# รายงานผลการดำเนินงาน
# ปีงบประมาณ 2560

## โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี สนองพระราชดำริโดย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## เรื่อง
## การหาดีเอ็นเอบาร์โค้ดของหนอนผีเสื้อให้อาศัยและแมลงเบียน ในพื้นที่โครงการ อพ.สธ.


ผู้รับผิดชอบโครงการ

รองศาสตราจารย์ ดร. บัณฑิกา อารีย์กุล บุทเชอร์

ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายงานวิจัย
ทุนอุดหนุนการวิจัยจากงบประมาณแผ่นดินปี 2560

# โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี

เรื่อง

# "การหาดีเอ็นเอบาร์โค้ดของหนอนผีเสื้อให้อาศัยและแมลงเบียนในพื้นที่โครงการอพ.สธ."

# "DNA barcoding of lepidopteran hosts and their parasitoids at RSPG areas"

รองศาสตราจารย์ ดร. บัณฑิกา อารีย์กุล บุทเชอร์
ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เงินงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ 2560 ผู้วิจัยขอขอบคุณโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ศูนย์เครือข่ายการเรียนรู้เพื่อภูมิภาค จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี ที่ให้การสนับสนุนและอำนวยความสะดวกในการทำงานวิจัยในพื้นที่ ขอขอบคุณนายพรเทพ เกื้อกิจ ที่ได้ช่วยเก็บตัวอย่างแตนเบียนในการศึกษาครั้งนี้ และขอขอบคุณ Integrative Ecology Lab และ Animal Systematics Research Unit ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่ให้การสนับสนุนและอำนวยความสะดวกในทุกๆ ด้าน

## บทคัดย่อ

ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างหนอนผีเสื้อกับแมลงเบียนยังมีอยู่น้อยมาก เนื่องจากข้อจำกัดในการเลี้ยงหนอนผีเสื้อและการวินิจฉัยชนิดของแมลงให้ถูกต้อง อย่างไรก็ดีข้อมูลนี้มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการควบคุมประชากรของแมลงศัตรูพืชโดยใช้แตนเบียนเป็นแมลงศัตรูธรรมชาติในการควบคุมแบบชีววิธี ในช่วงศตวรรษหลังมีการพัฒนาและนำเทคนิคทางดีเอ็นเอบาร์โค้ดมาใช้ในการระบุชนิดของสิ่งมีชีวิตทางชีวโมเลกุล วิธีนี้จะช่วยระบุชนิดของหนอนผีเสื้อและแมลงเบียนได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ รวดเร็ว และยังแก้ปัญหาต่างๆ จากการเลี้ยงแมลง งานวิจัยนี้ศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างหนอนผีเสื้อและแมลงเบียนในพื้นที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี จากการเก็บตัวอย่างทั้งสิ้น 34 ครั้ง โดยเก็บตัวอย่างเดือนละ 2 ครั้ง เก็บตัวอย่างหนอนผีเสื้อได้มากกว่า 6635 ตัว จำแนกได้ 27 วงศ์ จำนวนหนอนที่ถูกเบียนทั้งหมด 438 ตัว คิดเป็น 6.60% จากการศึกษาดีเอ็นเอบาร์โค้ดพบว่าหนอนผีเสื้อที่ถูกเบียนจำแนกได้ 58 สกุล ส่วนแมลงเบียนจำแนกได้ 28 สกุล หนอนผีเสื้อที่พบมากที่สุดคือ *Orvasca subnotata* และ *Pericyma mendax* ส่วนแมลงเบียนที่พบมากที่สุดคือแมลงวันก้นขน *Peribaea* sp.1



**คำสำคัญ:** ดีเอ็นเอบาร์โค้ด ความสัมพันธ์ระหว่างแมลงให้อาศัยและแมลงเบียน หนอนผีเสื้อ

## Abstract

Relationships between caterpillars and their parasitoids are poorly known due to the limitation of insect rearing and accurate identification. However, this knowledge is very important for controlling agricultural insect pests using parasitoids as natural enemies in biological control programmes. During the recent decades, DNA barcoding technique has been developed and used for molecular identification. This technique could help identify both caterpillars and their parasitoids accurately and fast, also solve the problems about insect rearing. This research aims to preliminary/primarily study the relationships between caterpillars and their parasitoids at Chulalongkorn University Area, Kaeng Khoi District, Saraburi Province, Thailand. From 34 collecting trips, more than 6635 caterpillars were collected by hands, they were classified into 27 lepidopteran families. Off these, 438 caterpillars were parasitized by parasitoid (6.60%). DNA barcoding revealed 58 genera of parasitized caterpillars and 28 genera of parasitoids. The most abundant caterpillar hosts belonged to *Orvasca subnotata* and *Pericyma mendax* and for the tachinid flies, *Peribaea* sp.1 were the most frequently found species.



**Key words:** DNA barcoding, host-parasitoid relationship, caterpillar

# สารบัญเรื่อง


| | หน้า |
|---|---|
| กิตติกรรมประกาศ | 2 |
| บทคัดย่อภาษาไทย | 3 |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ | 4 |
| สารบัญเรื่อง | 5 |
| สารบัญภาพ | 6 |
| บทนำและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง | 7 |
| วิธีดำเนินงานวิจัย | 9 |
| ผลการศึกษา | 16 |
| เอกสารอ้างอิง | 22 |
| สรุปและวิจารณ์ผล | 24 |
| ประวัตินักวิจัย | 25 |

# สารบัญภาพ


| | หน้า |
|---|---|
| ภาพที่ 1 แผนที่แสดงพื้นที่เก็บตัวอย่างจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี | 9 |
| ภาพที่ 2 แสดงการเก็บตัวอย่างหนอนผีเสื้อในพื้นที่ศึกษา โดยใช้ปากคีบและมือในการจับตัวอย่างแมลง ดองตัวอย่างหนอนผีเสื้อในหลอดพลาสติกที่บรรจุเอทานอลร้อยละ 95 | 10 |
| ภาพที่ 3 แสดงการใช้ beating sheet ในการเก็บตัวอย่างหนอนผีเสื้อ | 11 |
| ภาพที่ 4 แสดงตัวอย่างหนอนผีเสื้อที่เก็บได้จากภาคสนาม ใส่ในหลอดพลาสติกที่บรรจุเอทานอลร้อยละ 95 | 12 |
| ภาพที่ 5 แสดงการวัดตัวอย่างหนอนผีเสื้อที่เก็บได้จากภาคสนาม โดยใช้ Vernier Caliper | 13 |
| ภาพที่ 6 แสดงการผ่าตัวอย่างหนอนผีเสื้อใต้กล้องจุลทรรศน์สเตอริโอซูม | 13 |
| ภาพที่ 7 แสดงการขั้นตอนการทำดีเอ็นเอบาร์โค้ด ของ CCDB | 15 |
| ภาพที่ 8 แมลงเบียนเดี่ยว หนอนผีเสื้อ 1 ตัว : ตัวอ่อนแมลงเบียน 1 ตัว | 18 |
| ภาพที่ 9 แมลงเบียนกลุ่ม หนอนผีเสื้อ 1 ตัว : ตัวอ่อนแมลงเบียนมากกว่า 1 ตัว | 18 |
| ภาพที่ 10 ไดอะแกรมแสดงความสัมพันธ์ระหว่างหนอนผีเสื้อกับแมลงเบียน โดยแถบด้านบนคือแมลงเบียน และด้านล่างคือหนอนผีเสื้อ | 19 |

# "การหาดีเอ็นเอบาร์โค้ดของหนอนผีเสื้อให้อาศัยและแมลงเบียนในพื้นที่โครงการอพ.สธ."

# "DNA barcoding of lepidopteran hosts and their parasitoids at RSPG areas"

รองศาสตราจารย์ ดร. บัณฑิกา อารีย์กุล บุทเชอร์
Associate Professor Dr. Buntika Areekul Butcher

ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถนนพญาไท แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330
Department of Biology, Faculty of Science, Chulalongkorn University, Phayathai Road, Pathumwan, Bangkok, 10330

## บทนำ

ปัจจุบันข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างหนอนผีเสื้อกับแมลงเบียนยังมีอยู่น้อยมาก เนื่องจากข้อจำกัดในการเลี้ยงหนอนผีเสื้อและการวินิจฉัยชนิดของแมลงให้ถูกต้อง ซึ่งทำได้ยากหากแมลงอยู่ในระยะตัวอ่อน อย่างไรก็ดีข้อมูลนี้มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการควบคุมประชากรของแมลงศัตรูพืชโดยใช้แตนเบียนเป็นแมลงศัตรูธรรมชาติในการควบคุมแบบชีววิธี ในช่วงศตวรรษหลังมีการพัฒนาและนำเทคนิคทางดีเอ็นเอบาร์โค้ดมาใช้ในการระบุชนิดของสิ่งมีชีวิตทางชีวโมเลกุล วิธีนี้จะช่วยระบุชนิดของหนอนผีเสื้อและแมลงเบียนได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ รวดเร็ว และยังแก้ปัญหาต่างๆ จากการเลี้ยงแมลง งานวิจัยนี้ศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างหนอนผีเสื้อและแมลงเบียน ในพื้นที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี จากการเก็บตัวอย่างทั้งสิ้น 34 ครั้ง โดยเก็บตัวอย่างเดือนละ 2 ครั้ง เก็บตัวอย่างหนอนผีเสื้อได้มากกว่า 6635 ตัว จำแนกได้ 25 วงศ์ย่อย พบว่าประมาณ 6.60% ของหนอนผีเสื้อถูกเบียนโดยแมลงเบียน จากการศึกษาดีเอ็นเอบาร์โค้ดพบว่าหนอนผีเสื้อที่ถูกเบียนจำแนกได้ 58 สกุล ส่วนแมลงเบียนจำแนกได้ 28 สกุล หนอนผีเสื้อที่พบมากที่สุดคือ *Orvasca subnotata* และ *Pericyma mendax* ส่วนแมลงเบียนที่พบมากที่สุดคือแมลงวันก้นขน *Peribaea* sp.1

# เอกสารที่เกี่ยวข้อง

หนอนผีเสื้อ (caterpillar) เป็นตัวอ่อนของแมลงในอันดับ Lepidoptera จัดเป็นแมลงศัตรูพืชที่สำคัญอย่างยิ่งต่อการเกษตรทั่วโลก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศเขตร้อน รวมถึงประเทศไทย ที่รายได้หลักส่วนหนึ่งของประเทศมาจากการเกษตร ก่อให้เกิดผลกระทบรุนแรงต่อเศรษฐกิจ ในประเทศไทยมีรายงานชนิดของแมลงในอันดับนี้อย่างน้อย 4,087 ชนิด โดยเป็นผีเสื้อกลางวัน 1,291 ชนิด ใน 10 วงศ์ และผีเสื้อกลางคืน 2,796 ชนิด ใน 64 วงศ์ (Dokchan, 2013)

แมลงเบียนมีดำรงชีวิตเป็นตัวเบียน ตัวเมียจะวางไข่ไว้ภายในหรือนอกลำตัวของแมลงให้อาศัย เมื่อไข่ของแตนเบียนฟัก ตัวอ่อนจะเจริญกัดกินเนื้อเยื่อของแมลงให้อาศัย เจริญเติบโต เมื่อพร้อมที่จะเจริญเปลี่ยนแปลงรูปร่างเป็นตัวเต็มวัย จะฆ่าแมลงให้อาศัยตาย มีทั้งชนิดที่เข้าดักแด้ภายใน หรือภายนอกลำตัวของแมลงให้อาศัย สามารถพบแมลงที่ดำรงชีวิตแบบนี้ใน 2 อันดับหลัก คือ Hymenoptera (แตนเบียน หรือ parasitic wasp) อยู่ในอันดับเดียวกับผึ้ง มด ต่อและแตนชนิดอื่น มีทั้งชนิดที่เป็นแตนเบียนเดี่ยว (solitary parasitoid: แมลงให้อาศัย 1 ตัว ต่อแตนเบียน 1 ตัว) และแบบกลุ่ม (gregarious parasitoid: แมลงให้อาศัย 1 ตัว ต่อแตนเบียนตั้งแต่มากกว่า 1 -1,000 ตัว) และ Diptera ในวงศ์ Tachinidae หรือแมลงวันก้นขน (Quicke, 2015)

การทราบถึงความสัมพันธ์ระหว่างชนิดของแมลงให้อาศัยและชนิดของแมลงเบียน เป็นข้อมูลพื้นฐานที่สามารถนำไปศึกษาต่อเกี่ยวกับการนำแมลงเบียนมาใช้เป็นแมลงศัตรูธรรมชาติ เพื่อควบคุมประชากรของแมลงศัตรูพืชโดยชีววิธี อย่างไรก็ดีข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างชนิดของแมลงศัตรูธรรมชาติและชนิดของแตนเบียนยังมีอยู่น้อยมากทั่วโลก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศเขตร้อน รวมถึงประเทศไทย ซึ่งการระบุชนิดของแมลงศัตรูพืช และแมลงศัตรูธรรมชาติ จัดว่าเป็นขั้นตอนที่สำคัญและยากที่สุดในการควบคุมประชากรแมลงศัตรูพืชโดยชีววิธี วิธีที่ใช้เพื่อศึกษาความสัมพันธ์นี้ คือการเลี้ยงแมลง โดยนำแมลงให้อาศัยที่เก็บได้จากธรรมชาติ มาเลี้ยงจนกว่าจะได้แมลงให้อาศัยตัวเต็มวัย หรือหากแมลงนั้นถูกเบียนจะได้แมลงเบียนตัวเต็มวัยออกมา อย่างไรก็ดี การเลี้ยงแมลงมีปัญหาเกิดขึ้นมากมาย เช่น แมลงให้อาศัยมักจะตายก่อนเจริญเป็นตัวเต็มวัยเนื่องจากขาดพืชอาหาร ขึ้นรา เนื่องจากภาชนะที่ใช้เลี้ยงชื้นเกินไป และไม่สะอาด มีการติดโรค เป็นต้น ทำให้ไม่สามารถตอบได้ว่าแมลงให้อาศัยนั้นถูกเบียนหรือไม่ และถูกเบียนโดยแมลงชนิดใด นอกจากนี้การระบุชนิดแมลงให้อาศัยในระยะตัวอ่อน ทำได้ยากมาก เนื่องจากไม่มีรูปวิธาน ทำให้เกิดความผิดพลาดได้ง่าย (Greenstone, 2006)

ปัจจุบันมีการนำเทคนิคทางอณูพันธุศาสตร์เข้ามาช่วยในการแก้ปัญหาที่เกิดจากการเลี้ยงแมลง โดยการทำดีเอ็นเอบาร์โค้ด วิธีนี้จะช่วยในการระบุชนิดได้จากดีเอ็นเอ มีประสิทธิภาพสูงในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างชนิดของแมลงให้อาศัยและชนิดของแมลงเบียน (Traugott et al., 2013) จากการศึกษาของ Hebert et al. (2004) ลำดับเบสของยีนไมโตคอนเดรียไซโตโครม ซี ออกซิเดส (COI) ประมาณ 650 bp สามารถใช้เป็นในการระบุชนิดของสัตว์ได้ และจากการศึกษาวิจัยจากหลายๆ ตัวอย่างยืนยันว่ายีนนี้สามารถใช้ระบุชนิดสัตว์ได้จริง นอกจากนี้ดีเอ็นเอบาร์โค้ดยังช่วยให้ระบุชนิดของสัตว์ได้อย่างรวดเร็ว ถูกต้องแม่นยำ สามารถระบุชนิดได้จากตัวอย่างทั้งเพศผู้ เพศเมีย และทุกในทุกระยะของ

การเจริญ ในสัตว์ที่มีปัญหาจากการใช้ลักษณะทางสัณฐานภายนอกแล้วไม่สามารถระบุชนิดได้ เช่น ในกลุ่มที่มี mimicry, sibling species และ inter-/intra-specific variation (Hrcek, 2011; Quicke and Butcher et al., 2012; Smith et al., 2006, 2007, 2008)

ในงานวิจัยนี้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างชนิดของแมลงให้อาศัย (หนอนผีเสื้อ) และชนิดของแมลงเบียนในพื้นที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี เพื่อจัดทำฐานข้อมูลความสัมพันธ์ของแมลงสองกลุ่มนี้

## วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างชนิดของแมลงให้อาศัย (หนอนผีเสื้อ) และชนิดของแมลงเบียนในพื้นที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี เพื่อจัดทำฐานข้อมูลความสัมพันธ์ของแมลงสองกลุ่มนี้

## วิธีดำเนินงานวิจัย

<u>การศึกษาภาคสนาม</u>

เก็บตัวอย่างหนอนผีเสื้อจากพื้นที่ป่าทุติยภูมิ ในบริเวณจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี (ภาพที่ 1)

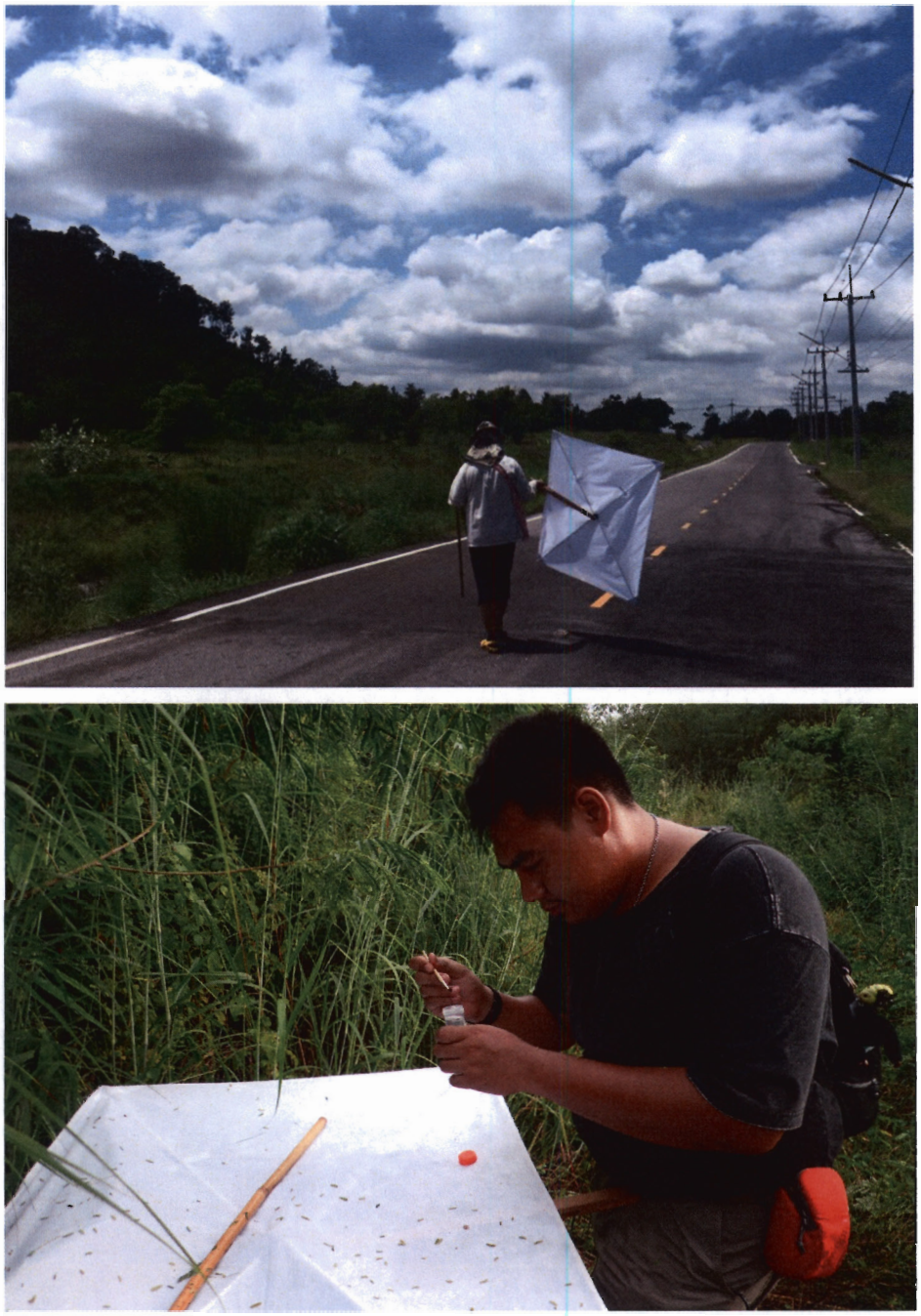
ภาพที่ 1 แผนที่แสดงพื้นที่เก็บตัวอย่างจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี

เก็บตัวอย่างหนอนผีเสื้อ 2 วิธีดังนี้

1) ใช้มือ พู่กัน และปากคีบในการเก็บตัวอย่าง เมื่อพบหนอนผีเสื้อ เก็บตัวอย่างในหลอดพลาสติกที่บรรจุเอทานอลร้อยละ 95% (ภาพที่ 2)

ภาพที่ 2 แสดงการเก็บตัวอย่างหนอนผีเสื้อในพื้นที่ศึกษา โดยใช้ปากคีบและมือในการจับตัวอย่างแมลง ดองตัวอย่างหนอนผีเสื้อในหลอดพลาสติกที่บรรจุเอทานอลร้อยละ 95

2) ใช้อุปกรณ์ beating sheet เป็นผ้าสีขาวขนาด 125 x 80 เซนติเมตร ขึงอยู่บนท่อนไม้ที่นำมาต่อกันเป็นรูป X เหมาะสำหรับจับหนอนผีเสื้อที่อยู่บนต้นไม้สูง หรืออยู่ในพุ่มไม้ที่ตามองไม่เห็นหรือไม่สามารถเอื้อมไปหยิบได้ เอา beating sheet รองไว้ใต้กิ่งไม้ จากนั้นใช้ท่อนไม้ตีไปที่กิ่งไม้ หนอนผีเสื้อและสัตว์อื่นๆ (เช่นแมลงชนิดอื่น และแมงมุม) จะตกลงมาบนผ้าขาวนี้ จากนั้นเลือกเก็บตัวอย่างเฉพาะหนอนผีเสื้อใส่ลงในหลอดพลาสติกที่บรรจุเอทานอลร้อยละ 95% (ภาพที่ 3)



ภาพที่ 3 แสดงการใช้ beating sheet ในการเก็บตัวอย่างหนอนผีเสื้อ

เก็บตัวอย่าง 2 ช่วงเวลาในแต่ละวัน โดยช่วงเช้าเก็บตัวอย่างเวลา 6.00 - 9.00 น. และช่วงเย็นเวลา 16.00 - 19.00 น. เก็บตัวอย่างทุก 2 สัปดาห์ เป็นเวลา 13 เดือน ตัวอย่างหนอนจะถูกเก็บในหลอดพลาสติก และมีการเลเบลข้อมูล วัน เวลา และสถานที่เก็บตัวอย่าง (ภาพที่ 4)

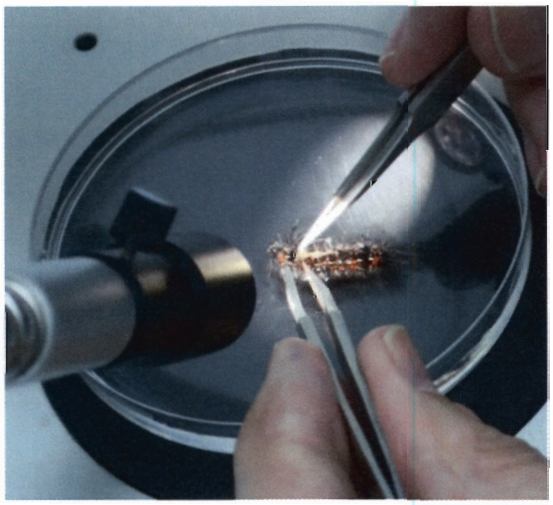
ภาพที่ 4 แสดงตัวอย่างหนอนผีเสื้อที่เก็บได้จากภาคสนาม ใส่ในหลอดพลาสติกที่บรรจุเอทานอลร้อยละ 95

การศึกษาในห้องปฏิบัติการนิเวศวิทยาเชิงผสมผสาน

นำตัวอย่างหนอนผีเสื้อที่ได้มาวัดขนาดโดยใช้ vernier Caliper (ภาพที่ 5) ให้เลขประจำตัวกับตัวอย่างหนอนผีเสื้อทุกตัว และถ่ายรูปหนอนผีเสื้อโดยใช้กล้อง Olympus Stylus รุ่น TG-2 Tough ทำการระบุชนิดของหนอนผีเสื้อในระดับวงศ์ โดยใช้รูปวิธานจากหนังสือ "Lepidopterous adults and larvae" (Lewvanich, 2001) และ "Plant diseases and insect pests of economic importance" (Ek-Amnuay, 2010)

หนอนผีเสื้อทุกตัวจะถูกนำมาผ่าใต้กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอซูม (ภาพที่ 6) เพื่อตรวจสอบว่าหนอนผีเสื้อนั้นถูกเบียนโดยแมลงเบียนหรือไม่ โดยเริ่มจากสังเกตไข่หรือหนอนของแตนเบียนรอบตัวหนอนผีเสื้อ (ในกรณีที่เป็นแตนเบียนภายนอก) หากไม่พบ ผ่าดูไข่หรือหนอนของแตนเบียนภายในตัวของหนอนผีเสื้อ (ในกรณีที่เป็นแตนเบียนภายใน) หากพบไข่หรือหนอนของแตนเบียน เก็บตัวอย่างเนื้อเยื่อของทั้งหนอนผีเสื้อและแตนเบียน ใส่ใน 96-well plate ที่บรรจุเอทานอล 100% เพื่อส่งไปศึกษาดีเอ็นเอบาร์โค้ดที่ Candadian Centre for DNA Barcoding (CCDB), University of Guelph ประเทศแคนาดา

ภาพที่ 5 แสดงการวัดตัวอย่างหนอนผีเสื้อที่เก็บได้จากภาคสนาม โดยใช้ Vernier Caliper



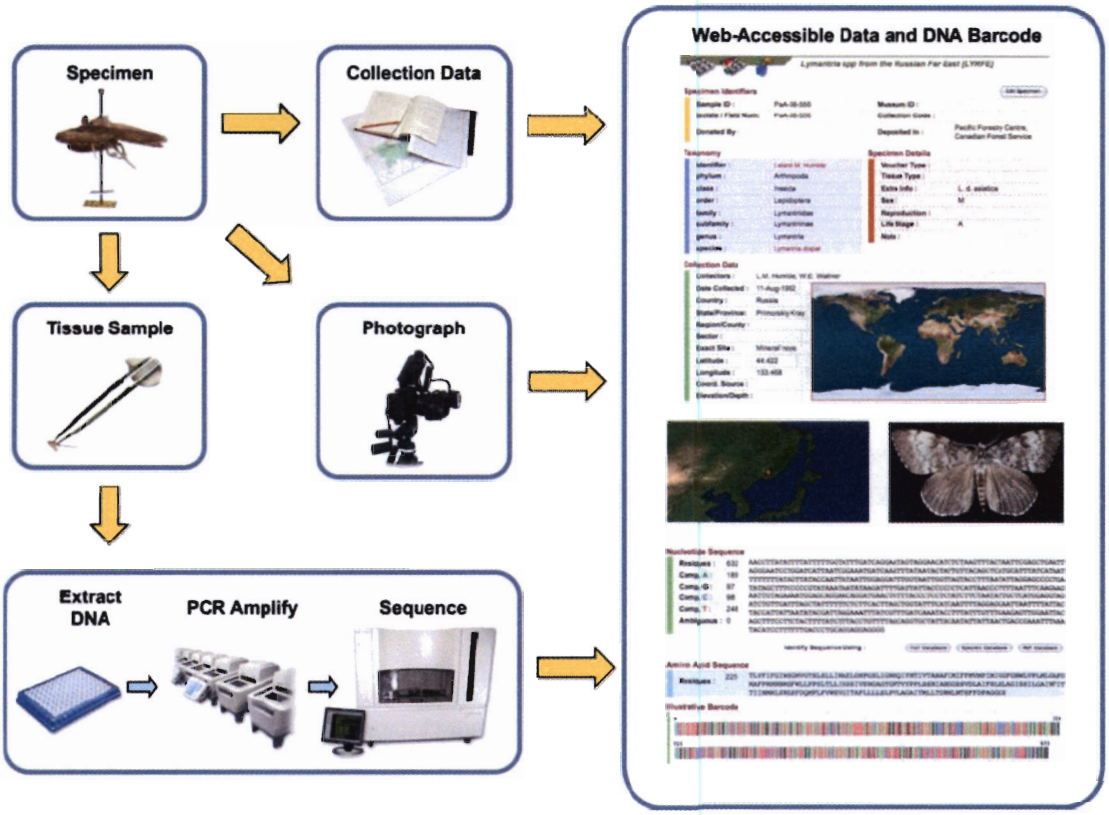
ภาพที่ 6 แสดงการผ่าตัวอย่างหนอนผีเสื้อใต้กล้องจุลทรรศน์สเตอริโอซูม

*ขั้นตอนทางอณูพันธุศาสตร์*

ใช้วิธีมาตราฐานในการทำดีเอ็นเอบาร์โค้ด โดยเริ่มจากการสกัดดีเอ็นเอด้วยวิธี Chelex extraction ย่อยโดยใช้เอนไซม์ proteinase K เก็บดีเอ็นเอไว้ที่อุณหภูมิ 4 C ใช้ไพร์เมอร์มาตรฐานสำหรับแมลง คือ LepF1/LepR1: LepF1:5'--ATTCAACCAATCATAAAGATATTG G--3';LepR1:5'--TAAACTTCTGGAT GTCCAAAAAATCA--3' (Hebert et al., 2004) จากนั้นทำ PCR โดยใช้วัฏจักรความร้อนดังนี้ 1 นาที อุณหภูมิ 94 ℃, 5 รอบ ของ 40 s อุณหภูมิ 94 ℃, 40 s อุณหภูมิ 45 ℃ และ 1 นาที อุณหภูมิ 72 ℃ ตามด้วย 35 รอบ ของ 40 s อุณหภูมิ 94 ℃, 40 s อุณหภูมิ 51 ℃ และ 1 นาที ที่อุณหภูมิ 72 ℃ และขั้นตอนสุดท้าย 5 นาที ที่อุณหภูมิ 72℃

PCR ที่ได้นำมา run ที่ 2% agarose E-gel® 96-well system (Invitrogen) และ bidirectionally sequenced โดยใช้ BigDye v3.1 และวิเคราะห์โดยใช้ ABI 3730xl DNA Analyzer (Applied Biosystems). Contigs were assembled using Sequencher v 4.0.5 (Gene Codes) จากนั้น aligned by eye in Bioedit (Hall, 1999) เพื่อให้แน่ใจว่าไม่มี gaps และ stop codon

DNA sequences ที่ได้ จะถูกเก็บไว้ในฐานข้อมูลของ Genbank และ BOLD (ภาพที่ 7) ดีเอ็นเอบาร์โค้ดที่ได้ ช่วยให้ระบุชนิดได้อย่างน้อยในระดับวงศ์ COI sequence ประมาณ 559 bp ใช้ในการตัดสิน provisional species




ภาพที่ 7 แสดงการขั้นตอนการทำดีเอ็นเอบาร์โค้ด ของ CCDB

*การคำนวณค่าอัตราการถูกเบียน (parasitism rate)*
โดยใช้สมการตาม Gómez-Marco et al. (2014)

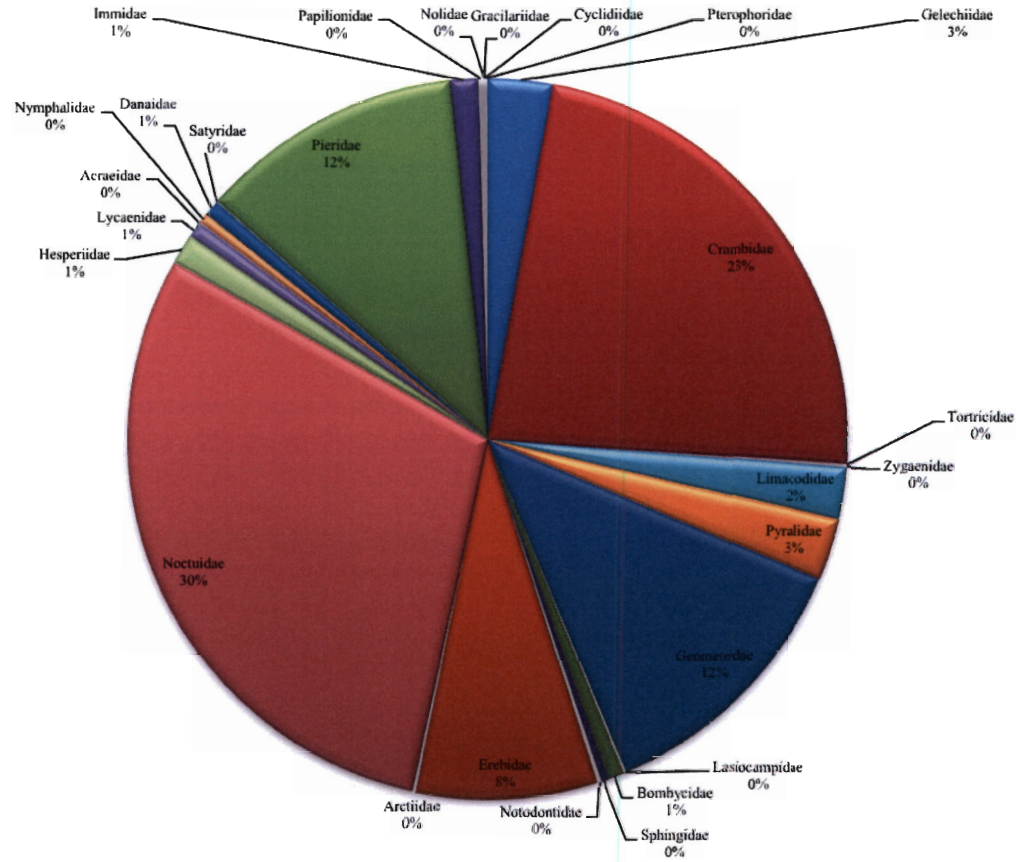
อัตราการเบียน = จำนวนหนอนผีเสื้อที่ถูกเบียน (ตัว) / จำนวนหนอนผีเสื้อทั้งหมดที่จับได้ (ตัว)
หากหนอนผีเสื้อถูกเบียนโดยแมลงเบียนมากกว่า 1 ตัว ให้นับเป็น 1

## ผลการศึกษา

จากการเก็บตัวอย่างทั้งหมด 34 ครั้ง ตั้งแต่เดือนกันยายน 2559 - กันยายน 2560 จับหนอนผีเสื้อได้ทั้งหมด 6635 ตัว สามารถจำแนกได้ 27 วงศ์ ได้แก่

| วงศ์ | จำนวน (ตัว) | วงศ์ | จำนวน (ตัว) |
|---|---|---|---|
| Gelechiidae | 192 | Noctuidae | 1977 |
| Crambidae | 1536 | Hesperiidae | 88 |
| Tortricidae | 10 | Lycaenidae | 46 |
| Zygaenidae | 4 | Acraeidae | 2 |
| Limacodidae | 154 | Nymphalidae | 33 |
| Pyralidae | 184 | Danaidae | 46 |
| Geometridae | 820 | Satyridae | 3 |
| Lasiocampidae | 10 | Pieridae | 785 |
| Bombycidae | 47 | Immidae | 83 |
| Sphingidae | 22 | Papilionidae | 17 |
| Notodontidae | 12 | Nolidae | 1 |
| Erebidae | 539 | Gracilariidae | 1 |
| Arctidae | 12 | Cyclidiidae | 1 |
| | | Pterophoridae | 10 |

ไดอะแกรมแสดงร้อยละของหนอนแต่ละวงศ์ที่เก็บได้จากการเก็บตัวอย่างตั้งแต่เดือนกันยายน 2559 - กันยายน 2560




จำนวนหนอนผีเสื้อที่เก็บได้ในแต่ละวงศ์ จะมีจำนวนแตกต่างกันในแต่ละช่วงเวลาของปี ส่วนใหญ่หนอนผีเสื้อที่เก็บได้ มักไม่ค่อยมีพฤติกรรมชอนใบ เนื่องจากหนอนผีเสื้อกลุ่มนี้มักมีขนาดเล็กมาก และมองเห็นยากด้วยตาเปล่า

ผีเสื้อในวงศ์ Crambidae เป็นกลุ่มที่พบมากที่สุดในการศึกษาครั้งนี้ หนอนผีเสื้อที่พบส่วนใหญ่จะเป็นกลุ่มหนอนม้วนใบ (leaf-roller) เพราะสามารถมองเห็นด้วยตาเปล่า และเก็บตัวอย่างได้ง่าย ผีเสื้อในวงศ์ Nolidae และ Gracilariidae พบน้อยที่สุดเพราะเป็นหนอนชอนใบ แทรกตัวอยู่ระหว่างใบและกินเนื้อเยื่อที่ใบ มักมีขนาดเล็ก ทำให้มองเห็นยากกว่าหนอนกลุ่มอื่น (Davis, 1994) ผีเสื้อ Gracilariidae มักมีขนาดเล็ก ไม่มีสีสันสดใส (Heppner, 1991) บางชนิดอาศัยอยู่ในปมบนใบไม้ (Itô and Hattori, 1983)

จากการผ่าหนอนผีเสื้อทั้งหมด 6635 ตัว พบว่ามีหนอนผีเสื้อ 468 ตัวที่ถูกเบียนโดยแมลงเบียน โดยมีการพบไข่ และตัวอ่อนของแมลงเบียน มีทั้งชนิดที่เบียนภายใน และเบียนภายนอก และทั้งชนิดที่

เป็นแมลงเบียนเดี่ยว หนอนผีเสื้อ 1 ตัว มีตัวอ่อนแมลงเบียน 1 ตัว (ภาพที่ 8) และเบียนแบบกลุ่ม หนอนผีเสื้อ 1 ตัว มีตัวอ่อนแมลงเบียนตั้งแต่ 2-1000 ตัว (ภาพที่ 9)

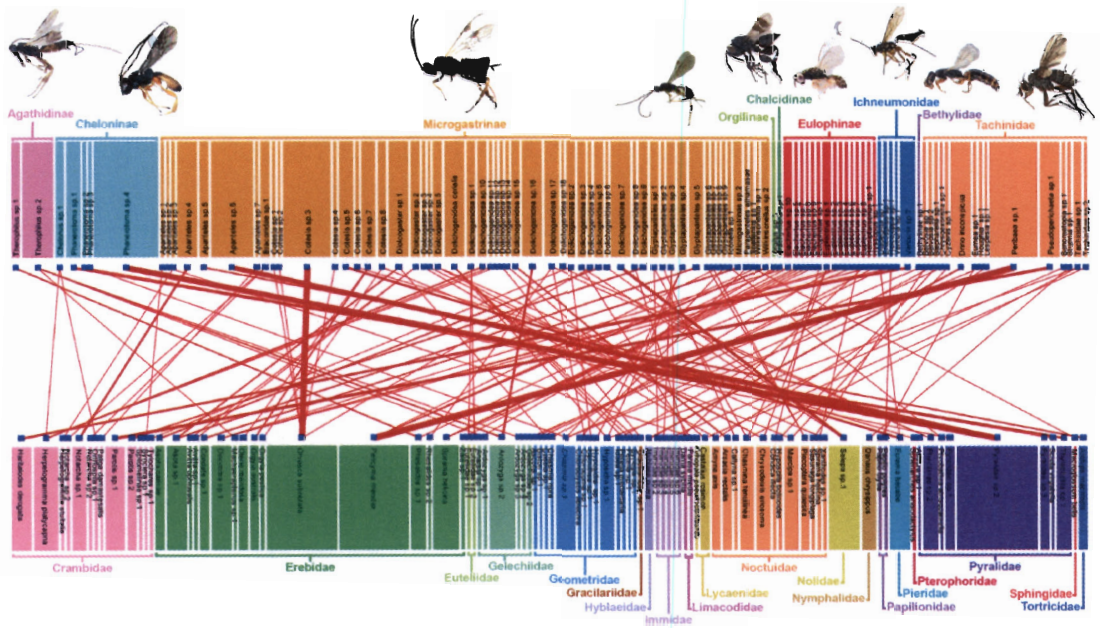
ภาพที่ 8 แมลงเบียนเดี่ยว หนอนผีเสื้อ 1 ตัว : ตัวอ่อนแมลงเบียน 1 ตัว

ภาพที่ 9 แมลงเบียนกลุ่ม หนอนผีเสื้อ 1 ตัว : ตัวอ่อนแมลงเบียนมากกว่า 1 ตัว

*ความสัมพันธ์ระหว่างหนอนผีเสื้อกับแมลงเบียน*

จากการส่งตัวอย่างทั้งสิ้น 548 ตัวอย่างเพื่อทำดีเอ็นเอบาร์โค้ด พบว่า 464 ตัวอย่าง หรือร้อยละ 84 สามารถทำดีเอ็นเอบาร์โค้ดได้สำเร็จ โดยใน 464 ตัวอย่างนี้ เป็นดีเอ็นเอบาร์โค้ดของหนอนผีเสื้อ 261 ตัวอย่าง ใน 79 สกุล และเป็นของแมลงเบียน 203 ตัวอย่าง ใน 40 สกุล โดยผีเสื้อที่พบมากที่สุดอยู่ในวงศ์ Noctuidae

ความสัมพันธ์ระหว่างหนอนผีเสื้อกับแมลงเบียน สามารถสรุปได้ดังภาพที่ 9




ภาพที่ 10 ไดอะแกรมแสดงความสัมพันธ์ระหว่างหนอนผีเสื้อกับแมลงเบียน โดยแถบด้านบนคือแมลงเบียน และด้านล่างคือหนอนผีเสื้อ

จากไดอะแกรมแสดงความสัมพันธ์ระหว่างหนอนผีเสื้อและแมลงเบียน (ภาพที่ 10) สามารถอธิบายสรุปโดยย่อได้ดังนี้

1. หนอนผีเสื้อในวงศ์ Crambidae (แทนด้วยสีชมพู ในภาพที่ 10)
ถูกเบียนโดยแตนเบียน 2 วงศ์ย่อยได้แก่ Cheloninae, Microgastrinae และ วงศ์ Ichneumonidae รวมถึงแมลงวันเบียนวงศ์ Tachinidae
โดยแมลงเบียน 10 ชนิดเป็นแบบ specialist และ 3 ชนิดเป็นแบบ generalist

2. หนอนผีเสื้อในวงศ์ Erebidae (แทนด้วยสีเขียว ในภาพที่ 10)
ถูกเบียนโดยแตนเบียน 5 วงศ์ย่อยได้แก่ Agathidinae, Microgastrinae, Orgilinae, Chalcididae และ Eulophidae รวมถึงแมลงวันเบียนวงศ์ Tachinidae
โดยแมลงเบียน 17 ชนิดเป็นแบบ specialist และ 7 ชนิดเป็นแบบ generalist

3. หนอนผีเสื้อในวงศ์ Gelechiidae (แทนด้วยสีเขียวอ่อน ในภาพที่ 10)
ถูกเบียนโดยแตนเบียน 3 วงศ์ย่อยได้แก่ Agathidinae, Microgastrinae, Orgilinae และ วงศ์ Bethylidae
โดยแมลงเบียน 2 ชนิดเป็นแบบ specialist และ 2 ชนิดเป็นแบบ generalist

4. หนอนผีเสื้อในวงศ์ Geometridae (แทนด้วยสีฟ้า ในภาพที่ 10)
ถูกเบียนโดยแตนเบียน 2 วงศ์ย่อยได้แก่ Cheloninae, Microgastrinae และวงศ์ Eulophidae และ Ichneumonidae รวมถึงแมลงวันเบียนวงศ์ Tachinidae
โดยแมลงเบียน 10 ชนิดเป็นแบบ specialist และ 5 ชนิดเป็นแบบ generalist

5. หนอนผีเสื้อในวงศ์ Gracillariidae (แทนด้วยสีน้ำตาล ในภาพที่ 10)
ถูกเบียนโดยแตนเบียนเพียง 1 วงศ์ย่อยคือ Microgastrinae และเป็นการเบียนแบบ specialist

6. หนอนผีเสื้อในวงศ์ Immidae (แทนด้วยสีม่วงอ่อน ในภาพที่ 10)
ถูกเบียนโดยแตนเบียน 1 วงศ์ย่อยได้แก่ Microgastrinae และ วงศ์ Eulophidae รวมถึงแมลงวันเบียนวงศ์ Tachinidae
โดยแมลงเบียน 2 ชนิดเป็นแบบ specialist และ 2 ชนิดเป็นแบบ generalist

7. หนอนผีเสื้อในวงศ์ Limacodidae (แทนด้วยสีชมพู ในภาพที่ 10)
ถูกเบียนโดยแตนเบียนเพียง 1 วงศ์ย่อยคือ Microgastrinae มีทั้งชนิดที่เป็นแบบ specialist และ generalist

8. หนอนผีเสื้อในวงศ์ Lycaenidae (แทนด้วยสีเหลืองอมเขียว ในภาพที่ 10)
ถูกเบียนโดยแตนเบียนเพียง 1 วงศ์ย่อยคือ Microgastrinae รวมถึงแมลงวันเบียนวงศ์ Tachinidae
โดยแมลงเบียน 2 ชนิดเป็นแบบ specialist และ 1 ชนิดเป็นแบบ generalist

9. หนอนผีเสื้อในวงศ์ Noctuidae (แทนด้วยสีส้ม ในภาพที่ 10)
ถูกเบียนโดยแตนเบียนวงศ์ย่อย Microgastrinae และวงศ์ Eulophidae รวมถึงแมลงวันเบียนวงศ์ Tachinidae
โดยแมลงเบียน 16 ชนิดเป็นแบบ specialist และ 7 ชนิดเป็นแบบ generalist

10. หนอนผีเสื้อในวงศ์ Nolidae (แทนด้วยสีเหลืองอมเขียว ในภาพที่ 10)
ถูกเบียนโดยแตนเบียนเพียง 1 วงศ์ย่อยคือ Microgastrinae และเป็นการเบียนแบบ specialist

11. หนอนผีเสื้อในวงศ์ Nymphalidae (แทนด้วยสีน้ำตาลอ่อน ในภาพที่ 10)

ถูกเบียนโดยแมลงวันเบียนในวงศ์ Tachinidae เท่านั้น โดยมีทั้ง specialist และ generalist อย่างละ 1 ชนิด

12. หนอนผีเสื้อในวงศ์ Papilionidae (แทนด้วยสีม่วงอ่อน ในภาพที่ 10)
ถูกเบียนโดยแตนเบียนในวงศ์ Ichneumonidae รวมถึงแมลงวันเบียนวงศ์ Tachinidae
โดยแมลงเบียน 2 ชนิดเป็นแบบ specialist

13. หนอนผีเสื้อในวงศ์ Pieridae (แทนด้วยสีฟ้า ในภาพที่ 10)
ถูกเบียนโดยแตนเบียนในวงศ์ย่อย Microgastrinae และวงศ์ Ichneumonidae
โดยแมลงเบียน 2 ชนิดเป็นแบบ specialist

14. หนอนผีเสื้อในวงศ์ Pterophoridae (แทนด้วยสีแดงในภาพที่ 10)
ถูกเบียนโดยแตนเบียนในวงศ์ย่อย Microgastrinae และเป็นแบบ specialist

15. หนอนผีเสื้อในวงศ์ Pyralidae (แทนด้วยสีม่วงในภาพที่ 10)
ถูกเบียนโดยแตนเบียนในวงศ์ย่อย Microgastrinae และวงศ์ Chacididae
โดยแมลงเบียน 4 ชนิดเป็นแบบ specialist และ 4 ชนิดเป็นแบบ generalist

16. หนอนผีเสื้อในวงศ์ Sphingidae (แทนด้วยสีแดงส้มในภาพที่ 10)
ถูกเบียนโดยแตนเบียนในวงศ์ย่อย Microgastrinae และเป็นแบบ specialist

17. หนอนผีเสื้อในวงศ์ Tortricidae (แทนด้วยสีน้ำเงินในภาพที่ 10)
ถูกเบียนโดยแตนเบียนในวงศ์ย่อย Microgastrinae และเป็นแบบ specialist

# เอกสารอ้างอิง


Butcher, B.A., Smith, M.A., Sharkey, M.J. and Quicke, D.L.J. 2012. A turbo-taxonomic study of Thai Aleiodes (Aleiodes) and Aleiodes (Arcaleiodes) (Hymenoptera: Braconidae: Rogadinae) based largely on COI bar-coded specimens, with rapid descriptions of 179 new species. Zootaxa 3457: 1-232.

Davis, D. R. 1994. Neotropical Microlepidoptera XXV. New leaf-mining moths from Chile, with remarks on the history and composition of Phyllocnistinae (Lepidoptera: Gracillariidae), Tropical Lepidoptera 5 (1): 65-75.

Dokchan, P., Pinkaew, N. and Klorvuttimontara, S. 2013. Diversity of caterpillars (Order Lepidoptera) in community forest development project of village Ang-Ed (The Chaipattana Foundation) Khlung district, Chanthaburi province. Thai Journal of Forestry 32: 31-41.

Ek-Amnuay, P. 2010. Plant Diseases and Insect Pests of Economic Importance. Chiangmai: Siam Insect-Zoo & Museum.

Gómez-Marco, F., Urbaneja, A., Jacas, J.A., Rugman-Jones, P.F., Stouthamer, R. and Tena, A. 2014. Untangling the aphid-parasitoid food web in citrus: Can hyperparasitoids disrupt biological control?. Biological Control 81: 111–121.

Greenstone, M.H. 2006. A review of molecular methods for assessing insect parasitism. Bulletin of Entomological Research 96: 1–13.

Heppner, J.B. 1991. Faunal regions and the diversity of Lepidoptera, Tropical Lepidoptera 2 (1): 1-85.

Hrcek, J. A. N., Miller, S. E., Quicke, D. L., & Smith, M. 2011. Molecular detection of trophic links in a complex insect host–parasitoid food web. Molecular Ecology Resources, 11(5), 786-794.

Ito, Y., & Hattori, I. 1983. Relationship between Nola innocua Butler (Lepidoptera: Nolidae), a kleptoparasite, and aphids which cause galls on *Distylium racemosum* trees. Applied entomology and zoology, 18(3), 361-370.

Lewvanich, A. 2001. Lepidopterous Adults and Larvae. Bangkok: Department of Agriculture.

Quicke, D.L.J. 2015. The Braconid and Ichneumonid Parasitoid Wasps: Biology, Systematics, Evolution and Ecology. England: Wiley-Blackwell.

Smith, M.A., Woodley, N.E., Janzen, D.H., Hallwachs, W. and Hebert, P.D.N. 2006. DNA barcodes reveal cryptic host-specificity within the presumed polyphagous members of a genus of parasitoid flies (Diptera: Tachinidae). Proceedings of the National Academy of

Sciences of the United States of America 103: 3657-3662.
Smith, M.A., Wood, D.M., Janzen, D.H., Hallwachs, W. and Hebert, P.D.N. 2007. DNA barcodes affirm that 16 species of apparently generalist tropical parasitoid flies (Diptera, Tachinidae) are not all generalists. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 104: 4967–4972.
Smith, M.A., Rodriguez, J.J., Whitfield, J.B., Deans, A.R., Janzen, D.H., Hallwachs, W., et al. 2008. Extreme diversity of tropical parasitoid wasps exposed by iterative integration of natural history, DNA barcoding, morphology, and collections. Proceedings of the National Academy of Sciences 105: 12359-12364.

## สรุปและวิจารณ์ผล

จากการศึกษาครั้งนี้พบว่า

- หนอนผีเสื้อชนิด *Orvasca subnotata* ถูกเบียนโดยแมลงเบียนมากที่สุด
- ความสัมพันธ์ระหว่างหนอนผีเสื้อ *Pericyma mendax* กับแมลงเบียน *Peribaea* sp.1 ถูกพบบ่อยครั้งที่สุดจากการศึกษาครั้งนี้
- แมลงเบียน 75 ชนิดเบียนแบบ specialist และ 24 ชนิดเป็น generalist
- เก็บตัวอย่างหนอนได้ทั้งหมด 6635 ตัว พบตัวอย่างหนอนที่ถูกเบียนร้อยละ 6.6
- หากมีการเก็บตัวอย่างมากกว่านี้ น่าจะพบความสัมพันธ์ระหว่างชนิดของหนอนผีเสื้อและแมลงเบียนมากกว่านี้ ในการศึกษาครั้งนี้ยังขาดข้อมูลของหนอนผีเสื้อที่มีพฤติกรรมชอนใบ

**รองศาสตราจารย์ ดร. บัณฑิกา อารีย์กุล บุทเชอร์**
**BUNTIKA AREEKUL BUTCHER**

**Currently work as a Lecturer at Chulalongkorn University since May 2005**
**Address:** Department of Biology, Faculty of Science, Chulalongkorn University, Phayathai Road, Pathumwan, BKK 10330
**Telephone:** 02-2187535
**Fax:** 02-2187533
**E-mail address:** buntika.a@chula.ac.th
**Place of Birth:** BKK, Thailand (28 June 1977)

## Education

1993-1997 B.Sc. (Biology) Mahidol University
1997-2000 M.Sc. (Environmental Biology) Mahidol University
2000-2004 Ph.D. (Taxonomy) Imperial College London

## Research / Research interests

1. Taxonomy
2. Phylogenetic reconstruction
3. Evolutionary Biology
4. Ecology
5. Entomology

**PhD thesis:** Systematics of the parasitic wasps genus *Yelicones* Cameron (Braconidae: Rogadinae) and the use of colour characters in phylogenetic reconstruction
**M.Sc thesis:** Insect succession and diversity on carrion in different habitats at Khao Yai National Park

## Research support/Grant funded

2005-2006: Grant for Development of New Faculty Staff, Ratchadaphiseksomphot Endowment Fund.
2006-2008: Grant for New Researcher, Thailand Research Fund
2007: ASEM and ASEA-UNINET short term research grant for young researcher, University of Trento, Italy. Developed the interactive key for the parasitic wasps genus *Yelicones* (Hymenoptera: Braconidae: Rogadinae).
2009-2010: Grant for New Researcher, NSTDA

2009: ทุนแลกเปลี่ยนอาจารย์/นักวิจัย ตามโครงการในแผนพัฒนาจุฬาฯ 100 ปี-วิชาการ ปีงบประมาณ 2552 เชิญ Professor Dr Donald Quicke จาก Imperial College London มาร่วมวิจัย (กรกฎาคม 2552)

2009-2010: BRT ความหลากหลายของแตนเบียน Superfamily Ichneumonoidea ในเขตจังหวัดภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย

2010: ทุนแลกเปลี่ยนอาจารย์/นักวิจัย ตามโครงการในแผนพัฒนาจุฬาฯ 100 ปี-วิชาการ ปีงบประมาณ 2553 เชิญ Professor Dr Donald Quicke จาก Imperial College London มาร่วมวิจัย (เมษายน และ สิงหาคม 2553)

2011: ทุนแลกเปลี่ยนอาจารย์/นักวิจัย ตามโครงการในแผนพัฒนาจุฬาฯ 100 ปี-วิชาการ ปีงบประมาณ 2554 เชิญ Professor Dr Donald Quicke จาก Imperial College London มาร่วมวิจัย (มีนาคม 2554)

2011- present: RSPG (130,000 บาทต่อปี)

2014-2015: กลุ่มวิจัยภายใต้โครงการพัฒนามหาวิทยาลัยแห่งชาติ (National Research Universities ; NRU) Cluster Food and Water (800,000 Baht)

2016: Royal Golden Jubilee for Ph.D. student year 18 for Mr. Worrapong Assavasirimanee ทุนวิจัยโครงการปริญญาเอกกาญจนาภิเษก รุ่นที่ 18 ให้นายวรพงศ์ อัศวศิระมณี

2016: ทุนวิจัยกองทุนรัชดาภิเษกสมโภช ประจำปีงบประมาณ 2559 ระยะเวลา 1 ปี (500,000 Baht)

2016: Professional Development Programme for Mid-Career Researchers, Newton Fund ประจำปี 2559

2016-2018 ทุนพัฒนานักวิจัย สกว.

2016-2018 ทุน CE Biodiversity

## Presentation at professional meetings

"Systematics of the parasitic wasp genus *Yelicones* Cameron (Braconidae: Rogadinae)" Poster presentation, 4th biennial meeting, The systematics Association, 18-23 August 2003, Trinity College, Dublin, Ireland.

Invited speaker at 18th Biological Sciences Graduation Congress at University of Malaya, KL, Malaysia. "How diverse are Thai parasitic wasps?: A turbo taxonomic study of Thai *Aleiodes* (Hymenoptera: Braconidae: Rogadinae).

## Professional training

"Taxonomy and Biology of Parasitic Hymenoptera Course", Imperial College London, Silwood Park Campus, April 2001

"The role of terrestrial and aquatic insects in crime scene investigation workshop", Department of Biology, Faculty of Science, Burapha University, January 2009

## Awards

รางวัลนักวิจัยรุ่นใหม่ดีเด่น สาขาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ รางวัลจุลมงกุฎ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ประจำปี 2554

รางวัลนักวิจัยรุ่นกลางดีเด่น สาขาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ รางวัลจุลมงกุฎ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ประจำปี 2559

## Publications

**บัณฑิกา อารีย์กุล บุทเชอร์**. 2550. มหัศจรรย์ชีวิตแตนเบียน. จากยอดเขาถึงทะเลใต้ 2. โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาสยามบรมราชกุมารี. บริษัทเวิร์ค สแควร์ จำกัด. กรุงเทพ. หน้า 150-153.

**บัณฑิกา อารีย์กุล บุทเชอร์**. 2554. นิติวิทยาศาสตร์ : ก้าวใหม่ของการไขปริศนาคดีด้วยแมลง. วารสารวิทยาศาสตร์ ฉบับที่ 3 หน้า 74-78.

เอสรา มงคลชัยชนะ มารุต เฟื่องอาวรณ์ **บัณฑิกา อารีย์กุล บุทเชอร์** และ จริยา เล็กประยูร. 2556. มวนจิงโจ้น้ำ: ชีววิทยาและอนุกรมวิธาน. พิพิธภัณฑสถานธรรมชาติวิทยาแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. บริษัท สิรบุตรการพิมพ์ จำกัด กรุงเทพฯ 152 หน้า.

**บัณฑิกา อารีย์กุล บุทเชอร์**. 2559. แตนเบียน: ความหลากหลายและงานทางอนุกรมวิธานในประเทศไทย. วารสารสิ่งแวดล้อม. ปีที่ 20 ฉบับที่ 4: 23-30.

**บัณฑิกา อารีย์กุล บุทเชอร์**. 2560. ความหลากหลายของแตนเบียนในประเทศไทย: ดีเอ็นเอบาร์โค้ดและอนุกรมวิธาน. ปีที่ 4 ฉบับที่ 1: 17-22.

**Areekul, B.** and Quicke, D.L.J. 2002. A new species of *Yelicones* Cameron (Hymenoptera: Braconidae) from Thailand. *Pan-Pacific Entomologist* **78**: 17-22.

**Areekul, B.** and Quicke, D.L.J. 2004. A new species of *Yelicones* (Hymenoptera: Braconidae: Rogadinae) from Afromontane forest in Western Uganda. *Entomologist's Monthly Magazine* **140**: 285-290.

**Areekul, B.** and Quicke, D.L.J. 2004. Two new species of *Pseudoyelicones* (Braconidae: Rogadinae) from Costa Rica. *Journal of Hymenoptera Research* **13**: 1-7. **Areekul, B.** and Quicke, D.L.J. 2004. Three new species of *Yelicones* Cameron (Hymenoptera: Braconidae: Rogadinae) from Madagascar with a revised key to African species. *African Entomology* **12**: 243-252.

**Areekul, B.** and Quicke, D.L.J. 2006. Systematics of the parasitic wasp genus *Yelicones* Cameron (Hymenoptera: Braconidae: Rogadinae) and revision of the genus from North, Central and South America. *Systematic and Biodiversity* **4**: 255-376.

**Areekul, B.** and Quicke, D.L.J. 2006. The use of colour characters in phylogenetic reconstruction. *Biological Journal of the Linnean Society* **88**: 193-202. (IF 2010 = 2.166)

**Areekul, B.**, Mori, M., Zaldivar-Riverón, A. and Quicke, D.L.J. 2005. Molecular and morphological phylogeny of the parasitic wasp genus *Yelicones* Cameron (Braconidae: Rogadinae). *European Journal of Entomology* **102**: 617-624.

**Areekul, B.**, Zaldivar-Riverón, A. and Quicke, D.L.J. 2004. Venom gland and reservoir morphology of the genus *Pseudoyelicones* van-Achterberg, Penteado-Dias and Quicke (Hymenoptera: Braconidae: Rogadinae) and implications for relationships. *Zoologische Mededeelingen, Leiden* **78**: 119-122.

**Butcher, B.A.** and Quicke, D.L.J. 2010. Revision of the Indo-Australian braconine wasp genus *Ischnobracon* Baltazar (Hymenoptera: Braconidae) with description of six new species from Thailand, Laos and Sri Lanka. *Journal of Natural History* **44**: 2187-2212.

**Butcher, B.A.** 2014. A new species of *Yelicones* Cameron (Hymenoptera: Braconidae: Rogadinae) from Thailand. *Zootaxa* **3764**(2): 192-196.

**Butcher, B.A.** and Quicke, D.L.J. 2011. Revision of *Aleiodes* (*Hemigyroneuron*) parasitic wasps (Hymenoptera: Braconidae: Rogadinae) with reappraisal of subgeneric limits, descriptions of new species and phylogenetic analysis. *Journal of Natural history* **45**: 1403-1476.

**Butcher, B.A.** and Quicke, D.L.J. 2011. Corrigendum to revision of the genus *Ischnobracon* Baltazar (Hymenoptera: Braconidae: Braconinae) by Butcher & Quicke (2010). *Journal of Natural History* **45**: 2525-2526.

**Butcher, B.A.** and Quicke, D.L.J. 2014. Three new species of *Kerevata* (Braconidae: Rogadinae) from mainland Papua New Guinea. *Zootaxa* **3811**: 338-346.

**Butcher, B.A.** and Quicke, D.L.J. 2015. A remarkable new genus and species of Rogadinae (Hymenoptera: Bracodinae) of uncertain tribal placement, from Papua New Guinea,

resembling Betylobraconini stat. nov. *Journal of Natural History* **49**: 2045-2054 (http://dx.doi.org/10.1080/00222933.2015.1009405).

**Butcher, B.A.** and Quicke, D.L.J. 2015. *Preembobracon* gen. nov. (Hymenoptera: Braconidae: Doryctinae: Ypsistocerini: Embobraconina) from Brazil. *Zootaxa* **4000**: 275-280.

**Butcher, B.A.** and Quicke, D.L.J. 2015. A new species of the genus *Serrundabracon* van Achterberg (Hymenoptera: Braconidae: Braconinae) from Namibia. *Zootaxa* **4000**: 141-146.

**Butcher, B.A.** and Quicke, D.L.J. 2015. Description of a new Betylobraconini-like parasitoid wasp genus and species (Hymenoptera: Braconidae: Rogadinae) from Chile. *Zootaxa* **4021**: 459-466.

**Butcher, B.A.** and Quicke, D.L.J. 2015. First record of *Aleiodes* (*Hemigyroneuron*) (Hymenoptera: Braconidae: Rogadinae) from the Arabian Peninsula: description of new species with remarkable wing venation convergence to *Gyroneuron* and *Gyroneuronella*. *Zootaxa* **4033**: 275-279.

**Butcher, B.A.** and Quicke, D.L.J. 2016. First Australia record of *Aleiodes* (*Hemigyroneuron*) (Hymenoptera: Braconidae: Rogadinae) with a description of a new species from Tasmania. *Journal of Asia-Pacific Entomology* **19**: 977-980.

**Butcher, B.A.**, Smith, M.A. and Quicke, D.L.J. 2011. A new derived species group of *Aleiodes* parasitoid wasps (Hymenoptera: Braconidae: Rogadinae) from Asia with description of three new species. *Journal of Hymenoptera Research* 23: 35-42.

**Butcher, B.A.**, Smith, M.A., Sharkey, M.J. and Quicke, D.L.J. 2012. A turbo-taxonomic study of Thai *Aleiodes* (*Aleiodes*) and *Aleiodes* (*Arcaleiodes*) (Hymenoptera: Braconidae: Rogadinae) based largely on COI bar-coded specimens, with rapid descriptions of 179 new species. *Zootaxa* **3457**: 1-232.

**Butcher, B.A.**, Quicke, D.L.J., Shreevihar, S. and Ranjith, A.P. 2016. Major range extensions for two genera of the parasitoid subtribe Facitorina, with a new generic synonymy (Braconidae, Rogadinae, Yeliconini). *ZooKeys* **504**: 109-120. (doi:10.3897/zookeys.584.7815)

**Butcher, B.A.**, Zaldivar-Riveron, A., van de Kamp, T., Rolo, T.D.S, Baumbach, T. and Quicke, D.L.J. 2014. Extension of historical range of Betylobraconinae (Hymenoptera: Braconidae) into Palaearctic region based on a Baltic amber fossil and description of a new species of *Mesocentrus* Szepligeti from Papua New Guinea. *Zootaxa* **3860**: 449-463.

Fuangarworn, M. and **Butcher, B.A.** 2015. *Neocaeculus orientalis* sp. nov. (Acari, Trombidiformes, Caeculidae) from Thailand. *Zootaxa* **3048**: 251-268. (dx.doi.org/10.11646/zootaxa.4048.3.6).

Fuangarworn, M. and **Butcher, B.A.** 2016. Two new species of tarsocheylid mites (Acari: Heterostigmata, Tarsocheylidae) from coastal grassland soil in Thailand. *Systematic and Applied Acarology* **21**: 255-266. (dx.doi.org/10.11158/saa.21.2.9).

Fuangarworn, M., Lekprayoon, C. and **Butcher, B.A.** 2016. Chulacaridae, a new family of Prostigmatio mites (Acari, Trombidiformes) from Thailand. *Zootaxa* **4061**: 527-552. (dx.doi.org/10.11646/zootaxa.4061.5.4).

Jeratthitikul, E., Lewvanich, A., **Butcher, B.A.** and Lekprayoon, L. 2009. A Taxonomic Study of the Genus *Eurema* Hübner, [1819] (Lepidoptera: Pieridae) in Thailand. *The Natural History Journal of Chulalongkorn University* **9**: 1-20.

Poolprasert, P., Sitthicharoenchai, D., **Butcher, B.A.** and Lekprayoon, C. 2011. *Aposthonia* Krauss, 1011 (Embioptera: Oligotomidae) from Thailand, with description of a new species. *Zootaxa* **2937**: 37-48.

Poolprasert, P., Sitthicharoenchai, D., Lekprayoon, C. and **Butcher, B.A.** 2011. Two remarkable new species of webspinners in the genus *Eosembia* Ross, 2007 (Embioptera: Oligotomidae) from Thailand. *Zootaxa* **2967**: 1-11.

Quicke, D.L.J., **Areekul, B.** and Le Coutourier, S. 2005. Discovery of the parasitic wasp genus *Cosmophorus* Ratzeburg (Hymenoptera: Braconidae: Euphorinae) in Madagascar with description of a new species. *African Entomology* **13**: 372-375.

Quicke, D.L.J and **Butcher, B.A.** 2011. Two new genera of Rogadinae (Insecta: Hymenoptera: Braconidae) from Thailand. *Journal of Hymenoptera Research* **23**: 23-34.

Quicke D.L.J. & **Butcher B.A.** 2016 — A new species of Canalirogas van Achterberg & Chen, 1996 (Hymenoptera: Braconidae: Rogadinae) from Papua
New Guinea, in ROBILLARD T., LEGENDRE F., VILLEMANT C. & LEPONCE M. (eds), Insects of Mount Wilhelm, Papua New Guinea. Muséum national
d'Histoire naturelle, Paris : 265-274 (Mémoires du Muséum national d'Histoire naturelle ; 209). ISBN : 978-2-85653-784-8.

Quicke, D.L.J., Broad, G.R. and **Butcher, B.A.** 2012. First host record for the Palaeotropical braconine wasps genus *Cassidibracon* Quicke (Hymenoptera. Braconidae) with the description of a new species from India. *Journal of Hymenoptera Research* **28**: 135-141.

Quicke, D.L.J., Belokobylskij, S.A., Raweearamwong, M., **Butcher, B.A.** 2017. A new species of *Cedria* Wilkinson (Hymenoptera: Braconidae: Lysiterminae) from Thailand. *Zootaxa* **4365**: 395-400.

Quicke, D.L.J., Shaw, M.R., Achterbern, van C., Bland, K.P., **Butcher, B.A.**, Lyszkowski, R. and Zhang, Y.M. 2014. A new Australian genus and five new species of Rogadinae (Hymenoptera: Braconidae), one reared as a gregarious endoparasitoid of an unidentified limacodid (Lepidoptera). *Zootaxa* **3881**: 237-257.

Quicke, D.L.J., Smith, M.A., Miller, S.E., Hrcek, J. and **Butcher, B.A.** 2012. *Colastomion* Baker (Braconidae, Rogadinae): nine new species from Papua New Guinea reared from Crambidae. *Journal of Hymenoptera Research* **28**: 85-121.

Quicke, D.L.J., Smith, M.A., Hrcek, J. and **Butcher, B.A.** 2013. *Cystomastacoides* van Achterberg (Braconidae, Rogadinae): first host record and descriptons of three new species from Thailand and Papua New Guinea. *Journal of Hymenoptera research* **31**: 65-78.

Quicke, D.L.J., Travis, J.G., van Noort, S., Broad, G.R., **Butcher, B.A.** 2017. New species of *Bacuma* Cameron (Hymenoptera: Braconidae: Braconinae) from Kenya and West Darfur with a key to species. Zootaxa **4263**: 43-71. (https://doi.org/10.11646/zootaxa.4263.1.2)

Quicke, D.L.J., Belokobylskij, S.A., Smith, M.A., Rota, J., Hrcek, J and **Butcher, B.A.** 2016. A New Genus of Rhysipoline Wasp (Hymenoptera: Braconidae) with Modified Wing Venation from Africa and Papua New Guinea, Parasitoid on Choreutidae (Lepidoptera). *Annales Zoologici* **66**: 173-192.

Quicke, D.L.J., **Butcher, B.A.**, Ranjith, A.P., Belokobylskij, S.A. 2017. Revision of the non-Afrotropical species of *Trigastrotheca* Cameron (Hymenoptera: Braconidae: Braconinae) with descriptions of four new species. Zootaxa **4242**: 95-110. (https://doi.org/10.11646/zootaxa.4242.1.5)

Quicke, D.L.J., Hogan, J.E., Bennett, A.M.R., Broad, G.R., **Butcher, B.A.** 2017. Partial revision of the Indo-Australian braconine wasp genus *Gammabracon* Quicke (Hymenoptera: Braconidae) with descriptions of new species from Indonesia (Mollucas), Malaysia, Philippines and Thailand. *Journal of Natural History* **51**: 1249-1294. (http://dx.doi.org/10.1080/00222933.2017.1324055)

Ranjith, A.P., Quicke, D.L.J., Saleem, U.K.A., **Butcher, B.A.**, Zaldivar-Riverón, A., Nasser, M. 2016. Entomophytophagy ("sequential predatory, then phytophagous behaviour") in an Indian braconid "parasitoid" wasp (Hymenoptera): specialized larval morphology,

biology and description of a new species. *PLoS ONE* **11**: 1-16. DOI:10.1371/journal.pone.0156997

Sukchit, M., Deowanish, S., **Butcher, B.A.** 2015. Decomposition stages and carrion insect succession on dressed hanging pig carcasses in Nan province, Northern Thailand. *Tropical Natural History* **15**(2): 137-153.

Zaldivar-Riverón, A., **Areekul, B.**, Shaw, M.R. and Quicke, D.L.J. 2004. Comparative morphology of the venom apparatus in the braconid wasp subfamily Rogadinae (Insecta, Hymenoptera, Braconidae) and related taxa. *Zoologica Scripta* **33**: 223-238.

## งานแปล

Natalie Rompella เขียน
ดร. บัณฑิกา อารีย์กุล บุทเชอร์ แปล
Don't squash that bug! The curious kid's guide to insects. 2007. Lobster Press. 34 pp.

Catherine D. Hughes เขียน
ผศ.ดร. บัณฑิกา อารีย์กุล บุทเชอร์ แปล
National Geographic Kids First Big Book of Animals ชวนเรียนรู้ชีวิตสัตว์. นานมีบุ๊คส์ จำกัด
125 pp.