำ ขนาด 5x5, 7x7, 9x9 cm² สำหรับการพิมพ์สเปกตรัม
- 3.2.1.19 ตัวอย่างของเห็ดที่เก็บได้
- 3.2.1.20 คู่มือการจำแนกชนิด รูปวิธานเพื่อใช้ในการตรวจเอกลักษณ์เห็ด
- 3.2.1.21 แบบบันทึกข้อมูลตัวอย่างเห็ด
- 3.2.1.22 กล้อง SEM (JSM-5410 LV, JEOL, Tokyo, Japan)

3.2.2 การศึกษาลักษณะทางชีวโมเลกุลของตัวอย่างเห็ด

- 3.2.2.1 Agarose
- 3.2.2.2 Ethyl alcohol 70%
- 3.2.2.3 Ethylenediaminetetra acetic acid (EDTA)
- 3.2.2.4 Magnesium chloride (MgCl₂)
- 3.2.2.5 Sodium chloride (NaCl)
- 3.2.2.6 Sodium dodecyl sulfate (SDS)
- 3.2.2.7 Tris Acetate buffer (TAE buffer)
- 3.2.2.8 Tris Ethylenediaminetetra acetic acid buffer (TE buffer)
- 3.2.2.9 Tris – HCL
- 3.2.2.10 Ethidium bromide
- 3.2.2.11 Loading buffer
- 3.2.2.12 Chloroform
- 3.2.2.13 Phenol
- 3.2.2.14 Isopropanol
- 3.2.2.15 Proteinase K
- 3.2.2.16 RNase ONETM Ribonuclease
- 3.2.2.17 Tag DNA polymerase
- 3.2.2.18 Reaction buffer
- 3.2.2.19 dNTPs
- 3.2.2.20 Primer
- 3.2.2.21 TE buffer: 10 mM Tris-HCl pH 8.0, 1 mM EDTA
- 3.2.2.22 100 bp Ladder

3.2.2.23 Restriction enzyme

3.2.2.24 24-well Tissue culture plates

3.2.2.25 Lysis buffer: 50 mM Tris-HCl pH 7.5, 100 mM EDTA, 0.5% SDS,

0.3 M Sodium acetate

3.2.2.26 Enzyme solution: 0.7 NaCl, 3-5 mg/ml Novozym[™] 234: Phenol/

Chloroform/ Isoamyl alcohol 25:24:1

3.2.2.27 Isopropanol

3.2.2.28 70% Ethanol

3.2.2.29 RNase A 10 mg/ml

3.2.2.30 โปรแกรมคอมพิวเตอร์ BLASTn

3.2.2.31 ไนโตรเจนเหลว

3.2.2.32 ปากคีบ

3.2.2.33 กระดาษกรอง

3.2.2.34 ปิเปต

3.2.2.35 เครื่องหมุนเหวี่ยง

3.2.2.36 เตาอบไมโครเวฟ

3.2.2.37 เทปพลาสติกใส

3.2.2.38 มีดสำหรับตัดตัวอย่าง

3.2.2.39 ขวดสำหรับใส่ตัวอย่าง

3.2.2.40 ปิเปตพลาสติก

3.2.2.41 แท่นสำหรับติดตัวอย่าง

3.2.2.42 เอทานอลบริสุทธิ์ (Ethanol Absolute)

3.2.2.43 Critical Point Dryer (CPD)

3.2.2.44 Sputter Coater

3.3 วิธีการ

3.3.1 การศึกษาความหลากหลายของเห็ดในป่าเต็งรังในปี พ.ศ. 2551-2552 ศึกษาโดย

วิธีการสุ่มแปลงตัวอย่าง **Releve Method** (Shimwell, D.W., 1971)

3.3.1.1 พื้นที่ป่าที่ศึกษาวิจัย (ป่าเต็งรังในอุทยานแห่งชาติภูพาน)

กำหนดพื้นที่ศึกษา จำนวน 2 แปลง โดยวิธีการสุ่ม (random sampling) ขนาดของแปลง 100 x 100 เมตร จำนวน 1 แปลง และ 10×1000 เมตร จำนวน 1 แปลง วางแปลงตัวอย่างขนาดใหญ่เพียงแปลงเดียวที่คิดว่าเป็นตัวแทนที่ดีของสังคม ดังแสดงในภาพที่ 3.1

3.3.1.2 การสำรวจและเก็บตัวอย่างเห็ด

1) กำหนดแปลงศึกษาตามข้อ 3.3.1.1 ทำการสำรวจและเก็บตัวอย่างเห็ด โดยเดือนที่เก็บตัวอย่างเดือนละ 1 ครั้ง คือเดือน ตุลาคม พฤศจิกายน ธันวาคม มกราคม กุมภาพันธ์ มีนาคม และเก็บเดือนละ 2 ครั้ง ในเดือนเมษายน พฤษภาคม มิถุนายน กรกฎาคม สิงหาคม กันยายน ในปี พ.ศ. 2551-2552 เป็นเวลา 2 ปี

2) บันทึกภาพของเห็ดที่พบในสภาพธรรมชาติ ลักษณะทางนิเวศวิทยา ก่อนที่จะเก็บตัวอย่างเห็ด โดยใช้กล้องถ่ายภาพชนิดติดเลนส์ถ่ายใกล้ได้ และกล้องดิจิทัล เพื่อเก็บภาพ ลักษณะรูปร่าง แหล่งกำเนิดหรือถิ่นที่อยู่อาศัย สีของเห็ดแต่ละชนิด รวมทั้งต้นไม้ที่ขึ้นอยู่บริเวณโดยรอบของเห็ด เพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการจำแนก

3) วิธีการเก็บตัวอย่างของเห็ด เก็บเห็ดให้มีโครงสร้างที่สมบูรณ์ที่สุด และเก็บเห็ดที่มีขั้นตอนหลาย ๆ ระยะ จึงใช้หลายวิธีเพื่อให้เหมาะสมแต่ละชนิด ได้แก่ ใช้มือถอน มีด ปลายแหลม เสียม ซ้อน

4) จัดบันทึกข้อมูลต่าง ๆ ของเห็ดแต่ละชนิดอย่างละเอียด เช่น ลักษณะโครงสร้างต่าง ๆ ไว้เร็วที่สุด เพราะเห็ดอาจเกิดการเน่าทำให้รูปร่างเปลี่ยนไปหรือเปลี่ยนแปลงสีได้ รายละเอียดข้อมูลที่บันทึกได้แก่ ประเภทของอินทรีย์วัตถุที่เห็ดขึ้นอยู่ เช่น ดิน มูลสัตว์ เนื้อไม้ เปลือกไม้ ต้นไม้ ที่มีชีวิต ซากสัตว์ ฯลฯ

- สีหรือสีที่เปลี่ยนแปลงไปเมื่อถูกตัดหรือขยี้ให้ฉีกขาด
- กลิ่นของสปอร์
- สีของสปอร์โดยใช้แว่นขยาย
- การเรืองแสงในที่มืด หรือเวลากลางวัน
- ความเป็นกรด-ด่าง ของดิน
- ความชื้นของดิน
- ลักษณะของเส้นใยของเห็ดในบริเวณที่พบดอกเห็ด

- อุณหภูมิของอากาศในบริเวณที่พบดอกเห็ด
- ความเข้มของแสง
- วันที่ สถานที่ และชื่อของผู้เก็บตัวอย่างเห็ด

3.3.1.3 พิมพ์สปอร์ โดยการตัดก้านของเห็ดให้เกือบชิดหมวกเห็ดและเอาหมวกเห็ดคว่ำลงบนระหว่างกระดาษสีขาวและสีดำ วางไว้ในที่ไม่มีลมพัดหรือใช้บีกเกอร์ขนาดใหญ่เท่าหมวกเห็ดคว่ำไว้ก็ได้ ตั้งทิ้งไว้ประมาณ 5-10 ชั่วโมง ผงสปอร์จะตกลงบนกระดาษ นำหมวกเห็ดออกก็จะเห็นผงสปอร์และสีของ

3.3.1.4 ศึกษารูปร่างและสีของสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบ compound microscope ยี่ห้อ Nikon รุ่น E600 และกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) ยี่ห้อ JEOL, Tokyo, Japan รุ่น JSM-5410 LV

ตัดชิ้นตัวอย่างดอกเห็ดเพื่อศึกษาสปอร์ขนาด 0.5×0.5 cm มาคงสภาพครั้งแรก (pre-fix) ด้วย 2.5% glutaraldehyde ในสารละลาย 0.1 M phosphate buffer saline (PBS) ที่ pH 7.2 ทิ้งไว้ในที่อุณหภูมิ 4°C ข้ามคืน จากนั้นนำตัวอย่างมาล้างด้วย 0.1 M PBS 3 ครั้งๆละ 15 นาที จากนั้นนำมาทำการดึงน้ำออกด้วยเอทานอลที่ความเข้มข้นน้อยไปหามากดังนี้ 30%, 50%, 70%, 80% และ 100% ตามลำดับ แล้วนำตัวอย่างไปทำให้แห้ง ณ จุดวิกฤต โดยใช้เครื่อง CPD (critical point drying) หลังจากนั้นติดตัวอย่างลงบนแท่นสำหรับติดตัวอย่างด้วยเทปคาร์บอนและฉาบผิวตัวอย่างด้วยทองคำก่อนนำตัวอย่างศึกษาด้วยกล้อง SEM (JSM-5410 LV, JEOL, Tokyo, Japan) ที่ความต่างศักย์ 15 กิโลโวลต์ กำลังขยาย 1500-5,000 เท่า

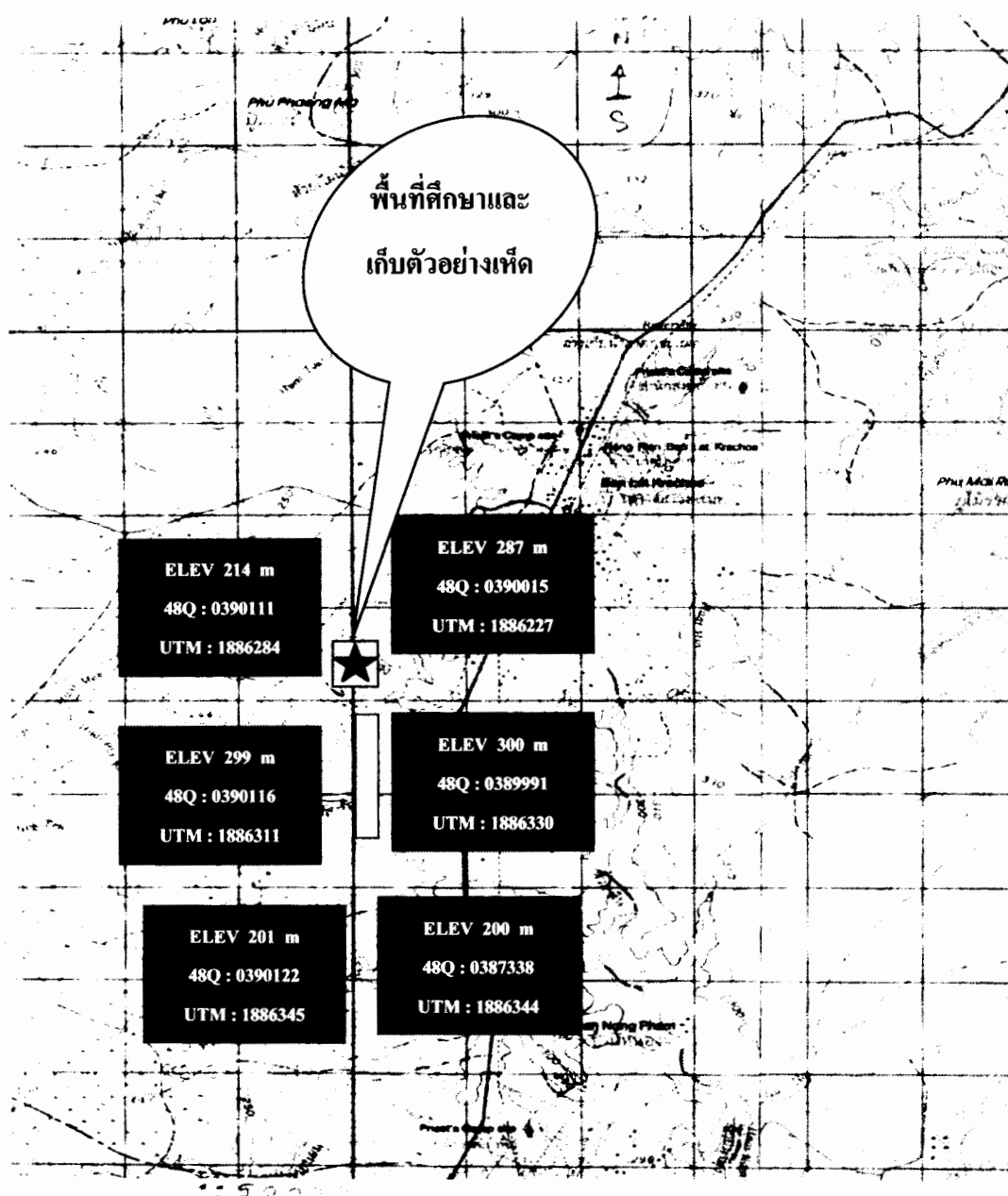
3.3.1.5 การศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเห็ดตัวอย่าง และการจำแนกตามหลักอนุกรมวิธานนำข้อมูลลักษณะดอกเห็ด และสปอร์เห็ด จากตัวอย่างเห็ดที่รวบรวมได้ โดยใช้ลักษณะที่เหมือนกันใช้เป็นชนิดเดียวกัน ลักษณะที่คล้ายคลึงกันให้อยู่ในสกุลเดียวกันและลักษณะคล้ายกันลดลงไปให้อยู่ในระดับลดลงไปให้อยู่ในระดับถัดไปตามหน่วยของการจำแนกที่สูงขึ้นไป การตรวจสอบชนิดและการตรวจหาชื่อวิทยาศาสตร์โดยวิธีการ ดังนี้

1) สัมภาษณ์หรือสอบถามจากชาวบ้านที่อยู่ในท้องถิ่นนั้น ที่มีความรู้ความชำนาญเรื่องเห็ดเป็นอย่างดีหรือภูมิปัญญาท้องถิ่น เพื่อให้ทราบชื่อพื้นเมืองของเห็ดแต่ละท้องถิ่น

2) ขอคำแนะนำและสอบถามจากนักวิชาการหรือผู้เชี่ยวชาญด้านเห็ด เมื่อมีปัญหาสงสัยหรือไม่แน่ใจในตัวอย่างเห็ดชนิดนั้น ๆ

3) โดยอาศัยการจำแนกตามคู่มือ (1) เห็ดและราขนาดใหญ่ในประเทศไทย ของเกษม ทรัพย์ทอง (2537) (2) เห็ดกินได้และเห็ดมีพิษในประเทศไทย ของราชบัณฑิตยสถาน (2539)

- (3) เห็ดเมืองไทยของอนงค์ จันทรศรีกุล (2542) (4) Thai Mussrooms and Other Fungi. ของ Ruksawong, P. and Flegel, T.W. (2001) 5) 57 เห็ดเป็นยาแห่งป่าอีสานของวินัย กลิ่นหอม และอุษา กลิ่นหอม (2548) (6) เห็ดในป่าสะแกราชของสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (2550) และ (7) ความหลากหลายของเห็ดและราขนาดใหญ่ในประเทศไทยของอนงค์ จันทรศรีกุล และคณะ (2551)



ภาพที่ 3.1 แผนที่แสดงลักษณะทางภูมิศาสตร์ของแปลงที่ทำการสำรวจ (กรมแผนที่ทหารบก, 2539)

3.3.2 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเห็ดใน Family Amanitaceae และ Family Boletaceae

ที่ก่อให้เกิดเห็ด Ectomycorrhiza กับกล้าไม้รัง (*Shorea siamensis* Miq.)

Fujita H and et al. (1990) และ Wang Y and et al. (1997) วิธีการหาความสัมพันธ์ของเห็ดเอคโตไมคอร์ไรซากับพืช มีขั้นตอนดังนี้

3.3.2.1 สำรวจพื้นที่และเก็บตัวอย่างเห็ด 5 ชนิด คือ เห็ดระโงกขาว เห็ดระโงกเหลือง เห็ดตับเต่ากระแดง เห็ดผึ้งขม (เสม็ด) และเห็ดปอดม้า จัดบันทึกข้อมูลต่าง ๆ ของเห็ดแต่ละชนิดอย่างละเอียด

3.3.2.2 เตรียมดินเกลบจำนวน 1,332 ถุง ถุงละ 400 กรัม ที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อด้วยวิธีสเตอริไรซ์ โดยการนึ่งใน Autoclave ที่อุณหภูมิ 121°C เป็นเวลา 15 นาที ทิ้งไว้ให้เย็นเสร็จแล้วจึงนำดินร่วนที่มีขนาด น้ำหนัก และจำนวนใบเท่ากันลงปลูก

3.3.2.3 คัดเลือกกล้าไม้ของต้นรังที่เพาะไว้ จำนวน 1,332 ต้น แบ่งกล้าไม้ออกเป็น 2 กลุ่ม คือ

1) กลุ่มควบคุมการทดลอง จำนวน 36 ต้น แบ่งออกเป็นเดือนละ 3 ต้น จำนวน 12 เดือน

2) กลุ่มทดลอง จำนวน 1,296 ต้น แบ่งออกเป็นเดือนละ 36 ต้น จำนวน 12 เดือน

3.3.2.4 การใช้สปอร์ (Spore inoculum) สปอร์ของเห็ดที่เก็บตัวอย่าง คือ เห็ดระโงกขาว เห็ดระโงกเหลือง เห็ดตับเต่ากระแดง เห็ดผึ้งขม (เสม็ด) และเห็ดปอดม้า

3.3.2.5 นำเห็ดที่ได้มาตรวจลักษณะสปอร์ โดยใช้กล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 400 เท่า

3.3.2.6 การเตรียมสปอร์ให้ได้ตามต้องการที่ 500 สปอร์ต่อต้น, 5,000 สปอร์ต่อต้น และ 50,000 สปอร์ต่อต้นโดยนับสปอร์ของดอกเห็ดด้วย Neubauer counting camber

3.3.2.7 นำสปอร์ที่เตรียมไว้มาใส่ให้กับต้นกล้ารังที่ 0 สปอร์ (ควบคุม) 500 สปอร์ต่อต้น 5,000 สปอร์ต่อต้น และ 50,000 สปอร์ต่อต้นในแต่ละชุด และให้มีปริมาณน้ำเท่ากัน

1) ต้นควบคุมใส่น้ำกลั่น 20 ml แต่ไม่มีสปอร์
2) ต้นที่ใส่สปอร์ 500 สปอร์ต่อต้นมีปริมาณน้ำ 0.2 ml ใส่น้ำกลั่นเพิ่ม 19.8 ml ต่อต้น

3) ต้นที่ใส่สปอร์ 5,000 สปอร์ต่อต้นมีปริมาณน้ำ 2 ml ใส่น้ำกลั่นเพิ่ม 18 ml ต่อต้น

4) ต้นที่ใส่สปอร์ 50,000 สปอร์ต่อต้นใส่ 20 ml ต่อต้น (ไม่ต้องเพิ่มปริมาณน้ำ)

3.3.2.8 วัดการเจริญเติบโตของต้นรัง โดยวัดความสูงจากโคนต้นถึงยอดใบอ่อน ส่วนเส้นรอบวง วัดที่ระดับความสูงจากพื้นดินขึ้นมา 5 เซนติเมตร ทุกต้น

3.3.2.9 หาความสัมพันธ์ของความเข้มข้นของสปอร์กับการเจริญเติบโตของกล้าไม้

3.3.2.10 เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของกล้าไม้และร้อยละการรอดตายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

3.3.3 การศึกษาลักษณะทางชีวโมเลกุลของเห็ดบางชนิดในวงศ์ Amanitaceae และ Boletaceae

3.3.3.1 การเตรียมดีเอ็นเอ

1) การเตรียมดีเอ็นเอ

การเตรียมดีเอ็นเอสามารถเตรียมได้จากดอกเห็ดสด ซึ่งอาจมีผลต่อการจำแนกชนิดในระดับโมเลกุล เนื่องจากดอกเห็ดส่วนใหญ่จะมีเส้นใยเป็นแบบ heterokaryon ดังนั้นหากเส้นใยของเห็ดมีนิวเคลียสที่ต่างกันจะทำให้การจำแนกชนิดโดยวิธีชีวโมเลกุลทำได้ยาก ดังนั้นควรมีการแยกเส้นใยเห็ดโดยอาศัยเทคนิค single spore isolation เพื่อให้ได้เส้นใยที่เป็น monokaryon ซึ่งจะสะดวกในการจำแนกชนิดในระดับโมเลกุล การเตรียมตัวอย่างเห็ดสำหรับการแยกดีเอ็นเอสามารถปฏิบัติ การเตรียมตัวอย่างเห็ดสด นำเห็ดสดที่ไม่สามารถจำแนกให้เป็นเส้นใยชนิด monokaryon ได้ มาบดให้ละเอียดในไนโตรเจนเหลว จากนั้นนำไปสกัดดีเอ็นเอทันที ดัดแปลงจากวิธีของ Yelton, M.M. and et al (1984)

2) การสกัดดีเอ็นเอ (Yelton, M.M. and et al, 1984)

- นำตัวอย่างเห็ดที่บดละเอียดประมาณ 0.4 กรัม ใส่ในหลอดปั่นเหวี่ยง (eppendorf tube) ขนาด 1.5 มิลลิลิตร เติม extraction buffer (1% hexadecyl trimethylammonium bromide, 0.7 NaCl 50 mM Tris hydrochloride pH 8.0, 10 mM EDTA, 1% 2-mercaptoethanol) จำนวน 500-600 ไมโครลิตร เขย่าอย่างแรงด้วย vortex ให้เข้ากันโดยเร็ว

- จากนั้นนำไปปั่นที่ 60 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที เติม SEVAG (chloroform: isoamyl alcohol = 24:1(v/v)) ในปริมาตร 1 เท่า นำไปเขย่าด้วย vortex นาน 2-3 วินาที ก่อนนำไปหมุนเหวี่ยงที่ความเร็ว 12,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 5 นาที

- ถ่ายส่วนใสชั้นบนใส่หลอด ปั่นเหวี่ยงขนาด 1.5 มิลลิลิตร ใหม่แล้ว เติม isopropanol 1 เท่า (ปริมาตร/ปริมาตร) ผสมให้เข้ากัน โดยค่อย ๆ คั่วหลอดไปมา

- เก็บตะกอน DNA โดยนำมาหมุนเหวี่ยงที่ความเร็ว 12,000 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วินาที เท supernatantทิ้งและล้างด้วย ethanol 70% ปริมาตร 500 ไมโครลิตร นำไปปั่นเหวี่ยงที่สภาวะเดิม นาน 5 นาที ปั่นทิ้งไว้ให้ตะกอน DNA แห้งที่อุณหภูมิห้อง (air dry)

- ละลายตะกอน nucleic acid ด้วย TE buffer pH 8.0 ปริมาตร 300 ไมโครลิตร
 เขย่าเบา ๆ ทิ้งให้ตะกอนละลายน้ำหมด จึงเติม RNase ความเข้มข้น 100 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร นำไป
 บ่มไว้ที่ 37 องศาเซลเซียสอย่างน้อย 1 ชั่วโมง (หรือทิ้งไว้ค้างคืนเพื่อให้เกิดการย่อย RNA อย่างสมบูรณ์)

- สกัดดีเอ็นเออีกครั้งโดยการเติม phenol/chloroform ในปริมาตร 1 เท่า
 (ปริมาตร/ปริมาตร) ลงในหลอดสารละลายดีเอ็นเอ ผสมให้เข้ากันโดยการคว่ำหลอดไปมา (inversion)
 แล้วนำไปหมุนเหวี่ยงที่ความเร็ว 12,000 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิห้องนาน 10 นาที จึงดูดเอา supernatant
 ใส่หลอดใหม่ (ระวังอย่าดูดเอา phenol ขึ้นมาด้วย) เติม 3 M sodium acetate ปริมาตร 1/10 และตกตะกอน
 DNA โดยใช้ ethanol 99.5% แห้งเย็นปริมาตร 2 เท่า เก็บตะกอน DNA โดยปั่นเหวี่ยงที่ 12,000 รอบ
 ต่อนาที ที่ 4 องศาเซลเซียส นาน 30 วินาที เท supernatant ทิ้งแล้วเติม ethanol 70% แห้งเย็นปริมาตร
 500 มิลลิลิตร นำไปปั่นเหวี่ยงที่สภาวะเดิม นาน 5 นาที

- เท supernatant ทิ้งแล้วทิ้งไว้ให้ DNA แห้งที่อุณหภูมิห้อง แล้วละลาย
 ตะกอน DNA ด้วยการเติม TE buffer ปริมาตร 50 ไมโครลิตร แล้วนำ DNA ไปตรวจสอบปริมาณ
 โดยวิธีอะกาโรสเจลอิเล็กโตรโฟรีซิส (agarose gel electrophoresis) โดยใช้เจลอะกาโรสเข้มข้น 1%

3) การตรวจสอบปริมาณดีเอ็นเอ

นำดีเอ็นเอที่สกัดได้ประมาณ 10 ไมโครลิตร มาตรวจปริมาณและคุณภาพ
 ของดีเอ็นเอด้วยวิธีการอะกาโรสเจลอิเล็กโตรโฟรีซิส ทำการคำนวณปริมาณ DNA โดยเปรียบเทียบ
 การส่องสว่างของ DNA ตัวอย่างกับ DNA maker หรือนำมาวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 260
 และ 280 นาโนเมตร คำนวณหาค่าความเข้มข้นของดีเอ็นเอที่เตรียมได้ เพื่อนำมาเจือจางให้ได้ปริมาณ
 ที่พอเหมาะก่อนจะนำไปทำ PCR ต่อไป โดยปรับให้มีปริมาตรประมาณ 100 มิลลิกรัม

ปฏิกิริยา PCR (Polymerase Chain Reaction)

(1) การเลือกใช้ไพรเมอร์

การจำแนกชนิดของเชื้อราโดยการตรวจสอบ บริเวณ ITS region
 ซึ่งเป็นบริเวณที่อยู่ภายใน rDNA เรียกว่า ribosomal DNA internal transcribed spacer (rDNA-ITS)
 ซึ่งบริเวณดังกล่าวมีความเปลี่ยนแปลง และมีความแปรปรวนในสายวิวัฒนาการของเชื้อราสูง
 การตรวจสอบบริเวณดังกล่าวทำได้โดยใช้ universal primer ได้แก่ ITS1, ITS2, ITS3, ITS4 และ ITS5

(2) องค์ประกอบในปฏิกิริยา PCR

ทำการเพิ่มปริมาณ DNA ด้วยวิธีการ PCR โดยใช้ปริมาตรสุดท้าย
 100 ไมโครลิตร ซึ่งประกอบด้วย DNA ดัชนีแบบความเข้มข้น 100 นาโนกรัม, 10xPCR buffer
 ปริมาตร 10 ไมโครลิตร, MgCl₂ เข้มข้น 1.5 มิลลิโมลาร์, dNTP แต่ละชนิดเข้มข้น 200 มิลลิโมลาร์,

คู่ของ primer ได้แก่ ITS1 และ ITS2 หรือ ITS4 และ ITS5 แต่ละชนิดเข้มข้น 0.5 เพกกาโมลาร์(pM) และ Amplitag Gold DNA polymerase เข้มข้น 2.5 U

(3) เงื่อนไขของปฏิกิริยา PCR (PCR conduction)

หลังจากเติม Tag DNA polymerase แล้ว จะเริ่มเข้าสู่ปฏิกิริยา PCR ตามเงื่อนไข ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 สภาวะของปฏิกิริยา PCR

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	95	:	95	55	72	72	4
เวลา	12 (นาที่)	:	30	30	45 (วินาที)	10 (นาที่)	infinity
จำนวนรอบ (รอบ)	initial, denatation		:	40	final extension		

ขั้นตอน final extension ทำเพื่อให้เกิดปฏิกิริยาได้อย่างสมบูรณ์ จากนั้น จึงนำผลผลิตดีเอ็นเอที่ได้จากปฏิกิริยา PCR ไปทำอิเล็กโตรโฟรีซิส เพื่อตรวจสอบผลการเพิ่มปริมาณ โดยใช้ PCR Product ปริมาตร 10 ไมโครลิตร

อะกาโรสเจลอิเล็กโตรโฟรีซิส (agarose gel electrophoresis)

(1) การเตรียมแผ่นอะกาโรส เข้มข้น 2% โดยชั่งอะกาโรสผสมลง TAE buffer 1X คั้นให้เดือดด้วยเตาอบไมโครเวฟเพื่อให้อะกาโรสหลอมละลาย

(2) ทำความสะอาดถาดเจลและหวีเสียบ (comb) ด้วยการล้างให้ สะอาดตามด้วย ethanol 70%

(3) ใช้เทปพลาสติกใส ปิดขอบของถาดเจลให้แน่นทั้ง 2 ด้าน

(4) วางหวีเสียบลงที่ปลายข้างหนึ่งของถาดเจล เพื่อให้เจลที่แข็งตัว เกิดช่องเล็ก ๆ (well) สำหรับหยอดตัวอย่างสารละลายที่ต้องการทดสอบ

(5) เทอะกาโรสที่หลอมแล้วลงในถาดเจลที่เตรียมไว้ ให้แผ่นมีความ หนาประมาณ 5-7 มิลลิเมตร โดยไม่ให้มีฟองอากาศ ตั้งทิ้งไว้ให้เจลแข็งตัว

(6) เมื่ออะกาโรสแข็งตัวแล้ว คึงหวีเสียบออกอย่างระวัง หลังจากนั้น ใช้ Wrap ใสหุ้มเจลไว้ ก่อนนำไปเก็บเพื่อทำอิเล็กโตรโฟรีซิสต่อไป

การ run gel

- (1) นำถาดอคาโรสที่เตรียมไว้ และ Wrap ออกทั้งหน้าและหลังวางถาดลงในอ่างอิเล็กโตรโฟรีซิส ให้ด้านที่มีช่องสำหรับหยอดตัวอย่างอยู่ใกล้กับขั้วลบ
- (2) เท TAE buffer ลงในอ่างให้ท่วมเจลพอสมควร (ผิวเจลอยู่ใต้ TAE buffer ประมาณ 1-3 มิลลิเมตร)
- (3) ผสม loading buffer กับสารละลายดีเอ็นเอให้เข้ากัน ใช้ไมโครปิเปตดูดปริมาตร 25 ไมโครลิตร ค่อย ๆ หยอดสารละลายลงในช่อง (well) ของอคาโรสเจลที่เตรียมไว้
- (4) ปิดฝาอ่างและต่อขั้วไฟฟ้าเข้ากับเครื่องจ่ายไฟฟ้า แล้วปล่อยกระแสไฟฟ้าวิ่งจากขั้วลบไปขั้วบวก ใช้ความต่างศักย์ 100 โวลต์ ประมาณ 20-30 นาที
- (5) เมื่อสีของ loading buffer เคลื่อนที่ไปอยู่ปลายเจลจึงปิดเครื่องจ่ายกระแสไฟฟ้า
- (6) นำแผ่นอะคาโรสไปย้อมใน TAE buffer ที่เติม ethidium bromide เข้มข้น 0.5 ไมโครกรัม/มิลลิเมตร นาน 30 นาที แล้วนำมาตรวจดูแบบแผนของดีเอ็นเอด้วย UV transilluminator พร้อมทั้งบันทึกภาพไว้

การนำมาตรวจหาลำดับและการวิเคราะห์ลำดับ nucleotide ของเห็ด

นำ PCR product ที่เพิ่มขยายได้โดยใช้แต่ละคู่ของ ITS primer นั้นมาทำให้บริสุทธิ์ด้วย Minocon-100 หรือ ใช้ QIAEXII extraction kit (QIAGEN, Tokyo, Japan) จากนั้นนำมาเพิ่มขยาย DNA ด้วยวิธี chain-termination กับ Big Dye Terminator cycle sequencing kit (Applied Biosystem) โดยปฏิบัติตามคำแนะนำของบริษัท จากนั้นนำตัวอย่างไปตรวจลำดับ DNA ด้วยเครื่อง genetic analyzer นำผลการอ่านลำดับ DNA ไปตรวจสอบความถูกต้องด้วยตาแล้วใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์แก้ไขข้อมูลให้ถูกต้อง

จากนั้นนำไปตรวจหา homology จาก DNA Data Bank of Japan (DDBJ) เปรียบเทียบและสังเคราะห์ความแตกต่างของ DNA ระหว่างเห็ดแต่ละชนิด โดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ BLASTn

3.4 สถานที่ทำการทดลอง

3.4.1 ภาควิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

3.4.2 โปรแกรมวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

3.4.3 อุทยานแห่งชาติภูพาน จังหวัดสกลนคร

3.4.4 หน่วยความร่วมมือการวิจัยทางด้านวิทยาศาสตร์ชีวภาพและเทคโนโลยีชีวภาพ
แห่งมหาวิทยาลัยมหิดลและมหาวิทยาลัยไอซาก้า สังกัดคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

บทที่ 4

ผลการศึกษาวิจัยและอภิปรายผล

4.1 ความหลากหลายของเห็ด

การศึกษาคความหลากหลายของเห็ดในป่าเต็งรัง เขตอุทยานแห่งชาติภูพาน จังหวัดสกลนคร โดยการสุ่มตัวอย่าง พื้นที่ขนาด 100 x 100 เมตร จำนวน 1 แปลง และพื้นที่ขนาด 10 x 1000 เมตร จำนวน 1 แปลง ทำการสำรวจและเก็บตัวอย่างเห็ด เดือนละ 1-2 ครั้ง โดยเดือนที่เก็บตัวอย่างเดือนละ 1 ครั้ง คือเดือน ตุลาคม พฤศจิกายน ธันวาคม มกราคม กุมภาพันธ์ มีนาคม และเก็บเดือนละ 2 ครั้ง ในเดือนเมษายน พฤษภาคม มิถุนายน กรกฎาคม สิงหาคม กันยายน ในปี พ.ศ. 2551-2552 เป็นเวลา 2 ปี พบว่ามีเห็ดและราขนาดใหญ่อยู่หลายกลุ่ม การจำแนกเห็ดแยกออกเป็นลำดับชั้น โดยอาศัยการจำแนกตามคู่มือ 1) เห็ดและราขนาดใหญ่ในประเทศไทย ของเกษม สร้อยทอง (2537) 2) เห็ดกินได้ และเห็ดมีพิษในประเทศไทย ของราชบัณฑิตยสถาน (2539) 3) เห็ดเมืองไทยของอนงค์ จันทรศรีกุล (2542) 4) Thai Mushrooms and Other Fungi. ของ Ruksawong, P. and Flegel, T.W. (2001) 5) 57 เห็ดเป็นยาแห่งป่าอีสานของวินัย กลิ่นหอม และอุษา กลิ่นหอม (2548) 6) เห็ดในป่าสะแกราชของสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (2550) และ 7) ความหลากหลายของเห็ดและราขนาดใหญ่ในประเทศไทยของอนงค์ จันทรศรีกุล และคณะ (2551) ได้ดังต่อไปนี้

ชนิดของเห็ดที่พบ

ปี 2551 พบทั้งหมด 30 ชนิด แบ่งเป็น 1 Kingdom, 1 Phylum, 1 Class, 6 Order, 8 Family

ปี 2552 พบทั้งหมด 30 ชนิด แบ่งเป็น 1 Kingdom, 1 Phylum, 1 Class, 5 Order, 7 Family

ซึ่งพบว่ามีชนิดที่เหมือนกันทั้ง 2 ปี อยู่ 26 ชนิด และมี 4 ชนิดที่พบแตกต่างกันปี 2551 และพบว่ามี 4 ชนิด ที่พบแตกต่างกันปี 2552 แต่ไม่พบในปี 2551 จึงทำให้พบเห็ดทั้งหมดในการศึกษาทั้งในปี 2551-2552 จำนวน 34 ชนิด

ตัวอย่างเห็ดที่สำรวจพบ ในปี 2551 และ 2552 จำแนกตาม Order และ Family แสดงดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ตัวอย่างเห็ดที่สำรวจพบ ในปี 2551 และ 2552 จำแนกตาม Order และ Family

ตัวอย่างเห็ด	ปีที่สำรวจพบ	
	2551	2552
Kingdom Fungi		
Phylum Basidiomycota		
Class Basidiomycetes		
Order Agaricales		
Family Pluteaceae พบ 3 ชนิด ได้แก่		
<i>Amanita hemibapha</i> (Ber. & Br.) Sacc. subsp. <i>javanica</i>	✓	✓
Cor. & Bas.		
<i>A. princeps</i> Cor. & Bas.	✓	✓
<i>A. umbrinolutea</i> (Sacc. ex Gillet) Bataille	✓	✓
Family Tricholomataceae พบ 3 ชนิด ได้แก่		
<i>Termitomyces microcarpus</i> (Berk. & Br.) R. Heim	✓	✓
<i>T. perforans</i> Heim	✓	✓
<i>T. striatus</i> f. <i>griseus</i> Heim	✓	✓
Order Boletales		
Family Boletaceae พบ 8 ชนิด ได้แก่		
<i>Boletus chrysenteron</i> Bull	✓	✓
<i>Boletus campestris</i> A.H. Smith & Thiers	✓	
<i>B. curtisii</i> M.A. Curtis		✓
<i>B. edulis</i> Bull. ex Fr.	✓	✓
<i>B. griseipurpureus</i> Corner	✓	✓
<i>B. luridus</i> Schaeffer ex Fr.	✓	✓
<i>B. nobilis</i> Peck		✓
<i>Heimiella retispora</i> (Pat. & Bak.) Boedijn	✓	
Family Hymenogasteraceae พบ 1 ชนิด ได้แก่		
<i>Mycoamaranthus cambodgensis</i> (Pat.) Trappe, S.	✓	✓
Lumyong, P. Lumyong, Sanmee & Zhu L. Yang		

ตารางที่ 4.1 ตัวอย่างเห็ดที่สำรวจพบ ในปี 2551 และ 2552 จำแนกตาม Order และ Family (ต่อ)

ตัวอย่างเห็ด	ปีที่สำรวจพบ	
	2551	2552
Family Sclerodermataceae พบ 1 ชนิด ได้แก่		
<i>Astraeus hygrometricus</i> (Pers.) Morg	✓	✓
Order Cantharellales		
Family Cantharellaceae พบ 2 ชนิด ได้แก่		
<i>Cantharellus cibarius</i> Fries	✓	✓
<i>Craterellus aureus</i> Berk. & Curtis	✓	✓
Order Polyporales		
Family Polyporaceae พบ 2 ชนิด ได้แก่		
<i>Lentinus polychrous</i> Lév.	✓	
<i>Microporus xanthopus</i> (Fr.) Ktz.	✓	
Order Russulales		
Family Russulaceae พบ 14 ชนิด ได้แก่		
<i>Lactarius volemus</i> (Fr.) Fries	✓	✓
<i>L. glaucescens</i> Crossl.	✓	✓
<i>L. piperatus</i> (Scop. ex Fr.) S.F. Gray	✓	✓
<i>L. vellereus</i> (Fr.) Fr.	✓	✓
<i>L. vietus</i> (Fr.ex Fr.) Fr.	✓	✓
<i>Russula alboareolata</i> Hongo		✓
<i>R. cyanoxantha</i> (Schaeff) Fr.		✓
<i>R. densifolia</i> (Secr.) Gill	✓	✓
<i>R. emetica</i> (Schaeff. & Fr.) S.F. Gray.	✓	✓
<i>R. foetens</i> (Pers.) Fr.	✓	✓
<i>R. rosacea</i> (Pers. ex Secr.) Fries	✓	✓
<i>R. violeipes</i> Quél.	✓	✓
<i>R. virescens</i> (Schaeff.) Fr.	✓	✓
<i>R. xelampelina</i> (Schaeff.) Fr.	✓	✓

4.1.1 ชนิดของเห็ดที่พบ

การสำรวจความหลากหลายของเห็ดราในป่าเต็งรังเขตอุทยานแห่งชาติภูพาน ในปี 2551 และ 2552 พบเห็ดราทั้งหมด 34 ชนิด ในช่วงเวลาของแต่ละเดือนในรอบปี จะพบเห็ดทั้งชนิดเดียวกัน และแตกต่างกันไปดังแสดงในตารางที่ 4.2 เปรียบเทียบกับเห็ดที่พบในระหว่างปี 2551-2552 เปรียบเทียบในแต่ละเดือน ในปี 2551 พบ 30 ชนิด 8 Family 6 Order ปี 2552 พบ 30 ชนิด 7 Family 5 Order แสดงดังตารางที่ 4.2

ช่วงเดือนกุมภาพันธ์-เดือนพฤษภาคม เห็ดที่พบส่วนใหญ่เป็นเห็ดที่รับประทานไม่ได้และมีโครงสร้างแข็ง ทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่แห้งแล้งได้ บางชนิดยังมีชีวิตอยู่ตลอดฤดูแล้ง มีจำนวน 12 ชนิด ดังนี้ เห็ดระโงกเหลือง เห็ดปลวกตาบ เห็ดปอดม้า เห็ดผึ้งขม (เสม็ด) เห็ดเผาะ (ถอบ) เห็ดบด เห็ดกรวยทองดาบ เห็ดหาด เห็ดข่า เห็ดข่าขาว เห็ดแดงน้ำหมาก และเห็ดแดงกุหลาบ

ช่วงเดือนมิถุนายน - เดือนกันยายน ในช่วงปลายเดือนเมษายนซึ่งมีฝนตกจำนวนมากที่จะทำให้ซากใบไม้ใบหญ้าเน่าเปื่อยในระดับหนึ่ง ซึ่งพบเห็ดทั้งหมดรวม 34 ชนิด และจะมีเห็ดจำนวนหนึ่งที่พบจำนวนมาก ได้แก่ เห็ดระโงกเหลือง เห็ดระโงกขาว เห็ดไส้เดือน เห็ดปลวกจิก เห็ดปลวกไก่อ้น้อย เห็ดปลวกตาบ เห็ดผึ้งขาด เห็ดผึ้งขาว เห็ดผึ้งเหลือง เห็ดตับเต่าราชา เห็ดผึ้งแย้ เห็ดตับเต่าภูหลวง เห็ดปอดม้า เห็ดผึ้งขม (เสม็ด) เห็ดหำฟาน เห็ดมันปูใหญ่ เห็ดมันปูเล็ก ขมิ้นน้อย เห็ดเผาะ (ถอบ) เห็ดบด เห็ดกรวยทองดาบ เห็ดหาด เห็ดข่า เห็ดชิง เห็ดลูกแป้ง เห็ดข่าขาว เห็ดหน้าขาว เห็ดหล่มหลายสี เห็ดถ่านเล็ก เห็ดแดงน้ำหมาก เห็ดก่อ เห็ดหน้าวู้ว เห็ดแดงกุหลาบ เห็ดหน้าม่วง และเห็ดไค

ช่วงเดือนตุลาคม - เดือนมกราคม เป็นช่วงที่พบเห็ดจำนวนน้อย จำนวน 5 ชนิด ได้แก่ เห็ดปลวกไก่อ้น้อย เห็ดผึ้งแย้ เห็ดบด เห็ดกรวยทองดาบ และเห็ดหน้าม่วง

ตารางที่ 4.2 ชนิดของเห็ดที่สำรวจพบในแต่ละเดือนของปี 2551-2552

ชื่อเห็ด	ปี 2551												ปี 2552											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>Amanita princeps</i> Cor. & Bas. เห็ดระโงกขาว						✓	✓	✓										✓	✓	✓				
<i>Amanita hemibapha</i> (Berk. & Br.) Sacc. subsp. <i>javanica</i> Cor. & Bas. เห็ดระโงกเหลือง					✓	✓	✓	✓											✓	✓				
<i>Amanita umbrinolutea</i> (Sacc. ex Gillet) Bataille เห็ดไข่เต๋น								✓	✓											✓	✓			
<i>Astraeus hygrometricus</i> (Pers.) Morg. เห็ดเผาะ (ถอบ)					✓	✓											✓							
<i>Boletus chrysenteron</i> Bull. เห็ดตับเต่ากระแดง						✓	✓												✓	✓				
<i>Boletus curtisii</i> M.A. Curtis เห็ดผึ้งเหลือง																			✓	✓				
<i>Boletus luridus</i> Schaeffer ex Fr. เห็ดผึ้งแฉ่									✓									✓	✓	✓	✓	✓		
<i>Boletus campestris</i> A.H. Smith & Thiers เห็ดผึ้งขาว							✓	✓	✓															
<i>Boletus edulis</i> Bull. ex Fr. เห็ดตับเต่าราชา							✓	✓											✓	✓	✓			
<i>Boletus griseipurpureus</i> Cor. เห็ดผึ้งขม, เสม็ด			✓					✓											✓	✓				

ตารางที่ 4.2 ชนิดของเห็ดที่สำรวจพบในแต่ละเดือนของปี 2551-2552 (ต่อ)

ชื่อเห็ด	ปี 2551												ปี 2552											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>Boletus nobilis</i> Peck เห็ดตับเต่าภูหลวง																			✓	✓				
<i>Cantharellus cibarius</i> Fries เห็ดมันปูใหญ่							✓	✓																
<i>Craterellus aureus</i> Berk. & Curtis เห็ดมันปูเล็ก, ขม้นน้อย							✓	✓																
<i>Heimiella retispora</i> (Pat. & Bak.) Boedijn เห็ดปอดม้า				✓	✓	✓	✓																	
<i>Lactarius glaucescens</i> Crossl. เห็ดข่า					✓											✓	✓		✓	✓	✓			
<i>Lactarius piperatus</i> (Scop ex Fr.) S.F. G. เห็ดขิง							✓	✓											✓	✓				
<i>Lactarius vietus</i> (Fr.exFr.) Fr. เห็ดข่าขาว				✓	✓		✓	✓									✓		✓	✓				
<i>Lactarius volemus</i> (Fr.) Fries เห็ดหาด					✓	✓	✓												✓	✓				
<i>Lactarius vellereus</i> (Fr.) Fr. เห็ดลูกแป้ง									✓												✓			

ตารางที่ 4.2 ชนิดของเห็ดที่สำรวจพบในแต่ละเดือนของปี 2551-2552 (ต่อ)

ชื่อเห็ด	ปี 2551												ปี 2552											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>Lentinus polychrous</i> Lév. เห็ดบด	✓	✓						✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓										✓
<i>Microporus xanthopus</i> (Fr.) Ktz. เห็ดกรวยทองคาญ	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓									
<i>Mycoamaranthus cambodgensis</i> (Pat.) Trappe, S. Lumyong, P Lumyong, Sanmee & Zhu L. เห็ดห้าฟัน						✓	✓													✓				
<i>Russula alboareolata</i> Hongo เห็ดหน้าขาว																	✓		✓	✓	✓			
<i>Russula densifolia</i> (Sacc.) Gill เห็ดถ่านเล็ก								✓												✓				
<i>Russula emetic</i> (Schaeff. & Fr.) S.F. Gray. เห็ดแดงน้ำหมาก					✓	✓	✓		✓											✓	✓			
<i>Russula rosacea</i> (Pers. ex Sacc.) Fries เห็ดแดงกุหลาบ					✓	✓	✓	✓											✓	✓				
<i>Russula violeipes</i> Quél. เห็ดหน้าม่วง						✓					✓								✓	✓		✓		
<i>Russula xelampelina</i> (Schaeff.) Fr.							✓		✓										✓	✓				

ตารางที่ 4.2 ชนิดของเห็ดที่สำรวจพบในแต่ละเดือนของปี 2551-2552 (ต่อ)

ชื่อเห็ด	ปี 2551												ปี 2552											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>Russula cyanoxantha</i> (Schaeff.) Fr. เห็ดหล่มหลายสี																	✓		✓	✓				
<i>Russula foetens</i> Fr. เห็ดหน้าวัว							✓												✓					
<i>Russula virescens</i> (Schaeff.) Fr. เห็ดไค										✓												✓		
<i>Termitomyces microcarpus</i> (Berk. & Br.) R. Heim เห็ดปลวกจิก							✓	✓										✓	✓					
<i>Termitomyces perforans</i> Heim เห็ดปลวกไถ่น้อย						✓	✓											✓		✓				
<i>Termitomyces striatus</i> f. <i>griseus</i> Heim เห็ดปลวกตาบ					✓	✓											✓		✓					

หมายเหตุ

1 คือ เดือนมกราคม, 2 คือ เดือนกุมภาพันธ์, 3 คือ เดือนมีนาคม, 4 คือ เดือนเมษายน, 5 คือ เดือนพฤษภาคม, 6 คือ เดือนมิถุนายน, 7 คือ เดือนกรกฎาคม, 8 คือ เดือนสิงหาคม, 9 คือ เดือนกันยายน, 10 คือ เดือนตุลาคม, 11 คือ เดือนพฤศจิกายน, 12 คือ เดือนธันวาคม

4.1.2 สภาพทั่วไปของบริเวณที่พบเห็ด

บริเวณที่สำรวจความหลากหลายของเห็ดราในป่าเต็งรังเขตอุทยานแห่งชาติภูพาน แหล่งสำรวจพบ 2 แหล่ง มีไม้ยืนต้นหลายชนิด เช่น เต็ง รัง เหียง พลวง รกฟ้า เป็นต้น และสำรวจเห็ดที่เกิดบนดินพบ บริเวณราก โคนต้นไม้ บริเวณที่มีซากใบไม้ เศษไม้ เกือบทั้งหมดจะมีส่วนของหมวกเห็ดเจริญโผล่ขึ้นมาเหนือดิน และเกิดขึ้นรอบๆบริเวณรากพืช เศษไม้ มีใบไม้ปกคลุมอยู่จำนวนมาก ที่มีอุณหภูมิในอากาศสูง 28-31 องศาเซลเซียส ความชื้นสูง 81-96 เปอร์เซ็นต์ ได้แก่ เห็ดหน้าขาว เห็ดหน้ามูม เห็ดลูกเป้ง เห็ดถ่านเล็ก เห็ดน้ำหมาก เห็ดผึ้ง เห็ดข่า เห็ดระโงก เห็ดหาด เห็ดหน้าม่วง เห็ดปลวก เห็ดห้าฟาน เห็ดมันปูเล็ก เป็นต้น มีเฉพาะเห็ดเผาะ (ถอบ) ที่มีหมวกเห็ดฝังอยู่ใต้ดิน แต่บริเวณที่เกิดเห็ดเผาะ (ถอบ) จะเป็นพื้นที่โล่ง ๆ มักจะมีหญ้าเพ็กกระจายอยู่ทั่วไปในบริเวณที่พบเห็ดเผาะ (ถอบ) ซึ่งหญ้าเพ็กก็จะอยู่ในบริเวณอาณาเขตรากและร่มเงาของต้นไม้

เห็ดที่พบมีลักษณะการเกิดเป็นหลายแบบ บางชนิดออกเป็นดอกเดี่ยว ๆ บางชนิดออกเป็นกลุ่ม ๆ มีจำนวนมาก เห็ดที่พบมากในป่าเต็งรัง เช่น เห็ดหน้าขาว เห็ดข่า เห็ดห้าฟาน เห็ดหน้าม่วง เห็ดถ่านเล็ก เห็ดแดงน้ำหมาก เห็ดปลวกไก่อ้น้อย เห็ดปลวกจิก เห็ดระโงกขาว เห็ดระโงกเหลือง เห็ดไผ่เดือน เห็ดเผาะ เห็ดหาด เห็ดก่อ เห็ดโคล เป็นต้น

4.1.3 สภาพแวดล้อมทางชีวภาพ

การสำรวจความหลากหลายของเห็ดราในป่าเต็งรังเขตอุทยานแห่งชาติภูพาน ในบริเวณเก็บตัวอย่าง ขนาดแปลงพื้นที่การสำรวจ คือ 100 x 100 เมตร จำนวน 1 แปลง และ 10 x 1000 เมตร จำนวน 1 แปลง เก็บตัวอย่างโดยการสุ่ม ต้นไม้ที่พบส่วนใหญ่ได้แก่ เต็ง รัง พลวง ประดู่ ตี๋ แดง หนมแท่ง มะขามป้อม เป็นต้น จำแนกตามขนาดได้เป็น 3 พวก คือ ต้นไม้ใหญ่ ไม้พุ่ม และไม้พื้นล่าง เห็ดแต่ละชนิดขึ้นในบริเวณที่แตกต่างกัน แต่อย่างไรก็ตามก็มีเห็ดบางชนิดเกิดในบริเวณที่มีลักษณะเดียวกัน ดังแสดงในตารางที่ 4.4 และตารางที่ 4.5

4.1.3.1 ป่ากับเห็ดที่พบ

พิจารณาตามลักษณะการเกิดเห็ด คือ เห็ดที่เกิดบนดิน เกิดขึ้นในบริเวณที่มีซากพืช เศษไม้ ใบไม้ เป็นป่าที่มีความชื้น 54-96 เปอร์เซ็นต์ มีอุณหภูมิ 28-31 องศาเซลเซียส แสงสว่าง 500-1880 Lux เช่น ป่าดิบแล้งป่าเบญจพรรณ และป่าเต็งรัง จะพบเห็ดที่หลากหลายชนิด แต่ละชนิดเกิดขึ้นเป็นดอกเดี่ยว ๆ และเกิดเป็นกลุ่ม ได้แก่ เห็ดปลวกไก่อ้น้อย เห็ดหน้ามูม เห็ดถ่านเล็ก เห็ดหน้าม่วง เห็ดห้าฟาน เห็ดระโงก เห็ดข่า เป็นต้น เห็ดเหล่านี้สามารถรับประทานได้ และยังพบเห็ดที่เป็นพิษได้แก่ เห็ดไผ่เดือน ส่วนเห็ดเผาะ (ถอบ) เป็นเห็ดที่มีหมวกเห็ดฝังอยู่ใต้ดินเพียงชนิดเดียว

4.1.3.2 ดันไม้กับเห็ดที่พบ

พิจารณาโดยลักษณะการเกิดของเห็ด ซึ่งพบว่าดันไม้ที่พบเห็ดต่าง ๆ มีดังนี้ เห็ดที่เกิดบนดิน มักพบที่มีบริเวณ มีใบทับถมย่อยสลายในบริเวณที่เกิดเห็ด เห็ดในกลุ่มนี้ได้แก่ เห็ดหน้าขาว เห็ดหน้าม่วง เห็ดถ่าน เห็ดข่า เห็ดระโงก เห็ดปลวกจิก เห็ดน้ำหมาก เห็ดห้าฟาน เป็นต้น ดันไม้ที่พบในบริเวณเหล่านี้ได้แก่ เต็ง รัง พลวง เป็นต้น

4.1.3.3 ลักษณะของดินในบริเวณที่พบเห็ด

ในเขตป่าสงวนอุทยานแห่งชาติภูพาน อยู่ในเขตเทือกเขาภูพาน เป็นภูเขาหินทราย จึงทำให้ดินบริเวณนี้เป็นดินทราย และยังมีการคลุกเคล้ากับซากเศษอินทรีย์ จึงทำให้เกิดลักษณะของดินอื่นได้อีก ในดินแต่ละประเภทพบเห็ดแตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ลักษณะของดินในพื้นที่การสำรวจความหลากหลายของเห็ด

ชนิดเห็ด	ลักษณะดิน					
	ร่วนสีดำ	ร่วน	ร่วนปนทราย	ร่วนปนกรวด	เหนียว	ทราย
<i>Amanita princeps</i> Cor. & Bas. เห็ดระโงกขาว		✓	✓			
<i>Amanita hemibapha</i> (Berk. & Br.) Sacc. subsp. <i>javanica</i> Cor. & Bas. เห็ดระโงกเหลือง		✓	✓			
<i>Amanita umbrinolutea</i> (Sacc. ex Gillet) Bataille เห็ดไส้เดือน			✓			
<i>Astraeus hygrometricus</i> (Pers.) Morg เห็ดเหาะ(ถอบ)		✓	✓	✓		
<i>Boletus chrysenteron</i> Bull เห็ดตับเต่ากระแดง			✓			
<i>Boletus curtisii</i> M.A. Curtis เห็ดผึ้งเหลือง			✓			
<i>Boletus luridus</i> Schaeffer ex Fr. เห็ดผึ้งแฉ่			✓			
<i>Boletus campestris</i> A.H. Smith & Thiers เห็ดผึ้งขาว		✓				
<i>Boletus edulis</i> Bull. ex Fr. เห็ดตับเต่าราชา			✓			
<i>Boletus griseipurpureus</i> Cor. เห็ดผึ้งชมพู, เสม็ด				✓		
<i>Boletus nobilis</i> Peck เห็ดตับเต่าภูหลวง			✓			
<i>Cantharellus cibarius</i> Fries เห็ดมันปูใหญ่	✓		✓			

ตารางที่ 4.3 ลักษณะของดินในพื้นที่การสำรวจความหลากหลายของเห็ด (ต่อ)

ชนิดเห็ด	ลักษณะดิน					
	ร่วนสีดำ	ร่วน	ร่วนปนทราย	ร่วนปนกรวด	เหนียว	ทราย
<i>Craterellus aureus</i> Berk. & Curtis เห็ดมันปูเล็ก, ขมิ้นน้อย	✓		✓			
<i>Heimiella retispora</i> (Pat. & Bak.) Boedijn เห็ดปอดม้า			✓			
<i>Lactarius glaucescens</i> Crossl. เห็ดข่า			✓		✓	
<i>Lactarius piperatus</i> (Scop ex Fr.) S.F.G. เห็ดขิง			✓			
<i>Lactarius vietus</i> (Fr. ex Fr.) Fr. เห็ดข่าขาว			✓			
<i>Lactarius volemus</i> (Fr.) Fries เห็ดหาด		✓				
<i>Lactarius vellereus</i> (Fr.) Fr. เห็ดลูกเป้ง			✓			
<i>Lentinus polychrous</i> Lév. เห็ดบด	พบบนขอนไม้แห้ง					
<i>Microporus xanthopus</i> (Fr.) Ktz. เห็ดกรวยทองตากู	พบบนขอนไม้แห้ง					
<i>Mycoamaranthus cambodgensis</i> (Pat.) Trappe, S. Lumyong, P Lumyong, Sanmee & Zhu L. เห็ดห้าฟัน	✓					
<i>Russula alboareolata</i> Hongo เห็ดหน้าขาว			✓			
<i>Russula densifolia</i> (Sacc.) Gill เห็ดถ่านเล็ก			✓			
<i>Russula emetic</i> (Schaeff. & Fr.) S.F. Gray เห็ดแดงน้ำหมาก			✓			✓
<i>Russula rosacea</i> (Pers. ex Secr.) Fries เห็ดแดงกุหลาบ			✓	✓		
<i>Russula violeipes</i> Quél. เห็ดหน้าม่วง			✓			
<i>Russula xelampelina</i> (Schaeff.) Fr. เห็ดก้อ					✓	
<i>Russula cyanoxantha</i> (Schaeff.) Fr. เห็ดหล่มหลายสี	✓		✓			
<i>Russula foetens</i> Fr. เห็ดหน้าวัว		✓				
<i>Russula virescens</i> (Schaeff.) Fr. เห็ดไคถ	✓		✓			✓
<i>Termitomyces microcarpus</i> (Berk. & Br.) R. Heim เห็ดปลวกจิก	✓	✓	✓			
<i>Termitomyces perforans</i> Heim เห็ดปลวกไถ่น้อย		✓	✓			
<i>Termitomyces striatus</i> f. <i>griseus</i> Heim เห็ดปลวกตาบ		✓	✓			

4.1.4 สภาพแวดล้อมทางกายภาพ

เห็ดแต่ละชนิดมีปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมที่ได้ศึกษาแตกต่างกัน คือ ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิ pH ความเข้มของแสง

4.1.4.1 อุณหภูมิ

จากการตรวจวัดอุณหภูมิของอากาศบริเวณที่เก็บตัวอย่างเห็ด พบว่า อุณหภูมิต่ำสุดเท่ากับ 28 °C พบ 7 ชนิด คือ เห็ดผึ้งขาว เห็ดผึ้งปอดม้า เห็ดปลวกจิก เห็ดปลวกดาบ เห็ดข้าวขาว เห็ดปลวกไถ่น้อย เห็ดขิง และอุณหภูมิสูงสุดเท่ากับ 31 °C พบ 5 ชนิด คือ เห็ดหน้าวัว เห็ดลูกเป้ง เห็ดแดงกุหลาบ เห็ดเผาะ (ถอบ) และเห็ดกรวยทองตาอุ อุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ในช่วง 29-30 °C พบ 20 ชนิด คือ เห็ดระโงกขาว เห็ดระโงกเหลือง เห็ดไส้เดือน เห็ดผึ้งขาด เห็ดผึ้งเหลือง เห็ดผึ้งแไข่ เห็ดผึ้งขม เห็ดหำฟาน เห็ดมันปูเล็ก เห็ดมันปูใหญ่ เห็ดข่า เห็ดหาด เห็ดหน้าขาว เห็ดหน้ามูม เห็ดก่อ เห็ดถ่านเล็ก เห็ดบด เห็ดไคล เห็ดหน้าม่วง และเห็ดแดงน้ำหมาก อุณหภูมิส่วนใหญ่ไม่แตกต่างกันมากนัก ดังแสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 อุณหภูมิที่พบชนิดของเห็ด

ชนิดเห็ด	อุณหภูมิ (°C)			
	28	29	30	31
<i>Amanita princeps</i> Cor. & Bas. เห็ดระโงกขาว			✓	
<i>Amanita hemibapha</i> (Berk. & Br.) Sacc. subsp. <i>javanica</i> Cor. & Bas. เห็ดระโงกเหลือง			✓	
<i>Amanita umbrinolutea</i> (Sacc. ex Gillet) Bataille เห็ดไส้เดือน			✓	
<i>Astraeus hygrometricus</i> (Pers.) Morg. เห็ดเผาะ(ถอบ)	✓			
<i>Boletus chrysenteron</i> Bull เห็ดตับเต่ากระแดง			✓	
<i>Boletus curtisii</i> M.A. Curtis เห็ดผึ้งเหลือง			✓	
<i>Boletus luridus</i> Schaeffer ex Fr. เห็ดผึ้งแไข่		✓		
<i>Boletus campestris</i> A.H. Smith & Thiers เห็ดผึ้งขาว				
<i>Boletus edulis</i> Bull. ex Fr. เห็ดตับเต่าราชา			✓	

ตารางที่ 4.4 อุณหภูมิที่พบชนิดของเห็ด (ต่อ)

ชนิดเห็ด	อุณหภูมิ (°C)			
	28	29	30	31
<i>Boletus griseipurpureus</i> Cor. เห็ดผึ้งขม, เสม็ด		✓		
<i>Boletus nobilis</i> Peck เห็ดตับเต่าภูหลวง			✓	
<i>Cantharellus cibarius</i> Fries เห็ดมันปูใหญ่		✓		
<i>Craterellus aureus</i> Berk. & Curtis เห็ดมันปูเล็ก, ขมิ้นน้อย	✓			
<i>Heimiella retispora</i> (Pat.&Bak.) Boedijn เห็ดปอดม้า				
<i>Lactarius glaucescens</i> Crossl. เห็ดข่า		✓		
<i>Lactarius piperatus</i> (Scop ex Fr.) S.F.G. เห็ดขิง			✓	
<i>Lactarius vietus</i> (Fr. Ex Fr.) Fr. เห็ดข่าขาว			✓	
<i>Lactarius volemus</i> (Fr.) Fries เห็ดหาด				✓
<i>Lactarius vellereus</i> (Fr.) Fr. เห็ดลูกแป้ง		✓		
<i>Lentinus polychrous</i> Lév. เห็ดบด			✓	
<i>Microporus xanthopus</i> (Fr.) Ktz. เห็ดกรวยทองดาญ			✓	
<i>Mycoamaranthus cambodgensis</i> (Pat.) Trappe, S. Lumyong, P Lumyong, Sanmee & Zhu L. เห็ดห้าฟัน			✓	
<i>Russula alboareolata</i> Hongo เห็ดหน้าขาว			✓	
<i>Russula densifolia</i> (Secr.) Gill เห็ดถ่านเล็ก			✓	
<i>Russula emetic</i> (Schaeff. & Fr.) S.F. Gray เห็ดแดงน้ำหมาก			✓	
<i>Russula rosacea</i> (Pers. ex Secr.) Fries เห็ดแดงกุหลาบ				✓
<i>Russula violeipes</i> Quél. เห็ดหน้าม่วง				✓
<i>Russula xelampelina</i> (Schaeff.) Fr. เห็ดก้อ			✓	
<i>Russula cyanoxantha</i> (Schaeff.) Fr. เห็ดหล่มหลายสี			✓	
<i>Russula foetens</i> Fr. เห็ดหน้าวัว			✓	

ตารางที่ 4.4 อุณหภูมิที่พบชนิดของเห็ด (ต่อ)

ชนิดเห็ด	อุณหภูมิ (°C)			
	28	29	30	31
<i>Russula virescens</i> (Schaeff.) Fr. เห็ดไคโคล			✓	
<i>Termitomyces microcarpus</i> (Berk. & Br.) R. Heim เห็ดปลวกจิก	✓			
<i>Termitomyces perforans</i> Heim เห็ดปลวกไก่อ้น้อย	✓			
<i>Termitomyces striatus</i> f. <i>griseus</i> Heim เห็ดปลวกดาบ	✓			

4.1.4.2 ความชื้นสัมพัทธ์

จากผลการตรวจวัดความชื้นสัมพัทธ์ของบริเวณที่เก็บสำรวจเห็ดตัวอย่างพบว่า ค่าต่ำสุดของความชื้นสัมพัทธ์มีค่า 54 % พบเห็ดผึ้งขม ส่วนค่าสูงสุดของความชื้นสัมพัทธ์มีค่า 96 % พบ เห็ดผึ้งข้าว ร้อยละ 80 ของเห็ดเอคโตไมคอร์ไรซาเกิดในช่วงที่อากาศมีความชื้นสัมพัทธ์สูงมีค่า (68 %-100 %) ความชื้นสัมพัทธ์ช่วงนี้พบ 28 ชนิด คือ เห็ดปลวกไก่อ้น้อย เห็ดปลวกจิก เห็ดผึ้งเหลือง เห็ดมันปูเล็ก เห็ดมันปูใหญ่ เห็ดข่า เห็ดหาด เห็ดหนามุ่ม เห็ดก่อ เห็ดแดงน้ำหมา เห็ดระโงกเหลือง เห็ดไส้เดือน เห็ดถ่านน้อย เห็ดปลวกดาบ เห็ดผึ้งชาด เห็ดผึ้งแยะ เห็ดตับเต่าราชา เห็ดตับเต่าภูหลวง เห็ดผึ้งข้าว เห็ดปอดม้า เห็ดข่าขาว เห็ดขิง เห็ดไคโคล เห็ดหนาม่วง เห็ดห้าพาน เห็ดลูกเป้ง และเห็ดกรวยทองดาบ ร้อยละ 20 ของเห็ดราเอคโตไมคอร์ไรซา เกิดในช่วงอากาศที่มีความชื้นสัมพัทธ์ปานกลางมีค่า (40 %-70 %) ความชื้นสัมพัทธ์ช่วงนี้พบ 6 ชนิด คือ เห็ดเห็ดผึ้งขม เห็ดเผาะ (ถอบ) เห็ดหน้าขาว เห็ดหน้าวัว เห็ดระโงกขาว เห็ดแดงภูหลวง

เห็ดราเอคโตไมคอร์ไรซาเกิดขึ้นในช่วงความชื้นสัมพัทธ์ที่ไม่ค่อยแตกต่างกันนัก ส่วนมากเห็ดเกิดในช่วงความชื้นสัมพัทธ์สูงมีค่า (70 %-100 %) ดังแสดงในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ความชื้นสัมพัทธ์ที่พบชนิดของเห็ด

ชนิดเห็ด	ช่วงความชื้นสัมพัทธ์ (%)					
	54-60	61-67	68-74	75-81	82-88	89-69
<i>Amanita princeps</i> Cor. & Bas. เห็ดระโงกขาว		✓				
<i>Amanita hemibapha</i> (Berk. & Br.) Sacc. subsp. <i>javanica</i> Cor. & Bas. เห็ดระโงกเหลือง					✓	
<i>Amanita umbrinolutea</i> (Sacc. ex Gillet) Bataille เห็ดไส้เดือน					✓	
<i>Astraeus hygrometricus</i> (Pers.) Morg. เห็ดเผาะ(ถอบ)						✓
<i>Boletus chrysenteron</i> Bull เห็ดตับเต่ากระแดง						✓
<i>Boletus curtisii</i> M.A. Curtis เห็ดผึ้งเหลือง				✓		
<i>Boletus luridus</i> Schaeffer ex Fr. เห็ดผึ้งไข่						✓
<i>Boletus campestris</i> A.H. Smith & Thiers เห็ดผึ้งขาว						✓
<i>Boletus edulis</i> Bull. ex Fr. เห็ดตับเต่าราชา						✓
<i>Boletus griseipurpureus</i> Cor. เห็ดผึ้งขม, เสมีด	✓					
<i>Boletus nobilis</i> Peck เห็ดตับเต่าภูหลวง						✓
<i>Cantharellus cibarius</i> Fries เห็ดมันปูใหญ่				✓		
<i>Craterellus aureus</i> Berk. & Curtis เห็ดมันปูเล็ก, ขมิ้นน้อย						✓
<i>Heimiella retispora</i> (Pat. & Bak.) Boedijn เห็ดปอดม้า						✓
<i>Lactarius glaucescens</i> Crossl. เห็ดข่า					✓	

ตารางที่ 4.5 ความชื้นสัมพัทธ์ที่พบชนิดของเห็ด (ต่อ)

ชนิดเห็ด	ช่วงความชื้นสัมพัทธ์ (%)					
	54-60	61-67	68-74	75-81	82-88	89-69
<i>Lactarius piperatus</i> (Scop ex Fr.) S.F.G. เห็ดขิง				✓		
<i>Lactarius vietus</i> (Fr. ex Fr.) Fr. เห็ดข้าขาว				✓		
<i>Lactarius volemus</i> (Fr.) Fries เห็ดหาด			✓			
<i>Lactarius vellereus</i> (Fr.) Fr. เห็ดลูกแป้ง						✓
<i>Lentinus polychrous</i> Lév. เห็ดบด				✓		
<i>Microporus xanthopus</i> (Fr.) Ktz. เห็ดกรวยทองตา	✓					
<i>Mycoamaranthus cambodgensis</i> (Pat.) Trappe, S. Lumyong, P Lumyong, Sanmee & Zhu L. เห็ดห้าฟัน				✓		
<i>Russula alboareolata</i> Hongo เห็ดหน้าขาว	✓					
<i>Russula densifolia</i> (Secr.) Gill เห็ดถ่านเล็ก						✓
<i>Russula emetic</i> (Schaeff. & Fr.) S.F. Gray เห็ดแดงน้ำหมาก	✓		✓			
<i>Russula rosacea</i> (Pers. ex Secr.) Fries เห็ดแดงกุหลาบ	✓					
<i>Russula violeipes</i> Quél. เห็ดหน้าม่วง	✓			✓		
<i>Russula xelampelina</i> (Schaeff.) Fr. เห็ดก่อ				✓		
<i>Russula cyanoxantha</i> (Schaeff.) Fr. เห็ดกลมหลายสี				✓		
<i>Russula foetens</i> Fr. เห็ดหน้าวัว				✓		
<i>Russula virescens</i> (Schaeff.) Fr. เห็ดไค				✓		

ตารางที่ 4.5 ความชื้นสัมพัทธ์ที่พบชนิดของเห็ด (ต่อ)

ชนิดเห็ด	ช่วงความชื้นสัมพัทธ์ (%)					
	54-60	61-67	68-74	75-81	82-88	89-69
<i>Termitomyces microcarpus</i> (Berk. & Br.) R. Heim เห็ดปลวกจิก				✓		
<i>Termitomyces perforans</i> Heim เห็ดปลวกไถ่น้อย						✓
<i>Termitomyces striatus</i> f. <i>griseus</i> Heim เห็ดปลวกตาบ						

4.1.4.3 ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของดินบริเวณที่พบเห็ด

ค่า pH ความเป็นกรด-ด่าง ของดินในบริเวณที่พบเห็ดราเอกโตไมคอร์ไรซา มีค่าอยู่ระหว่าง 6.0-9.0 เห็ดส่วนใหญ่เกิดในดินที่มีค่า pH ระหว่าง 6.8-7.2 ซึ่งถือว่าเป็นกรดและเบสเล็กน้อยเป็นเห็ดกินได้เกือบทั้งหมด ยกเว้นเห็ดไส้เดือน (มีค่า pH 7) และเห็ดกรวยทองตาอุ (มีค่า pH 6) เป็นเห็ดที่มีพิษกินไม่ได้ ดังแสดงในตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของดินที่พบชนิดของเห็ด

ชนิดเห็ด	ช่วงความเป็นกรด-ด่าง (pH)		
	6.0-6.9	7.0-7.9	8.0-8.9
<i>Amanita princeps</i> Cor. & Bas. เห็ดระโงกขาว		✓	
<i>Amanita hemibapha</i> (Berk. & Br.) Sacc. subsp. <i>javanica</i> Cor. & Bas. เห็ดระโงกเหลือง		✓	
<i>Amanita umbrinolutea</i> (Secr. ex Gillet) Bataille เห็ดไส้เดือน		✓	
<i>Astraeus hygrometricus</i> (Pers.) Morg. เห็ดเผาะ (ถอบ)	✓		
<i>Boletus chrysenteron</i> Bull เห็ดตับเต่ากระแดง	✓		
<i>Boletus curtisii</i> M.A. Curtis เห็ดผึ้งเหลือง		✓	
<i>Boletus luridus</i> Schaeffer ex Fr. เห็ดผึ้งแยะ		✓	

ตารางที่ 4.6 ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของดินที่พบชนิดของเห็ด (ต่อ)

ชนิดเห็ด	ช่วงความเป็นกรด-ด่าง (pH)		
	6.0-6.9	7.0-7.9	8.0-8.9
<i>Boletus campestris</i> A.H. Smith & Thiers เห็ดผึ้งขาว		✓	
<i>Boletus edulis</i> Bull. ex Fr. เห็ดตับเต่าราชา		✓	
<i>Boletus griseipurpureus</i> Cor. เห็ดผึ้งขม, เสม็ด			✓
<i>Boletus nobilis</i> Peck เห็ดตับเต่าภูหลวง		✓	
<i>Cantharellus cibarius</i> Fries เห็ดมันปูใหญ่		✓	
<i>Craterellus aureus</i> Berk. & Curtis เห็ดมันปูเล็ก, ขมิ้นน้อย		✓	
<i>Heimiella retispora</i> (Pat. & Bak.) Boedijn เห็ดปอดม้า		✓	
<i>Lactarius glaucescens</i> Crossl. เห็ดข่า	✓		
<i>Lactarius piperatus</i> (Scop ex Fr.) S.F.G. เห็ดจิง		✓	
<i>Lactarius vietus</i> (Fr. Ex Fr.) Fr. เห็ดข่าขาว		✓	
<i>Lactarius volemus</i> (Fr.) Fries เห็ดหาด		✓	
<i>Lactarius vellereus</i> (Fr.) Fr. เห็ดลูกเป้ง		✓	
<i>Lentinus polychrous</i> Lév. เห็ดบด		✓	
<i>Microporus xanthopus</i> (Fr.) Ktz. เห็ดกรวยทองคาถู		✓	
<i>Mycoamaranthus cambodgensis</i> (Pat.) Trappe, S. Lumyong, P Lumyong, Sanmee & Zhu L. เห็ดห้าฟาน		✓	
<i>Russula alboareolata</i> Hongo เห็ดหน้าขาว		✓	
<i>Russula densifolia</i> (Secr.) Gill เห็ดถ่านเล็ก	✓		
<i>Russula emetic</i> (Schaeff. & Fr.) S.F. Gray เห็ดแดงน้ำหมาก	✓		
<i>Russula rosacea</i> (Pers. ex Secr.) Fries เห็ดแดงกุหลาบ	✓		
<i>Russula violeipes</i> Quél. เห็ดหน้าม่วง	✓		
<i>Russula xelampelina</i> (Schaeff.) Fr. เห็ดก้อ		✓	

ตารางที่ 4.6 ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของดินที่พบชนิดของเห็ด (ต่อ)

ชนิดเห็ด	ช่วงความเป็นกรด-ด่าง (pH)		
	6.0-6.9	6.0-6.9	6.0-6.9
<i>Russula cyanoxantha</i> (Schaeff.) Fr. เห็ดหล่มหลายสี		✓	
<i>Russula foetens</i> Fr. เห็ดหน้าวัว		✓	
<i>Russula virescens</i> (Schaeff.) Fr. เห็ดไค		✓	
<i>Termitomyces microcarpus</i> (Berk. & Br.) R. Heim เห็ดปลวกจิก		✓	
<i>Termitomyces perforans</i> Heim เห็ดปลวกไก่อ้อย		✓	
<i>Termitomyces striatus</i> f. <i>griseus</i> Heim เห็ดปลวกตาบ		✓	

4.1.4.4 ความเข้มของแสง

ความเข้มแสงในบริเวณที่เก็บตัวอย่างเห็ดมีค่าอยู่ในช่วง 150-1,800 Lux และเห็ดที่พบตรงบริเวณที่มีความเข้มแสงต่ำสุดคือ เห็ดมันปูเล็กและเห็ดตับเต่าภูหลวง ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วงแสง 150 Lux ส่วนเห็ดที่พบตรงบริเวณที่มีความเข้มแสงสูงสุดคือ เห็ดผึ้งขม มีค่า 1,800 Lux ส่วนใหญ่นั้นความเข้มแสงมีค่าอยู่ระหว่าง 200-1,600 Lux ดังแสดงในตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ความเข้มของแสงที่พบชนิดของเห็ด

ชนิดเห็ด	ช่วงความเข้มของแสง (Lux)			
	100-500	501-1,000	1,001-1,500	1,501-2,000
<i>Amanita princeps</i> Cor. & Bas. เห็ดระโงกขาว				✓
<i>Amanita hemibapha</i> (Berk. & Br.) Sacc. subsp. <i>javanica</i> Cor. & Bas. เห็ดระโงกเหลือง		✓		
<i>Amanita umbrinolutea</i> (Secr. ex Gillet) Bataille เห็ดไส้เดือน			✓	
<i>Astraeus hygrometricus</i> (Pers.) Morg. เห็ดเผาะ(ถอบ)		✓		
<i>Boletus chrysenteron</i> Bull เห็ดตับเต่ากระแดง		✓		
<i>Boletus curtisii</i> M.A. Curtis เห็ดผึ้งเหลือง		✓		
<i>Boletus luridus</i> Schaeffer ex Fr. เห็ดผึ้งแฉ่		✓		

ตารางที่ 4.7 ความเข้มของแสงที่พบชนิดของเห็ด (ต่อ)

ชนิดเห็ด	ช่วงความเข้มของแสง (Lux)			
	100-500	501-1,000	1,001-1,500	1,501-2,000
<i>Boletus campestris</i> A.H. Smith & Thiers เห็ดผึ้งขาว				✓
<i>Boletus edulis</i> Bull. ex Fr. เห็ดตับเต่าราชา	✓			
<i>Boletus griseipurpureus</i> Cor. เห็ดผึ้งขม, เสม็ด				✓
<i>Boletus nobilis</i> Peck เห็ดตับเต่าภูหลวง	✓			
<i>Cantharellus cibarius</i> Fries เห็ดมันปูใหญ่	✓	✓		
<i>Craterellus aureus</i> Berk. & Curtis เห็ดมันปูเล็ก, ขมิ้นน้อย		✓		
<i>Heimiella retispora</i> (Pat. & Bak.) Boedijn เห็ดปอดม้า		✓		
<i>Lactarius glaucescens</i> Crossl. เห็ดข่า	✓			
<i>Lactarius piperatus</i> (Scop ex Fr.) S.F.G. เห็ดขิง		✓		
<i>Lactarius vietus</i> (Fr. Ex Fr.) Fr. เห็ดข่าขาว	✓			
<i>Lactarius volemus</i> (Fr.) Fries เห็ดหาด	✓			
<i>Lactarius vellereus</i> (Fr.) Fr. เห็ดลูกแป้ง	✓			
<i>Lentinus polychrous</i> Lév. เห็ดบด	✓			
<i>Microporus xanthopus</i> (Fr.) Ktz. เห็ดกรวยทองดาญ	✓			
<i>Mycoamaranthus cambodgensis</i> (Pat.) Trappe, S. Lumyong, P Lumyong, Sanmee & Zhu L. เห็ดห้าฟาน	✓			
<i>Russula alboareolata</i> Hongo เห็ดหน้าขาว	✓			
<i>Russula densifolia</i> (Secr.) Gill เห็ดถ่านเล็ก	✓			
<i>Russula emetic</i> (Schaeff. & Fr.) S.F. Gray เห็ดแดงน้ำหมาก	✓			
<i>Russula rosacea</i> (Pers. ex Secr.) Fries เห็ดแดงภูหลวง	✓			
<i>Russula violeipes</i> Quél. เห็ดหน้าม่วง			✓	
<i>Russula xelampelina</i> (Schaeff.) Fr. เห็ดก่อ	✓			

ตารางที่ 4.7 ความเข้มของแสงที่พบชนิดของเห็ด (ต่อ)

ชนิดเห็ด	ช่วงความเข้มของแสง (Lux)			
	100-500	501-1,000	1,001-1,500	1,501-2,000
<i>Russula cyanoxantha</i> (Schaeff.) Fr. เห็ดหล่มหลายสี	✓			
<i>Russula foetens</i> Fr. เห็ดหน้าวัว	✓			
<i>Russula virescens</i> (Schaeff.) Fr. เห็ดไค		✓		
<i>Termitomyces microcarpus</i> (Berk. & Br.) R. Heim เห็ดปลวกจิก				✓
<i>Termitomyces perforans</i> Heim เห็ดปลวกไก่อ้อย	✓			
<i>Termitomyces striatus</i> f. <i>griseus</i> Heim เห็ดปลวกตาบ			✓	

จากการสำรวจเห็ดราในป่าเต็งรัง มีจำนวนเห็ดที่พบทั้งหมด 34 ชนิด 9 Family มีลักษณะทางกายภาพ สรุปได้ดังแสดงในตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ชนิดของเห็ด และสภาพทางกายภาพของเห็ดที่สำรวจพบ

ชนิดของเห็ด ชื่อวิทยาศาสตร์/ชื่อสามัญ	ลักษณะทางกายภาพ				เดือน
	ความชื้น (%)	อุณหภูมิ (°C)	แสง (Lux)	pH	
<i>Amanita princeps</i> Cor. & Bas. เห็ดระโงกขาว	67	30	1600	7.2	มิ.ย.-ก.ย.
<i>Amanita hemibapha</i> (Berk. & Br.) Sacc. subsp. <i>javanica</i> Cor. & Bas. เห็ดระโงกเหลือง	85	30	770	7.2	พ.ค.-ส.ค.
<i>Amanita umbrinolutea</i> (Secr. ex Gillet) Bataille เห็ดไส้เดือน	85	30	1030	7	ส.ค.-ก.ย.
<i>Astraeus hygrometricus</i> (Pers.) Morg. เห็ดเผาะ(ถอบ)	60	31	395	6.5	พ.ค.-มิ.ย.
<i>Boletus chrysenteron</i> Bull เห็ดตับเต่ากระแดง	92	30	700	6	มิ.ย.-ส.ค.
<i>Boletus curtisii</i> M.A. Curtis เห็ดผึ้งเหลือง	80	30	789	7	ก.ค.-ส.ค.
<i>Boletus luridus</i> Schaeffer ex Fr. เห็ดผึ้งเข้	90	29	1000	7.2	มิ.ย.-ต.ค.

ตารางที่ 4.8 ชนิดของเห็ด และสภาพทางกายภาพของเห็ดที่สำรวจพบ (ต่อ)

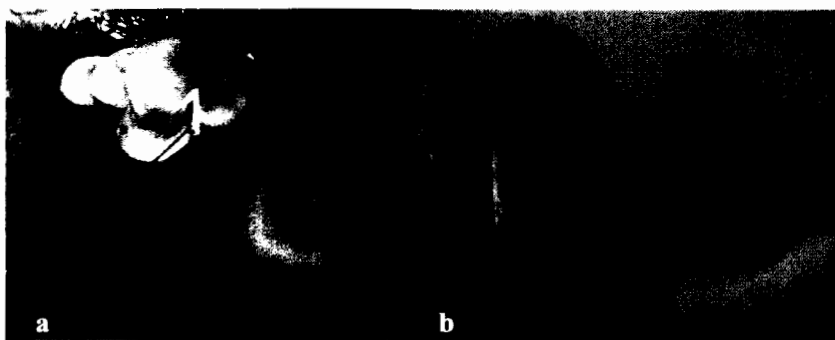
ชนิดของเห็ด ชื่อวิทยาศาสตร์/ชื่อสามัญ	ลักษณะทางกายภาพ				เดือน
	ความชื้น (%)	อุณหภูมิ (°C)	แสง (Lux)	pH	
<i>Boletus campestris</i> A.H. Smith & Thiers เห็ดผึ้งขาว	93	28	1552	7	ก.ค.-ก.ย.
<i>Boletus edulis</i> Bull. ex Fr. เห็ดดัมเต๋าราช	92	30	201	7	ก.ค.-ก.ย.
<i>Boletus griseipurpureus</i> Cor. เห็ดผึ้งขม, เสม็ด	54	29	1800	8.9	เม.ย.-ก.ค.
<i>Boletus nobilis</i> Peck เห็ดดัมเต๋ากุหลาบ	94	30	150	7	ก.ค.-ส.ค.
<i>Cantharellus cibarius</i> Fries เห็ดมันปูใหญ่	78	29	200	7.2	ก.ค.-ส.ค.
<i>Craterellus aureus</i> Berk. & Curtis เห็ดมันปูเล็ก, ขมิ้น น้อย	76	30	150	7.1	ก.ค.-ส.ค.
<i>Heimiella retispora</i> (Pat. & Bak.) Boedijn เห็ดปอดม้า	96	28	950	7.1	เม.ย.-ก.ค.
<i>Lactarius glaucescens</i> Crossl. เห็ดข่า	79	29	700	7.1	มี.ค.-ส.ค.
<i>Lactarius piperatus</i> (Scop ex Fr.) S.F.G. เห็ดจิง	90	28	512	7	ก.ค.-ส.ค.
<i>Lactarius vietus</i> (Fr. Ex Fr.) Fr. เห็ดข่าขาว	93	28	713	6	เม.ย.-ส.ค.
<i>Lactarius volemus</i> (Fr.) Fries เห็ดหาด	79	30	470	7.1	พ.ค.-ส.ค.
<i>Lactarius vellereus</i> (Fr.) Fr. เห็ดลูกแป้ง	70	31	350	7.1	ก.ย.
<i>Lentinus polychrous</i> Lév. เห็ดบด	57	30	750	7	ส.ค.-ก.พ.
<i>Microporus xanthopus</i> (Fr.) Ktz. เห็ดกรวยทองดาญ	78	31	1200	6	ม.ค.-ธ.ค.
<i>Mycoamaranthus cambodgensis</i> (Pat.) Trappe, S. Lumyong, P Lumyong, Sanmee & Zhu L. เห็ดทำฟาน	74	30	197	6.5	มิ.ย.-ส.ค.
<i>Russula alboareolata</i> Hongo เห็ดหน้าขาว	55	30	370	7.2	เม.ย.-ส.ค.
<i>Russula densifolia</i> (Secr.) Gill เห็ดถ่านเล็ก	86	29	400	6.5	ก.ค.
<i>Russula emetic</i> (Schaeff. & Fr.) S.F. Gray เห็ดแดงน้ำหมาก	77	30	800	7	พ.ค.-ก.ย.
<i>Russula rosacea</i> (Pers. ex Secr.) Fries เห็ดแดงกุหลาบ	69	31	100 0	7.1	พ.ค.-ก.ย.

ตารางที่ 4.8 ชนิดของเห็ด และสภาพทางกายภาพของเห็ดที่สำรวจพบ (ต่อ)

ชนิดของเห็ด ชื่อวิทยาศาสตร์/ชื่อสามัญ	ลักษณะทางกายภาพ				เดือน
	ความชื้น (%)	อุณหภูมิ (°C)	แสง (Lux)	pH	
<i>Russula violeipes</i> Quél. เห็ดหน้าม่วง	90	30	376	6	ก.ย.
<i>Russula xelampelina</i> (Schaeff.) Fr. เห็ดก่อ	75	30	450	7.1	ก.ค.-ก.ย.
<i>Russula cyanoxantha</i> (Schaeff) Fr. เห็ดหล่มหลายสี	75	30	450	7	เม.ย.-ส.ค.
<i>Russula foetens</i> Fr. เห็ดหน้าวัว	60	31	460	7.2	ก.ค.-ก.ย.
<i>Russula virescens</i> (Schaeff.) Fr. เห็ดไค	92	29	350	7	มิ.ย.-พ.ย.
<i>Termitomyces microcarpus</i> (Berk. & Br.) R. Heim เห็ดปลวกจิก	80	28	1550	7	ก.ค.-ส.ค.
<i>Termitomyces perforans</i> Heim เห็ดปลวกไก่อ้อย	75	28	450	7	มิ.ย.-ส.ค.
<i>Termitomyces striatus</i> f. <i>griseus</i> Heim เห็ดปลวกตาบ	90	28	1300	7	พ.ค.-ก.ค.

การศึกษาความหลากหลายของเห็ดในป่าเต็งรัง เขตอุทยานแห่งชาติภูพาน จังหวัดสกลนคร ทำการสำรวจและเก็บตัวอย่างเห็ด เดือนละ 1-2 ครั้ง พบว่ามีเห็ดและราขนาดใหญ่อยู่หลายกลุ่ม การจำแนกเห็ดแยกออกเป็นลำดับชั้น

ซึ่งพบว่ามีชนิดเห็ดทั้งหมดในการศึกษาทั้งในปี 2551-2552 จำนวน 34 ชนิด ดังตารางที่ 4.1 และแสดงลักษณะทางสัณฐานวิทยา ดังภาพที่ 4.1- ภาพที่ 4.35



ภาพที่ 4.1 a, b = Basidioscarps, *Amanita hemibapha* (Berk. & Br.) Sacc. subsp. *javanica* Cor. & Bas

ชื่อพื้นเมือง เห็ดระโงกเหลือง

ชื่ออื่น ๆ เห็ดไข่ห่านเหลือง

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Amanita hemibapha* (Berk. & Br.) Sacc. subsp. *javanica* Cor. & Bas.

ลักษณะทางกายภาพ ความเข้มแสง 770 ลักซ์ ความชื้นในดิน 13 % ความชื้นสัมพัทธ์ 85 %

อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส pH 7.2

สถานวิทยา หมวกดอก มีสีเหลืองอมส้ม บางดอกมีสีเหลืองอ่อน บางดอกมีสีส้ม ผิวหมวกดอกมีลักษณะเรียบนุ่ม กลางหมวกดอกมีสีส้มเข้มมากกว่าบริเวณอื่น ๆ บริเวณรอบ ๆ มีสีเหลืองอ่อนหรือเหลืองอมส้ม เนื้อภายในหมวกดอกมีสีขาวอมเหลืองอ่อน ผิวหมวกดอกด้านที่อยู่ติดปลายขอบหมวกดอกมีลักษณะขีดเป็นเส้นตรง ขอบหมวกดอกนุ่มเรียบและหยักเป็นคลื่น ขนาดเล็ก ขนาดหมวกดอก กว้าง 5-8 x 5x10 เซนติเมตร ครีบดอก มีสีขาวอมเหลือง แผ่นครีบบางเรียบ จำนวนครีบประมาณ 7-8 ครีบ ต่อ 1.0 เซนติเมตร ลักษณะครีบเป็นครีบไม่ติดกัน ก้านดอก มีสีขาวอมเหลือง ผิวก้านดอกเรียบ เนื้อภายในก้านมี สีขาว ภายในก้านดอกกลวงและมีเส้นใยเกาะ ก้านดอกแข็งแต่เปราะ ขนาดของก้านดอกกว้าง 0.8-1.3 เซนติเมตร ยาวก้าน 5.0-13.0 เซนติเมตร วงแหวน มีลักษณะเป็นแผ่นเยื่อบาง ๆ ขอบวงแหวนหยักเป็นคลื่น มีวงแหวน 1 วง ขนาดวงแหวนห้อยยาว 0.8-1.0 เซนติเมตร ปลอกหุ้ม มีสีขาว มีลักษณะคล้ายถ้วย ขอบด้านบนหยักเป็นคลื่น หุ้มบริเวณโคน ก้านดอกที่มีลักษณะโป่งพองออกเป็นกระเปาะ นิเวศวิทยา เกิดบนดินร่วนและดินร่วนปนทราย ขึ้นเป็นดอกเดี่ยว ๆ หรือเป็นกลุ่ม ประมาณ 3 - 5 ดอก เกิดตามลานหิน และหญ้าเพ็ก เป็นบริเวณโล่ง ๆ พบในเดือน พฤษภาคมถึงสิงหาคม

พิมพ์สปอร์ สีขาว

สปอร์ รูปร่างทรงรีกว้าง ผิวสปอร์เรียบ ผ้นบาง สปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ใสไม่มีสี ขนาดสปอร์ 7-9 x 5-7 μm

เอกสารอ้างอิง ราชบัณฑิตยสถาน (2550 : 42); อนงค์ จันทศรีกุล และคณะ (2551 : 130)



ภาพที่ 4.2 a, b = Basidioscarps, *Amanita princeps* Cor. & Bas.

ชื่อพื้นเมือง เห็ดระโงก

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Amanita princeps* Cor. & Bas.

ชื่ออื่น ๆ เห็ดไข่ห่านขาว

ลักษณะทางกายภาพ ความเข้มแสง 1600 ลักซ์ ความชื้นในดิน 10% ความชื้นสัมพัทธ์ 67 %

อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส pH 7.2

ฐานานวิทยา หมวกดอก มีสีขาวนวล ดอกแก่กลางหมวกดอกมีลักษณะปุ่มลงเล็กน้อย ผิวหมวกดอกมีลักษณะเรียบลื่นบางบริเวณเว้าแหว่งซึ่งอาจเกิดจากการกัดแทะของสัตว์ กลางหมวกมีสีขาวอมน้ำตาลบริเวณรอบ ๆ กลางหมวกดอกมีสีขาวนวล เนื้อภายในหมวกดอกมีสีขาวอมเทา ขอบหมวกดอกเรียบและหยักเป็นคลื่นขนาดเล็ก ขนาดของหมวกดอก 5-10 x 5 x 15 เซนติเมตร หมวกดอกเปราะหักง่าย ครีบดอก มีสีขาวอมเทา แผ่นครีบบางเรียบไม่หยักเป็นฟันเลื่อย ครีบเปราะหักง่าย จำนวนครีบประมาณ 7.0 - 8.0 ครีบ ต่อ 1.0 เซนติเมตร ลักษณะครีบเป็นครีบไม่ติดก้าน ก้านดอกมีสีขาวนวล ผิวก้านดอกเรียบ เนื้อภายในก้านดอกมีสีขาว ก้านดอกกลวงและมีเส้นใยตรงบริเวณที่มีลักษณะกลวงก้านดอกแข็งแต่เปราะขนาดของก้านดอก 10-20 x 1.2-2.5 เซนติเมตร นิเวศวิทยา เกิดบนดินร่วนและดินร่วนปนทราย บริเวณที่มีความชื้น หรือเกิดบริเวณลานหิน มีหญ้าเพ็กปกคลุมอยู่ พบเห็ดเกิดขึ้นเป็นกลุ่ม ๆ หรือขึ้นเป็นดอกเดี่ยว ๆ พบเป็นกลุ่ม ประมาณ 1-2 ดอก เป็นดอกตูมรูปไข่ คล้ายเห็ดระโงกเหลืองแต่แตกต่างกันที่สีของเห็ด ร่องแสง สามารถนำมารับประทานได้ และยังมีกลิ่นหอม นุ่ม พบในเดือน มิถุนายนถึงกันยายน

พิมพ์สปอร์ สีขาว

สปอร์ รูปร่างเป็นทรงรีเกือบกลม สีขาว ผิวสปอร์เรียบ ขนาดสปอร์ 9-11 x 8-10 μm

เอกสารอ้างอิง ราชบัณฑิตยสถาน (2550 : 46) ; อนงค์ จันทศรีกุล และคณะ (2551 : 136)



ภาพที่ 4.3 a, b = Basidiospores, *Amanita umbrinolutea* (Sect. ex Gillet) Bataille

ข้อพื้นเมือง เห็ดใต้เคียน

ข้ออื่น ๆ เห็ดใต้เคียน

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Amanita umbrinolutea* (Sect. ex Gillet) Bataille

ลักษณะทางกายภาพ พบในบริเวณที่ชื้น อุณหภูมิ 28.5 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 89% pH 7

ความเข้มแสง 580 Lux

ฐานวิทยา ความเป็นดอกอ่อนมีสีเทาดำ ดอกเห็ดมีลักษณะวงรี ยาวเมื่อบานเต็มที่จะมีรูปคล้ายร่ม ขอบหมวกมีลักษณะเป็นคลื่น และเป็นริ้วรอยหรือจีบโค้งงอ เนื้อเห็ดมีลักษณะอ่อนนุ่ม เส้นผ่าศูนย์กลาง 2-4 x 4-5 เซนติเมตร ครีบสีขาวยาวขนาดเท่ากัน เรียงตัวกันแน่น ก้าน ขนาด 1 x 1.5 เซนติเมตร มีรูปทรงกระบอก ผิวเรียบ โคนก้านบานออกมีขนาดใหญ่กว่า ภายในก้านจะกลวง เมื่อแก่เต็มที่จะมีสีขาวและมีแถบสีเหลืองปนน้ำตาล ไม่มีวงแหวนแต่มีปลอกหุ้มโคนก้านดอกสีขาว ปากกว้างรูปทรงกระบอก มีรากเทียม ลักษณะการเกิด เกิดขึ้นดอกเดี่ยว กระจายทั่วไปบนพื้นดินในป่าดิบแล้ง ป่าเบญจพรรณและป่าเต็งรัง พบช่วงเดือนกันยายน

พิมพ์สปอร์ สีเหลืองอ่อน

สปอร์ สปอร์รูปไข่ ผิวเรียบ สีเหลืองอ่อน ขนาดสปอร์ 6-8 x 9-10 μm

เอกสารอ้างอิง เกษม สร้อยทอง (2537 : 122)



ภาพที่ 4.4 a, b = Basidioscarps, *Termitomyces microcarpus* (Berk. & Br.) R. Heim

ชื่อพื้นเมือง เห็ดปลวกจิก

ชื่อสามัญ เห็ดข้าวดอก

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Termitomyces microcarpus* (Berk. & Br.) R. Heim

ลักษณะทางกายภาพ พบในบริเวณที่ชื้น อุณหภูมิ 30°C ความชื้นสัมพัทธ์ 92% pH 6

ความเข้มแสง 246 Lux

ฐานวิทยา หมวกเห็ด คล้ายร่มขึ้นเป็นดอกเดี่ยวกระจายเป็นกลุ่มใหญ่บนพื้นดิน ที่มีจอมปลวก ในป่าเต็งรัง ป่าเบญจพรรณ ป่าดิบชื้นลักษณะฐานวิทยา หมวกเห็ด สีขาวนวล รูปรี ยาว 1-1.5 เซนติเมตร ครีบทรงสีขาวยาว กว้าง 1-2 มิลลิเมตร ไม่ยึดติดกับก้าน ก้านตรงยาว 2-4 x 0.1-0.2 เซนติเมตร โคนก้านสีน้ำตาลอ่อน ผิวเรียบ พบช่วงเดือนกรกฎาคมถึงสิงหาคม พบในบริเวณดินร่วนและ ดินร่วนปนทราย

พิมพ์สปอร์ สีชมพูอ่อน

สปอร์ รูปรีหรือรูปไข่ ขนาดสปอร์ 6-8 x 3-5 μm

เอกสารอ้างอิง ราชบัณฑิตยสถาน (2539 : 36) ; อนงค์ จันทศรีกุล และคณะ (2551 : 190)



ภาพที่ 4.5 a, b = Basidioscarps, *Termitomyces perforans* Heim

ชื่อพื้นเมือง เห็ดปลวกไถ่น้อย

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Termitomyces perforans* Heim

ชื่ออื่น ๆ เห็ดปลวกไถ่น้อย

ลักษณะทางกายภาพ ความเข้มแสง 230 ลักซ์ ความชื้นในดิน 12.2% ความชื้นสัมพัทธ์ 75%

อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส pH 7

ลักษณะวิทยา หมวกดอก มีขนาด 1-2 x 2.5-3 เซนติเมตร สีขาว รูปประฆัง ไม่มีนํ้ายาง ขอบหมวกเห็ดเป็นคลื่นเมื่อมองจากด้านบน มองจากด้านล่างเห็นครึ่งวงกลม ผิวลักษณะเป็นริ้ว เนื้อหมวกด้านในมีลักษณะอ่อนนุ่ม เมื่อชำหรือมีบาดแผลไม่เปลี่ยนสี ครีบดอก มีสีขาว ครีบเกาะกับก้านมีขนาดของครีบเท่ากัน ครีบเรียงตัวขนาดเท่ากัน ครีบมีขนาดบาง ขอบของครีบหักเป็นซี่ฟัน ก้านดอกมีรูปร่างเป็นทรงกระบอก ผิวของก้านเรียบ และมีส่วนของปมที่ติดรากเทียม ก้านมีความเหนียว ไม่มีเยื่อหุ้มโคน และไม่มีวงแหวนรอบดอกเห็ด ขนาด 1-1.5 x 4-4.5 เซนติเมตร ลักษณะพิเศษ เห็ดมีลักษณะดอกเล็ก ชอบอยู่ใต้ใบไม้ ดอกมีสีขาว ดอกตูมอยู่ใต้ดิน ส่วนดอกบานจะโผล่เหนือดิน รับประทานได้ เกิดตามพื้นดินที่ชุ่มชื้น มีใบไม้เน่าเปื่อยปกคลุม ใกล้ป่าเพ็ก พบเป็นกลุ่ม 50-100 ดอก การใช้ประโยชน์นำมาประกอบอาหารได้ นิยม หมก หมกใส่ไข่ แกง พบในเดือน มิถุนายนถึงตุลาคม พบในบริเวณดินร่วนและดินร่วนปนทราย

พิมพ์สปอร์ สีน้ำตาลอมชมพู

สปอร์ วงรี ผิวขรุขระ ขนาดสปอร์ 2-5 x 5-6 μm

เอกสารอ้างอิง อนงค์ จันทศรีกุล และคณะ (2551 : 191)



ภาพที่ 4.6 a, b = Basidioscarps, *Termitomyces striatus* f. *griseus* Heim

ชื่อพื้นเมือง เห็ดปลวกดาบ

ชื่อสามัญ เห็ดโคน, โคนปลวกหมวกลายสีเทา

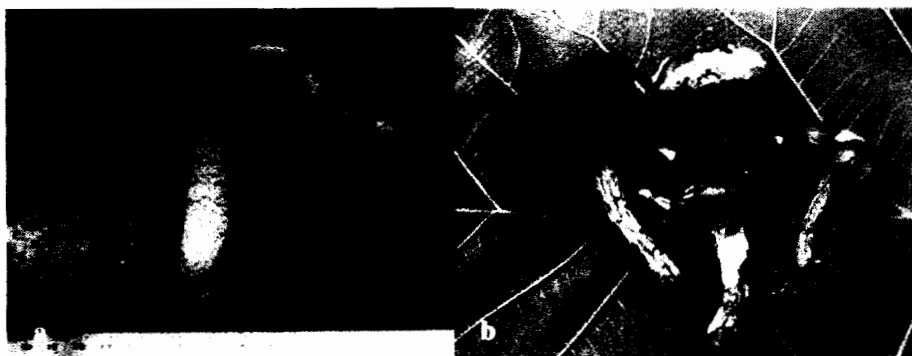
ชื่อวิทยาศาสตร์ *Termitomyces striatus* f. *griseus* Heim

ลักษณะทางกายภาพ พบในบริเวณที่ขึ้น อุณหภูมิ 30°C ความชื้นสัมพัทธ์ 78% pH 5.5 ความเข้มแสง 356 Lux ลักษณะการเกิด ขึ้นเป็นดอกเดี่ยวกระจายบนพื้นดินที่มีจอมปลวกในป่าเบญจพรรณ สัตว์นาวิทยา หมวกเห็ด สีน้ำตาลอมเทา น้ำตาลอมเหลือง น้ำตาลอมส้ม หรือน้ำตาลแดง เส้นผ่าศูนย์กลาง 4-12 เซนติเมตร ดอกเห็ดเมื่อยังอ่อนเป็นรูปคล้ายกรวย เมื่อแก่จะขยายแผ่ขึ้น กลางหมวกดอกสีส้มและนูนเล็กน้อย ผิวเรียบ มีเส้นลายละเอียดที่ขอบหมวกซึ่งฉีกขาดเป็นร่องจากขอบเมื่อดอกบาน ครีบ สีขาวแล้วเปลี่ยนเป็นสีขาวอมชมพูอ่อน ไม่ยึดติดกับก้าน ก้าน สีขาวนวล ยาว 4-10 เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5-2 เซนติเมตร โคนก้านใหญ่ แล้วเรียวลงไปจนถึง รังปลวก เนื้อแน่น สีขาว มีลักษณะเป็นเส้นใยหยาบ ๆ ประสานกันแน่น พบในช่วงเดือนพฤษภาคม-กรกฎาคม พบในบริเวณดินร่วน และดินร่วนปนทราย

พิมพ์สปอร์ สีน้ำตาลอมชมพู

สปอร์ สีน้ำตาลเรื่อ ๆ อมชมพูอ่อน ผิวเรียบ ผนังบาง ขนาดสปอร์ 5-8 x 3-4 μm

เอกสารอ้างอิง ราชบัณฑิตยสถาน (2539 : 56) ; อนุศักดิ์ จันทร์ศรีกุล และคณะ (2551 : 193)



ภาพที่ 4.7 a, b = Basidioscarps, *Boletus chrysenteron* Bull

ชื่อพื้นเมือง เห็ดตับเต่ากระแดง

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Boletellus ananus* (M.A. Curtis) Murrill

ชื่ออื่น ๆ เห็ดขาลาย

ลักษณะทางกายภาพ ความเข้มแสง 700 ลักซ์ ความชื้นในดิน 14 % ความชื้นสัมพัทธ์ 92%

อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส pH 6

ฐานวิทยา หมวกดอก ผิวหมวกดอกมีสีน้ำตาลปนเหลือง มีลักษณะขรุขระมีสะเก็ด สีดำบนผิวหมวกดอก ผิวหมวกดอกแห้งสากมือและไม่เหนียวติดมือ ขอบหมวกดอกมีลักษณะหยักเป็นคลื่นและฉีกขาดบางส่วน เนื้อภายในหมวกดอกมีสีขาวอมเหลือง นุ่มคล้ายฟองน้ำและลื่นมือคล้ายมีเมือกชั้นบาง ๆ ห่อหุ้ม เนื้อผิวหมวกดอกกับรูหลอดดอกออกจากกันได้ง่าย ขนาดหมวกดอกกว้าง 7-9 x 8-9 เซนติเมตร รูใต้หมวกดอกมีลักษณะคล้ายรังผึ้ง มีสีเหลืองอมเขียวเป็นรูปวงกลม ขนาดเล็กมีจำนวนมากและมีขนาดสม่ำเสมอ นุ่มลื่นคล้ายฟองน้ำ ก้านดอก มีสีน้ำตาลเหลืองอมชมพูแดง บางจุดมีสีชมพูอมเหลืองผิวก้านดอกมีลักษณะเป็นลายตาข่าย ผิวก้านดอกขรุขระมีลักษณะคล้ายเป็นแผ่นสะเก็ดสีดำเต็มทั่วก้านดอก ก้านดอกมีลักษณะแข็งแต่เปราะ เนื้อภายในก้านดอกมีสีเหลืองอ่อนอมชมพูและมีรอยกัดแทะของสัตว์ มีลักษณะลื่นคล้ายมีเมือกห่อหุ้ม ขนาดก้านดอกกว้าง 1-2 x 8x10.5 เซนติเมตร นิเวศวิทยา เกิดบนพื้นดิน ลักษณะดินเป็นดินร่วนปนทราย เกิดดอกเดี่ยวแต่อยู่เป็นกลุ่ม กลุ่มละ 2-5 ดอก พบในช่วงเดือนมิถุนายนถึงสิงหาคม

พืชมสปอร์ สีเหลืองอ่อน

สปอร์ สปอร์มีรูปทรงรียาว ผิวสปอร์ขรุขระ สีของสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ในน้ำกลั่น มีสีเหลือง ขนาดสปอร์ ขนาดสปอร์ 16-22 x 7-9 μm

เอกสารอ้างอิง อนงค์ จันทศรีกุล และคณะ (2551 : 207)



ภาพที่ 4.8 a, b = Basidioscarps, *Boletus campestris* A.H. Smith & Thiers

ชื่อพื้นเมือง เห็ดผึ้งขาว

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Boletus campestris* A.H. Smith & Thiers

ชื่ออื่น ๆ -

ลักษณะทางกายภาพ ความเข้มแสง 950 ลักซ์ ความชื้นในดิน 16 % ความชื้นสัมพัทธ์ 96 %

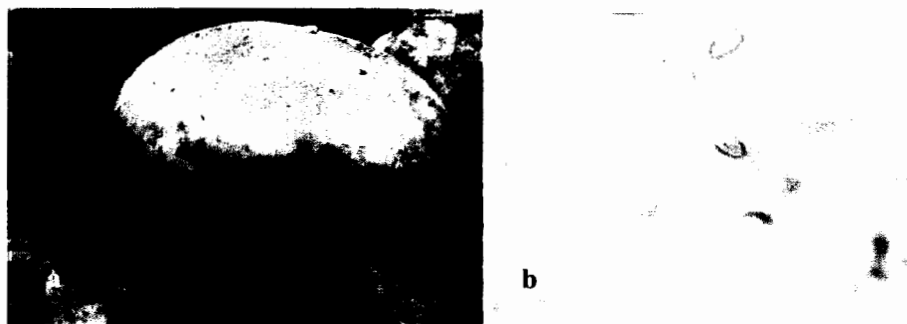
อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส pH 7.1

ลักษณะวิทยา หมวกดอก มีขนาด 3-6 x 5-8 เซนติเมตร รูปร่างกลม มีสีเหลืองอ่อนปนน้ำตาล ไม่มียาง ขอบหมวกเรียบเมื่อมองจากผิวลักษณะเป็นริ้ว เนื้อหมวกด้านในมีลักษณะแข็งเหนียว เมื่อชำหรือมีบาดแผลจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเงินอมเขียว ครีบดอก ขาว ก้านดอก เปราะไม่มีเยื่อหุ้มโคน และไม่มีวงแหวนรอบดอกเห็ด ยาว 2.5-5.0 เซนติเมตร นิเวศวิทยา บนพื้นดินร่วนปนทราย มีเศษใบไม้ทับถมอยู่มาก พบอยู่เดี่ยว ๆ พบในเดือนกรกฎาคมถึงกันยายน

พิมพ์สปอร์ สีเขียวอ่อน

สปอร์ รูปร่างรีไข่โต ขนาดสปอร์ 4.5-6 x 6-8 μm

เอกสารอ้างอิง ราชบัณฑิตยสถาน (2539 : 73)



ภาพที่ 4.9 a = Basidioscarps, *Boletus curtisii* M.A. Curtis, b = Basidiospores, scale bar = 5 μ m

ชื่อพื้นเมือง เห็ดผึ้งเหลือง

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Boletus curtisii* M.A. Curtis

ลักษณะทางกายภาพ ความเข้มแสง 789 ลักซ์ ความชื้นในดิน 13% อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 80% pH 7

สถานวิทยา หมวกดอก มีสีเหลืองสด ผิวหมวกดอกเรียบนุ่ม ชื้นเล็กน้อย เวลาสัมผัส ผิวหมวกดอกจะมีผงสีเหลืองติดมือมาด้วย ลักษณะหมวกดอกเป็นรูปวงกลม ขอบหมวกดอกเรียบ เนื้อภายในหมวกดอกมีสีขาวอมเหลือง ผิวหมวกดอกด้านนอกเวลาชำไม่เปลี่ยนสีแต่เนื้อภายในหมวกดอกเวลาชำหรือโดนอากาศจะเปลี่ยนสีเป็นสีเขียวคล้ำ ขนาดหมวกดอกกว้าง 2-2.5x3-3.5 เซนติเมตร รูใต้หมวกมีลักษณะคล้ายรังผึ้ง นุ่มชื้นคล้ายฟองน้ำ ลักษณะรูเป็นรูปวงกลมขนาดเล็กสีเทาปนเหลือง เต็มทั่วใต้หมวกดอก ขนาดของรูมีขนาดสม่ำเสมอ ก้านดอก มีสีเหลืองสด มีขุยเล็ก ๆ เต็มทั่วผิว ก้านดอก เวลาจับจะมีผงสีเหลืองติดมือ เช่นเดียวกับหมวกดอก เนื้อภายในก้านดอกมีสีขาวอมเหลือง เวลาชำหรือโดนอากาศจะเปลี่ยนเป็นสีเขียวคล้ำ ภายในก้านดอกมีลักษณะคล้ายเส้นใยสานกันแน่น ขนาดก้านดอกกว้าง 0.4-0.5 เซนติเมตร ยาว 4.0-7.0 เซนติเมตร ก้านดอกมีลักษณะเป็นรูปทรงกระบอก บางช่วงของก้านดอกบางดอกมีลักษณะโค้งงอเล็กน้อย เกิดบนพื้นดินที่มีซากเศษใบไม้กิ่งไม้ทับถมกัน ลักษณะดินเป็นดินร่วนปนทราย เกิดดอกเดี่ยวแต่อยู่เป็นกลุ่ม กลุ่มละ 3-5 ดอก พบในช่วงเดือนกรกฎาคมถึงสิงหาคม

พิมพ์สปอร์ สีเหลืองอ่อน

สปอร์ สปอร์มีรูปร่างยาวรี ผิวสปอร์เรียบ สีของสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ในน้ำกลั่น มีสีเหลืองอ่อน ขนาดสปอร์ 5.4-6.8 x 10.4-13.5 ไมโครเมตร

เอกสารอ้างอิง อุษา กลิ่นหอม และวินัย กลิ่นหอม (2548 : 26)



ภาพที่ 4.10 a = Basidioscarps, *Boletus edulis* Bull. ex Fr. b = Basidiospores, scale bar = 5 μ m

ชื่อพื้นเมือง เห็ดผึ้งขาว

ชื่ออื่น ๆ เห็ดดับเต่าราชา

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Boletus edulis* Bull. ex Fr.

ลักษณะทางกายภาพ พบในบริเวณที่มีความชื้นสูง อุณหภูมิ 28°C ความชื้นสัมพัทธ์ 72% pH 5.5 ความเข้มแสง 330 Lux ลักษณะการเกิด เกิดบนดินขึ้นเป็นดอกเดี่ยวหรือเป็นกลุ่ม 3-4 ดอก

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ หนวกดอก เมื่อดอกอ่อนรูปร่างคล้ายก้อนขนมปังหั่วกะโหลก มีขนาด 10-20 x 2-6 เซนติเมตร หนวกดอก สีน้ำตาลอมเหลืองถึงน้ำตาลอ่อน ลักษณะ เรียบ หนืดมือ (ชื้น) เหง้า ก้านดอก ขนาด 10-20 x 2-6 เซนติเมตร สีขาวถึงเหลืองอ่อน สีขาวตอนบน มีลักษณะรูปใบพายหรือโคนโป่งเป็นกระเปาะ มีลายตาข่ายจางๆ เนื้อหนวกแน่นสีขาว ขึ้นเป็นดอกเดี่ยวบนพื้นดินเป็นเอกโตไมคอร์ไรซา พบในช่วงเดือนกรกฎาคมถึงกันยายน พบที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง

พิมพ์สปอร์ สีน้ำตาลอมเขียว

สปอร์ สปอร์มีน้ำตาลอมเขียว มีรูปทรงรี เรียบ ผนังบาง ขนาดสปอร์ 4-7 x 3-4 μ m

เอกสารอ้างอิง ราชบัณฑิตยสถาน (2539 : 272) ; อนงค์ จันทร์ศรีกุล และคณะ (2551 : 217)



ภาพที่ 4.11 a, b = Basidioscarps, *Boletus griseipurpureus* Cor.

ชื่อพื้นเมือง เห็ดผึ้งขม

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Boletus griseipurpureus* Cor.

ชื่ออื่น ๆ เห็ดเสม็ด

ลักษณะทางกายภาพ ความเข้มแสง 1800 ลักซ์ ความชื้นในดิน 13% ความชื้นสัมพัทธ์ 54%

อุณหภูมิ 29 องศาเซลเซียส pH 8.9

ลักษณะทางวิทยา หมวกดอก หมวกเห็ด โกงุ่นรูปกระทะคว่ำ สีเทาอมม่วงอ่อน เส้นผ่าศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร ครีบดอก ดอกอ่อนมีขนคล้ายกำมะหยี่เนื้อสีขาวสานกันแน่นเมื่อนึกขาดหรือชำไม่เปลี่ยนสี ด้านล่างของหมวกมีรูเล็ก ๆ สีขาวนวลขอบหนา ก้านดอก ก้านเมื่อบานเต็มที่อยู่เปลี่ยนไปเป็นสีชมพูอ่อนอมน้ำตาล ก้านสีเดียวกับหมวกยาว 5 เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง 2 เซนติเมตร โคนโป่งเป็นกระเปาะเมื่อเป็นดอกอ่อนบนก้านมีลายสีน้ำตาลอ่อนสานกันแบบตาข่ายห่าง ๆ นิเวศวิทยา เกิดบนดินร่วนปนกรวด เห็ดออกเป็นกลุ่ม ๆ พบในช่วงเดือนเมษายนถึงกรกฎาคม

พิมพ์สปอร์ สีน้ำตาลอมชมพู

สปอร์ รูปทรงรียาว ผิวเรียบ ผนังบาง ขนาดสปอร์ 8-10 x 3-5.5 μm

เอกสารอ้างอิง อนงค์ จันทรศรีกุล และคณะ (2551 : 220) ; Phillips, R. (1992 : 242)



ภาพที่ 4.12 a = Basidioscapes, *Boletus luridus* Schaeffer ex Fr., b = Basidiospores, scale bar = 10 μ m

ชื่อพื้นเมือง เห็ดผึ้งแย้

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Boletus luridus* Schaeffer ex Fr.

ชื่ออื่น ๆ เห็ดผึ้งหวาน

ลักษณะทางกายภาพ ความเข้มแสง 1000 ลักซ์ ความชื้นในดิน 14% ความชื้นสัมพัทธ์ 90%

อุณหภูมิ 29 องศาเซลเซียส pH 7.2

ฐานฐานวิทยา หมวกดอก มีขนาด 1-2.5 เซนติเมตร สีเหลืองอ่อน รูปร่างแบบกรวยตื้น ไม่มีนัยาง ขอบหมวกเป็นคลื่น เมื่อมองจากด้านบน ครีบกอก มองจากด้านล่างเห็นครีบงอลง ผิวสีน้ำตาลดำ ด้านล่างของหมวกมีรูเล็ก ๆ สีเหลือง ปากรูเชื่อมติดเป็นเนื้อเดียวกัน ก้านดอก สีน้ำตาลดำ ยาว 4-6 เซนติเมตร เป็นรูปทรงกระบอก ผิวก้านมีลักษณะเป็นสันนูน ก้านมีความเปราะ ไม่มีเชื้อหุ้มโคน และไม่มีวงแหวนรอบดอกเห็ด มักขึ้นบริเวณดินร่วนปนทราย และบริเวณโล่งที่มีไม้พุ่มขึ้นประปราย เช่น ต้นคันครก ต้นเพ็ก มีจำนวน 2-5 ดอก การใช้ประโยชน์ นำมาประกอบอาหารได้ พบในช่วงเดือน มิถุนายนถึงตุลาคม

พิมพ์สปอร์ สีน้ำตาล

สปอร์ รูปทรงรี สีน้ำตาล สันนูน ขนาดสปอร์ 6-10 x 4-6 μ m

เอกสารอ้างอิง อุษา กลิ่นหอม และวินัย กลิ่นหอม (2548 : 41)



ภาพที่ 4.13 a, b = Basidioscarps, *Boletus nobilis* Peck

ข้อพื้นเมือง -

ข้ออื่น ๆ เหล็ดดับเต่าภูหลวง

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Boletus nobilis* Peck

ลักษณะทางกายภาพ พบในบริเวณที่มีความชื้นสูง อุณหภูมิ 28°C ความชื้นสัมพัทธ์ 72% pH 5.5 ความเข้มแสง 330 Lux ลักษณะการเกิด เกิดบนดินที่มีซากอินทรีย์วัตถุทับถมกัน มีความชื้นสูง เกิดดอกเดี่ยว มีขนาด 5-12 เซนติเมตร

ฐานวิทยา หมวกดอก สีน้ำตาลอมเหลืองหรือน้ำตาลแดงแล้วเป็นน้ำตาลอมเขียวมะกอก ปนแดง (แก่) แท่ง เรียบ ก้านดอก ขนาด 5-12x2-3 เซนติเมตร สีขาวหรือน้ำตาลอมเหลืองอ่อน มีลักษณะโคนใหญ่เล็กน้อย มีลายตาข่ายไม่เด่นชัดตอนบนของก้าน เนื้อหมวกสีขาว ขึ้นเป็นดอกเดี่ยวบนพื้นดิน เป็นเอกโตไมคอร์ไรซา พบช่วงเดือนกรกฎาคม-สิงหาคม พบบริเวณดินร่วนปนทราย

พิมพ์สปอร์ สีน้ำตาลอมเหลืองถึงน้ำตาลอมแดง

สปอร์ สปอร์มีสีน้ำตาลอมเหลืองถึงน้ำตาลหม่นอมแดง มีรูปร่างกระสวย เรียบ ผ้นบาง ขนาด 11-15 x 4-5 μm

เอกสารอ้างอิง อนงค์ จันทศรีกุล และคณะ (2551 : 221)



ภาพที่ 4.14 a = Basidioscarps, *Heimiella retispora* (Pat. & Bak.) Boedijn, b = Stem

c = Basidiospores, scale bar = 10 μ m

ชื่อพื้นเมือง เห็ดปอดม้า

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Heimiella retispora* (Pat. & Bak.) Boedijn

ชื่ออื่น ๆ เห็ดผิ้งนกยูง

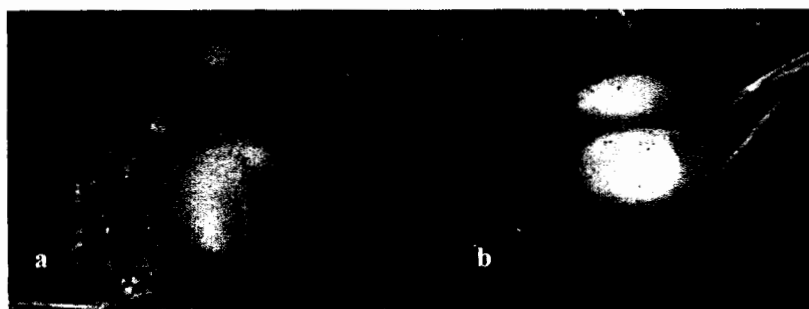
ลักษณะทางกายภาพ ความเข้มแสง 1552 ลักซ์ ความชื้นในดิน 16% ความชื้นสัมพัทธ์ 93% อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส pH 7

ลักษณะวิทยา หมวกดอก สีเหลือง เมื่อช้ำเป็นสีน้ำเงินอ่อน เส้นผ่านศูนย์กลาง 4.5-8 เซนติเมตร ก้านดอก ทรงกระบอกหรือใหญ่ลงไปที่โคน มีสันนูนและตาข่ายรูยาว ขนาดยาว 7-10x0.7-1 เซนติเมตร สีก้าน ปลายบนเหลือง แดงเข้มแล้วจางลงเป็นชมพูแดงเมื่อแก่ มักขึ้นบริเวณดินร่วนปนทราย และบริเวณโล่งที่มีไม้พุ่มขึ้นประปราย มีจำนวน 2-5 ดอก การใช้ประโยชน์ นำมาประกอบอาหารได้ พบในช่วงเดือนเมษายนถึงกรกฎาคม

พิมพ์สปอร์ สีน้ำตาลอมเขียว

สปอร์ ทรงรี ผิวเป็นตาข่ายตากว้าง ขนาดสปอร์ 3.5-6.5x 10.45-13.5 μ m

เอกสารอ้างอิง ราชบัณฑิตยสถาน (2539 : 75) ; อนงค์ จันทร์ศรีกุล (2542 : 49) ; อนงค์ จันทร์ศรีกุล และคณะ (2551 : 232)



ภาพที่ 4.15 a,b = Basidioscarps, *Mycoamaranthus cambodgensis* (Pat.) Trappe, S. Lumyong, P. Lumyong, Sanmee & Zhu L.

ชื่อพื้นเมือง เห็ดไข่อ่อน เห็ดขล้าหมา

ชื่ออื่น ๆ เห็ดห้าฟาน

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Mycoamaranthus cambodgensis* (Pat.) Trappe, S. Lumyong, P. Lumyong, Sanmee & Zhu L.

ลักษณะทางกายภาพ พบในที่ที่มี อุณหภูมิ 29.5 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 93 % pH 7 ความเข้มแสง 192 Lux ลักษณะการเกิด เกิดบริเวณพื้นที่ที่มีไม้พุ่ม หรือบริเวณที่มีใบไม้ทับถม เห็ดชนิดนี้พบเป็นดอกเดี่ยว และอยู่เป็นกลุ่มใกล้ ๆ กัน พบได้ในป่าดิบแล้ง ป่าเต็งรังและป่าเบญจพรรณ

สถานวิทยา หมวกดอก มีขนาด 2-3 เซนติเมตร สีเหลืองอมส้ม รูปร่างค่อนข้างกลม โคนมีเส้นใยสีเหลืองอ่อนคล้ายเชือก ผิวดอกเห็ดบางเมื่อแก่จะปริแตก หลุดปลิวไป ภายในดอกเห็ดเมื่อยังอ่อนสีขาว เมื่อแก่จะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเข้ม ดอกเห็ดทั้งอ่อนและแก่มีลักษณะนุ่ม ชืดหยุ่น คล้ายยางลบ พบได้ในบริเวณดินร่วนสีดำ พบในช่วงเดือนมิถุนายนถึงสิงหาคม

พืชมัสสปอร์ สีเหลือง

สปอร์ รูปร่างเล็กน้อย ปลายมน ผิวเรียบ สีเหลือง ขนาดสปอร์ 6-7 x 7-10 μm

เอกสารอ้างอิง ราชบัณฑิตยสถาน (2539 : 32) ; Pegler, D. and B. Spooner (1992 : 66)



ภาพที่ 4.16 a, b = Basidioscarps, *Astraeus hygrometricus* (Pers.) Morg c = Basidiospores, scale bar = 10 μ m

ชื่อพื้นเมือง เห็ดเผาะ

ชื่ออื่น ๆ เห็ดเหียง เห็ดพะยอม

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Astraeus hygrometricus* (Pers.) Morg

ลักษณะทางกายภาพ ความเข้มแสง 395 ลักซ์ ความชื้นในดิน 11% ความชื้นสัมพัทธ์ 60%

อุณหภูมิ 31 องศาเซลเซียส pH 7.2

ฐานวิทยา ลักษณะดอกเห็ดเป็นก้อนกลม ดอกเห็ดมีสีขาวอมเทาหรือสีขาวอมน้ำตาลอ่อน ลักษณะภายในดอกอ่อนสปอร์มีลักษณะเป็นเส้นใยสีขาวอัดตัวกันแน่น ดอกแก่สปอร์มีลักษณะเป็นเส้นใย และขุขสงสีน้ำตาลหรือสีน้ำตาลอมดำบรรจุอยู่ในถุงหุ้มซึ่งเป็นชั้นบาง ๆ ห่อหุ้มสปอร์ดอกเห็ดไว้ในดอกแก่เมื่อผ่าครึ่งดอกพบว่าผนังชั้นนี้แยกออกจากผิวด้านนอกดอกเห็ดอย่างชัดเจน ขนาดดอกเห็ดเผาะฝ้ายกว้าง 1.0-2.0 เซนติเมตร ยาว 1.5-3.5 เซนติเมตร เมื่อดอกแก่เต็มที่ดอกเห็ดจะบานแตกออกแฉก 8-12 แฉก คล้ายดอกไม้ โดยบริเวณที่มีลักษณะคล้ายแฉกดอกไม้เป็นผนังชั้นนอกที่แตกออก และบริเวณที่เป็นก้อนกลมตรงกลางดอกเป็นที่เก็บ สปอร์เมื่อถุงนี้แตกออกจะเห็นสปอร์ฟุ้งกระจายไปทั่ว ลักษณะดินเป็นดินร่วนปนทราย เกิดดอกเดี่ยวแต่อยู่กันเป็นกลุ่ม แต่ละกลุ่มมีจำนวนมาก พบในบริเวณที่เป็นดินร่วน ดินร่วนปนทราย และดินร่วนปนกรวด พบในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงมิถุนายน

พิมพ์สปอร์ สีน้ำตาล

สปอร์ สปอร์มีรูปร่างเป็นทรงกลม ผิวสปอร์ขรุขระขนาดสปอร์ 4.5 x 5.5-6 μ m

เอกสารอ้างอิง ราชบัณฑิตยสถาน (2539 : 103) ; อนงค์ จันทรศรีกุล และคณะ (2542 : 104)



ภาพที่ 4.17 a = Basidioscarps, *Cantharellus cibarius* Fries, b = Basidiospores, scale bar = 10 μ m

ชื่อพื้นเมือง เห็ดมันปูใหญ่

ชื่ออื่น ๆ เห็ดมันปูใหญ่ เห็ดกำปู เห็ดขมันใหญ่

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Cantharellus cibarius* Fries

ลักษณะทางกายภาพ พบในบริเวณที่มีความชื้นสูง อุณหภูมิ 28°C ความชื้นสัมพัทธ์ 72% pH 5.5 ความเข้มแสง 330 Lux ลักษณะการเกิด เกิดบนดินที่มีซากอินทรีย์วัตถุทับถมกัน มีความชื้นสูง เกิดดอกเดี่ยว ๆ หรือเป็นกลุ่มน้อยกว่า 10

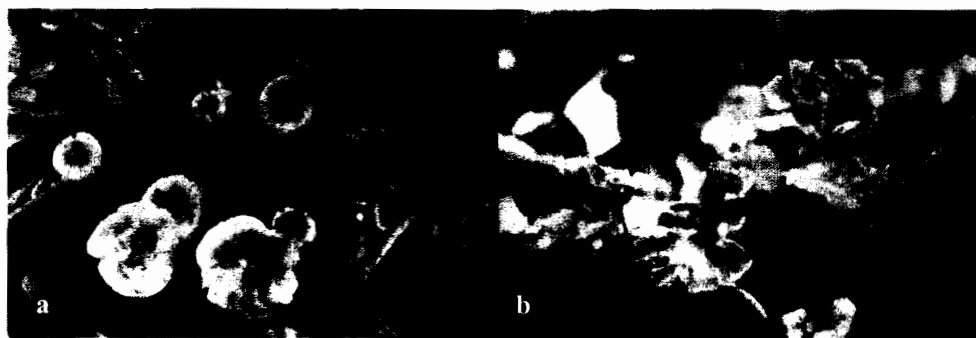
สถานวิทยา หมวกดอก มีขนาด 1-2.5 เซนติเมตร สีเหลืองอ่อน รูปร่างแบบกรวยคั่น ไม่มียาง ขอบหมวกเป็นคลื่นเมื่อมองจากด้านบน ถ้ามองจากด้านล่างเห็นครึ่งวงกลม ผิวมีลักษณะเป็นริ้วหรือจีบเนื้อหมวกมีลักษณะแข็งและหนา เมื่อซ้ำหรือมีบาดแผลไม่เปลี่ยนสี ครีบดอก มีสีเหลืองอ่อน ๆ ครีบเรียวกว้างยาว ไม่ติดกันครึ่งเรียงตัวแบบสั้น ขนาดของครึ่งบางขอบของครึ่งเรียบ ก้านเป็นรูปทรงกระบอก ผิวก้านมีลักษณะเป็นสันนูน ส่วนประกอบอื่น ๆ มีปมรากเทียม ก้านมีความเปราะ ไม่มีเชื้อหุ้มโคน และไม่มีวงแหวนรอบดอกเห็ด พบช่วงเดือนกรกฎาคม-สิงหาคม

พิมพ์สปอร์ สีเหลืองอ่อน

สปอร์ มีสีเหลืองอมขาว ทรงรี ผิวเรียบ ผ้นบาง ขนาดสปอร์ 7-10 x 6-8 μ m

เอกสารอ้างอิง ราชบัณฑิตยสถาน (2539 : 116) ; อนงค์ จันทรศรีกุล (2542 : 76) ;

อนงค์ จันทรศรีกุล และคณะ (2551 : 272) ; Pegler, D. and B. Spooner (1992 : 56)



ภาพที่ 4.18 a,b = Basidioscarps, *Craterellus aureus* Berk. & Curtis

ชื่อพื้นเมือง เห็ดมันปูเล็ก

ชื่ออื่น ๆ เห็ดเหลียง เห็ดขมิ้นน้อย

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Craterellus aureus* Berk. & Curtis

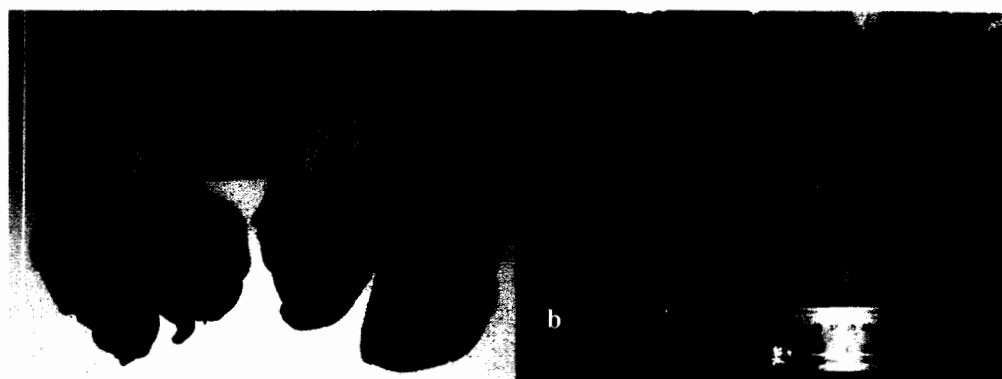
ลักษณะทางกายภาพ พบในบริเวณที่มีความชื้นปานกลาง อุณหภูมิ 25.5°C ความชื้นสัมพัทธ์ 65% pH 6.5 ความเข้มแสง 367 Lux ลักษณะการเกิด ขึ้นบนดินที่มีความชื้นปานกลาง ดินเป็นดินร่วนปนหินกรวดทรายแข็ง เกิดดอกเดี่ยวหรือเป็นกลุ่มก็ได้ พบอยู่เป็นกลุ่ม ประมาณ 20-40 ดอก

ฐานวิทยา หมวกเห็ดมีสีเหลืองออกสีส้มสด เส้นผ่าศูนย์กลาง 3 เซนติเมตร รูปร่างกรวยตื้น ตรงกลางหมวกปุ่มเว้าลงเล็กน้อย ไม่มียาง ขอบหมวกเป็นคลื่น ผิวหมวกเป็นริ้วหรือจีบ เนื้อหมวกอ่อนนุ่ม เมื่อชำไม่เปลี่ยนสี ครีบสีเหลือง มีขนาดใหญ่ เรียงห่างกัน ยาวไม่เท่ากัน โกงติดก้าน ขอบครีบเรียบ ก้านเป็นรูปทรงกระบอก ผิวก้านเรียบ โคนมีเส้นหยาบคล้ายรากฝอย ไม่มีวงแหวน ไม่มีเยื่อหุ้มโคนพบบริเวณดินร่วนและดินร่วนปนทราย พบในช่วงเดือนกรกฎาคมถึงสิงหาคม

พิมพ์สปอร์ สีขาว

สปอร์ สปอร์ทรงรี สีขาว ขนาดสปอร์ 7-9 x 5-6 μm

เอกสารอ้างอิง อนงค์ จันทศรีกุล และคณะ (2551 : 275)



ภาพที่ 4.19 a, b = Basidioscarps, *Lentinus polychlorus* Lév.

ชื่อพื้นเมือง เห็ดบด, ลม

ชื่ออื่น ๆ เห็ดลม เห็ดกระด้าง

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Lentinus polychlorus* Lév.

ลักษณะทางกายภาพ พบในบริเวณที่ค่อนข้างแห้งและชื้นเล็กน้อย อุณหภูมิ 27.5°C ความชื้นสัมพัทธ์ 86% pH 5.5 ความเข้มแสง 165 Lux ลักษณะการเกิด ขึ้นเป็นดอกเดี่ยวหรือกลุ่มโคนติดกัน 3-5 ดอก พบในบริเวณป่าดิบแล้งและป่าเต็งรัง

ลักษณะทางวิทยา หมวกเห็ด รูปทรงกรวยลึก สีขาวนวล เส้นผ่าศูนย์กลาง 6 เซนติเมตร เหนียวคล้ายหนังขอบงอเล็กน้อย ผิวมีขนสั้น ๆ สีน้ำตาลซึ่งรวมกันคล้ายเกล็ดเล็ก ๆ และปลายงอนขึ้นเล็กน้อยเกล็ดเรียงกระจายไปยังขอบหมวก ดอกอ่อนมีขอบบางและม้วนงอลง ครีบ สีน้ำตาลอ่อนอมเทา บางและแคบ ครีบบีความยาวต่างกัน 5 ขนาด ด้านในยาวขนานเรียวยาวเล็กลงไปติดกันด้านนอกเรียวยาวแคบไปติดขอบหมวก ขอบครีบจะคล้าย ๆ ฟันเลื่อยเล็ก ๆ มองไม่เห็นด้วยตาเปล่า ก้านแข็งเหนียว สีขาวนวล แล้วเปลี่ยนเป็นเข้มขึ้นจนเป็นสีน้ำตาลดำยาว 0.5-2.5 เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.4-1.5 เซนติเมตร อยู่กึ่งกลางหมวก โคนใหญ่กว่า เนื้อในเห็ดสีขาวหม่นหรือขาวนวลอมเทา พบบนขอนไม้ผุ พบในช่วงเดือนสิงหาคมถึงกุมภาพันธ์

พิมพ์สปอร์ สีขาว

สปอร์ รูปรี สีขาว โค้งเล็กน้อย ผนังเรียบ ขนาดสปอร์ 6-9 x 2.7-3.3 μm

เอกสารอ้างอิง ราชบัณฑิตยสถาน (2539 : 15) ; อนงค์ จันทศรีสกุล และคณะ (2551 : 335)



ภาพที่ 4.20 a ,b = Basidioscarps, *Microporus xanthopus* (Fr.) Ktz. μm

ชื่อพื้นเมือง เห็ดกรวยทองตาฤ

ชื่ออื่น ๆ -

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Microporus xanthopus* (Fr.) Ktz.

ลักษณะทางกายภาพ เกิดบนขอนไม้ผุ เกิดดอกเดี่ยวแต่อยู่กระจัดกระจายเป็นกลุ่มบนขอนไม้ กลุ่มละ 5-10 ดอก หรือมากกว่าพบในบริเวณที่ค่อนข้างชื้น อุณหภูมิ 31 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 90% pH 4 ความเข้มแสง 198 Lux หลังฝนตกอากาศร้อนอบอ้าว พบตลอดปี ลักษณะการเกิด ดอกเห็ดคงรูปอยู่ได้นาน มีลายเป็นวงกลมซ้อนกันหลายชั้นเกิดดอกเดี่ยว อยู่รวมกันเป็นกลุ่มบนดินหรือขอนไม้ที่ตาย

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ ดอกเห็ด คล้ายกรวย เนื้อดอกเห็ดบาง แข็ง ผิวเรียบเป็นมัน สีดอกเห็ด น้ำตาลอมเหลือง บริเวณกลางดอกเห็ดมีลักษณะเป็นวงเรียงซ้อนกัน จากกลางดอก จนถึงขอบหมวกดอก (ลักษณะคล้ายวงปีในเนื้อไม้) ขอบหมวกดอกเรียบ บางดอกขอบหมวกดอกหักเป็นคลื่น ขอบหมวกดอกด้านนอกสุดมีสีขาว หมวกดอกมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 3-5 x 6-7 เซนติเมตร ครีบ ไม้มี ก้านดอกลักษณะเป็นรูปทรงกระบอก มีสีเหลืองหรือสีน้ำตาลอมเหลือง ขนาด 1-3 x 0.4-0.6 เซนติเมตร บริเวณใต้หมวกดอกมีลักษณะเป็นรูขนาดเล็กสีขาวนวล ลักษณะรูเป็นรูปวงกลม เต็มทั่วใต้หมวกดอก จำนวน 5-8 รูต่อมิลลิเมตร พบบนขอนไม้ผุ

พิมพ์สปอร์ สีขาว

สปอร์ มีรูปร่างเป็นทรงรี ผิวสปอร์ขรุขระ ผนังบาง ขนาดสปอร์ 5.5-7 x 2-2.5 μm

สปอร์ใสไม่มีสี

เอกสารอ้างอิง ราชบัณฑิตยสถาน (2539 : 10) ; อนงค์ จันทศรีกุล (2542 : 88) ;

อนงค์ จันทศรีกุล และคณะ (2551 : 10)



ภาพที่ 4.21 a, b = Basidioscarps, *Lactarius volemus* (Fr.) Fries

ชื่อพื้นเมือง เห็ดหาด

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Lactarius volemus* (Fr.) Fries

ชื่ออื่น ๆ เห็ดหาด

ลักษณะทางกายภาพ ความเข้มแสง 470 ลักซ์ ความชื้นในดิน 15.5 % ความชื้นสัมพัทธ์ 79 %

อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส pH 7.1

สถานวิทยา หมวกดอก มีสีส้มอมเหลืองหรือสีน้ำตาลแดง บริเวณกลางหมวกดอกบุ่ม เว้าลงเล็กน้อย ขอบหมวกดอกเรียบ เนื้อภายในหมวกดอกมีสีขาวครีม ผิวหมวกดอกเรียบแห้ง หมวกดอกมองด้านบนมีลักษณะค่อนข้างเป็นรูปวงกลม ขนาดหมวกดอกกว้าง 4.0-5.0 เซนติเมตร ยาว 4.0-6.0 เซนติเมตร ครีบดอก ครีบดอกมีสีขาวครีมหรือสีเหลืองอ่อน มีลักษณะเป็นครีบสั้นยาว สลับหว่างกัน ส่วนใหญ่จะสลับหว่างกันบริเวณปลายขอบหมวกดอก จำนวนครีบประมาณ 15 ครีบต่อ 1.0 เซนติเมตร เวลาที่มีบาดแผลจะมีของเหลวสีขาวไหลออกมา ก้านดอก ก้านดอกมีสีส้มอมเหลือง หรือน้ำตาลแดง เนื้อภายในก้านดอกมีสีขาว นุ่มคล้ายฟองน้ำ ก้านดอกด้านที่อยู่ติดครีบมีขนาดกว้าง น้อยกว่าบริเวณโคนก้านดอก ขนาดก้านดอกกว้าง 0.7-1.3 เซนติเมตร ยาว 2.0-3.5 เซนติเมตร เวลาที่มีบาดแผลจะมีของเหลวสีขาวไหลออกมา พบในป่าเต็งรัง เกิดบนพื้นดินที่มีซากเศษใบไม้ทับถมกัน ลักษณะดินเป็นดินร่วนหรือร่วนปนทราย เกิดดอกเดี่ยวแต่อยู่เป็นกลุ่ม กลุ่มละ 3-4 ดอก พบได้ในบริเวณดินร่วน พบในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงสิงหาคม

สปอร์ รูปร่างค่อนข้างกลม ผิวขรุขระเป็นหนาม ขนาดสปอร์ 5-6 x 8-10 μm

เอกสารอ้างอิง วินัย กลิ่นหอม และอุษา กลิ่นหอม (2548 : 146)



ภาพที่ 4.22 a, b = Basidiocarps, *Lactarius glaucescens* Crossl.

ชื่อพื้นเมือง เห็ดข่า

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Lactarius glaucescens* Crossl.

ชื่ออื่น ๆ เห็ดข่า

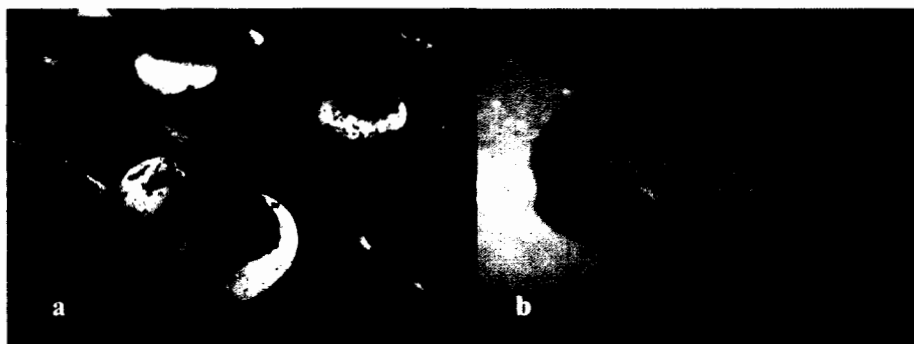
ลักษณะทางกายภาพ ความเข้มแสง 1,250 ลักซ์ ความชื้นในดิน 10.3 % ความชื้นสัมพัทธ์ 79% อุณหภูมิ 26.7 pH 7.1

สถานวิทยา หมวกเห็ด สีเหลืองปนขาว ขนาด 7-9x8-10 เซนติเมตร รูปกระจุยงู ผิวเรียบ มีน้ำยางสีขาว มองด้านบนเรียบหรือหยักเป็นคลื่น มองด้านข้างโค้งลงหรือแบนราบ ผิวขอบหมวกเป็นริ้ว ครีบก สีขาว เมื่อแก่เปลี่ยนเป็นสีเหลือง ครีบกเรียงตัวห่างยาวถึงขอบครีบก ก้านสีขาว ทรงกระบอก ขึ้นบนดินได้ร่มไม้ มีเศษใบไม้จำนวนมาก ลักษณะพิเศษคล้ายเห็ดดิน (เห็ดหน้าขาว) แต่มีรสเผ็ด และมียางคล้ายเห็ดหาด รับประทานได้ พบบริเวณดินร่วนปนทรายและดินเหนียว พบในช่วงเดือนมีนาคมถึงสิงหาคม

พิมพ์สปอร์ สีขาว

สปอร์ รูปกลมรี น้ำตาลปนเขียว ขนาด 7-8.5 x 6-7 μm

เอกสารอ้างอิง อนงค์ จันทศรีกุล และคณะ (2551 : 368)



ภาพที่ 4.23 a, b = Basidioscarps, *Lactarius piperatus* (Scop. ex Fr.) S.F. Gray

ชื่อพื้นเมือง เห็ดข่า

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Lactarius piperatus* (Scop ex Fr.) S.F. G.

ชื่ออื่น ๆ -

ลักษณะทางกายภาพ ความเข้มแสง 512 ลักซ์ ความชื้นในดิน 27-29% ความชื้นสัมพัทธ์ 90 %

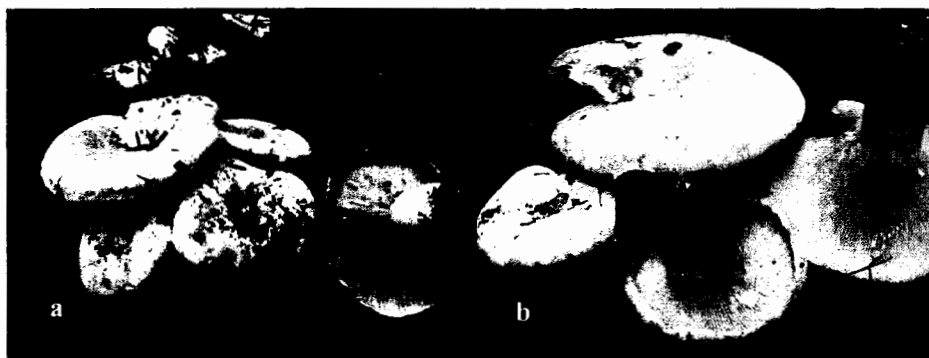
pH 7 อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส

ถิ่นฐานวิทยา หมวกดอก ด้านบนมีผิวเรียบเป็นสีเหลือง บางแห่งมีรอยเปื้อนสีน้ำตาลอ่อน หมวกเห็ดมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 5-9 เซนติเมตร ครีบดอก ครีบหมวกเห็ดมีความแคบและเรียงกันถี่มาก เวลาช้ำมีน้ำยางสีเขียวอ่อนอมฟ้าพุ่งออกมาจากแผล ซึ่งเมื่อถูกอากาศจะแห้งเป็นก้อน เกาะติดอยู่ที่ครีบหมวกเห็ด ก้านดอก ยาวประมาณ 4-5 x 0.8-1 เซนติเมตร ผิวเรียบและมีสีเหลือง บางแห่งมีรอยเปื้อนสีน้ำตาลอ่อน เนื้อเยื่อภายในก้านดอกมีสีขาว ดอกเห็ดค่อนข้างแห้งไม่ฉ่ำน้ำ เหมือนเห็ดสดทั่วไป พบในบริเวณดินร่วนปนทราย

พิมพ์สปอร์ สีขาว

สปอร์ ค่อนข้างกลมสีขาว ขนาด 3-5 x 4-6 μm

เอกสารอ้างอิง อนงค์ จันทศรีกุล และคณะ (2551 : 374)



ภาพที่ 4.24 a, b = Basidioscarps, *Lactarius vellereus* (Fr.) Fr.

ชื่อพื้นเมือง เห็ดลูกเป้ง

ชื่อสามัญ เห็ดหล่มขาว, เห็ดตะไคลขาว, เห็ดลูกเป้ง

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Lactarius vellereus* (Fr.) Fr.

ลักษณะทางกายภาพ พบในบริเวณที่ชื้นสูง อุณหภูมิ 30 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 86 % pH 6 ความเข้มแสง 378 Lux ลักษณะการเกิด ขึ้นเป็นดอกเดี่ยวหรือเป็นกลุ่ม 2-3 ดอก บริเวณพื้นดินตามป่าดิบแล้ง ป่าเบญจพรรณและป่าเต็งรัง

ถิ่นฐานวิทยา หมวกเห็ดรูปกระทะคว่ำ สีขาวนวลหรือสีน้ำตาลอ่อน เส้นผ่านศูนย์กลาง 8-20 เซนติเมตร กลางหมวกเป็นแอ่ง เมื่อเป็นดอกอ่อนขอบม้วนงอลง ผิวเรียบแห้ง มักมีดินติดเปราะเปื้อนอยู่กลางหมวก ครีบทสีขาวหรือขาวนวล ก้านขนาด 4-6 x 2-3 เซนติเมตร ผิวเรียบสีขาว ดอกเห็ดบางแห่งมีสีน้ำตาลปน เนื้อในเห็ดสีขาว เปราะและหักง่าย พบในบริเวณดินร่วนปนทราย ในช่วงเดือนกันยายน

พิมพ์สปอร์ สีขาว

สปอร์ รูปกลมรี สีขาว ผิวขรุขระและมีสันนูนสานกันแบบร่างแห ขนาดสปอร์ 7-9x6-8 µm

เอกสารอ้างอิง ราชบัณฑิตยสถาน (2539 : 93) ; อนงค์ จันทศรีสกุล และคณะ (2551 : 377)



ภาพที่ 4.25 a, b = Basidioscarps, *Lactarius vietus* (Fr. ex Fr.) Fr.

ชื่อพื้นเมือง เห็ดข้าขาว

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Lactarius vietus* (Fr. ex Fr.) Fr.

ชื่ออื่น ๆ -

ลักษณะทางกายภาพ ความชื้นในดิน 10.5% - 12.5% ความชื้นสัมพัทธ์ 91% - 95%

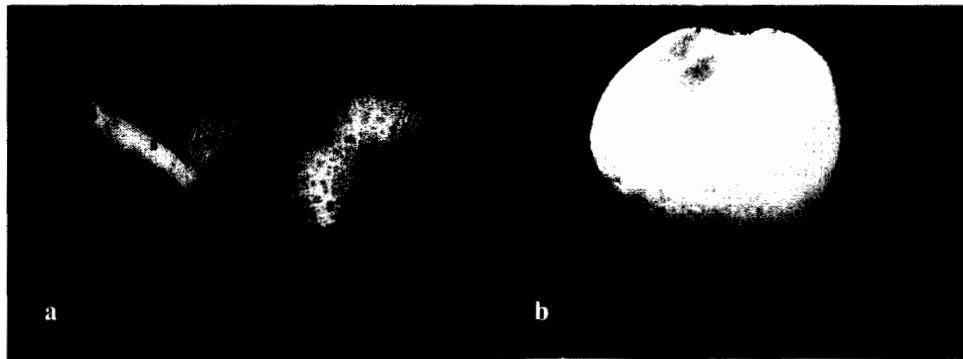
อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส pH 5.5 - 6.5 ความเข้มแสง 711 - 715 lux

สถานวิทยา หมวกดอก ด้านบนมีผิวเรียบเป็นนวลเป้ง ผิวมีสีเนื้ออ่อนปนสีขาว บางแห่งมีรอยเปื้อนสีน้ำตาลอ่อน หมวกเห็ดมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 5-9 เซนติเมตร กระจุกดอก เป็นแผ่นบางสีขาว ปลายด้านในยึดติดกับก้านดอกอีกปลายหนึ่งติดกับขอบหมวก กระจุกหมวกเห็ดมีความแคบและเรียงกันถี่มาก เวลาขำมีน้ำยางสีเขียวอ่อนอมฟ้าพุ่งออกมาจากแผล ซึ่งเมื่อถูกอากาศจะแห้งเป็นก้อน ก้านดอก ประมาณ 2-3 เซนติเมตร ผิวเรียบและมีสีขาว บางแห่งมีรอยเปื้อนสีน้ำตาลอ่อน เนื้อเยื่อภายในก้านดอกมีสีขาว ดอกเห็ดค่อนข้างแห้งไม่ฉ่ำน้ำเหมือนเห็ดสดทั่วไป ลักษณะพิเศษ เวลาขำมีน้ำยางสีเขียวอ่อนอมฟ้าพุ่งออกมาจากแผล ซึ่งเมื่อถูกอากาศจะแห้งเป็นก้อน เกาะติดอยู่ที่กระจุกหมวกเห็ด นิเวศวิทยา บริเวณที่เก็บตัวอย่างเป็นต้นไม้ผู้พัง หรือต้นไม้ที่มีใบหล่นเต็ม อยู่ในป่าเต็งรัง พื้นดินมีความชื้นปานกลาง ไม่ขึ้นต้นใกล้บริเวณนั้นได้แก่ ต้นชาด เห็ดอยู่เดี่ยว ๆ หรือเป็นกลุ่มน้อยกว่า 10 ดอก การใช้ประโยชน์ นำมาประกอบอาหารรับประทานได้ โดยนิยมนำมาแกง พบบริเวณดินร่วน ดินร่วนปนทราย และดินทราย พบในช่วงเดือนเมษายนถึงสิงหาคม

พิมพ์สปอร์ สีขาว

สปอร์ ขนาดสปอร์ 4-7 x 5-5.5 μm

เอกสารอ้างอิง ราชบัณฑิตยสถาน (2539 : 35)



ภาพที่ 4.26 a, b = Basidioscarps, *Russula alboareolata* Hongo

ชื่อพื้นเมือง เห็ดน้ำแป้ง

ชื่ออื่น ๆ -

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Russula alboareolata* Hongo

ลักษณะทางกายภาพ ความเข้มแสง 450 ลักซ์ ความชื้นสัมพัทธ์ 75% อุณหภูมิ 30 องศา

เซลเซียส pH 7 เกิดบนดินร่วนปนทราย

ลักษณะทางกายภาพ หมวกดอก มีสีขาว กลางหมวกดอกเป็นแอ่งเล็กน้อย ผิวหมวกดอกแห้ง และมีลักษณะหยักเป็นคลื่นเว้ามนสลับกัน ปกคลุมบาง ๆ ด้วยเกล็ดเป็นเส้นสีน้ำตาล ขอบมีริ้วเป็นคลื่น มักฉีกแยกเมื่อแก่ เนื้อภายในหมวกดอกมีสีขาว มีขนาด 5-10 เซนติเมตร ครีบดอก มีสีขาว ติดกัน กว้าง เรียงห่างกันเล็กน้อย สีขาวหรือครีม ก้านดอก ขนาด 2-6 x 1.5-2 เซนติเมตร รูปทรงก้านดอก เป็นรูปทรงกระบอก ผิวขาวเรียบ ก้านดอกด้านที่อยู่ติดครีบบมีขนาดกว้างกว่าบริเวณโคนก้านดอก เล็กน้อย พบในบริเวณดินร่วนปนทราย พบในช่วงเดือนเมษายน-สิงหาคม

พิมพ์สปอร์ สีขาว

สปอร์ รูปไข่ ปุ่มและสันเชื่อมเป็นตาข่าย สีขาว ขนาด 5-8 x 5.5-7.5 μm

เอกสารอ้างอิง อนงค์ จันทศรีกุล และคณะ (2551 : 379)



ภาพที่ 4.27 a, b = Basidioscarps, *Russula cyanoxantha* (Schaeff) Fr.

ชื่อพื้นเมือง เห็ดหล่มหลายสี

ชื่ออื่น ๆ -

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Russula cyanoxantha* (Schaeff) Fr.

ลักษณะทางกายภาพ ความเข้มแสง 370 lux ความชื้นสัมพัทธ์ 55% อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส pH 7.2 เกิดบนดินร่วนปนทราย

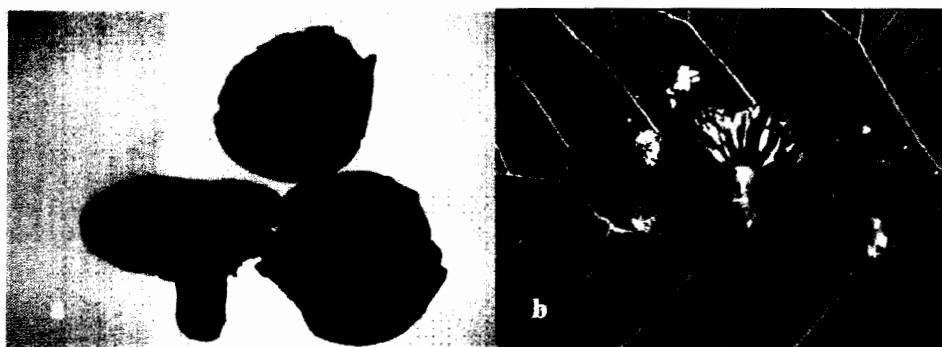
ลักษณะทางกายภาพ หมวกดอก ฐาน กลางหมวกดอกเป็นแอ่งเล็กน้อย เรียบ หนืดมือเมื่อเปียกชื้น มีสีหลากหลายปนกัน เช่น ชมพูม่วง ม่วงอ่อน สีส้ม เหลืองมะกอก เขียวอ่อน หรือน้ำตาลอ่อน ครีบดอก ติดกัน แฉกเล็กน้อย เรียงถี่ มักติดกันเป็นรูปส้อม สีขาวหรือครีม ก้านดอก ขนาด 2.5-10 x 1-3 เซนติเมตร ผิวขาวเรียบ พบบริเวณดินร่วนและดินร่วนปนทราย

พิมพ์สปอร์ สีขาว

สปอร์ รูปทรงรี มีปุ่ม เกือบไม่มีเส้นเชื่อม สีขาว ขนาด 7-9 x 6-7 μm

เอกสารอ้างอิง สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (2550 : 52) ;

อนงค์ จันทศรีกุล และคณะ (2551 : 380)



ภาพที่ 4.28 a, b = Basidioscarps, *Russula densifolia* (Secr.) Gill

ชื่อพื้นเมือง เห็ดถ่าน

ชื่อสามัญ เห็ดถ่านเล็ก, เห็ดถ่านน้อย

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Russula densifolia* (Secr.) Gill

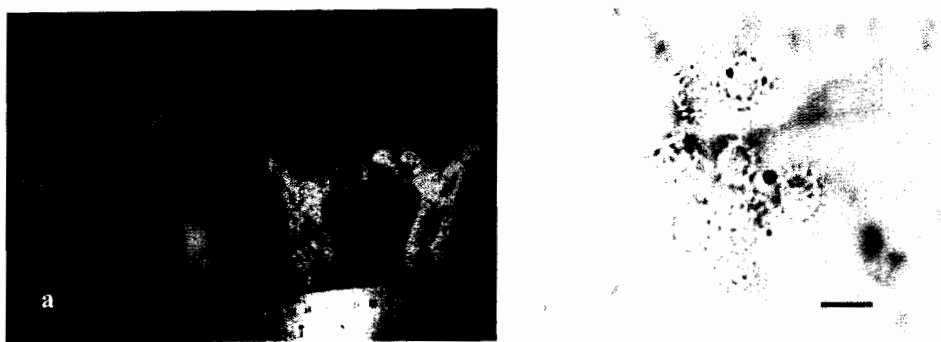
ลักษณะทางกายภาพ พบในบริเวณที่ชื้น อุณหภูมิ 30°C ความชื้นสัมพัทธ์ 91% pH 7 ความเข้มแสง 430 Lux หลังฝนตกหนัก 2-3 วัน อากาศร้อนอบอ้าว ลักษณะการเกิด ดอกคล้ายกรวย เมื่อสัมผัสจะมีสีดำ เกิดเป็นดอกเดี่ยว หรือเกิดเป็นกลุ่มบนพื้นดิน ในป่าโปร่ง ป่าเต็งรัง ป่าดิบแล้ง ป่าเบญจพรรณ

ลักษณะวิทยา หมวกเห็ด มีสีน้ำตาลขาว เส้นผ่าศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร กลางหมวกเว้าตื้น ผิวเรียบและหนืดมือเมื่อจับแล้วค่อย ๆ แห้งไป เนื้อบางสีขาว ครีบก้นสีขาวนวล บางและแฉก ยึดติดกับ ก้านและเรียงชิดกัน ก้านสีขาวนวล ยาว 2-8 x 0.6-3 เซนติเมตร ผิวเรียบภายในสีขาว สีของดอกเห็ด จะค่อย ๆ เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลและสีดำ เมื่อฉีกขาดหรือแช่ในน้ำเห็ดจะเปลี่ยนสีได้เร็วขึ้น พบบริเวณ ดินร่วนปนทราย พบในช่วงเดือนกรกฎาคมถึงสิงหาคม

พิมพ์สปอร์ สีขาว

สปอร์ มีรูปทรงรี สีขาว ผิวขรุขระมีเส้นนูนสานกันเป็นร่างแหและมีติ่ง 1 อัน ขนาดสปอร์ 3-5 x 5-7 μm

เอกสารอ้างอิง ราชบัณฑิตยสถาน (2539 : 28) ; อนงค์ จันทศรีศรีกุล และคณะ (2551 : 381)



ภาพที่ 4.29 a = Basidioscapes, *Russula emetica* (Schaeff. & Fr.) S.F. Gray., b = Basidiospores, scale bar = 10 μ m

ชื่อพื้นเมือง เห็ดน้ำหมาก

ชื่อสามัญ เห็ดแดงน้ำหมาก, เห็ดหล่มสีกุหลาบ

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Russula emetica* (Schaeff. & Fr.) S.F. Gray.

ลักษณะทางกายภาพ พบในบริเวณที่มีความชื้นสูง อุณหภูมิ 27 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 88% pH 5 ความเข้มแสง 470 Lux หลังฝนตกหนักประมาณ 2-3 วัน อากาศร้อนอบอ้าวแล้วแดดออกจัด
ลักษณะการเกิด ดอกเห็ดมีสีแดงสดคล้ายสีของดอกกุหลาบสีแดงขึ้นดอกเดี่ยวตามโคนต้นก่อ

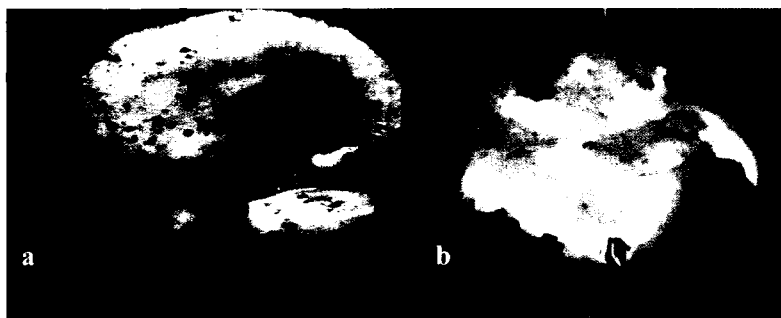
ถิ่นฐานวิทยา หมวกเห็ด รูปกระทะคว่ำ สีแดงเข้ม แดงสด หรือขีดจากลงเป็นสีชมพู ขนาด 3-5 x 6-7 เซนติเมตร กลางหมวกเป็นแอ่งเล็กน้อย ผิวหนืดเมื่ออากาศชื้น ครีบสีเหลืองอ่อน หรือสีขาวนวล ด้านในยึดติดกับก้าน ก้านสีชมพูปนขาว ขนาด 5-7 x 1-1.5 เซนติเมตร โคนผิวเรียบ เนื้อในเห็ดสีขาว ดอกแก่ก้านภายในกลวง พบบริเวณดินร่วนปนทรายและดินทราย พบในช่วงเดือน พฤษภาคมถึงกันยายน

พิมพ์สปอร์ ขาว

สปอร์ สีขาว รูปร่างกลม มีสันนูนสานกันเป็นรูห่าง ขนาดสปอร์ 6-9 x 6-9 μ m

เอกสารอ้างอิง ราชบัณฑิตยสถาน (2539 : 67) ; อนงค์ จันทรศรีกุล และคณะ (2551 : 382) ;

Pegler, D. and B. Spooner (1992 : 55) ; Phillips, R. (1991 : 130)



ภาพที่ 4.30 a, b = Basidioscarps, *Russula foetens* Fr.

ชื่อพื้นเมือง เห็ดหน้าวัว

ชื่อสามัญ เห็ดพุงหมูใหญ่

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Russula foetens* Fr.

ลักษณะทางกายภาพ พบในบริเวณที่ชื้น อุณหภูมิ 28°C ความชื้นสัมพัทธ์ 87% pH 7 ความเข้มแสง 398 Lux หลังฝนตกหนักประมาณ 2-3 วัน และมีแดดจัดอากาศร้อนอบอ้าว ลักษณะการเกิด ขึ้นดอกเดี่ยวตามพื้นดินในป่าเต็งรัง

ลักษณะวิทยา หมวกเห็ดรูปกลมสีน้ำตาลอมเหลือง เส้นผ่าศูนย์กลาง 7 เซนติเมตร เมื่อบานค่อย ๆ กางออก ทำให้กลางหมวกเว้าตื้น เนื้อหมวกหนา ผิวเป็นเมือกเมื่อถูกน้ำ ขอบเป็นริ้ว โดยรอบครีบทึบขาวนวล ยึดติดกับก้านและเรียงห่างกัน ก้านรูปทรงกระบอก สีขาวนวลหรือสีน้ำตาลอ่อนอมเหลือง บางส่วนเป็นโพรงเล็ก ๆ พบบริเวณดินร่วนปนทราย พบในช่วงเดือนกรกฎาคมถึงสิงหาคม

พิมพ์สปอร์ สีขาว

สปอร์ รูปทรงกลม ผิวขรุขระ และเป็นสันนูนสานกันเป็นร่างแห ขนาดสปอร์ 4-5 x 4-5 μm
เอกสารอ้างอิง ราชบัณฑิตยสถาน (2550 : 272) ; อนงค์ จันทศรีกุล (2542 : 60)



ภาพที่ 4.31 a, b, c = Basidioscapes, *Russula rosacea* (Pers. ex Secr.) Fries

ชื่อพื้นเมือง เห็ดแดง

ชื่อสามัญ เห็ดหล่มสีกุหลาบ

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Russula rosacea* (Pers. ex Secr.) Fries

ลักษณะทางกายภาพ พบในที่ชื้นอุณหภูมิ 28.5 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 87% pH 7 ความเข้มแสง 343 Lux หลังฝนตกอากาศร้อนอบอ้าวลักษณะการเกิด ขึ้นดอกเดี่ยวในที่ลุ่มบนพื้นดินที่มีอินทรีย์วัตถุสูงในป่าดิบแล้ง ป่าเบญจพรรณและป่าเต็งรัง

ถิ่นฐานวิทยา หมวกเห็ด มีลักษณะอ่อนนุ่ม ขนาด 3-8 x 5-12 เซนติเมตร ดอกสีแดงอาจมีสีจางเป็นแห่ง ๆ ด้านบนส่วนกลางดอกเห็ดลึกลงในบริเวณกว้าง ระยะอ่อนขอบดอกเห็ดโค้งลงเมื่อแก่จะแผ่แบนขยายขึ้น ผิวดอกเห็ดลอกออกไม่ได้ ส่วนใต้ดอกเห็ดมีลักษณะเป็นครีบทึบขาวหรือบางครั้งครีบทึบมีสีชมพูบริเวณรอยต่อกับดอกเห็ด ครีบทึบเรียงตัวเป็นอิสระกับก้านดอกค่อนข้างหนาแน่นและลึกลึก บางครั้งบริเวณใกล้ก้านดอกเห็ดอาจมีลักษณะคล้ายส้อม ก้านดอกสีขาว รูปทรงกระบอก ขนาด 5-10 x 1-3 เซนติเมตร มีจุดสีแดงเล็ก ๆ ปะปนอยู่ทั่วไป โดยเฉพาะในบริเวณก้านดอก ดอกเห็ดฉีกขาดง่าย พบบริเวณดินร่วนปนทรายและดินร่วนปนกรด

พิมพ์สปอร์ สีขาวครีม

สปอร์ สีขาวครีม รูปไข่จนถึงเกือบกลม มีหนาม ขนาด 2-4 x 5-7 μm

เอกสารอ้างอิง ราชบัณฑิตยสถาน (2550 : 66) ; อนงค์ จันทร์ศรีกุล (2542 : 61) ;

อนงค์ จันทร์ศรีกุล และคณะ (2551 : 390)



ภาพที่ 4.32 a, b = Basidioscarps, *Russula violeipes* Quél.

ชื่อพื้นเมือง เห็ดหน้าแหล่, เห็ดหน้าม่อ

ชื่อสามัญ เห็ดหน้าม่วง

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Russula violeipes* Quél.

ชื่อวงศ์ Russulaceae

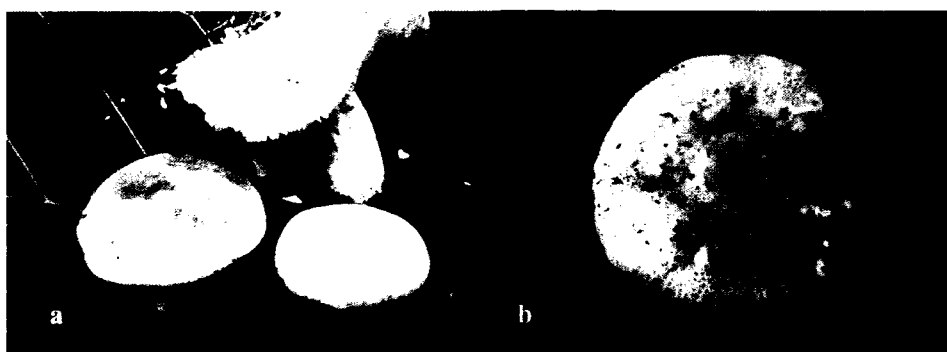
ลักษณะทางกายภาพ พบในบริเวณที่ชื้น อุณหภูมิ 25.5 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 79% pH 7 ความเข้มแสง 376 Lux หลังฝนตกหนัก 2-3 วัน แล้วแคร์ร่อน ลักษณะการเกิด ขึ้นเป็นดอกเดี่ยวหรือเป็นกลุ่ม 3-5 ดอก กระจายอยู่ทั่วไปตามพื้นดินในป่าเบญจพรรณ

ลักษณะวิทยา หมวกเห็ด รูปกระทะคว่ำ ขนาด 4-6x4-6 เซนติเมตร มีหลายสีในดอกเดียวกัน เช่น สีเขียวอ่อนอมเหลืองและม่วง สีม่วงปนชมพู สีม่วงอ่อนปนขาว สีม่วงปนน้ำเงินอ่อนและชมพู เมื่อเป็นดอกอ่อนขอบม่วงงอเข้าจนเกือบเป็นรูปกลม กลางหมวกเว้าตื้น ครีบสีขาวและเปลี่ยนเป็นสีขาวนวล เรียว เรียงกันถี่ และบางแห่งเชื่อมติดกันเป็นรูปส้อม ก้านสีขาวขนาด 4-10 x 1-2 เซนติเมตร ผิวเรียบเนื้อในเห็ดสีขาวนวล มักเป็นรูพรุน พบบริเวณดินร่วนปนทราย พบในช่วงเดือนกันยายน

พิมพ์สปอร์ สีขาว

สปอร์ รูปรี่ ไม่มีสี ที่ผิวมีหนามละเอียดกระจายห่าง ๆ กัน และมีปุ่มงอกเล็ก ๆ อยู่ทีปลาย 1 ปุ่ม ขนาดสปอร์ 9.5-10 x 9-10 μm

เอกสารอ้างอิง ราชบัณฑิตยสถาน (2539 : 64) ; อนงค์ จันทรศรีกุล (2551 : 396)



ภาพที่ 4.33 a, b = Basidioscarps, *Russula virescens* (Schaeff.) Fr.

ชื่อพื้นเมือง เห็ดไค

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Russula virescens* (Schaeff.) Fr.

ชื่ออื่นๆ เห็ดไค เห็ดหล่มขาว เห็ดตะไคขาว เห็ดเข้า

ชื่อวงศ์ Russulaceae

ลักษณะทางกายภาพ ความเข้มแสง 350 ลักซ์ ความชื้นในดิน 12% ความชื้นสัมพัทธ์ 92%

อุณหภูมิ 29 องศาเซลเซียส pH 7

สถานวิทยา หมวกดอก มีขนาด 3-15 เซนติเมตร สีขาว รูปร่างแบบกรวยตื้น มีน้ำยางขอบหมวกเป็นคลื่นเมื่อมองจากด้านบน มองจากด้านล่างเห็นครีบรอง ผิวมีลักษณะเป็นริ้วหรือจีบ เนื้อหมวกหนา เมื่อชำหรือเกิดบาดแผลไม่เปลี่ยนสี ครีบดอก ครีบมีสีขาว ครีบกว้างไม่ติดกัน ครีบเรียงตัวแบบสั้น ขนาดของครีบบาง ขอบของครีบเรียบ ก้านดอก เป็นรูปทรงกระบอก ผิวก้านเรียบ ภายในเป็นโพรง ไม่มีเยื่อหุ้มโคน และไม่มีวงแหวนรอบดอกเห็ด ขนาดก้านดอก 2-5 x 1-2 เซนติเมตร พบในบริเวณดินเหนียว ลักษณะพิเศษ มีเมือกสั้น ๆ ภายในก้านเป็นโพรง มีกลิ่นหอมเฉพาะเมื่อทำให้สุก พบบริเวณที่มีไม้ยืนต้น เช่น จิก หมากเลื่อม พืชคลุมดินเป็นไม้จำพวกเฟือก และพบในที่โล่งเห็ดอยู่เดี่ยว ๆ พบในเดือนกรกฎาคมถึงสิงหาคม

พิมพ์สปอร์ สีขาว

สปอร์ รูปทรงรี สีขาว ขนาดสปอร์ 8-10 x 7-8 μm

เอกสารอ้างอิง ราชบัณฑิตยสถาน (2539 : 66) ; อนงค์ จันทรศรีกุล (2551 : 397)



ภาพที่ 4.34 a, b = Basidioscarps, *Russula xelampelina* (Schaeff.) Fr.

ชื่อพื้นเมือง เห็ดก่อ

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Russula xelampelina* (Schaeff.) Fr.

ชื่ออื่น ๆ -

ลักษณะทางกายภาพ ความเข้มแสง 450 lux ความชื้นในดิน 11.0 % ความชื้นสัมพัทธ์ 75 %

อุณหภูมิ 30 pH 7.1

สถานวิทยา หมวกดอก มีสีขาวอมน้ำตาลอ่อนหรือสีน้ำตาลอ่อน ผิวหมวกดอกมีลักษณะเป็นคลื่นเว้านูนสลับกันเล็กน้อย กลางหมวกดอกนูนเว้าลงเล็กน้อย บางดอกลักษณะการนูนเว้าลงมองเห็นไม่ชัดเจน ขอบหมวกดอกเรียบแต่หยักเป็นคลื่นเล็กน้อย มีลักษณะงอลงแต่ไม่ม้วนงอ เนื้อภายในหมวกดอกมีสีขาว ขนาดหมวกดอก 4-6 x 4-5 เซนติเมตร หมวกดอกมีลักษณะแข็งแต่เปราะ ครีบดอก มีสีขาว ลักษณะครีบดอกยาวเท่ากันตลอด ไม่มีครีบสั้นสับหว่าง จำนวนครีบประมาณ 13-15 ครีบต่อ 1.0 เซนติเมตร ก้านดอก มีสีขาวอมน้ำตาลอ่อน เช่นเดียวกับสีของหมวกดอก ผิวก้านดอกเรียบขึ้นเล็กน้อย ก้านดอกแข็งแต่เปราะ เนื้อภายในก้านดอกมีสีขาวและมีรอยกัดแทะของสัตว์ ทำให้บางส่วนของก้านดอกมีลักษณะเป็นขุยผง ขนาด 2.5-3.5x0.6-1.5 เซนติเมตร ก้านดอกด้านที่อยู่ติดครีบบี้นั้นกว้างกว่าบริเวณโคนก้านเล็กน้อย บริเวณที่เก็บตัวอย่างเป็นพื้นที่มีดอกไม้ฟูฟ่อง หรือใบไม้หล่น มีความชื้นสูง ไม่ยืนต้นใกล้บริเวณนั้นได้แก่ ต้นเต็ง ชาด จิก พบเห็ดอยู่เป็นกลุ่มน้อยกว่า 10 ดอก พบช่วงเดือน กรกฎาคม-กันยายน การใช้ประโยชน์ นำมาประกอบอาหารได้หลายอย่าง เช่น แกง นึ่ง หมก ชุบ อ่อม เป็นต้น

พิมพ์สปอร์ สีขาว

สปอร์ มีลักษณะค่อนข้างกลม ผิวสปอร์ขรุขระเป็นหนาม ขนาดสปอร์ 7-11 x 6-8 μm

เอกสารอ้างอิง อนงค์ จันทรศรีกุล และคณะ (2551 : 398) ; Pegler, D. and B. Spooner

(1992 : 55) ; Phillips, R. (1991 : 130)

จากการศึกษาความหลากหลายของเห็ดเอกโตไมคอร์ไรซาในป่าเต็งรังเขตอุทยานแห่งชาติภูพาน ในครั้งนี้ พบจำนวนชนิดของเห็ดทั้งหมด 34 ชนิด ที่พบได้ทั้งในปี 2551 และ 2552 จำนวน 34 ชนิด ที่พบเฉพาะปี 2551 จำนวน 30 ชนิด และที่พบในปี 2552 จำนวน 30 ชนิด

ความหลากหลายของเห็ดตามภูมิประเทศในแต่ละแปลงมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม ลักษณะทางกายภาพ และลักษณะทางชีวภาพ

สภาพแวดล้อมทางชีวภาพ ต้นไม้ที่พบส่วนใหญ่ได้แก่ เต็ง รัง พลวง ประดู่ ติ้ว แดง หนามแท่ง มะขามป้อม จำแนกตามขนาดได้เป็น 3 พวก คือ ต้นไม้ใหญ่ ไม้พุ่ม และ ไม้พื้นล่าง เห็ดแต่ละชนิดจะเกิดในสภาพแวดล้อมที่คล้ายคลึงกัน เหมือนกัน หรือแตกต่างกัน จากการศึกษานำลักษณะดังกล่าวมาจำแนกประเภทของเห็ดได้ ผลของการศึกษาสภาพแวดล้อมพบว่า

pH ของดิน ในบริเวณที่พบเห็ดเอกโตไมคอร์ไรซามีค่าความเป็น pH ของดินอยู่ระหว่าง 6-8 เห็ดส่วนใหญ่เกิดในดินที่มีค่า ความเป็น pH ระหว่าง 6.8-7.2

อุณหภูมิของบรรยากาศบริเวณที่พบเห็ด อุณหภูมิต่ำสุดเท่ากับ 28 °C พบ 7 ชนิด คือ เห็ดผึ้งขาว เห็ดปอดม้า เห็ดปลวกจิก เห็ดปลวกดาบ เห็ดปลวกไก่อ้อย เห็ดข้าวขาว เห็ดขิง และอุณหภูมิสูงสุดเท่ากับ 31 °C พบ 5 ชนิด คือ เห็ดหน้าวัว เห็ดลูกเป้ง เห็ดแดงกุหลาบ เห็ดเผาะ (ถอบ) และเห็ดกรวยทองตาอุ อุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ในช่วง 29-30 °C พบ 22 ชนิด คือ เห็ดระโงกขาว เห็ดระโงกเหลือง เห็ดไส้เดือน เห็ดผึ้งชาด เห็ดผึ้งเหลือง เห็ดผึ้งแย้ เห็ดผึ้งขม เห็ดห้าฟัน เห็ดมันปูเล็ก เห็ดมันปูใหญ่ เห็ดข้า เห็ดหาด เห็ดหน้าขาว เห็ดหน้ามูม เห็ดก่อแดง เห็ดถ่านน้อย เห็ดไคส เห็ดหน้าม่วง เห็ดน้ำหมาก เห็ดดับเต่าราชา เห็ดดับเต่ากุหลาบ และเห็ดบด อุณหภูมิส่วนใหญ่ไม่แตกต่างกันมากนัก

ความชื้นสัมพัทธ์ของบรรยากาศ ที่พบเห็ด ค่าต่ำสุดของความชื้นสัมพัทธ์มีค่า 54% พบ คือ เห็ดผึ้งขม ส่วนค่าสูงสุดของความชื้นสัมพัทธ์มีค่า 96% พบ คือ เห็ดผึ้งขาว ร้อยละ 80 ของเห็ดราเอกโตไมคอร์ไรซาเกิดในช่วงที่อากาศมีความชื้นสัมพัทธ์สูง มีค่า (68%-96%) ความชื้นสัมพัทธ์ช่วงนี้พบ 28 ชนิด ร้อยละ 20 ของเห็ดราเอกโตไมคอร์ไรซาเกิดในช่วงอากาศที่มีความชื้นสัมพัทธ์ปานกลาง มีค่า (54%-67%) ความชื้นสัมพัทธ์ช่วงนี้พบ 6 ชนิด เห็ดราเอกโตไมคอร์ไรซาเกิดขึ้นในช่วงความชื้นสัมพัทธ์ที่ไม่ค่อยแตกต่างกันนัก

ความเข้มแสง เห็ดที่พบมีค่าความเข้มแสงอยู่ในช่วง 150-1,800 Lux จะเห็นได้ว่ามีค่าที่แตกต่างกันไปตามชนิดของเห็ด และเห็ดที่พบตรงบริเวณที่มีความเข้มแสงต่ำสุดคือ เห็ดมันปูเล็ก และเห็ดดับเต่ากุหลาบซึ่งมีค่าอยู่ในช่วงแสง 150 Lux ส่วนเห็ดที่พบตรงบริเวณที่มีความเข้มแสงสูงสุดคือ เห็ดผึ้งขม มีค่าอยู่ในช่วง 1,800 Lux ส่วนใหญ่นั้นความเข้มแสงมีค่าอยู่ระหว่าง 200-1,600 Lux ส่วนมากก็ถือว่าเห็ดเหล่านี้เกิดในบริเวณที่โล่งแจ้ง 50%

เห็ดที่พบมีทั้งเห็ดที่รับประทานได้และเห็ดที่รับประทานไม่ได้ เห็ดที่รับประทานได้มี 32 ชนิด เห็ดที่รับประทานไม่ได้มี 2 ชนิด พบ คือ เห็ดไส้เดือนและเห็ดกรวยทองคาถา

4.2 ความสัมพันธ์ระหว่าง Ectomycorrhiza กับกล้าไม้ต้นรัง (*Shorea siamensis* Miq.) ที่ก่อให้เกิดเห็ดใน Order Agaricales Family Amanitaceae และ Family Boletaceae

การหาความสัมพันธ์ของเชื้อเอกโตไมคอร์ไรซากับพืชตระกูลยางบางชนิดโดยทำการวัดความเจริญเติบโตทางด้านความสูงและเส้นรอบวงของต้นกล้ารัง ในระหว่างเดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2551 รวมระยะเวลาทั้งหมด 12 เดือน จากการนำเชื้อราเอกโตไมคอร์ไรซาของเห็ดจำนวน 5 ชนิด ได้แก่ เห็ดระโงกขาว เห็ดระโงกเหลือง เห็ดตับเต่ากระแดง เห็ดผึ้งขม (เสม็ด) และเห็ดปอดม้า โดยการปลูกสปอร์ลงในต้นกล้ารัง จำนวน 500, 5,000 และ 50,000 สปอร์/ต้น ตรวจสอบการเจริญของพืช โดยทำการวัดความสูงและเส้นรอบวงของต้นกล้ารัง ในวันแรก 6 เดือน และ 12 เดือนของการใส่สปอร์เห็ด ผลของการทดลองและการวิเคราะห์วันแรกดังตารางที่ 4.9 ตารางที่ 4.10 ผลการทดลองและการวิเคราะห์เมื่อ 6 เดือนดังตารางที่ 4.11 และตารางที่ 4.12 และผลการทดลองและผลการวิเคราะห์เมื่อครบ 12 เดือนดังตารางที่ 4.13 และตารางที่ 4.14 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.9 ค่าเฉลี่ยของความสูง และเส้นรอบวงของต้นกล้ารังในวันแรกของการทดลองที่เป็นชุดควบคุมและชุดที่ใส่สปอร์ของเห็ด 5 ชนิดที่ 500, 5,000 และ 50,000 สปอร์/ต้น

ดำเนินการทดลอง		ความสูง (เซนติเมตร)	เส้นรอบวง (เซนติเมตร)
ชุดควบคุม	ไม่ได้ใส่สปอร์ของเห็ด	17.060 ab	0.840 ab
เห็ด <i>Amanita princeps</i> Cor. & Bas.	+ 50,000 สปอร์/ต้น	16.960 ab	0.860 ab
เห็ด <i>Amanita princeps</i> Cor. & Bas.	+ 5,000 สปอร์/ต้น	16.960 ab	0.860 ab
เห็ด <i>Amanita princeps</i> Cor. & Bas.	+ 500 สปอร์/ต้น	16.960 ab	0.860 ab
เห็ด <i>Amanita hemibapha</i> (Berk. & Br.) Sacc. subsp. <i>javanica</i> Cor. & Bas.	+ 50,000 สปอร์/ต้น	17.520 a	0.860 ab
เห็ด <i>Amanita hemibapha</i> (Berk. & Br.) Sacc. subsp. <i>javanica</i> Cor. & Bas.	+ 5,000 สปอร์/ต้น	17.460 a	0.800 b
เห็ด <i>Amanita hemibapha</i> (Berk. & Br.) Sacc. subsp. <i>javanica</i> Cor. & Bas.	+ 500 สปอร์/ต้น	17.340 ab	0.860 ab

ตารางที่ 4.9 ค่าเฉลี่ยของความสูง และเส้นรอบวงของต้นกล้ารั้งในวันแรกของการทดลองที่เป็น
ชุดควบคุมและชุดที่ใส่สปอร์ของเห็ด 5 ชนิดที่ 500, 5,000 และ 50,000 สปอร์/ต้น (ต่อ)

ตำรับการทดลอง		ความสูง (เซนติเมตร)	เส้นรอบวง (เซนติเมตร)
เห็ด <i>Boletus chrysenteron</i> Bull.	+ 50,000 สปอร์/ต้น	16.740 ab	0.900 ab
เห็ด <i>Boletus chrysenteron</i> Bull.	+ 5,000 สปอร์/ต้น	16.980 ab	0.960 a
เห็ด <i>Boletus chrysenteron</i> Bull.	+ 500 สปอร์/ต้น	16.880 ab	0.880 ab
เห็ด <i>Boletus griseipurpureus</i> Cor.	+ 50,000 สปอร์/ต้น	17.160 ab	0.860 ab
เห็ด <i>Boletus griseipurpureus</i> Cor.	+ 5,000 สปอร์/ต้น	17.100 ab	0.940 ab
เห็ด <i>Boletus griseipurpureus</i> Cor.	+ 500 สปอร์/ต้น	16.980 ab	0.840 ab
เห็ด <i>Heimiella retispora</i> (Pat & Bek.) Boedijn.	+ 50,000 สปอร์/ต้น	16.760 ab	0.920 ab
เห็ด <i>Heimiella retispora</i> (Pat & Bek.) Boedijn.	+ 5,000 สปอร์/ต้น	17.300 ab	0.900 ab
เห็ด <i>Heimiella retispora</i> (Pat & Bek.) Boedijn.	+ 500 สปอร์/ต้น	16.820 ab	0.860 ab
Means		17.994	0.887
LSD (0.05)		0.828	0.142

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับ
 $P \leq 0.01$ โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 4.10 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) เมื่อใช้แผนการทดลองแบบ Factorial design
in CRD เมื่อตรวจวัดการเจริญในวันแรก

Sov	df	ความสูง (เซนติเมตร)	เส้นรอบวง (เซนติเมตร)
Rep	4	0.23150	0.01247
A*B	17	0.30280NS	0.00750NS
Error	72	0.43200	0.01261
Total	89		
CV (%)		3.86	12.79

หมายเหตุ NS หมายถึง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 4.11 ค่าเฉลี่ยความสูง และเส้นรอบวง ของต้นกล้ารังอายุ 6 เดือน

คำรับการทดลอง		ความสูง (เซนติเมตร)	เส้นรอบวง (เซนติเมตร)
ชุดควบคุม	ไม่ได้ใส่สปอร์ของเห็ด	23.420 bcde	1.460 a
เห็ด <i>Amanita princeps</i> Cor. & Bas.	+ 50,000 สปอร์/ต้น	21.120 g	1.220 cd
เห็ด <i>Amanita princeps</i> Cor. & Bas.	+ 5,000 สปอร์/ต้น	21.120 g	1.220 cd
เห็ด <i>Amanita princeps</i> Cor. & Bas.	+ 500 สปอร์/ต้น	21.120 g	1.220 cd
เห็ด <i>Amanita hemibapha</i> (Berk. & Br.) Sacc. subsp. <i>javanica</i> Cor. & Bas.	+ 50,000 สปอร์/ต้น	24.940 a	1.340 abc
เห็ด <i>Amanita hemibapha</i> (Berk. & Br.) Sacc. subsp. <i>javanica</i> Cor. & Bas.	+ 5,000 สปอร์/ต้น	23.240 bcde	1.220 cd
เห็ด <i>Amanita hemibapha</i> (Berk. & Br.) Sacc. subsp. <i>javanica</i> Cor. & Bas.	+ 500 สปอร์/ต้น	22.320 defg	1.180 d
เห็ด <i>Boletus chrysenteron</i> Bull.	+ 50,000 สปอร์/ต้น	23.660 abcd	1.340 abc
เห็ด <i>Boletus chrysenteron</i> Bull.	+ 5,000 สปอร์/ต้น	24.480 ab	1.340 abc
เห็ด <i>Boletus chrysenteron</i> Bull.	+ 500 สปอร์/ต้น	23.800 abcd	1.220 cd
เห็ด <i>Boletus griseipurpureus</i> Cor.	+ 50,000 สปอร์/ต้น	23.860 abc	1.340 abc
เห็ด <i>Boletus griseipurpureus</i> Cor.	+ 5,000 สปอร์/ต้น	22.740 cdef	0.900 e
เห็ด <i>Boletus griseipurpureus</i> Cor.	+ 500 สปอร์/ต้น	23.400 bcde	1.200 cd
เห็ด <i>Heimiella retispora</i> (Pat & Bek.) Boedijn.	+ 50,000 สปอร์/ต้น	23.920 abc	1.400 ab
เห็ด <i>Heimiella retispora</i> (Pat & Bek.) Boedijn.	+ 5,000 สปอร์/ต้น	23.840 abc	0.900 e
เห็ด <i>Heimiella retispora</i> (Pat & Bek.) Boedijn.	+ 500 สปอร์/ต้น	21.960 efg	1.280 bcd
Means	24.64	1.531	Means
LSD (0.05)	1.483	0.151	LSD (0.05)

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับ

$P \leq 0.01$ โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 4.12 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) เมื่อใช้แผนการทดลองแบบ Factorial design in CRD เมื่อตรวจวัดการเจริญ 6 เดือน

Sov	df	ความสูง (เซนติเมตร)	เส้นรอบวง (เซนติเมตร)
Rep	4	1.27145	0.01257
A*B	17	6.96866**	0.14686**
Error	72	1.38417	0.01450
Total	89		
CV (%)		5.11	9.81

** หมายถึง แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์

ตารางที่ 4.13 ค่าเฉลี่ยความสูง และเส้นรอบวง ของต้นกล้ารังอายุ 12 เดือน

คำรับการทดลอง		ความสูง (เซนติเมตร)	เส้นรอบวง (เซนติเมตร)
ชุดควบคุม	ไม่ได้ใส่สปอร์ของเห็ด	30.540 abc	1.880 a
เห็ด <i>Amanita princeps</i> Cor. & Bas.	+ 50,000 สปอร์/ต้น	25.200 g	1.500 cd
เห็ด <i>Amanita princeps</i> Cor. & Bas.	+ 5,000 สปอร์/ต้น	25.200 g	1.500 cd
เห็ด <i>Amanita princeps</i> Cor. & Bas.	+ 500 สปอร์/ต้น	25.200 g	1.500 cd
เห็ด <i>Amanita hemibapha</i> (Berk. & Br.) Sacc. subsp. <i>javanica</i> Cor. & Bas.	+ 50,000 สปอร์/ต้น	31.080 ab	1.740 ab
เห็ด <i>Amanita hemibapha</i> (Berk. & Br.) Sacc. subsp. <i>javanica</i> Cor. & Bas.	+ 5,000 สปอร์/ต้น	29.500 cde	1.480 cd
เห็ด <i>Amanita hemibapha</i> (Berk. & Br.) Sacc. subsp. <i>javanica</i> Cor. & Bas.	+500 สปอร์/ต้น	29.100 cde	1.440 d
เห็ด <i>Boletus chrysenteron</i> Bull.	+ 50,000 สปอร์/ต้น	30.560 abc	1.760 ab
เห็ด <i>Boletus chrysenteron</i> Bull.	+ 5,000 สปอร์/ต้น	31.540 a	1.660 bc
เห็ด <i>Boletus chrysenteron</i> Bull.	+ 500 สปอร์/ต้น	30.020 bcd	1.540 cd
เห็ด <i>Boletus griseipurpureus</i> Cor.	+ 50,000 สปอร์/ต้น	31.640 a	1.740 ab

ตารางที่ 4.13 ค่าเฉลี่ยความสูง และเส้นรอบวง ของต้นกล้ารั้งอายุ 12 เดือน (ต่อ)

คำรับการทดลอง		ความสูง (เซนติเมตร)	เส้นรอบวง (เซนติเมตร)
เห็ด <i>Boletus griseipurpureus</i> Cor.	+ 5,000 สปอร์/ต้น	30.260 abcd	0.900 e
เห็ด <i>Boletus griseipurpureus</i> Cor.	+ 500 สปอร์/ต้น	29.760 bcd	1.500 cd
เห็ด <i>Heimiella retispora</i> (Pat & Bek.) Boedijn.	+ 50,000 สปอร์/ต้น	28.980 de	1.900 a
เห็ด <i>Heimiella retispora</i> (Pat & Bek.) Boedijn.	+ 5,000 สปอร์/ต้น	28.860 de	0.900 e
เห็ด <i>Heimiella retispora</i> (Pat & Bek.) Boedijn.	+ 500 สปอร์/ต้น	26.500 fg	1.740 ab
Means		24.64	32.012
LSD (0.05)		1.483	1.510

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับ

$P \leq 0.01$ โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 4.14 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) เมื่อใช้แผนการทดลองแบบ Factorial design in CRD เมื่อตรวจวัดการเจริญ 12 เดือน

Sov	df	ความสูง (เซนติเมตร)	เส้นรอบวง (เซนติเมตร)
Rep	4	1.2544	0.01745
A*B	17	22.7488**	0.50233**
Error	72	1.4344	0.02128
Total	89		
CV (%)		4.13	9.61

** หมายถึง แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์

การจำแนกชนิดเห็ดที่เก็บจากแปลงสำรวจในบริเวณอุทยานแห่งชาติภูพาน โดยอาศัยลักษณะทางชีวโมเลกุล จำนวน 4 ไอโซเลต ที่ได้จากการจำแนกทางสัณฐานวิทยาเบื้องต้น ได้แก่ *Heimiella retispora* (Pat. & Baker) Boedijn. (ปอดม้า), *Boletus edulis* Bull. ex Fr. (เห็ดตับเต่าราชา), *Boletus nobilis* Peck (เห็ดตับเต่าภูหลวง) และ *Amanita princeps* Cor. et Bas. (ระโงกขาว) และหาลำดับนิวคลีโอไทด์ของดีเอ็นเอ จากบริเวณ ITS rDNA เทียบลำดับนิวคลีโอไทด์ที่ได้กับฐานข้อมูลในโปรแกรม NCBI (National Center for Biotechnology Information) ในรูปแบบของ FASTA จากลำดับนิวคลีโอไทด์ของเห็ดทั้งหมด 4 ชนิด มีเปอร์เซ็นต์ความเหมือน (Max identity) อยู่ในช่วง 90-100 เปอร์เซ็นต์ โดย (1) *Heimiella retispora* (Pat. & Baker) Boedijn. (ปอดม้า) มีค่าเปอร์เซ็นต์ความเหมือนกับ *Xerocomus* sp. (Accession No. AB453026.1) ที่ 99 เปอร์เซ็นต์, (2) *Boletus edulis* Bull. ex Fr. (เห็ดตับเต่าราชา) มีค่าเปอร์เซ็นต์ความเหมือนกับ *Tylopilus felleus* strain HKAS54926 (Accession No. HQ326933.1) ที่ 91 เปอร์เซ็นต์, (3) *Boletus nobilis* Peck (เห็ดตับเต่าภูหลวง) มีค่าเปอร์เซ็นต์ความเหมือนกับ *Heimiella retispora* (Accession No. AF050650.1) ที่ 97 เปอร์เซ็นต์ และ (4) *Amanita princeps* Cor et Bas (เห็ดระโงกขาว) มีค่าเปอร์เซ็นต์ความเหมือนกับ *Amanita egregia* (Accession No. HQ539690.1) ที่ 98 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นเปรียบเทียบลำดับนิวคลีโอไทด์โดย Alimant by Muscle กำหนดค่าความแตกต่างของลำดับนิวคลีโอไทด์โดยวิธี Jukes-Cantor method และสร้าง phylogenetic tree โดยวิธี neighbor-joining ด้วยโปรแกรม Phylip 3.69 เพื่ออธิบายความสัมพันธ์ทางพันธุกรรม พบว่า phylogenetic tree (ภาพที่ 4.35) แสดงสายวงศ์วานวิวัฒนาการ ถูกแบ่งเป็น 2 กิ่ง (clades) ที่ค่า 100 % bootstrap ได้แก่ 1) เห็ดในกลุ่ม *Xerocomus* sp. โดยพบว่าเห็ด (1) *Heimiella retispora* (Pat. & Baker) Boedijn. แสดงให้เห็นความใกล้ชิดของสายวิวัฒนาการกับเห็ดในกลุ่ม *Xerocomus* sp., *Boletus* sp. และ *Strobilomyces retisporus* นอกจากนี้กิ่งที่ 2) สามารถแบ่งออกเป็น 2 กิ่งย่อย (subclades) ที่มีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกัน ได้แก่ กิ่งย่อยที่ 1 เป็นเห็ด (2) *Boletus edulis* Bull. ex Fr. (เห็ดตับเต่าราชา) และ (3) *Boletus nobilis* Peck (เห็ดตับเต่าภูหลวง) โดยเห็ดทั้งสองชนิดนี้มีความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการใกล้ชิดกันมากที่สุดที่ค่าความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ จึงทำให้จับกลุ่มกันแยกออกจากกิ่งย่อยที่ 2 อย่างไรก็ดีตามเห็ด (2) *Boletus edulis* Bull. ex Fr. (เห็ดตับเต่าราชา) และ (3) *Boletus nobilis* Peck (เห็ดตับเต่าภูหลวง) มีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับเห็ดที่อยู่ในกิ่งย่อยที่ 2 ได้แก่ เห็ดในสกุล *Boletus*, *Tylopilus* และ *Heimiella retispora* นอกจากนี้พบว่าเห็ดในสกุล *Tylopilus* มีความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการร่วมกับเห็ดในสกุล *Amanita* ซึ่งเห็ด (4) *Amanita princeps* Cor et Bas (เห็ดระโงกขาว) มีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับเห็ดในสกุล *Amanita egregia* มากที่สุดที่ค่าความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

การเจริญเติบโตด้านความสูงและเส้นรอบวงของต้นกล้ารังที่ปลูกสปอร์ของเห็ดทั้ง 5 ชนิด ในวันแรกของการทดลองพบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ไม่ว่าจะปลูกสปอร์ที่ระดับความ

เข้มข้นของสปอร์เท่าใดก็ตาม และพบว่าระหว่างต้นกล้ารังที่ปลูกสปอร์เห็ด และ ไม่ปลูกสปอร์เชื้อเห็ด (ชุดควบคุม) ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในด้านความสูงและเส้นรอบวง (ดังตารางที่ 4.9 และ 4.10)

ต้นกล้ารังอายุ 6 เดือน ทำการปลูกสปอร์เห็ดทั้ง 5 ชนิด พบว่าเห็ดชนิดที่ 2 (*Amanita hemibapha* (Berk. & Br.) Sacc. subsp. *javanica* Cor. & Bas.) ที่ระดับความเข้มข้นของสปอร์ 50,000 สปอร์/ต้น ทำให้ต้นกล้ารังมีความสูงมากกว่าต้นรังที่ไม่ได้ปลูกสปอร์ (ชุดควบคุม) และต้นกล้ารังที่ปลูกสปอร์เดียวกันที่ระดับความเข้มข้น 5,000 และ 500 สปอร์/ต้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และยังพบว่า ต้นกล้ารังที่ปลูกสปอร์นี้ที่ระดับความเข้มข้นของสปอร์ 50,000 สปอร์/ต้น ทำให้ต้นกล้ารังมีความสูงมากกว่าต้นกล้ารังที่ปลูกสปอร์เห็ดชนิดที่ 4 (*Boletus griseipurpureus* Cor.) ที่ระดับความเข้มข้น 5,000 และ 500 สปอร์/ต้น และสูงกว่าต้นกล้ารังที่ปลูกสปอร์เห็ดชนิดที่ 5 (*Heimiella retispora* (Pat & Bek.) Boedijn.) 500 สปอร์ (ตารางที่ 4.11 และ 4.12)

สำหรับการเจริญเติบโตด้านเส้นรอบวงของต้นกล้ารัง พบว่า การปลูกสปอร์เห็ดที่ระดับความเข้มข้นของสปอร์ระดับต่างๆ ไม่มีความแตกต่างกับชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4.13 และ 4.14)

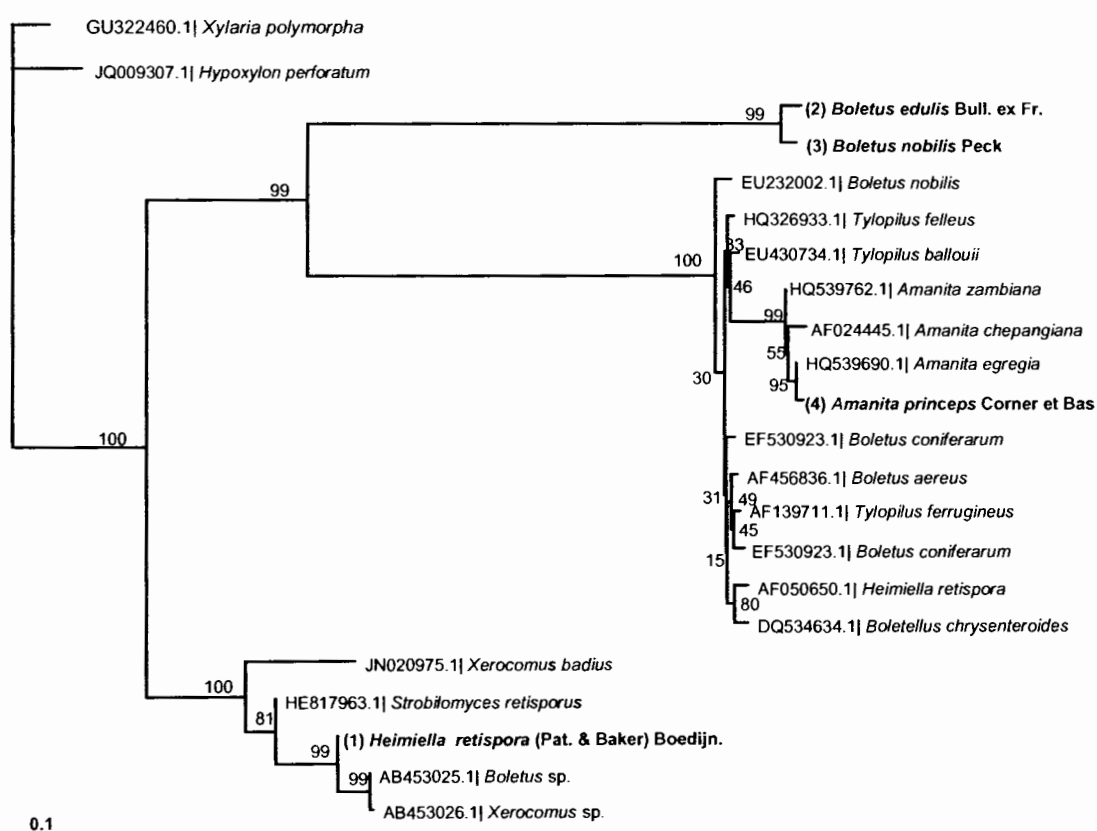
ต้นกล้ารังอายุ 12 เดือน ทำการปลูกสปอร์เห็ดทั้ง 5 ชนิด พบว่าเห็ดชนิดที่ 2 (*Amanita hemibapha* (Berk. & Br.) Sacc. subsp. *javanica* Cor. & Bas.) เห็ดชนิดที่ 3 (*Boletus chrysenteron* Bull.) และเห็ดชนิดที่ 4 (*Boletus griseipurpureus* Cor.) ที่ระดับความเข้มข้นของสปอร์ 50,000 สปอร์/ต้น ทำให้ต้นกล้ารังมีความสูงมากกว่าการปลูกสปอร์เห็ด ชนิดที่ 1 (*Amanita princeps* Cor. & Bas.) และเห็ดชนิดที่ 5 (*Heimiella retispora* (Pat & Bek.) Boedijn.) ในทุกระดับความเข้มข้นของสปอร์ แต่การปลูกเห็ดชนิดที่ 2, 3 และ 4 ที่ระดับความเข้มข้นของสปอร์ 50,000 สปอร์/ต้นนี้ ไม่ทำให้ต้นกล้ารังมีความสูงมากกว่าชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สำหรับการเจริญของต้นรังในด้านเส้นรอบวง พบว่า การปลูกสปอร์เห็ดชนิดที่ 2, 3 และ 4 ที่ระดับความเข้มข้นของสปอร์ 50,000 สปอร์/ต้น ทำให้ต้นกล้ารังมีเส้นรอบวงมากกว่าต้นกล้ารังที่ปลูกด้วยสปอร์ในระดับความเข้มข้นอื่น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และยังพบว่า ต้นกล้ารังที่ปลูกด้วยเห็ดทั้ง 5 ชนิดนี้ ไม่ทำให้เส้นรอบวงต่างจากชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากผลการทดลองสามารถสรุปได้ว่า ระดับความเข้มข้นของสปอร์และชนิดของเห็ด มีผลต่อการส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้นกล้ารัง โดยพบว่า ความเข้มข้นของสปอร์ที่ระดับ 50,000 สปอร์/ต้น ทำให้ต้นกล้ารังมีการเจริญเติบโตทางด้านความสูงและเส้นรอบวงสูงที่สุด และพบว่า เห็ดชนิดที่ 2 (*Amanita hemibapha* (Berk. & Br.) Sacc. subsp. *javanica* Cor. & Bas.) เป็นเห็ดที่ทำให้ต้นกล้ารังเจริญเติบโตดีที่สุด รองลงมาคือ เห็ดชนิดที่ 3 (*Boletus chrysenteron* Bull.) และเห็ดชนิดที่ 4 (*Boletus griseipurpureus* Cor.) ตามลำดับ เมื่อปลูกต้นกล้ารังนาน 12 เดือน

4.3 การจัดจำแนกเชื้อเห็ดในกลุ่ม Amanitaceae และ Boletaceae โดยอาศัยลักษณะทางชีวโมเลกุล การนำมาตรวจหาลำดับและการวิเคราะห์ลำดับ nucleotide ของเห็ด

นำ PCR product ของตัวเห็ด 4 ชนิด ที่เพิ่มขยายได้โดยใช้แต่ละคู่ของ ITS primer นั้นมาทำให้บริสุทธิ์ด้วย Minocon-100 หรือ ใช้ QIAEXII extraction kit (QIAGEN, Tokyo, Japan) จากนั้นนำมาเพิ่มขยาย DNA ด้วยวิธี chain-termination กับ Big Dye Terminator cycle sequencing kit (Applied Biosystem) โดยปฏิบัติตามคำแนะนำของบริษัท จากนั้นนำตัวอย่างไปตรวจลำดับ DNA ด้วยเครื่อง genetic analyzer จากนั้นนำไปตรวจหา homology จาก DNA Data Bank of Japan (DDBJ) ทำการเปรียบเทียบลำดับ nucleotide ของ ITS-rDNA ระหว่างเห็ดตัวอย่างและเห็ดในฐานข้อมูล BLASTn ได้ผลการทดลอง ดังนี้



ภาพที่ 4.35 ต้นไม้วิวัฒนาการที่สร้างด้วยโปรแกรม Phylip 3.69 จากการวิเคราะห์นิวคลีโอไทด์ของ ITS rDNA ของเห็ดกลุ่มเบสิดิโอมายซีสต์ที่พบในป่าไม้อุทยานแห่งชาติภูพาน จังหวัดสกลนคร ซึ่งได้เปรียบเทียบกับเห็ดสกุลอื่น ๆ โดยคำนวณด้วยวิธี neighbor joining (NJ) และมีกลุ่ม out group เป็นเชื้อราในกลุ่มแอสโคไมซีสต์ ซึ่งแต่ละกิ่งของต้นไม้วิวัฒนาการแสดงค่า bootstrap จากจำนวนซ้ำของการเกิดรูปแบบของต้นไม้วิวัฒนาการ 1000 ซ้ำ

4.3.1 *Boletus nobilis* Peck (เห็ดตับเต่าภูหลวง)

ผลการวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ของ *Boletus nobilis* Peck มีความคล้ายคลึงกับ *Heimiella retispora* ที่เบอร์ด์เซนต์ identity เท่ากับ 97% โดยลำดับเบสของยีนบริเวณ ITS-rDNA มีดังนี้

3'-GCTATAACACACTCCGAAGAGTGCCACATTCCCCTTGCCATTGTACGAC
GATCGAAACTGATGCTGACCCGTCAGCCAGGAAGTACACCCAGCCCGAAAGCAAGG
TTGATCCCCGGTCGACGCGACTGACATCAAGCGTTTCCCTTTCAGCAATTTACGTAC
TGTTTAACTCT-CTTTCCAAAGTTCTTTTCATCTTTCCCTCACGGTACTTGTTTCGCTAT
CGGTCTCTCGCCTGTATTTAGCTTTAGATGGAATTTACCACCCATTTTGAGCTGCATT
CCCAAACAACCTCGACTCGTCGAGAGCGCATCACATAGCCCTGGTAGTCCGTGTCAAA
GACGGGATTTACCCCTCTATGACGCTCCCTTCCAGGAGACTTGTACACGGTCCAGCGC
GGAAGACGCTTCTCTAGATTACAACCTCGGACGGCCACAGGGACCGCCAGATTCAAAA
TTTGAGCTTTTCCCGCTTCACTCGCAGTTACTAGGGGAATCCTTGTTA-5'

ผลการเปรียบเทียบลำดับเบสของฐานข้อมูล (Database)

[gb|AF050650.1|](#) *Heimiella retispora* 28S large subunit ribosomal RNA gene, partial
sequence

Length=880

Score = 841 bits (455), Expect = 0.0

Identities = 486/501 (97%), Gaps = 1/501 (0%)

4.3.2 *Boletus edulis* Bull. Ex Fr.

ผลการวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ของ *Boletus edulis* มีความคล้ายคลึงกับ *Tylopilus felleus* ที่เปอร์เซ็นต์ identity เท่ากับ 91% โดยลำดับเบสของยีนบริเวณ ITS-rDNA มีดังนี้

3'-CACCGGATGCGACGCAAGGCTATAAACACACTCGAAGAAAGAGTGCCA
CATTCCCTGTGCCCTTGTATGGCGAGCGAGACTGATGCTGACCCGTCAAAGACCGGG
AAGTACGCCCCGGCATGTTTGAAGTGCAAGGGCTGATCCCCGGCCGACGCGACTGACA
TCAAGCGTTTCCCTTTCAGCAATTTACGTAAGTTTAACTCTCTTCCAAAGTTCTTT
TCATCTTTCCTCACGGTACTTGTTGCTATCGGTCTCTCGCCCGTATTTAGCTTTAGA
TGGAGTTTACCACCCGTTTTGAGCTGCATTCCCAAACAACCTCGACTCGTCGAGAGCGC
ATCGCAGTGCAGTGGATATTGCCATCCGTGTCAGAGACGGGATTCTCACCTCCATGA
TGCTCCCTTCCAGGAGACTTGTACACGGCGCCAGCGCTG-AAAGACGCTTCTCTAGAT
TACAACTCGGACGGCCTGCAAAGACCACCAGATTCAAAATTTGAGCTTTTCCCGCTTC
ACTCGCAGTTACTAAGGGAATCCTTGTTAGTTTCTTTTCCTCCG-5'

ผลการเปรียบเทียบลำดับเบสของฐานข้อมูล (Database)

[gb|HQ326933.1|](#) *Tylopilus felleus* strain HKAS54926 28S ribosomal RNA gene,

partial sequence

Length=1381

Score = 715 bits (387), Expect = 0.0

Identities = 504/556 (91%), Gaps = 25/556 (4%)

4.3.3 *Heimiella retispora* (Pat.&Bak.) Boedijm

ผลการวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ของ *Heimiella retispora* มีความคล้ายคลึงกับ *Xerocomus* sp. ที่เปอร์เซ็นต์ identity เท่ากับ 99% โดยลำดับเบสของยีนบริเวณ ITS-rDNA มีดังนี้

3'-GTGGATTCCACTCGGAACTGTTGCTGGCGGGCATACGTCTGCATGTGCA
CGTTCTGGCGTCCACTTATCCAGTCGACCTTTTGCAATCTTCATTTACACCTGTGCACC
TATTGTAGGTCTTCGCAAGAGGATCTATGTCTTTCATAACACTATTTTGTATGGCCAT
AGAATGTATCGATCGTCTGTGATGGACGAGAGAAAAATATATTACAACCTTTCAGCA
ACGGATCTCTTGGTTCTCGCATCGATGAAGAACGCAGCGAATTGCGATAAGTAATGT
GAATTGCAGATTTCCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACCTTGCGCTCCTTGGTA
TTCCGAGGAGCATGCCTGTTTGAGTGTCATTAAATTCTCAACCATGTCTTCATTGACA
TGGCTTGGATTTGGGTGTTGCTGGCGACGAAAGTCGTCGGCTCTCCTTAAATGCATTA
GCAAAGGGGTTCTGCAAAGTATGAGCTTTCGGACGTGCACGGCCTT-5'

ผลการเปรียบเทียบลำดับเบสของฐานข้อมูล (Database)

[dbj|AB453026.1|](#) *Xerocomus* sp. Nan-MN4 genes for 18S rRNA, ITS1, 5.8S rRNA,

ITS 2, 28S rRNA, partial and complete sequence

Length=758

Score = 913 bits (494), Expect = 0.0

Identities = 498/500 (99%), Gaps = 0/500 (0%)

Strand=Plus/Plus

4.3.4 *Amanita princeps* Cor.&Bas.

ผลการวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ของ *Amiania princeps* มีความคล้ายคลึงกับ *Amanita egregia* ที่เปอร์เซ็นต์ identity เท่ากับ 98% โดยลำดับเบสของยีนบริเวณ ITS-rDNA มีดังนี้

3'-GCGAGTGAAGTGGGAAAAGCTCAAATTTAAAATCTGGCGGTCTTTGGCC
GTCCGAGTTGTAATCTAGAGAAAGTGTTGCCTGCATTGGACCGTGTACAAGTCTTCTGG
AATGAAGCGTCATAGAGGGTGAGAATCCCGTCTTTGACACGGACTCCCAATGTATTGT
GGCATGCTCTCAAAGAGTCGAGTTGTTTGGGAATGCAGCTCTAAATGGGTGGTAACCT
CCATCTAAAGCTAAATATTGGCAAGAGACCGATAGCGAACAAGTACCGTGAGGGAAA
GATGAAAAGAACTTTGGAAAGAGAGTTAAACAGTACGTGAAATTGTTGAAAGGGAA
ACGCTTGAAGTCAGTCGCATTGGCCAGGGATCAGCCTAGCTCTTTTGCTTAGCGTACT
TCCTGGTTGATGGGCCAACGTGAGTTTTGACTGGCAGAGAAGGGCAGAGGGAATGTG
GCACCTCTGGGTGTGTTATAGCCTTCTGTCATATGTGTCAGTTGGGACTGAGGGATGC
AGCATGCCGCAAGGC-5'

ผลการเปรียบเทียบลำดับเบสของฐานข้อมูล (Database)

[gb|HQ539690.1|](#) *Amanita egregia* large subunit ribosomal RNA gene, partial sequence

Length=1342, Score = 913 bits (494), Expect = 0.0

Identities = 514/524 (98%), Gaps = 0/524 (0%)

Strand=Plus/Plu

บทที่ 5

สรุปผลและเสนอแนะ

การศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของป่าเต็งรังในเขตอุทยานแห่งชาติภูพานในครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์ในการสำรวจชนิด ปริมาณ และสัณฐานวิทยาของเห็ดป่าในป่าเต็งรังในพื้นที่เขตอุทยานแห่งชาติภูพาน อำเภอภูพาน จังหวัดสกลนคร โดยกำหนดแปลงตามวิธีการ 2 แปลง ขนาด 100 x 100 เมตร (random sampling) และพื้นที่ 10 x 1000 เมตร โดยสำรวจ 1 เดือน/ครั้ง ในเดือนตุลาคม พฤศจิกายน ธันวาคม มกราคม กุมภาพันธ์ มีนาคม และสำรวจเดือนละ 2 ครั้งในเดือน เมษายน พฤษภาคม มิถุนายน กรกฎาคม สิงหาคม กันยายน ในปี พ.ศ. 2551-2552 (รวม 2 ปี) ทำการศึกษาระบบนิเวศ เช่น ลักษณะทางกายภาพ อุณหภูมิ ความชื้น ความเข้มแสง ความเป็นกรดเป็นเบส และพันธุ์พืชที่อยู่บริเวณรอบ ๆ ในบริเวณที่พบเห็ด ศึกษาความสัมพันธ์ของการเจริญของรา Ectomycorrhiza กับการเจริญเติบโตของกล้าไม้เต็งรัง (*Shorea siamensis* Miq.) และได้ศึกษาลักษณะทางชีวโมเลกุลของตัวอย่างเห็ดใน Family Amanitaceae และ Family Boletaceae โดยได้ผลการศึกษาดังนี้

5.1 ชนิดและปริมาณของเห็ดในป่าเต็งรังเขตอุทยานแห่งชาติภูพาน อำเภอภูพาน จังหวัดสกลนคร

จากการสำรวจและเก็บตัวอย่างเห็ด เดือนละ 1-2 ครั้ง โดยเดือนที่เก็บตัวอย่างเดือนละ 1 ครั้ง คือ เดือนตุลาคม พฤศจิกายน ธันวาคม มกราคม กุมภาพันธ์ มีนาคม และเก็บเดือนละ 2 ครั้ง ในเดือน เมษายน พฤษภาคม มิถุนายน กรกฎาคม สิงหาคม กันยายน ในปี พ.ศ. 2551-2552 เป็นเวลา 2 ปี พบว่า

ในปี 2551 พบทั้งหมด 30 ชนิด แบ่งเป็น 1 Kingdom, 1 Phylum, 1 Class, 6 Order, 8 Family คือ Kingdom Fungi, Phylum Basidiomycota, Class Basidiomycetes

Order Agaricales จำนวน 2 family คือ Family Pluteaceae พบ 3 ชนิด ได้แก่ *Amanita hemibapha* (Ber.&br.) sacc. subsp. *javanica* Cor. & Bas., *A. princeps* Cor. & Bas. และ *A. umbrinolutea* (Sacc. ex Gillet) Bataille และ Family Tricholomataceae พบ 3 ชนิด ได้แก่ *Termitomyces microcarpus* (Berk. & Br.) R. Heim, *T. perforans* Heim และ *T. striatus* f. *griseus* Heim

Order Boletales จำนวน 3 family คือ Family Boletaceae พบ 8 ชนิด ได้แก่ *Boletus chrysenteron* Bull., *Boletus campestris* A.H. Smith & Thiers, *B. griseipurpureus* Corner., *B. edulis* Bull. ex Fr., *B. luridus* Schaeffer ex Fr. และ *Heimiella retispora* (Pat. & Bak.) Boedijn, Family Sclerodermataceae

พบ 1 ชนิด ได้แก่ *Astraeus hygrometricus* (Pers.) Morg และ Family Hymenogasteraceae พบ 1 ชนิด ได้แก่ *Mycoamaranthus cambodgensis* (Pat.) Trappe, S. Lumyong, P. Lumyong, Sanmee & Zhu L. Yang

Order Cantharellales จำนวน 1 family คือ Family Cantharellaceae พบ 2 ชนิด ได้แก่ *Cantharellus cibarius* Fries และ *Craterellus aureus* Berk. & Curtis

Order Polyporales จำนวน 1 family คือ Family Polyporaceae พบ 2 ชนิด ได้แก่ *Lentinus polychlorus* Lév. และ *Microporus xanthopus* (Fr.) Ktz.

Order Russulales จำนวน 1 family คือ Family Russulaceae พบ 12 ชนิด ได้แก่ *Lactarius aquifluus* Peck, *L. glaucescens* Crossl., *L. piperatus* (Scop ex Fr.) S.F. G., *L. vellereus* (Fr.) Fr., *L. vietus* (Fr.ex Fr.) Fr., *Russula densifolia* (Secr.) Gill, *R. emetica* (Schaeff. & Fr.) S.F. Gray., *R. xelampelina* (Schaeff.) Fr., *R. foetens* (Pers.) Fr., *R. rosacea* (Pers. ex Secr.) Fries, *R. violeipes* Quél. และ *R. virescens* (Schaeff.) Fries

ในปี 2552 พบทั้งหมด 30 ชนิด แบ่งเป็น 1 Kingdom, 1 Phylum, 1 Class, 5 Order, 7 Family คือ Kingdom Fungi Phylum Basidiomycota Class Basidiomycetes

Order Agaricales จำนวน 2 family คือ Family Pluteaceae พบ 3 ชนิด ได้แก่ *Amanita hemibapha* (Ber.&br.)sace. subsp. *javanica* Cor. & Bas., *A. princeps* Cor. & Bas. และ *A. umbrinolutea* (Secr. ex Gillet) Bataille และ Family Tricholomataceae พบ 3 ชนิด ได้แก่ *Termitomyces microcarpus* (Berk. & Br.) R. Heim, *T. perforans* Heim และ *T. striatus* f. *griseus* Heim

Order Boletales จำนวน 3 family คือ Family Boletaceae พบ 8 ชนิด ได้แก่ *Boletus chrysenteron* Bull., *Boletus griseipurpureus* Cor., *B. curtisii* M.A. Curtis, *B. edulis* Bull. ex Fr., *B. luridus* Schaeffer ex Fr. และ *B. nobilis* Peck และ Family Sclerodermataceae พบ 1 ชนิด ได้แก่ *Astraeus hygrometricus* (Pers.) Morg และ Family Hymenogasteraceae พบ 1 ชนิด ได้แก่ *Mycoamaranthus cambodgensis* (Pat.) Trappe, S. Lumyong, P. Lumyong, Sanmee & Zhu L. Yang

Order Cantharellales จำนวน 1 family คือ Family Cantharellaceae พบ 2 ชนิด ได้แก่ *Cantharellus cibarius* Fries และ *Craterellus aureus* Berk. & Curtis

Order Russulales จำนวน 1 family คือ Family Russulaceae พบ 14 ชนิด ได้แก่ *Lactarius aquifluus* Peck, *L. glaucescens* Crossl., *L. piperatus* (Scop. ex Fr.) S.F. Gray, *L. vellereus* (Fr.) Fr., *L. vietus* (Fr.ex Fr.) Fr., *Russula alboareolata* Hongo , *R. cyanoxantha* (Schaeff. ex Secr.) Fr., *R. densifolia* (Secr.) Gill, *R. emetica* (Schaeff. & Fr.) S.F. Gray., *R. xelampelina* (Schaeff.) Fr., *R. foetens* (Pers.) Fr., *R. rosacea* (Pers. ex Secr.) Fries, *R. violeipes* Quél. และ *R. virescens* (Schaeff.) Fries

5.1.1 สภาพแวดล้อมทางกายภาพ

5.1.1.1 อุณหภูมิ ในปี 2551 และในปี 2552

จากการตรวจวัดอุณหภูมิของอากาศบริเวณที่เก็บตัวอย่างเห็ด พบว่า อุณหภูมิต่ำสุดเท่ากับ 28 °C พบ 7 ชนิด คือ เห็ดผึ้งขาว เห็ดปอดม้า เห็ดปลวกจิก เห็ดปลวกดาบ เห็ดปลวกไก่อ้อย เห็ดข้าขาว เห็ดขิง และอุณหภูมิสูงสุดเท่ากับ 31 °C พบ 5 ชนิด คือ เห็ดหน้าวัว เห็ดน้ำแป้ง เห็ดแดงกุหลาบ เห็ดเผาะ (ถอบ) และเห็ดกรวยทองดา อุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ในช่วง 29-30 °C พบ 22 ชนิด คือ เห็ดระโงกขาว เห็ดระโงกเหลือง เห็ดไส้เดือน เห็ดผึ้งขาว เห็ดผึ้งเหลือง เห็ดผึ้งแยะ เห็ดผึ้งขม เห็ดหำพาน เห็ดมันปูเล็ก เห็ดมันปูใหญ่ เห็ดข้า เห็ดหาด เห็ดหน้าขาว เห็ดหน้ามูม เห็ดก่อแดง เห็ดถ่านน้อย เห็ดไถล เห็ดหน้าม่วง เห็ดหน้ามาก เห็ดดับเต่าราชา เห็ดดับเต่าภูหลวง และเห็ดบด อุณหภูมิส่วนใหญ่ไม่แตกต่างกันมากนัก

5.1.1.2 ความชื้นสัมพัทธ์ ในปี 2551 และในปี 2552

จากผลการตรวจวัดความชื้นของบริเวณที่เก็บสำรวจเห็ดตัวอย่าง พบว่า ค่าต่ำสุดของความชื้นสัมพัทธ์มีค่า 54 % พบ คือ เห็ดผึ้งขม ส่วนค่าสูงสุดของความชื้นสัมพัทธ์มีค่า 96 % พบ คือ เห็ดผึ้งขาว ร้อยละ 80 ของเห็ดราเอคโตไมคอร์ไรซาเกิดในช่วงที่อากาศมีความชื้นสัมพัทธ์ สูงมีค่า (68 % - 96%) ความชื้นสัมพัทธ์ช่วงนี้พบ 28 ชนิด ร้อยละ 20 ของเห็ดราเอคโตไมคอร์ไรซา เกิดในช่วงอากาศที่มีความชื้นสัมพัทธ์ปานกลางมีค่า (54 % - 67%) ความชื้นสัมพัทธ์ช่วงนี้พบ 6 ชนิด เห็ดราเอคโตไมคอร์ไรซาเกิดขึ้นในช่วงความชื้นสัมพัทธ์ที่ไม่ค่อยแตกต่างกันนัก

5.1.1.3 ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของดินในบริเวณที่พบเห็ดในปี 2551 และในปี 2552

ค่า pH ของดินในบริเวณที่พบเห็ดราเอคโตไมคอร์ไรซามีค่าอยู่ระหว่าง 6-8 เห็ดส่วนใหญ่เกิดในดินที่มีค่า pH ระหว่าง 6.8-7.2 เป็นเห็ดกินได้ทั้งหมด 32 ชนิด ยกเว้นเป็นเห็ดที่กินไม่ได้

5.1.1.4 ความเข้มของแสงของปี 2551 และในปี 2552

ความเข้มของแสงในบริเวณที่เก็บตัวอย่างเห็ดอยู่ในช่วง 150 -1,800 Lux จะเห็นได้ว่ามีค่าที่แตกต่างกันไปตามชนิดของเห็ด และเห็ดที่พบในบริเวณที่มีความเข้มแสงต่ำสุด คือ เห็ดมันปูเล็กและเห็ดดับเต่าภูหลวงซึ่งมีค่าอยู่ในช่วงแสง 150 Lux ส่วนเห็ดที่พบในบริเวณที่มีความเข้มแสงสูงสุด คือ เห็ดผึ้งขม มีค่าอยู่ในช่วง 1,800 Lux ส่วนใหญ่นั้นความเข้มแสงมีค่าอยู่ระหว่าง 200-1,600 Lux ส่วนมากก็ถือว่าเห็ดเหล่านี้เกิดในบริเวณที่โล่งแจ้ง

แหล่งกำเนิดของเห็ดแต่ละชนิดแตกต่างกัน เห็ดเกิดทุกชุมชนตามธรรมชาติ ในฤดูฝน ตามป่าบนภูเขา ทุ่งนา ทุ่งหญ้า พื้นดิน ต้นไม้ ขอนไม้ ส่วนใหญ่มีชีวิตอยู่ตามอินทรีย์วัตถุ เช่น กองปุ๋ยหมัก มูลสัตว์ พืชที่ตายแล้ว บางชนิดเป็นพืชของต้นไม้ เช่น เห็ดปะการัง สีชมพู เห็ดมะขาม

บางชนิดเกิดในดินจอมปลวก เช่น เห็ดโคน เป็นต้นบางชนิดเป็นประโยชน์ต่อพืชเมื่ออยู่ร่วมกัน โดยเห็ดชนิดหลังนี้ จะช่วยให้พืชใช้อาหารในดินได้ดีขึ้น ส่วนพืชให้อาหารที่เกิดบริเวณมีความชื้น ได้แก่ เห็ดตับเต่า (*Boletus colossus* Heim)

ลักษณะวิสัยของเห็ดแต่ละชนิดแตกต่างกัน เกิดเป็นดอกเดี่ยว ขึ้นเป็นกลุ่ม เป็นกลุ่มโคนชิดกัน บางชนิดขึ้นซ้อนกันเป็นชั้น ๆ หรือซ้อนติดเป็นเนื้อเดียวกัน เห็ดชนิดหลังนี้เกิดติดต่อกันหลายปีทำให้ดอกใหญ่ขึ้นทุกปี และไม่พุ่มเปื้อยเนาไปเหมือนเห็ดชนิดอื่น (อนงค์ จันทศรีกุล, 2542)

5.2 ชนิดเห็ดที่รับประทานได้ที่เป็น Ectomycorrhiza บางชนิดใน Family Amanitaceae และ Family boletaceae

เห็ดที่รับประทานได้มีทั้งหมด 32 ชนิด และเห็ดที่รับประทานไม่ได้มีทั้งหมด 2 ชนิด

5.2.1 เห็ดที่รับประทานได้ ได้แก่ เห็ดระโงกเหลือง เห็ดระโงกขาว เห็ดปลวกจิก เห็ดปลวกไถ่น้อย เห็ดปลวกตาบ เห็ดผึ้งขาด เห็ดผึ้งเหลือง เห็ดตับเต่าราชา เห็ดผึ้งแยะ เห็ดตับเต่าภูหลวง เห็ดผึ้งชม (เสม็ด) เห็ดห้าฟัน เห็ดมันปูใหญ่ เห็ดมันปูเล็ก (ขมิ้นน้อย) เห็ดเผาะ(ถอบ) เห็ดหาด เห็ดบด เห็ดข่า เห็ดขิง เห็ดผึ้งเหลือง เห็ดปอดม้า เห็ดผึ้งขาว เห็ดข่าขาว เห็ดหนามุม เห็ดหน้าขาว เห็ดลูกแป้ง เห็ดถ่านเล็ก เห็ดแดงน้ำหมาก เห็ดก่อ เห็ดหน้าจั่ว เห็ดแดงกุหลาบ เห็ดโคล และเห็ดหน้าม่วง

5.2.2 เห็ดที่รับประทานไม่ได้ ได้แก่ เห็ดไส้เดือน และเห็ดกรวยทองคาถู

5.3 ความสัมพันธ์ระหว่าง Ectomycorrhiza กับกล้าไม้ต้นรัง (*Shorea siamensis* Miq.) ที่ก่อให้เกิดเห็ดใน Order Agaricales Family Amanitaceae และ Family Boletaceae

การหาความสัมพันธ์ของเชื้อเอกโตไมคอร์ไรซากับพืชตระกูลยางบางชนิดโดยทำการวัดการเจริญเติบโตทางด้านความสูงและเส้นรอบวงของต้นกล้ารัง ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง Ectomycorrhiza จำนวน 5 ชนิด คือ เห็ดระโงกขาว เห็ดระโงกเหลือง เห็ดตับเต่ากระแดง เห็ดผึ้งชม (เสม็ด) และเห็ดปอดม้า กับกล้าไม้ต้นรัง (*Shorea siamensis* Miq.) พบว่า

ระดับความเข้มข้นของสปอร์และชนิดของเห็ด มีผลต่อการส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้นกล้ารัง โดยพบว่า ความเข้มข้นของสปอร์ที่ระดับ 50,000 สปอร์ ทำให้ต้นกล้ารังมีการเจริญเติบโตทางด้านความสูงและเส้นรอบวงสูงที่สุด และพบว่าเห็ดชนิดที่ 2 (*Amanita hemibapha* (Berk. & Br.) Sacc. subsp. *javanica* Cor. & Bas.) เป็นเห็ดที่ทำให้ต้นกล้ารังเจริญเติบโตดีที่สุด รองลงมาคือ เห็ด

ชนิดที่ 3 (*Boletus chrysenteron* Bull.) และเห็ดชนิดที่ 4 (*Boletus griseipurpureus* Cor.) ตามลำดับ เมื่อปลูกลงในกล้ารังนก 12 เดือน

เห็ด *Ectomycorrhiza* ชนิดที่ 2 (*Amanita hemibapha* (Berk. & Br.) Sacc. subsp. *javanica* Cor. & Bas.) ชนิดที่ 3 (*Boletus chrysenteron* Bull.) และชนิดที่ 4 (*Boletus griseipurpureus* Cor.) ที่ความเข้มข้นของสปอร์ 50,000 ทำให้ต้นรังมีความสูงและเส้นรอบวงของลำต้นสูงกว่าเห็ดชนิดอื่น ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีแสงเทียน และอุทัยวรรณ แสงวณิช (2537) ได้ทำการทดสอบการเจริญเติบโตของกล้าไม้ยางนาในดินนิ่งฆ่าเชื้อโดยไม่ได้รับการปลูกเชื้อราและได้รับการปลูกเชื้อราเอคโตไมคอร์ไรซา ด้วยการใช้น้ำส่วนของดอกเห็ด 3 ชนิด คือ เห็ดตะไคล (*Russula aeruginea* Lindbl.) เห็ดน้ำแป้ง (*R. albida* Peck) และเห็ดน้ำหมาก (*R. sanguinea* Fr.) ในสภาพเรือนเพาะชำโดยใช้แผนการทดลองแบบ complete randomized design มีทั้งหมด 4 ทรีตเมนต์ แต่ละทรีตเมนต์มี 5 ซ้ำ ทำการวัดความสูงและเส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้นที่ระดับคอรากของกล้าไม้ทุกเดือนและเมื่อกล้าไม้มีอายุครบ 7 เดือน นำส่วนต่าง ๆ ของกล้าไม้ไปอบและชั่งน้ำหนักเพื่อหาน้ำหนักแห้งของส่วนยอด ส่วนราก น้ำหนักแห้งรวมและค่าร้อยละของน้ำหนักแห้งของรากเอคโตไมคอร์ไรซา ผลการทดลองปรากฏว่ากล้าไม้ใน 4 ทรีตเมนต์ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางด้านความสูง เส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้นระดับคอราก น้ำหนักแห้งของส่วนยอด ส่วนรากและน้ำหนักแห้งรวม โดยกล้าไม้ที่ได้รับการปลูกเชื้อราด้วยชิ้นส่วนของดอกเห็ดตะไคลมีการเจริญเติบโตในทุกด้าน ทั้งลำข้างต้นสูงที่สุด รองลงมาคือกล้าไม้ที่ปลูกเชื้อด้วยเห็ดน้ำหมาก เห็ดน้ำแป้งและไม่ได้รับการปลูกเชื้อราใด ๆ ตามลำดับ แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของอัตราส่วนระหว่างน้ำหนักแห้งของส่วนยอดต่อส่วนราก ค่าร้อยละของน้ำหนักแห้งของรากเอคโตไมคอร์ไรซาในระหว่างทรีตเมนต์ และสรุปว่าเห็ดตะไคลและเห็ดน้ำหมากมีความเหมาะสมในการเป็นเอคโตไมคอร์ไรซากับกล้าไม้ยางนามากกว่าเห็ดน้ำแป้ง และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Shyun, C.Y. and et al (1996) รายงานผลการศึกษาเบื้องต้นของการศึกษาการรอดตาย (Survival) และการแข่งขัน (Competitiveness) ของเชื้อรา *Pisolithus tinctorius* 2 ชนิด คือ Pt441 จากประเทศบราซิล และ Ptmsn จากประเทศไทยที่ปลูกเชื้อลงในกล้าไม้ยางนา (*Shorea glauca*) แล้วย้ายปลูกลงในพื้นที่ป่าที่กำลังฟื้นตัว (Regenerated forest) และพื้นที่ที่ทำไม้ไปแล้ว (Logged-over forest) ในประเทศมาเลเซีย ผลการทดลองพบว่า เชื้อราไมคอร์ไรซา Ptmsn ที่ปลูกลงในกล้าไม้ยางนามีการรอดตายไม่ดึกและถูกปกคลุม (Outcompeted) ด้วยเชื้อราไมคอร์ไรซาที่มีอยู่ตามธรรมชาติในพื้นที่ป่าที่กำลังฟื้นตัวภายหลังการย้ายปลูกลง 6 เดือน ส่วนเชื้อราไมคอร์ไรซา Ptmsn และ Pt441 ที่ปลูกลงในกล้าไม้ *Shorea glauca* Roxb. มีการรอดตายต่ำและถูกปกคลุมด้วยเชื้อราไมคอร์ไรซาที่มีอยู่ตามธรรมชาติในพื้นที่ที่ทำไม้ไปแล้วภายหลังการย้ายปลูกลง 6 เดือน และสอดคล้องกับงานวิจัยของสมศักดิ์ ไชยมงคล (2529) ได้ศึกษาผลของการใช้เชื้อราอีเอไมคอร์ไรซา ร่วมกับการ

ใส่ปุ๋ยฟอสเฟตในระดับต่าง ๆ ก่อนการเจริญเติบโตของถั่วเขียว โดยใช้เชื้อราวิเอไมคอร์ไรซา 5 ชนิด คือ *Glomus mosseae*, *Glomus monosporus*, *Glomus macrocarpum*, *Glomus fasciculatum* และ *Acaulospora trappei* และใส่ปุ๋ยฟอสเฟต 3 ระดับ คือ 0, 15 และ 30 กิโลกรัม P₂O₅/เฮกตาร์ พบว่า เชื้อรา *Glomus macrocarpum* มีแนวโน้มว่าจะมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของถั่วเขียว เมื่อนำเชื้อนี้ไปทดลองในภาคสนาม โดยใส่ปุ๋ยฟอสเฟตในอัตรา 0, 5, 10 และ 15 กิโลกรัม/ต่อเฮกตาร์ พบว่าไม่มีผลต่อการเจริญของถั่วเขียว และสอดคล้องกับงานวิจัยของพูนพิไล สุวรรณฤทธิ์ และคณะ (2536) ได้ศึกษาผลของเชื้อราวิเอไมคอร์ไรซา 2 ชนิด ต่อการเจริญเติบโตของต้นสัก พบว่า ส่วนสูงและเส้นรอบวงของต้นสัก ซึ่งปลูกเชื้อราทั้ง 2 ชนิด ไม่แตกต่างกัน

5.4 การจำแนกชนิดเห็ดในกลุ่ม Amanitaceae และ Boletaceae โดยอาศัยลักษณะทางชีวโมเลกุล

จากการตรวจหา homology research ของลำดับ nucleotide ใน ITS-rDNA ของเห็ดที่เก็บจากป่าเต็งรัง เปรียบเทียบกับ nucleotide ของเห็ดในฐานข้อมูลของ DNA Data Bank of Japan (DDBJ) โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ BLASTn พบว่า ผลการวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ของ *Boletus nobilis* Peck มีความคล้ายคลึงกับ *Heimiella retispora* ที่เปอร์เซ็นต์ identity เท่ากับ 97% *Boletus edulis* มีความคล้ายคลึงกับ *Tylopilus felleus* ที่เปอร์เซ็นต์ identity เท่ากับ 91% *Heimiella retispora* มีความคล้ายคลึงกับ *Xerocomus* sp. ที่เปอร์เซ็นต์ identity เท่ากับ 99% และ *Amianita princeps* มีความคล้ายคลึงกับ *Amanita egregia* ที่เปอร์เซ็นต์ identity เท่ากับ 98%

5.5 ข้อเสนอแนะ

5.5.1 ควรมีการศึกษาวิจัยความหลากหลายทางชีวภาพด้านอื่น ๆ ในบริเวณป่าแห่งนี้ เช่น ชนิดของผักพื้นเมืองที่กินได้ ชนิดของสมุนไพร ชนิดของไม้ยืนต้น และชนิดของแมลง เป็นต้น เพื่อจะได้เป็นข้อมูลทางพันธุกรรมของสิ่งแวดล้อม

5.5.2 ควรมีการกำหนดเขตพื้นที่สงวน ทำเป็นแหล่งศึกษาธรรมชาติ เพื่อรักษาสายพันธุ์เห็ดไว้ในสภาพธรรมชาติในพื้นที่ที่เหมาะสมและพบเห็ดชนิดต่าง ๆ ที่หลากหลาย แต่ทั้งนี้ต้องไม่ทำให้ประชาชนรู้สึกปิดกั้นโอกาสในการใช้ทรัพยากร ซึ่งการดำเนินการนี้จะส่งผลดีต่อการศึกษาค้นคว้าและการเก็บรักษาพันธุกรรมตามธรรมชาติต่อไป โดยพื้นที่นี้ไม่ควรให้ประชาชนเข้าไปใช้ประโยชน์อื่นใดรวมทั้งเก็บเห็ดด้วย

5.5.3 ควรมีการจัดตั้งกลุ่มหรือองค์กรของประชาชนในพื้นที่ เพื่อทำหน้าที่จัดการดูแลกำหนดกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ในการเก็บเห็ดหรือใช้ประโยชน์อื่นใด ทั้งในพื้นที่ป่าธรรมชาติและโลกใน

ชุมชนต่าง ๆ และพัฒนาเป็นเครือข่ายร่วมกันเพื่อการแลกเปลี่ยนความรู้ ข้อมูล ประสบการณ์และการประสานงานให้เกิดการจัดการอย่างมีประสิทธิภาพ และองค์กรเหล่านี้อาจจะเป็นทางการหรือไม่ก็ได้ แต่ควรเป็นความคิดริเริ่มของชาวบ้านเอง โดยที่ส่วนราชการและผู้นำท้องถิ่นต้องให้ความสำคัญและผ่อนปรนการใช้มาตรการทางกฎหมายที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้อำนาจแก่ประชาชนมีโอกาสในการจัดการทรัพยากรท้องถิ่นของตนเองได้มากขึ้น

5.5.4 สนับสนุนให้โรงเรียนต่าง ๆ ที่อยู่ในพื้นที่ มีการเก็บข้อมูล และศึกษาวิจัยอย่างต่อเนื่อง เป็นโอกาสให้เด็กและเยาวชนมีส่วนร่วมในการวิจัยภาคสนาม การจัดทำโครงการด้านเห็ดและขยายผลแก่ชุมชนต่อไป

5.5.5 ควรมีการวิจัยเพื่อเก็บตัวอย่างเห็ด และนำมาทดลองเพาะขยายพันธุ์ ชนิด และสายพันธุ์เห็ดที่หายากในสภาพที่มีชีวิต ปรับปรุงพันธุ์ และผลิตในเชิงธุรกิจ เผยแพร่สู่ประชาชนต่อไป

5.5.6 คัดเลือกเห็ดที่มีศักยภาพทางเศรษฐกิจ และนำมาทดลองพันธุ์เห็ดที่มีศักยภาพทางเศรษฐกิจ ทั้งในสภาพพื้นที่ธรรมชาติ เลียนแบบธรรมชาติ และการประยุกต์เทคโนโลยีการเพาะเห็ดสมัยใหม่ โดยนำข้อมูลสภาพแวดล้อมทางกายภาพชีวภาพของเห็ด การศึกษาวงจรชีวิตของเห็ดไปประยุกต์จัดรูปแบบให้เหมาะสมกับเห็ดชนิดต่าง ๆ ผลการศึกษาจะเป็นประโยชน์ต่อแนวทางการอนุรักษ์เห็ดในพื้นที่ธรรมชาติ และชาวบ้านสามารถนำไปใช้ในการประกอบอาชีพได้ ซึ่งหากผลิตได้มากพอก็จะลดแรงกดดันของประชาชนที่จะเข้าไปเก็บเห็ดในป่าได้ โดยเฉพาะการทดลองในสวนป่าของประชาชน ของกรมป่าไม้ ป่าในโรงเรียน และวัดป่า และจัดทำเป็นหลักสูตรอบรมเผยแพร่ความรู้แก่ชาวบ้านและนักเรียนต่อไป

เอกสารอ้างอิง

เอกสารอ้างอิง

- กรกช จันทร. อนุกรมวิธานเชิงสัณฐานและโมเลกุลของเห็ดผึ้ง (*Boletes*) ในเขตอุทยานแห่งชาติน้ำหนาว และภูเรือ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2551.
- กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช. ข้อมูลสถิติอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช. กรุงเทพฯ : สำนักแผนงานและสารสนเทศ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช, 2547.
- กิตติมา รามัญวงษ์. ความหลากหลายของราเวสคิวลาร์-อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาของสักและผลที่มีต่อการเจริญเติบโตของกล้าสัก. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2541.
- เกษม สร้อยทอง. เห็ดและราขนาดใหญ่ในประเทศไทย. อุบลราชธานี : สำนักพิมพ์ศิริธรรมออฟเซต, 2537.
- ดีพร้อม ไชยวงศ์เกียรติ. การเพาะเห็ดและเห็ดบางชนิดในประเทศไทย. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2513.
- ดอกรัก มารอด. การสุ่มตัวอย่างสังคมพืชในแนวทางในการศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพ. โครงการจัดตั้งศูนย์ศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพ. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2542.
- ถาวร ธรรมกรณ์. การศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของเห็ดในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาสอยดาวและการทดสอบสารออกฤทธิ์จากเห็ดในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราสาเหตุโรคพืช. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2544.
- ทनुวงศ์ แสงเทียน. เอกโดไมคอร์ไรซาของไม้ยางนา (*Dipterocarpus alatus* Roxb.) และผลที่มีต่อการเจริญของกล้าไม้. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2534.
- ทनुวงศ์ แสงเทียน และอุทัยวรรณ แสงวนิช. “การเจริญเติบโตของกล้าไม้ยางนา (*Dipterocarpus alatus* Roxb.) ที่ได้รับการปลูกเชื้อเอกโดไมคอร์ไรซา”, วารสารวนศาสตร์. 13 : 22-28, 2537.
- ธีรวัฒน์ บุญทวีคุณ. เทคนิคการเพาะเชื้อราเอกโดไมคอร์ไรซากับกล้าไม้ในเขตร้อนในเรือนเพาะชำ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2533.
- นิวัฒน์ เสนาะเมือง. เรื่องน่ารู้เกี่ยวกับรา. ขอนแก่น : โรงพิมพ์พระธรรมขันธ์, 2543.
- บารมี สกลรักษ์, อุทัยวรรณ แสงวนิช และบุญวงศ์ ไทยอุดสาห์. “ความหลากหลายของเห็ดในสวนป่าไผ่ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่”, วารสารวนศาสตร์. 26 : 12-20, 2550.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- บุญชู บุญทวี. “ไม้ไทยที่ควรปลูก”, ใน เอกสารเผยแพร่วิชาการป่าไม้. กรุงเทพฯ : สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้, 2540.
- ปรเมษฐ์ รัชยาวงศ์ และ Flegel T.W. เห็ดและราในประเทศไทย. กรุงเทพฯ : ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ, 2544.
- ปรีชา กลิ่นเกสร และธิดา โชติกเสถียร. “การสำรวจ เก็บ และรวบรวมเห็ด (Macro fungus) ในพื้นที่บริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาสอยดาวและพื้นที่ใกล้เคียง”, ใน การประชุมวิชาการประจำปีโครงการ BRT ครั้งที่ 5. น.18. อุตรธานี : โรงแรมนภาลัย, 2544.
- พิทักษ์ วงษ์ชาติ. ความหลากหลายทางชีวภาพของเห็ดกับวิถีชีวิตของประชาชนในเขตป่าศูนย์ศึกษาพัฒนาภูพาน. สกลนคร : สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, 2544.
- พูนพิไล สุวรรณฤทธิ์, อมรา จันทนโอ และยุพา มงคลสุข. รายงานผลงานวิจัยฉบับสมบูรณ์เรื่องการคัดเลือกเชื้อราเอนโดไมคอร์ไรซาซึ่งเหมาะสมกับการเจริญของสักซึ่งได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ. กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, 2536.
- พรพิมล อธิปัญญาคม. ชนิดและการเพิ่มปริมาณเชื้อราเวสสิคูลาร์ อาบัสคูลาร์ ไมคอร์ไรซา และผลของการเจริญเติบโตของส้ม. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2531.
- เย็นใจ วสุวัต, ออมทรัพย์ นพอมรบดี และภูษิต วิวัฒนวงษ์นา. การศึกษาผลของเชื้อราเอ็นโดไมคอร์ไรซาต่อการเจริญเติบโตและการดูดธาตุอาหารของข้าวโพด. กรุงเทพฯ : กองวิจัยโรคพืช กรมวิชาการเกษตร, 2521.
- รัชดาภรณ์ เบญจพัฒนานนท์, ปิยะดา ชีระกุลพิศุทธิ์ และวิชัย พัวรุ่งโรจน์. การศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของเห็ดและแนวทางพัฒนาการจำแนกเห็ดมีพิษอย่างบูรณาการ กรณีศึกษาดำบลท่าลี่ อำเภอท่าลี่ จังหวัดเลย. เลย, 2551.
- ราชบัณฑิตยสถาน. เห็ดกินได้และเห็ดมีพิษในประเทศไทย. กรุงเทพฯ : บริษัทอมรินทร์พริ้นติ้ง แอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด, 2539.
- วสันต์ เพชรรัตน์, ปรีชา กลิ่นเกสร และอนิวรรต เฉลิมพงษ์. “การสำรวจเก็บและรวบรวมเห็ดในพื้นที่บริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้างและพื้นที่ใกล้เคียง”, ใน การประชุมวิชาการประจำปีโครงการ BRT ครั้งที่ 5. น.19. อุตรธานี : โรงแรมนภาลัย, 2544.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- วสันต์ เพชรรัตน์. รายงานการวิจัยเรื่องการสำรวจเก็บ และรวบรวมเห็ด (macrofungi) ในพื้นที่บริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโดนงาช้างและพื้นที่ใกล้เคียง. สงขลา : ภาควิชาการจัดการศัตรูพืช มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2552.
- วัลลภ พรหมทอง. เคล็ดลับการขยายพันธุ์พืชเป็นอาชีพ. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มติชน, 2544.
- วิชัย รักวิทยาศาสตร์. ราวิทยาเบื้องต้น. กรุงเทพฯ : จามจุรีโปรดักท์, 2546.
- วินัย กลิ่นหอม และอุษา กลิ่นหอม. เห็ดเป็นยาแห่งป่าอีสาน. มหาสารคาม: ปาปรัส พับลิเคชั่น, 2548.
- วิโรจน์ ปิยะวิทยานันท์ และนันทิwa พลพินิจ. การศึกษาและสำรวจความหลากหลายทางชีวภาพของเห็ดกับวิถีชีวิตของประชาชนในเขตป่าดงชุมแคม ป่าโคกใหญ่ ป่าภูผาแง่มและป่าลาดค่าง ตำบลกกคู้ อำเภอเมือง จังหวัดเลย. เลย : มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย, 2545.
- วิสุทธิ ใบไม้. เห็ดพิษ. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช, 2543.
- วีระศักดิ์ ศักดิ์ศิริรัตน์ และคณะ. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์เรื่องความหลากหลายชนิดและแนวทางการใช้ประโยชน์ของเห็ดราขนาดใหญ่ในเขตอนุรักษ์พันธุ์กรรมพืชจังหวัดขอนแก่นและชัยภูมิ. ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2551.
- ศศิธร เอี่ยมธนะมาศ และอาศยา ศิริอาทาร์ย์. เห็ดและราในประเทศไทย. กรุงเทพฯ : สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2544.
- ศิวพงศ์ จำรัสพันธุ์ และช่วยชูศรี ศรีภูม้น. การศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของเห็ดและวิถีชีวิตของประชาชนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน เพื่อการใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน. อุดรธานี : มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี, 2546.
- สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. เห็ดในป่าสะแกราช. กรุงเทพฯ : อรุณการพิมพ์, 2550.
- สมศักดิ์ ไชยมงคล. การศึกษาเบื้องต้นเพื่อการใช้เชื้อรา ไวเอไมคอรไรซา ช่วยเพิ่มผลผลิตถั่วเขียว. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2529.
- สมบูรณ์ บุญยี่น. ผลของเชื้อเอคโคไมคอรไรซา ไพโซไลทัส ทิงธอเลียส ต่อการเจริญเติบโตและดูดซับธาตุอาหารของกล้าไม้ยูคาลิปตัส กามาดูเลนซิส และสนคาริเบียที่ปลูกบนมูลดินเหมืองแร่. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2532.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- สุธาวิ แก้วตระกูล. การสำรวจความหลากหลายทางชีวภาพของเห็ดในเขาชอนเคือ อำเภอดาเกี๊ยะ จังหวัดนครสวรรค์. นครสวรรค์ : คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์, 2553.
- สมาลี พิษยางกูร. เห็ดโคนและลูกผสมฟิวแซนด์. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช, 2542.
- เสาวลักษณ์ พงษ์ไพจิตร และคณะ. “ความหลากหลายทางชีวภาพของเห็ดในป่าฮาลาบาลา จังหวัดนราธิวาส”, ใน การประชุมวิชาการประจำปีโครงการ BRT ครั้งที่ 5. น.10. อุรธานี : โรงแรมนภาลัย, 2544.
- อนงค์ จันทศรีกุล. เห็ดเมืองไทย. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช, 2527.
- _____. เห็ดเมืองไทย. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช, 2542.
- อนงค์ จันทศรีกุล, พูนพิไล สุวรรณฤทธิ์, อุทัยวรรณ แสงวนิช, Morinaga, T., Nishizawa, Y. และ Murakami, Y. ความหลากหลายของเห็ดและราขนาดใหญ่ในประเทศไทย. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2551.
- อนิวรรณ เกลิมพงษ์. “การวิจัยและการใช้ประโยชน์วีเอไมคอร์ไรซาด้านการป่าไม้”, ใน เอกสารการสัมมนา เรื่อง วีเอไมคอร์ไรซาและการประยุกต์ใช้ทางการเกษตรและสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ : โรงแรมมารวยการ์เด็นท์, 2540.
- อนิวรรณ เกลิมพงษ์ และธีรวัฒน์ บุญทวีคุณ. การสำรวจเชื้อราไมคอร์ไรซาที่สัมพันธ์กับรากต้นไม้ในระบบนิเวศน์วิทยาป่าเต็งรังท้องที่ป่าสะแกราช. กรุงเทพฯ : ฝ่ายแผนที่ภาพถ่ายทางอากาศและดาวเทียม กองจัดการป่าไม้ กรมป่าไม้, 2524.
- _____. การสำรวจเชื้อราไมคอร์ไรซาในระบบนิเวศวิทยาป่าดิบแล้ง. กรุงเทพฯ : กองบำรุงกรมป่าไม้, 2525.
- อนิวรรณ เกลิมพงษ์, เชิดศักดิ์ ทัพโพ และกิตติมา ราษฎร์. “โรคและจุลินทรีย์ของไม้ในวงศ์ไม้ยาง”, ใน เอกสารการสัมมนาผลการปฏิบัติงานปี 2539. กรุงเทพฯ : สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้, 2540.
- อุทัยวรรณ แสงวนิช. “เอคโตไมคอร์ไรซาของพืชป่าไม้”, ใน เอกสารประกอบการบรรยายในโครงการฝึกอบรมหลักสูตรการกำจัดศัตรูพืชป่าไม้ (โรคและแมลงศัตรูป่าไม้). กรุงเทพฯ : อาคารศูนย์วิจัยและฝึกอบรมการป่าไม้ กรมป่าไม้, 2534.
- อุทิศ ภูอินทร์. นิเวศวิทยาพื้นฐานเพื่อการป่าไม้. กรุงเทพฯ : ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2541.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- อุษา กลิ่นหอม. “รายชื่อเห็ดที่กินได้ของภาคอีสานจากการสำรวจตั้งแต่ปี 2545-2550 (ตอนที่1)”,
ข่าวสารเพื่อผู้เพาะเห็ด. 13(2) : 8-14, 2551.
- อรุณ โมณะตระกูล. ความหลากหลายทางชีวภาพของเห็ดในบริเวณป่าชุมชนคงใหญ่ อำเภอบ้านโป่ง
จังหวัดมหาสารคาม. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, 2545.
- Atkinson, D., Berta, G. and Hooker J.E. “Impact of mycorrhizal colonization on root
 architecture, root longevity and formation of growth regulators”, In Gianinazzi S,
 Schuepp H (eds) Impact of arbuscular mycorrhizas on sustainable agriculture and
 natural ecosystem. Basel: Birkhauser, 1994.
- Barnett. “Ectomycorrhizal fungi as experimental organisms”, In Arora DK, Rai B, Mukerji KG,
 Knusen GR (eds) Handbook of applied mycology, soil and plants. New York: Marell
 Dekker, , 1991.
- Chalermpongse, A. Paper presented to the Tentative Training Program on the Culture and Deep-
 processing Techniques of Edible Fungi for the Sino-Thai Scientific and Technical
 Cooperation Program 1993-1994. Bangkok: Organized by Kasetsart University
 Thailand, 1994.
- Choi, H.T., Wilk, R.L., and Ross, I.K. Formation of sclerotia in liquid culture of *Coprinus
 congregatus* and their phenoloxidase isozyme. UK: Mycologia, 1987.
- Duddridge, J.A. A comparative ultrastructural analysis of a range of mycorrhizal associations.
 UK: University of Sheffield, 1980.
- Fujita H, Fujita T. and Ito T. Study on cultivation technique of *Lyophyllum shimeiji* using infected
 tree seedling. Kyoto: Annu Rep For Exp Stn Kyoto Prefect, 1990.
- Harley, J.L. and Smith, S.E. Mycorrhizal symbiosis. London: Academic Press, 1983.
- Hawksworth, D.L., Kirk, P.M., Sutton, B.C. and Pegler D.N. Ainsworth & Bisby's Dictionary of
 the Fungi, 8th edition. UK: CAB International, Wallingford, 1995.
- Kibby, G. Mushroom and Other Fungi. Limpsfield: Dragon's World Ltd., 1992.
- Kirk, P.M., Cannon, P.E., David, J.C. and Stalpers, J.A. Dictionary of the Fungi 9th. UK: CABI,
 2001.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- Marx, D.H. and Barnett, J.P. "Mycorrhizae and Containerized Forest Tree Seeding Proc. of the North American Containerized Forest Tree Improvement Symposium", Great Plain Agriculture Publ. 68, 85-92, 1974.
- Mikola. Application of mycorrhizal symbiosis in Forest Practice, Ectomycorrhizae. New York: Academic Press Inc., 1973.
- Oei, P. Mushroom Cultivation: with Special Emphasis on Appropriate Techniques for Developing Countries. Tool: Publications Netherland, 1996.
- Ogawa, M. "Soil microbiology and mycorrhizae", In CFRL/TC Research Report No.3. pp. 101-110. Bangkok: JICA-Royal Forest Department, 1992.
- Pegler, D. and B. Spooner. The Mushroom Identifier. London: New Burling Books, 1992.
- Phanichapol, D. Cheeklist of Fungi in the forest herbarium. Bangkok: Natural History Bulletin Siam Society, 1968.
- Phillips, R. The Mushroom of North America. UK: Little, Brown and Company, 1991.
- Read, D.J. "Mycorrhizas in ecosystem-Nature's response to the Law of the Minimum", In Haksworth DL (ed) Frontiers in mycology. Wallingford: CAB International , 1978.
- Rosendahl, R. and Sen , T. "Isozyme analysis of mycorrhizal fungi and their mycorrhizas", Methods in Microbiology. 24: 169-194, 1992.
- Ruksawong, P. and Flegel, T.W. Thai Mussrooms and Other Fungi. Bangkok: BIOTEC Bangkok Herbarium, 2001.
- Schenck, N.C. and Rerez, Y. Manual foe the Identification of VA mycorrhizal fungi, 2nd edition. Florida: International Culture Collection of VA Mycorrhizal Fungi (INVAM), 1988.
- Shimwell, D.W. The Description and Classification of Vegetation. London: Sidgwick & Jackson Inc., 1971.
- Shyun, C.Y., Lapeyrie, F. and See, L.S. "The survival and competitiveness of *Pisolithus tinctorius* in outplanted seedlings of *Dipterocarpus alatus* and *Shorea glauca* in Malaysia: Preliminary report", In Abstracts of fifth round-table conference on Dipterocarps. Kijkar, S. Chiang Mai: ASEAN Forest Tree Seed Centre, 1994.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- Smith, F.A. and Smith, S.E. Mutualism and paratism: diversity in function and structure in the arbuscular (VA) mycorrhizal symbiosis. New York: Advance in Botanical Research, 1996.
- Triratana, S., Thaitatgoon, S., Gawgla, M. and Maher, M.J. "Cultivation of *Ganoderma lucidum* in sawdust bags. Mushroom Science XIII", 2nd ed. In Proceedings of the 13th international congress on the science and cultivation of edible fungi. 567-572. Rotterdam: A. A. Balkema, 1991
- Wang Y, Hall, I.R. and Evans, L. "Ectomycorrhizal fungi with edible fruiting bodies. 1. *Tricholoma matsutake*", Economic Botany. 51: 311-327, 1997.
- Warcup, J.H. "Ectomycorrhizal associations of Australian indigenous plant", New Phytol. 85: 531-535, 1980.
- Warcup, J.H. "The mycorrhizal relationships of Australian orchid", Newphytol. 87: 371-381, 1981.
- Wilcox, H.E. "Mycorrhizae", In Waisel Y, Eshel A, Kafkafi U (eds) Plant roots: The hidden half. New York: Marcel Dekker, 1971.
- Yanthasath, K. and Poonsawat S. "The occurrence and distribution of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi and its efficiency on forest tree seeding", In FORTROP Proceeding International Conference on Tropical Forestry in the 21st Century. pp. 87-99. Bangkok: Kasetsart University, 1996.
- Yelton, M.M., Hammer, J.E. and Timberlake, W.E. "Transformation of *Aspergillus nidulans* By using a TrpC Plasmid", Proc. Natl. Sci USA. 81: 1,470-1,474, 1984.
- Zak, B. "Characterization of ectomycorrhizas", In Marks GC, Kozlowski III (eds) Ectomycorrhizas-their ecology and physiology. New York: Academic Press, 1973.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่าง Ectomycorrhiza กับกล้าไม้ต้นรัง (*Shorea siamensis* Miq.)
ที่ก่อให้เกิดเห็ดใน Order Agaricales Family Amanitaceae และ Family Boletacea

ตารางที่ ก.1 ความสูงของต้นกล้ารั้ววันแรก ชุดควบคุมและชุดใส่สปอร์ของเห็ด 5 ชนิด
ที่ 500, 5,000 และ 50,000 สปอร์/ต้น

ตัวรับการทดลอง	ความสูง (เซนติเมตร)					ค่าเฉลี่ย
	1	2	3	4	5	
ชุดควบคุม	16.8	17	16.3	17.3	17.9	17.060 ab
ชุดควบคุม	16.6	17.4	16.7	16.9	17.8	17.080 ab
ชุดควบคุม	16.1	17	17.2	16.5	16.3	16.620 b
<i>Amanita princeps</i> Cor. & Bas.+สปอร์ 50,000	16.6	16.3	16.4	17.8	17.7	16.960 ab
<i>Amanita princeps</i> Cor. & Bas.+สปอร์ 5,000	16.6	16.3	16.4	17.8	17.7	16.960 ab
<i>Amanita princeps</i> Cor. & Bas.+สปอร์ 500	16.6	16.3	16.4	17.8	17.7	16.960 ab
เห็ด <i>Amanita hemibapha</i> (Berk. & Br.) Sacc. subsp. <i>javanica</i> Cor. & Bas.+สปอร์ 50,000	16	19.1	18	18.3	16.2	17.520 a
เห็ด <i>Amanita hemibapha</i> (Berk. & Br.) Sacc. subsp. <i>javanica</i> Cor. & Bas.+สปอร์ 5,000	17	17.1	16.8	18.2	18.2	17.460 a
เห็ด <i>Amanita hemibapha</i> (Berk. & Br.) Sacc. subsp. <i>javanica</i> Cor. & Bas.+สปอร์ 500	16.7	17	16.9	18.3	17.8	17.340 ab
เห็ด <i>Boletus chrysenteron</i> Bull.+สปอร์ 50,000	17	16.4	17.6	15.9	16.8	16.740 ab
เห็ด <i>Boletus chrysenteron</i> Bull.+สปอร์ 5,000	16.8	17	17.1	16.9	17.1	16.980 ab
เห็ด <i>Boletus chrysenteron</i> Bull.+สปอร์ 500	17.3	17.1	15.6	17.4	17	16.880 ab
เห็ด <i>Boletus griseipurpureus</i> Cor.+สปอร์ 50,000	16.5	16.7	17.3	17.4	17.9	17.160 ab
เห็ด <i>Boletus griseipurpureus</i> Cor.+สปอร์ 5,000	16.8	17.2	16.9	17.5	17.1	17.100 ab
เห็ด <i>Boletus griseipurpureus</i> Cor.+สปอร์ 500	17.3	16.9	17	16.9	16.8	16.980 ab
เห็ด <i>Heimiella retipora</i> (Pat & Bek.) Boedijn.+สปอร์ 50,000	16.4	15.9	17.3	17.6	16.6	16.760 ab
เห็ด <i>Heimiella retipora</i> (Pat & Bek.) Boedijn.+สปอร์ 5,000	17.4	17.2	16.8	17.5	17.6	17.300 ab
เห็ด <i>Heimiella retipora</i> (Pat & Bek.) Boedijn.+สปอร์ 500	15.7	16.5	17.8	17	17.1	16.820 ab
ผลรวม	32.5	33.5	34.1	34.3	35	

Analysis of Variance

SV	df	SS	MS	F
Replication	4	30.1250	0.23150	
A*B	17	5.1476	0.30280	0.70NS
Error	72	31.1040	0.43200	
Total	89	66.3766		

หมายเหตุ C.V. = 3.86 % NS = ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ข้อมูลในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรร่วมกำกับไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ ก.2 เส้นรอบวงของด้นกล้างวันแรก ชุดควบคุมและชุดใส่สปอร์ของเห็ด 5 ชนิด
ที่ 500, 5,000 และ 50,000 สปอร์/ต้น

คำรับการทดลอง	เส้นรอบวง (เซนติเมตร)					ค่าเฉลี่ย
	1	2	3	4	5	
ชุดควบคุม	0.7	1	0.8	0.8	0.9	0.840 ab
ชุดควบคุม	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.900 ab
ชุดควบคุม	0.7	1	1.1	0.9	0.8	0.900 ab
<i>Amanita princeps</i> Cor. & Bas.+สปอร์ 50,000	0.8	0.7	0.9	1	0.9	0.860 ab
<i>Amanita princeps</i> Cor. & Bas.+สปอร์ 5,000	0.8	0.7	0.9	1	0.9	0.860 ab
<i>Amanita princeps</i> Cor. & Bas.+สปอร์ 500	0.8	0.7	0.9	1	0.9	0.860 ab
เห็ด <i>Amanita hemibapha</i> (Berk. & Br.) Sacc. subsp. <i>javanica</i> Cor. & Bas.+สปอร์ 50,000	1	0.7	0.8	0.9	0.9	0.860 ab
เห็ด <i>Amanita hemibapha</i> (Berk. & Br.) Sacc. subsp. <i>javanica</i> Cor. & Bas.+สปอร์ 5,000	0.8	0.7	0.7	1	0.8	0.800 b
เห็ด <i>Amanita hemibapha</i> (Berk. & Br.) Sacc. subsp. <i>javanica</i> Cor. & Bas.+สปอร์ 500	0.9	1	1	0.8	0.6	0.860 ab
เห็ด <i>Boletus chrysenteron</i> Bull.+สปอร์ 50,000	0.9	1	0.8	0.8	1	0.900 ab
เห็ด <i>Boletus chrysenteron</i> Bull.+สปอร์ 5,000	1	1	1.1	0.9	0.8	0.960 a
เห็ด <i>Boletus chrysenteron</i> Bull.+สปอร์ 500	1	0.8	1	0.7	0.9	0.880 ab
เห็ด <i>Boletus griseipurpureus</i> Cor.+สปอร์ 50,000	0.9	0.9	0.8	1	0.7	0.860 ab
เห็ด <i>Boletus griseipurpureus</i> Cor.+สปอร์ 5,000	1	1	0.9	0.9	0.9	0.940 ab
เห็ด <i>Boletus griseipurpureus</i> Cor.+สปอร์ 500	0.8	0.8	1	0.7	0.9	0.840 ab
เห็ด <i>Heimiella retipora</i> (Pat & Bek.) Boedijn.+สปอร์ 50,000	0.8	0.8	1	1	1	0.920 ab
เห็ด <i>Heimiella retipora</i> (Pat & Bek.) Boedijn.+สปอร์ 5,000	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.900 ab
เห็ด <i>Heimiella retipora</i> (Pat & Bek.) Boedijn.+สปอร์ 500	0.8	0.7	1	0.9	0.9	0.860 ab
ผลรวม	15.5	15.3	16.5	16.1	15.6	

Analysis of Variance

SV	df	SS	MS	F
Replication	4	0.50127	0.01247	
A*B	17	0.12756	0.00750	0.59NS
Error	72	0.90800	0.01261	
Total	89	1.53683		

หมายเหตุ C.V. = 12.79 % NS = ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ข้อมูลในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรร่วมกำกับไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ ก.3 ความสูงที่ 6 เดือนของชุดควบคุมและชุดใส่สปอร์ของเห็ด 5 ชนิด
ที่ 500, 5,000 และ 50,000 สปอร์/ตัน

ตัวรับการทดลอง	ความสูง (เซนติเมตร)					ค่าเฉลี่ย
	1	2	3	4	5	
ชุดควบคุม	22.9	23.2	23	23.9	24.1	23.420 bcde
ชุดควบคุม	22.3	25	23.8	21.4	24.6	23.420 bcde
ชุดควบคุม	21	21.9	22.1	22.4	21.3	21.740 fg
<i>Amanita princeps</i> Cor. & Bas.+สปอร์ 50,000	20.7	20	21.1	22	21.8	21.120 g
<i>Amanita princeps</i> Cor. & Bas.+สปอร์ 5,000	20.7	20	21.1	22	21.8	21.120 g
<i>Amanita princeps</i> Cor. & Bas.+สปอร์ 500	20.7	20	21.1	22	21.8	21.120 g
เห็ด <i>Amanita hemibapha</i> (Berk. & Br.) Sacc. subsp. <i>javanica</i> Cor. & Bas.+สปอร์ 50,000	23.1	25.9	27	25.4	23.3	24.940 a
เห็ด <i>Amanita hemibapha</i> (Berk. & Br.) Sacc. subsp. <i>javanica</i> Cor. & Bas.+สปอร์ 5,000	22.8	23	21.9	24	24.5	23.240 bcde
เห็ด <i>Amanita hemibapha</i> (Berk. & Br.) Sacc. subsp. <i>javanica</i> Cor. & Bas.+สปอร์ 500	21.1	22.2	22.1	23.3	22.9	22.320 defg
เห็ด <i>Boletus chrysenteron</i> Bull.+สปอร์ 50,000	23.9	22.3	25.2	22.8	24.1	23.660 abcd
เห็ด <i>Boletus chrysenteron</i> Bull.+สปอร์ 5,000	24	24.9	26	22.7	24.8	24.480 ab
เห็ด <i>Boletus chrysenteron</i> Bull.+สปอร์ 500	26	23.1	21.8	24.5	23.6	23.800 abcd
เห็ด <i>Boletus griseipurpureus</i> Cor.+สปอร์ 50,000	23	23.5	23.9	24.2	24.7	23.860 abc
เห็ด <i>Boletus griseipurpureus</i> Cor.+สปอร์ 5,000	21.9	22.1	20.9	23.8	25	22.740 cdef
เห็ด <i>Boletus griseipurpureus</i> Cor.+สปอร์ 500	23	22.9	23.1	23.8	24.2	23.400 bcde
เห็ด <i>Heimiella retipora</i> (Pat & Bek.) Boedijn.+สปอร์ 50,000	22.7	23.4	23.5	25.3	24.7	23.920 abc
เห็ด <i>Heimiella retipora</i> (Pat & Bek.) Boedijn.+สปอร์ 5,000	22	21.8	23	26	26.4	23.840 abc
เห็ด <i>Heimiella retipora</i> (Pat & Bek.) Boedijn.+สปอร์ 500	20.9	21.5	23	22.1	22.3	21.960 efg
ผลรวม	402.7	406.7	413.6	421.6	425.9	

Analysis of Variance

SV	df	SS	MS	F
Replication	4	89.125	1.27145	
A*B	17	118.467	6.96866	5.03**
Error	72	99.660	1.38417	
Total	89	307.252		

หมายเหตุ C.V.=5.11 % ** = ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

ข้อมูลในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรร่วมกำกับไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ ก.4 เส้นรอบวง 6 เดือนของชุดควบคุมและชุดใส่สปอร์ของเห็ด 5 ชนิด
ที่ 500, 5,000 และ 50,000 สปอร์/ต้น

คำรับการทดลอง	เส้นรอบวง (เซนติเมตร)					ค่าเฉลี่ย
	1	2	3	4	5	
ชุดควบคุม	1.4	1.5	1.4	1.5	1.5	1.460 a
ชุดควบคุม	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.900 e
ชุดควบคุม	1.1	1.4	1.6	1.5	1.5	1.420 ab
<i>Amanita princeps</i> Cor. & Bas.+สปอร์ 50,000	1.1	1	1.3	1.3	1.4	1.220 cd
<i>Amanita princeps</i> Cor. & Bas.+สปอร์ 5,000	1.1	1	1.3	1.3	1.4	1.220 cd
<i>Amanita princeps</i> Cor. & Bas.+สปอร์ 500	1.1	1	1.3	1.3	1.4	1.220 cd
เห็ด <i>Amanita hemibapha</i> (Berk. & Br.) Sacc. subsp. <i>javanica</i> Cor. & Bas.+สปอร์ 50,000	1.4	1.1	1.4	1.3	1.5	1.340 abc
เห็ด <i>Amanita hemibapha</i> (Berk. & Br.) Sacc. subsp. <i>javanica</i> Cor. & Bas.+สปอร์ 5,000	1.3	1.2	1.1	1.4	1.1	1.220 cd
เห็ด <i>Amanita hemibapha</i> (Berk. & Br.) Sacc. subsp. <i>javanica</i> Cor. & Bas.+สปอร์ 500	1.2	1.4	1.3	1.1	0.9	1.180 d
เห็ด <i>Boletus chrysenteron</i> Bull.+สปอร์ 50,000	1.4	1.4	1.3	1.2	1.4	1.340 abc
เห็ด <i>Boletus chrysenteron</i> Bull.+สปอร์ 5,000	1.3	1.4	1.5	1.3	1.2	1.340 abc
เห็ด <i>Boletus chrysenteron</i> Bull.+สปอร์ 500	1.3	1.2	1.3	1.1	1.2	1.220 cd
เห็ด <i>Boletus griseipurpureus</i> Cor.+สปอร์ 50,000	1.4	1.4	1.3	1.4	1.2	1.340 abc
เห็ด <i>Boletus griseipurpureus</i> Cor.+สปอร์ 5,000	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.900 e
เห็ด <i>Boletus griseipurpureus</i> Cor.+สปอร์ 500	1.2	1.1	1.3	1.1	1.3	1.200 cd
เห็ด <i>Heimiella retipora</i> (Pat & Bek.) Boedijn.+สปอร์ 50,000	1.4	1.5	1.5	1.3	1.3	1.400 ab
เห็ด <i>Heimiella retipora</i> (Pat & Bek.) Boedijn.+สปอร์ 5,000	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.900 e
เห็ด <i>Heimiella retipora</i> (Pat & Bek.) Boedijn.+สปอร์ 500	1.2	1.2	1.4	1.3	1.3	1.280 bcd
ผลรวม	21.6	21.5	23	22.1	22.3	

Analysis of Variance

SV	df	SS	MS	F
Replication	4	1.02447	0.01257	
A*B	17	2.49656	0.14686	10.1**
Error	72	1.04400	0.01450	
Total	89	4.56503		

หมายเหตุ C.V. = 9.81 % ** = ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

ข้อมูลในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรร่วมกำกับไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ ก.5 ความสูง 12 เดือนของชุดควบคุมและชุดใส่สปอร์ของเห็ด 5 ชนิด
ที่ 500, 5,000 และ 50,000 สปอร์/ตัน

คำรับการทดลอง	ความสูง (เซนติเมตร)					ค่าเฉลี่ย
	1	2	3	4	5	
ชุดควบคุม	30	31	29.8	31.2	30.7	30.540 abc
ชุดควบคุม	29	31.2	29.8	27.9	31.3	29.860 bcd
ชุดควบคุม	25.8	28.1	28.9	29	28.4	28.000 ef
<i>Amanita princeps</i> Cor. & Bas.+สปอร์ 50,000	25.5	25.1	25.2	24.9	25.3	25.200 g
<i>Amanita princeps</i> Cor. & Bas.+สปอร์ 5,000	25.5	25.1	25.2	24.9	25.3	25.200 g
<i>Amanita princeps</i> Cor. & Bas.+สปอร์ 500	25.5	25.1	25.2	24.9	25.3	25.200 g
เห็ด <i>Amanita hemibapha</i> (Berk. & Br.) Sacc. subsp. <i>javanica</i> Cor. & Bas.+สปอร์ 50,000	29.3	31.2	33.3	31.6	30	31.080 ab
เห็ด <i>Amanita hemibapha</i> (Berk. & Br.) Sacc. subsp. <i>javanica</i> Cor. & Bas.+สปอร์ 5,000	29.3	29.8	28.4	29.6	30.4	29.500 cde
เห็ด <i>Amanita hemibapha</i> (Berk. & Br.) Sacc. subsp. <i>javanica</i> Cor. & Bas.+สปอร์ 500	27	28.2	30	30.7	29.6	29.100 cde
เห็ด <i>Boletus chrysenteron</i> Bull.+สปอร์ 50,000	30	29.8	31	31.4	30.6	30.560 abc
เห็ด <i>Boletus chrysenteron</i> Bull.+สปอร์ 5,000	30.6	32	32.3	31.1	31.7	31.540 a
เห็ด <i>Boletus chrysenteron</i> Bull.+สปอร์ 500	31	30	27.9	31.3	29.9	30.020 bcd
เห็ด <i>Boletus griseipurpureus</i> Cor.+สปอร์ 50,000	31.3	32	32.1	30.9	31.9	31.640 a
เห็ด <i>Boletus griseipurpureus</i> Cor.+สปอร์ 5,000	29	31	28.3	32.1	31.8	30.260 abcd
เห็ด <i>Boletus griseipurpureus</i> Cor.+สปอร์ 500	27.3	28.7	29.9	31.7	31.2	29.760 bcd
เห็ด <i>Heimiella retipora</i> (Pat & Bek.) Boedijn.+สปอร์ 50,000	28.2	29.1	27.9	30.3	29.4	28.980 de
เห็ด <i>Heimiella retipora</i> (Pat & Bek.) Boedijn.+สปอร์ 5,000	26.9	26.6	27.5	31.4	31.9	28.860 de
เห็ด <i>Heimiella retipora</i> (Pat & Bek.) Boedijn.+สปอร์ 500	25.7	26.2	27.1	27	26.5	26.500 fg
ผลรวม	506.9	520.2	519.8	531.9	531.2	

Analysis of Variance

SV	df	SS	MS	F
Replication	4	102.475	1.2544	
A*B	17	386.729	22.7488	15.9**
Error	72	103.280	1.4344	
Total	89	592.484		

หมายเหตุ C.V. = 4.13% ** = ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

ข้อมูลในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรร่วมกำกับไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ ก.6 เส้นรอบวง 12 เดือนของชุดควบคุมและชุดใส่สปอร์ของเห็ด 5 ชนิด
ที่ 500, 5,000 และ 50,000 สปอร์/ตัน

คำรับการทดลอง	เส้นรอบวง (เซนติเมตร)					ค่าเฉลี่ย
	1	2	3	4	5	
ชุดควบคุม	1.7	1.9	1.9	12	1.9	1.880 a
ชุดควบคุม	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.900 e
ชุดควบคุม	1.4	1.8	1.8	1.9	1.8	1.740 ab
<i>Amanita princeps</i> Cor. & Bas.+สปอร์ 50,000	1.4	1.3	1.6	1.5	1.7	1.500 cd
<i>Amanita princeps</i> Cor. & Bas.+สปอร์ 5,000	1.4	1.3	1.6	1.5	1.7	1.500 cd
<i>Amanita princeps</i> Cor. & Bas.+สปอร์ 500	1.4	1.3	1.6	1.5	1.7	1.500 cd
เห็ด <i>Amanita hemibapha</i> (Berk. & Br.) Sacc. subsp. <i>javanica</i> Cor. & Bas.+สปอร์ 50,000	1.6	1.6	1.7	1.8	2	1.740 ab
เห็ด <i>Amanita hemibapha</i> (Berk. & Br.) Sacc. subsp. <i>javanica</i> Cor. & Bas.+สปอร์ 5,000	1.6	1.6	1.4	1.6	1.2	1.480 cd
เห็ด <i>Amanita hemibapha</i> (Berk. & Br.) Sacc. subsp. <i>javanica</i> Cor. & Bas.+สปอร์ 500	1.4	1.7	1.5	1.4	1.2	1.440 d
เห็ด <i>Boletus chrysenteron</i> Bull.+สปอร์ 50,000	1.8	1.9	1.5	1.5	2.1	1.760 ab
เห็ด <i>Boletus chrysenteron</i> Bull.+สปอร์ 5,000	1.6	1.8	1.7	1.6	1.6	1.660 bc
เห็ด <i>Boletus chrysenteron</i> Bull.+สปอร์ 500	1.5	1.5	1.7	1.5	1.5	1.540 cd
เห็ด <i>Boletus griseipurpureus</i> Cor.+สปอร์ 50,000	1.8	1.8	1.9	1.9	1.6	1.740 ab
เห็ด <i>Boletus griseipurpureus</i> Cor.+สปอร์ 5,000	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.900 e
เห็ด <i>Boletus griseipurpureus</i> Cor.+สปอร์ 500	1.6	1.5	1.7	1.3	1.4	1.500 cd
เห็ด <i>Heimiella retipora</i> (Pat & Bek.) Boedijn.+สปอร์ 50,000	1.8	2.1	2.1	1.9	1.8	1.900 a
เห็ด <i>Heimiella retipora</i> (Pat & Bek.) Boedijn.+สปอร์ 5,000	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.900 e
เห็ด <i>Heimiella retipora</i> (Pat & Bek.) Boedijn.+สปอร์ 500	1.6	1.7	1.7	1.8	1.9	1.740 ab
ผลรวม	26.3	27.5	28.1	37.4	27.8	

Analysis of Variance

SV	df	SS	MS	F
Replication	4	1.2478	0.01745	
A*B	17	8.5396	0.50233	23.6**
Error	72	1.5230	0.02128	
Total	89	11.3104		

หมายเหตุ C.V.=9.61 % **=ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

ข้อมูลในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรร่วมกำกับ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ



ภาพที่ ก.1 เปรียบเทียบขนาดลำต้นและความสูงของต้นควบคุม และต้นที่มีความเข้มข้นของสปอร์
เห็ดระโงกขาวที่ 500, 5,000 และ 50,000 สปอร์/ต้น เมื่อ 12 เดือน



ภาพที่ ก.2 เปรียบเทียบขนาดลำต้นและความสูงของต้นควบคุม และต้นที่มีความเข้มข้นของสปอร์
เห็ดระโงกเหลืองที่ 500, 5,000 และ 50,000 สปอร์/ต้น เมื่อ 12 เดือน

ภาคผนวก ข
ผลการวิเคราะห์ DNA

ผลการวิเคราะห์ DNA

1. *Heimiella retispora* (Pat. & Baker) Boedijn. (เห็ดปอดม้า)

Program BLASTN 2.2.26+

Description

All GenBank+EMBL+DDBJ+PDB sequences (but no EST, STS, GSS, environmental samples or phase 0, 1 or 2 HTGS sequences)

Query Length 500

dbj|AB453026.1| Boletus sp. Nan-MN23 genes for 18S rRNA, ITS1, 5.8S rRNA, ITS 2, 28S rRNA, partial and complete sequence

Length = 758, Score = 913 bits (494), Expect = 0.0

Identities = 498/500 (99%), Gaps = 0/500 (0%) Strand = Plus/Plus

Query 1 GTGGATTCCACTCGGAACTGTTGCTGGCGGGCATAACGTCTGCATGTGCACGTTCTGGCGT 60

|||||

Sbjct 77 GTGGATTCCACTCGGAACTGTTGCTGGCGGGCATAACGTCTGCATGTGCACGTTCTGGCGT 136

Query 61 CCACTTATCCAGTCGACCTTTTGCAATCTTCATTTACACCTGTGCACCTATTGTAGGTCT 120

|||||

Sbjct 137 CCACTTTTCCAGTCGACCTTTTGCAATCTTCATTTACACCTGTGCACCTATTGTAGGTCT 196

Query 121 TCGCAAGAGGATCTATGTCTTTCATAAACTATTTGTATGGCCATAGAATGTATCGATC 180

|||||

Sbjct 197 TCGCAAGAGGATCTATGTCTTTCATAAACTATTTGTATGGCCATAGAATGTATCGATC 256

Query 181 GTCTGTGATGGACGAGAGAAAAAATATATTACAACCTTTCAGCAACGGATCTCTTGGTTCT 240

|||||

Sbjct 257 GTCTGTGATGGACGAGAGAAAAAATATATTACAACCTTTCAGCAACGGATCTCTTGGTTCT 316

Query 241 CGCATCGATGAAGAACGCAGCGAATTGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGATTTCAGTGA 300

|||||

Sbjct 317 CGCATCGATGAAGAACGCAGCGAATTGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGATTTCAGTGA 376

Query 301 ATCATCGAATCTTTGAACGCACCTTGCGCTCCTTGGTATTCCGAGGAGCATGCCTGTTTG 360

|||||

Sbjct 377 ATCATCGAATCTTTGAACGCACCTTGCGCTCCTTGGTATTCCGAGGAGCATGCCTGTTTG 436

Query 361 AGTGTCAATAAATTCTCAACCATGTCTTCATTGACATGGCTTGGATTGGGTGTTGCTGG 420

|||||

Sbjct 437 AGTGTCAATAAATTCTCAACCATGTCTTCATTGACATGGCTTGGATTGGGTGTTGCTGG 496

Query 421 CGACGAAAGTCGTCGGCTCTCCTTAAATGCATTAGCAAAGGGGTCTGCAAAGTATGAGC 480

|||||

Sbjct 497 CGACGAAAGTCGTCAGCTCTCCTTAAATGCATTAGCAAAGGGGTCTGCAAAGTATGAGC 556

Query 481 TTTCGGACGTGCACGGCCTT 500

|||||

Sbjct 557 TTTCGGACGTGCACGGCCTT 576

2. *Boletus edulis* Bull. ex Fr. (เห็ดตับเต่าราชา)

Program BLASTN 2.2.26+

Description

All GenBank+EMBL+DDBJ+PDB sequences (but no EST, STS, GSS, environmental samples or phase 0, 1 or 2 HTGS sequences)

Query Length 656

[gb|HQ326933.1](#) *Boletus edulis* Bull. Ex. Fr. HKAS54926 28S ribosomal RNA gene, partial sequence

Length = 1381, Sort alignments for this subject sequence by: E value Score Percent

identity Query start position Subject start position

Score = 715 bits (387), Expect = 0.0

Identities = 504/556 (91%), Gaps = 25/556 (4%), Strand = Plus/Minus

Query 100 CACCGGATGCGACGCAAGGCTATAAACACACTCGAAGAAAGAGTGCCACATTCCTGTGC 159

|||||

Sbjct 544 CACCGCATGCGACGAAAGGCTAT-AACACACTC--CG-AAGAGTGCCACGTTCCCTCCGC 489

Query 160 CCTTGTATGGCGAGCGAGACTGATGCTGACCCGTCAAAGACCGGGAAGTACGCCCCGGCAT 219

|||||

Sbjct 488 CCTTGTACGGCGACCGAAACTGATGCTGACCCGTC---GACCAGGAAGTACACCCAGC-- 434

Query 220 GTTTGAAGTGCAAGGGCTGATCCCCGGCCGACGCGACTGACATCAAGCGTTTCCCTTTCA 279

|||||

Sbjct 433 G--AAAAAAGCAA-GGTTGACCCCCGGCCGACGCGACTGACATCAAGCGTTTCCCTTTCA 377

Query 280 GCAATTTACGTA CTGTTAACTCTCTTTCCAAAGTTCTTTTCATCTTTCCCTCACGGTA 339

|||||

Sbjct 376 GCAATTTACGTA CTGTTAACTCTCTTTCCAAAGTTCTTTTCATCTTTCCCTCACGGTA 317

Query 340 CTTGTTGCTATCGGTCTCTGCGCCGTATTTAGCTTTAGATGGAGTTTACCACCCGTTTT 399

|||||

Sbjct 316 CTTGTTGCTATCGGTCTCTGCGCTATATTTAGCTTTAGATGGAATTTACCACCCGTTTT 257

Query 400 GAGCTGCATTCCCAAACAAC TCGACTCGTCGAGAGCGCATCGCAGTGC ACTGGATATTGC 459

|||||

Sbjct 256 GAGCTGCATTCCCAAACAAC TCGACTCGTCGAGAGCGCATCACAGTGC ACTGG-T-TT-C 200

Query 460 CATCCGTGTCAGAGACGGGATTCTCACCTCCATGATGCTCCCTTCCAGGAGACTTGTA C 519

| |||

Sbjct 199 C---GTGTCAAAGACGGGATTCTCACCTCTATGATGCTCCCTTCCAGGAGACTTGTA C 144

Query 520 ACGGCGCCAGCGCTG-AAAGACGCTTCTCTAGATTACAAC TCGGACGGCCTGCAAAGACC 578

|||||

Sbjct 143 ACGGC-CCAGCGCTGGA A-ACGCTTCTCTAGATTACAAC TCGGACGGCCAG-A--GACC 89

Query 579 ACCAGATTCAAAATTTGAGCTTTTCCGCTTCACTCGCAGTTACTAAGGGAATCCTTGTT 638

|||||

Sbjct 88 GCCAGATTCAAAATTTGAGCTTTTCCGCTTCACTCGCAGTTACTAGGGAATCCTTGTT 29

Query 639 AGTTTCTTTCTCTCCG 654

|||||

Sbjct 28 AGTTTCTTTCTCTCCG 13

Score = 62.1 bits (33), Expect = 5e-06, Identities = 33/33 (100%), Gaps = 0/33 (0%), Strand=Plus/Minus

Query 2 AGACGGGTCGCTTAAGGCCATTATGCCAGCATC 34

|||||

Sbjct 621 AGACGGGTCGCTTAAGGCCATTATGCCAGCATC 589

3. *Boletus nobilis* Peck (เห็ดตับเต่าภูหลวง)

Program BLASTN 2.2.26+

Description

All GenBank+EMBL+DDBJ+PDB sequences (but no EST, STS, GSS, environmental samples or phase 0, 1 or 2 HTGS sequences)

Query Length 504

gb|AF050650.1| *Heimiella retispora* 28S large subunit ribosomal RNA gene, partial sequence

Length = 880, Score = 841 bits (455), Expect = 0.0

Identities = 486/501 (97%), Gaps = 1/501 (0%), Strand = Plus/Minus

Query 4 GCTATAACACACTCCGAAGAGTGCCACATTCCCCTTGCCATTGTACGACGATCGAAACTG 63

|||||

Sbjct 501 GCTATAACACACTCCGAAGAGTGCCACATTCCCTTTGCCATTGTACGACGATCGAAACTG 442

Query 64 ATGCTGACCCGTCAGCCAGGAAGTACACCCAGCCCGAAAGCAAGGTTGATCCCCGGTCTGA 123

|||||

Sbjct 441 ATGCTGACCCGCCAGCCAGGAAATACACCGAGCTCGAAAGCAAGGTTGATCCCCGGTCTGA 382

Query 124 CGCGACTGACATCAAGCGTTTCCCTTTCAGCAATTTACGTAAGTTAACTCT-CTTTC 182

|||||

Sbjct 381 CGCGACTGACATCGAGCGTTTCCCTTTCAGCAATTTACGTAAGTTAACTCTCTCTTTC 322

Query 183 CAAAGTTCTTTTCATCTTCCCTCACGGTACTTGTTTCGCTATCGGTCTCTCGCCTGTATT 242

|||||

Sbjct 321 CAAAGTTCTTTTCATCTTCCCTCACGGTACTTGTTTCGCTATCGGTCTCTCGCCTGTATT 262

Query 243 TAGCTTTAGATGGAATTTACCACCCATTTGAGCTGCATTCCCAAACAACCTCGACTCGTC 302

|||||

Sbjct 261 TAGCTTTAGATGGAATTTACCACCCGTTTTCGAGCTGCATTCCCAAACAACCTCGACTCGTC 202

Query 303 GAGAGCGCATCACATAGCCCTGGTAGTCCGTGTCAAAGACGGGATTCTACCCCTCTATGA 362

|||||

Sbjct 201 GAGAGCGCATCACATAGCGCTGGGAGTCCGTGTCAAAGACGGGATTCTACCCCTCTGTGA 142

Query 363 CGCTCCCTTCCAGGAGACTTGTACACGGTCCAGCGCGGAAGACGCTTCTCTAGATTACAA 422

|||||

Sbjct 141 CGCTCCCTTCCAGGAGACTTGTACACGGTCCAGCGCGGAAGACGCTTCTCTAGATTACAA 82

Query 423 CTCGGACGGCCACAGGGACCGCCAGATTCAAATTTGAGCTTTCCCGCTTCACTCGCAG 482

|||||

Sbjct 81 CTCGGACGGCCGCGGGACCGCCAGATTCAAATTTGAGCTTTCCCGCTTCACTCGCAG 22

Query 483 TTAGTAGGGGAATCCTTGTTA 503

|||||

Sbjct 21 GTACTAGGGGAATCCTTGTTA 1

4. *Amanita princeps* Corner & Bas (เห็ดระโงกขาว)

Program BLASTN 2.2.26+

Description

All GenBank+EMBL+DDBJ+PDB sequences (but no EST, STS, GSS, environmental samples or phase 0, 1 or 2 HTGS sequences)

Query Length 525

[gb|HQ539690.1](#) *Amanita princeps* Corner et Bas large subunit ribosomal RNA gene, partial sequence

Length=1342

Score = 913 bits (494), Expect = 0.0

Identities = 514/524 (98%), Gaps = 0/524 (0%)

Strand = Plus/Plus

Query 1 GCGAGTGAAGTGGGAAAAGCTCAAATTTAAAATCTGGCGGTCTTTGGCCGTCCGAGTTGT 60

|||||

Sbjct 4 GCGAGTGAAGCGGGAAAAGCTCAAATTTAAAATCTGGCGGTCTTTGGCCGTCCGAGTTGT 63

Query 61 AATCTAGAGAAGTGTTCCTGCATTGGACCGTGTACAAGTCTTCTGGAATGAAGCGTCAT 120

|||||

Sbjct 64 AATCTAGAGAAGTGTTCCTGCATTGGACCGTGTACAAGTCTTCTGGAATGAAGCGTCAT 123

Query 121 AGAGGGTGAGAATCCCGTCTTTGACACGGACTCCCAATGTATTGTGGCATGCTCTCAAAG 180

|||||

Sbjct 124 AGAGGGTGAGAATCCCGTCTTTGACATGGACTCCCAATGTATTGTGGCATGCTCTCAAAG 183

Query 181 AGTCGAGTTGTTTGGGAATGCAGCTCTAAATGGGTGGTAACCTCCATCTAAAGCTAAATA 240

|||||

Sbjct 184 AGTCGAGTTGTTTGGGAATGCAGCTCTAAATGGGTGGTAACCTCCATCTAAAGCTAAATA 243

Query 241 TTGGCAAGAGACCGATAGCGAACAAGTACCGTGAGGGAAAGATGAAAAGAACTTTGGAAA 300

|||||

Sbjct 244 TTGGCAAGAGACCGATAGCGAACAAGTACCGTGAGGGAAAGATGAAAAGAACTTTGGAAA 303

Query 301 GAGAGTTAAACAGTACGTGAAATTGTTGAAAGGGAAACGCTTGAAGTCAGTCGCATTGGC 360

|||||

Sbjct 304 GAGAGTTAAACAGTACGTGAAATTGTTGAAAGGGAAACGCTTGAAGTCAGTCGCATCGGC 363

Query 361 CAGGGATCAGCCTAGCTCTTTTGCTTAGCGTACTTCCTGGTTGATGGGCCAACGTGAGTT 420

|||||

Sbjct 364 CAGGGATCAGCTTAGCTCTTTTGCTTAGTGTACTTCCTGGTTGATGGGCCAACGTGAGTT 423

Query 421 TTGACTGGCAGAGAAGGGCAGAGGGAATGTGGCACCTCTGGGTGTGTTATAGCCTTCTGT 480

|||||

Sbjct 424 TTGACTGCCAGAGAAGGGCAGAGGGAATGTGGCACCTCTGGGTGTGTTATAGCCTTCTGT 483

Query 481 CATATGTGTCAGTTGGGACTGAGGGATGCAGCATGCCGCAAGGC 524

|||||

Sbjct 484 CATATATGTCAGTTGGGACTGAGGAATGCAGCACGCCGCAAGGC 527

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ – สกุล

ประวัติการศึกษา

ตำแหน่งและสถานที่ทำงานปัจจุบัน

นายพิทักษ์ วงษ์ชาติ

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, พ.ศ. 2534

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม)

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, พ.ศ. 2522

การศึกษามัธยมศึกษา (ชีววิทยา)

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ระดับ 8

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

เบอร์โทรศัพท์/โทรสาร 0 4271 3872

โทรศัพท์ (มือถือ) 08 6639 2104

อีเมล pithakw@hotmail.com

