

## บทที่ 5

## อภิปรายผลการศึกษา

จากการศึกษาลักษณะภายนอกของ ตาประกอบของผึ้งพันธุ์ (*Apis mellifera*) ตาประกอบแต่ละข้าง ของผึ้งงานประกอบด้วย ออมาติเดียมจำนวน 4,500 หน่วย ผึ้งตัวผู้มี 7,500 หน่วย และผึ้งนางพญามี 3,500 หน่วย (Gould and Gould, 1988) และจากการศึกษาในครั้งนี้ ผึ้งงานของผึ้งมีมี มีจำนวนโดยเฉลี่ย  $4708.67 \pm 176.00$  หน่วย ผึ้งตัวผู้ มีจำนวน  $7073.00 \pm 172.70$  หน่วย ผึ้งนางพญามีจำนวน  $3569.33 \pm 173.00$  หน่วย และในผึ้งงานของผึ้งหลวงมีจำนวน  $6027.67 \pm 116.67$  หน่วย (ตารางที่ 5.1)

จากผลการศึกษาดังกล่าว จะเห็นว่าในผึ้งชนิดเดียวกันแต่ต่างวรรณะกัน จะมีจำนวนออมาติเดียมแตกต่างกัน คือ ผึ้งตัวผู้จะมีจำนวนออมาติเดียมมากที่สุด รองลงมาเป็นผึ้งงานและผึ้งนางพญาตามลำดับ จากข้อมูลข้างต้นเมื่อพิจารณาถึงความสัมพันธ์ระหว่าง จำนวนออมาติเดียมของตาประกอบแต่ละข้างกับหน้าที่ภายในรังของผึ้งแต่ละวรรณะ พบว่า การที่ผึ้งตัวผู้มีจำนวนออมาติเดียมมากที่สุด เพราะผึ้งตัวผู้มีหน้าที่ในการบินขึ้นไปผสมพันธุ์กับนางพญา กลางอากาศและมีการแก่งแย่งกันสูงมาก เพื่อที่จะได้ผสมพันธุ์กับผึ้งนางพญา นอกจากนี้ยังพบว่าผึ้งตัวผู้มีตาประกอบที่มีขนาดใหญ่กว่าผึ้งวรรณะอื่นๆ (รูปที่ 1.1 หน้า 3) ดังที่ สิริวัฒน์ วงษ์ศิริ ปี 2352 ได้กล่าวไว้ ดังนั้นตาประกอบของผึ้งตัวผู้จึงมีประสิทธิภาพในการมองเห็นได้ดีและคมชัดมากกว่าผึ้งงานและผึ้งนางพญา ส่วนผึ้งงานมีจำนวนออมาติเดียมน้อยกว่าผึ้งตัวผู้ แต่มากกว่าผึ้งนางพญา ทั้งนี้เนื่องจากผึ้งงานมีหน้าที่ออกหาอาหาร โดยต้องบินออกนอกรังไปหาน้ำหวานและเกสรดอกไม้ในที่ต่างๆ ทำให้ตาประกอบของผึ้งวรรณะนี้ มีโอกาสได้รับแสงในปริมาณมากกว่าผึ้งนางพญา ซึ่ง สิริวัฒน์ วงษ์ศิริ, 2532 ได้กล่าวว่าผึ้งนางพญาจะอยู่ในรังเกือบตลอดชีวิต ในผึ้งงานของผึ้งหลวงมีจำนวนออมาติเดียมมากกว่าผึ้งงานของผึ้งมีมี แสดงว่า ผึ้งงานของผึ้งหลวงมีตาประกอบ ที่มีประสิทธิภาพดีกว่าตาประกอบของผึ้งงานของผึ้งมีมี จึงทำให้ผึ้งงานของผึ้งหลวง มีความสามารถ ที่จะบินออกไปหาอาหารในบริเวณที่ไกลๆจากตำแหน่งของรังและออกหาอาหารในตอนกลางคืนได้ด้วย ดังที่ Oldroyd et al. ได้กล่าวไว้ในปี 1993 ซึ่งพฤติกรรมการหาอาหารในเวลาดังกล่าว ยังไม่พบในผึ้งงานของผึ้งมีมีหรือผึ้งชนิดอื่นๆมาก่อน แต่สอดคล้องกับข้อมูลของ Gould และ Gould ที่รายงาน ในปี 1988

ได้อธิบายถึง เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่าง พฤติกรรมการออกหาอาหาร ของผึ้งพันธุ์ กับจำนวน ออมาติเดียม ทำให้สามารถเปรียบเทียบได้ว่า ผึ้งงานของผึ้งหลวงที่มีความสามารถออกหาอาหาร ในตอนกลางคืนได้ เพราะมีตาประกอบที่มีประสิทธิภาพดีกว่า ตาประกอบของผึ้งมิมและยังดีกว่าผึ้ง พันธุ์ด่วย

จากผลการศึกษาในครั้งนี้พบว่า ผึ้งงานของผึ้งหลวงและผึ้งงานของผึ้งมิมมีความหนาแน่น ของรวงครีวดูที่อยู่รอบๆออมาติเดียมมากกว่าผึ้งนางพญาและผึ้งตัวผู้ของผึ้งมิม ตามลำดับ และจาก การการศึกษาของ von Frish ในปี ค.ศ.1967 พบว่าผึ้งงานมีความสามารถในการเห็นและจด จำสีต่างๆได้ดีถึง 4 สี คือ สีเหลือง สีฟ้า สีฟ้าปนเขียวและสีอัลตราไวโอเล็ต ซึ่งการเห็น สีของตาประกอบของผึ้งเกิดขึ้นได้ เนื่องจากรวงครีวดูที่อยู่รอบๆเลนส์ ทำหน้าที่ในการดูดกลืนแสง ในช่วงคลื่นต่าง ๆ ที่ผ่านเข้าตา ( Gribakin, 1969 ) ประสิทธิภาพในการเห็นสีของ ตาประกอบของผึ้งช่วยให้ผึ้งรู้จักสีต่างๆของดอกไม้ มีประโยชน์ต่อการหาอาหารในผึ้งงาน เพราะ ผึ้งงานทำหน้าที่ในการออกหาอาหารจากแหล่งน้ำหวานตามดอกไม้ต่างๆที่มีสีสีนที่แตกต่างกัน ในขณะที่ ผึ้งวรรณะอื่นไม่ได้มีหน้าที่ดังกล่าว ฉะนั้นการเห็นสีต่างๆของตาประกอบในวรรณะผึ้งงานจึงมีความ จำเป็นมากกว่าวรรณะอื่นมาก จากข้อมูลและเหตุผลดังกล่าว แสดงว่าในตาประกอบของวรรณะ ผึ้งงาน จำเป็นที่จะต้องมียุงครีวดูดกลืนแสงในช่วงคลื่นต่างๆ เพื่อช่วยในการเห็นสีมากกว่าใน ผึ้งวรรณะนางพญาและวรรณะผึ้งตัวผู้ตามลำดับ เนื่องจากผึ้งวรรณะอื่นๆไม่มีหน้าที่ในการออกหาอาหาร เป็นไปได้ว่าการเห็นสีของตาประกอบในวรรณะผึ้งตัวผู้และผึ้งนางพญาอาจมีความจำเป็นน้อยกว่าจึงมีผลทำให้ความหนาแน่นของรวงครีวดูน้อยกว่าวรรณะผึ้งงาน

จากการศึกษาอัลตราสตรัคเจอร์ ของตาประกอบของผึ้งมิมทั้ง 3 วรรณะ และวรรณะ ผึ้งงานของผึ้งหลวง ในระดับเลนส์ เซลล์เรตินาและแรบดอม พบว่ารูปร่างและขนาดของเลนส์ ของผึ้งมิมทั้ง 3 วรรณะ จะแตกต่างกันอย่างชัดเจน คือ เลนส์ของผึ้งตัวผู้มีขนาดใหญ่ที่สุดในขณะที่ ผึ้งงานและผึ้งนางพญา เลนส์มีขนาดเล็กใกล้เคียงกันและเมื่อเปรียบเทียบกับขนาดเลนส์ ของผึ้งงาน ในผึ้งหลวง พบว่าผึ้งหลวงมีขนาดเลนส์ที่เล็กกว่าเลนส์ของผึ้งตัวผู้แต่จะใหญ่กว่าผึ้งงานและผึ้งนาง พญาของผึ้งมิม สำหรับรูปร่างลักษณะเลนส์ พบว่าผึ้งตัวผู้ของผึ้งมิมมีรูปร่างลักษณะของเลนส์ คล้าย กับเลนส์ของผึ้งงานของผึ้งหลวง คือ มีรูปร่างเป็นรูปไข่เหมือนกัน และที่รอยต่อระหว่างเซลล์ไม่มี รอยโค้งเว้า ส่วนในผึ้งนางพญาของผึ้งมิมมีรูปร่างเป็นวงกลมและมีรอยโค้งเว้าที่รอยต่อระหว่าง เซลล์โคนบางเซลล์ ซึ่งลักษณะดังกล่าวจะพบในวรรณะผึ้งงานเช่นเดียวกัน แต่ในผึ้งงานเลนส์มีรูปร่างคล้ายรูปไข่

สำหรับอัลตราสตรัคเจอร์ของเซลล์เรตินาของผึ้งทั้ง 4 กลุ่ม เมื่อตัดตามขวาง พบว่าแต่ละออบมาติเตียมประกอบด้วยเซลล์เรตินาจำนวน 8 เซลล์ ที่ด้านข้างของเยื่อหุ้มเซลล์แต่ละเซลล์ด้านใกล้แรบคอม จะพบเคสโมโซม และระหว่างคู่ของเซลล์ที่มีแรบโดเมียร์เหมือนกัน จะพบไฟบริลลา โพรเซส อยู่ถัดจากเคสโมโซม ออกมาทางด้านนอก ซึ่งภายใน ประกอบไปด้วยไมโครทิวบูล ทำหน้าที่เป็นตัวเชื่อมระหว่างเลนส์กับเซลล์เรตินา ซึ่งรวมถึงแรบคอมด้วย นอกจากนี้ยังพบว่าเซลล์เรตินาแต่ละเซลล์ มีรูปร่างคล้ายรูปสามเหลี่ยม ไฮโดรพลาสซึมแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ไฮโดรพลาสซึมส่วนนอก ซึ่งประกอบไปด้วยไมโทคอนเดรียประมาณ 85 - 90 % ที่เหลือเป็นกอร์แกเนลล์อื่น และส่วนที่เป็นไฮโดรพลาสซึมส่วนใน ประกอบไปด้วยเอ็นโดพลาสซึมเรติคูลัม ชนิดไม่มีแกรนูลเป็นส่วนใหญ่ ในผึ้งตัวผู้ของผึ้งมีมมีปริมาณมากกว่าผึ้งกลุ่มอื่นๆ อย่างเห็นได้ชัด ส่วนในผึ้งกลุ่มอื่นมีปริมาณใกล้เคียงกัน นอกจากนี้ มีพวกเวสซิเคิลปะปนเล็กน้อยเช่นเดียวกับที่มีรายงานแล้วในการศึกษาอัลตราสตรัคเจอร์ตาประกอบของผึ้งพันธุ์ (Varela and Porter, 1969) ส่วนข้อแตกต่างที่เห็นได้ชัดที่พบในเซลล์เรตินาของผึ้งแต่ละกลุ่ม คือ ภายในไฮโดรพลาสซึมส่วนนอกของเซลล์ จะมีขนาดของไมโทคอนเดรียแตกต่างกัน กล่าวคือในผึ้งมีมพบว่าผึ้งนางพญามีขนาดของไมโทคอนเดรียใหญ่ที่สุด รองลงมาเป็นของผึ้งตัวผู้และผึ้งงานตามลำดับแต่จะพบว่าไมโทคอนเดรียของผึ้งตัวผู้และผึ้งงานมีคริสตียื่นเข้าไปด้านในยาวและมีจำนวนมาก ในขณะที่ผึ้งนางพญามีคริสตีสั้น แสดงให้เห็นว่าตาประกอบของผึ้งตัวผู้และผึ้งงาน มีการใช้พลังงานสูงมากซึ่งมีความสัมพันธ์กับหน้าที่ภายในรังของผึ้งทั้งสองกลุ่มตั้งได้กล่าวไปแล้ว และเมื่อเปรียบเทียบกับขนาดของไมโทคอนเดรียของผึ้งงานของผึ้งหลวงจะเห็นว่า ในผึ้งงานของผึ้งหลวงมีขนาดของไมโทคอนเดรียใหญ่ที่สุดและมีคริสตีมาก เช่นเดียวกันกับ ที่พบในผึ้งตัวผู้และผึ้งงานของผึ้งมีม จากลักษณะที่พิเศษดังกล่าว ของผึ้งงานของผึ้งหลวง จึงมีผลทำให้ ผึ้งหลวงวรรณะนี้ สามารถออกหาอาหารในตอนกลางคืนและบินไปหาอาหารในแหล่งที่ไกลๆ จากตำแหน่งรังได้

ส่วนการศึกษาอัลตราสตรัคเจอร์ของแรบคอมของผึ้งทั้ง 4 กลุ่ม พบว่า แรบคอมมีรูปร่างและการจัดเรียงตัวกันของไมโครวิลไล แตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด คือ ผึ้งมีม วรรณะนางพญา แรบคอมมีรูปร่างเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า วรรณะผึ้งตัวผู้ มีรูปร่างคล้ายแท่งกระดุกแข็ง ผึ้งงานมีรูปร่างคล้ายรูปไข่ และในผึ้งงานของผึ้งหลวงมีรูปร่างเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัส เนื่องจากแรบคอมเป็นแหล่งที่ทำหน้าที่ในการรับแสงของตาประกอบของผึ้ง ฉะนั้นรูปร่างของแรบคอมและการจัดเรียงตัวกันของไมโครวิลไลภายในแรบคอมจึงมีความสำคัญต่อการรับแสง เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างหน้าที่ของผึ้งแต่ละวรรณะกับรูปร่างของแรบคอม อาจจะอธิบายได้ว่าวรรณะผึ้งงานเป็นวรรณะที่มีโอกาส

ได้รับแสงในปริมาณมากที่สุด เนื่องจากมีหน้าที่ ที่ต้องบินออกนอกรังไปหาอาหารในที่ต่างๆ ในขณะที่ผึ้งวรรณะอื่นไม่ได้มีหน้าที่นี้ ในที่นี้พบว่าผึ้งงานของผึ้งมีรูปร่างคล้ายรูปไข่ แต่ในผึ้งงานของผึ้งหลวงมีรูปร่างเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัส โดยที่ผึ้งงานของผึ้งหลวง ออกหาอาหารได้ทั้งกลางวันและกลางคืน สิ่งที่น่าสนใจคือรูปร่างของแบริคม น่าจะมีความสัมพันธ์กับปริมาณแสงที่ตาประกอบได้รับ

**ตารางที่ 5.1 แสดงการเปรียบเทียบจำนวนออคติเดียมของผึ้งชนิดต่างๆ**

วรรณะ	ชนิดของผึ้ง / จำนวนออคติเดียม ( หน่วย )		
	<u>Apis mellifera</u> *	<u>Apis florea</u>	<u>Apis dorsata</u>
ผึ้งนางพญา	3500	3569.33 ± 173.00	-
ผึ้งตัวผู้	7500	7073.00 ± 172.70	-
ผึ้งงาน	4500	4708.67 ± 176.00	6027.67 ± 116.67

\* จากรายงานของ Gould and Gould, 1988