รหัสโครงการ SUT1-104-53-12-15

รายงานการวิจัย

ความหลากหลายทางชีวภาพของปลวกและความสัมพันธ์กับระบบนิเวศป่าเต็งรังและป่าดิบแล้งในพื้นที่ชีวมณฑลสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา

(Biodiversity of termites and their relationship to dry dipterocarp and dry evergreen ecosystems at Sakaerat Environmental Research Station, Nakhon Ratchasima province)

คณะผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ณัฐวุฒิ ธานี

สาขาวิชาชีววิทยา

สำนักวิชาวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจาก

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ผลงานวิจัยเป็นความรับผิดชอบของหัวหน้าโครงการวิจัยแต่เพียงผู้เดียว

รหัสโครงการ SUT1-104-53-12-15

รายงานการวิจัย

ความหลากหลายทางชีวภาพของปลวกและความสัมพันธ์กับระบบนิเวศ ป่าเต็งรังและป่าดิบแล้งในพื้นที่ชีวมณฑลสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา

(Biodiversity of termites and their relationship to dry dipterocarp and dry evergreen ecosystems at Sakaerat Environmental Research Station, Nakhon Ratchasima province)

คณะผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ณัฐวุฒิ ธานี

สาขาวิชาชีววิทยา

สำนักวิชาวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ปีงบประมาณ พ.ศ. 2553

ผลงานวิจัยเป็นความรับผิดชอบของหัวหน้าโครงการวิจัยแต่เพียงผู้เดียว

กรกฎาคม 2557

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาเรื่องความหลากหลายทางชีวภาพของปลวกและความสัมพันธ์กับระบบนิเวศป่าเต็งรังและป่าดิบแล้งในพื้นที่ชีวมณฑลสะแกราช จังหวัดนครราชสีมาในครั้งนี้ ได้รับความร่วมมือจากหลายฝ่ายจนทำให้เกิดองค์ความรู้เรื่องปลวกและความสัมพันธ์กับปัจจัยสิ่งแวดล้อมในประเทศไทยเพิ่มขึ้น คณะผู้วิจัยขอขอบคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทั้งหมด อาทิ หัวหน้าสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา ที่อนุญาตให้เข้าทำการวิจัยในครั้งนี้ พร้อมเจ้าหน้าที่ทุกท่าน ที่ให้ความสะดวกในการเข้าพื้นที่ โครงการวิจัยขอขอบคุณนักศึกษา คณาจารย์สาขาวิชาชีววิทยา สำนักวิชาวิทยาศาสตร์ และเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีทุกท่าน ที่มีส่วนร่วมในการวิจัยครั้งนี้ ท้ายสุดขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่ให้การสนับสนุนทุนสำหรับการวิจัยในครั้งนี้

คณะผู้วิจัย

บทคัดย่อ

การศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของปลวกในป่าเต็งรังและป่าดิบแล้ง ที่สถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย และศึกษาความสัมพันธ์ของปลวกกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมบางประการ ระหว่างเดือนตุลาคม พ.ศ. 2552 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2553 โดยใช้วิธีการเก็บตัวอย่างปลวก 3 วิธี ได้แก่ การเก็บตัวอย่างโดยตรง การใช้หลุมดิน และการวางกับดักล่อ จากการศึกษาพบปลวกทั้งสิ้น 3 วงศ์ จำแนกเป็น 6 วงศ์ย่อย 18 สกุล และ 25 ชนิด ป่าดิบแล้งมีความหลากหลายทางชนิดของปลวกเท่ากับ 25 ชนิด ซึ่งสูงกว่าป่าเต็งรังที่พบความหลากหลายทางชนิด 18 ชนิด ปลวกในวงศ์ย่อย Kalotermitinae และ Rhinotermitinae พบเฉพาะในป่าดิบแล้งเท่านั้น ปลวกชนิด *Microcerotermes crassus* เป็นปลวกชนิดเด่นทั้งสองป่า รองลงมาได้แก่ปลวกชนิด *Hypotermes makhamensis*, *Globitermes sulphureus*, *Macrotermes gilvus* และ *Macrotermes carbonarius* ตามลำดับ การศึกษาดัชนีความหลากหลายของปลวกโดยใช้ดรรชนี Shanon – Wiener index พบว่าป่าดิบแล้งมีค่าดัชนีความหลากหลายของปลวกสูงกว่าป่าเต็งรัง คือ 3.079 และ 2.744 ตามลำดับ ในขณะที่ค่าความสม่ำเสมอในป่าดิบแล้งมีค่าเท่ากับ 0.957 ซึ่งสูงกว่าในป่าเต็งรังที่มีค่าเท่ากับ 0.949 ความหนาแน่นของประชากรปลวกมีค่าสูงที่สุดในเดือนกันยายน พ.ศ. 2553 (230.53 ตัวต่อตารางเมตร) และต่ำสุดในเดือนมกราคม พ.ศ. 2553 (113.43 ตัวต่อตารางเมตร) การศึกษาดัชนีความคล้ายคลึงในทั้งสองป่าพบว่ามีค่าเท่ากับ 0.8372 หรือร้อยละ 83.72 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของประชากรปลวกกับปัจจัยทางด้านสิ่งแวดล้อมพบว่าความหนาแน่นของประชากรปลวกมีความสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญกับค่าความชื้นของดิน ($P<0.05$, $r=0.728$) และมีความสัมพันธ์เชิงลบอย่างมีนัยสำคัญกับค่าอุณหภูมิของดินในป่าเต็งรัง ($P<0.05$, $r=-0.646$) โดยไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิของอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ และความเป็นกรด-ด่างของดิน สำหรับป่าดิบแล้งพบว่า ความหนาแน่นของประชากรปลวกไม่มีความสัมพันธ์กับทุกปัจจัยทางด้านสิ่งแวดล้อมที่ศึกษา ($P<0.05$) ผลการศึกษาโปรโตซัวในลำไส้ของปลวก พบโปรโตซัวเฉพาะในลำไส้ของปลวกชนิด *Schedorhinotermes* sp. เท่านั้น ซึ่งจัดเป็นปลวกกลุ่มกินไม้และถูกจัดเป็นปลวกชั้นต่ำ โดยโปรโตซัว *Trichonympha* sp. เป็นโปรโตซัวกลุ่มเด่นที่พบในการศึกษาครั้งนี้ รองลงมาได้แก่ *Psuedotrichonympha* sp. *Spironympha* sp. และ *Dinenympha* sp. ตามลำดับ สรุปได้ว่า การศึกษาครั้งนี้ทำให้ได้ข้อมูลที่มีประโยชน์เกี่ยวกับความหลากหลายทางชีวภาพของปลวก และความเปลี่ยนแปลงของประชากรปลวกในระบบนิเวศป่าเต็งรังและป่าดิบแล้งในสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราชและความสัมพันธ์กับชนิดของโปรโตซัวในลำไส้ปลวก สามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานทั้งในด้านการจัดการปลวก และการอนุรักษ์ระบบนิเวศพร้อมกับการพัฒนาที่ยั่งยืนในอนาคต

Abstract

The biodiversity of termites in two different forest types, dry dipterocarp forest (DDF) and dry evergreen forest (DEF) was studied at Sakaerat Environmental Research Station (SERS), Nakhon Ratchasima province, northeastern Thailand during October 2009 – September 2010. The relationship of termites and some environmental factors was also investigated. The three different sampling methods in use were direct search, soil pit and bait trap station. A total of 3 families, 6 subfamilies, 18 genera and 25 species were found in the studied areas. Species diversity of termites in DEF was found to be higher than that of DDF with 25 species of 18 genera recorded from DEF and 18 species of 14 genera from DDF, respectively. The subfamily Kalotermitinae and subfamily Rhinotermitinae were found only in DEF. While *Microcerotermes crassus* was found to be the dominant species in both DDF and DEF followed by *Hypotermes makhamensis*, *Globitermes sulphureus*, *Macrotermes gilvus*, and *Macrotermes carbonarius*, respectively. Termite diversity was determined by using Shannon's diversity index (H'), evenness and species richness. It was found that DEF and DDF had H'-index value of 3.079 and 2.744, respectively. The DEF had indicated as the higher evenness with 0.957 and 0.949 in DDF. The maximum density was in September 2010 (230.53 individuals/m^2) while the minimum density was in January 2010 (113.43 individuals /m^2). Sorensen's index was used for similarity of species components in each forest type which showed the value of 0.8372 or 83.72%. The termite density was positively significant correlated with soil moisture ($P<0.05$, $r=0.728$), whereas negatively significant correlated with soil temperature ($P<0.05$, $r=-0.646$) in the DDF. There were not correlations with rainfall, air temperature, relative humidity and soil pH. In the DEF showed no correlations between termite density and environmental factors in this study ($P<0.05$). The flagellated protozoa were presented only in species of termites *Schedorhinotermes* sp. which was a group of wood feeding termites and were classified into lower termites, but the higher termites were not found these protozoa. *Trichonympha* sp. was found to be the dominant protozoa species followed by *Psuedotrichonympha* sp., *Spironympha* sp. and *Dinenympha* sp., respectively. In summary, the information of this study provides the beneficial data of biodiversity and variation in the population of termites in DDF and DEF of SERS and the relationship between protozoa species in termite gut. In addition to knowledge based both for the termite management and ecosystem conservation together with the sustainable development in the future.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อ (ภาษาไทย)	ข
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ)	ค
สารบัญ	จ
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1. บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	1
1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย	2
บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 ทฤษฎี สมมติฐาน (ถ้ามี) และกรอบแนวคิดของโครงการวิจัย	3
2.2 การทบทวนวรรณกรรม (Reviewed literature) / สารสนเทศ (Information) ที่เกี่ยวข้อง	3
2.3 ลักษณะทางชีววิทยาและวงจรชีวิตของปลวก	5
2.3.1 ลักษณะทางชีววิทยา	5
2.3.2 วรรณะต่าง ๆ ของปลวก	5
2.3.3 วงจรชีวิตของปลวก	6
บทที่ 3. วิธีดำเนินการวิจัยและสถานที่ทำการทดลอง / เก็บข้อมูล	8
3.1 เขตพื้นที่ศึกษา	9
3.2 วิธีการศึกษา	10
3.2.1 วิธีการเก็บตัวอย่าง	11
3.2.2 การเก็บตัวอย่างปลวก	11
3.2.3 การสำรวจและการเก็บตัวอย่างปลวก	11
3.2.4 การศึกษาความสัมพันธ์ของปลวกกับระบบนิเวศป่าเต็งรังและป่าดิบแล้ง	11
3.2.5 การศึกษาในห้องปฏิบัติการเพื่อจำแนกชนิดของปลวก	12
3.2.6 การศึกษาโปรโตซัวในลำไส้ปลวก	12
3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล	12

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4. ผลการศึกษา 14

4.1 การศึกษาและจำแนกชนิดปลวกตามลักษณะของแหล่งอาหาร 17

4.2 การศึกษาและการจำแนกชนิดของปลวกตามลักษณะของแหล่งที่อยู่อาศัย 18

4.3 การศึกษาดัชนีความหลากชนิดของปลวก 20

4.4 การศึกษาความหนาแน่นของประชากรปลวก 21

4.5 การศึกษาปลวกชนิดสายพันธุ์เด่น (Dominant species) 22

4.6 การศึกษาดัชนีความคล้ายคลึงของกลุ่มประชากรปลวก 24

4.7 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของประชากรปลวก
และปัจจัยทางด้านสิ่งแวดล้อม 25

4.8 ความสัมพันธ์ระหว่างปลวกกับโปรโตซัวในลำไส้ปลวก 27

บทที่ 5. สรุปผลการศึกษา 31

6. เอกสารอ้างอิง 33

7. ประวัตินักวิจัย 35

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1 ความหลากชนิดของปลวกในพื้นที่ป่าเต็งรังและป่าดิบแล้ง สถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช … 15

2 ความหลากชนิดของปลวกจำแนกตามลักษณะที่อยู่อาศัยในพื้นที่ป่าเต็งรังและป่าดิบแล้ง ……. 19

3 ดัชนีความหลากชนิดและค่าความสม่ำเสมอของปลวกในสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช …… 20

4 ความหนาแน่นของประชากรปลวกจำแนกในแต่ละเดือนในป่าเต็งรังและป่าดิบแล้ง …… 21

5 ค่าความถี่ของปลวกชนิดสายพันธุ์เด่นที่พบในพื้นที่ป่าเต็งรังและป่าดิบแล้ง ……. 22

6 ค่าดัชนีความคล้ายคลึงของกลุ่มประชากรปลวกในพื้นที่ป่าเต็งรังและป่าดิบแล้ง …….. 24

7 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของประชากรปลวกและปัจจัยทางด้านสิ่งแวดล้อม
ในพื้นที่ป่าเต็งรังและป่าดิบแล้ง …… 25

8 ความหลากชนิดของโปรโตซัวในลำไส้ปลวก …… 28

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1.วงจรชีวิตของปลวก	7
2. แสดงที่ตั้งสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา	8
3. แสดงเขตพื้นที่ศึกษาป่าดิบแล้งและป่าเต็งรังดัดแปลงจากแผนที่ของสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช	9
4. แสดงลักษณะป่าเต็งรัง (Dry dipterocarp forest)	10
5. แสดงลักษณะป่าดิบแล้ง (Dry evergreen forest)	10
6. ความหลากชนิดของปลวกในพื้นที่ป่าเต็งรังและป่าดิบแล้ง	14
7. ความหลากชนิดของปลวกในพื้นที่ป่าเต็งรังและป่าดิบแล้ง	16
8. ความหลากชนิดของปลวกจำแนกตามวงศ์ย่อยในพื้นที่ป่าเต็งรังและป่าดิบแล้ง	16
9. การจำแนกชนิดของปลวกตามลักษณะแหล่งอาหารในพื้นที่ป่าเต็งรังและป่าดิบแล้ง	17
10. ความหลากชนิดของปลวกจำแนกตามลักษณะที่อยู่อาศัยในพื้นที่ป่าเต็งรังและป่าดิบแล้ง	20
11. ความหนาแน่นและการกระจายตัวของประชากรปลวกรายเดือนในพื้นที่ป่าเต็งรังและป่าดิบแล้ง	22
12. แสดงลักษณะปลวกชนิดสายพันธุ์ที่พบในพื้นที่ป่าเต็งรังและป่าดิบแล้ง	23
13. ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของประชากรปลวกและปัจจัยทางด้านสิ่งแวดล้อม ในพื้นที่ป่าดิบแล้ง	26
14. ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของประชากรปลวกและปัจจัยทางด้านสิ่งแวดล้อม ในพื้นที่ป่าเต็งรัง	27
15. *Schedorhinotermes* sp.	28
16. *Dinenympha* sp.	29
17. *Trichonympha* sp.	29
18. *Spironympha* sp.	29
19. *Pseudotrichonympha* sp.	30

บทที่ 1
บทนำ

1. ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

ในประเทศไทยพื้นที่ป่าไม้นั้นจะมีลักษณะแตกต่างกันไป ทั้งในด้านพืชพรรณที่ขึ้นปกคลุม ความหลากหลายของชนิดพันธุ์ มวลชีวภาพลักษณะของดิน ซึ่งมีผลต่อสภาพของพืชพรรณที่แตกต่างกัน ทำให้การร่วงหล่นและตายของต้นไม้และเศษซากพืชแตกต่างกัน ทั้งนี้ปริมาณซากพืชที่ร่วงหล่น จะเป็นตัวกำหนดปริมาณและจำนวนชนิดของปลวกที่อาศัยในระบบนิเวศ เนื่องจากปลวกเป็นตัวย่อยสลายที่สำคัญ ในระบบนิเวศและก่อให้เกิดการหมุนเวียนธาตุอาหารในระบบ

สถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช ตั้งอยู่ที่อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา มีพื้นที่ประมาณ 80 ตารางกิโลเมตร เป็นสถานที่เพื่อการวิจัยทางด้านสิ่งแวดล้อมและนิเวศวิทยาป่าเขตร้อน มีลักษณะภูมิประเทศส่วนใหญ่เป็นป่าดิบแล้งและป่าเต็งรัง ซึ่งมีความหลากหลายของพืชพันธุ์ที่แตกต่างกันของป่าทั้งสองชนิด ทำให้มีความเหมาะสมที่จะทำการศึกษาประชากรปลวกและความสัมพันธ์กับปัจจัยทางนิเวศบางประการที่มีผลกระทบต่อการกระจายตัวและความหลากหลายชนิดของปลวก

การศึกษาในครั้งนี้จะศึกษาถึงดัชนีความหลากหลาย ความสม่ำเสมอ การเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลของสังคมปลวก และปัจจัยบางประการที่มีผลต่อความหลากหลายของปลวก ดังนั้นการศึกษาประชากรปลวกและความสัมพันธ์กับปัจจัยทางนิเวศบางประการจะช่วยให้ทราบชนิดของปลวกมากขึ้น หน้าที่ และบทบาทของปลวกที่มีผลต่อระบบนิเวศ ซึ่งสามารถนำมาใช้ประโยชน์และประยุกต์ในเชิงพาณิชย์ ในการย่อยสลายขยะ ทำให้เกิดการย่อยสลายที่รวดเร็วขึ้น เป็นประโยชน์และช่วยลดมลภาวะของสิ่งแวดล้อมได้ในอนาคต

2. วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

2.1 เพื่อจำแนกความหลากหลายทางชีวภาพของปลวกในสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา

2.2 เพื่อจำแนกชนิดของโปรโตซัวในลำไส้ปลวกที่มีความสัมพันธ์กับถิ่นที่อยู่อาศัยของปลวก

2.3 เพื่อจะนำไปประยุกต์ใช้เพื่อเป็นดัชนีบ่งชี้ความอุดมสมบูรณ์ของป่า

2.4 เพื่อรวบรวมข้อมูลพื้นฐานในการศึกษาประชากรปลวกในสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช จังหวัดนครราชสีมาต่อไปในอนาคต

3. ขอบเขตของโครงการวิจัย

3.1 การศึกษาครั้งนี้ทำการศึกษาในสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช

3.2 ศึกษาปัจจัยบางประการที่มีผลต่อดัชนีความหลากหลายของประชากรปลวก

3.2.1 ลักษณะทางกายภาพและเคมีของดิน

3.2.2 ปัจจัยทางสภาพภูมิอากาศ

3.3.3 แหล่งอาศัยของปลวก

3.3.4 โปรโตซัวในระบบทางเดินอาหารของปลวก

3.3 ใช้ระยะเวลาในการศึกษา 12 เดือน ตั้งแต่เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2552 ถึงเดือน กันยายน พ.ศ. 2553

บทที่ 2
ทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. ทฤษฎี สมมติฐาน (ถ้ามี) และกรอบแนวคิดของโครงการวิจัย (Conceptual Framework)

ระบบนิเวศหนึ่ง ๆ จะมีสภาวะสมดุลในตัวเอง มีผู้ผลิต มีผู้บริโภคลำดับต่าง ๆ และมีผู้ย่อยสลาย โดยเฉพาะผู้ย่อยสลายเศษซากพืชที่ร่วงหล่นและตายของต้นไม้ซึ่งผู้ย่อยสลายที่สำคัญชนิดหนึ่งนั้นคือปลวก ทั้งนี้ปริมาณซากพืชที่ร่วงหล่นจะเป็นตัวกำหนดปริมาณจำนวน และชนิดของปลวกที่อาศัยอยู่ในระบบนิเวศ เนื่องจากปลวกเป็นผู้ย่อยสลายที่สำคัญที่จะก่อให้เกิดการหมุนเวียนธาตุอาหารในระบบนิเวศ ดังนั้น การศึกษาความหลากหลายของปลวก รวมทั้งชนิดของพืชพรรณที่ขึ้นปกคลุม ความสัมพันธ์ของปลวกต่อปัจจัยสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ จะทำให้ทราบชนิดของปลวก และรู้หน้าที่บทบาทของปลวกที่มีผลต่อระบบนิเวศ ซึ่งสามารถนำมาใช้ประโยชน์ ทำให้เกิดการย่อยสลายที่รวดเร็วขึ้น และช่วยลดมลภาวะของสิ่งแวดล้อมได้ในอนาคต

2. การทบทวนวรรณกรรม (Reviewed literature) / สารสนเทศ (Information) ที่เกี่ยวข้อง

ปลวกจัดเป็นแมลงสังคมที่มีชีวิตความเป็นอยู่สลับซับซ้อน แบ่งออกเป็น 3 วรรณะ ซึ่งมีรูปร่างและหน้าที่แตกต่างกันชัดเจน โดยวรรณะกรรมกรหรือปลวกงาน ทำหน้าที่หาอาหารและสร้างรัง ส่วนวรรณะทหารทำหน้าที่ป้องกันศัตรูที่เข้ามารบกวนประชากรภายในรัง และวรรณะสืบพันธุ์ หรือในบางช่วงของวงจรชีวิตเรียกว่าแมลงเม่านั้นจะทำหน้าที่สืบพันธุ์และวางไข่ (ยุพาพร สรนุวัตร และ จารุณี วงศ์ข้าหลวง, 2547)

จากรายงานของสำนักวิจัยการจัดการป่าไม้และผลิตผลป่าไม้ กรมป่าไม้ ได้ศึกษาถึงความหลากหลายของชนิดปลวกในประเทศไทย และได้ศึกษาถึงความแตกต่างทางชีววิทยา นิเวศวิทยา และชีวิตความเป็นอยู่ รวมถึงอุปนิสัยในการสร้างรัง และการกินอาหารของปลวกแต่ละชนิด ซึ่งสามารถจำแนกปลวกได้เป็น ประเภทใหญ่ ๆ ได้ดังนี้

- แบ่งตามประเภทของอาหาร และอุปนิสัยในการสร้างรัง สามารถแบ่งได้เป็น 4 ประเภทดังนี้

1) ปลวกกินเนื้อไม้ พบได้ทั้งชนิดที่สร้างรังอยู่ใต้พื้นดิน ชนิดสร้างรังขนาดเล็กอยู่บนดิน หรือบนต้นไม้ซึ่งจัดเป็นปลวกใต้ดิน และบางชนิดอาศัยอยู่ภายในเนื้อไม้ที่เรียกว่าปลวกไม้แห้งหรือปลวกไม้เปียก

2) ปลวกเพาะเลี้ยงเชื้อรา จะกินอาหารทั้งเนื้อไม้เศษไม้ ใบไม้ และเชื้อราที่เพาะเลี้ยงไว้ภายในรัง พบทั้งชนิดที่สร้างรังอยู่ใต้พื้นดิน และสร้างรังขนาดกลางถึงขนาดใหญ่บนดิน

3) ปลวกกินดินและอินทรียวัตถุ พบได้ทั้งชนิดที่สร้างรังอยู่ใต้พื้นดิน และสร้างรังขนาดเล็กอยู่บนพื้นดิน

4) ปลวกกินไลเคน ส่วนใหญ่พบสร้างรังบนดินบริเวณโคนต้นไม้

- แบ่งตามชนิดของจุลินทรีย์ในระบบทางเดินอาหาร

ในกระบวนการกิน และการย่อยอาหาร ปลวกจะไม่สามารถผลิตน้ำย่อย หรือเอนไซม์ ออกมาย่อยอาหารได้เอง แต่จะต้องพึ่งพาจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ที่อาศัยร่วมอยู่ภายในระบบทางเดินอาหารของปลวก เช่น โปรโตซัว แบคทีเรีย หรือเชื้อรา ให้ผลิตเอนไซม์ที่มีประสิทธิภาพ เช่น cellulase และ lignocellulase ออกมาย่อย cellulose หรือ lignin ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักในอาหารที่ปลวกกินเข้าไปให้เปลี่ยนเป็นพลังงาน หรือสารประกอบในรูปที่ปลวกสามารถนำไปใช้ในการดำรงชีวิตได้ เราสามารถแบ่งประเภทปลวกตามชนิดของจุลินทรีย์ในระบบทางเดินอาหารได้เป็น 2 ประเภทดังนี้

1) ปลวกชั้นต่ำ ส่วนใหญ่เป็นปลวกชนิดที่กินเนื้อไม้เป็นอาหาร โดยอาศัย protozoa ที่อยู่ในระบบทางเดินอาหารช่วยในการผลิตเอนไซม์ออกมาย่อยอาหาร สำหรับในประเทศไทยพบทั้งหมด 3 วงศ์ (family) คือ Kalotermididae, Termospsidae และ Rhinotermitidae

2) ปลวกชั้นสูง ส่วนใหญ่เป็นปลวกชนิดที่กินดิน ซากอินทรียวัตถุ ไลเคน รวมถึงพวกที่กินเศษไม้ใบไม้และเพาะเลี้ยงเชื้อราไว้เป็นอาหาร จะมีวิวัฒนาการที่สูงขึ้น เพื่อปรับตัวให้อยู่รอดได้ในสภาพนิเวศที่แห้งแล้งหรือขาดอาหารได้ดี โดยอาศัยจุลินทรีย์จำพวกแบคทีเรีย หรือเชื้อราภายในระบบทางเดินอาหารทำหน้าที่ผลิตเอนไซม์เพื่อช่วยย่อยอาหารให้กับปลวก ซึ่งแบคทีเรียบางชนิด จะมีความสามารถในการจับธาตุไนโตรเจนจากอากาศมาสร้างเป็นกรดอะมิโนที่ปลวกสามารถนำไปใช้ในการดำรงชีวิตได้ และบางชนิดมีความสามารถผลิตเอนไซม์ที่มีประสิทธิภาพในการย่อยสลายพิษบางอย่างที่สลายตัวได้ยากในสภาพแวดล้อม ในประเทศไทยพบปลวกชั้นสูงนี้อยู่ในวงศ์ Termitidae

การจำแนกปลวกและลักษณะสำคัญ ปลวกถูกจำแนกเป็น 7 วงศ์ (family) ด้วยกัน คือ (อิสระ อินตะนัย, 2529)

- Family Mastotemitidae กลุ่มนี้มีปลวกชนิดเดียว คือ *Mastotermes darwiniensis* ซึ่งพบที่บริเวณป่าที่ไม่มีฝนทางเหนือของประเทศออสเตรเลีย เหนือเส้น Tropic of Capricorn เป็นปลวกที่มีขนาดใหญ่มาก โดยเฉพาะวรรณะทหารของปลวกชนิดนี้มีความยาวมากกว่า 2 เซนติเมตร

- Family Hodotermitidae เป็นปลวกที่ถูกจัดเข้าในกลุ่มโบราณของพวกหากินบนผิวหน้าดิน กินหญ้าเป็นอาหาร เป็นพวกที่พบอาศัยอยู่ในทุ่งหญ้า Savannah จนถึงทุ่งหญ้าที่แห้งแล้งต่าง ๆ ส่วนใหญ่จะไม่สร้างจอมปลวกเป็นที่อาศัย

- Family Termopsidae ปลวกทุกชนิดในวงศ์นี้สร้างรังและกินอาหารในท่อนไม้ผุ เป็นปลวกที่อยู่ในลำดับต้น ๆ ของสายวิวัฒนาการ จัดเป็นปลวกโบราณอีกกลุ่มหนึ่ง มีการแพร่กระจายอย่างกว้างขวางในแถบเอเชีย

- Family Kalotermitidae ปลวกในวงศ์นี้หมายถึงปลวกไม้แห้ง และรวมไปถึงปลวกไม้ชื้น มีการพัฒนามาจากวงศ์ Mastotermitidae

- Family Rhinotermitidae ปลวกในวงศ์นี้ทั้งหมดเป็นปลวกกินเนื้อไม้ และมีการแพร่กระจายอย่างกว้างขวางตลอดทั้งบริเวณเขตร้อนใกล้เส้นศูนย์สูตรและในเขตหนาว เป็นปลวกที่อาศัยอยู่ใต้ดิน ปลวกในสกุล *Coptotermes* และ *Reticulitermes* เป็นปลวกที่เป็นศัตรูสำคัญในทวีปเอเชีย อเมริกา และ ยุโรป

- Family Serritermitidae ปลวกในวงศ์นี้ พบมีปลวก *Serritermes serrifer* จากประเทศบราซิลเพียงชนิดเดียวเท่านั้น ปลวกวงศ์นี้มีกรามที่ผิดปกติทั้งในวรรณะสืบพันธุ์และวรรณะทหาร

- Family Termitidae ปลวกในวงศ์นี้จัดเป็นปลวกวงศ์ที่ใหญ่ที่สุด ประกอบด้วยปลวกประมาณสามในสี่ของปลวกทั้งหมดที่พบอยู่ในโลกขณะนี้

ลักษณะทางชีววิทยาและวงจรชีวิตของปลวก

ลักษณะทางชีววิทยา

ปลวกเป็นแมลงที่มีลักษณะความเป็นอยู่แบบสังคม มีการแบ่งหน้าที่การทำงานออกเป็นวรรณะต่าง ๆ กัน รูปร่างลักษณะของปลวกในแต่ละวรรณะไม่เหมือนกัน ในระบบสังคมของปลวกที่ต่างชนิดกัน จะมีการดำรงชีวิตที่ต่างกันออกไป และเป็นพื้นฐานของลักษณะทางชีววิทยา นิเวศวิทยา และวงจรชีวิตของปลวกแต่ละชนิดนั้น ๆ (ชุมพล กันทะ, 2531)

วรรณะต่าง ๆ ของปลวก

โดยทั่วไปปลวกในแต่ละรังจะประกอบด้วยสมาชิก 3 วรรณะใหญ่ คือ วรรณะทหาร วรรณะกรรมกร และวรรณะสืบพันธุ์ อาศัยอยู่ร่วมกันภายในรัง ซึ่งมีการจัดระบบอย่างดี ทุกวรรณะมีหน้าที่ในการดำรงชีวิตเฉพาะของตนเอง ซึ่งเกี่ยวข้องและเกื้อกูลกับหน้าที่ของวรรณะอื่น ๆ ในการดำรงชีวิตและการพัฒนาของประชากรในรังทั้งหมด (สุทัศน์ สุบินประเสริฐ, 2535)

ในการควบคุมวิถีชีวิตและการทำงานของปลวกแต่ละวรรณะ ถูกกำหนดในหลายสาเหตุด้วยกัน การแลกเปลี่ยนสารเคมีระหว่างปลวกแต่ละตัวภายในรังเดียวกัน เป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยควบคุมหน้าที่ต่าง ๆ ภายในรังให้ดำเนินไปตามภาระหน้าที่ของแต่ละวรรณะ ตามระบบของสังคมในปลวกแต่ละรัง (ศรี โป่งแก้ว, 2538)

วรรณะทหาร (soldier) เป็นปลวกที่มีหน้าที่ในการป้องกันประชากรในวรรณะอื่น ๆ จากศัตรูที่จะเข้ามาทำร้าย โดยทั่วไปจะเป็นพวกที่มีขนาดใหญ่กว่าปลวกวรรณะอื่น ๆ มีหัวโตสีน้ำตาล กรามใหญ่ ยาว และแข็งแรง ใช้ในการต่อสู้กับศัตรู ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นมดชนิดต่าง ๆ ปลวกบางชนิดไม่มีกราม แต่จะมีต่อมหรือท่ออยู่ที่ส่วนหัวซึ่งจะเป็นทางออกของสารเคมีซึ่งเป็นสารเหนียว ๆ เพื่อใช้ต่อสู้กับศัตรูแทนกราม

วรรณะกรรมกร (worker) เป็นปลวกที่พบจำนวนมากที่สุดภายในจอมปลวกแต่ละรัง มีหน้าที่หลายประการ เช่น เลี้ยงตัวอ่อน หาอาหาร สร้างและซ่อมแซมรัง ปลวกกรรมกรหรือบางครั้งเรียกว่าปลวกงานที่มีอายุต่างกันจะมีขนาดและหน้าที่ในการดำเนินงานที่ต่างกันออกไป ปลวกกรรมกรเป็นปลวกที่ไม่มีปีก มีผนังลำตัว

บางสีอ่อน เป็นวรรณะที่เราจะพบเห็นมากที่สุดเมื่อสำรวจพบการทำลายของปลวก เนื่องจากเป็นวรรณะเดียวที่ทำหน้าที่ในการทำลายไม้หรือวัสดุต่าง ๆ

วรรณะสืบพันธุ์ (reproductive) ประกอบด้วยปลวกที่มีรูปร่างลักษณะต่างกันไป ตามช่วงระยะเวลาของการดำเนินชีวิต เช่น

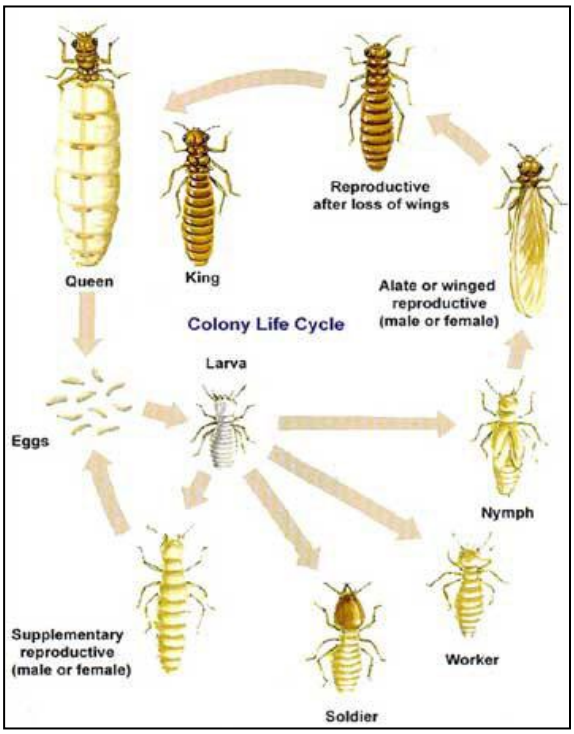
- แมลงเม่า เป็นปลวกวรรณะสืบพันธุ์ที่มีปีก ส่วนใหญ่ปีกจะมีขนาดยาวเป็นสองเท่าของลำตัว สีของลำตัวจะเป็นสีน้ำตาลอมเหลืองไปจนถึงสีดำ เมื่อดินฟ้าอากาศเหมาะสม แมลงเม่าจะบินออกจากรังไปผสมพันธุ์กัน และเริ่มสร้างรังใหม่

- นางพญาและราชา เป็นแมลงเม่าที่ผสมพันธุ์กันแล้วสลัดปีก และสร้างรังอยู่ในดินหรือในไม้ ถ้าเป็นปลวกไม้แห้ง สำหรับนางพญาหรือราชินีปลวก เมื่อผสมพันธุ์แล้ว ส่วนท้องจะขยายใหญ่เพื่อใช้เป็นอวัยวะที่ใช้เป็นที่เก็บไข่ซึ่งมีอยู่มากมายนับล้านฟอง โดยรอจังหวะที่จะวางไข่ต่อไป

- วรรณะสืบพันธุ์รอง เป็นปลวกที่พบในรังที่นางพญาหรือราชามีประสิทธิภาพในการผลิตไข่ลดลง อายุขัยของปลวกวรรณะนี้จะสั้นกว่านางพญาหรือราชา และมีประสิทธิภาพในการวางไข่ต่ำกว่าด้วย การควบคุมการเกิดของปลวกวรรณะต่าง ๆ นั้น สันนิษฐานว่าเกิดขึ้นภายใต้การควบคุมของนางพญา ซึ่งจะผลิตสารเคมีหรือฮอร์โมนชนิดต่าง ๆ ออกมาทางรูขับถ่าย แล้วปลวกกรรมกรจะมาเลียสารนี้ แล้วเลียต่อ ๆ กันไปจนทั่วรัง รูปร่างลักษณะรวมทั้งการทำงานของปลวกที่ได้รับสารเคมีจากนางพญา ก็จะถูกควบคุมให้เป็นไปตามความต้องการในการพัฒนาการดำรงชีวิตของปลวกในแต่ละรัง

วงจรชีวิตของปลวก

การเริ่มต้นของปลวกรังหนึ่ง ๆ นั้น เริ่มจากแมลงเม่าบินออกจากรังไปจับคู่ผสมพันธุ์กันแล้วสลัดปีก และช่วยกันสร้างรังในจุดที่มีอาหารและสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสม จากนั้นตัวเมียจะวางไข่ ซึ่งจะฟักเป็นตัวอ่อนในเวลาประมาณ 7 วัน ในระยะแรกนางพญาและราชาช่วยกันดูแลหาอาหารมาเลี้ยงตัวอ่อนจนโตเป็นปลวกกรรมกร ซึ่งจะมารับช่วงในการหาอาหารและสร้างรังต่อไป นอกจากปลวกกรรมกรแล้ว ตัวอ่อนบางส่วนจะเติบโตเป็นปลวกวรรณะทหารและวรรณะสืบพันธุ์ ตามภาพ (อวบ สารถ้อย และคณะ, 2543)



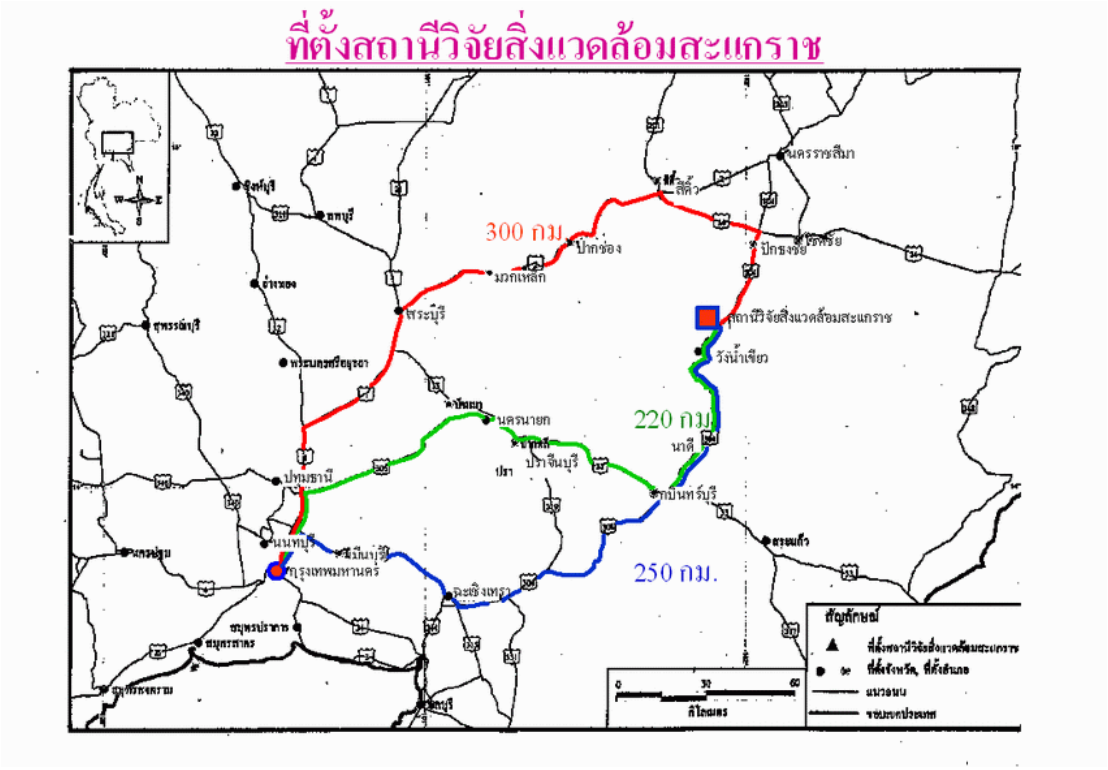
ภาพที่ 1. วงจรชีวิตของปลวก

แหล่งที่มา: http://www.siambig.com/shop/photo_product/shop17826.jpg

จากการศึกษาสิ่งมีชีวิตและโปรโตซัวที่อาศัยอยู่ในลำไส้ของปลวก (Ball, 1969) และการศึกษาความสัมพันธ์ของโปรโตซัวในลำไส้ของปลวกที่ใช้ในการย่อยสลายไม้ (Bloodgood and Fitzharris, 1976) พบว่าการดำรงชีวิตของปลวกซึ่งเป็นผู้ย่อยสลายที่สำคัญในระบบนิเวศต้องอาศัยสิ่งมีชีวิตพวกโปรคาริโอตที่ดำรงชีวิตแบบ symbiosis เป็นตัวสำคัญในการย่อยสลายไม้ สำหรับในประเทศไทยพบรายงานการศึกษาเกี่ยวกับความหลากหลายชนิดของปลวกในป่าผลัดใบในอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ (Davies, 1997) ในมาเลเซียได้มีการศึกษาเกี่ยวกับประชากรปลวกและบทบาทของปลวกในป่าฝนเขตร้อนและการจัดการ (Collins, 1983) ในประเทศไนจีเรียมีการศึกษาถึงความหลากหลายและการกระจายของปลวกในทุ่งหญ้าสะวันนา (Wood *et al*., 1982) และการศึกษาสิ่งมีชิวิตที่อาศัยอยู่ในลำไส้ปลวกซึ่งมีสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กพวกจุลินทรีย์และโปรโตซัวที่มีบทบาทและความสำคัญกับการดำรงชีวิตของปลวกอย่างมาก (Kirby, 1941)

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัยและสถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล

ในการศึกษาประชากรปลวกและความสัมพันธ์กับปัจจัยทางนิเวศบางประการในพื้นที่ป่าของสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา อยู่ระหว่างละติจูดที่ 14 องศา 30 ลิบดาเหนือ ลองติจูดที่ 101 องศา 55 ลิบดาตะวันออก ห่างจากตัวจังหวัดนครราชสีมาทางทิศตะวันออกประมาณ 60 กิโลเมตร และห่างจากกรุงเทพมหานครทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือประมาณ 300 กิโลเมตร มีพื้นที่ทั้งหมดประมาณ 81 ตารางกิโลเมตร เป็นพื้นที่เพื่อการวิจัยด้านสิ่งแวดล้อมด้านนิเวศวิทยาของป่าเขตร้อนของสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) (ภาพที่ 2)



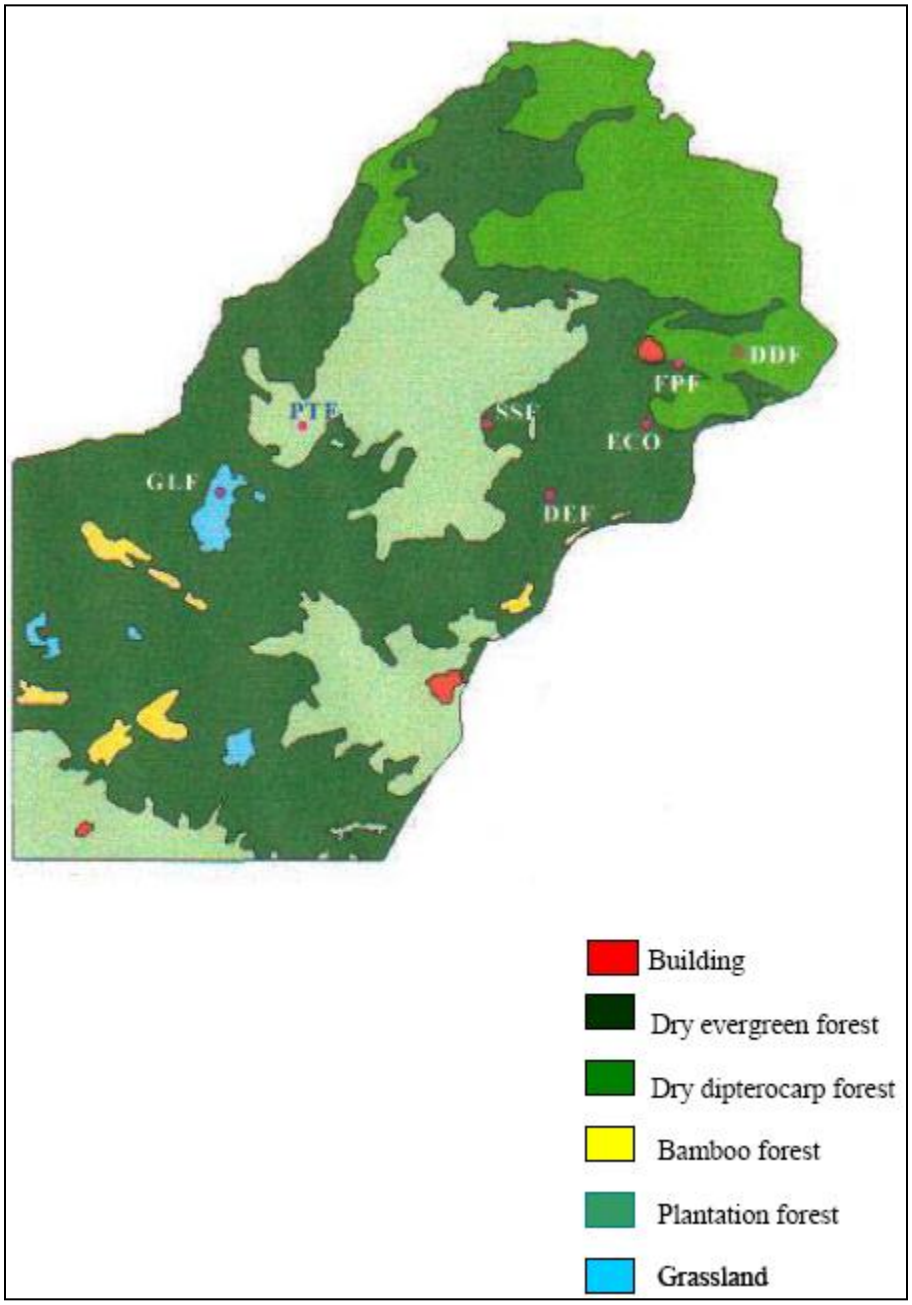
ภาพที่ 2. แสดงที่ตั้งสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา

(ภาพจากสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช, 2550)

แหล่งที่มา: http://www.tistr.or.th/sakaerat/Address/map.gif

เขตพื้นที่ศึกษา

ได้แบ่งพื้นที่การศึกษาออกเป็น 2 เขต ตามสภาพพื้นที่ป่า คือ พื้นที่ศึกษาป่าดิบแล้ง (Dry evergreen forest) และ พื้นที่ศึกษาป่าเต็งรัง (Dry dipterocarp forest) เนื่องจากเป็นพื้นที่ป่าที่มีพื้นที่มากในสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา ดังแสดงในภาพที่ 3, 4 และ 5



ภาพที่ 3. แสดงเขตพื้นที่ศึกษาป่าดิบแล้งและป่าเต็งรัง
ดัดแปลงจากแผนที่ของสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช

ภาพที่ 4. แสดงลักษณะป่าเต็งรัง (Dry dipterocarp fores)
แหล่งที่มา : Suriyapong (2003)

ภาพที่ 5. แสดงลักษณะป่าดิบแล้ง (Dry evergreen forest)
แหล่งที่มา : Suriyapong (2003)

วิธีการศึกษา

ทำการศึกษาโดยวิธี Species Area Curve (Suriyapong, 2003) โดยกำหนดพื้นที่ในป่าเต็งรัง (Dry dipterocarp fores) ออกเป็น 3 จุด แต่ละจุดกำหนดให้เป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีขนาด 20 x 20 เมตร และกำหนดพื้นที่ป่าดิบแล้ง (Dry evergreen forest) ออกเป็น 3 จุด แต่ละจุดกำหนดให้เป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีขนาด 20 x 20 เมตรเช่นกัน

วิธีการเก็บตัวอย่าง

ทำการสำรวจพื้นที่และวางแปลงศึกษา

ทำการสำรวจพื้นที่สถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา เพื่อวางแปลงศึกษา ขนาด 20 x 20 ตารางเมตร ในพื้นที่ป่าเต็งรัง จำนวน 3 แปลง และป่าดิบแล้ง 3 แปลง โดยแต่ละแปลงจะถูกแบ่งเป็นแปลงย่อยขนาด 5 x 5 ตารางเมตร จำนวน 5 แปลง โดยแบ่งเป็นบริเวณมุมจำนวน 4 แปลง และตรงกลางจำนวน 1 แปลง เพื่อทำการศึกษาและเก็บตัวอย่างปลวก ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2552 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2553

การเก็บตัวอย่างปลวก

การเก็บตัวอย่างปลวกแบ่งเป็น 3 วิธีคือ Direct search, Soil pit และ Bait sampling ดังนี้

- Direct Search

ทำการสำรวจอย่างละเอียดตามแหล่งที่อยู่อาศัยของปลวก เช่น ต้นไม้ล้ม กิ่งไม้ ขอนไม้ ใบไม้ รากไม้ จอมปลวก ทางเดินหาอาหารของปลวก และรังปลวกที่อยู่บนต้นไม้ เพื่อศึกษาและเก็บตัวอย่างปลวกชนิดต่าง ๆ

- Soil pit

ทำการขุดดินเพื่อเก็บดิน รวมทั้งใบไม้ที่ร่วงหล่นภายในแต่ละแปลงขนาด 25 x 25 x 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร เพื่อศึกษาและเก็บตัวอย่างปลวกชนิดต่าง ๆ

- Bait sampling

ทำการวางกับดักปลวกในแปลงศึกษาแปลงละ 5 หลุม โดยใช้ไม้ยางพารา กระดาษทิชชู่ และกระดาษลูกฟูกเป็นเหยื่อล่อ สลับกันในแต่ละหลุม และฝังกับดักที่บรรจุเหยื่อในกล่องอลูมีเนียมขนาด 10 x 10 x 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร ลึกลงไป 10 เซนติเมตร รดน้ำให้ชุ่มเพื่อเพิ่มความชื้น ทิ้งกับดักไว้ 7 – 15 วัน เพื่อเก็บตัวอย่างและเปลี่ยนเหยื่อชิ้นใหม่ต่อไป

ทำการสำรวจและการเก็บตัวอย่างปลวก

ทำการสำรวจและเก็บตัวอย่างปลวกวรรณะทหารและปลวกงานในแต่ละแปลงอย่างละเอียดเป็นประจำเดือนละ 2-3 ครั้ง ตัวอย่างปลวกจะถูกเก็บในขวดเก็บตัวอย่าง ที่มีเอทิลแอลกอฮอล์ 80% เพื่อไว้จำแนกชนิดของปลวกในห้องปฏิบัติการต่อไป

ทำการศึกษาความสัมพันธ์ของปลวกกับระบบนิเวศป่าเต็งรังและป่าดิบแล้ง

- ตัวอย่างดิน หลังจากที่เก็บตัวอย่างปลวกโดยวิธี Soil pit แล้ว จะแยกตัวอย่างปลวกออกจากดิน เพื่อนำดินที่ได้ไปวิเคราะห์ค่า pH ของดิน อุณหภูมิของดิน องค์ประกอบต่าง ๆ ของดิน และความชื้นของดิน

- อากาศ ทำการศึกษาอุณหภูมิของอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ และปริมาณน้ำฝน ในแต่ละแปลงศึกษาจากสถานีวัดอากาศในสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา

- ชนิดของต้นไม้ศึกษาต้นไม้ในแต่ละแปลงที่มีขนาดเส้นรอบวงมากกว่าหรือเท่ากับ 15 เซนติเมตรขึ้นไปทุกต้น นับจำนวนและจำแนกชนิดของต้นไม้

ทำการศึกษาในห้องปฏิบัติการเพื่อจำแนกชนิดของปลวก

นำตัวอย่างปลวกที่เก็บไว้ในขวดเก็บตัวอย่างไปจำแนกชนิดด้วยกล้องจุลทรรศน์ โดยใช้ลักษณะทั่วไปที่ใช้ในการวินิจฉัยชนิดของปลวก วรรณะทหาร โดยมีลักษณะที่สำคัญสำหรับการวินิจฉัยชนิดของปลวกวรรณะทหารดังนี้

1) สีของอวัยวะต่าง ๆ เช่น บริเวณหัว ริมฝีปากบน หนวด โปรโนตัม เมโสโนตัม และเมต้าโนตัม ฟีเมอร์ และทิเบีย

2) จำนวนปล้องของรยางค์ เช่น จำนวนปล้องของหนวด จำนวนปล้องของทาร์ไซ จำนวนปล้องของเซอร์ไซ จำนวนปล้องของสไตไล

3) ลักษณะรูปร่างของอวัยวะต่าง ๆ เช่น ลักษณะรูปร่างของหัว กลม ยาว หรือรูปสี่เหลี่ยมเป็นต้น ลักษณะของฟอนทาเนล รวมทั้งตำแหน่งและขนาด ลักษณะของกราม รวมทั้งตำแหน่งของฟันบนกราม ลักษณะรูปร่างของโปรโนตัม และลักษณะรูปร่างของฐานริมฝีปากบน

4) ขนาดของอวัยวะต่าง ๆ เช่น ความกว้างและความยาวของหัว ความกว้างและความยาวของโปรโนตัม ความกว้างและความยาวของทิเบีย เป็นต้น

การศึกษาโปรโตซัวในลำไส้ปลวก

ภายหลังจากเก็บตัวอย่างปลวกแล้ว ทำการจัดจำแนกปลวกจนถึงระดับ Species โดยใช้เอกสารอ้างอิงในการจำแนกทั้งเอกสารไทยและต่างประเทศ และเปรียบเทียบกับตัวอย่างปลวกที่เก็บไว้ในพิพิธภัณฑ์ปลวกของกรมป่าไม้ และมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ทำการศึกษาโปรโตซัวภายในลำไส้ของปลวกงานแต่ละชนิด จำนวนชนิดละ 5 ตัวใน 5 ชนิดสายพันธุ์เด่นที่พบมากในแต่ละกลุ่มที่จำแนกตามลักษณะของแหล่งอาหาร เพื่อศึกษาโปรโตซัวที่อาศัยในระบบทางเดินอาหารของปลวกโดยกล้องจุลทัศน์และเทคนิคพิเศษ เพื่อศึกษาชนิดของโปรโตซัวในลำไส้ปลวกแต่ละชนิด

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ความมากชนิดของปลวกในแต่ละพื้นที่ดังนี้

ความมากชนิด (Species richness) = จำนวนชนิดของสิ่งมีชีวิตที่พบในแต่ละพื้นที่ศึกษา

การวิเคราะห์ดัชนีความหลากหลาย และดัชนีความสม่ำเสมอสามารถคำนวณโดยใช้สูตรของ Shanon – Wiener index

$$H = -\sum_{i=1}^{s} (\mathrm{Pi})(\ln * \mathrm{Pi})$$

เมื่อ

H = ค่าดัชนีความหลากหลายของชนิด

S = จำนวนชนิด

Pi = สัดส่วนของจำนวนของสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งต่อสิ่งมีชีวิตทั้งหมด

ดัชนีความเท่าเทียมหรือค่าดัชนีสม่ำเสมอ (Evenness Index)

$$E = \frac{H}{H\text{max}}$$

โดย

E = ดัชนีความเท่าเทียมหรือค่าดัชนีสม่ำเสมอ

H = ค่าดัชนีความหลากหลายแบบ Shanon

*H*max = ln S

S = จำนวนชนิด

ค่าดัชนีความคล้ายคลึง (Similarity Index)

$$S = \frac{2a}{2a + b + c}$$

โดย

S = ค่าดัชนีความคล้ายคลึง Sorensen

a = จำนวนชนิดทั้งหมดที่พบเหมือนกันในทั้งสองพื้นที่ป่า

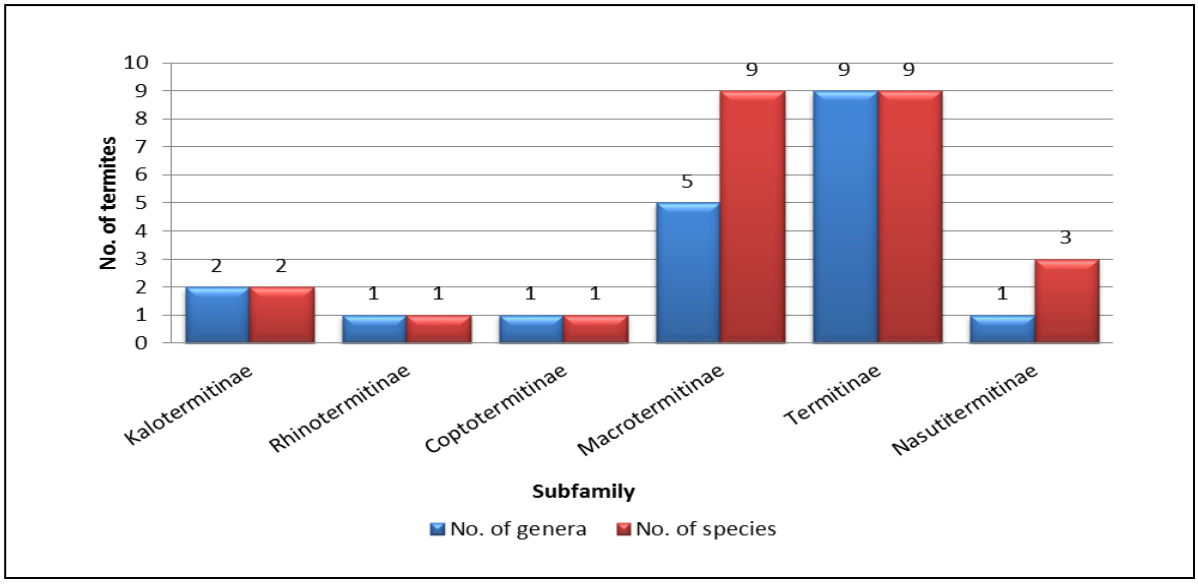
b = จำนวนชนิดที่พบในพื้นที่ b

c = จำนวนชนิดที่พบในพื้นที่ c

บทที่ 4
ผลการศึกษา

จากการศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของปลวกในพื้นที่ป่าเต็งรังและป่าดิบแล้ง สถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา ระหว่างเดือนตุลาคม พ.ศ. 2552 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2553 ทำการศึกษาเปรียบเทียบลักษณะสัณฐานวิทยาภายนอกของปลวกวรรณะทหารกับคู่มือการจำแนกสกุลและชนิดของปลวกในประเทศไทยของสำนักวิจัยการจัดการป่าไม้และผลผลิตป่าไม้กรมป่าไม้ และ Ahmad (1965) Morimoto (1973) พบปลวกทั้งสิ้น 3 วงศ์ คือ Kalotermitidae, Rhinotermitidae และ Termitidae 6 วงศ์ย่อย คือ Kalotermitinae, Rhinotermitinae, Coptotermitina, Macrotermitinae Termitinae และ Nasutitermitinae จำนวน 18 สกุล คือ *Glyptotermes, Schedorhinotermes, Coptotermes, Macrotermes, Odontoterme, Hypotermes, Microtermes, Ancistrotermes, Amitermes, Globitermes, Microcerotermes, Dicuspiditermes, Mirocapritermes, Homallotermes, Procapritermes, Pericapritermes, Termes* และ *Nasutitermes* รวมทั้งสิ้น 25 ชนิด (ตารางที่ 1 และภาพที่ 6)

พื้นที่ป่าดิบแล้งมีความหลากหลายชนิดของปลวกมากกว่าป่าเต็งรัง คือ พบ 6 วงศ์ย่อย 18 สกุล และ 25 ชนิด โดยวงศ์ย่อย Kalotermitinae และ Rhinotermitinae พบเฉพาะในพื้นที่ป่าดิบแล้งเท่านั้น ในพื้นที่ป่าเต็งรังมีความหลากหลายชนิดของปลวกน้อยกว่าป่าดิบแล้ง คือ พบ 4 วงศ์ย่อย 14 สกุล และ 18 ชนิด (ภาพที่ 7 และ 8)

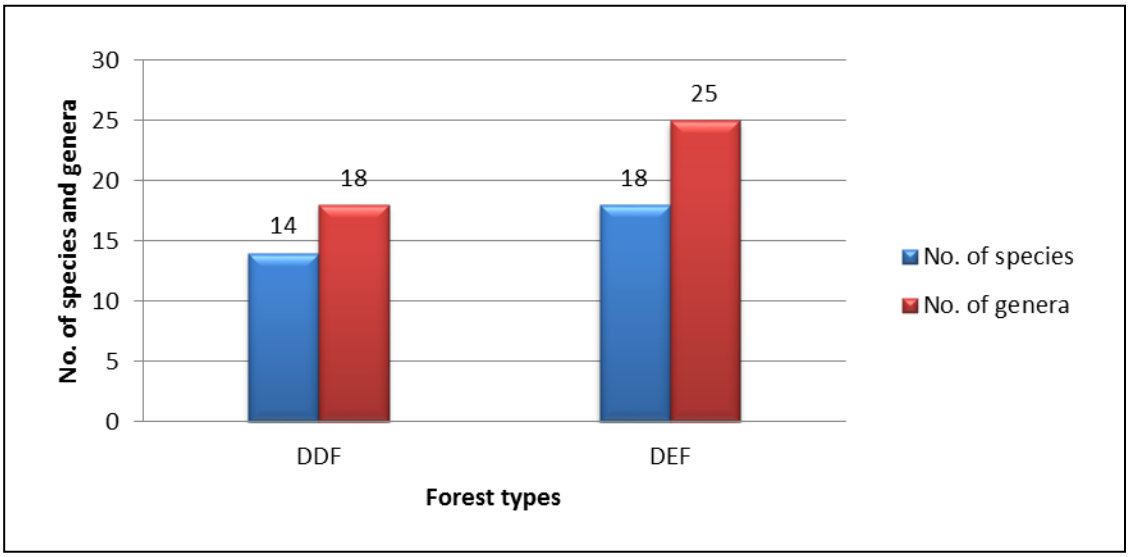


ภาพที่ 6. ความหลากชนิดของปลวกในพื้นที่ป่าเต็งรังและป่าดิบแล้ง

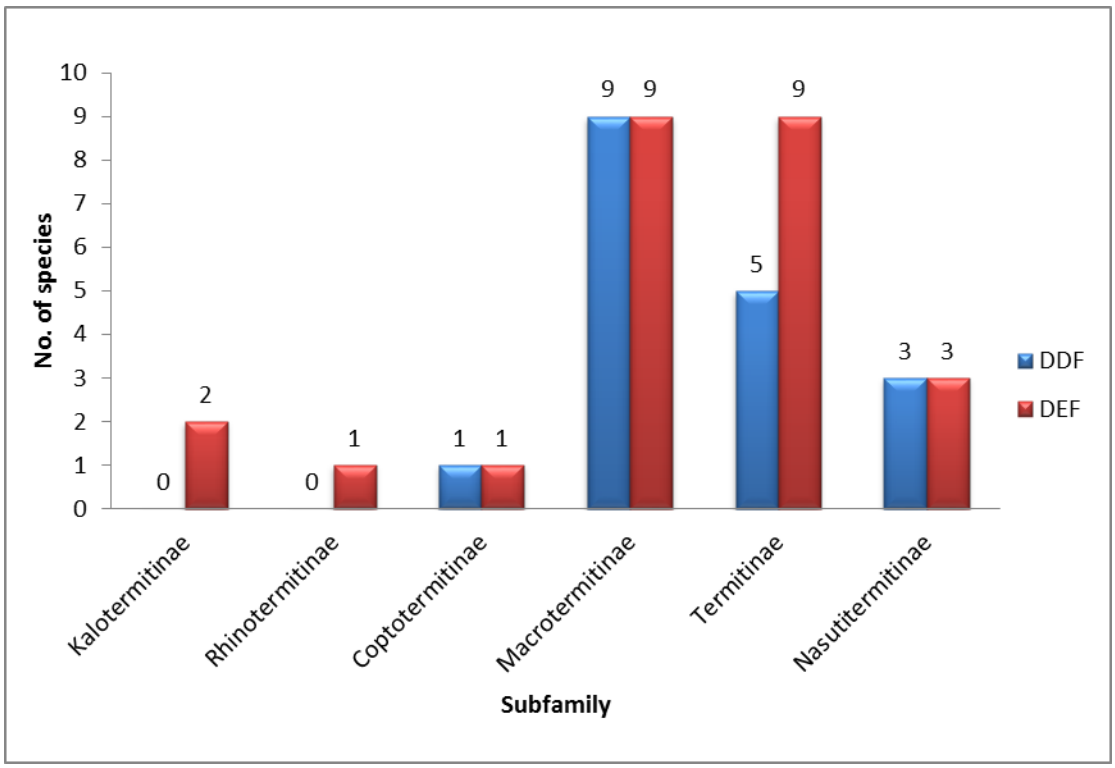
ตารางที่ 1 ความหลากชนิดของปลวกในพื้นที่ป่าเต็งรังและป่าดิบแล้ง สถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช

Termites	**Forest types**		**Average**	**Food habitat**
Family/Species	**DDF**	**DEF**		
Kalotermitinae				
1. *Glyptotermes brevicaudatus*	0	579	289.50	W
2. sp.1	0	545	272.50	W
Rhinotermitinae				
3. *Schedorhinotermes* sp.	0	2,282	1,141.00	W
Coptotermitinae				
4. *Coptotermes curvignathus*	1,258	1,841	1,549.50	W
Macrotermitinae				
5. *Macrotermes carbonarius*	1,993	3,093	2,543.00	W & L
6. *Macrotermes gilvus*	2,491	3,157	2,824.00	W & L
7. *Macrotermes annandalie*	1,500	1,493	1,496.50	W & L
8. *Odontotermes longignathus*	1,760	2,631	2,195.50	W & L
9. *Odontotermes feae*	1,768	2,535	2,151.50	W & L
10. *Odontotermes proformosanus*	1,047	1,762	1,404.50	W & L
11. *Hypotermes makhamensis*	4,119	4,790	4,454.50	W & L
12. *Microtermes* sp.	1,998	2,634	2,316.00	W & L
13. *Ancistrotermes pakistanicus*	1,268	1,427	1,347.50	W & L
Termitinae				
14. *Amitermes* sp.	0	1,588	794.00	S
15. *Globitermes sulphureus*	4,796	3,931	4,363.50	W
16. *Microcerotermes crassus*	5,041	4,434	4,737.50	W
17. *Dicuspiditermes makhamensis*	1,114	1,700	1,407.00	S
18. *Mirocapritermes* sp.	0	1,205	602.50	S
19. *Homallotermes* sp.	0	1,296	648.00	S
20. *Procapritermes* sp.	0	1,286	643.00	S
21. *Pericapritermes* sp.	1,694	1,339	1,516.50	S
22. *Termes* sp.	1,705	1,930	1,817.50	S
Nasutitermitinae				
23. *Nasutitermes* sp.	1,717	1,482	1,599.50	W
24. sp.2	1,123	1,089	1,106.00	W
25. sp.3	931	788	859.50	W
Total	37,323	50,837	44,080.00	

W = กินไม้, W & L = เพาะเลี้ยงเชื้อรา, S = กินดินและอินทรียวัตถุ



ภาพที่ 7. ความหลากชนิดของปลวกในพื้นที่ป่าเต็งรังและป่าดิบแล้ง



ภาพที่ 8. ความหลากชนิดของปลวกจำแนกตามวงศ์ย่อยในพื้นที่ป่าเต็งรังและป่าดิบแล้ง

การศึกษาและจำแนกชนิดปลวกตามลักษณะของแหล่งอาหาร

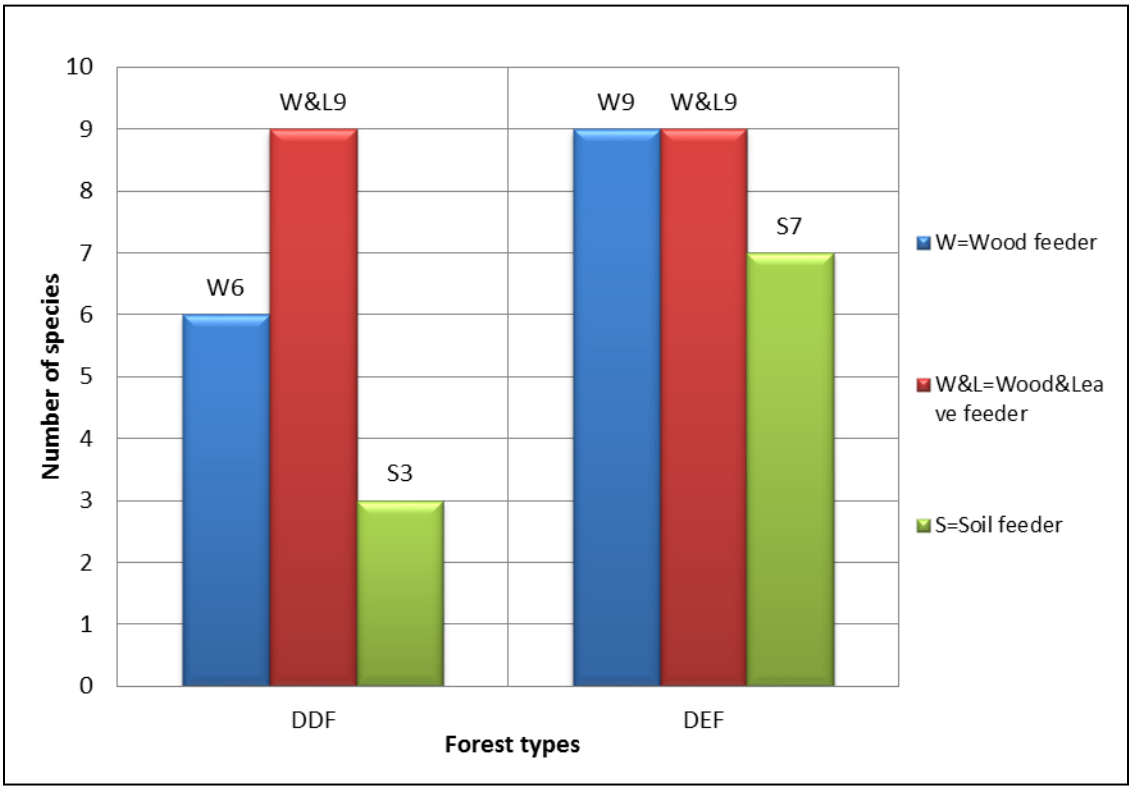
สามารถจำแนกชนิดของปลวกที่แพร่กระจายอยู่ในพื้นที่ศึกษาได้เป็น 3 กลุ่ม (ตารางที่ 1 และภาพที่ 9) ดังนี้

1) ปลวกกินไม้ (Wood feeders) พบ 6 สกุล คือ *Glyptotermes, Schedorhinotermes, Coptotermes Globitermes, Microcerotermes* และ *Nasutitermes*

2) ปลวกกินไม้ใบไม้เศษไม้และเพาะเลี้ยงเชื้อรา (Wood and leaf feeders or fungus feeders) พบ 5 สกุล คือ *Macrotermes, Odontotermes, Hypotermes, Microtermes* และ *Ancistrotermes*

3) ปลวกกินดินและอินทรียวัตถุ (Soil and humus feeders) พบ 7 สกุล คือ *Amitermes, Dicuspiditermes, Mirocapritermes, Homallotermes, Procapritermes, Pericapritermes* และ *Termes*

ผลการศึกษาทั้ง 2 พื้นที่ พบว่า กลุ่มปลวกเพาะเลี้ยงเชื้อรามีความหลากชนิดสูงที่สุด รองลงมา คือ กลุ่มกินเนื้อไม้ กลุ่มกินดินและ อินทรียวัตถุตามลำดับ โดยในพื้นที่ป่าดิบแล้งพบปลวกกิน เนื้อไม้ 9 ชนิด ปลวกเพาะเลี้ยงเชื้อรา 9 ชนิด ปลวกกินดินและอินทรียวัตถุ 7 ชนิด ในพื้นที่ป่าเต็งรัง พบปลวกกินเนื้อไม้ 6 ชนิด ปลวกเพาะเลี้ยงเชื้อรา 9 ชนิด และปลวกกินดินและอินทรียวัตถุ 3 ชนิด



ภาพที่ 9. การจำแนกชนิดของปลวกตามลักษณะแหล่งอาหารในพื้นที่ป่าเต็งรังและป่าดิบแล้ง

การศึกษาและการจำแนกชนิดของปลวกตามลักษณะของแหล่งที่อยู่อาศัย

สามารถจำแนกปลวกที่แพร่กระจายทั้ง 2 พื้นที่ เป็น 2 กลุ่มใหญ่คือ กลุ่มที่อาศัยอยู่ในเนื้อไม้ (Wood dwellers) และกลุ่มที่อาศัยอยู่ในดิน (Ground dwellers) ดังแสดงในตารางที่ 2

1) ปลวกที่อาศัยอยู่ในไม้พบ 1 สกุล คือ *Glyptotermes*

2) ปลวกที่อาศัยอยู่ในดิน จำแนกเป็น 3 พวก คือ

2.1) พวกที่สร้างรังขนาดเล็กบนต้นไม้ (Arboreal nesting termites) พบ 2 สกุล คือ *Microcerotermes* และ *Nasutitermes*

2.2) พวกที่สร้างรังขนาดกลางและขนาดใหญ่ (Epigeal nesting termites) พบ 8 สกุล คือ *Macrotermtes, Amitermes, Globitermest, Microcerotermes, Dicuspiditermes, Homallotermes, Procapritermes* และ *Termes*

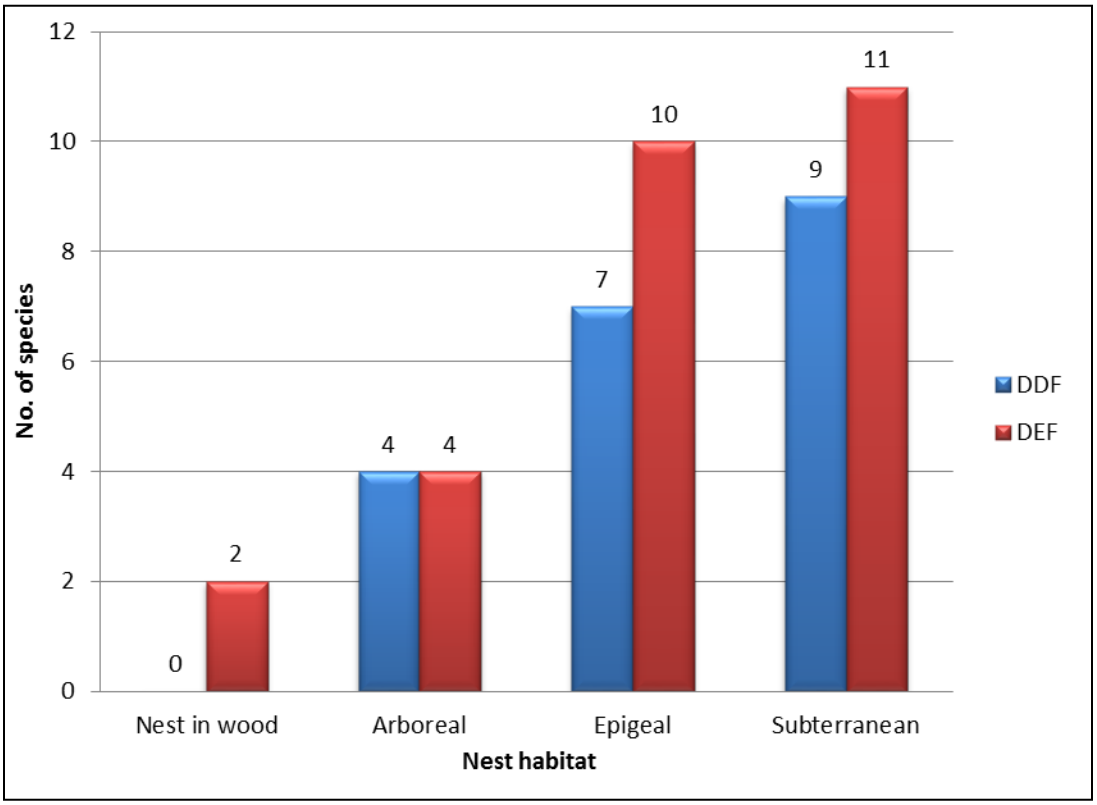
2.3) พวกที่อาศัยอยู่ใต้ดิน (Subterranean termites) พบ 9 สกุล คือ *Schedorhinoterme, Coptotermes, Odontotermes, Hypotermes, Microtermes, Ancistrotermes, Mirocapritermes, Pericapritermes* และ *Termes*

ผลการศึกษาทั้ง 2 พื้นที่ พบว่า ปลวกกลุ่มที่อาศัยอยู่ใต้ดินมีความหลากชนิดมากกว่าปลวกที่อาศัยอยู่ในไม้ โดยจำแนกเป็นกลุ่มปลวกที่อาศัยอยู่ใต้ดิน มีความหลากชนิดมากที่สุด รองลงมาตาม ได้แก่ กลุ่มที่สร้างรังขนาดกลางและขนาดใหญ่ กลุ่มที่สร้างรังขนาดเล็กบนต้นไม้ และกลุ่มที่อาศัยอยู่ในไม้ในพื้นที่ป่าดิบแล้งมีความหลากชนิดของปลวกกลุ่มที่อาศัยอยู่ใต้ดิน 9 ชนิด กลุ่มที่สร้างรังขนาดกลางและใหญ่ 10 ชนิด กลุ่มที่สร้างรังขนาดเล็กบนต้นไม้ 4 ชนิด และกลุ่มที่อาศัยอยู่ในไม้ 2 ชนิด ในพื้นที่ป่าเต็งรังพบปลวกที่อาศัยอยู่ใต้ดิน 9 ชนิด ปลวกที่สร้างรัง ขนาดกลางและใหญ่ 7 ชนิด ปลวกที่อาศัยอยู่บนต้นไม้ 4 ชนิด (ภาพที่ 10)

ตารางที่ 2 ความหลากชนิดของปลวกจำแนกตามลักษณะที่อยู่อาศัยในพื้นที่ป่าเต็งรังและป่าดิบแล้ง

Termites	**Nest habitat**			
Family/Species	**W**	**A**	**E**	**S**
Kalotermitinae				
1. *Glyptotermes brevicaudatus*	✓			
2. sp.1	✓			
Rhinotermitinae				
3. *Schedorhinotermes* sp.				✓
Coptotermitinae				
4. *Coptotermes curvignathus*				✓
Macrotermitinae				
5. *Macrotermes carbonarius*			✓	
6. *Macrotermes gilvus*			✓	
7. *Macrotermes annandalie*			✓	
8. *Odontotermes longignathus*				✓
9. *Odontotermes feae*				✓
10. *Odontotermes proformosanus*				✓
11. *Hypotermes makhamensis*				✓
12. *Microtermes* sp.				✓
13. *Ancistrotermes pakistanicus*				✓
Termitinae				
14. *Amitermes* sp.			✓	
15. *Globitermes sulphureus*			✓	
16. *Microcerotermes crassus*		✓	✓	
17. *Dicuspiditermes makhamensis*			✓	
18. *Mirocapritermes* sp.				✓
19. *Homallotermes* sp.			✓	
20. *Procapritermes* sp.			✓	
21. *Pericapritermes* sp.				✓
22. *Termes* sp.			✓	✓
Nasutitermitnae				
23. *Nasutitermes* sp.		✓		
24. sp.2		✓		
25. sp.3		✓		

W=อาศัยอยู่ในไม้, A=สร้างรังขนาดเล็กบนต้นไม้, E=สร้างรังขนาดเล็กบนดิน, S=อาศัยอยู่ในดิน



ภาพที่ 10. ความหลากชนิดของปลวกจำแนกตามลักษณะที่อยู่อาศัยในพื้นที่ป่าเต็งรังและป่าดิบแล้ง

การศึกษาดัชนีความหลากชนิดของปลวก

ดัชนีความหลากชนิดของปลวกที่ศึกษาเปรียบเทียบระหว่างป่าเต็งรังและป่าดิบแล้งในสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช โดยทำการวิเคราะห์ข้อมูลประเมินค่าความหลากชนิดของปลวกด้วย Shannon index (H') ว่า ค่าดัชนีความหลากชนิดของปลวกในพื้นที่ป่าดิบแล้งมีค่าดัชนีความหลากชนิดสูงกว่าป่าเต็งรัง คือ 3.079 และ 2.744 ตามลำดับ ส่วนค่าความสม่ำเสมอในการกระจายจำนวนของประชากรปลวกในป่าดิบแล้งพบว่ามีค่าความสม่ำเสมอเท่ากับ 0.957 สูงกว่าป่าเต็งรังที่มีค่าความสม่ำเสมอในการกระจายจำนวนของประชากรปลวกเท่ากับ 0.949 (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ดัชนีความหลากชนิดและค่าความสม่ำเสมอของปลวกในสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช

Forest types	Families	Sub families	Genera	Species	Species richness	Shannon's Index	Evenness
DDF	2	4	14	18	18.0	2.744	0.949
DEF	3	6	18	25	25.0	3.079	0.957

DDF = ป่าเต็งรัง, DEF = ป่าดิบแล้ง

การศึกษาความหนาแน่นของประชากรปลวก

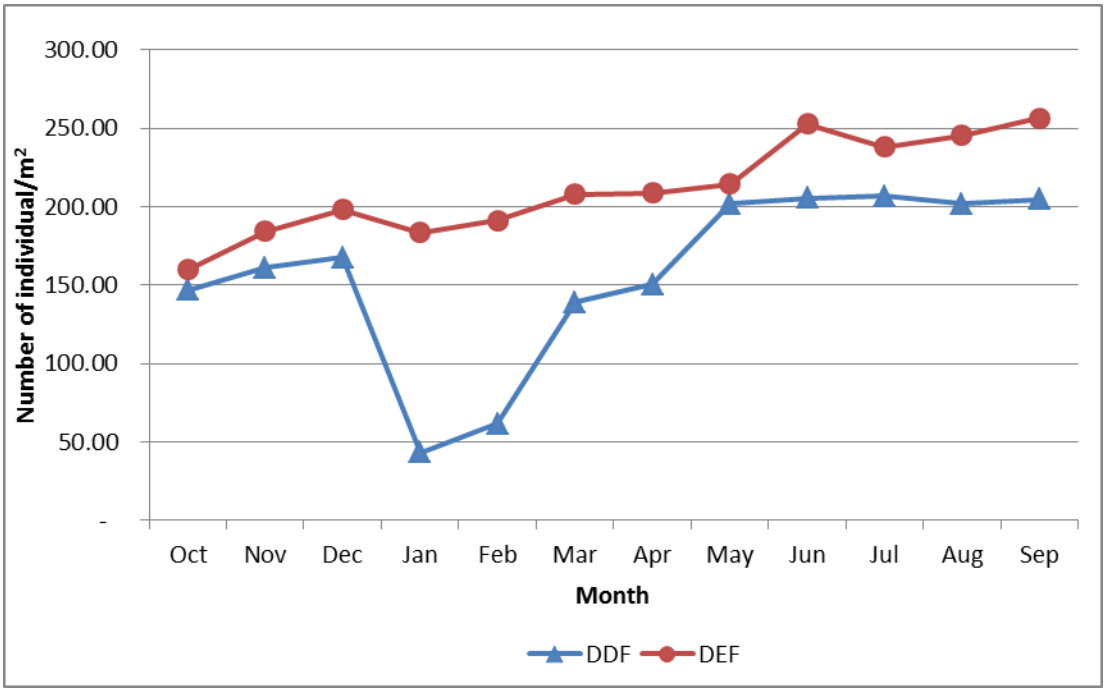
การศึกษาความหนาแน่นของประชากรปลวก ในสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช ทำการศึกษาเปรียบเทียบในพื้นที่ป่าเต็งรังและป่าดิบแล้ง ระหว่างเดือนตุลาคม พ.ศ. 2552 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2553 ผลการศึกษาพบว่า ค่าความหนาแน่นของประชากรปลวกมีค่าความหนาแน่นสูงที่สุดในเดือนกันยายน พ.ศ. 2553 (230.53 ตัวต่อตารางเมตร) และต่ำสุดในเดือนมกราคม พ.ศ. 2553 (113.43 ตัวต่อตารางเมตร) ดังตารางที่ 4 และภาพที่ 11

ตารางที่ 4 ความหนาแน่นของประชากรปลวกจำแนกในแต่ละเดือนในป่าเต็งรังและป่าดิบแล้ง

Month	Forest types		Average
	DDF	DEF	
October 2009	146.80	159.85	153.33
November 2009	161.20	184.55	172.88
December 2009	167.55	198.20	182.88
January 2010	43.30	183.55	113.43
February 2010	61.85	191.40	126.63
March 2010	139.30	208.15	173.73
April 2010	150.35	208.90	179.63
May 2010	202.00	214.65	208.33
June 2010	205.75	252.65	229.20
July 2010	206.90	238.20	222.55
August 2010	202.05	245.40	223.73
September 2010	204.70	256.35	230.53
Average	157.65	211.82	184.73

DDF = ป่าเต็งรัง, DEF = ป่าดิบแล้ง

ผลการศึกษาในทั้งสองพื้นที่ พบว่า ในป่าดิบแล้งมีค่าความหนาแน่นของประชากรสูงกว่าป่าเต็งรัง โดยมีค่าความหนาแน่นเฉลี่ยเท่ากับ 211.82 ตัวต่อตารางเมตร และ 157.65 ตัวต่อตารางเมตรตามลำดับ (ภาพที่ 11)



ภาพที่ 11. ความหนาแน่นและการกระจายตัวของประชากรปลวกรายเดือนในพื้นที่ป่าเต็งรังและป่าดิบแล้ง

การศึกษาปลวกชนิดสายพันธุ์เด่น (Dominant species)

ในการศึกษาครั้งนี้ได้จำแนกปลวกสายพันธุ์เด่นจากค่าความถี่ที่พบในพื้นศึกษาทั้งสองพื้นที่ ผลการศึกษาพบว่า ปลวกชนิด *Microcerotermes crassus* เป็นปลวกชนิดสายพันธุ์เด่นที่พบทั้งสองป่า รองลงมาได้แก่ *Hypotermes makhamensi, Globitermes sulphureus, Macrotemes gilvus* และ *Macrotermes cabonarius* ตามลำดับ (ตารางที่ 5 และภาพที่ 12)

ตารางที่ 5 ค่าความถี่ของปลวกชนิดสายพันธุ์เด่นที่พบในพื้นที่ป่าเต็งรังและป่าดิบแล้ง

Dominant Species	Forest types			
	DDF		DEF	
	Frequency	No. Ind.	Frequency	No. Ind.
1. *Microcerotermes crassus*	12	5,041	12	4,434
2. *Globitermes sulphureus*	12	4,796	12	3,931
3. *Hypotermes makhamensis*	12	4,119	12	4,790
4. *Macrotermes gilvus*	11	2,491	12	3,157
5. *Macrotermes carbonarius*	11	1,993	12	3,093

DDF = ป่าเต็งรัง, DEF = ป่าดิบแล้ง

a)

b)

c)

d)

e)

ภาพที่ 12. แสดงลักษณะปลวกชนิดสายพันธุ์ที่พบในพื้นที่ป่าเต็งรังและป่าดิบแล้ง

a) *Microcerotermes crassus*

b) *Globitermes sulphureus*

c) *Hypotermes makhamensis*

d) *Macrotermes gilvus*

e) *Macrotermes carbonarius*

การศึกษาดัชนีความคล้ายคลึงของกลุ่มประชากรปลวก

การศึกษาดัชนีความคล้ายคลึงในทั้งสองป่า โดยใช้ค่าดัชนี Sorensen's coefficiency เปรียบเทียบค่าดัชนีความคล้ายคลึงของกลุ่มประชากรปลวกในทั้งสองพื้นที่ป่า ผลการศึกษาพบว่า ค่าดัชนีความคล้ายคลึงของกลุ่มประชากรปลวกในทั้งสองป่ามีค่าค่อนข้างสูง คือ 0.8372 หรือ 83.72 % ดังแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ค่าดัชนีความคล้ายคลึงของกลุ่มประชากรปลวกในพื้นที่ป่าเต็งรังและป่าดิบแล้ง

		DDF	
		Found	Not found
DEF	Found	18 (a)	7 (b)
	Not found	0 (c)	0 (d)

DDF = ป่าเต็งรัง, DEF = ป่าดิบแล้ง

$$\text{ดัชนีความคล้ายคลึง (S)} = \frac{2a}{2a+b+c}$$

$$= \frac{2(18)}{2(18)+7+0}$$

$$= 0.8372 \text{ or } 83.72\%$$

เมื่อ

a = จำนวนของประชากรปลวกที่พบเหมือนกันทั้งสองป่า

b = จำนวนชนิดของปลวกที่พบเฉพาะในป่าดิบแล้ง

c = จำนวนชนิดของปลวกที่พบเฉพาะในป่าเต็งรัง

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของประชากรปลวกและปัจจัยทางด้านสิ่งแวดล้อม

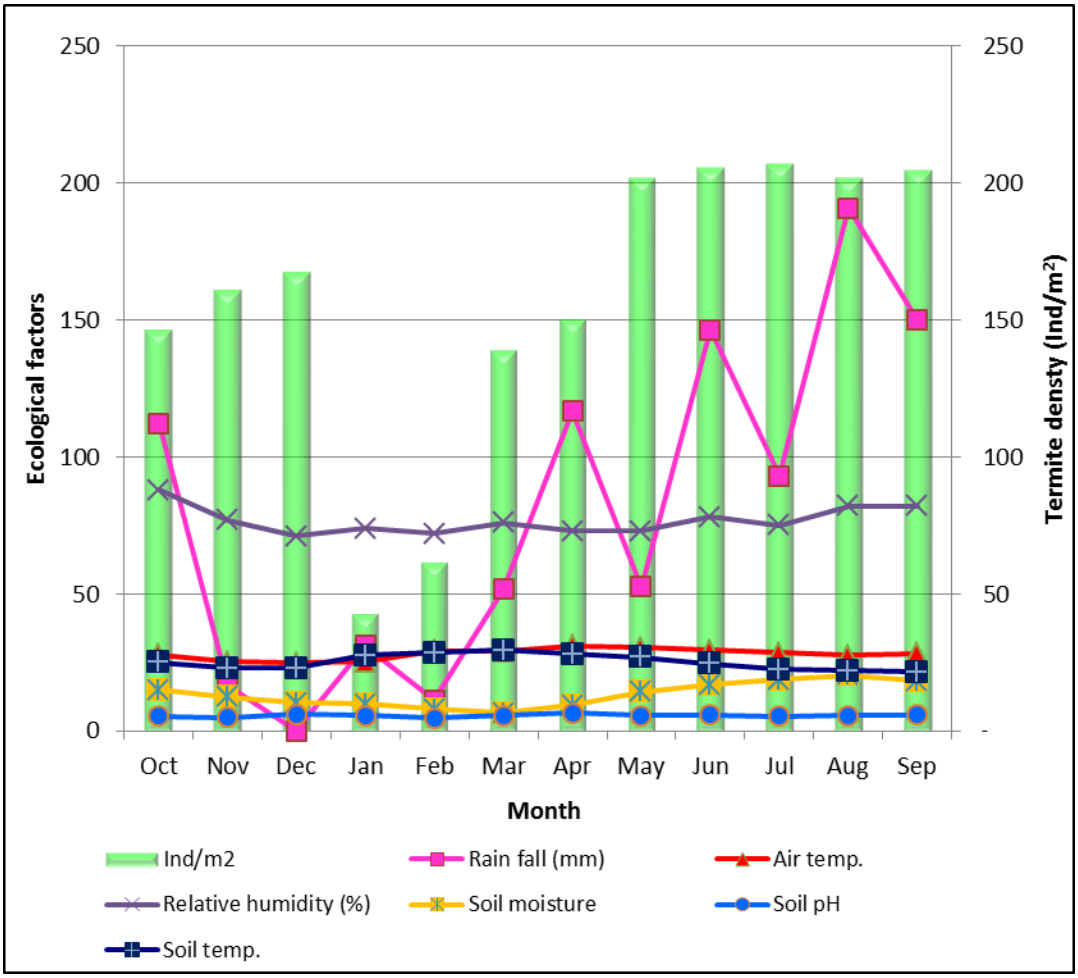
การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของประชากรปลวกกับปัจจัยทางด้านสิ่งแวดล้อม โดยใช้การวิเคราะห์ค่าความสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson correlation coefficient) ผลการศึกษาพบว่า ความหนาแน่นของประชากรปลวกมีความสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญกับความชื้นของดิน ($P<0.05$, $r=0.728$) และมีความสัมพันธ์เชิงลบอย่างมีนัยสำคัญกับอุณหภูมิของดินในพื้นที่ป่าเต็งรัง โดยไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิของอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ และความเป็นกรดเป็นเบสของดิน

สำหรับในพื้นที่ป่าดิบแล้งพบว่า ความหนาแน่นของประชากรปลวกไม่มีความสัมพันธ์กับทุกปัจจัยทางด้านสิ่งแวดล้อมที่ศึกษา ($P<0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 7 และภาพที่13 และ 14

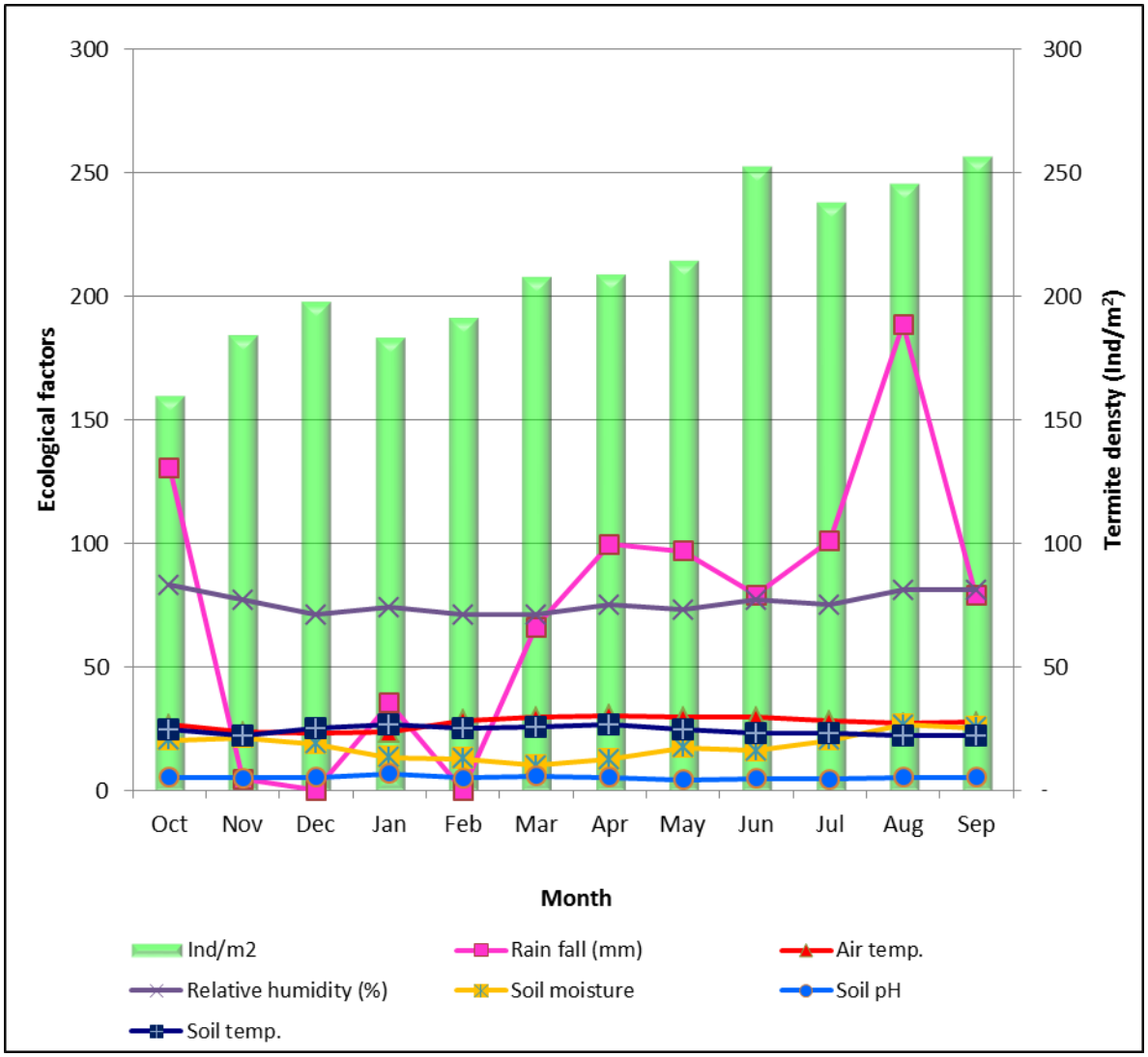
ตารางที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของประชากรปลวกและปัจจัยทางด้านสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ป่าเต็งรังและป่าดิบแล้ง

Factors	Pearson correlation coefficient	
	DDF	DEF
Rainfall	0.573	0.395
Air temperature	0.263	0.452
Relative humidity	0.303	0.181
Soil moisture	0.728**	0.378
Soil pH	0.375	-0.393
Soil temperature	-0.646*	-0.548

Pearson correlation coefficient *, **, significant at $P < 0.05$ and $P < 0.01$, respectively



ภาพที่ 13. ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของประชากรปลวกและปัจจัยทางด้านสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ป่าดิบแล้ง



ภาพที่ 14. ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของประชากรปลวกและปัจจัยทางด้านสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ป่าเต็งรัง

ความสัมพันธ์ระหว่างปลวกกับโปรโตซัวในลำไส้ปลวก

ในการศึกษาครั้งนี้ทำการศึกษาโปรโตซัวจากลำไส้ของปลวกงานชนิดสายพันธุ์เด่น โดยจำแนกตามลักษณะแหล่งอาหาร 3 กลุ่ม คือ กลุ่มกินไม้ (Wood feeders) ได้แก่ปลวกชนิด *Schedorhinotermes* sp. และ *Microcerotermes carsus* กลุ่มเพาะเลี้ยงเชื้อรา (Wood and leave feeders or fungus feeders) ได้แก่ *Macrotermes gilvus* และ *Hypotermes makhamensis* และกลุ่มกินดินและอินทรีย์วัตถุ (Soil and humus feeders) ได้แก่ *Termes* sp. ผลการศึกษาพบโปรโตซัวเฉพาะในลำไส้ของปลวกชนิด *Schedorhinotermes* sp. เท่านั้น ซึ่งจัดเป็นปลวกกลุ่มกินไม้และถูกจัดเป็นปลวกชั้นต่ำ แต่ไม่พบโปรโตซัวในปลวกชนิดอื่นซึ่งจัดเป็นชั้นสูง ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ความหลากชนิดของโปรโตซัวในลำไส้ปลวก

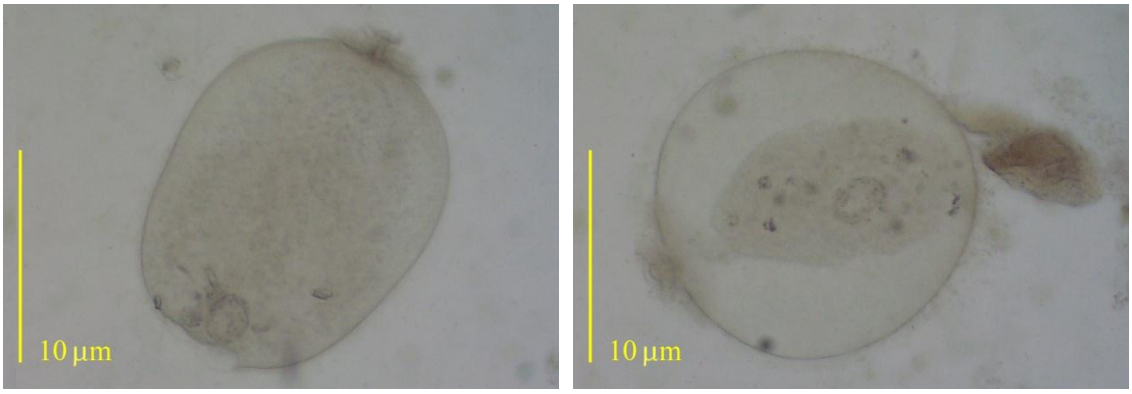
Termite species	Food habitat	Protozoa			
		Tricho nympha	*Pseudo trichonympha*	*Spiro nympha*	*Dine nympha*
1. *Termes* sp.	S	-	-	-	-
2. *Schedorhinotermes* sp.	W	✓	✓	✓	✓
3. *Microcerotermes crassus*	W	-	-	-	-
4. *Macrotermes gilvus*	F	-	-	-	-
5. *Hypotermes makhamensis*	F	-	-	-	-

S = Soil feeding termites, W = Wood feeding termites, F = Fungus feeding termites

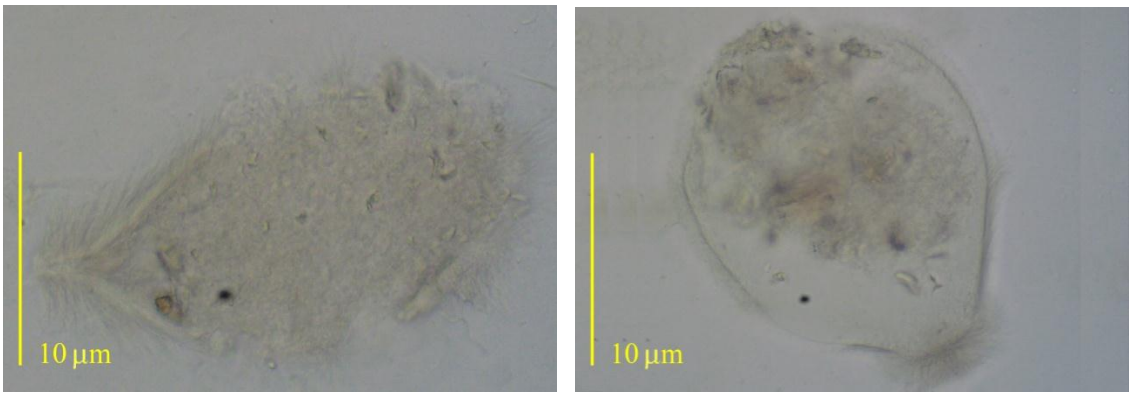
ภาพที่ 15. *Schedorhinotermes* sp.

ผลการศึกษาโปรโตซัวในลำไส้ปลวกชนิด *Schedorhinotermes* sp. พบโปรโตซัวในไฟลัม Parabasala ออร์เดอร์ Trichomonadida จำแนกเป็น 4 สกุล ได้แก่ *Trichonympha*, *Pseudotrichonympha*, *Spironympha* และ *Dinenympha* โดยโปรโตซัวชนิด *Trichonympha* sp. เป็นโปรโตซัวกลุ่มแด่นที่พบมากที่สุดในการศึกษาครั้งนี้ รองลงมา ได้แก่ *Pseudotrichonympha* sp., *Spironympha* sp. และ *Dinenympha* sp. ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 16 - 19

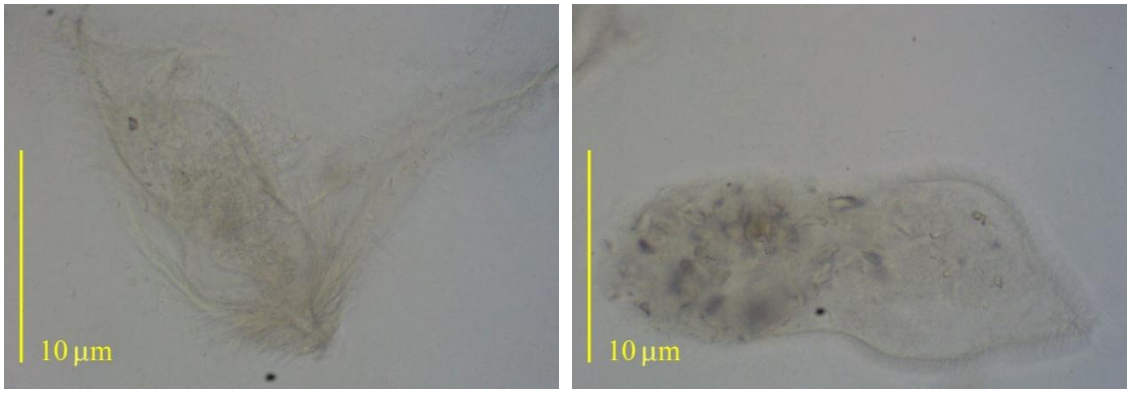
ภาพที่ 16. *Dinenympha* sp.



ภาพที่ 17. *Trichonympha* sp.



ภาพที่ 18. *Spironympha* sp.



ภาพที่ 19. *Pseudotrichonympha* sp.

บทที่ 5
สรุปผลการศึกษา

การวิจัยในครั้งนี้เป็นงานวิจัยเพื่อศึกษาความหลากชนิดของปลวกและความสัมพันธ์กับปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมบางประการในพื้นที่ป่าเต็งรังและป่าดิบแล้งในสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา เพื่อเป็นฐานข้อมูลองค์ความรู้ในการวางแผน แนวทางในการอนุรักษ์และการจัดการทรัพยากรชีวภาพ ให้เกิดความสมดุลตามธรรมชาติและเกิดประโยชน์อย่างยั่งยืน สามารถสรุปการวิจัยได้ดังนี้

1. การศึกษาและการจัดจำแนกชนิดของปลวกทางอนุกรมวิธาน พบปลวกรวมทั้งสิ้น 25 ชนิด 18 สกุล 6 วงศ์ย่อยและ 3 วงศ์ ในพื้นที่ป่าดิบแล้งมีความหลากชนิดของปลวกมากกว่าป่าเต็งรัง คือ พบ 25 ชนิด 18 สกุล และ 6 วงศ์ย่อย ส่วนในป่าเต็งรังพบ 18 ชนิด 14 สกุล และ 4 วงศ์ย่อย

2. ปลวกในวงศ์ย่อย Macrotermitinae เป็นปลวกกลุ่มเด่นที่พบในทั้งสองพื้นที่ป่า รองลงมา ได้แก่ วงศ์ย่อย Termitinae และ Nasutitermitinae ตามลำดับ เนื่องจากปลวกในกลุ่มนี้สามารถปรับตัวให้อยู่ในสภาพแวดล้อมที่ขาดแคลนอาหารและถิ่นที่อยู่อาศัยถูกทำลายได้ ปลวกในวงศ์ย่อย Kalotermitinae และ Rhinotermitinae พบเฉพาะในป่าดิบแล้งเท่านั้น

3. ปลวกชนิดสายพันธุ์เด่นที่พบมากที่สุดในทั้งสองป่า คือ *Microcerotermes carssus* รองลงมา ได้แก่ *Hypotermes makhamensis*, *Globitermes sulphureus*, *Macrotermes gilvas* และ *Macrotermes carbonarius* ตามลำดับ

4. การศึกษาและจำแนกปลวกตามลักษณะของแหล่งอาหาร สามารถจำแนกชนิดของปลวกที่แพร่กระจายอยู่ในทั้งสองพื้นที่ศึกษาได้เป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มปลวกกินเนื้อไม้ พบ 6 สกุล กลุ่มปลวกกินไม้เศษไม้ใบไม้และเพาะเลี้ยงเชื้อรา พบ 5 สกุล กลุ่มปลวกกินดินและอินทรียวัตถุ พบ 7 สกุล ผลการศึกษาในทั้งสองพื้นที่ พบกลุ่มปลวกเพาะเลี้ยงเชื้อรามีความหลากชนิดของปลวกสูงที่สุด รองลงมา คือ กลุ่มปลวกกินดินและอินทรียวัตถุ และกลุ่มปลวกกินเนื้อไม้ ตามลำดับ

5. การศึกษาดัชนีความหลากหลายของปลวกแบบ Shannon index (H') พบว่า ป่าดิบแล้งมีค่าดัชนีความหลากหลายสูงกว่าป่าเต็งรัง คือ 3.079 และ 2.744 ตามลำดับ ในขณะที่ค่าความสม่ำเสมอในป่าดิบแล้งมีค่าเท่ากับ 0.0957 ซึ่งสูงกว่าป่าเต็งรังที่มีค่าเท่ากับ 0.0949 ความหนาแน่นของประชากรปลวกมีค่าสูงที่สุดในเดือนกันยายน พ.ศ. 2553 (230.53 ตัวต่อตารางเมตร) และต่ำสุดในเดือนมกราคม พ.ศ. 2553 (113.43 ตัวต่อตารางเมตร) การศึกษาดัชนีความคล้ายคลึงทั้งสองป่าพบว่ามีค่าเท่ากับ 0.8372 หรือ ร้อยละ 83.72

6. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของประชากรปลวกกับปัจจัยทางด้านสิ่งแวดล้อม พบว่า ความหนาแน่นของประชากรปลวกมีความสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญกับความชื้นของดิน ($P<0.05$, $r=0.728$) และมีความสำพันธ์เชิงลบอย่างมีนัยสำคัญกับอุณหภูมิของดินในป่าเต็งรัง ($P<0.05$, $r=-0.646$) โดย

ไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิของอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ และความเป็นกรดเป็นเบสของดิน สำหรับป่าดิบแล้งพบว่าความหนาแน่นของประชากรปลวกไม่มีความสัมพันธ์กับทุกปัจจัยทางด้านสิ่งแวดล้อมที่ศึกษา ($P<0.05$)

7. ผลการศึกษาโปรโตซัวในลำไส้ของปลวก พบโปรโตซัวเฉพาะในลำไส้ของปลวกชนิด *Schedorhinotermes* sp. เท่านั้น ซึ่งจัดเป็นกลุ่มปลวกกินไม้และถูกจัดเป็นปลวกชั้นต่ำ โดยโปรโตซัว *Trichonympha* sp. เป็นโปรโตซัวชนิดสายพันธุ์เด่นที่พบมากที่สุดในการศึกษาครั้งนี้ รองลงมา ได้แก่ *Psuedotrichonympha* sp., *Spironympha* sp. และ *Dinenympha* sp. ตามลำดับ

เอกสารอ้างอิง

จินดาพร พลสูงเนิน. (2544). **ปัจจัยที่มีผลต่อการกระจายรังปลวกเห็ดโคนในพื้นที่ป่ามหาวิทยาลัยมหิดล ณ กาญจนบุรี**. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยมหิดล.

ชุมพล กันทะ. (2531). **การสำรวจปลวกภายในมหาวิทยาลัยขอนแก่น**. ขอนแก่น: คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ยุพาพร สรนุวัตร และ จารุณี วงศ์ข้าหลวง. (2547). **การสำรวจและศึกษาความหลากหลายของปลวก**. สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้.

ศรี โป่งแก้ว. (2538). **การสกัดสารอินทรีย์จากปลวก (*Pseudocanthotermes militaries*) และไส้เดือนดิน (*Lumbricus terrestris*)**. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สำนักวิจัยการจัดการป่าไม้และผลิตผลป่าไม้ กรมป่าไม้. (2551). **ความหลากหลายของปลวกในประเทศไทย**. [ข้อมูลออนไลน์]. แหล่งที่มา: www.plantgenetic-rspg.org/termite/termite2-3_10.html (20 มิถุนายน 2551).

สุทัศน์ สุบินประเสริฐ. (2535). **ชนิด ปริมาณ ลักษณะการทำลาย และศัตรูธรรมชาติของปลวก ในสวนยางพารา**. ปัตตานี: คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี.

สุนิสา สวนทรัพย์, จรัล เห็นพิทักษ์, ณิศ กีร์ติบุตร, อวบ สารถ้อย และ วีรวรรณ อมรศักดิ์. (2549). **การศึกษานิเวศวิทยาของปลวกและปลวกที่สร้างสวนเห็ดราในประเภท ป่าผสมผลัดใบระดับต่ำภายในพื้นที่ป่า ณ สถานีวิจัยกาญจนบุรี**. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อวบ สารถ้อย, จรัล เห็นพิทักษ์ และ ณิศ กีร์ติบุตร. (2543). **ปลวกและเห็ดปลวกในระบบนิเวเกษตรที่ควรอนุรักษ์**. วารสาร ส.ก.ว. สถาบันค้นคว้าและพัฒนาระบบเกษตรในเขตวิกฤต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 7(3): 7-32.

อิสระ อินตะนัย และ อารมณ์ รัศมิทัต. (2531). **โปรโตซัวในปลวก**. วารสารสัมมนาสัตว์ป่า ครั้งที่ 6 คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 20-27.

อิสระ อินตะนัย. (2529). **อนุกรมวิธานและนิเวศวิทยาของปลวกในจังหวัดจันทบุรีและตราด**. การประชุมวิชาการ ครั้งที่ 19 คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 17-26.

อิสระ อินตะนัย. (2534). **นิเวศวิทยาบางประการของปลวกในจังหวัดศรีสะเกษ**. การประชุมทางวิชาการวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ในโรงเรียน, ครั้งที่ 2. 6-20.

Ball, G. H. (1969). **Organisms living on and in protozoa**, p. 565-718. *In*In T. T. Chen (ed.), Research in protozoology, vol. 3. New York: Pergamon Press.

Bloodgood, R. A. and Fitzharris, T. P. (1976). Specific association of prokaryotes with symbiotic flagellate protozoa from the hindgut of the termite *Reticulitermes* and the wood-eating roach *Cryptocercus*. **Cytobios**. 17: 103-122. [PubMed].

Collins, N. M. (1983). **Termite populations and their role in litter removal in Malaysian rain forests**. **Tropical rain forest ecology and management**. Oxford: Blackwell Scientific Publications.

Davies, R. G. (1997). Termite species richness in fire-prone and fire-protected dry deciduous dipterocarp forest in Doi Suthep-Pui National Park, northern Thailand. **Journal of Tropical Ecology**. 13: 153-160.

Kirby, H., Jr. (1941). **Organisms living on and in protozoa**, p. 1009-1113. *In*In G. N. Calkins and F. M. Summers (ed.), Protozoa in biological research. New York: Columbia University Press.

Kreb, C. J. (1999). **Ecological methodology**. California: Benjamin/Cummings.

Suriyapong, Y. (2003). Study of ground dwelling ant populations and their relationship to some ecological factors in Sakaerat environmetal research station, Nakorn Ratchasima. P**h.D. Thesis, Suranaree University of Technology**. Nakhon Ratchasima.

Wood, T. G., Johnson, R. A. and Bacchus, S. (1982). Abundance and distribution of termites (Isoptera) in a riparian forest in the southern Guinea savanna vegetation zone in Nigeria. **Biotropica**. 14: 25-39.

ประวัติผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการวิจัย

1. ชื่อ (ภาษาไทย) ผศ.ดร.ณัฐวุฒิ ธานี

ชื่อ (ภาษาอังกฤษ) Dr. Nathawut Thanee

2. หมายเลขประจาตัวประชาชน 3–4099–00527–28–4

3. ตำแหน่งปัจจุบัน ผู้ช่วยศาสตราจารย์

4. หน่วยงานที่ติดต่อได้พร้อมโทรศัพท์และโทรสาร

สาขาวิชาชีววิทยา สานักวิชาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

111 ถ. มหาวิทยาลัย ต. สุรนารี อ. เมือง จ. นครราชสีมา 30000

โทรศัพท์: 044-224633, 089-9492052

โทรสาร: 044-224633

E-mail: nathawut@sut.ac.th

5. ประวัติการศึกษา

Year	Degree	Field	Institution/Country
1978	B.Sc.	Biology	Khon Kean University, Thailand
1980	M.Sc.	Environmental Biology	Mahidol University, Bangkok, Thailand
1988	Ph.D.	Ecological Entomology	Massey University, Palmerston North, New Zealand
1998	Ph.D.	Plant Health	Massey University, Palmerston North, New Zealand
1982	Postgraduate Certificate	Bioassay Techniques	Biotropical Center Bogor, Indonesia
1990	Postgraduate Certificate	Integrated Environmental Planning and Management	Griffith University Nathan, Australia
1992	Postgraduate Certificate	Mathematical Ecology	International Centre for Theoretical Physics, Trieste, Italy
1994	Postgraduate Certificate	Island Ecosystem and Ecotourism	Biotropical Center Bogor, Indonesia
2002	Postgraduate Certificate	Water Quality Management And Planning	ATPAC/USA/Canada Mae Jo University, Thailand

6. สาขาวิชาที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา)

Environmental Planning and Management

Integrated Pest Management

Ecosystem Analysis and Management

Ecotourism and Environmental Conservation

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัย

1) ภูกิจ พันธ์เกษม, ธำรง เปรมปรีดิ์, สงวน ปัทมธรรมกุล, **ณัฐวุฒิ ธานี** และ ธิติ วิสารัตน์. (2553). การเก็บกักคารบอนของแปลงปลูกไม้ตะกู. **งานประชุมวิชาการประจาปี มหาวิทยาลัยรังสิต Rsucon 2010**. สถาบันวิจัย มหาวิทยาลัยรังสิต จังหวัดปทุมธานี.

2) ภูกิจ พันธ์เกษม, ธำรง เปรมปรีดิ์, สงวน ปัทมธรรมกุล, **ณัฐวุฒิ ธานี** และ ธิติ วิสารัตน์. (2553). การเก็บกักคารบอนของแปลงปลูกไม้โตเร็ว. **งานประชุมวิชาการระดับชาติ เรื่อง "ประเทศไทยกับภูมิอากาศโลก ครั้งที่ 1 ความเสี่ยงและโอกาสท้าทายในกลไกการจัดการสภาพภูมิอากาศโลก Climate Thailand Conference 2010"**. สานักวิเคราะห์และรับรองโครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาด (สวร.) องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) (อบก.) กรุงเทพมหานคร.

3) Keeratiurai, P., **Thanee, N.**, and Vichairattatragul, P. (2013). Assessment of the carbon emitted from the layer and young chicken farming under the uncertainty. **ARPN Journal of Agricultural and Biological Science**. 8(9): 630-644.

4) Keeratiurai, P., **Thanee, N.**, and Vichairattatragul, P. (2013). Assessment of the carbon massflow from the layer farming with life cycle inventory. **ARPN Journal of Agricultural and Biological Science**. 8(9): 673-682.

5) Keeratiurai, P. and **Thanee, N.** (2013). The decision making to reduce carbon emission under uncertainty of herbivore meat production. **ARPN Journal of Agricultural and Biological Science**. 8(7): 531-540.

6) Keeratiurai, P. and **Thanee, N.** (2013). Comparison of carbon equivalent emissions under uncertainty of energy using for industries of pig and broiler meat production. **Science Series Data Report**. 5(5): 55-65.

7) Aroon, S., Artchawakom, T., Hill, J. G., and **Thanee, N.** (2012). Seasonal variation in the diet of common Palm Civet (*Paradoxurus hermaphroditus*) at Sakaerat Biosphere Reserve, Thailand. **Proceedings of the 8th Inter conference Inter-University Cooperation Program. ASEAN Knowledge Networks for the Economy, Society, Culture, and Environmental Stability**. 8 - 12 July, 2012. Kyung Hee University, Seoul, Korea. (The Best Practice Awards)

8) Keeratiura P., Pankasam, P., Prempree T., Patamatamkul, S., and **Thanee, N.** (2012). Carbon sequestration of fast growing tree. **European Journal of Operational Research (EJOR).** 81(4): 459-464.

9) Pankasam, P., Prempree T., Keeratiura P., Patamatamkul, S., and **Thanee, N.** (2012). Carbon sequestration of fast growing tree for rural electricity generation. **International Conference on Energy and Environmental Protection (ICEEP 2012). Periodical of Advanced Materials Research on title Electrical Power & Energy Systems**. Mainland, China. 516-517.

10) **Thanee, N.** and Thipsantia, P. (2012). Relationship between termite biodiversity and gut protozoa at Sakaerat Environmental Research Station, Nakhon Ratchasima province, Thailand. **Proceedings of the 8th Inter conference Inter-University Cooperation Program. ASEAN Knowledge Networks for the Economy, Society, Culture, and Environmental Stability**. 8 - 12 July, 2012. Kyung Hee University, Seoul, Korea.

11) Pitakpong, A., Saipunkaew, W., Dathong, W., and **Thanee, N.** (2011). Use of epiphytic lichens as bioindicators for air quality monitoring in Nakhon Ratchasima municipality, Thailand. **Proceedings of the 7th Inter conference Inter-University Cooperation Program**. **Regional Stability through Economic, Social and Environmental Development in the Greater Mekong Sub-region and Asia-Pacific**. 7 - 12 August, 2011, Colombo. Sri Lanka.

12) Sukteeka, S. Jitpukdee, S., and **Thanee, N.** (2011). Species diversity of millipedes in Sakaerat Environmental Research Station, Nakhon Ratchasima, Thailand. **Proceedings of the 7th Inter conference Inter-University Cooperation Program**. **Regional Stability through Economic, Social and Environmental Development in the Greater Mekong Sub-region and Asia-Pacific**. 7 - 12 August, 2011, Colombo. Sri Lanka.

13) Tantikamton, K., Nhaknaen, P., Pokaew, K., Ninlaor, N., and **Thanee, N.** (2011). Solid waste composition and the behavior of household solid waste management in some small islands, Trang province, Thailand. **Proceedings of the 7th Inter conference Inter-University Cooperation Program**. **Regional Stability through Economic, Social and Environmental Development in the Greater Mekong Sub-region and Asia-Pacific**. 7 - 12 August, 2011, Colombo. Sri Lanka.

14) Tantipanatip, T., **Thanee, N.**, and Keeratiurai, P. (2011). Carbon massflow from egg production using life cycle assessment to develop carbon footprint in Khon Kaen and Nakhon Nayok provinces, Thailand. **Proceedings of the 7th Inter conference Inter-University Cooperation Program**. **Regional Stability through Economic, Social and Environmental Development in the Greater Mekong Sub-region and Asia-Pacific**. 7 - 12 August, 2011, Colombo. Sri Lanka.

15) Thipsantia, P. and **Thanee, N.** (2011). Biodiversity of termites and their relationship to dry dipterocarp and dry evergreen ecosystems at Sakaerat Environmental Research Station, Nakhon Ratchasima province, Thailand. **Proceedings of the 7th Inter conference Inter-University Cooperation Program**. **Regional Stability through Economic, Social and Environmental Development in the Greater Mekong Sub-region and Asia-Pacific**. 7 - 12 August, 2011, Colombo. Sri Lanka. (The Best Practice Awards).

16) Vichairattanatragul, P., **Thanee, N.**, and Keeratiurai, P. (2011). Carbon footprint of fattening pig production in Thailand: Case studies in Ratchaburi, Nakhon Pathom and Nakhon Ratchasima provinces. **Proceedings of the 7th Inter conference Inter-University Cooperation Program**. **Regional Stability through Economic, Social and Environmental Development in the Greater Mekong Sub-region and Asia-Pacific**. 7 - 12 August, 2011, Colombo. Sri Lanka.

17) Thassanapak, H., Qinglai, F., Grant-Mackei, J., Chonglakmani, C. and **Thanee, N.** (2011). Middle Traissic radiolarian faunas from Chiang Dao, Northern Thailand. **Palaleoworld**. 20: 179-202.

18) Boonriam, W., Yamada, A., Saitoh, S., Hasin, S., Wiwatwitaya, D., Artchawakom, T., and **Thanee, N.** (2010). How much area is foraged by termites in tropical forest. **The 7th Conference of the Pacific Rim Termite Research Group, Singapore**. 1st and 2nd March 2010.

19) Kudthalang, N. and **Thanee, N.** (2010). The assessment of water quality in the upper part of the Chi Basin using physicochemical variables and benthic macroinvertibrates. **Suranaree Journal of Science and Technology**. 17(2): 165-176.

20) **Thanee, N.** and Keeratiurai, P. (2010). Carbon footprint and carbon massflow for chicken meat and egg production in Nakhon Ratchasima Province, Thailand. **The 3rd Technology and Innovation for Sustainable Development International Conference**, Nong Khai, Thailand. pp 6.

21) **Thanee, N.**, Saipankaew, W., and Pitakpong, A. (2010). Use of lichens as bioindicators for air quality monitoring in Nakhon Ratchasima municipality area. **The 3rd Technology and Innovation for Sustainable Development International Conference**, Nong Khai, Thailand. pp 6.

22) Aroon, S., Artchawachom, T., Hill, J. G., Kupittayanant, S., and **Thanee, N.** (2009). Ectoparasites of the common palm civet (*Paradoxurus hermaphroditus*) at Sakaerat Environmental Research Station, Thailand. **Suranaree Journal of Science and Tachnology**. 16(4): 277-281.

23) **Thanee, N.**, Dankittikul, W., and Keeratiurai, P. (2009). **Comparison of carbon emitted factors from ox and buffalo farms and slaughterhouses in meat production**. **Thai Journal of Agricultural Science.** 42(2): 97-107.

24) **Thanee, N.**, Dankittikul, W., and Keeratiurai, P. (2009). Comparison of carbon emitted for meat production from ox buffalo pig and chicken. **Proceedings of the 8th National Convention on Environmental Engineering, Suranaree University of Technology**, Nakhon Ratchasima, March 25-27, 2009.

25) **Thanee, N.**, Dankittikul, W., and Keeratiurai, P. (2009). Comparison of carbon emitted from ox buffalo pig and chicken farms and slaughterhouses in meat production. **Suranaree Journal of Scince and Technology**. 16(2): 79-90.

26) **Thanee, N.**, Dankittikul, W., and Keeratiurai, P. (2009). The study of carbon massflow in ox, buffalo, and pig meat production from farms and slaughterhouses in Thailand. **Thai Environmental Engineering Journal**. 23(2): 37-51.

27) **Thanee, N.**, Dankittikul, W., and Keeratiurai, P. (2009). The study of carbon massflow in ox, buffalo and pig production from farms and slaughterhouses in Thailand. **Proceedings of the 5th International Conference-University Cooperation Program, Toward Knowledge Networks for the Economy, Society, Culture, Environment and Health for the Greater Mekong Subregion and Asia-Pacific**. Kohinoor Continental Hotel, Mumbai, India, September 6-10, 2009.

28) **Thanee, N.**, Kupittayanant, S., and Pinmongkholgul, S. (2009). **Prevalence of ectoparasites and blood parasites in small mammals at Sakaerat Environmental Research Station, Thailand.** Thai Journal of Agricultural Science. 42(3): 149-158.

29) **Thanee, N.**, Dankittikul, W., and Keeratiurai, P. (2008). Comparison of carbon emission factors from ox and buffalo farms and energy of slaughterhouses in meat production. **Proceedings of International Conference, Energy Security and Climate Change: Issues, Strategies, and Options (ESCC 2008)**, Sofitel Centara Grand Hotel, Bangkok, Thailand, August 06-08, 2008.

30) **Thanee, N.**, Dankittikul, W., and Keeratiurai, P. (2008). Comparison of carbon mass flow and emission factors from ox and buffalo farms in meat production. **Proceedings of the 4th International Conference, Knowledge Networks and Regional Development in the Greater Mekong Subregion and Asia-Pacific**, Golden Dragon Hotel, Kunming, Yunnan Province, People's Republic of China, June 22-27, 2008.

31) **Thanee, N.**, Dankittikul, W., and Keeratiurai, P. (2007). The study of carbon mass flow in milk production from daily farms: A case study in Nachon Ratchasima province. **Proceedings of the Second GMSARN International Conference, Sustainable Development: Challenges and Opportunities for the Greater Mekong Subregion**. Pattaya, Thailand, December 12-14, 2007.

32) Chitnarin, A., **Thanee, N.**, Crasquin-Soleau, S., and Chonglakmani, C. (2006). First discovery of Middle Triassic (Anisian) ostracods from the Pha Khan Formation, Northern Thailand. **Circum-Pacific Triassic Stratigraphy and Correlation Symposium**, New Zealand (poster).

33) Chonglakmani, C., Noipaw, N., Chitnarin, A., and **Thanee, N.** (2006). Late Triassic (Norian) stromatolites and ostracods from the Huai Hin Lat Formation, North-Central Thailand. **Circum-Pacific Triassic Stratigraphy and Correlation Symposium**, New Zealand (poster).

34) Thassanapak, H., Qinglai, F., Chonglakmani, C., Udchachon, M., and **Thanee, N.** (2006). Middle Triassic radiolarians from Chiang Dao area, Northern Thailand. **Interred XI: Radiolarians in Stratigraphy & Paleoceanography**, New Zealand (poster).

35) Uchachon, M., Chonglakmani, C., Campbell, H., and **Thanee, N.** (2006). Paleoecolgogy of the Permian Alatoconchid bivalves from North-Central, Thailand. **International Palaeontological Congress**, China (poster).

36) Pongswat, S., **Thanee, N.**, Thammathaworn, S., Peerapornpisal, Y., and Nontanum, S. (2005). Water quality and diversity of phytoplankton in a hard-water lake, Thailand. **Suranaree Journal of Science and Technology**. 13(1): 55-70.

37) Onlamai, C. and **Thanee, N.** (2004). Some ecological aspects of little honeybee (*Apis florae* F.) and type of sugar contents in honey in Northeast Thailand. **Pakistan Journal of Biologcal Sciences**. 7(4): 658-661.

38) Pongswat, S., Thammathaworn, S., Peerapornpisal, Y., **Thanee, N.**, and Somsiri, C. (2004). Phytoplankton in the Rama IX lake, a mand-made lake, Pathumthani province, Thailand. **Science Asia**. 30: 261-267.