

ความหลากหลายของชนิด ถิ่นอาศัยและการกระจายของแมลงปั่นใย ในภาคเหนือตอนล่างของประเทศไทย

พิสิษฐ์ พูลประเสริฐ^{1*} และ ศิลปชัย เสนารัตน์²

¹ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม พิษณุโลก

² คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ

*corresponding author e-mail: poolprasert_p@psru.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษาความหลากหลายของชนิด ถิ่นอาศัยและการกระจายของแมลงปั่นใยในพื้นที่ภาคเหนือตอนล่างของประเทศไทยโดยเก็บตัวอย่างในสังคมพืชที่แตกต่างกันระหว่างเดือนตุลาคม 2555 ถึงกันยายน 2556 พบแมลงปั่นใย 4 ชนิด และ 1 รูปแบบสัณฐานที่จัดอยู่ใน 5 สกุล และ 3 วงศ์ คือ วงศ์ Oligotomidae (*Aposthonia borneensis*, *Eosembia auripecta*, *Oligotoma saundersii*), วงศ์ Teratembiiidae (*Dachylembia siamensis*) และ วงศ์ Ptilocerembiidae (*Ptilocerembia* sp.1) ทั้งนี้สามารถแบ่งกลุ่มความสัมพันธ์ระหว่างแมลงปั่นใยกับถิ่นอาศัยและระดับความสูงเหนือระดับน้ำทะเลเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1) *E. auripecta* กระจายในหลายสังคมพืชที่มีความสูง ไม่เกิน 800 เมตร; กลุ่มที่ 2) *A. borneensis*, *O. saundersii* (2 ชนิดนี้พบเฉพาะในพื้นที่ชุ่มชื้น), *Ptilocerembia* sp.1 (พบเฉพาะในพื้นที่ป่าธรรมชาติ) ทั้งหมดนี้พบในพื้นที่สูงไม่เกิน 800 เมตร; กลุ่มที่ 3) *D. siamensis* พบในป่าดิบเขาที่มีความสูงมากกว่า 800 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล ข้อมูลพื้นฐานนี้มีประโยชน์สำหรับใช้เป็นตัวบ่งชี้สภาพป่าและใช้เป็นแนวทางในการจัดการพื้นที่ได้อย่างเหมาะสม

คำสำคัญ : แมลงปั่นใย ความหลากหลายของชนิด การกระจาย

Species diversity, habitats and spatial distribution of webspinners in lower northern Thailand

Pisit Poolprasert^{1*} and Sinlapachai Senarat²

¹ Faculty of Science and Technology, Pibulsongkram Rajabhat University, Phitsanulok,

² Faculty of Science, Chulalongkorn University, Bangkok

*corresponding author e-mail: poolprasert_p@psru.ac.th

Abstract

The study on species diversity, habitats and spatial distribution of webspinners in lower northern Thailand was carried out in various plant communities during October, 2012 to September, 2013. The results revealed 4 species and 1 morphospecies belonging to 5 genera and 3 families of webspinners. These included families Oligotomidae (*Aposthonia borneensis*, *Eosembia auripecta*, *Oligotoma saundersii*),

Teratembliidae (*Dactylembia siamensis*) and Ptilocerembliidae (*Ptilocerembia* sp.1). The distribution regarding habitats and altitude of webspinners could be distinctly classified into 3 groups: 1) *E. auripecta* dwelled in several plant community types at the level less than 800 m; 2) *A. borneensis*, *O. saundersi* (human exploited areas), and *Ptilocerembia* sp.1 (natural forests) occupied in specific plant community types less than 800 m; 3) *D. siamensis* restricted to the hill evergreen forest above 800 m. This basic information could be useful as an indicator of the forest condition and as a guideline for suitable habitat management.

keywords: Embioptera, species diversity, spatial distribution

บทนำ

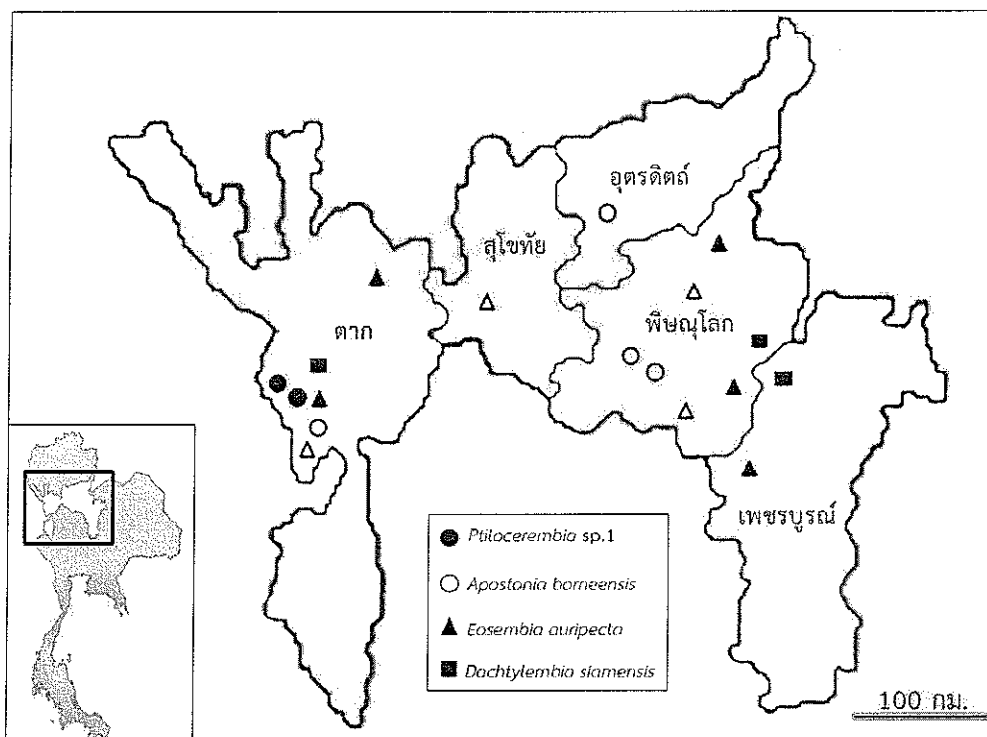
ประเทศไทยมีความหลากหลายทางชีวภาพสูงทั้งจุลินทรีย์ พืช และสัตว์ โดยเฉพาะแมลงที่มีอยู่มากมายหลากหลายชนิด ซึ่งสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ในหลายด้าน (วิสุทธิ, 2555) แมลงป่นใย (webspinners) หรือ แมลงชักใย (footspinners) เป็นแมลงกลุ่มหนึ่งที่มีบทบาทสำคัญในระบบนิเวศป่าของไทย แมลงกลุ่มนี้จัดอยู่ในอันดับ Embioptera ซึ่งแพร่กระจายทั้งในเขตร้อนและเขตกึ่งร้อน (Ross, 2000) และมักอาศัยอยู่รวมกันเป็นกลุ่มภายในอุโมงค์เส้นใย (gallery) แมลงป่นใยสามารถผลิตเส้นใยได้จากต่อมผลิตเส้นใยที่อยู่บริเวณขาหน้าส่วนขาหลังขยายใหญ่และแข็งแรง เมื่อเกิดการรบกวนจากศัตรูมันจะวิ่งถอยหลังอย่างรวดเร็วและแก่งตวยเพื่อหลีกเลี่ยงศัตรู (พิสิษฐ์ และจรรยา, 2551) แมลงป่นใยชอบอาศัยอยู่ในที่ชื้นตามรอยแตกในดิน เปลือกไม้ และหิน เมื่ออากาศหนาวเย็นมักจะหลบตัวอยู่ใต้ดิน (Ross, 2000) แมลงป่นใยอยู่ได้ในป่าธรรมชาติ เช่น ป่าดิบแล้ง ป่าดิบชื้น ป่าเต็งรัง ป่าเบญจพรรณ ป่าดิบเขา ตลอดจนพื้นที่ชุมชนต่างๆ อาทิ สวนสาธารณะ ไร่ร้างและป่าทดแทน เป็นต้น (Ross, 2000; 2007) แมลงป่นใยจัดเป็นผู้ย่อยสลายในระบบนิเวศ โดยกินใบไม้แห้ง มอสส์ โลเคนส์ และเปลือกไม้เป็นอาหาร เป็นการช่วยให้ธาตุอาหารที่ถูกย่อยได้เวียนกลับคืนสู่ธรรมชาติ (Ross, 2000; Poolprasert et al., 2011a, b; Poolprasert, 2012) ยังไม่มีหลักฐานชัดเจนว่าแมลงป่นใยมีความสำคัญทางเศรษฐกิจ แต่มีรายงานว่าแมลงป่นใยบางสกุลเข้าทำลายกล้วยไม้ในเรือนเพาะชำ (Ross, 1970) รวมทั้งยังทำลายตาดอกของสวนไม้ผลอาโวคาโดในประเทศอิสราเอล (Argaman & Mendel, 1991) สำหรับในประเทศไทยพบว่าแมลงป่นใยชอบอยู่ตามต้นยางพาราซึ่งเป็นอุปสรรคต่อการกรีดยางพารา (พิสิษฐ์ และจรรยา, 2551)

การศึกษาความหลากหลายของชนิด ถิ่นอาศัยและการกระจายของแมลงป่นใยในประเทศไทยยังมีอยู่อย่างจำกัด ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้ได้สุ่มเก็บตัวอย่างแมลงป่นใยในเขตภาคเหนือตอนล่างของประเทศไทย ซึ่งมีความหลากหลายของสังคมพืชชนิดต่างๆ เพื่อให้ได้ข้อมูลพื้นฐานทางนิเวศวิทยาสำหรับการศึกษาย่อยต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

สำรวจและกำหนดสถานที่เก็บตัวอย่างแมลงป่นใยโดยเลือกพื้นที่ป่าธรรมชาติและพื้นที่ที่ใช้ประโยชน์ของมนุษย์ (พื้นที่ชุมชน) ในจังหวัดพิษณุโลก เพชรบูรณ์ อุตรดิตถ์ สุโขทัย และตาก (ภาพที่ 1)

โดยการเดินสำรวจตามเส้นทางตรงยาวประมาณ 1 กิโลเมตร สำรวจหาตามแหล่งอาศัยย่อยที่มีโอกาสที่จะเป็นที่อยู่อาศัยของแมลงป่นโย โดยสังเกตจากแหล่งที่มีไลเคนส์ เปลือกไม้ ใบไม้แห้ง บนหินจอมปลวก รากกล้วยไม้ ขอนไม้ และใต้ดิน (ตารางที่ 1) เก็บตัวอย่างด้วยมือ บันทึกรูปแบบและสีของรังสภาพพื้นที่ และตำแหน่งพิกัดทางภูมิศาสตร์ สำหรับแมลงป่นโยที่อยู่ในระยะไข่หรือตัวอ่อนจะเก็บมาเลี้ยงในห้องปฏิบัติการเพื่อให้ได้ตัวเต็มวัยเพศผู้สำหรับการจัดจำแนกชนิดของแมลงป่นโยภายใต้กล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ โดยศึกษาลักษณะสำคัญของแต่ละวงศ์ สกุล และชนิด รวมทั้งทำการวัดสัดส่วนต่างๆ โดยใช้เอกสารในการแยกชนิดตามลักษณะสัณฐานวิทยาจาก Poolprasert & Edgerly (2011), Poolprasert et al. (2011a, 2011b), Poolprasert (2012), Poolprasert (2014) และ Ross (2007) นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อแสดงจำนวนชนิด ความสัมพันธ์ของแมลงป่นโยกับถิ่นอาศัยในสังคมพืชต่างๆ รูปแบบการกระจายตัวตามระดับความสูงเหนือน้ำทะเลและแผนที่การกระจายของแมลงป่นโย



ภาพที่ 1 แผนที่ 5 จังหวัดในภาคเหนือตอนล่างของประเทศไทยและการกระจายของแมลงป่นโยชนิดต่างๆ

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

การศึกษาค้นพบแมลงป่นโย 3 วงศ์ 5 สกุล 4 ชนิด และ 1 รูปแบบสัณฐาน ได้แก่ วงศ์ Oligotomidae มี 3 ชนิด (*Apostonia borneensis*, *Eosembia auripecta*, *Oligotoma saundersii*) วงศ์ Ptilocerembiidae มี 1 รูปแบบสัณฐาน (*Ptilocerembia* sp.1) และวงศ์ Teratembiidae มี 1 ชนิด (*Dachylembia siamensis*) เป็นแมลงป่นโยสกุลใหม่และชนิดใหม่ที่ค้นพบโดย Poolprasert

(2014) การศึกษาที่ผ่านมามีแมลงป่นโยอย่างน้อย 20 ชนิด ใน 4 วงศ์ (Ross, 1978; 2007; Poolprasert, 2011) สำหรับแมลงป่นโย *Ptilocerembia* sp.1 ที่พบในครั้งนี้อยู่ในวงศ์ Ptilocerembiidae ซึ่งเป็นวงศ์ที่ค้นพบโดย Miller et al. (2012) เดิมแมลงป่นโยชนิดนี้ถูกจัดอยู่ในวงศ์ Notoligotomidae ซึ่งมีอยู่เพียงสกุลเดียวและชนิดเดียว คือ *Ptilocerembia roepkei* ที่พบว่าการกระจายอยู่เฉพาะในเกาะสุมาตรา ประเทศอินโดนีเซีย (Friederichs, 1923) ดังนั้น *Ptilocerembia* sp.1 ที่พบในครั้งนี้อยู่เป็นการรายงานครั้งแรกของประเทศไทย (new record) และอาจเป็นไปได้ว่ายังมีแมลงป่นโยอีกหลายชนิดที่ยังไม่ได้รับการค้นพบจึงควรมีการขยายพื้นที่การศึกษาในภาคอื่นๆ ของประเทศไทย

ผลการศึกษาถึงจำนวนชนิดที่พบต่อถิ่นอาศัยของแมลงป่นโยในพื้นที่ป่าธรรมชาติพบว่า ป่าดิบเขาพบถึง 3 ชนิด ป่าดิบแล้งพบ 2 ชนิด สำหรับป่าเต็งรัง ป่าเบญจพรรณ ป่าสนเขา และป่าดิบชื้น พบเพียงพื้นที่ละ 1 ชนิดเท่านั้น ส่วนในพื้นที่ชุมชน คือ สวนมะม่วงและสวนป่าพบแมลงป่นโยได้พื้นที่ละ 3 ชนิด แสดงดังตารางที่ 1 สำหรับผลการศึกษาการกระจายของแมลงป่นโยจะพิจารณาจากชนิดของป่าและระดับความสูงเหนือระดับน้ำทะเลตั้งแต่ 50 ถึง 1,250 เมตร ซึ่งสามารถแบ่งแมลงป่นโยได้เป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1) *E. auripecta* ที่กระจายในหลายสังคมพืชที่มีความสูงไม่เกิน 800 เมตร กลุ่มที่ 2) *A. borneensis* และ *O. saundersii* ซึ่งพบเฉพาะในพื้นที่ชุมชน และ *Ptilocerembia* sp.1 ซึ่งพบเฉพาะในพื้นที่ป่าธรรมชาติ โดยพื้นที่ที่พบแมลงป่นโยในกลุ่มนี้ทั้ง 2 ส่วนสูงไม่เกิน 800 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล ส่วนกลุ่มที่ 3) *D. siamensis* พบในป่าดิบเขามีความสูงมากกว่า 800 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล (ตารางที่ 1) การกระจายตัวของแมลงป่นโยทั้ง 5 ชนิด ในพื้นที่ภาคเหนือตอนล่างของประเทศไทยแสดงดังภาพที่ 1

ตารางที่ 1 ถิ่นอาศัยและการกระจายของแมลงป่นโยในพื้นที่ป่าธรรมชาติและพื้นที่ใช้ประโยชน์ของมนุษย์จากภาคเหนือตอนล่างของประเทศไทยจากป่าเต็งรัง (DDF), ป่าดิบแล้ง (DEF), ป่าดิบเขา (HEF), ป่าเบญจพรรณ (MDF), ป่าสนเขา (CF), ป่าดิบชื้น (TRF), สวนมะม่วง (MP) และสวนป่า (FP)

ชนิด	ถิ่นอาศัย (จำนวนตัวอย่าง)								ความสูงเหนือระดับน้ำทะเล (เมตร)
	DDF (23)	DEF (32)	HEF (15)	MDF (11)	CF (16)	TRF (3)	MP (34)	FP (25)	
วงศ์ Ptilocerembiidae									
<i>Ptilocerembia</i> sp.1		+	+		+				50-600
วงศ์ Oligotomidae									
<i>Aposthia borneensis</i>							+	+	50-200
<i>Eosembia auripecta</i>	+	+	+	+		+	+	+	50-800
<i>Oligotoma saundersii</i>							+	+	50-200
วงศ์ Teratembidae									
<i>Dactylembia siamensis</i>			+						800-1,250

แมลงป่นใบชนิด *E. auripecta* พบได้ทั้งในพื้นที่ป่าธรรมชาติ อาทิ ป่าเต็งรัง ป่าดิบแล้ง ป่าดิบเขา ป่าเบญจพรรณ ป่าดิบชื้น และในพื้นที่ที่มนุษย์ใช้ประโยชน์ ได้แก่ สวนมะม่วงและสวนป่า ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Poolprasert (2011) ที่ได้สำรวจในหลายพื้นที่ของประเทศไทย สำหรับ *Ptilocerembia* sp.1 และ *D. siamensis* พบได้เฉพาะในพื้นที่ป่าธรรมชาติเท่านั้น ซึ่งมีความเป็นไปได้ว่าทั้ง 2 ชนิดนี้มีถิ่นอาศัยที่มีความเฉพาะเจาะจงกับความเป็นอยู่ นอกจากนี้ *A. borneensis* และ *O. saundersii* พบได้เพียงในพื้นที่ที่มนุษย์ใช้ประโยชน์ ซึ่งทั้ง 2 ชนิดนี้ มีโอกาสติดมากับพืชอาศัยในทางการค้าหรือด้วยความบังเอิญ ซึ่งอาจเป็นไม้ดอกไม้ประดับชนิดต่างๆ เช่น กล้วยไม้ หรือต้นปาล์ม เป็นต้น (Ross, 2007; Poolprasert et al, 2011a; Poolprasert, 2012) จึงทำให้พบเห็นแมลงป่นใบทั้ง 2 ชนิด ได้ทั่วไปในพื้นที่ใช้สอยของมนุษย์ โดยทั่วไปชนิดป่าและระดับความสูงจากน้ำทะเลสามารถบอกถึงแหล่งที่อยู่อาศัยของแมลงและบ่งชี้สภาพความอุดมสมบูรณ์ของป่า (Idris et al., 2002) ทั้งนี้ หากมีการศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างชนิดของแมลงป่นใบและฤดูกาลจะทำให้ทราบข้อมูลทางนิเวศวิทยามากยิ่งขึ้น

การสำรวจเก็บตัวอย่างแมลงป่นใบในภาคสนามครั้งนี้ยังพบว่าแมลงป่นใบมักทำรังเส้นใยอาศัยอยู่รวมกันเป็นกลุ่มภายใต้รังหรืออุโมงค์เส้นใยในบริเวณเปลือกไม้ นอกจากนี้พบในแหล่งอาศัยย่อยอื่นๆ เช่น ใบไม้แห้ง ขอนไม้ ก้อนหิน ใต้ดิน รากของกล้วยไม้ที่ติดอยู่ตามต้นไม้ของสวนป่าหรือสวนสาธารณะ และมักมีมอสส์ ไส้เศษเป็นแหล่งอาหาร (ตารางที่ 2) แต่ชนิด *E. auripecta* พบตามแหล่งอาศัยย่อยๆ ยกเว้นรากกล้วยไม้และใต้ดินแต่พบได้ทั้งในพื้นที่ป่าธรรมชาติและพื้นที่ใช้ประโยชน์ของมนุษย์ทั่วไปในประเทศไทย (Poolprasert, 2011) ส่วนชนิด *A. borneensis* และ *O. saundersii* ทั้ง 2 ชนิดนี้พบอาศัยอยู่ในบริเวณเปลือกไม้ รากกล้วยไม้ และพวกพืชอาศัยหรือพวกไม้ประดับชนิดต่างๆ สำหรับชนิด *D. siamensis* และ *Ptilocerembia* sp.1 พบในพื้นที่ป่าธรรมชาติและตามแหล่งที่อยู่อาศัยย่อย เช่น ไส้เศษ เปลือกไม้ นอกจากนี้ *Ptilocerembia* sp.1 ยังพบอาศัยอยู่ใต้ดิน โดยเฉพาะในช่วงฤดูแล้ง ซึ่งสันนิษฐานว่าเป็นการรักษาความชื้นภายในรังให้เหมาะสมต่อสภาพความเป็นอยู่ และจะย้ายกลับขึ้นมาสร้างรังบนต้นไม้หรือก้อนหินอีกครั้งเมื่อมีความชื้นสูงพอ (Ross, 2000)

ตารางที่ 2 แหล่งอาศัยย่อยของแมลงป่นใบที่พบในพื้นที่ภาคเหนือตอนล่างของประเทศไทย

ชนิด	ไคเคนส์	เปลือกไม้	ใบไม้แห้ง	บนหิน	จอมปลวก	รากกล้วยไม้	ขอนไม้	ใต้ดิน
<i>Aposthonia borneensis</i>	-	+	-	-	-	+	-	-
<i>Eosembia auripecta</i>	+	+	+	+	+	-	+	-
<i>Dachtylambia siamensis</i>	+	+	-	-	-	-	-	-
<i>Oligotoma saundersii</i>	-	+	-	-	-	+	-	-
<i>Ptilocerembia</i> sp.1	+	-	-	-	-	-	-	+

สำหรับการสำรวจความหลากหลายของชนิดของแมลงป่นใบ ถิ่นอาศัยและการกระจายเชิงพื้นที่ต่างๆ ของประเทศไทยจะทำให้ได้ข้อมูลเพิ่มเติมที่สำคัญในเรื่องของการกระจายตัวทางสัตวภูมิศาสตร์ (zoogeography) และความสัมพันธ์ของแมลงป่นใบกับสังคมพืชที่แตกต่างกัน รวมทั้งยังสามารถนำชนิดของแมลงป่นใบไปศึกษาในเชิงความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการ (evolutionary tree) ระหว่างชนิดที่มีอยู่ในประเทศไทยและในภูมิภาคต่างๆ ของโลกได้ นอกจากนี้ยังสามารถประยุกต์ใช้

ประโยชน์จากข้อมูลพื้นฐานของแมลงบ้นโย เช่น การใช้เป็นตัวบ่งชี้สภาพป่า รวมถึงเป็นข้อมูลสำหรับหาแนวทางในการจัดการพื้นที่เพื่อการอนุรักษ์ได้อย่างเหมาะสมอีกด้วย

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากโครงการส่งเสริมการวิจัยในอุดมศึกษาและการพัฒนา มหาวิทยาลัยวิจัยแห่งชาติ ของสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา และขอขอบคุณ คุณนราธิป จันทร์สวัสดิ์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และคุณเอสรา มงคลชัยชนะ วิทยาลัยพัฒนามหานคร มหาวิทยาลัยนวมินทราธิราชที่ช่วยทางด้านเทคนิค

เอกสารอ้างอิง

- พิสิษฐ์ พูลประเสริฐ และจรียา เล็กประยูร. (2551). แมลงบ้นโย. วารสารวิทยาศาสตร์ สมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์, 62 (3), 42-45.
- วิสุทธิ ไบไม้. (2555). การวิจัยและการศึกษาเพื่อการพัฒนาท้องถิ่น. Rajabhat Journal of Science, Humanities & Social Sciences, 13 (1), 1-8.
- Argaman, Q. & Mendel, Z. (1991). Damage by webspinners (Insecta: Embioptera) in Israel. Tropical Pest Management, 37, 101.
- Friederichs, K. (1923). Ökologische Beobachtungen über Embiidinen. Capita Zoologica, 2, 1-29.
- Idris, A.B., Nor, S.M. & Rohaida, R. (2002). Study on diversity of insect communities at different altitude of Gunung Nuang in Selangor, Malaysia. Journal of Biological Science, 2, 505-507.
- Miller, K.B., Hayashi, C., Whiting, M.F., Svenson, G.J. & Edgerly, J.S. (2012). The phylogeny and classification of Embioptera (Insecta). Systematic Entomology, 37, 550-570.
- Poolprasert, P. (2011). Taxonomy of webspinner (Insecta: Embiidina) in Western Thailand. Ph.D. thesis, Chulalongkorn University, Thailand.
- Poolprasert, P. (2012). The embiopteran genus *Oligotoma* Westwood, 1837 (Embioptra: Oligotomidae), with three new recorded species from Thailand. Kasetsart Journal (Natural Science), 46 (3), 408-417.
- Poolprasert, P. (2014). *Dactylembia*, a new genus in the family Teratembiidae (Embioptra) from Thailand. Zootaxa, 779 (4), 456-462.
- Poolprasert, P. & Edgerly, J.S. (2011). A new species of *Eosembia* Ross (Embiodea: Oligotomidae) from Northern Thailand. Journal of the Kansas Entomological Society. 84, 12-21.
- Poolprasert, P., Sitthicharoenchai, D., Butcher, B.A. & Lekprayoon, C. (2011a). *Aposthonia* Krauss, 1911 (Embioptra: Oligotomidae) from Thailand with description of a new species. Zootaxa, 2937, 37-38.
- Poolprasert, P., Sitthicharoenchai, D., Lekprayoon, C. & Butcher, B.A. (2011b). Two remarkable new species of webspinners in the genus *Eosembia* Ross, 2007 (Embioptra: Oligotomidae) from Thailand. Zootaxa, 2967, 1-11.
- Ross, E.S. (1970). Biosystematics of the Embioptera. Annual Review Entomology, 15, 157-172.
- Ross, E.S. (1978). The Embiidina of China. Memoirs Hongkong Natural History Society, 13, 1-8.

- Ross, E.S. (2000). EMBIA: Contributions to the biosystematics of the insect order Embiidina. Part 1: Origin, relationships and integumental anatomy of the insect order Embiidina. *Occasional Papers of the California Academy of Sciences*, 149, 1-53.
- Ross, E.S. (2007). The Embiidina of Eastern Asia, Part I. *Proceedings of the California Academy of Sciences*, 58, 575-600.