



## อภิปรายและสรุปผลการศึกษา

## ตำแหน่งที่สร้างรังในพื้นที่ป่า

จากการศึกษาคำแหน่งที่สร้างรังในพื้นที่ป่าของผึ้งทั้ง 4 ชนิด พบว่าจะมีความแตกต่างกันโดยผึ้งหลวงจะมีการกระจายทั้งในบริเวณป่าดิบแล้ง ตรีภริเวณชายป่าด้านในป่าดิบแล้ง และบริเวณป่าที่กึ่งป่าดิบชื้น ผึ้งโพรงจะพบในบริเวณชายป่าด้านในป่าดิบแล้งและในบริเวณป่าดิบแล้ง ผึ้งม้านจะสร้างรังเฉพาะชายป่าด้านในป่าดิบแล้งและในบริเวณป่าดิบแล้ง ในขณะที่ผึ้งมีมสร้างรังในบริเวณชายป่าด้านนอกของป่าดิบแล้งและป่าที่กึ่งป่าดิบชื้น ซึ่งเป็นบริเวณที่โล่ง การที่ผึ้งแต่ละชนิดมีการกระจายของรังในแต่ละพื้นที่ที่แตกต่างกัน นอกจากจะเป็นการลดการแก่งแย่งแข่งขันกันในด้านบริเวณที่สร้างรังและแหล่งอาหารแล้ว ยังน่าจะช่วยลดการเผชิญหน้ากันของผึ้งต่างชนิดกันด้วย โดยเฉพาะถ้าเปรียบเทียบระหว่างผึ้งมีมและผึ้งม้าน ซึ่งมีลักษณะรูปร่างใกล้เคียงกันมากกว่าผึ้งชนิดอื่นจะเลือกพื้นที่ในการสร้างรังแยกออกจากกันอย่างเด่นชัดและเนื่องจากผึ้งทั้ง 2 ชนิดนี้เป็นผึ้งที่มีขนาดเล็ก ระยะในการหาอาหารจึงหาในรัศมีที่ไม่ไกลจากรังมากนัก (Buchmann and Shipman, 1993) ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการแก่งแย่งแข่งขัน ซึ่งจะมีวิธีการในการหลีกเลี่ยงการแก่งแย่งแข่งขันโดยการแยกบริเวณในการสร้างรัง

## ชนิดของต้นไม้ที่ผึ้งสร้างรัง

ผึ้งหลวง ผึ้งโพรง ผึ้งมีมและผึ้งม้านสร้างรังบนชนิดของต้นไม้ที่แตกต่างกันอย่างเด่นชัด พบว่ามีค่าดัชนีความเหมือน (similarity index) เท่ากับ 0 พบว่าต้นไม้แต่ละชนิดจะมีความเหมาะสมกันไปอยู่ในผึ้งแต่ละชนิดด้วย เช่น ผึ้งหลวงสร้างรังบนต้นไม้ขนาดใหญ่ที่มีกิ่งขนาดใหญ่ ผึ้งโพรงสร้างรังภายในโพรงลำต้นของต้นไม้ใหญ่ที่ภายในเกิดโพรงขึ้นตามธรรมชาติ ผึ้งมีมและ

ผึ้งมันสร้างรังบนต้นไม้ขนาดเล็กที่กิ่งขนาดเล็ก ซึ่งความแตกต่างของชนิดของต้นไม้อาจจะขึ้นกับสภาพของป่าว่าอยู่ในบริเวณป่าที่สมบูรณ์ บริเวณชายป่าดิบแล้ง หรือในป่าที่กำลังฟื้นตัว เนื่องจากป่าในแต่ละบริเวณจะมีลักษณะที่แตกต่างกัน ได้รับความเข้มของแสง กระแสลม และปัจจัยทางกายภาพอื่น ๆ ที่แตกต่างกัน ดังนั้นชนิดของต้นไม้ที่ขึ้นในแต่ละบริเวณจะมีความแตกต่างกัน ซึ่งพบว่า ผึ้งหลวง ผึ้งโพรง ผึ้งมิมและผึ้งมันมีค่าดัชนีความหลากหลายของ Shannon-Weiner แตกต่างกันด้วย โดยพบว่าผึ้งมิมมีค่าดัชนีความหลากหลายของต้นไม้ที่ใช้สร้างรังได้สูงกว่าผึ้งชนิดอื่น จึงน่าจะเป็นสิ่งที่บ่งชี้ให้เห็นว่าผึ้งมิมมีความกว้างของนิช (niche width) ในการเลือกสร้างรังบนชนิดของต้นไม้มากกว่าผึ้งชนิดอื่น และสามารถที่จะพบผึ้งชนิดนี้ได้ในทุกบริเวณทั่ว ๆ ไปมากกว่าผึ้งมัน ซึ่งสร้างรังได้เฉพาะในบริเวณที่เป็นป่าดิบเท่านั้น

จากการที่บริเวณศึกษาที่มีความหลากหลายของแหล่งที่อยู่อาศัยย่อยที่หลากหลาย คือมีทั้งที่เป็นสภาพป่าที่สมบูรณ์ บริเวณป่าที่กำลังฟื้นตัว และบริเวณที่เป็นรอยต่อระหว่างทั้ง 2 บริเวณ คือ บริเวณชายป่าดิบแล้งและสามารถพบผึ้งในสกุลเดียวกันได้ถึง 4 ชนิด จะเห็นว่าผลจากการศึกษาครั้งนี้ได้ผลสนับสนุนทฤษฎีที่ว่า ความหลากหลายของแหล่งที่อยู่อาศัย (ecological diversity) มีความสัมพันธ์ทางตรงกับความหลากหลายของชนิดของสิ่งมีชีวิต (species diversity) ด้วย และจากการศึกษา จากการศึกษาสอดคล้องกับทฤษฎีการแก่งแย่งแข่งขันโดยจะเห็นว่าผึ้งแต่ละชนิดได้มีวิวัฒนาการเพื่อการแบ่งปันการใช้ทรัพยากร (resource partitioning) มาอย่างเหมาะสมและน่าจะมีการแก่งแย่งแข่งขันกันน้อยมาก

### ตำแหน่งที่สร้างรังบนต้นไม้

เมื่อพิจารณาดำแหน่งบนต้นไม้ที่ผึ้งเลือกสร้างรัง พบว่าผึ้งหลวง ผึ้งโพรง ผึ้งมิม และผึ้งมันจะสร้างรังในตำแหน่งที่ต่างกัน โดยผึ้งหลวงจะสร้างรังในระดับความสูง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง กิ่งและตำแหน่งในทรงพุ่มแตกต่างจากผึ้งชนิดอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ตำแหน่งที่สร้างรังที่กิ่งของผึ้งหลวงจะอยู่ก่อนไปทางลำต้นมากกว่าผึ้งมิมและผึ้งมันตามลำดับ ซึ่งความสูงและขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของกิ่งจะมีความสัมพันธ์กับขนาดของรังด้วย และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างผึ้งที่มีขนาดใกล้เคียงกัน คือ ผึ้งมิมและผึ้งมัน แม้ว่าผึ้งมันส่วนใหญ่จะสร้างรังในระดับความสูงที่สูงกว่าผึ้งมิม และมีขนาดของกิ่งที่ใช้สร้างรังโดยเฉลี่ยเล็กกว่า แต่พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่าง

มีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะผังทั้ง 2 ชนิดนี้ ได้มีวิวัฒนาการในด้านการแบ่งปันการใช้ทรัพยากร โดยการแยกบริเวณที่สร้างรังกันอย่างเด่นชัดแล้ว ดังนั้นในมิตินี้จึงไม่ปรากฏให้เห็นความแตกต่างกัน

การเลือกบริเวณที่สร้างรังในด้านความสูง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของกิ่ง และการมีสิ่งบดบังรังที่มากน้อยแตกต่างกันนั้น อาจเป็นผลมาจากวิวัฒนาการที่เกิดขึ้น เพื่อหลีกเลี่ยงการแก่งแย่งแข่งขันของผึ้งสกุลเดียวกันในด้านอาหารและแหล่งที่อยู่อาศัย และมีผลทำให้ผึ้งสามารถที่จะอยู่ร่วมกันในบริเวณใกล้เคียงกันได้

จากการวิเคราะห์ถึงความกว้างของชีพพีสัยในด้านความสูงของรังจากพื้นดิน เส้นผ่าศูนย์กลางกิ่ง และตำแหน่งที่สร้างรังในทรงพุ่มของผังทั้ง 4 ชนิดนั้นได้บ่งชี้ว่าผังทั้ง 4 ชนิดนี้ค่อนข้างมีความจำเพาะต่อลักษณะบริเวณที่สร้างรังเป็นอย่างมาก ซึ่งหากมีการทำลายแหล่งที่อยู่อาศัยดังกล่าว น่าจะมีผลกระทบต่อการอยู่รอดและจำนวนประชากรของผึ้ง

เป็นที่น่าสังเกตว่าตำแหน่งที่สร้างรังในทรงพุ่มของผังแต่ละชนิด จะมีความเหมาะสมในแง่ของการป้องกันรังที่แตกต่างกันด้วย เช่น ผึ้งหลวงจะสร้างรังสูงจากพื้นดินมากกว่าผึ้งชนิดอื่นแต่มีสิ่งบดบังรังน้อยและมีพฤติกรรมที่ก้าวร้าว ในขณะที่ผึ้งโพรงแม้จะสร้างรังในระดับความสูงจากพื้นดินเพียงเล็กน้อยในโพรงภายในลำต้นของต้นไม้แต่จะมีสิ่งบดบังรังรอบด้าน ส่วนผึ้งมีมจะสร้างรังสูงปานกลางในที่โล่งแต่จะมีสิ่งบดบังมาก และผึ้งม้านจะสร้างรังในระดับความสูงปานกลางเช่นเดียวกับผึ้งมีมแต่อยู่ในบริเวณที่ค่อนข้างทึบ และมีสิ่งบดบังรังพอสมควร ซึ่งคาดว่า การที่สร้างรังในตำแหน่งที่แตกต่างกันในทรงพุ่มของต้นไม้ เป็นปรากฏการณ์ที่เกิดจากการวิวัฒนาการเพื่อการอยู่รอดอย่างปลอดภัยของผึ้งแต่ละชนิดด้วย

การเลือกกิ่งที่สร้างรังของผึ้งหลวง ผึ้งมีม และผึ้งม้านจะมีความสัมพันธ์กับขนาดของรังในผังแต่ละชนิดด้วย โดยผึ้งหลวงซึ่งเป็นผึ้งที่สร้างรังขนาดใหญ่ และรังจะยึดติดอยู่บริเวณด้านล่างของกิ่ง ดังนั้นกิ่งที่จะสร้างรังจึงต้องมีขนาดใหญ่ เพื่อที่จะมีพื้นที่ผิวในการยึดติดของไขผึ้งกับกิ่งได้มากและสามารถรับน้ำหนักของรังผึ้งได้ ในขณะที่ผึ้งมีมและผึ้งม้านจะมีลักษณะการสร้างรังที่แตกต่างไปจากผึ้งหลวง โดยจะสร้างไขผึ้งหุ้มกิ่งที่สร้างรังทำให้เกิดความมั่นคง จากการศึกษาพบว่ากิ่งที่ผึ้งมีมใช้สร้างรังมีขนาดใหญ่กว่าผึ้งม้านคือมีขนาด  $0.94 \pm 0.31$  ซม. และ  $0.70 \pm 0.11$  ซม. ตามลำดับ จะเห็นว่าเป็นการวิวัฒนาการได้อย่างเหมาะสมของผัง 2 ชนิดนี้ คือขนาดของกิ่งที่ใช้สร้างรังจะมีความสัมพันธ์กับขนาดของรัง และตำแหน่งที่สร้างรังในทรงพุ่ม เนื่องจากรังผึ้งมีมจะมีขนาด



ของรังที่ใหญ่กว่าผึ้งมัน และจะสร้างรังในช่วงกลาง ๆ ของกิ่งก่อนไปทางลำต้นมากกว่าผึ้งมัน จากการศึกษพบว่าผึ้งมันและผึ้งมันมีวิวัฒนาการได้อย่างเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในบริเวณที่สร้างรัง โดยการที่ผึ้งมันจะสร้างรังในบริเวณป่าที่กำลิ่งพันตัว ซึ่งเป็นบริเวณที่มีความผันแปรของอุณหภูมิ มีความรุนแรงของลม ตลอดจนได้รับปริมาณแสงจากดวงอาทิตย์มากกว่าในบริเวณของป่าดิบแล้งที่พบผึ้งมันสร้างรัง ดังนั้นเมื่อเปรียบเทียบตำแหน่งที่สร้างรังในทรงพุ่มของผึ้งมันและผึ้งมันจึงพบว่าจะมีความแตกต่างกัน โดยผึ้งมันจะสร้างรังในช่วงกลาง ๆ ของพุ่มที่ค่อนข้างไปทางลำต้นและจะมีสิ่งที่ยึดบังรังมาก เพื่อเป็นการช่วยลดอุณหภูมิภายในรังในช่วงเวลากลางวัน และลดอันตรายที่เกิดจากความรุนแรงของลมและฝน ในขณะที่ผึ้งมันจะเลือกสร้างรังในส่วนองทรงพุ่มที่ค่อนข้างไปทางปลายกิ่ง และสร้างรังในบริเวณที่มีสิ่งยึดบังรังน้อยกว่าผึ้งมัน ซึ่งคาดว่าป็นกลวิธีอย่างหนึ่งในการควบคุมอุณหภูมิภายในรังเช่นเดียวกัน และเมื่อเปรียบเทียบสีของผึ้งงานผึ้งมันและผึ้งมันพบว่าสีของผึ้งน่าจะมีความเหมาะสมกับสภาพของบริเวณที่อยู่อาศัยด้วย โดยผึ้งมันที่อยู่ในสภาพที่มีแสงน้อยกว่าผึ้งมัน จะมีสีของท้องดำเข้มกว่าผึ้งมัน ซึ่งจะสามารถช่วยพรางตัวและป้องกันรังจากศัตรูได้ดีในที่มืด และการที่ผึ้งมันมีท้องที่มีสีเด่นชัดกว่าจะสามารถช่วยในการข่มขู่และป้องกันตัวจากการพบเห็นของผู้ล่าได้ดีกว่าในที่โล่งเช่นกัน ซึ่งสอดคล้องกับที่ Woyke (1995) ได้ศึกษาถึงสีของลำตัวส่วนท้องผึ้ง พบว่าวรรณะผึ้งงานมีสีและรูปร่างของลวดลายแตกต่างกันมากกว่าผึ้งวรรณะอื่น ๆ

ในด้านทิศทางการสร้างรังของผึ้งทั้ง 4 ชนิดนั้น พบว่าจะหันหน้าของรังไปในทิศทางที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ คือจะหันไปในแนวทิศตะวันออกและตะวันตก ส่วนผึ้งโพรงจะหันปากโพรงไปทางทิศตะวันออก ซึ่งคาดว่าน่าจะเป็นการหันหน้ารังไปในทิศทางที่เป็นประโยชน์ต่อผึ้งในการที่จะใช้ตำแหน่งของดวงอาทิตย์ในการบอกทิศทางของที่ตั้งของแหล่งอาหารแก่สมาชิกภายในรังการที่ผึ้งทั้ง 4 ชนิดมีทิศทางของหน้ารังไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อาจเนื่องมาจากแสงเป็นปัจจัยสำคัญในการกำหนดทิศทางของผึ้งงานในการบอกแหล่งอาหารและอื่น ๆ แก่สมาชิกภายในรัง และแสงจากดวงอาทิตย์ไม่ได้เป็นปัจจัยจำกัดที่มีผลต่อการแก่งแย่งกันของผึ้ง

Seeley (1985) กล่าวว่า การเลือกบริเวณในการสร้างรังเป็นสิ่งที่มีความสำคัญสำหรับผึ้ง ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับอาหารและการเพิ่มจำนวนประชากร เนื่องจากในเขตร้อนจะมีช่วงที่มีดอกไม้ ออกดอกมากเพียงปีละ 1 ครั้งเท่านั้นในช่วงฤดูร้อน นอกจากนั้น Roubik (1992) รายงานว่ามีดอกไม้เพียงประมาณ 30-40 % เท่านั้นที่เป็นแหล่งอาหารของผึ้ง ดังนั้นโอกาสของผึ้งในการเพิ่ม

จำนวนประชากรจึงมีได้เพียงระยะสั้นในช่วงที่มีอาหารอุดมสมบูรณ์ ซึ่งผึ้งจะต้องมีกลวิธีที่รวดเร็ว และเหมาะสมในการเลือกสร้างรังในบริเวณที่ใกล้แหล่งอาหารและมีความปลอดภัย

### ช่วงเวลาที่ยังผึ้งหลวง ผึ้งโพรง ผึ้งมิมและผึ้งมัน

ในบริเวณพื้นที่ที่ศึกษาพบว่าผึ้งทุกชนิดจะสร้างรังมากในช่วงเดือนมกราคม ถึงเดือน พฤษภาคม ซึ่งในช่วงเวลานี้เป็นช่วงที่ดอกไม้ป่ามีการออกดอกเป็นจำนวนมาก จากการศึกษาของ พงษ์ศักดิ์ พลเสนา(2538)เกี่ยวกับพืชลักษณะของต้นไม้ที่เป็นแหล่งอาหารของสัตว์ป่าในปี.ศ. 2537 พบว่าดอกไม้ป่าออกดอกมากในช่วงฤดูแล้ง และจะออกดอกมากที่สุดในเดือนมีนาคม ซึ่งจะเห็นว่าสอดคล้องกับช่วงเวลาที่ยังผึ้งทั้ง 4 ชนิด

การสำรวจในช่วงฤดูฝน ในบริเวณที่ศึกษาสำรวจพบรังผึ้งได้ยากมาก เนื่องจากช่วงนี้เป็นช่วงที่ต้นไม้กำลังผลิใบและติดผล มีจำนวนชนิดของไม้ยืนต้นที่ออกดอกจำนวนน้อย (พงษ์ศักดิ์ พลเสนา ,2538) Seeley (1985) กล่าวว่าในช่วงที่มีอาหารขาดแคลน ผึ้งนางพญาจะลดอัตราการเพิ่มจำนวนประชากรลง โดยผึ้งที่อยู่รอดจะมีเพียงแค่นางพญา และผึ้งงานที่โตเต็มวัยเพียงจำนวนหนึ่งเท่านั้นโดยพบว่าจะอยู่รวมกันเป็นรังขนาดเล็ก ๆ ที่ชาวบ้านเรียกกันว่าผึ้งหอยโข่ง ซึ่ง ดร.สิริวัฒน์ วงษ์ศิริได้เคยสำรวจพบรังผึ้งมันในช่วงฤดูฝน โดยรังที่พบนี้มีขนาดเล็กมาก (สิริวัฒน์ วงษ์ศิริ (สิริวัฒน์ วงษ์ศิริ, สัมภาษณ์, 12 มกราคม 2537) เมื่อถึงหน้าแล้งช่วงที่มีอาหารเพิ่มมากขึ้นจึงมีการผลิตผึ้งตัวผู้มาเพื่อเพิ่มจำนวนประชากร และมีผู้เสนอสมมติฐานเกี่ยวกับการที่ไม่พบผึ้งในฤดูฝนโดย Ahmad (1989) ได้เสนอว่าในฤดูฝนผึ้งจะมีการย้ายรังเข้าไปยังป่าที่ค่อนข้างทึบเพื่อหลบหลีกต่อสภาพของลมมรสุม และสภาพอากาศที่รุนแรง

### ช่วงเวลาในการออกหาอาหารของผึ้งมิมและผึ้งมัน

นอกจากผึ้งมิมและผึ้งมันจะมีความแตกต่างของบริเวณที่สร้างรังแล้ว ยังพบว่าช่วงเวลาในการออกหาอาหารมีความแตกต่างกันอีกด้วย ซึ่งคาดว่าจะ เป็นกลวิธีอีกวิธีหนึ่งในการหลีกเลี่ยงการแก่งแย่งแข่งขันกันในด้านอาหารของผึ้งที่อาศัยอยู่ในบริเวณเดียวกัน พบว่ารังที่อยู่ใกล้กันมากจะมีความแตกต่างของช่วงเวลาในการออกหาอาหารมากกว่ารังที่อยู่ไกลกัน รังผึ้งมิมและผึ้ง

ฝ้ายคู่ที่ 2 ที่พบสร้างรังอยู่ใกล้กันประมาณ 100 เมตร พบว่ามีการซ้อนทับกันของช่วงเวลาในการออกหาอาหารเพียง 0.272 ในขณะที่คู่ที่ 1 และคู่ที่ 3 ที่ระยะทางระหว่างรังใกล้กันมากขึ้น จะมีช่วงเวลาที่มีการซ้อนทับกันมากกว่ารังที่อยู่ใกล้กัน โดยมีค่าการซ้อนทับกันเท่ากับ 0.833 และ 0.713 ตามลำดับ

จากการศึกษาที่บริเวณหน้ารัง พบว่าผึ้งมันจะออกหาอาหารในช่วงเวลาเช้ากว่าผึ้งมีม คือเวลาประมาณ 8.45-10.30 น. และเวลาเย็นประมาณ 14.45-16.30 น. ในขณะที่ผึ้งมีมออกหาอาหารในช่วงเวลาประมาณ 10.00-14.00 น. แต่เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของ Oldroyd et al. (1993) ที่ศึกษาจำนวนผึ้งที่มาตอมดอกปาล์ม ตั้งแต่เวลา 6.00-12.00 น. ที่บริเวณศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี จ. จันทบุรี พบว่าผึ้งมีมจะออกหาอาหารก่อนผึ้งมันเล็กน้อยคือผึ้งมีมจะออกหาอาหารตั้งแต่เวลาประมาณ 8.00 น. ในขณะที่ผึ้งมันจะเริ่มออกหาอาหารมากในเวลาประมาณ 9.30 น. และในบริเวณแหล่งอาหารเดียวกันจำนวนผึ้งมีมจะลดลงเรื่อย ๆ เมื่อมีผึ้งมันจำนวนเพิ่มมากขึ้น แต่ในบริเวณที่ไม่มีผึ้งมันหรือมีผึ้งมันมาหาอาหารเป็นปริมาณน้อยผึ้งมีมจะคงใช้บริเวณนั้นหาอาหารต่อไป จนกระทั่งเวลาประมาณ 10.30 น. จึงลดจำนวนลง ซึ่งมีความแตกต่างจากที่ศึกษาที่บริเวณหน้ารัง อาจเป็นผลเนื่องมาจากระยะทางระหว่างรังผึ้งกับแหล่งอาหารและช่วงเวลาในการบานของดอกไม้ที่แตกต่างกัน ซึ่งจากผลการศึกษาขั้นต้นแสดงให้เห็นถึงความยืดหยุ่นของผึ้งในการเปลี่ยนแปลงนิชพีลิส (niche shift) เพื่อให้เหมาะสมกับสภาพที่แตกต่างกัน ทำให้สามารถลดอัตราการแก่งแย่งแข่งขันและการต่อสู้และการเผชิญหน้ากันระหว่างผึ้งต่างชนิดกัน

Koeniger (Koeniger, personal communication, March 13, 1995) กล่าวว่าไม่พบผึ้งมันที่อาศัยอยู่บนเกาะบอร์เนียวมีการใช้เวลาในการออกหาอาหารเด่นชัดเหมือนผลการศึกษาจากประเทศไทย และยังไม่เคยมีการรายงานการค้นพบผึ้งมันบนเกาะบอร์เนียว อย่างไรก็ตามความแตกต่างนี้สามารถอธิบายโดยหลักการของการแก่งแย่งแข่งขันว่า เนื่องจากไม่มีการแก่งแย่งแข่งขันกันระหว่างผึ้งขนาดเล็กด้วยกัน กลวิธีในการหลีกเลี่ยงการแก่งแย่งแข่งขันโดยการมีช่วงเวลาในการออกหาอาหารที่แตกต่างกันจึงไม่ปรากฏขึ้น

ดอกไม้และแมลงที่ถ่ายละอองเรณู จะมีความสัมพันธ์และมีวิวัฒนาการควบคู่กันไปอย่างเหมาะสมด้วย Schlising (1970) และ Real (1981) พบว่าต้นไม้แต่ละชนิดจะมีช่วงเวลาในการหลั่งน้ำหวานที่แตกต่างกัน ซึ่งอาจจะมีความสัมพันธ์กับช่วงเวลาในการออกหาอาหารของผึ้ง

แต่ละชนิด จากการที่พบว่าผึ้งมีมและผึ้งมีานมีการแบ่งช่วงเวลาในการออกหาอาหาร จึงเป็นสิ่งที่สนับสนุนทฤษฎีการแก่งแย่งแข่งขันกันในด้านอาหาร เช่นเดียวกับที่มีการศึกษาพบในชั้นโรง (Johnson and Hubbell, 1975) และแมลงภู่ (Heinrich, 1976)

### ความแตกต่างของอาหารที่สะสมไว้ภายในรังของผึ้งมีมและผึ้งมีาน

จากการศึกษาขั้นต้นเกี่ยวกับอาหารที่สะสมไว้ภายในรังของผึ้งมีมและผึ้งมีาน โดยศึกษาทั้งละอองเรณูและน้ำผึ้ง พบว่าผึ้งทั้ง 2 ชนิด เก็บสะสมละอองเรณูและน้ำผึ้งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากการศึกษาสัดส่วนของละอองเรณูที่สะสมไว้ภายในรัง พบว่าผึ้งมีมมีดัชนีความหลากหลาย (Shannon-Weiner Index) ของละอองเรณูสูงกว่าผึ้งมีานคือมีค่าเท่ากับ  $0.631 \pm 0.08$  และ  $0.266 \pm 0.15$  ตามลำดับ และมีความกว้างของชีพชีสัยในด้านอาหารสูงกว่าผึ้งมีาน จากการศึกษาสัดส่วนของอาหารที่สะสมไว้ภายในรัง จะเห็นว่าสอดคล้องกับการเลือกบริเวณที่สร้างรังและพฤติกรรมในการหาอาหารของผึ้ง ดันไม้ในสภาพป่าดิบแล้งที่สมบูรณ์ และป่าที่กำลังฟื้นตัวจะมีความแตกต่างกัน ในสภาพป่าดิบแล้งชนิดต้นไม้ที่ออกดอกส่วนใหญ่จะออกดอกพร้อมกันที่ละมาก ๆ และแต่ละต้นจะมีช่วงเวลาในการออกดอกต่อเนื่องเป็นระยะเวลาหลายวัน ดังนั้นพฤติกรรมในการหาอาหารจากแหล่งที่ออกดอกพร้อมกันที่ละมาก ๆ จะประหยัดพลังงานในการหาแหล่งอาหารใหม่ ๆ ในขณะที่ในบริเวณป่าที่กำลังฟื้นตัวต้นไม้หลายชนิด จะออกดอกกระจายกันไป ผึ้งจึงจะต้องมีการวิวัฒนาการเพื่อให้เหมาะสมกับสถานการณ์ โดยมีพฤติกรรมในการหาอาหารจากแหล่งที่กระจายกันนั้น ๆ ดังนั้นจึงน่าจะเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้พบว่าภายในรังผึ้งมีมมีสัดส่วนของละอองเรณูที่มีความหลากหลายสูงกว่าผึ้งมีาน ซึ่งจากการศึกษานี้สอดคล้องกับการศึกษาของ Hubbell and Johnson (1978) ที่ศึกษาถึงความสัมพันธ์แบบการแก่งแย่งแข่งขันระหว่างชั้นโรง 2 ชนิด โดยพบว่าชนิดที่มีความสามารถในการแก่งแย่งได้น้อยกว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงชีพชีสัยออกไปหาอาหารในบริเวณที่มีการกระจายสูงกว่าและพบว่าผึ้งที่มีความสามารถในการหาอาหารที่กระจายได้ดีจะเป็นแมลงที่มีความสามารถในการค้นหาแหล่งอาหารใหม่ได้กว่าอีกชนิดหนึ่ง ซึ่งเป็นสิ่งที่น่าศึกษาต่อไปว่าผึ้งมีมจะมีความสามารถในการค้นหาแหล่งอาหารใหม่ของผึ้งมีมได้ดีกว่าผึ้งมีานจริงหรือไม่จะเห็นได้ว่าผึ้งได้มีการวิวัฒนาการในการที่จะอยู่ร่วมกันได้อย่างเหมาะสม ซึ่งการ

ศึกษาจากสัดส่วนของละอองเรณู ถึงแม้ว่าจะมีค่าการซ้อนทับกันเฉลี่ยมีค่าสูงถึง  $0.787 \pm 0.22$  แต่พบว่าสัดส่วนของละอองเรณูหลักที่ผึ้งเก็บสะสมไว้ในรังแตกต่างกัน และจะพบว่าขนาดของละอองเรณูที่ผึ้งมีขนาดสะสมจะมีขนาดอยู่ในช่วง 1.1-1.5 มม. ในขณะที่ผึ้งมีมีการเก็บละอองเรณูที่มีหลายขนาดมากกว่าผึ้งมี หากมีการศึกษาในรายละเอียดถึงชนิดของละอองเรณูว่ามาจากต้นไม้นชนิดใด จะสามารถทำให้ทราบถึงความแตกต่างของอาหารที่สะสมไว้ในรังของผึ้งมีและผึ้งมีได้ชัดเจนยิ่งขึ้น ซึ่งจากการศึกษาสัดส่วนของละอองเรณูสนับสนุนว่าการที่สร้างรังต่างบริเวณกัน จะช่วยลดการแก่งแย่งแข่งขันในด้านอาหารทั้งภายในชนิดเดียวกันและต่างชนิดกัน เนื่องจากพบว่าผึ้งมีรังที่ 1 มีสัดส่วนละอองเรณูที่แตกต่างจากผึ้งมีรังที่ 2 และรังที่ 3 ซึ่งมีระยะทางไกลกันมากกว่ารังที่ 1

เมื่อศึกษาน้ำผึ้งที่สะสมไว้ในรังผึ้งมี โดยดูจาก % น้ำตาลรีดิวซิง และความเป็นกรด-เบสของน้ำผึ้ง พบว่าผึ้งมีและผึ้งมีมีชีฟฟิสิกซ์ในด้านอาหารที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งน่าจะเป็นสิ่งหนึ่งที่สนับสนุนว่า ผึ้งมีจะหาอาหารมาจากแหล่งอาหารที่ต่างกันไป ซึ่งควรจะมีการศึกษาในรายละเอียดต่อไป ในด้านองค์ประกอบต่าง ๆ ของน้ำผึ้งเพื่อที่จะจำแนกชนิดของน้ำหวานว่ามาจากต้นไม้นชนิดไหน ซึ่งจากการศึกษาในครั้งนี้ยังมิได้ศึกษาองค์ประกอบต่าง ๆ ที่ผึ้งมีเพื่อที่จะมาประมวลว่ามาจากแหล่งใด แต่จากการศึกษาสามารถที่จะบอกแนวโน้มได้ว่าน่าจะมาจากแหล่งอาหารที่ต่างบริเวณกัน หรือจากบริเวณเดียวกันแต่คนละส่วนของดอกไม้กัน

#### ขนาดของอวัยวะที่เกี่ยวข้องกับการหาอาหารของผึ้งทั้ง 4 ชนิด

ผึ้งงานของผึ้งหลวง ผึ้งโพรง ผึ้งมี และผึ้งมีในบริเวณที่ศึกษา มีขนาดลำตัวที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สอดคล้องกับน้ำหนักของลำตัวที่ศึกษาโดย Koeniger et al. (1993) ที่ได้พบว่าวรรณะผึ้งงานจะเป็นวรรณะที่ผึ้งแต่ละชนิดมีความแตกต่างกันในด้านน้ำหนักตัวมากกว่าวรรณะนางพญา (queen) และวรรณะตัวผู้ (drone) โดยสอดคล้องกับวิธีการหลีกเลี่ยงการแก่งแย่งแข่งขันของสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ร่วมกัน ที่จะต้องมีวิวัฒนาการในด้านขนาด ให้มีความแตกต่างในสัดส่วนที่พอเหมาะกันซึ่งจะช่วยทำให้มีความสามารถในการใช้แหล่งอาหารที่แตกต่างกันได้ (Diamond, 1978) Seeley et al. (1982) กล่าวว่าการศึกษาที่ผึ้งมีขนาดที่ต่างกันจะเป็นการช่วยลดการแก่งแย่งแข่งขันกันในด้านอาหาร และนอกจากจะมีขนาดลำตัวที่ต่างกัน



แล้วสิ่งที่มีความสำคัญที่จะทำให้ใช้แหล่งอาหารที่แตกต่างกัน คือการมีขนาดของอวัยวะที่เกี่ยวข้องกับการหาอาหารที่แตกต่างกันด้วย ซึ่งเมื่อศึกษาถึงขนาดของอวัยวะที่เกี่ยวข้องกับการหาอาหาร ได้แก่ ความยาวของลิ้น ความยาวของกลอสซา และความยาวของทิเบียของผึ้งงานของผึ้งทั้ง 4 ชนิดพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเฉพาะผึ้งหลวง ผึ้งโพรง และผึ้งม้าน ที่อาศัยอยู่ร่วมกันในป่าดิบแล้งที่สมบูรณ์ จะมีขนาดของความยาวของลิ้น ความยาวของกลอสซาและความยาวของทิเบียที่แตกต่างกันในสัดส่วนที่ใกล้เคียงกันด้วย ส่วนผึ้งมิมและผึ้งม้าน เนื่องจากมีขนาดของอวัยวะที่เกี่ยวข้องกับการหาอาหารใกล้เคียงกันมากกว่าผู้อื่น จึงอาจเป็นเหตุผลหนึ่งที่สันนิษฐานได้ว่าทำไมผึ้งทั้ง 2 ชนิดนี้มีวิวัฒนาการในการแยกบริเวณที่สร้างรังออกจากกันแบบที่ไม่มีการรบกวนกันเลย

จากการที่ลิ้นและกลอสซาของผึ้งมีความยาวที่แตกต่างกัน จะมีผลต่อการดูดน้ำหวานที่มีความหนืดที่แตกต่างกัน (Harder, 1983; Roubik, 1985; Velthuis, 1992) นอกจากนี้ขนาดที่แตกต่างกันของอวัยวะที่ใช้ในการหาอาหาร ยังช่วยให้ผึ้งแต่ละชนิดมีความสามารถในการเก็บน้ำหวานและ เกสรดอกไม้จากดอกไม้ที่มีรูปร่างลักษณะแตกต่างกันได้ จึงทำให้เห็นความแตกต่างกันของส่วนประกอบของน้ำผึ้ง และชนิดของเกสรดอกไม้ ที่เก็บสะสมไว้ภายในรังที่ได้ทำการศึกษาเฉพาะในผึ้งมิมและผึ้งม้านเท่านั้น ดังนั้นจากรายงานที่พบว่าผึ้งทั้ง 4 ชนิดมาหาอาหารในบริเวณเดียวกันได้จึงไม่ได้หมายความว่า จะได้อาหารที่มีชนิดและคุณภาพเหมือนกัน ถึงแม้ว่าดอกไม้ นั้นจะมาจากดอกไม้ประเภทเดียวกัน ขนาดของอวัยวะที่ใช้ในการหาอาหารจึงน่าจะเป็นสิ่งหนึ่งที่มีความสำคัญที่ทำให้ผึ้งทั้ง 4 ชนิดสามารถอาศัยอยู่ร่วมกันได้

จากการศึกษาชีพิสัยของผึ้งทั้ง 4 ชนิดในทุก ๆ ด้าน จะพบว่ามีความสอดคล้องกับหลักการการหลีกเลี่ยงการแก่งแย่งแข่งขันของสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในบริเวณเดียวกัน โดยสิ่งมีชีวิตที่มีความคล้ายคลึงกันเหล่านี้ จะมีวิวัฒนาการให้เกิดการแบ่งปันการใช้ทรัพยากรเพื่อลดการแก่งแย่งแข่งขันกันลง ดังนั้นสิ่งมีชีวิตมีชีพิสัยที่ต่างกันและจะมีการเปลี่ยนแปลงชีพิสัย(niche shift) ให้มีความยืดหยุ่นเหมาะสมกับแต่ละบริเวณได้ เพื่อที่จะลดการแก่งแย่งแข่งขันระหว่างชนิดกันลงให้น้อยที่สุด (Perrin and Birkhead, 1983, Pianka, 1983) นอกจากนั้นการศึกษาครั้งนี้จะเห็นได้ว่าการที่มีความหลากหลายของแหล่งที่อยู่อาศัยย่อยหลายแบบ จะมีผลทำให้เกิดความหลากหลายของชนิดของสิ่งมีชีวิตรวมทั้งผึ้งด้วย จะเห็นได้ว่าผึ้งม้านเป็นผึ้งที่จะสร้างรังในพื้นที่ที่ค่อนข้างจำเพาะคือสร้างรังในบริเวณที่เป็นป่าดิบที่สมบูรณ์เท่านั้น ในขณะที่ผึ้งมิมสามารถสร้างรังได้ดีใน

ในบริเวณที่โล่ง บริเวณป่าที่ถูกทำลายและกำลังฟื้นตัวอันเนื่องมาจากการกระทำของมนุษย์ จึงน่าจะเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้สามารถพบเห็นรังผึ้งมีมได้ทั่วไปในประเทศไทย แต่พบผึ้งมีมเฉพาะในป่าดิบเท่านั้น ดังนั้นหากมีการทำลายแหล่งที่อยู่อาศัยที่เป็นป่าดิบตามธรรมชาติเพิ่มมากขึ้นดังที่ปรากฏอยู่ตั้งแต่ในอดีตถึงปัจจุบัน ผึ้งที่น่าจะได้รับผลกระทบมากคือผึ้งมีม ซึ่งปัจจุบันการศึกษาวิจัยผึ้งชนิดนี้ยังมีปรากฏอยู่น้อย และยังไม่มีการจัดการนำมาเลี้ยงเชิงเศรษฐกิจเช่นเดียวกับผึ้งโพรงที่ปัจจุบันสามารถนำมาเลี้ยงกันอย่างแพร่หลาย และผึ้งหลวงที่ปัจจุบันกำลังได้มีการพัฒนาการเลี้ยงโดยการสร้างคอนล่อให้ผึ้งหลวงมาสร้างรังกันในหลายประเทศ เช่นในประเทศเวียดนาม ประเทศจีนตอนใต้ และเกาะบอร์เนียว เป็นต้น

การศึกษาครั้งนี้ทำให้เห็นถึงภาพพจน์ของการอยู่ร่วมกันในธรรมชาติของผึ้งทั้ง 4 ชนิดนี้ ได้เด่นชัด ซึ่งนอกจากจะมีประโยชน์ในแง่ของความรู้พื้นฐานของการจัดระบบในสังคมผึ้งต่างชนิดในธรรมชาติแล้ว ข้อมูลที่ได้จากการศึกษายังสามารถนำไปประยุกต์ในการจัดการเชิงเศรษฐกิจและเชิงอนุรักษ์ต่อไปในอนาคต