

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เห็ดโคน

เห็ดโคนจัดอยู่ในสกุล *Termitomyces* ที่ทราบชื่อแล้วมีประมาณ 30 ชนิดทั่วโลก ในประเทศไทยสำรวจพบประมาณ 9 ชนิด (ราชบัณฑิตยสถาน, 2539) ซึ่งน่าจะมากกว่า 9 ชนิดในประเทศไทย เห็ดโคนเกิดจากสวนราซึ่งประกอบด้วยเส้นใยของเห็ดโคน รา *Termitomyces* มีความสัมพันธ์กับปลวกอย่างแน่นแฟ้นเรียกว่า เทอร์มิโตไฟล์ (termitophile) คือต้องอยู่ร่วมกับปลวกและเห็ดเจริญขึ้นมาจากสวนราซึ่งฝังอยู่ใต้ดินและทำหน้าที่เป็นรังของปลวกเสมอ ดอกเห็ดจะงอกเจริญออกมาจากสวนรา โดยผ่านทะลุดินขึ้นสู่บรรยากาศมีลักษณะเป็นดอกเห็ดที่มีก้านเรียวยาว การสร้างสวนราเกิดขึ้นเมื่อดอกเห็ดโคนเจริญเติบโตเต็มที่จะมีการสร้างสปอร์บริเวณครีบดอก และหลังจากสปอร์แก่จะหลุดร่วงตกลงบริเวณที่มีอินทรีย์วัตถุฟุ้ง เส้นใยจะงอกและเจริญ เมื่อปลวกมาพบและทำการสร้างสวนรา ปลวกจะเก็บอินทรีย์วัตถุนำไปเพื่อเป็นอาหารเลี้ยงรา เส้นใยราประสานกันมากจนทำให้เกิดเป็นสวนราขึ้นมา มีลักษณะคล้ายฟองน้ำ เส้นใยของรานอกจากเป็นอาหารของปลวกแล้ว สวนรายังทำหน้าที่บ่มเลี้ยงตัวอ่อนปลวก จากนั้นเส้นใยราเห็ดโคนที่สวนราจะพัฒนาเป็นตุ่มเห็ดเล็กๆ เรียกสเฟียร์รูลหรือไพโรโมเคียล เมื่อสภาวะแวดล้อมเหมาะสม เช่น จำนวนประชากรปลวกลดลงมากเนื่องจากกลายเป็นแมลงเม่าประกอบกับมีอุณหภูมิและความชื้นเหมาะสม ตุ่มเห็ดเหล่านี้จะเจริญเป็นดอกเห็ดโคนโผล่พื้นผิวดินออกมา (Krisha and Weesner, 1969)

ลักษณะทางชีววิทยาของเห็ดโคน

ชื่อสามัญ	:	เห็ดโคน , เห็ดปลวก (termite mushroom)
ชื่อวิทยาศาสตร์	:	<i>Termitomyces species</i>
ชั้น (class)	:	<i>Basidiomycetes</i>
อันดับ (order)	:	<i>Agaricales</i>
วงศ์ (family)	:	<i>Amanitaceae</i>
วงศ์ย่อย (subfamily)	:	<i>Termitophilae</i>
สกุล (genus)	:	<i>Termitomyces</i>

ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเห็ดโคนทั่วไปที่สำคัญโดย อนงค์ จันทร์ศรีกุล (2530) ได้แก่ หมวกดอก (cap) ขนาดของหมวกดอกจะแตกต่างกันขึ้นกับความสมบูรณ์ของดอก แต่ปกติหมวกดอกมีเส้นผ่านศูนย์กลาง ประมาณ 2 - 20 เซนติเมตร ผิวด้านบนของหมวกดอกเรียบ มีรอยขุ่นเล็กน้อย สีของหมวกดอกมีตั้งแต่สีน้ำตาลปนดำ สีน้ำตาลปนแดง หรือสีน้ำตาลในระยะเวลาที่หมวกดอกเจริญเติบโตเต็มที่ เนื้อเยื่อภายในหมวกดอกจะมีสีขาว ตามปกติหมวกดอก มีลักษณะค่อนข้างบาง

ครีบดอก (gills) ครีบดอกของเห็ดโคนมีลักษณะเป็นแผ่นบางๆ สีขาว บริเวณครีบดอกนี้จะเป็นแหล่งสร้างสปอร์

สปอร์ (spore) เห็ดโคนจะมีสปอร์สีขาว สีขาวนวลอมชมพูและสีน้ำตาลอมชมพู รูปร่างกลมหรือรูปรีมีขนาดตั้งแต่ 3 - 35 ไมโครเมตร ผิวเรียบ ผนังบาง เมื่อสปอร์แก่จะหลุดร่วงออกจากครีบดอก

ก้านดอก (stalk , stipe) ตามปกติก้านดอกเห็ดโคนมีความยาว 5 - 20 เซนติเมตร ตอนบนของก้านดอกมีสีขาว หรือสีน้ำตาลอ่อนอมขาว ส่วนตอนล่างของก้านดอกมีสีขาวหม่นและเป็นสีของดิน โคนก้านดอกจะโผล่พ้นระดับดินขึ้นไปมีลักษณะป่องออกเป็นกระเปาะใหญ่ เนื้อเยื่อภายในก้านดอกมีสีขาวละเอียดแน่น ไม่มีรูกลวงตรงก้านดอก โคนก้านดอกใต้ระดับดินจะยาวเรียวยาวสีน้ำตาลอ่อนปนเทา

การแพร่กระจายของเห็ดโคนในโลกจะพบในเขตทวีปเอเชีย ได้แก่ ประเทศไทย พิลิปปินส์ ลาว พม่า กัมพูชา มาเลเซีย อินโดนีเซีย ญี่ปุ่น ศรีลังกา อินเดีย และทวีปแอฟริกา ได้แก่ ประเทศ สาธารณรัฐแอฟริกาใต้ ซาร์อี ไนจีเรีย กาบอง กานา (Pegler and Vanhaecke , 1994)

เห็ดโคนที่พบในประเทศไทย

Heim (1957) ผู้เชี่ยวชาญเห็ดชาวฝรั่งเศสได้มาสำรวจเห็ดในประเทศไทยและจำแนกชนิดของเห็ดโคนในประเทศไทยว่ามีไม่ต่ำกว่า 2 ชนิด ในการสำรวจครั้งนั้นพบเห็ดโคน 2 ชนิด คือ *Termitomyces schimperi* (Pat.) Heim , *Termitomyces microcarpus* (Berk. et Broom) Heim

ต่อมา Bels and Pataragetvit (1982) จำแนกชนิดเห็ดโคนและอธิบายลักษณะเห็ดโคนในประเทศไทยตาม Heim จำนวน 4 ชนิด ได้แก่ *Termitomyces clypeatus* Heim , *Termitomyces globulus* Heim & Goossens , *Termitomyces fuliginosus* Heim , *Termitomyces mammiformis* Heim

เกษม สร้อยทอง (2537) จำแนกชนิดและอธิบายลักษณะของเห็ดโคนจำนวน 5 ชนิดในประเทศไทย ได้แก่ *Termitomyces albuminosus* , *Termitomyces cartilagineus* ,

Termitomyces clypeatus *Termitomyces fuliginosus* , *Termitomyces microcarpus*

อนงค์ จันทร์ศรีกุล (2538) จำแนกชนิดของเห็ดโคนตาม Heim และอธิบายลักษณะเห็ดโคนจำนวน 8 ชนิด ในประเทศไทย ได้แก่ *Termitomyces clypeatus* Heim

Termitomyces eurhizus (Berk .) Heim , *Termitomyces robustus* (Beeli .) Heim

Termitomyces mammiformis Heim , *Termitomyces striatus* (Beeli .) Heim

Termitomyces globulus Heim & Goossens , *Termitomyces schimperi* (Pat .) Heim

Termitomyces microcarpus (Berk .) Heim

และครั้งหลังสุด คณะกรรมการจัดทำอนุกรมวิธานพืช ราชบัณฑิตยสถาน (2539)

ได้จำแนกชนิดและอธิบายลักษณะเห็ดโคนในประเทศไทยจำนวน 9 ชนิด ได้แก่

Termitomyces albuminosus (Berk .) Heim , *Termitomyces clypeatus* Heim

Termitomyces eurhizus (Berk .) Heim , *Termitomyces globulus* Heim & Goossen

Termitomyces microcarpus (Berk. et Broome) Heim , *Termitomyces robustus* (Beeli.) Heim

Termitomyces schimperi (Pat .) Heim , *Termitomyces striatus* (Beeli .) Heim

Termitomyces tyleranus Otieno

ภาพที่ 1 - 11 แสดงลักษณะและรายละเอียดชนิดของเห็ด โคนที่พบในประเทศไทย

ลักษณะรายละเอียดชนิดของเห็ดโคนที่พบในประเทศไทย

Termitomyces albuminosus (Berk.) Heim

ชื่อพ้อง

Agaricus albuminosus Berk.

ดอกเห็ดเมื่อยังอ่อนอยู่รูปไข่หรือรูปลูกข่าง สีขาวนวล เมื่อบานขอบกางออกเกือบแนบราบ (ภาพที่ 1)

หมวกเห็ด เส้นผ่านศูนย์กลาง 6 - 14 ซม. กลางหมวกสีน้ำตาล นูนเล็กน้อย มีขนหรือเกล็ด

สีขาวนวล กระจายห่างๆเป็นวงออกไปยังขอบ

ครีบ สีขาวนวลอมชมพู ไม่ยึดติดกับก้าน

ก้าน รูปทรงกระบอก สีขาวนวลยาว 4 - 14 ซม. เส้นผ่านศูนย์กลาง 1 - 2 ซม. ตอนบนโป่งเล็กน้อย โคนก้านเรียวยาวลงไปถึงรังปลวก ผิวเรียบบนก้านมี แอนนูลัส 2 วง

สปอร์ รูปรีสีขาวยาวลอมชมพู ขนาด 3 - 5 x 6 - 7 ไมครอน. ผนังเรียบมีจีสทิเดียรูปใบพาย ขนาด 12 - 30 ไมครอน.

เห็ดโคนชนิดนี้ มีเขตการกระจายพันธุ์ในประเทศไทยทางภาคเหนือและภาคใต้ ขึ้นเป็นดอกเดี่ยวอยู่เป็นกลุ่มใกล้กันบนพื้นดินที่มีจอมปลวก กินได้ ในต่างประเทศพบที่ทวีปเอเชียและแอฟริกา



ภาพที่ 1 เห็ดโคน *Termitomyces albuminosus* (Berk.) Heim

(ราชบัณฑิตยสถาน , 2539)

Termitomyces clypeatus Heim

ดอกเห็ดอ่อนรูปกรวยคว่ำยอดแหลม เมื่อบานออกขอบกางจนเกือบแบนราบ ทำให้เห็นยอดหมวกแหลมสูงชัดเจน (ภาพที่ 2)

- หมวกเห็ด สีน้ำตาล เส้นผ่านศูนย์กลาง 4 - 6 ซม. ผิวเรียบเป็นมันเล็กน้อย เนื้อสีขาว
 ครีบ สีน้ำตาลเรื่อๆอมชมพู ไม่ยึดติดกับก้าน
 ก้าน รูปทรงกระบอก สีขาวนวล ยาว 5 - 10 ซม. เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 - 1 ซม.
 โคนก้าน โป่งเล็กน้อยและเรียวยาวไปจนถึงรังปลวก ผิวเรียบ เนื้อแน่น สีขาว
 สปอร์ รูปรีหรือรูปไข่กลับค่อนข้างกลม สีน้ำตาลเรื่อๆอมชมพูอ่อน ขนาด 3 - 4 x 4.5 - 6 ไมครอน ผิวเรียบ ผนังบาง

เห็ดชนิดนี้มีเขตการกระจายพันธุ์ในประเทศไทยทั่วทุกภาค ขึ้นเป็นดอกเดี่ยวหรือกระจุกกระจายบนพื้นดินที่มีจอมปลวก กินได้ ในต่างประเทศพบในเขตร้อน



ภาพที่ 2 เห็ดโคน *Termitomyces clypeatus* Heim
 (ราชบัณฑิตยสถาน , 2539)

Termitomyces eurhizus (Berk.) Heim

ชื่อพ้อง *Agaricus eurhizus* Berk.

ดอกเห็ดอ่อนรูปคล้ายระฆังคว่ำ เมื่อบานขอบกางออกเกือบแบนราบ เหลือส่วนกลาง
หวมกนูนเล็กน้อย (ภาพที่ 3)

หมวกเห็ด สีขาวนวล เส้นผ่านศูนย์กลาง 5 - 20 ซม. ผิวเรียบและมีลายนูนเป็นรัศมีสั้นๆ
กระจายออกไปจากกลางหมวก ขอบบางทำให้บางส่วนม้วนงอ

ก้าน สีน้ำตาลเรื่อๆอมชมพู ไม่ยึดติดกับก้านส่วนกลางกว้างประมาณ 5 มม.

รูปทรงกระบอก สีขาวนวล ยาว 6 - 10 ซม. เส้นผ่านศูนย์กลาง 2 - 2.5 ซม.
โคนก้านโป่งใหญ่ประมาณ 3 ซม. ผิวเป็นเส้นหยาบๆคล้ายขน บนก้านมีร่องรอย
ของแอนนูลัสเป็นเส้นใยติดอยู่เล็กน้อย บางดอกแห้งหายไป เนื้อแน่นแข็ง
สีขาวนวลหรือขาว

สปอร์ รูปรีสีน้ำตาลเรื่อๆอมชมพู ขนาด 5 x 7.5 ไมครอน. ผิวบาง ผ่นเรียบ ตามขอบครึ่ง
มีซีสทีเดียรูปใบพายหรือรูปคนโทจำนวนมาก ขนาด 7 - 18 x 20 - 30 ไมครอน.

เห็ดโคนชนิดนี้ มีเขตการกระจายพันธุ์ในประเทศไทยทั่วทุกภาค ขึ้นเป็นดอกเดี่ยวกระจัดกระจาย
บนพื้นดินที่มีจอมปลวก บนพื้นที่ระดับน้ำทะเลจนถึงสูงประมาณ 1,920 ม. กินได้

ในต่างประเทศพบในเขตร้อน



ภาพที่ 3 เห็ดโคน *Termitomyces eurhizus* (Berk.) Heim

(ราชบัณฑิตยสถาน , 2539)

Termitomyces globulus Heim et Gooss.

ดอกเห็ดอ่อนก่อนข้างกลม เมื่อบานรูปคล้ายกระทะคว่ำ ยอดหมวกไม่นูนเด่นชัด
เหมือนเห็ดโคนชนิดอื่นๆ (ภาพที่ 4)

หมวกเห็ด สีน้ำตาลหม่นอมเหลือง เส้นผ่านศูนย์กลาง 8 - 15 ซม.

ครีบ สีขาว ไม่ยึดติดกับก้าน

ก้าน สีขาวยาว 1 - 1.5 ซม. เส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 - 2 ซม. เนื้อเป็นเส้นใยหยาบ
สีขาวประสานกันแน่น เหนียวและแข็ง โคนก้านใหญ่แล้วเรียวลงไปถึงรังปลวก
ผิวรากสีน้ำตาลดำเป็นชั้นผิวบางๆหุ้มอยู่ มองเห็นชั้นดังกล่าวชัดเจน

สปอร์ รูปรีหรือรูปไข่กลับ สีน้ำตาลเรื่อๆอมชมพูอ่อน ขนาด 3 - 5 x 6 - 8 ไมครอน.
ผิวเรียบ ผันบาง ที่ขอบมีซีสติเดียก่อนข้างกลม ขนาด 7 - 15 x 20 - 35 ไมครอน.
บนผิวครีบไม่ค่อยมีซีสติเดีย

เห็ดโคนชนิดนี้มีเขตการกระจายพันธุ์ในประเทศไทยทั่วทุกภาค ซึ่งเป็นดอกเดี่ยวกระจัดกระจาย
อยู่บนพื้นดินที่มีจอมปลวก กินได้ ในต่างประเทศพบในเขตร้อน



ภาพที่ 4 เห็ดโคน *Termitomyces globulus* Heim et Gooss.

(ราชบัณฑิตยสถาน . 2539)

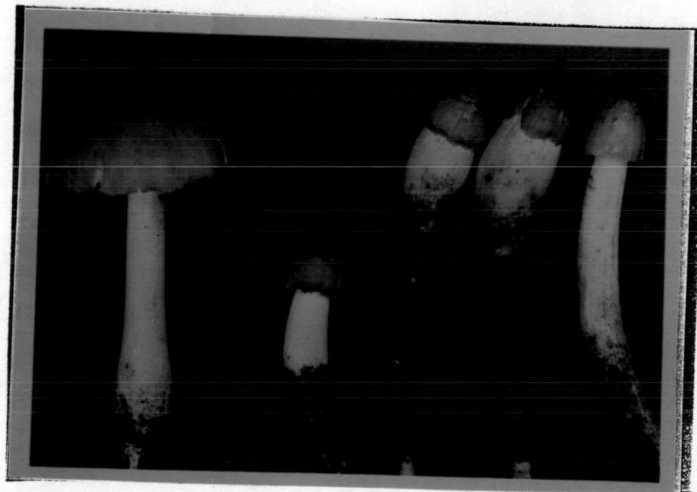
Termitomyces robustus (Beeli) Heim

ชื่อห้อง

Schulzeria robustus Beeli

- หมวกเห็ด รูปคล้ายกระทะคว่ำ สีน้ำตาลหม่นอมเหลืองอ่อน เส้นผ่านศูนย์กลาง 4 - 15 ซม. ยอดป้านและเป็นพูหรือลอน เมื่อยังอ่อนผิวเรียบและเหนียวเมื่อเปื่อยขึ้น และมีบางส่วนโดยเฉพาะกลางหมวกที่หยาบเป็นสันนูนเล็กๆ กระจายเป็นวงกลมออกไปยังขอบ มีแอนนูลัสซึ่งจะแห้งหายไปเมื่อขอบกลางออก (ภาพที่ 5)
- ก้าน สีขาวอมชมพู ไม่ยึดติดกับก้าน ขอบไม่เรียบ
- โคน ก้านรูปทรงกระบอก สีขาวหรือขาวนวลยาว 6 - 20 ซม. เส้นผ่านศูนย์กลาง 2 - 3 ซม. โคนก้านใหญ่แล้วเรียวยาวไปจนถึงรังปลวก ผิวเรียบหรือมีเส้นใยบางๆ เนื้อแน่น สีขาวแข็ง
- สปอร์ รูปรีหรือรูปไข่กลับ สีน้ำตาลเรื่อๆอมชมพู ขนาด 4 - 5.5 x 4.5 - 5 ไมครอน. ผิวเรียบ ผนังบาง บนครีบและตามขอบมีซีสทีเดียจำนวนมาก รูปใบพายหรือรูปทรงกระบอก รูปคนโท ขนาด 6 - 20 x 25 - 45 ไมครอน.

เห็ดโคนชนิดนี้มีเขตการกระจายพันธุ์ในประเทศไทยทางภาคตะวันตก จีนเป็นดอกเดี่ยว กระจุกกระจายบนพื้นดินที่มีจอมปลวก กินได้ ในต่างประเทศพบในเขตร้อน



ภาพที่ 5 เห็ดโคน *Termitomyces robustus* (Beeli.) Heim
(ราชบัณฑิตยสถาน , 2539)

Termitomyces schimperi (Pat.) Heim

ชื่อพ้อง

Lepiota schimperi Pat.

หมวกเห็ด รูปคล้ายกระทะคว่ำ สีขาวนวล เส้นผ่านศูนย์กลาง 6 - 25 ซม. กลางหมวก
ไม่นูน ผิวมีเกล็ดเป็นแผ่นสีเหลืองสีน้ำตาลอมเหลืองหรือน้ำตาลแดง เรียง
เป็นวงกลม กระจายออกไปยังขอบ (ภาพที่ 6)

ก้าน โคนใหญ่แล้วเรียวเล็กไปจนถึงรังปลวก

เห็ดโคนชนิดนี้มีเขตการกระจายพันธุ์ในประเทศไทยทางภาคกลาง ขึ้นเป็นดอกเดี่ยว กินได้
มีขนาดใหญ่กว่าชนิดอื่นในสกุลเดียวกัน ดร. Heim บันทึกรายละเอียดไว้ในรายงานการสำรวจ
เห็ดเมืองไทยว่า สำรวจพบและรวบรวมเห็ดชนิดนี้ได้ที่สถานีทดลองบางเขน ในพ.ศ. 2500
ในต่างประเทศพบในเขตร้อน



ภาพที่ 6 เห็ดโคน *Termitomyces schimperi* (Pat.) Heim

Termitomyces striatus (Beeli) Heimชื่อพ้อง *Schulzeria stria* Beeli

- ดอกเห็ดอ่อนรูปกรวยปากกว้างคว่ำลง เมื่อบานขอบกลางออกเกือบแบนราบ (ภาพที่ 7)
- หมวกเห็ด สีน้ำตาลอมเทาดำ น้ำตาลอมเหลือง น้ำตาลอมส้ม หรือน้ำตาลแดง เส้นผ่านศูนย์กลาง 4 - 12 ซม. กลางหมวกสีเข้มและนูนเล็กน้อย ผิวเรียบ มีเส้นลายละเอียดที่ขอบหมวก ซึ่งฉีกเป็นร่องจากขอบเมื่อดอกบาน
- ก้าน สีขาว แล้วเปลี่ยนเป็นสีขาวอมชมพู ไม่ยึดติดกับก้าน
- โคนก้านใหญ่ แล้วเรียวไปจนถึงรังปลวก เนื้อแน่นสีขาว มีลักษณะเป็นเส้นใยหยาบๆ ประสานกันแน่นแข็ง
- สปอร์ รูปรีสีน้ำตาลเรื่อๆอมชมพูอ่อน ขนาด 3 - 4.5 x 3.5 ไมครอน ผิวเรียบ ผ่นบาง ตามขอบมีครีบบิวซิซติเดียจำนวนมาก รูปคนโท รูปใบพาย รูปทรงกระบอก ที่มีปลายบนใหญ่กว่าเล็กน้อย ขนาด 10 - 15 x 25 - 35 ไมครอน

เห็ดโคนชนิดนี้มีการกระจายพันธุ์ในประเทศไทยทางภาคเหนือ ขึ้นเป็นดอกเดี่ยวกระจัดกระจายบนพื้นดินที่เป็นจอมปลวก กินได้ มี 2 พันธุ์ คือ เห็ดโคนดำ และ เห็ดโคนแดง ในต่างประเทศพบในเขตร้อน



A



B

ภาพที่ 7 เห็ดโคน *Termitomyces striatus* (Beeli.) Heim

(ราชบัณฑิตยสถาน , 2539)

A เห็ดโคนดำ

B เห็ดโคนแดง

Termitomyces tyleranus Otieno

ชื่อสามัญ เห็ดโคนขาว

ดอกเห็ดอ่อนรูปกรวยคว่ำ เมื่อบานขอบหมวกกางออกเป็นรูปกระทะคว่ำ ยอดแหลม (ภาพที่ 8)

- หมวกเห็ด สีขาว เส้นผ่านศูนย์กลาง 3 - 6 ซม. ผิวเรียบ
- ก้าน สีขาว ยาว 5 - 6 ซม. เส้นผ่านศูนย์กลาง 3 - 6 ซม. เนื้อหยาบ เส้นใยประสานกันแน่นแข็ง ผิวนอกเป็นเส้นใยหยาบๆคล้ายขน โดยเฉพาะเส้นใยตอนบน โคนก้านโป่งออกเล็กน้อยแล้วเรียวเล็กไปจนถึงรังปลวก
- สปอร์ สีน้ำตาลอ่อนอมชมพู ขนาด 4.5 - 5 x 6 - 7 ไมครอน ผิวเรียบ ผนังบาง บนผิวและขอบมีซิสทีเดียรูปคนโทหรือรูปกระบอง ขนาด 10 - 20 x 25 - 50 ไมครอน. กระจัดกระจายห่างๆ

เห็ดโคนชนิดนี้มีเขตการกระจายพันธุ์ในประเทศไทยทางภาคเหนือ ขึ้นบนพื้นดินจอมปลวกกินได้ ในต่างประเทศพบในเขตร้อน



ภาพที่ 8 เห็ดโคน *Termitomyces tyleranus* Otieno

(ราชบัณฑิตยสถาน , 2539)

Termitomyces microcarpus (Berk. et Broome) Heim

- ชื่อพ้อง *Agaricus microcarpus* Berk. et Broome
- ชื่อสามัญ เห็ดข้าวตอก
- หมวดเห็ด รูปร่างสีขาวนวล เส้นผ่านศูนย์กลาง 1 - 1.5 ซม. ยอดหมวกสีน้ำตาลอ่อน จะจางหายไปเมื่อดอกบานเต็มที่ ผิวเรียบ เนื้อบาง สีขาวนวล (ภาพที่ 9)
- กริบ สีขาวนวล กว้าง 1 - 2 มม. ไม่ยึดติดกับก้าน
- ก้าน ตรง สีนวลขาว ยาว 2 - 4 ซม. เส้นผ่านศูนย์กลาง 1 - 2 มม. โคนก้าน สีน้ำตาลอ่อน ผิวเรียบ
- สปอร์ รูปกลมหรือรี สีขาว ขนาด 4.5 x 6 - 7.5 ไมครอน ผิวเรียบ ผนังบาง เห็ดชนิดนี้มีเขตการกระจายพันธุ์ในประเทศไทยทางภาคเหนือ ขึ้นคอนต้นฤดูฝน เป็นดอกเดี่ยว กระจายเป็นกลุ่มใหญ่บนพื้นดินที่มีจอมปลวก ไม่มีก้านห้อยลึกลงไปในดินอย่างเห็ดโคนทั่วไป ดอกเล็กสีขาวนวล มองคล้ายข้าวตอก กินได้ พบในเขตร้อนทั่วโลก



ภาพที่ 9 เห็ดโคน *Termitomyces microcarpus* (Berk. et Broome) Heim

Termitomyces cartilagineus

เห็ดโคนชนิดรากสีน้ำตาลเข้ม ดอกเห็ดสีน้ำตาลปนเทา เมื่อยังอ่อนมีลักษณะโค้งคล้าย
ทรงกระบอกและค่อยๆ ขยายสูงขึ้น (ภาพที่ 10)

หมวกดอก ส่วนกลางดอกจะนูนแหลมขึ้นและสีจะเข้มกว่าขอบดอก เส้นผ่านศูนย์กลาง
8 - 12 ซม.

ครีบ สีขาว หรือสีขาวครีม เรียงกันค่อนข้างห่าง

ก้าน สีเหลือง ยาว 8 - 12 ซม. ด้านบนมีขนาดใหญ่และเรียวเล็กมาทางโคน มีรากเทียม
(pseudorhiza) ยาว 2 ซม. สีน้ำตาลเข้ม

สปอร์ สีใส รูปไข่ หรือรูปไต ขนาด 6-7 x 4-5 ไมครอน.

พบมากในฤดูฝน เจริญขึ้นจากพื้นดินใกล้จอมปลวก กินได้



ภาพที่ 10 เห็ดโคน *Termitomyces cartilagineus*

(เกษม สร้อยทอง , 2538)

Termitomyces fuliginosus Heim

- หมวกเห็ด สีน้ำตาลอ่อน เส้นผ่านศูนย์กลาง 6 ซม. กลางดอกนูนแหลม สีเข้มกว่าขอบ (ภาพที่ 11)
- ครีบ สีขาว เรียงตัวอย่างอิสระ
- ก้าน ยาว 12 ซม. หรือมากกว่านี้ ส่วนบนสีขาวปนเทา ส่วนล่างสีเข้มโคนก้านเหนียว
ดินโป่งออก ผิวเรียบ เนื้อแน่น รากเทียม (pseudorhiza) ยาวเรียวยาวฝังลึกดิน
สีน้ำตาลปนเทา
- สปอร์ สีใสรูปไข่ ขนาด 5 - 6 x 4 - 5 ไมครอน.
- พบมากในฤดูฝน เกิดเป็นกลุ่ม กระจุกกระจายอยู่ตามผิวดินบริเวณจอมปลวก กินได้



ภาพที่ 11 เห็ดโคน *Termitomyces fuliginosus* Heim
(อนงค์ จันทศรีกุล , 2530)

Termitomyces mammiformis Heim

ดอกเห็ดเมื่อยังอ่อนรูปเกือบกลม เมื่อบานออกรูปคล้ายกระทะคว่ำ ขอบหมวกนูน

ผิวขรุขระ

หมวกเห็ด เส้นผ่านศูนย์กลาง 3 - 6 ซม. ผิวหมวกสีขาวนวล มีเกล็ดสีน้ำตาลอมเทาเรียงเป็นวงกลมกระจายห่างออกไปจากขอบหมวก เกล็ดหลุดง่าย ขอบหมวกเป็นหยักละเอียด

ครีป สีน้ำตาลเรื่อๆ ไม่ยึดติดกับก้าน

ก้าน สีครีม กว้าง 1 - 2 ซม. ยาว 4 - 12 ซม. รูปทรงกระบอก โคนก้านโป่งใหญ่ เรียวยาวเป็นรอกหยั่งลึกลงไปถึงจอมปลวก ผิวมีเส้นใยหยาบๆคล้ายขนสานกันแน่น เนื้อแน่นสีขาว มีวงแหวนเป็นแผ่นบางๆ อยู่ใต้หมวกลงมา 1/4 ของก้าน

สปอร์ สีน้ำตาลเรื่อๆอมชมพู รูปมน ผันเรียบ ขนาด 6 - 7 x 3 - 5 ไมครอน. มีขั้วเดียว
จำนวนมาก รูปไข่ รูปคนโท ขนาด 20 - 30 x 10 - 20 ไมครอน.

เห็ดชนิดนี้ขึ้นเป็นดอกเดี่ยวบนพื้นดินที่มีจอมปลวก กินได้

การเจริญและการพัฒนาของเห็ดโคนในธรรมชาติ

โอภาส ศรีสะอาด และคณะ (2526) พบว่าการเจริญเติบโตและการพัฒนาของเห็ดโคนทุกสายพันธุ์จะมีการเจริญที่คล้ายคลึงกัน คือมีการเจริญและพัฒนาจากกลุ่มสเฟียร์รูลที่เจริญบนสวนราภายในรังปลวก ซึ่งอยู่ใต้ผิวดินเจริญทะลุผิวดินขึ้นมา (ภาพที่ 13 - 15) โดยการพัฒนาเริ่มจากกลุ่มสเฟียร์รูลที่สวนราเจริญยืดยาวออกเป็นส่วนของดอกเห็ดหรือ เบซิดิโอคาร์พ (basidiocarp) ได้อย่างรวดเร็ว จากนั้นเบซิดิโอคาร์พจะยืดยาวออกไปเรื่อยๆ และจะดันแทรกตัวขึ้นสู่ผิวดิน ในขณะเดียวกันขนาดของหมวกเห็ดจะโตขึ้นเรื่อยๆ ต่อมาก้านดอกจะยาวมากขึ้นพร้อมทั้งหมวกเห็ดจะบานเต็มที่ (ภาพที่ 12) และมีการสร้างสปอร์เกิดขึ้นมากมายที่กริบเห็ด ภายในระยะเวลา 2 วันดอกเห็ดโคนจะเน่าและถูกย่อยสลายไป



ภาพที่ 12 ลักษณะการเจริญและการพัฒนาของเห็ดโคน (*Termitomyces robustus*)

ในระยะต่างๆ

- A กลุ่มเห็ดโคนที่สวนราเจริญยืดยาวออกเป็นส่วนของเบซิดิโอคาร์พ (basidiocarp)
- B ลักษณะดอกเห็ดโคนระยะแรกเจริญอยู่ใต้ดิน
- C ดอกเห็ดโคนเจริญมากขึ้นและเริ่มแทรกตัวขึ้นสู่ผิวดิน
- D ดอกเห็ดโคนโผล่เหนือผิวดินบางส่วน
- E ดอกเห็ดโคนโผล่เหนือผิวดิน และยึดก้านดอกมากขึ้น
- F ดอกเห็ดโคนยึดก้านดอกพร้อมหมวกเห็ดเริ่มบานออก
- G ดอกเห็ดโคนยึดก้านดอกยาวมากขึ้นและหมวกเห็ดเริ่มบานออกมากขึ้น
- H ดอกเห็ดโคนซึ่งเจริญเต็มที่ หมวกเห็ดบานออกจนแตกแยก



ภาพที่ 13 การเจริญของเห็ดโคน (*Termitomyces robustus*)
เกิดที่สวนรกายในรังปลวกและเจริญทะลุผิวดินขึ้นมา (สมชาย ไทยทัตกุล , 2539)



ภาพที่ 14 การเจริญของเห็ดโคน (*Termitomyces microcarpus*)
เกิดที่สวนรกายในรังปลวกและเจริญทะลุผิวดินขึ้นมา



ภาพที่ 15 การเจริญของเห็ดโคน (*Termitomyces striatus*)
เกิดที่สวนรกายในรังปลวกและเจริญทะลุผิวดินขึ้นมา (อิศระ อินตะนัย , 2530)

ลักษณะที่สำคัญของปลวกที่มีความสัมพันธ์กับเห็ดโคนจะแตกต่างจากปลวกชนิดอื่น คือ จะมีการสร้างสวนราภายในรังปลวก ปลวกที่สร้างสวนรามีเพียง 1 วงศ์ คือ *Macrotermitidae* ได้แก่ปลวกในสกุล *Odontotermes* (ภาพที่ 23) , *Macrotermes* (ภาพที่ 24) , *Microtermes* (ภาพที่ 25) , *Canthotermes* (ภาพที่ 26) , *Hypotermes* (ภาพที่ 27) และ *Protermes* (ภาพที่ 28) (Hcim ,1977) โดยปลวกจะสร้างรังปลวกเพื่อเลี้ยงเชื้อรา สภาพภายนอกรังปลวกเป็นเนินดินแข็ง (ภาพที่ 16) ภายในรังปลวก (fungus chamber) จะมีลักษณะเป็นโพรง มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 - 25 เซนติเมตร บริเวณพื้น เพดาน และผนังของรังปลวกจะเรียบเป็นมัน ภายในรังปลวกจะประกอบไปด้วยสวนเห็ดรา (fungus garden , garden chamber) ซึ่งเป็นแหล่งกำเนิดเห็ดราจำนวนมาก ตั้งแต่ 1 - 22 สวนเห็ดรา (Batra and Batra, 1977)

Sands (1969) ได้อธิบายลักษณะสวนรา ว่ามีรูปร่างเป็นรูปทรงคล้ายฟองน้ำ ประกอบด้วยสายใยราจำนวนมากประสานตัวกันแน่น เมื่อสดมีลักษณะอ่อนนุ่มเนื่องจากประกอบด้วยน้ำ 40 - 50 เปอร์เซ็นต์ ถ้าน้ำระเหยไปหมดจะมีลักษณะแข็งและคงรูปเดิมได้ดี ภายในรูปทรงของสวนเห็ดราเป็นที่อยู่ของตัวอ่อนปลวก (ภาพที่ 21 - 22)

ภายในรังปลวกมีช่องทางเดินติดต่อถึงกันตลอด (ภาพที่ 17) ผนังของรังปลวกมีความหนามากประกอบด้วยเนื้อไม้ผสมดิน จึงเป็นฉนวนกันความร้อนได้ดี (อิศระ อินตะนิย , 2530)

อุณหภูมิและความชื้นในรังปลวกไม่มีความแตกต่างกันมากนัก ในแต่ละช่วงฤดูกาล ถึงแม้ปลวกจะหายใจและปล่อยพลังงานความร้อนออกมาก็ตาม เนื่องจากส่วนที่ขอบหรือผิวของรังปลวกมีรูที่เป็นช่องระบายอากาศแลกเปลี่ยนกับภายนอกได้ จึงช่วยกระจายความร้อนออกไปได้เช่นข้างตมมีเครื่องควบคุมอุณหภูมิไว้ภายในรังปลวก อุณหภูมิภายในรังปลวกจึงค่อนข้างคงที่ประมาณ 29- 30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ภายในรังปลวก 98 - 99 เปอร์เซ็นต์และไม่เคยพบว่ามีความต่ำกว่า 96.2 เปอร์เซ็นต์ (Martin , 1961)

วงจรชีวิตของปลวก (ภาพที่ 18) จะเริ่มจาก ไข่ ต่อมากลายเป็นตัวอ่อนปลวก และตัวอ่อนปลวกจะพัฒนาเป็นตัวปลวกเต็มวัยในวาระต่างๆ ส่วนตัวปลวกในวาระสืบพันธุ์จะกลายเป็นแมลงเม่า (ปลวกมีปีก) เมื่อมีฝนตกบรรยากาศภายนอกมีความชื้นสูงแมลงเม่าจะบินออกจากรังเพื่อหาแหล่งที่อยู่ใหม่ เมื่อพบแหล่งที่เหมาะสมแมลงเม่าจะสลัดปีกหลุดและเริ่มจับคู่อัการคัดเลือกนางพญาปลวกและราชาปลวกเพื่อทำการสืบพันธุ์ จากนั้นปลวกนางพญาจะออกไปเพื่อเพิ่มประชากรปลวก และกลับเข้าสู่วงจรชีวิตปลวกอีกครั้ง ระยะเวลาการพัฒนาจากไข่ เป็นตัวปลวกเต็มวัยใช้เวลาประมาณ 25 วัน (Krishna , 1969)



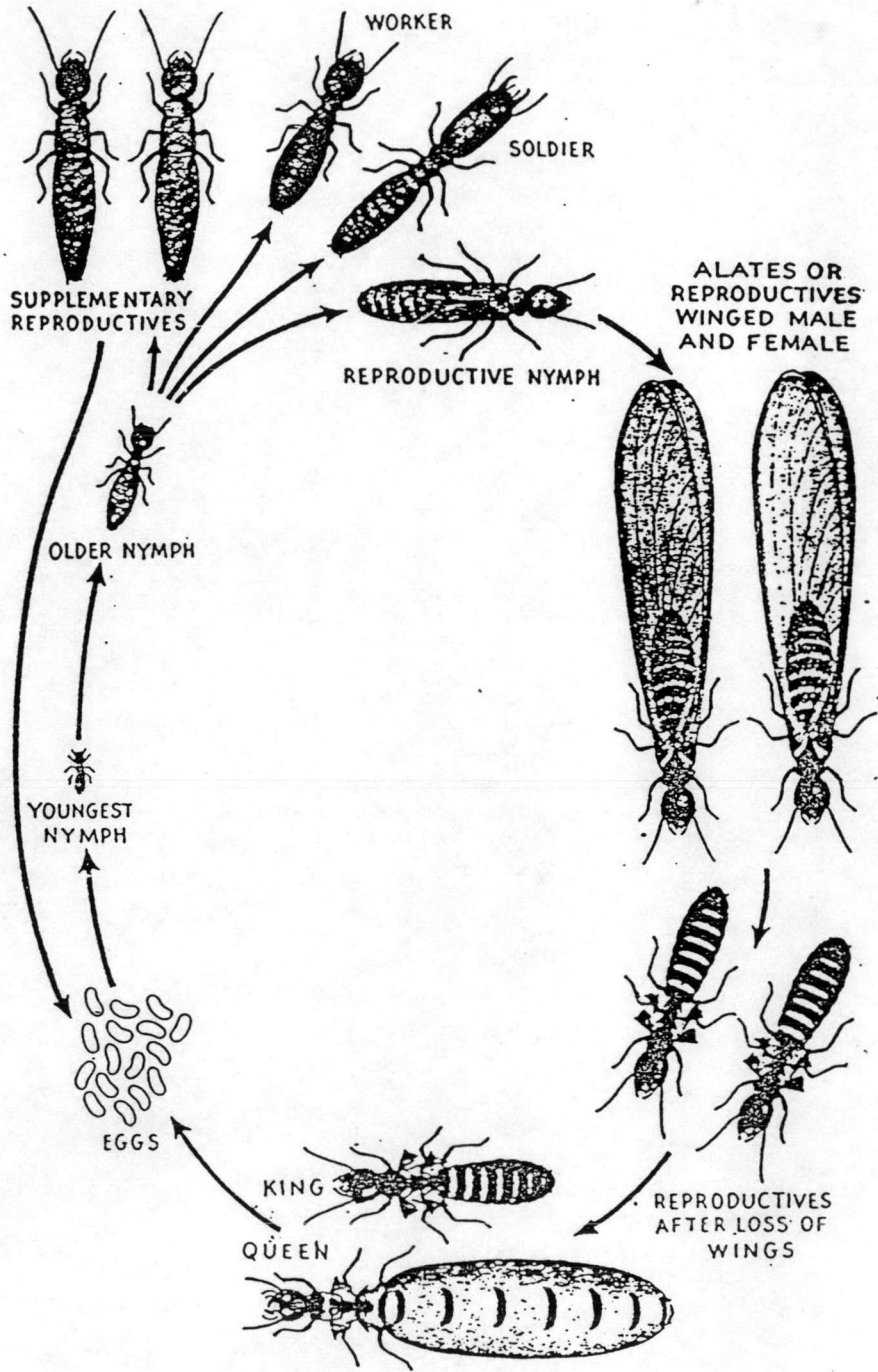
ภาพที่ 16 รังปลวก (termite hill)

สภาพภายนอกของรังปลวกในธรรมชาติ ของปลวกสกุล *Odontotermes*



ภาพที่ 17 รังปลวก (termite hill)

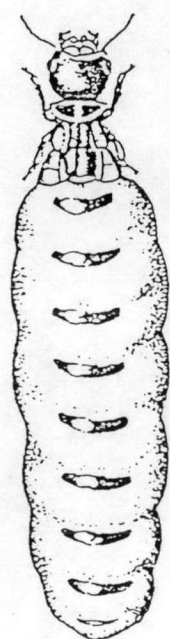
สภาพภายในของรังปลวกในธรรมชาติ ของปลวกสกุล *Odontotermes*



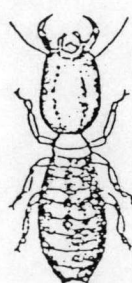
ภาพที่ 18 วงจรชีวิตของปลวก (Krishna , 1969)



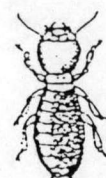
ภาพที่ 19 นางพญาปลวก (ปลวกสกุล *Macrotermes*) มีปลวกงานล้อมรอบเพื่อป้อนอาหาร และขนย้ายไข่ไปยังบริเวณรังเลี้ยงตัวอ่อน (comb) (ทรงพล กำเนิดรัตน์ , 2534)



นางพญาปลวก

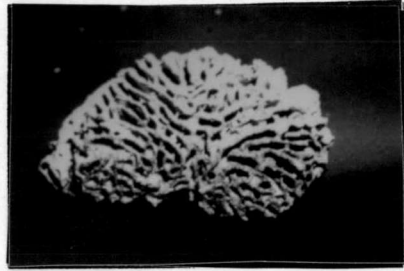


ปลวกทหาร



ปลวกพลริ่ง

ภาพที่ 20 ลักษณะและขนาดของปลวกทั้ง 3 วรรณะ (ทรงพล กำเนิดรัตน์ , 2534)



ภาพที่ 21 สวนรา (fungus garden) ของปลวกสกุล *Macrotermes* (อีสระ อินตะนัย , 2530)

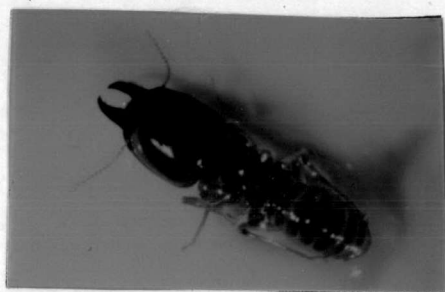


ภาพที่ 22 สวนรา (fungus garden) ของปลวกสกุล *Odontotermes* (อีสระ อินตะนัย , 2530)

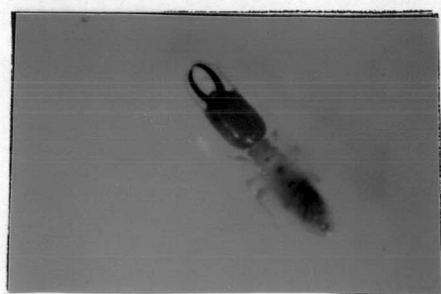
ชนิดของปลวกที่มีความสัมพันธ์กับเห็ดโคน



ภาพที่ 23 ปลวกสกุล *Odontotermes* (อีสระ อินตะนัย , 2530)

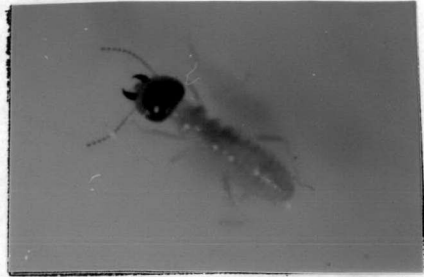


ภาพที่ 24 ปลวกสกุล *Macrotermes* (อีสระ อินตะนัย , 2530)



ภาพที่ 25 ปลวกสกุล *Microtermes* (อีสระ อินตะนัย , 2530)

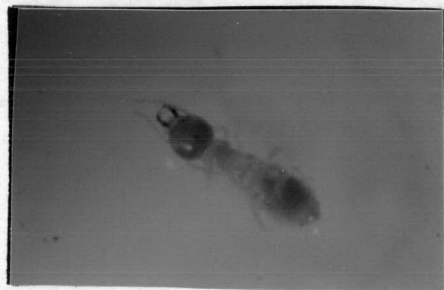
ชนิดของปลวกที่มีความสัมพันธ์กับเห็ดโคน



ภาพที่ 26 ปลวกสกุล *Canthotermes* (อิศระ อินตะนัย , 2530)



ภาพที่ 27 ปลวกสกุล *Hypotermes* (อิศระ อินตะนัย , 2530)



ภาพที่ 28 ปลวกสกุล *Protermes* (อิศระ อินตะนัย , 2530)

ความสัมพันธ์ของเห็ดโคนและปลวก

การอยู่ร่วมกันของเห็ดโคนและปลวกอยู่ร่วมกันในลักษณะพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกันอย่างแท้จริง (obligate symbiosis หรือ mutualism) โดยได้รับประโยชน์ร่วมกันทั้งสองฝ่าย มีการแลกเปลี่ยนกระบวนการทางชีวเคมีร่วมกัน ซึ่งเส้นใยราเห็ดโคนจะเป็นอาหารของตัวอ่อนปลวกในขณะเดียวกันปลวกจะสังเคราะห์สารอาหารบางชนิด ซึ่งจำเป็นต่อการเจริญของเส้นใยเห็ดโคนในการพัฒนาจากตุ่มเห็ดโคนเป็นดอกเห็ดโคนต่อไป หากสิ่งมีชีวิตทั้งสองแยกจากกันจะทำให้ทั้งสองฝ่ายตาย

หน้าที่ของราเห็ดโคนที่มีต่อปลวก

Ausat และคณะ (1960) พบเส้นใยของราเห็ดโคนและตุ่มเห็ดโคนที่สวนรา และคาดว่ามีความสำคัญต่อการดำรงชีพของปลวก

Alibert (1964) ศึกษาวงจรชีวิตของปลวกซึ่งคาดว่ามีความสัมพันธ์กับการเกิดเห็ดโคน

Batra และ Batra (1967) พบว่าปลวกจะรวบรวมอินทรีย์วัตถุนำไปเพื่อเป็นอาหารเลี้ยงราเส้นใยราเห็ดโคนที่สวนราจะพัฒนาเป็นตุ่มเล็กๆ เรียก สเฟียร์รูล (spherule) หรือไพโรโมเดียม (primodial) ซึ่งเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญของตัวอ่อนปลวก (ภาพที่ 29 - 30)

Mashwitz และ Tho (1974) ค้นพบว่าปลวกทหารจะมีการขับสารพวก quinones ได้แก่ toluquinone , bezoquinone ออกมาในน้ำลายเสมอ ซึ่งจะไม่พบกับปลวกวรรณะอื่น

Rich (1969) และ Thomas (1987) ทำการวิเคราะห์พบว่า สารพวก quinones จะเป็นพิษต่อเส้นใยของเห็ดรา จึงคาดว่า ปลวกทหารผลิตสารนี้ออกมา เพื่อควบคุมความสมดุลของราแปลกปลอมภายในรังปลวก โดยเฉพาะราในสกุล *Xylaria* กับราของเห็ดโคนเป็นอย่างมาก

Thomas (1987) ศึกษาพบว่า ปลวกต่างวรรณะกัน จะมีลักษณะการกินอาหารที่แตกต่างกัน ซึ่งเป็นผลมาจากการวิเคราะห์องค์ประกอบของสารอาหารต่างๆที่พบภายในระบบทางเดินอาหารและระบบย่อยอาหารของปลวก ปลวกงานและตัวอ่อนปลวกจะพบ สเฟียร์รูลของเห็ดโคนมากกว่าปลวกในวรรณะอื่น

สรีรวิทยาของราเห็ดโคน

Osore และ Okech (1983) ทำการสกัดเอนไซม์จากราเห็ดโคน พบ ชนิดเอนไซม์ที่สำคัญได้แก่ cellulase และ β - Glucosidase แสดงว่าราเห็ดโคนสร้างเอนไซม์ทั้ง 2 ชนิดนี้เพื่อใช้ในการย่อยสลาย เซลลูโลส และ กลูโคส ซึ่ง เซลลูโลส และ กลูโคส ต้องเป็นแหล่งคาร์บอนที่มีความสำคัญต่อราเห็ดโคนเป็นอย่างมาก

สภาพแวดล้อมภายในสวนราเห็ดโคน

Grasse (1959) วิเคราะห์ส่วนประกอบของรังเลี้ยงตัวอ่อนปลวก (comb) และสิ่งขับถ่ายจากปลวกงานพบว่า มีส่วนประกอบของ เซลลูโลส (cellulose) 40-60 เปอร์เซ็นต์ และ ลิกนิน (lignin) 20 - 30 เปอร์เซ็นต์ แสดงว่าปลวกงานมีการใช้วัตถุดิบในรูปของ เซลลูโลส และ ลิกนิน เพื่อใช้เป็นส่วนประกอบสำคัญในการสร้างรังเลี้ยงตัวอ่อนปลวก (comb)

Martin (1961) ศึกษาสภาพสวนราพบว่า มีความชื้นสัมพัทธ์ 98 - 99 % อุณหภูมิประมาณ 29 - 30 ° ซ และมีการรักษาสภาพคงที่เช่นนี้ไว้ได้ทุกฤดูกาล

Zoberi (1979) ศึกษาสวนราพบว่ามี pH ประมาณ 4.5 - 5.7 และพบว่ามีการอาศัยร่วมกับจุลินทรีย์ชนิดอื่น ได้แก่ *Alternaria Aspergillus Fusarium* เป็นต้น

Thomas (1987) ศึกษาการควบคุมปริมาณจุลินทรีย์ในสวนรา ว่าอาจเกิดจากบทบาทของปลวกและสภาพแวดล้อมของสวนรา

การเพาะเห็ดโคน

Heim (1977) ทำการทดลองเพาะเห็ดโคนโดยใช้วิธีการเพาะเช่นเดียวกับการเพาะเห็ดกระดุม (champignon) พบว่าเห็ดโคนไม่สามารรถเพาะได้ และการเพาะต้องอาศัยปลวกเป็นปัจจัยสำคัญ

รา *Xylaria* ในสวนรา

Das (1962) ค้นพบว่าในสวนราจะมีการปนเปื้อนของราสกุล *Xylaria* เสมอ โดยจะเกิดร่วมกับการเกิดเห็ดโคนเสมอ

Batra และ Batra (1977) พบว่า ปลวกทหารจะเป็นผู้ควบคุมปริมาณของรา *Xylaria* ในรังปลวก ซึ่งวิธีการควบคุม ปลวกทหารจะกินเป็นอาหาร หรือ เข้าทำลายโดยมีการขนย้ายไปทิ้ง (weeding) ภายนอกรังปลวก

การศึกษาเห็ดโคนในประเทศไทย

การศึกษาเห็ดโคนในประเทศไทยยังไม่กว้างขวางนัก ที่ผ่านมามีการศึกษาดังนี้
 ดิพร้อม ไวยวงศ์เกียรติ (2525) ทำการทดลองแยกเนื้อเยื่อเห็ดโคน และเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ
 บนอาหารเลี้ยงเชื้อ Potato Dextrose Agar พบว่าลักษณะโคโลนีของเห็ดโคน เป็นก้อนแข็ง
 คล้ายเซลมะเร็ง เจริญได้ช้า และไม่มีการทดลองเพิ่มเติม

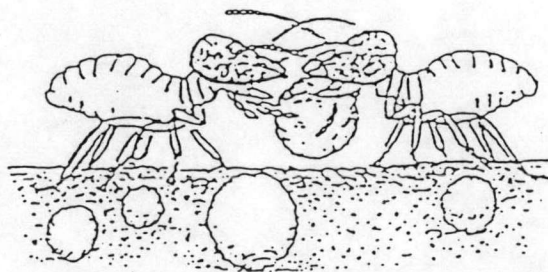
สาโรช ชีรศิลป์ และ คณะ (2526) ศึกษาการเจริญของเนื้อเยื่อเห็ดโคนบนอาหารเลี้ยง
 เชื้อที่มีการปนสารสกัดจากรังปลวก พบว่าเนื้อเยื่อเห็ดสามารถเจริญได้ดี และวิเคราะห์สาร
 สกัดจากรังปลวกพบว่ามี carbonyl group เป็นองค์ประกอบอยู่มาก

รองศาสตราจารย์ ดร. สุมาลี พิษยางกูร (2537) ทำการศึกษาเห็ดโคนลูกผสม ระหว่าง
 เห็ดโคนและเห็ดฟาง

บัณฑิต อัคร์สินทอง (2536) ศึกษาผลของกรดอะมิโนทั้ง 20 ชนิดต่อการเจริญของเชื้อ
 เห็ดโคนพบว่า มีเพียง isoleucine ที่ระดับความเข้มข้น 20 มิลลิกรัมต่อลิตรเพียงชนิดเดียวทำ
 นั้นที่สามารถกระตุ้นการเจริญของเห็ดโคนได้ 12 เปอร์เซ็นต์ และพบว่าสาร allatonin ที่
 ระดับความเข้มข้น 20 มิลลิกรัมต่อลิตรสามารถกระตุ้นการเจริญของเห็ดโคนได้ 27 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 29 กิจกรรมภายในรังปลวก (ปลวกสกุล *Macrotermes*)
 ตัวอ่อนปลวกกำลังกินเส้นใยเห็ดโคนที่ประสานตัวอัดแน่นเป็นก้อนกลม
 สเฟียร์รูล (spherule) หรือ ไพรมอดีล (primodial) (ทรงพล กำเนิดรัตน์ , 2534)



ภาพที่ 30 ปลวกงานกำลังขนย้ายคุ่มเห็ดโคน ในขณะที่มีการเปลี่ยนแปลงที่อยู่ ปลวกจะมีการ
 ล้มล้างคุ่มเห็ดโคนไปด้วยเสมอ เพื่อเป็นอาหารสำหรับเลี้ยงตัวอ่อนปลวก
 (Batra และ Batra , 1977)