บทที่ 4

ผลการศึกษา

จากการศึกษา ตาประกอบของผึ้ง 2 ชนิดคือ ผึ้งมิ้ม (Apis florea) และผึ้งหลวง (Apis dorsata) โดยในผึ้งมิ้มศึกษาทั้ง 3 วรรณะ คือผึ้งนางพญา ผึ้งตัวผู้และผึ้งงาน ส่วนผึ้งหลวงศึกษาในผึ้งงาน ผลการศึกษาสามารถแบ่งออกเป็นดังนี้

1. ผลการศึกษาด้วยกล้องจุลทัศน์ธรรมดา (Light microscope)
2. ผลการศึกษาด้วยกล้องจุลทัศน์อิเลคตรอนแบบส่องผ่าน (Transmission electron - microscope)

ซึ่งผลการทดลองที่ได้เป็นดังต่อไปนี้

1. ผลการศึกษาด้วยกล้องจุลทัศน์ธรรมดา (LM)

1.1 ผลการศึกษาในผึ้งมิ้ม (Apis florea)

1.1.1 วรรณะผึ้งนางพญา

ตาประกอบ (compound eyes) ประกอบด้วยออมาติเดียมโดยเฉลี่ย 3569.33 ± 173.00 หน่วย แต่ละออมาติเดียมมีขนาดใกล้เคียงกัน (รูปที่ 4.1 , 4.7)

ออมาติเดียม มีรายละเอียดดังต่อไปนี้คือ

กระจกตา (cuticular lens) เมื่อตัดตามยาวจะอยู่ส่วนบนสุดของออมาติเดียม (รูปที่ 4.1) เมื่อตัดตามขวางเห็นเป็นวงกว้างติดสีชมพู อยู่รอบนอกสุดของเนื้อเยื่อ (รูปที่4.4)

เลนส์ (crystalline cone) เมื่อตัดตามยาวมีรูปร่างคล้ายกรวย มีรงควัตถุล้อมรอบอยู่อย่างหนาแน่น ส่วนฐานของเลนส์ มีรงควัตถุกระจายอยู่อย่างหนาแน่นและมีปริมาณมากกว่ารงควัตถุ ที่อยู่ด้านข้างของเลนส์ ทำให้ตาประกอบ ตรงส่วนที่มีรงควัตถุกลุ่มนี้มีลักษณะเหมือนมีแถบสีดำหนาๆยาว โค้งตามรูปร่างของตา (รูปที่ 4.1, 4.2,4.3) เมื่อตัดตามขวางพบว่า มีลักษณะเป็นหกเหลี่ยมคล้ายหลอดรวงผึ้ง ที่ขอบของเลนส์ล้อมรอบด้วยรงควัตถุ ทำให้เห็นเป็นวงสีดำชัดเจนและแยกขอบเขตของแต่ละเลนส์ออกจากกันอย่างชัดเจน และวงของรงควัตถุจะมีขนาดใหญ่ขึ้นเมื่อตัดใกล้ระดับฐานของเลนส์มากขึ้นตามลำดับ (รูปที่ 4.5, 4.6)

เซลล์เรตินา (retinular cells) เมื่อตัดตามยาว มีลักษณะคล้ายเรียงกันเป็นแท่งทรงกระบอกที่มีปลายแคบลงจากบนลงล่าง แต่ละออมาติเดียมจะมีรงควัตถุกระจายล้อมรอบขอบๆของเซลล์เรตินาทำให้แยกขอบเขตของแต่ละออมาติเดียมออกจากกันอย่างชัดเจน ตรงกลางจะเห็นแรบดอมเป็นแนวยาวจากส่วนบนที่ติดกับฐานของเลนส์ ยาวลงมาจนถึงส่วนฐานของเซลล์เรตินา ที่ฐานของเซลล์เรตินาของแต่ละออมาติเดียมจะมีรงควัตถุกระจายกันอยู่อย่างหนาแน่นมาก ทำให้มองเห็นเป็นแถบดำยาวตามส่วนโค้งของส่วนฐานของตาประกอบ (รูปที่ 4.3) ที่ปลายของเซลล์เรตินาจะมีเส้นประสาทต่อไปยังออฟติกโลป มองเห็นได้ชัดเจน (รูปที่ 4.1) เมื่อตัดตามขวาง พบว่าแต่ละออมาติเดียม มีลักษณะคล้ายดอกกุหลาบ โดยมีแรบดอมอยู่ตรงกลางและล้อมรอบด้วยเซลล์เรตินาจำนวน 8 เซลล์ โดยมีกลุ่มรงควัตถุกระจายล้อมรอบขอบของเซลล์ทำให้ขอบของแต่ละออมาติเดียมมีสีดำ (รูปที่ 4.7)

รงควัตถุ (pigment granules) พบตั้งแต่รอบๆเลนส์ กระจายลงมาจนถึงส่วนฐานของเซลล์เรตินา บริเวณที่พบหนาแน่นที่สุดคือที่ส่วนฐานของเลนส์ (รูปที่ 4.1, 4.3, 4. 6)

1.1.2 วรรณะผึ้งตัวผู้

ตาประกอบ ประกอบไปด้วยออมาติเดียมจำนวน 7073.67 ± 172.70 หน่วย ขนาดของตาประกอบและขนาดของออมาติเดียมจะมีขนาดใหญ่กว่าของวรรณะผึ้งนางพญา (รูปที่ 4.8 ,4.15)

ออมาติเดียม

กระจกตา เมื่อตัดตามยาวจะอยู่บนสุดของออมาติเดียม (รูปที่ 4.8, 4.9) และเมื่อตัดตามขวาง เห็นเป็นวงอยู่รอบนอกของตาประกอบ (รูปที่ 4.12)

เลนส์ มีรูปร่างและลักษณะทั่วไปเหมือนกับของผึ้งนางพญา แต่จะมีขนาดใหญ่กว่ามาก เมื่อตัดตาประกอบตามแนวยาว พบว่ารงควัตถุที่อยู่รอบๆเลนส์ส่วนบนเหนือบริเวณฐานของเลนส์จะมีปริมาณน้อยมากเมื่อเทียบกับของวรรณะผึ้งนางพญาและที่ส่วนฐานของเลนส์ รงควัตถุจะรวมกลุ่มกันทำให้มองเห็นเป็นก้อนกลมๆอยู่ที่ฐานของแต่ละเลนส์ ของแต่ละออมาติเดียม (รูปที่ 4.10) เมื่อตัดตามขวาง จะพบว่ามีรูปร่างเป็นหกเหลี่ยมคล้ายหลอดรวงผึ้ง รงควัตถุที่อยู่รอบๆส่วนฐานของเลนส์จะมองเห็นแกรนูลเป็นเม็ดๆอย่างชัดเจน (รูปที่ 4.13)

เซลล์เรตินา เมื่อตัดตามยาว มีรูปร่างลักษณะทั่วไปเหมือนของผึ้งนางพญา แต่ปริมาณของรงควัตถุที่อยู่รอบๆเซลล์เรตินาและบริเวณส่วนฐานของเซลล์ จะมีความหนาแน่นน้อยกว่าของวรรณะผึ้งนางพญาอย่างเห็นได้ชัด (รูปที่ 4.8) เมื่อตัดตามแนวขวาง จะพบว่า แต่ละออมาติเดียมจะประกอบไปด้วยเซลล์เรตินาจำนวน 8 เซลล์ โดยที่เซลล์เรตินาจำนวน 6 เซลล์จะมีขนาดใหญ่ใกล้เคียงกัน ส่วนอีกหนึ่งเซลล์ จะเป็นเซลล์ที่ถูกเบียดและจะมีเซลล์ที่อยู่ตรงกันข้ามที่มีขนาดใกล้เคียงกันและจะมีขนาดเล็กกว่าเซลล์อื่น เรียกเซลล์ที่ถูกเบียดนี้ว่า เซลล์เอคเซนตริก (eccentric cell) แต่ละเซลล์ จะเห็นขอบเขตของเซลล์อย่างชัดเจน และขนาดของเซลล์เรตินาจะมีขนาดใหญ่กว่าของวรรณะผึ้งนางพญา (รูปที่ 4.15)

<u>รงควัตถุ</u> พบกระจายอยู่บริเวณเลนส์ ลงมาจนถึงส่วนฐานของเซลล์เรตินา บริเวณที่หนาแน่นที่สุด คือบริเวณรอบๆฐานของเลนส์ บริเวณอื่นๆพบกระจายอยู่น้อยและเมื่อเทียบกับวรรณะผึ้งนางพญา พบว่าผึ้งตัวผู้ มีความหนาแน่นของรงควัตถุน้อยกว่า (รูปที่ 4.11,4.13, 4.14)

1.1.3 วรรณะผึ้งงาน

<u>ตาประกอบ</u> ประกอบด้วยออมาติเดียม จำนวน 4708.67 ± 176.02 หน่วย ขนาดของตาประกอบและขนาดของออมาติเดียมของผึ้งมิ้มในวรรณะผึ้งงานจะมีขนาดใกล้เคียงกับของวรรณะผึ้งนางพญาและจะมีขนาดเล็กกว่าของผึ้งตัวผู้ (รูปที่ 4.16)

<u>ออมาติเดียม</u>

<u>กระจกตา</u> เมื่อตัดตามยาว พบอยู่ส่วนบนสุดของออมาติเดียม (รูปที่ 4.16) เมื่อตัดตามขวาง พบเป็นวงกว้างอยู่รอบนอกของออมาติเดียม (รูปที่ 4.20)

<u>เลนส์</u> ลักษณะโดยทั่วไป คล้ายกันกับวรรณะผึ้งนางพญาและผึ้งตัวผู้ ลักษณะที่แตกต่างจากวรรณะผึ้งงานและวรรณะผึ้งตัวผู้ คือ ผึ้งงานจะมีความหนาแน่น ของรงควัตถุที่อยู่รอบๆเลนส์มากกว่าผึ้งทั้งสองกลุ่มที่กล่าวมา เมื่อตัดตามยาวขนาดของเลนส์จะมีขนาดใกล้เคียงกับของผึ้งนางพญา แต่จะมีขนาดเล็กกว่าของผึ้งวรรณะตัวผู้ (รูปที่ 4.17) เมื่อตัดตามขวาง จะพบว่ามีรูปร่างตั้งแต่เป็นหกเหลี่ยม (รูปที่ 4.21, 4.22)

<u>เซลล์เรตินา</u> เมื่อตัดตามยาว พบว่าแต่ละ ออมาติเดียม จะมีแรบดอมเป็นแกนอยู่ตรงกลาง โดยมีเซลล์เรตินาล้อมรอบอยู่และพบเซลล์รงควัตถุกระจายอยู่รอบๆ มีความหนาแน่นมากและมากกว่าของผึ้งวรรณะผึ้งนางพญาและของผึ้งตัวผู้ ทำให้เห็นออมาติเดียมแต่ละอันแยกกันออกอย่างชัดเจนมาก ที่ฐานของเซลล์เรตินาจะพบรงควัตถุรวมกลุ่มกันอย่างหนาแน่นมากทำให้มองเห็นเป็นแถบสีดำขนาดใหญ่โค้งเป็นแนวยาวตามแนวโค้งของตาประกอบ และพบว่ามีความหนาแน่นมาก

กว่า ของผึ้งทั้งสองกลุ่มที่กล่าวมาแล้ว (รูปที่ 4.18) เมื่อตัดตามแนวขวาง พบว่าแต่ละออมาติเดียม มีแรบดอมเป็นวงกลมสีดำเข้มอยู่ตรงกลางล้อมรอบด้วยเซลล์เรตินาจำนวน 8 เซลล์ แต่พบว่าแต่ละเซลล์จะแยกกันออกไม่ชัดเจนเท่ากับของวรรณะผึ้งตัวผู้ เนื่องจากขนาดของเซลล์เรตินามีขนาดเล็กกว่าของผึ้งตัวผู้จึงทำให้ขนาดของออมาติเดียมเล็กกว่าด้วย แต่มีขนาดใกล้เคียงกับของผึ้งนางพญา (รูปที่ 4.22, 4.23)

<u>รงควัตถุ</u> พบกระจายรอบๆเลนส์ ลงมาจนถึงฐานของเซลล์เรตินา พบว่ามีความหนาแน่นมากกว่าของผึ้งวรรณะผึ้งนางพญาและผึ้งตัวผู้ (รูปที่ 4.19, 4.22)

1.2 ผลการทดลอง ในผึ้งหลวง (<u>Apis dorsata</u>) ในวรรณะผึ้งงาน

<u>ตาประกอบ</u> ประกอบด้วยออมาติเดียม จำนวน 6027.67 ± 116.76 หน่วย ขนาดของตาประกอบและขนาด ของออมาติเดียมของผึ้งงานของผึ้งหลวง มีขนาดใหญ่กว่าของผึ้งมิ้ม ในวรรณะผึ้งงานและผึ้งนางพญา แต่จะมีขนาดเล็กกว่าของผึ้งตัวผู้ของผึ้งมิ้ม (รูปที่ 4.24, 4.28)

<u>ออมาติเดียม</u>

<u>กระจกตา</u> เมื่อตัดตามยาว พบอยู่ส่วนบนสุดของออมาติเดียม (รูปที่ 4.25) เมื่อตัดตามขวาง พบเป็นวงอยู่รอบนอกของออมาติเดียม (รูปที่ 4.28)

<u>เลนส์</u> มีลักษณะโดยทั่วไปเหมือนกับผึ้งมิ้มทั้งสามวรรณะความแตกต่างที่พบ คือ ขนาด และพบว่ามีขนาดเล็กกว่าของผึ้งมิ้มในวรรณะผึ้งตัวผู้ และใหญ่กว่าของผึ้งนางพญาและผึ้งงานเพียงเล็กน้อย ความหนาแน่นของรงควัตถุที่อยู่รอบๆเลนส์จะใกล้เคียงกับของผึ้งงานของผึ้งมิ้มและมากกว่าของผึ้งนางพญา และผึ้งตัวผู้ของผึ้งมิ้ม ตามลำดับ (รูปที่ 4.25, 4.26, 4.30)

<u>เซลล์เรตินา</u> เมื่อตัดตามยาว พบว่ามีลักษณะโดยทั่วไปเหมือนกันกับผึ้งทั้งสามกลุ่มของผึ้งมิ้มแต่มีขนาดที่ต่างกัน คือจะมีขนาดเล็กกว่าของผึ้งตัวผู้ของผึ้งมิ้ม และมีขนาดใหญ่กว่าของผึ้งงานและผึ้งนางพญาของผึ้งมิ้ม ความหนาแน่นของรงควัตถุ ที่อยู่รอบๆเซลล์เรตินาและบริเวณฐานของเซลล์จะมีความหนาแน่นใกล้เคียงกับของผึ้งงานของผึ้งมิ้ม และหนาแน่นมากกว่าผึ้งนางพญาและผึ้งตัวผู้ของผึ้งมิ้ม (รูปที่ 4.26,4.27) เมื่อตัดตามขวาง พบว่าแต่ละออมาติเดียมประกอบไปด้วยเซลล์เรตินาจำนวน 8 เซลล์ แต่ละเซลล์มองเห็นขอบเขตได้ชัดเจน ทั้ง 8 เซลล์ จะมีขนาดใกล้เคียงกัน (รูปที่ 4.31)

<u>รงควัตถุ</u> พบกระจายตั้งแต่รอบๆเลนส์ กระจายลงมาจนถึงส่วนฐาน ของเซลล์เรตินา ความหนาแน่นของรงควัตถุโดยรวม พบว่าหนาแน่นมากใกล้เคียงกับผึ้งมิ้มในวรรณะผึ้งงาน แต่มากกว่าผึ้งนางพญาและผึ้งตัวผู้ของผึ้งมิ้ม (รูปที่ 4.26, 4.27, 4.30)

2. <u>ผลการศึกษาโครงสร้างของตาประกอบโดยใช้กล้องจุลทัศน์อิเลคตรอนแบบส่องผ่าน</u> (TEM)

จากการศึกษาด้วยกล้องจุลทัศน์อิเลคตรอน พบว่าอัลตราสตรัคเจอร์ของตาประกอบของผึ้งทั้ง 4 กลุ่ม มีลักษณะโครงสร้างหลักๆที่เหมือนกันดังนี้คือ

ตาประกอบแต่ละข้างของผึ้ง ประกอบด้วยหน่วยย่อยที่เรียกว่า ออมาติเดียม ในแต่ละวรรณะของผึ้งแต่ละชนิดที่ทำการศึกษามีจำนวนที่แตกต่างกัน แต่ละหน่วยมีรูปร่างเหมือนกันตลอดทั้งหมด และแต่ละออมาติเดียมแบ่งแยกกันออกไปโดยเยื่อหุ้มเซลล์ของเซลล์รงควัตถุ ที่ล้อมรอบแต่ละเซลล์ นอกจากนั้นแต่ละออมาติเดียม แบ่งออกได้เป็น 2 บริเวณ คือ ไดออพตริก แอพพาราตัส ซึ่งประกอบไปด้วยกระจกตาและเลนส์ ที่ฐานของเลนส์จะติดต่อโดยตรงกับแรบดอม ถัดลงไปเป็นส่วนที่เรียกว่า รีเซพทีฟ แอพพาราตัส ประกอบไปด้วยเซลล์รับความรู้สึกหรือเซลล์เรตินา มีอยู่ 8 เซลล์ เรียงกันเป็นรูปวงกลมล้อมรอบแรบดอมซึ่งถือว่าเป็นแกนกลางของออมาติเดียม แรบดอมเกิดจาก ไมโครวิลไลของเซลล์เรตินา ที่ยื่นออกมาจากด้านในของเซลล์ ซึ่งแต่ละเซลล์จะยื่นออกมาในแนวตั้งฉากกับแกนกลางของออมาติเดียม ทำให้แรบดอมแบ่งเป็น 4 ส่วน ที่มีขนาดใกล้เคียงกัน

<u>เลนส์</u> ประกอบไปด้วยการรวมกลุ่มของเซลล์โคนจำนวน 4 เซลล์แต่ละเซลล์จะมีเยื่อหุ้มเซลล์ที่แยกขอบเขตของแต่ละเซลล์อย่างเห็นได้ชัด ภายในไซโตพลาสซึมประกอบไปด้วย เม็ดแกรนูลจำนวนมากกระจายอยู่ภายในเซลล์ เซลล์โคนมีเยื่อหุ้มเซลล์ 2 ชั้น รอบๆเลนส์มีเซลล์ล้อมรอบอยู่ 2 ชนิด คือเซลล์รงควัตถุพื้นฐาน มีนิวเคลียสอยู่บริเวณโคนของเซลล์ ซึ่งมีจำนวน 2 เซลล์ และถัดออกไปเป็น เซลล์รงควัตถุชนิดยาว เป็นเซลล์ที่มีนิวเคลียสขนาดใหญ่

<u>แรบดอม</u> เกิดจากไมโครวิลไลที่ยื่นออกมาจากด้านในของเซลล์เรตินา โดยที่แต่ละเซลล์จะยื่นไมโครวิลไลออกมาในแนวตั้งฉาก เมื่อตัดตามแนวขวางพบว่ามีลักษณะคล้ายหลอดรวงผึ้ง ผนังของไมโครวิลไลจะหนา แรบดอมประกอบด้วยรงควัตถุรับแสง (visual pigment) ซึ่งมีความสามารถในการหักเห หรือวิเคราะห์ภาพและแสงที่มาเข้าตา ฉะนั้นการเรียงตัวของไมโครวิลไลจะเรียงกันเป็นสองแนว คือ ในไมโครวิลไลของเซลล์ที่จับคู่กัน จะเรียงในแนวขนานกันและจะ

ตั้งฉากกับแกนของออมาติเดียมและทำมุมกับไมโครวิลไลของเซลล์คู่อื่นๆที่อยู่ด้านข้างสองข้าง แต่จะเรียงตัวในแนวเดียวกันกับไมโครวิลไลของเซลล์ที่อยู่ตรงกันข้ามกัน ทำให้แบ่งแรบดอมออกเป็น 4 ส่วน เห็นได้อย่างชัดเจน

<u>เซลล์เรตินา</u> แต่ละออมาติเดียม ประกอบไปด้วยเซลล์เรตินาประมาณ 8 เซลล์ ล้อมรอบแกนหรือแรบดอมเป็นรูปวงกลม เยื่อหุ้มเซลล์เรตินาสองเซลล์ที่ประชิดกันจะมีเดสโมโซม (desmosome) เกิดขึ้นที่บริเวณใกล้แรบดอม เซลล์เรตินาแต่ละเซลล์มีรูปร่างเป็นรูปทรงกระบอก เมื่อตัดตามแนวยาวและจะมีรูปร่างค่อนข้างเป็นรูปสามเหลี่ยมเมื่อตัดตามแนวขวางและสามารถแบ่งไซโตพลาสซึมออกได้เป็น 2 ส่วน คือ ไซโตพลาสซึมส่วนใน ซึ่งประกอบไปด้วยเฮ็นโดพลาสมิกเรติคูลัม ชนิดไม่มีแกรนูล จำนวนมากกระจายอยู่เป็นแนวรัศมีล้อมรอบแรบดอม นอกจากนี้ยังพบรงควัตถุกระจายอยู่ปะปนกับออร์แกเนลล์อื่นๆในไซโตพลาสซึมส่วนนี้ด้วย อีกส่วนหนึ่งเป็นไซโตพลาสซึมส่วนนอก ซึ่ง 90 % ของไซโตพลาสซึม ประกอบไปด้วยไมโตคอนเดรีย และที่เหลือจะมีเฮ็นโดพลาสมิกเรติคูลัมชนิดมีแกรนูล และออร์แกเนลล์อื่น รอบๆเซลล์เรตินาจะพบรงควัตถุชนิดยาวล้อมรอบ ตั้งแต่ส่วนบนลงมาจนถึงส่วนฐานของเซลล์

<u>เซลล์รงควัตถุ</u> (pigment cell) รงควัตถุที่พบในแต่ละออมาติเดียม แบ่งออกเป็น 3 ชนิดคือ

<u>เซลล์รงควัตถุพื้นฐาน</u> (principle pigment cell) พบอยู่รอบๆเลนส์มีจำนวน 2 เซลล์ ล้อมรอบเลนส์ตลอดความยาวของเลนส์ โดยที่นิวเคลียสจะอยู่ที่ฐานของเลนส์ บริเวณที่เลนส์พบกับแรบดอม เป็นเซลล์ที่มีขนาดใหญ่ ภายในไซโตพลาสซึม จะพบไมโครทิวบูลและรงควัตถุเป็นจำนวนมาก

<u>เซลล์รงควัตถุชนิดยาว</u> (long pigment cell) พบอยู่รอบๆเลนส์ด้านนอก ถัดจากรงควัตถุชนิดแรกออกมา เป็นเซลล์ยาวตลอดตั้งแต่กระจกตาจนถึงฐานของเซลล์เห็นได้ชัดเจน มีนิวเคลียสอยู่ที่บริเวณตรงกลางของส่วนกลางของเซลล์ที่แบ่งเซลล์นี้เป็นสามส่วน ภายในไซโตพลาสซึมมีแกรนูลของรงควัตถุ และไมโครทิวบูล

<u>เซลล์รงควัตถุที่ฐาน</u> (basal pigment cells) เป็นเซลล์สั้นๆ อยู่ที่ฐานของแรบดอม มีแกรนูลของรงควัตถุขนาดใหญ่

ในที่นี้ได้ศึกษาเฉพาะภาคตัดขวางของ ออมาติเดียม ในระดับเลนส์และแรบดอม เท่านั้น มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1.1 วรรณะผึ้งนางพญา

<u>เลนส์</u> เป็นเซลล์อยู่ด้านล่างของกระจกตา มีรูปร่างคล้ายกรวย ด้านบนกว้างแล้วค่อยๆ เรียวเล็กลง โดยเส้นผ่านศูนย์กลางด้านบนจะมากกว่าด้านล่างที่ติดกับแรบดอม ประมาณ 5 เท่า จากผลการทดลอง เลนส์ ภาคตัดขวางของผึ้งนางพญา จะมีรูปร่างค่อนข้างกลม จากรูปที่ 4.32 วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางด้านกว้างของเลนส์ มีค่า 2.6 ไมครอน ด้านยาวได้ 3.0 ไมครอน เลนส์ประกอบด้วยเซลล์โคนจำนวน 4 เซลล์ มารวมกัน ภายในเซลล์มีแกรนูลละเอียดเล็กๆเต็มเซลล์ แต่ละเซลล์มีผนัง 2 ชั้น และแกรนูลภายในเซลล์จะเปียดนิวเคลียส จนไปอยู่ชิดขอบเซลล์ รอยต่อระหว่างเซลล์โคนบางบริเวณ จะมีรอยเว้าเล็กน้อย

เลนส์จะถูกล้อมรอบด้วย เซลล์รงควัตถุพื้นฐาน 2 เซลล์ ซึ่งเป็นเซลล์ยาว ล้อมรอบจากบนลงไปถึงด้านล่างของเลนส์ และที่ด้านล่างของเซลล์ จะมีไซโตพลาสซึมหนาแน่นมากกว่า และมีรงควัตถุมากกว่าด้านบนจึงทำให้เลนส์ที่ล้อมรอบด้วยเซลล์รงควัตถุพื้นฐานมีรูปร่างเป็นทรงกระบอก และที่โคนของเซลล์ซึ่งติดต่อกับแรบดอมจะเป็นที่อยู่ของนิวเคลียส

ที่ฐานของทั้งเลนส์และเซลล์รงควัตถุพื้นฐาน จะเห็นไมโครทิวบูลอยู่รวมกันเป็นกลุ่ม โดยเห็นเป็นแนวขนานกับแกนของออมาติเดียม (รูปที่ 4.32) บริเวณที่เลนส์ติดต่อกับแรบดอม จะมีแขนง 4 อัน จากเลนส์ยื่นเข้าไปในเซลล์เรตินา เรียกว่าไฟบริลลา โพรเซส ซึ่งภายในไฟบริลลา โพรเซส มีไมโครทิวบูลประมาณ 8 อัน และไฟบริลลา โพรเซส จะอยู่ถัดจากเดสโมโซม ของเซลล์เรตินา (รูปที่ 4.34) โดยที่ปลายจะไปรวมกับแรบดอมที่ฐานของเซลล์ คาดว่าแขนงของไฟบริลลา โพรเซส นี้เป็นตัวเชื่อมส่วน ไดออพตริกแอพพาราตัส กับเซลล์เรตินา หรือส่วน รีเซพทีฟแอพพาราตัส ซึ่งเลนส์นอกจากจะติดต่อกับแรบดอมแล้วยังติดต่อกับไซโตพลาสซึมของเซลล์เรตินาด้วย

<u>แรบดอม</u> เกิดจากไมโครวิลไลที่ยื่นออกมาจากผนังด้านในของเซลล์เรตินา เข้าไปภายในช่องว่างของออมาติเดียม ไมโครวิลไลของแต่ละเซลล์มีขนาดตามยาว 2 แนว ตั้งฉากกับแกน มีรงควัตถุรับแสง เกาะอยู่ตามผนังทั่วไปอย่างหนาแน่นทำให้เห็นแรบดอมเป็นสีดำ จากรูปที่ 4.35 พบว่าไมโครวิลไลของเซลล์เรตินา 2 เซลล์ ที่อยู่ติดกันจะยื่นออกมาในแนวเดียวกันและ 2 เซลล์ที่อยู่ตรงกันข้ามกัน จะมีแนวของไมโครวิลไลแนวเดียวกัน และจะตั้งฉากกับไมโครวิลไล ของ 2 กลุ่มที่อยู่ข้างๆ จึงทำให้แรบดอมแบ่งออกเป็น 4 บริเวณ ซึ่งจากรูปจะเห็นว่าบริเวณที่อยู่ตรงกันข้ามกันจะเหมือนกันนั่นคือ บริเวณ 1 และ 3 ไมโครวิลไล มีรูปร่างเป็นแท่งยาวเรียงกันอยู่อย่างเป็นระเบียบ และยื่นออกมาในแนวตั้งฉากกับกับบริเวณ 2 และ 4 และจะตั้งฉากกับแกนของเซลล์เรตินา ส่วนบริเวณ 2 และ 4 ไมโครวิลไล จะยื่นออกมาในแนวตั้งฉากกับบริเวณ 1 และ 3 และตั้งฉากกับแกนของเซลล์เรตินาเช่นกัน นอกจากนี้ไม่พบว่าแต่ละไมโครวิลไล มีผนังมาติดต่อหรือเชื่อมโยงกัน จากรูปจะเห็นว่า แรบดอมของผึ้งนางพญา มีรูปร่างคล้ายสี่เหลี่ยมผืนผ้า (รูปที่ 4.35)

<u>เซลล์เรตินา</u> โดยทั่วๆไปแต่ละออมาติเดียมมีเซลล์เรตินาจำนวน 8 เซลล์ ติดกันอยู่ด้านในมีไมโครวิลไล ยื่นออกไป รวมกลุ่มกันกลายเป็นแรบดอม ทำหน้าที่รับแสงที่ส่งตรงมาจาก เลนส์ ถ้าดูภาคตัดขวางจะเห็นเซลล์เรตินา มีรูปร่างค่อนข้างจะเป็นสามเหลี่ยม และแบ่งไซโตพลาสซึมออกเป็นสองบริเวณคือ บริเวณไซโตพลาสซึมส่วนนอกและไซโตพลาสซึมส่วนใน จากรูปที่ 4. 34 ไซโตพลาสซึมส่วนนอก กว้างประมาณสามเท่า ของส่วนใน ซึ่งไซโตพลาสซึมส่วนในจะอยู่ติดกับแรบดอม บริเวณนี้ส่วนมากจะมีเวสซิเคิล (vesicle) เฮ็นโดพลาสมิกเรติคิสัมชนิดไม่มีแกรนูลและแกรนูลของรงควัตถุกระจายอยู่รอบๆแรบดอม ส่วนบริเวณไซโตพลาสซึมส่วนนอก จะประกอบไปด้วยไมโตคอนเดรียประมาณ 85 % ที่เหลือเป็นเฮ็นโดพลาสมิกเรติคูลัมชนิดมีแกรนูลปะปนอยู่กับออร์แกเนลล์อื่นๆ (รูปที่ 4.33) และจากการทดลองวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของไมโตคอนเดรียด้านกว้างโดยเฉลี่ยได้ประมาณ 1.4 ± 0.52 ไมครอน เส้นผ่านศูนย์กลางด้านยาวโดยเฉลี่ยได้ประมาณ 1.83 ± 0.14 ไมครอน

จากการรวมกลุ่มของเซลล์เรตินาทั้ง 8 เซลล์ นั้น ระหว่างคู่ของเซลล์ 2 เซลล์ ที่มีแรบโดเมียร์คล้ายกัน จะมีไฟบริลลา โพรเซส อยู่ถัดจากเดสโมโซม จึงทำให้แต่ละออมาติเดียมมีไฟบริลลา โพรเซส อยู่ 4 อัน จากรูปที่ 4.33 พบเซลล์เอคเซนตริก คือเซลล์ที่ 4 จะมีความหนาแน่นของออร์แกเนลล์มากที่สุด และพบว่าเซลล์ที่อยู่ตรงกันข้ามกันคือ 8 จะมีขนาดเล็กที่สุด

และมีความหนาแน่นของออร์แกเนลล์ภายในเซลล์น้อยที่สุด แต่พบว่าทั้งสองเซลล์จะมีขนาดเล็กกว่าเซลล์อื่นๆ นอกจากนี้จะพบช่องว่างระหว่างเซลล์เรตินาทั้ง 8 เซลล์ (รูปที่ 4.34)

ถัดจากเซลล์เรตินาไปด้านนอกมีเซลล์รงควัตถุชนิดยาวอยู่รอบๆตามแนวยาว ซึ่งภายในไซโตพลาสซึมของเซลล์รงควัตถุชนิดยาวนี้ จะมีแกรนูลของรงควัตถุกระจายอยู่ทั่วไป

<u>เซลล์รงควัตถุพื้นฐาน</u> มีอยู่ 2 เซลล์ รอบๆเลนส์ ภายในไซโตพลาสซึมพบไมโครทิวบูลกระจายอยู่รอบๆเยื่อหุ้มเซลล์ด้านที่ติดกับเลนส์ นอกจากนี้ยังมีแกรนูลขนาดใหญ่ของรงควัตถุ กระจายอยู่บริเวณรอบๆ เลนส์ เป็นจำนวนมาก (รูปที่ 4.32)

<u>เซลล์รงควัตถุชนิดยาว</u> พบตั้งแต่รอบๆเซลล์รงควัตถุพื้นฐาน บริเวณส่วนบนสุดของเลนส์เป็นแนวยาวลงมาจนถึงฐานของเซลล์เรตินา พบว่ามีแกรนูลของรงควัตถุขนาดใหญ่กระจายอยู่ทั่วไปในไซโตพลาสซึม และปริมาณของรงควัตถุจะลดลงจากบนลงล่างนั่นคือ ที่ฐานของเซลล์ ปริมาณของรงควัตถุจะน้อยกว่าบริเวณที่อยู่เหนือขึ้นไป และพบว่าผนังของเยื่อหุ้มเซลล์ของเซลล์รงควัตถุชนิดยาว ที่อยู่บริเวณรอบๆเซลล์เรตินานี้จะหนาและจะบางลงเมื่ออยู่ที่บริเวณฐานของเซลล์ เซลล์รงควัตถุชนิดยาว จะมีหน้าที่ในการป้องกันแสงที่ผ่านลงมาในแต่ละออมาติเดียมไม่ให้หลุดลอดไปยังออมาติเดียมอันอื่น และแยกขอบเขตของแต่ละออมาติเดียมออกจากกัน (รูปที่ 4.33)

2.1.2 วรรณะผึ้งตัวผู้

<u>เลนส์</u> มีรูปร่างคล้ายรูปไข่ ประกอบด้วยเซลล์โคน 4 เซลล์ ที่ยึดกันแน่นแต่ละเซลล์มีเยื่อหุ้มเซลล์ 2 ชั้น และแต่ละเซลล์จะมีความเข้มของการติดสีไม่เท่ากัน ไม่พบนิวเคลียสของเซลล์ และที่รอยต่อของเยื่อหุ้มเซลล์ของเซลล์โคนด้านนอก จะไม่มีแนวโค้งเว้าเหมือนใน ผึ้งนางพญา ภายในไซโตพลาสซึมเต็มไปด้วยเม็ดแกรนูลที่มีขนาดเท่ากันกระจายอยู่เต็มเซลล์ รอบๆผนังเลนส์พบไมโครทิวบูล ซึ่งเป็นท่อที่อยู่ในแนวตั้งฉากกับแกนของออมาติเดียม และเลนส์ถูกล้อมด้วยเซลล์รงควัตถุพื้นฐาน 2 เซลล์ แต่ละเซลล์ พบแกรนูลขนาดใหญ่อยู่เป็นจำนวนมาก และมากกว่าในวรรณะผึ้งงาน จากรูปที่ 4.35 เมื่อวัดเส้นผ่านศูนย์กลางด้านกว้างมีค่า 3.6 ไมครอน และด้านยาวได้ 6.6 ไมครอน (รูปที่ 4.36)

<u>แรบดอม</u> ฝั้งในวรรณะตัวผู้ มีรูปร่างของแรบดอมแตกต่างจากของฝั้งวรรณะนางพญา อย่างชัดเจนคือมีรูปร่างยาวคล้ายรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ที่ผนังของด้านกว้างทั้งสองข้างมีส่วนที่ยื่นออกไปเป็นแง่ข้างละสองแง่ ทำให้ตรงกลางค่อนข้างเว้าเล็กน้อยจึงทำให้แรบดอมมีรูปร่างคล้ายแท่งกระดูกแข็ง ไมโครวิลไลของแต่ละเซลล์เรตินาที่อยู่ติดกันจะเรียงตัวในแนวเดียวกันและจะเหมือนกับคู่ที่อยู่ตรงกันข้ามรูปที่ 4.38 เซลล์ที่ 1,2 จะเหมือนกับเซลล์ที่ 5,6 และเซลล์ที่ 3,4 เหมือนกับเซลล์ที่ 7,8 จะเห็นว่าไมโครวิลไลของเซลล์ทั้งสองกลุ่ม จะเรียงตัวในแนวตั้งฉากกัน และตั้งฉากกับแกนของออมาติเดียม แขนงของไมโครวิลไล ที่ตรงขอบของแรบดอม ที่ยื่นเข้าไปในไซโตพลาสซึมส่วนใน จะมีความเป็นระเบียบมากกว่าแรบดอมของฝั้งนางพญา ภายในแต่ละไมโครวิลไลจะมีแกรนูลเล็กๆของรงควัตถุกระจายอยู่อย่างหนาแน่น ทำให้แรบดอมเห็นเป็นสีดำเข้ม ข้อแตกต่างจากวรรณะฝั้งนางพญาอีกอย่างหนึ่งคือ แรบดอมของฝั้งตัวผู้ทั้ง 4 ส่วน นั้นจะแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีขนาดเล็ก 2 ส่วน และขนาดใหญ่ 2 ส่วน ซึ่งแต่ละส่วนจะอยู่ตรงกันข้ามกัน ดังรูปที่ 4.39

<u>เซลล์เรตินา</u> แต่ละออมาติเดียมประกอบด้วยเซลล์เรตินาจำนวน 8 เซลล์โดยมีขนาดใกล้เคียงกันจำนวน 6 เซลล์ และอีก 2 เซลล์ เป็นเซลล์ที่มีขนาดเล็ก จากรูปที่ 4.38 คือเซลล์ที่ 4 กับเซลล์ที่ 8 ในภาคตัดขวางแต่ละเซลล์มีรูปร่างค่อนข้างเป็นรูปสามเหลี่ยม และแบ่งไซโตพลาสซึมออกเป็นสองส่วนคือ ไซโตพลาสซึมส่วนนอกและไซโตพลาสซึมส่วนใน โดยที่ไซโตพลาสซึมส่วนนอกกว้างประมาณสามเท่าของส่วนใน ซึ่งไซโตพลาสซึมส่วนใน ประกอบด้วยเอ็นโดพลาสมิกเรติคูลัมชนิดไม่มีแกรนูลกระจายอยู่รอบๆแรบดอม ซึ่งจะพบมากกว่าวรรณะฝั้งนางพญา และมีเวสซิเคิลกระจายอยู่ทั่วไป ระหว่างเยื่อหุ้มเซลล์ 2 เซลล์ที่มีแรบโดเมียร์เหมือนกันจะมีไฟบริลลา โพรเซสอยู่ถัดจากเดสโมโซมและมีจำนวน 4 อัน ในขณะที่มีเดสโมโซมทั้งหมด 8 อัน สำหรับบริเวณไซโตพลาสซึมส่วนนอกจะมีไมโตคอนเดรียอยู่เป็นจำนวนมากประมาณ 90-95 % วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางด้านกว้างของไมโตคอนเดรีย โดยเฉลี่ยประมาณ 0.92 ± 0.14 ไมครอน ด้านยาวประมาณ 1.04 ± 0.14 ไมครอน ที่เหลือเป็นเอ็นโดพลาสมิกเรติคูลัมและออร์แกเนลล์อื่นๆ (รูปที่ 4.38) พบช่องว่างระหว่างเซลล์เช่นเดียวกับที่พบในฝั้งนางพญา (รูปที่ 4.39)

ถัดจากเซลล์เรตินาออกไปด้านนอกจะเป็นเซลล์รงควัตถุชนิดยาว ซึ่งล้อมรอบกลุ่มของเซลล์เรตินาเป็นแนวยาวลงไปจนถึงฐานของเซลล์และทำหน้าที่แยกขอบเขตของแต่ละออมาติเดียมออกจากกัน

<u>เซลล์รงควัตถุพื้นฐาน</u> มีจำนวน 2 เซลล์ อยู่บริเวณรอบๆเลนส์ ภายในไซโตพลาสซึมบริเวณรอบๆเลนส์ พบไมโครทิวบูลอยู่เป็นจำนวนมาก ถัดออกไปจะเป็นแกรนูลของรงควัตถุ ที่มีขนาดใหญ่กระจายอยู่รอบๆ และพบเวสซิเคิล ปะปนอยู่บ้างเล็กน้อย ข้อแตกต่างที่เห็นได้ชัดจากผึ้งวรรณะผึ้งนางพญา คือ ขนาดของแกรนูลของรงควัตถุ ที่อยู่ในเซลล์รงควัตถุพื้นฐานจะมีนาดใหญ่กว่าและเห็นได้ชัดกว่าของผึ้งนางพญา (รูปที่ 4.36) จากรูปดังกล่าวเป็นการตัดเลนส์โดยผ่านส่วนฐานของเลนส์ เนื่องจากพบนิวเคลียส ซึ่งอยู่ในบริเวณถัดจากเลนส์ไปเล็กน้อย

<u>เซลล์รงควัตถุชนิดยาว</u> พบอยู่รอบๆรงควัตถุพื้นฐาน เป็นแนวยาวลงมาจนถึงฐานของเซลล์เรตินา จากการทดลองพบเฉพาะ รอบๆเซลล์เรตินาด้านนอก (รูปที่ 4. 37) ภายในไซโตพลาสซึมมีแกรนูลของรงควัตถุที่ทำหน้าที่ในการป้องกันแสงที่ผ่านเข้ามาในแต่ละออมาติเดียมไม่ให้หลุดลอดไปยังออมาติเดียมอันอื่น และแยกขอบเขตของแต่ละออมาติเดียมออกจากกัน

2.1.3 วรรณะผึ้งงาน

<u>เลนส์</u> ภายในเลนส์ประกอบด้วยเซลล์โคนจำนวน 4 เซลล์ ซึ่งภายในไซโตพลาสซึมของแต่ละเซลล์ประกอบไปด้วยแกรนูลเม็ดเล็กๆกระจายอยู่เต็มเซลล์ ที่ขอบของเซลล์ด้านนอก แต่ละเซลล์มีไมโครทิวบูลปรากฏอยู่ทั่วไปรวมทั้งไมโครทิวบูลที่อยู่ภายในไซโตพลาสซึมของเซลล์รงควัตถุพื้นฐาน ทั้งสองเซลล์ที่อยู่รอบข้าง จะรวมกลุ่มกัน และกระจายรอบๆเลนส์ พบว่าเลนส์ของผึ้งงานมีรูปร่างเป็นรูปไข่ คล้ายของวรรณะผึ้งตัวผู้ แต่ที่แตกต่างคือ ที่รอยต่อระหว่างเซลล์โคนจะมีรอยโค้งเว้าเล็กน้อย ซึ่งลักษณะดังกล่าวจะคล้ายกันกับเลนส์ของผึ้งนางพญา ที่แตกต่างจากผึ้งวรรณะผึ้งตัวผู้และผึ้งนางพญา คือ แกรนูลขนาดใหญ่ที่อยู่ในเซลล์รงควัตถุพื้นฐาน มีปริมาณน้อยกว่าในวรรณะผึ้งตัวผู้ ลักษณะอื่นๆ โดยทั่วไปคล้ายกับในผึ้งตัวผู้ จากรูปที่ 4.40 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางด้านกว้างของเลนส์ มีค่าประมาณ 2.7 ไมครอน ด้านยาวประมาณ 6.6 ไมครอน

<u>แรบดอม</u> มีรูปร่างที่แตกต่างจากผึ้งทั้งสองกลุ่มที่กล่าวไปแล้วข้างต้นโดยผึ้งในวรรณะ นี้จะมีรูปร่างเป็นทรงกลมจนถึงวงรีคล้ายรูปไข่ แรบดอมแบ่งเป็น 4 ส่วน ไมโครวิลไลของเซลล์เรตินาที่เหมือนกันและอยู่ชิดกัน รูปที่ 4.41 เซลล์ที่ 1 และ 2 จะเรียงตัวเหมือนกันกับไมโครวิลไล

ของเซลล์คู่ที่อยู่ตรงกันข้าม (เซลล์ที่ 5 และ 6) และเรียงตัวในแนวตั้งฉากกับไมโครวิลไล ของเซลล์คู่ที่อยู่ด้านข้างทั้งสองคู่ (เซลล์ที่ 3,4 และ เซลล์ที่ 7,8) ซึ่งไมโครวิลไลทั้งหมดจะเรียงตัวในแนวตั้งฉากกับแกนของเซลล์เรตินา จะเห็นว่าการเรียงตัวของไมโครวิลไลของฝั้งงานนี้จะมีความเป็นระเบียบและไม่ซับซ้อนเหมือนฝั้งนางพญาและฝั้งตัวผู้ นอกจากนี้จะเห็นว่าไม่พบช่องว่างระหว่างแรบดอมกับไซโตพลาสซึมส่วนในของเซลล์เรตินาเหมือนวรรณะฝั้งนางพญาและวรรณะฝั้งตัวผู้ และพบว่าขนาดของแรบดอมที่อยู่ตรงกันข้ามกันจะมีขนาดเท่ากัน โดยที่แรบดอมที่เป็นส่วนของเซลล์ที่ 1,2 และ เซลล์ที่ 5,6 จะมีขนาดใหญ่กว่า เซลล์ที่ 3,4 และ เซลล์ที่ 7,8 (รูปที่ 4.42)

<u>เซลล์เรตินา</u> แต่ละออมาติเดียมประกอบไปด้วยเซลล์เรตินาจำนวน 8 เซลล์ พบเซลล์เอคเซนตริก คือเซลล์ที่ 4 จะเป็นเซลล์ที่มีความหนาแน่น ของไซโตพลาสซึมมาก แต่เป็นเซลล์ที่มีขนาดเล็กและใกล้เคียงกับเซลล์ที่ อยู่ตรงกันข้าม คือ เซลล์ที่ 8 ซึ่งเป็นเซลล์ที่มีขนาดเล็กที่สุดและมีความหนาแน่นของไซโตพลาสซึมน้อยที่สุด (รูปที่ 4.41) ซึ่งลักษณะดังกล่าวจะเหมือนกันกับวรรณะฝั้งตัวผู้และวรรณะฝั้งนางพญา พบเดสโมโซมอยู่ระหว่างเยื่อหุ้มเซลล์ จากเดสโมโซมถัดออกมาทางด้านนอก จะพบไฟบริลลา โพรเซส 4 อัน ระหว่างเยื่อหุ้มเซลล์ของคู่ของเซลล์ที่มีแรบโดเมียร์เหมือนกัน ภาคตัดขวางของเซลล์เรตินา มีรูปร่างค่อนข้างเป็นรูปสามเหลี่ยม เช่นเดียวกับวรรณะอื่นและแบ่งไซโตพลาสซึมออกเป็นสองส่วน โดยที่ไซโตพลาสซึมส่วนนอก กว้างประมาณ 2 - 4 เท่า ของไซโตพลาสซึมส่วนใน ที่บริเวณภายในไซโตพลาสซึมส่วนใน จะพบเฮ็นโดพลาสมิกเรติคูลัม ชนิดไม่มีแกรนูล และพบว่ามีปริมาณใกล้เคียงกับฝั้งนางพญาแต่น้อยกว่าในฝั้งตัวผู้ และพบเวสซิเคิลเล็กน้อย ส่วนที่เป็นไซโตพลาสซึมส่วนนอกประกอบไปด้วยไมโตคอนเดรียอยู่เป็นจำนวนมาก ส่วนใหญ่กระจายภายในไซโตพลาสซึมใกล้ขอบของเยื่อหุ้มเซลล์ ซึ่งถือเป็นออร์แกเนลล์ที่เด่นที่สุดในแต่ละเซลล์ มีประมาณ 90 % ของไซโตพลาสซึม และเมื่อวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของไมโตคอนเดรียด้านกว้าง โดยเฉลี่ยได้ประมาณ 0.33 ± 0.06 ไมครอน ด้านยาวได้ประมาณ 0.47 ± 0.05 ไมครอน (รูปที่ 4.41) และพบว่าไมโตคอนเดรียของฝั้งงานมีคริสตีค่อนข้างจะยาวกว่าฝั้งกลุ่มอื่น ถัดออกไปด้านนอกของเซลล์เรตินาจะพบเซลล์รงควัตถุชนิดยาว ล้อมรอบเป็นแนวยาวลงไปจนถึงฐานของเซลล์

1178593838

<u>เซลล์รงควัตถุพื้นฐาน</u> มีจำนวน 2 เซลล์ ล้อมรอบเลนส์ ภายในไซโตพลาสซึมพบไมโครทิวบูล เรียงอยู่ในแนวรอบๆเลนส์อย่างหนาแน่น ถัดออกไปพบแกรนูลขนาดใหญ่ของรงควัตถุกระจายอยู่ทั่วไปในบริเวณไซโตพลาสซึม ที่อยู่รอบๆเลนส์ (รูปที่ 4.40)

<u>เซลล์รงควัตถุชนิดยาว</u> พบเป็นแนวยาวตั้งแต่รอบๆเซลล์รงควัตถุพื้นฐาน ซึ่งมีขอบเขตตั้งแต่ส่วนบนสุดของเลนส์ ลงมาจนถึงฐานของเซลล์เรตินา ภายในไซโตพลาสซึม พบว่ามีเม็ดของรงควัตถุขนาดใหญ่กระจายอยู่ในไซโตพลาสซึม ทำให้เห็นขอบเขตของแต่ละออมาติเดียมอย่างชัดเจน (รูปที่ 4.41)

2.2 ผึ้งหลวง (<u>Apis dorsata</u>) ในวรรณะผึ้งงาน

<u>เลนส์</u> มีรูปร่างคล้ายรูปไข่ ประกอบไปด้วยเซลล์โคนจำนวน 4 เซลล์ แต่ละเซลล์มีเยื่อหุ้ม 2 ชั้น ภายในไซโตพลาสซึมของแต่ละเซลล์ประกอบด้วยแกรนูลเม็ดเล็กๆ กระจายเต็มเซลล์ ซึ่งมีความหนาแน่นแตกต่างกันในแต่ละเซลล์ โดยที่เซลล์ที่อยู่ตรงกันข้ามกันจะมีรูปร่างคล้ายกัน ทั้งสี่เซลล์มีขนาดใกล้เคียงกัน (รูปที่ 4.43)นอกจากนี้ยังพบไมโครทิวบูลปรากฏอยู่ในไซโตพลาสซึมบริเวณรอบๆขอบของเลนส์ ถัดออกไปจากเลนส์ เป็นเซลล์รงควัตถุพื้นฐานจำนวน 2 เซลล์ ล้อมรอบอยู่ ซึ่งภายในไซโตพลาสซึมบริเวณใกล้ๆขอบของเลนส์ พบไมโครทิวบูล และถัดออกไปจากบริเวณนี้เล็กน้อยจะพบแกรนูลขนาดใหญ่ของรงควัตถุซึ่งมีขนาดใกล้เคียงกับของผึ้งมิ้มวรรณะผึ้งตัวผู้ ที่รอยต่อระหว่างเซลล์จะไม่มีรอยโค้งเว้า ซึ่งลักษณะดังกล่าวนี้จะคล้ายกับเลนส์ของผึ้งตัวผู้ และต่างจากเลนส์ของผึ้งงานและผึ้งนางพญา จากรูปที่ 4.43 วัดเส้นผ่านศูนย์กลางด้านกว้างได้ 5.2 ไมครอน ด้านยาว 10.4 ไมครอน

<u>แรบดอม</u> มีรูปร่างค่อนข้างป็นสี่เหลี่ยมจัสตุรัส (รูปที่ 4.46) และแบ่งออกเป็น 4 ส่วน ที่มีขนาดใกล้เคียงกันหรือเกือบเท่ากัน การเรียงตัวของไมโครวิลไลจะเรียงตัวกันอย่างมีระเบียบ ซึ่งจะแบ่งการเรียงของไมโครวิลไลเป็น 2 แบบ คือ แรบดอมของส่วนที่อยู่ตรงกันข้ามกันจะมีการเรียงตัวของไมโครวิลไลเหมือนกัน ทำให้เห็นเป็นแนวยาวสองส่วน และเห็นเป็นรูปร่างหกเหลี่ยมคล้ายหลอดรวงผึ้งสองส่วน ไมโครวิลไลในด้านที่ติดกับส่วนไซโตพลาสซึมส่วนในหรือด้านที่เป็นขอบ

ของแรบดอมมีความยาวไม่สม่ำเสมอ ทำให้เห็นเป็นช่องว่างระหว่างแรบดอมกับไซโตพลาสซึมส่วนใน ซึ่งจะคล้ายกันกับที่พบในฝั้งตัวผู้และฝั้งนางพญาของฝั้งมิ้ม (รูปที่ 4.46,)

<u>เซลล์เรตินา</u> แต่ละออมาติเดียมประกอบด้วยเซลล์เรตินาจำนวน 8 เซลล์ ภาคตัดขวางพบว่าทั้ง 8 เซลล์ มีขนาดและรูปร่างแตกต่างกันเล็กน้อย ยกเว้นเซลล์ที่ถูกเบียด และเซลล์ที่อยู่ตรงกันข้าม จะมีขนาดเล็กกว่าเซลล์อื่นๆ โดยทั่วไปแต่ละเซลล์จะมีรูปร่างคล้ายรูปทรงสามเหลี่ยม และแบ่งไซโตพลาสซึมออกเป็น 2 ส่วน คือไซโตพลาสซึมส่วนนอกกับไซโตพลาสซึมส่วนใน โดยที่ไซโตพลาสซึมส่วนนอก มีขนาดประมาณ 2-3 เท่า ของไซโตพลาสซึมส่วนใน ที่รอยต่อระหว่างเยื่อหุ้มเซลล์ของไซโตพลาสซึมส่วนในที่อยู่ติดกับแรบดอม จะพบเดสโมโซมและระหว่างรอยต่อของคู่ของเซลล์เรตินา ที่มีแรบโดเมียร์เหมือนกัน จะเห็นไฟบริลลา โพรเซส อยู่ถัดจากเดสโมโซม ซึ่งมีจำนวน 4 อัน ลักษณะเด่น คือ ที่รอยต่อระหว่างเซลล์ บริเวณที่ถัดจากเดสโมโซม และไฟบริลลา โพรเซส จะมีช่องว่างมากกว่าฝั้งมิ้ม วรรณะฝั้งนางพญา ฝั้งตัวผู้และฝั้งงานตามลำดับ พบว่ามีแกรนูลของรงควัตถุอยู่ทั้ง ในส่วนไซโตพลาสซึมส่วนนอกและที่ไซโตพลาสซึมส่วนใน บริเวณรอบๆแรบดอมเพราะตัดผ่านบริเวณเขตของนิวเคลียส จำนวนเอ็นโดพลาสมิกเรติคิลัมชนิดไม่มีแกรนูล ในไซโตพลาสซึมส่วนใน มีปริมาณใกล้เคียงกับฝั้งมิ้มวรรณะนางพญาและวรรณะฝั้งงาน แต่จะน้อยกว่าวรรณะฝั้งตัวผู้และพบว่าฝั้งงานของฝั้งหลวงจะมีจำนวนไมโตคอนเดรียในไซโตพลาสซึมมากกว่าฝั้งมิ้มทั้งสามวรรณะอย่างเห็นได้ชัด เมื่อวัดขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางด้านกว้างของไมโตคอนเดรียโดยเฉลี่ยได้ 1.43 ± 0.27 ไมครอน ด้านยาวได้ 1.95 ± 0.49 ไมครอน (รูปที่ 4.44) ถัดออกไปด้านนอก จะเป็นเซลล์รงควัตถุชนิดยาว ซึ่งพบอยู่รอบๆเซลล์เรตินาตลอดความยาวของเซลล์

<u>เซลล์รงควัตถุพื้นฐาน</u> มีจำนวน 2 เซลล์ รอบๆเลนส์ ภายในไซโตพลาสซึมบริเวณรอบๆเลนส์พบไมโครทิวบูล อยู่หนาแน่นปานกลาง ถัดออกไปพบแกรนูลของรงควัตถุขนาดใหญ่ กระจายอยู่เป็นจำนวนมาก นอกจากนี้ยังพบเวสซิเคิล ปะปนอยู่ทั่วไปในไซโตพลาสซึม (รูปที่ 4.43)

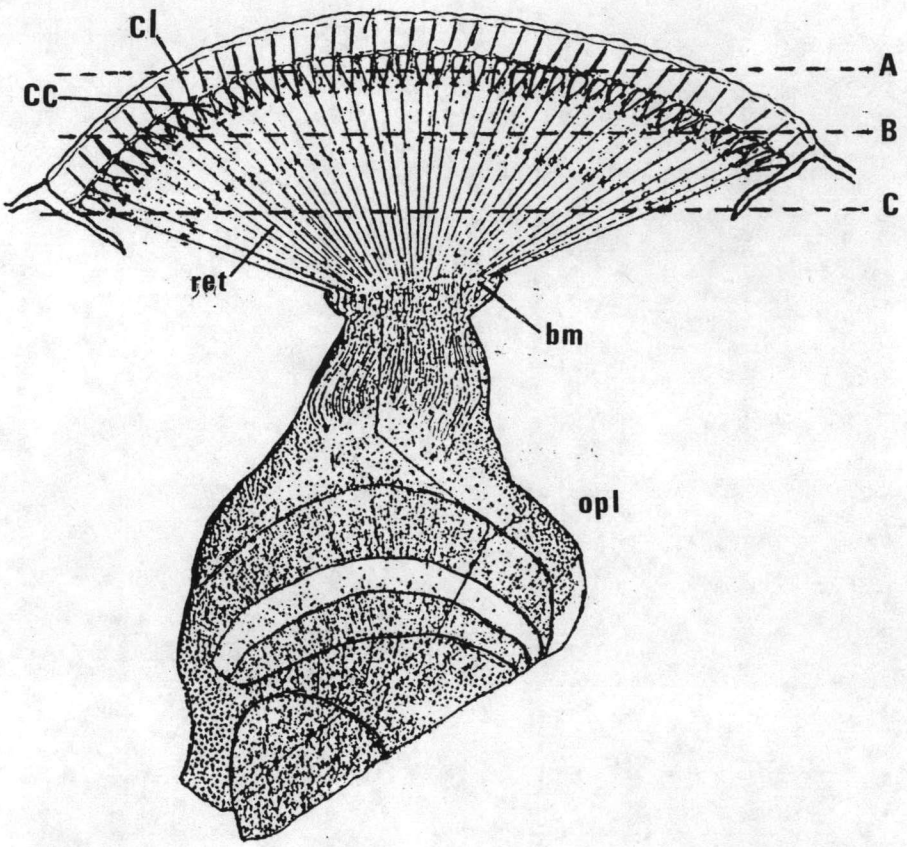
<u>เซลล์รงควัตถุชนิดยาว</u> เป็นเซลล์รอบๆเซลล์รงควัตถุพื้นฐาน ซึ่งเริ่มตั้งแต่รอบส่วนบนสุดของเลนส์บริเวณที่ติดกับกระจกตา ยาวลงมาเรื่อยๆ จนถึงฐานของเซลล์เรตินา (รูปที่ 4.45) ภาคตัดขวาง ภายในไซโตพลาสซึมพบแกรนูลของรงควัตถุ ซึ่งกระจายล้อมรอบออมาติเดียม ทำ

หน้าที่ป้องกันไม่ให้แสงที่ผ่านเข้ามายังแต่ละออมาติเดียมผ่านไปยังออมาติเดียมอันอื่นและทำให้เห็นขอบเขตของแต่ละออมาติเดียมชัดเจน (รูปที่ 4.45)

ตารางที่ 4.1 ตารางสรุปข้อแตกต่างของตาประกอบของผึ้งที่ทำการศึกษา

	โครงสร้างที่เปรียบเทียบ	Apis florea			Apis dorsata
		นางพญา	ตัวผู้	ผึ้งงาน	ผึ้งงาน
LM	จำนวนออมาติเดียม	3569.33 ±173.00 หน่วย	7073.00 ±172.70 หน่วย	4708.67 ±176.02 หน่วย	6027.67 ±116.67 หน่วย
	ความหนาแน่นของรงควัตถุ	++	+	+++	+++
	ขนาดเลนส์ *				
	ด้านกว้าง	0.05 ± 0.00	0.07 ± 0.05	0.06 ± 0.0	0.07 ± 0.04
	ด้านยาว	0.73 ± 0.02	0.24 ± 0.02	0.06 ± 0.0	0.15 ± 0.04
EM	รูปร่างเลนส์	กลม มีรอยโค้งเว้าที่รอยต่อระหว่างเซลล์โคน	รูปไข่	รูปไข่ มีรอยโค้งเว้าที่รอยต่อระหว่างเซลล์โคน	รูปไข่
	รูปร่างแรบดอม	สี่เหลี่ยมผืนผ้า	คล้ายแท่งกระดูกแข็ง	กลมรีคล้ายรูปไข่	สี่เหลี่ยมจัตุรัส

* จากเลนส์เมื่อตัดตามยาว หน่วยเป็น มิลลิเมตร

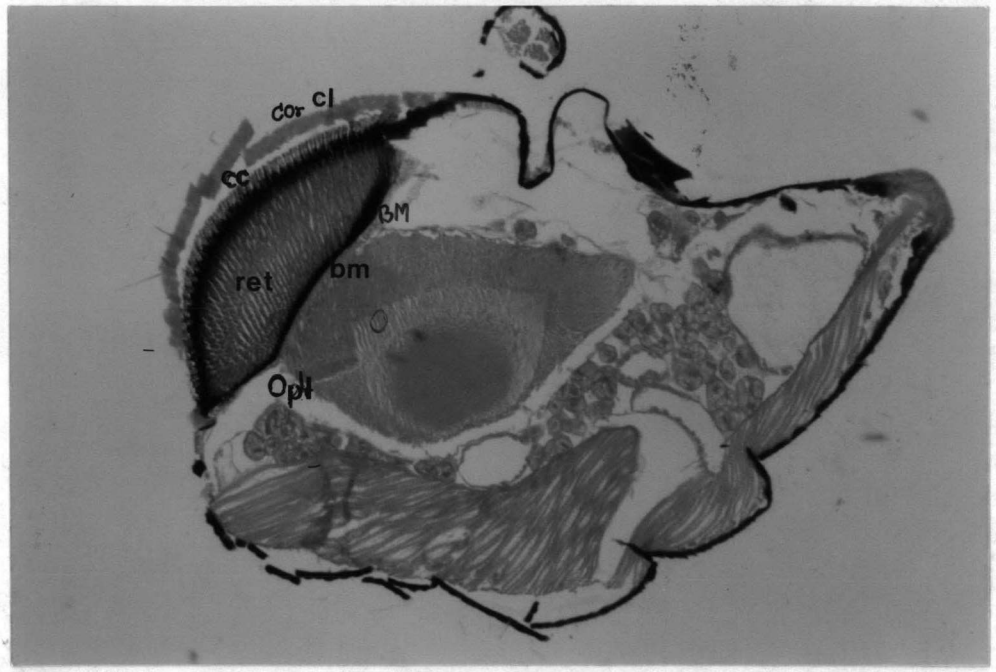


ภาพที่ 4ก ไดอะแกรมภาคตัดตามยาวของตาประกอบของผึ้ง แสดงระดับต่างๆของการตัดตามแนวขวาง ในผึ้งกลุ่มที่ทำการศึกษา

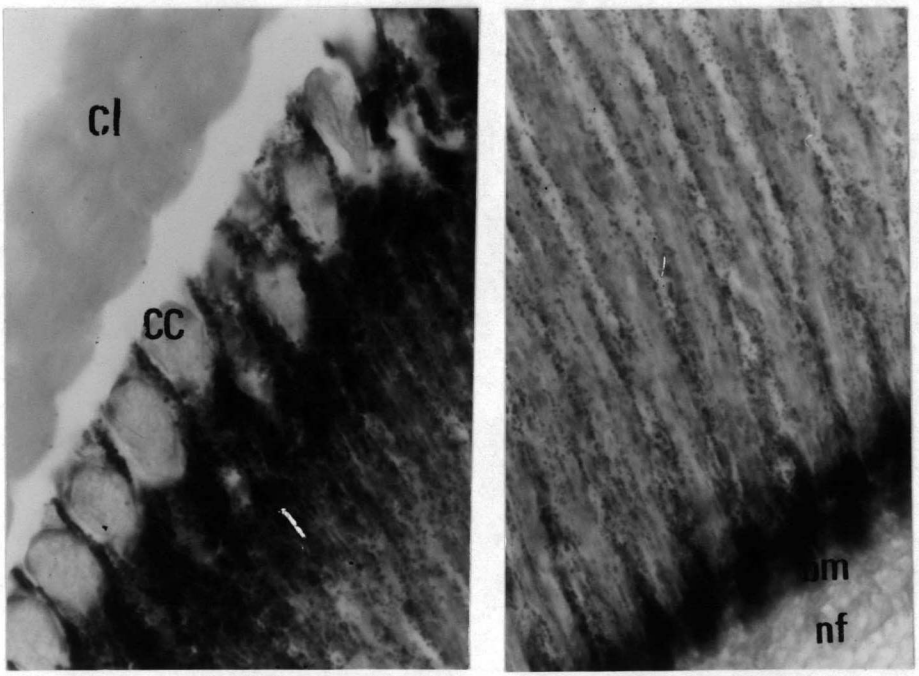
A ; ผ่านระดับกระจกตาและเลนส์

B ; ผ่านระดับเลนส์และเซลล์เรตินา

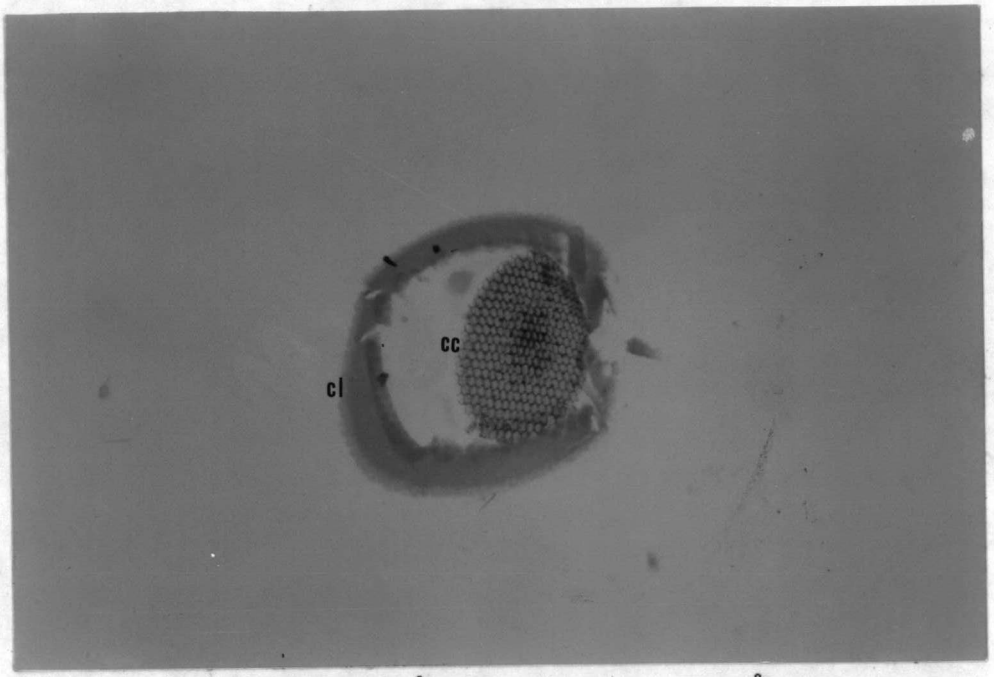
C ; ผ่านระดับเซลล์เรตินา



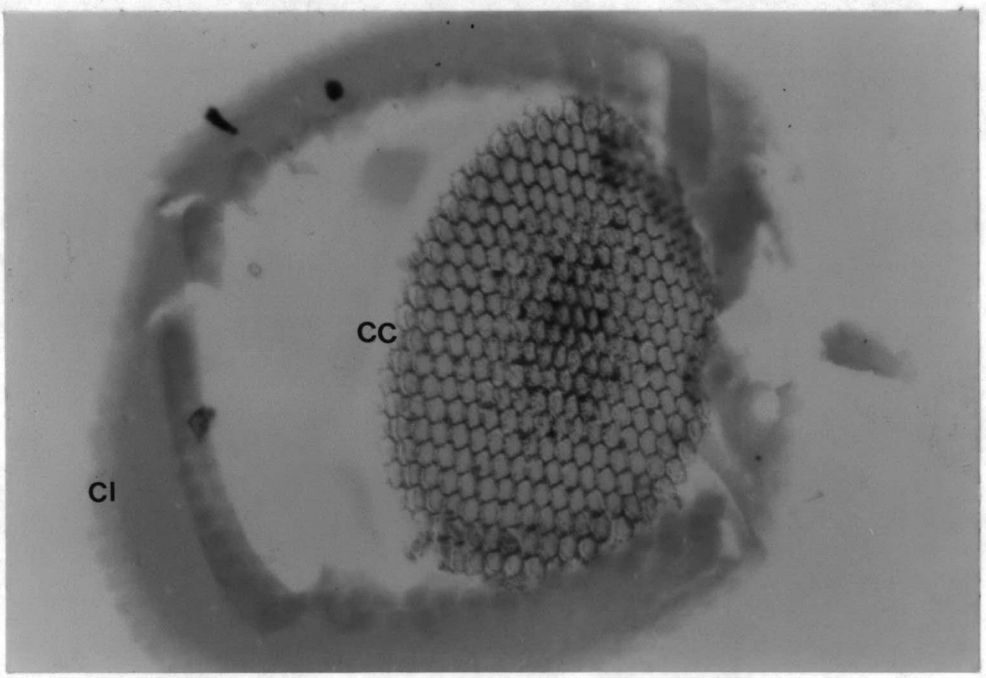
รูปที่ 4.1 แสดงตาประกอบของผึ้ง Apis florea วรรณะผึ้งนางพญา ตัดตามยาว. X20.
bm, ฐานของเซลล์; cc, เลนส์; cl, กระจกตา; opl, ออปติกโลป;
ret,เซลล์เรตินา.



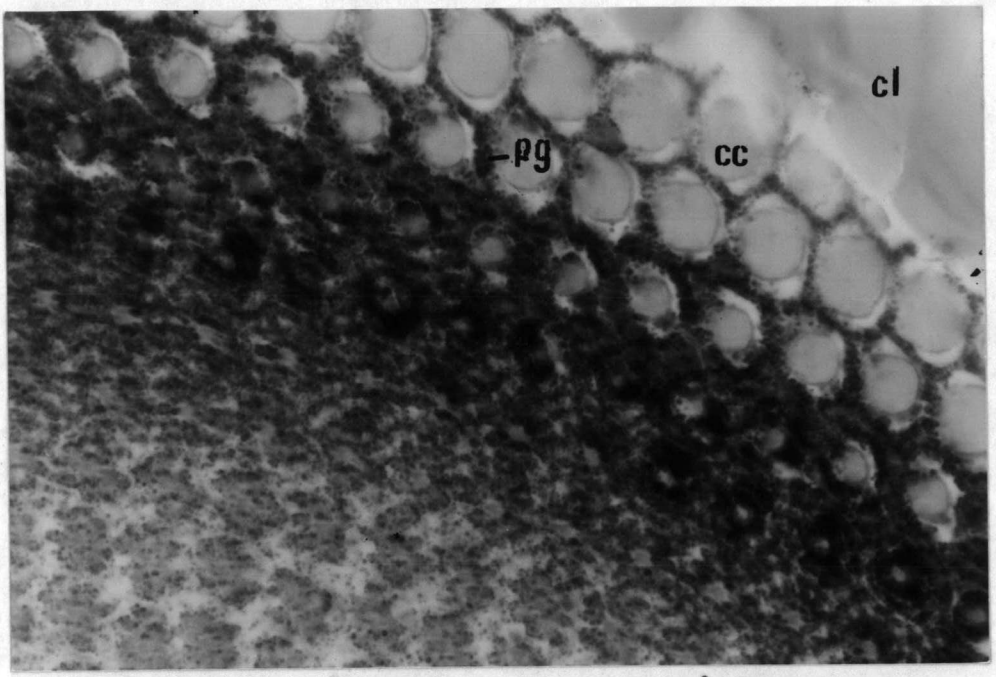
รูปที่ 4.2 และ 4.3 ภาพออมาติเดียมของผึ้ง Apis florea วรรณะผึ้งนางพญา
4.2 (ซ้าย) ตามยาว แสดงเลนส์ ตัดผ่านส่วนบนติดกระจกตา. X200.
4.3 (ขวา) ตามยาว แสดงฐานของเซลล์ ผ่านส่วนล่างติดใยประสาท. X200.
bm,ฐานของเซลล์ ; cc, เลนส์ ; nf,ใยประสาท; rh,แรบดอม.



รูปที่ 4.4 แสดงออมาติเดียมของผึ้ง Apis florea วรรณะผึ้งนางพญา ตัดตามขวาง ผ่านระดับ A. แสดงกระจกตาและเลนส์. X20.
cc, เลนส์; cl, กระจกตา.

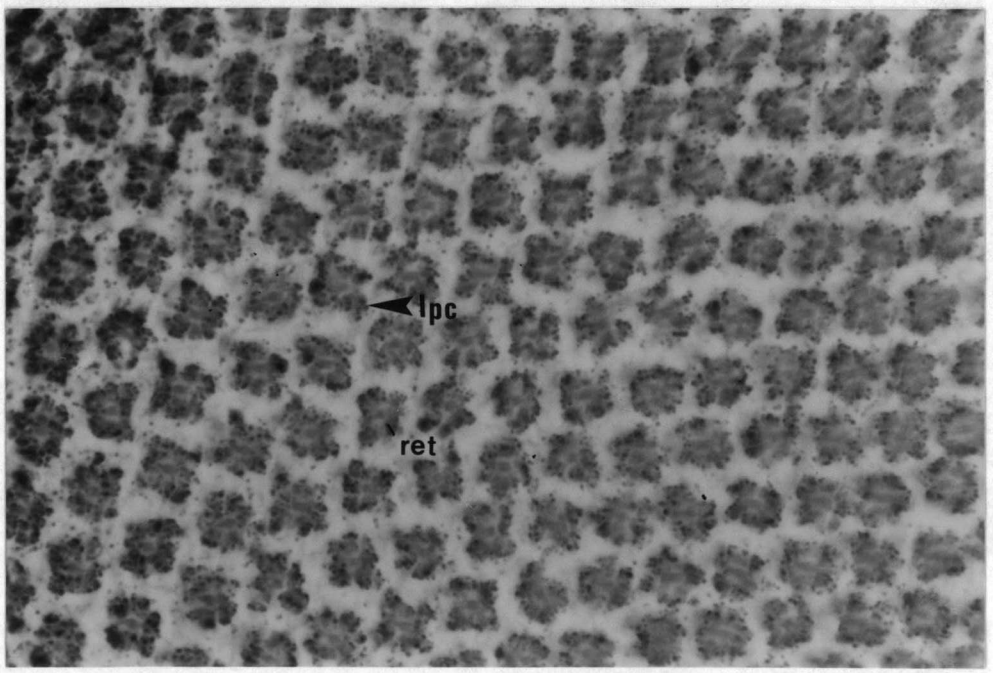


รูปที่ 4.5 ภาพออมาติเดียมของผึ้ง Apis florea วรรณะผึ้งนางพญา ตัดตามขวาง ผ่านระดับ A แสดงกระจกตาและเลนส์. X50.
cc, เลนส์; cl, กระจกตา.



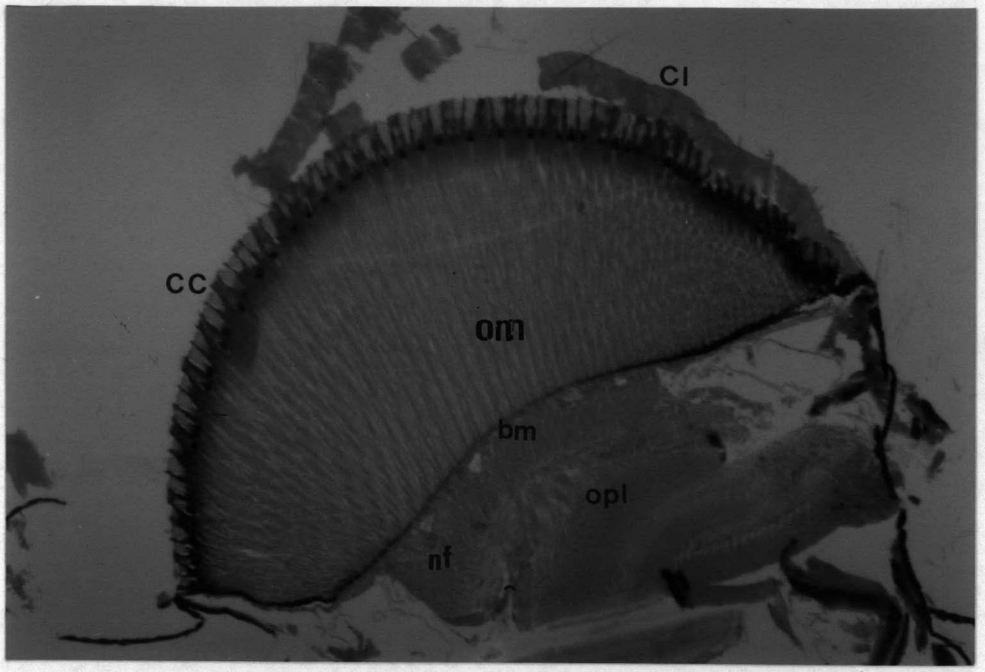
รูปที่ 4.6 ภาพออมาติเดียมของผึ้ง Apis florea วรรณะผึ้งนางพญา ตัดตามขวาง ผ่านระดับ B แสดงเลนส์ และ รงควัตถุ. X 200.

cc, เลนส์; cl, กระจกตา; pg, รงควัตถุ.

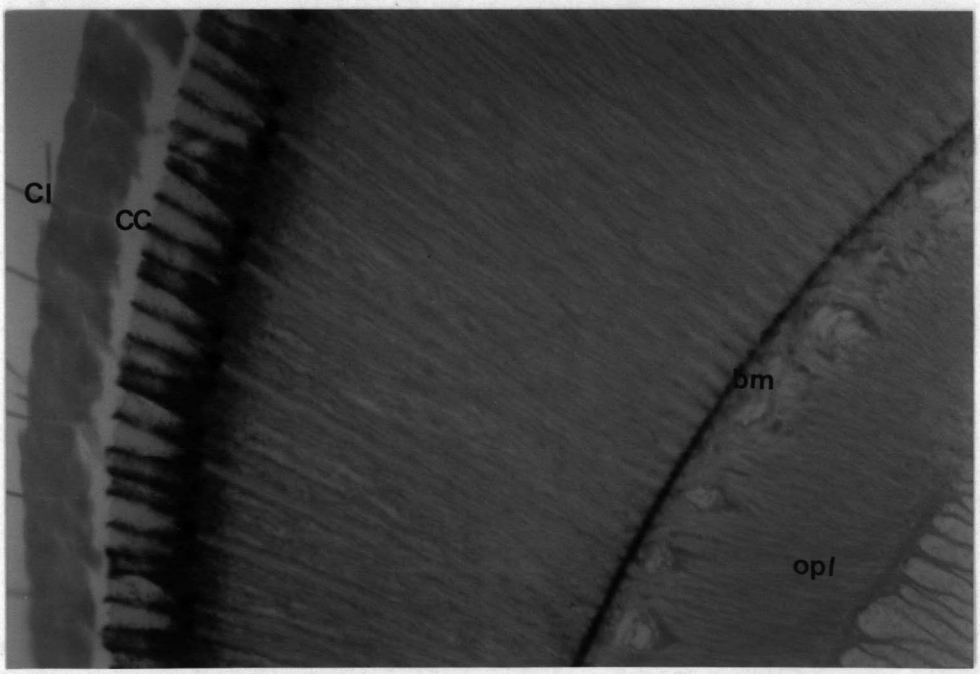


รูปที่ 4.7 ภาพออมาติเดียมของผึ้ง Apis florea วรรณะผึ้งนางพญา ตัดตามขวาง. ผ่านระดับ C แสดงเซลล์เรตินา. X200.

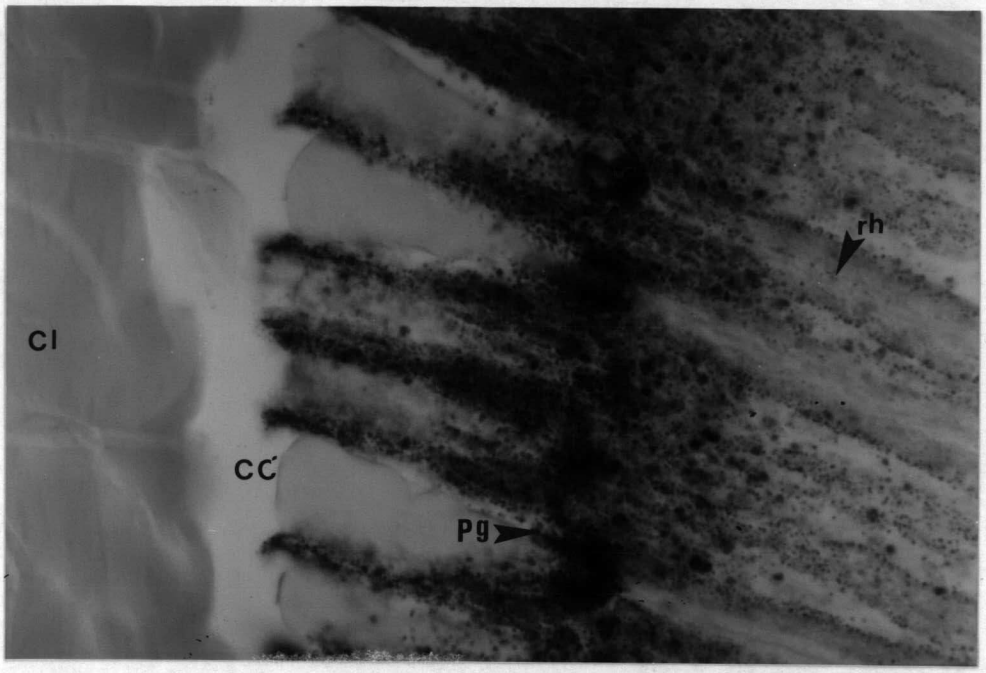
lpc, เซลล์รงควัตถุชนิดยาว; ret; เซลล์เรตินา.



รูปที่ 4.8 ภาพแสดงตาประกอบของผึ้ง Apis florea วรรณะผึ้งตัวผู้ ตัดตามยาว X20.
bm, ฐานของเซลล์; cc, เลนส์; cl,กระจกตา; nf, ใยประสาท;
om, ออมาติเดียม; opl, ออปติกโลป.

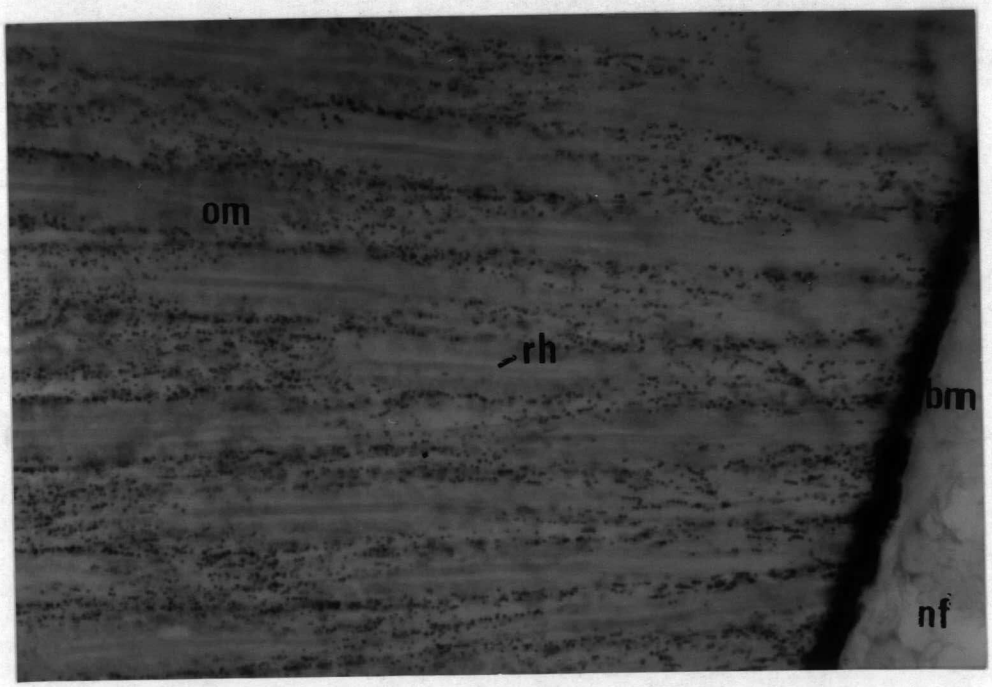


รูปที่ 4.9 ภาพออมาติเดียมของผึ้ง Apis florea วรรณะผึ้งตัวผู้ ตัดตามยาว
แสดงกระจกตา. X50.
bm, ฐานของเซลล์; cc,เลนส์; cl,กระจกตา; opl, ออปติกโลป.



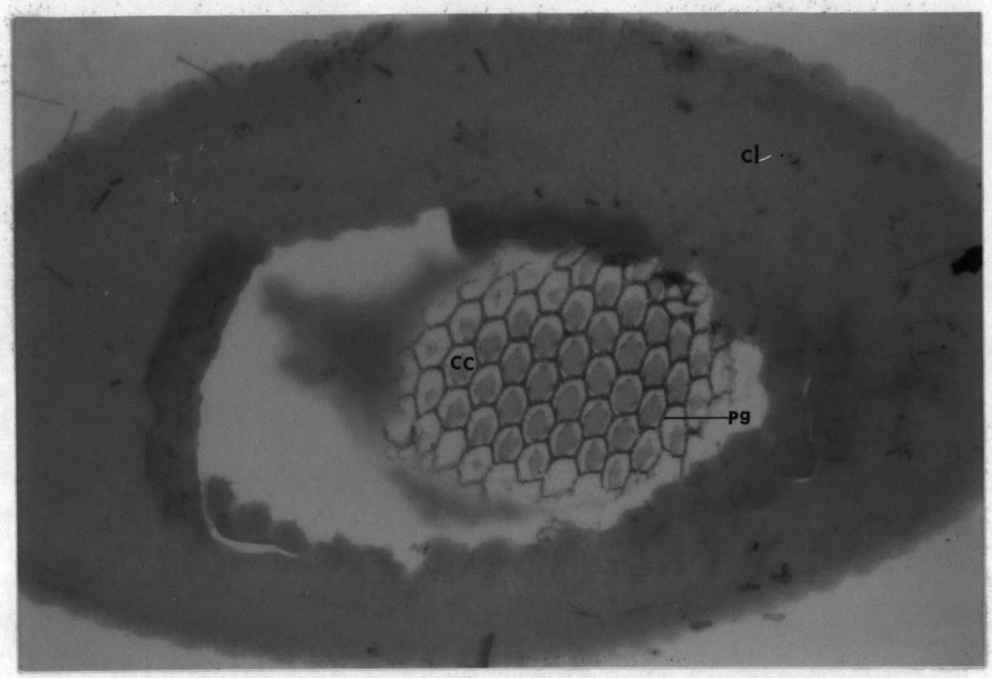
รูปที่ 4.10 ภาพออมาติเดียมของผึ้ง Apis florea วรรณะผึ้งตัวผู้ ตัดตามยาว X200. แสดงเลนส์.

cc, เลนส์; cl, กระจกตา; pg,รงควัตถุ; rh, แรบดอม.

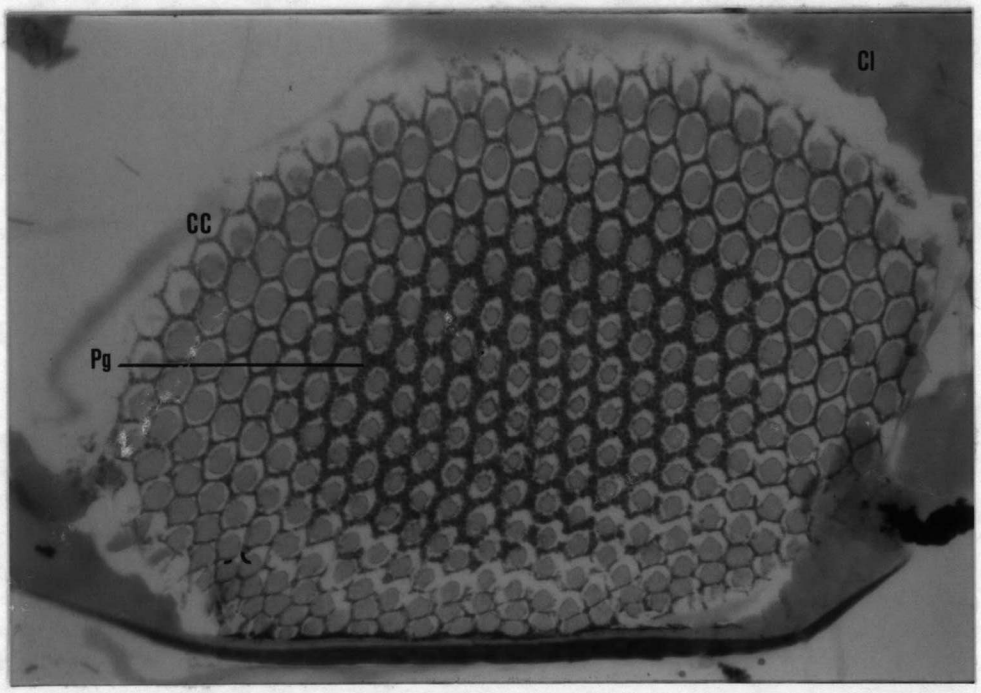


รูปที่ 4.11 ภาพออมาติเดียมของผึ้ง Apis florea วรรณะผึ้งตัวผู้ ตัดตามยาว แสดงรงควัตถุ และฐานของเซลล์. X200.

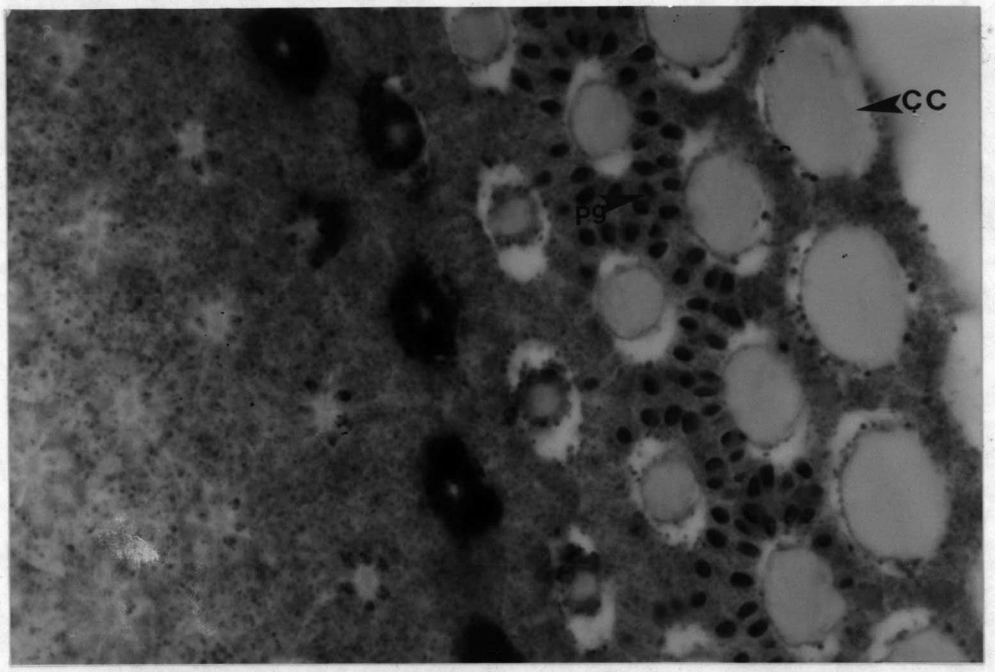
bm, ฐานของเซลล์; nf,ใยประสาท; om,ออมาติเดียม;rh, แรบดอม



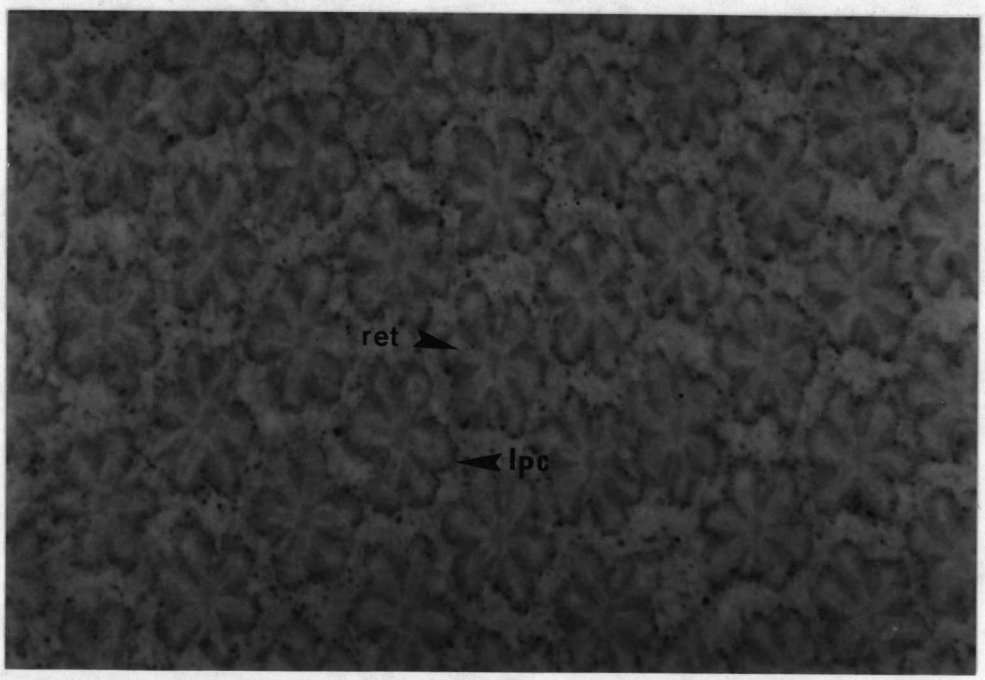
รูปที่ 4.12 ภาพออมาติเดียมของผึ้ง Apis florea วรรณะผึ้งตัวผู้ ตามขวาง ผ่านระดับ A แสดงเลนส์และรงควัตถุ. X20.
cc, เลนส์;cl, กระจกตา; pg, รงควัตถุ.



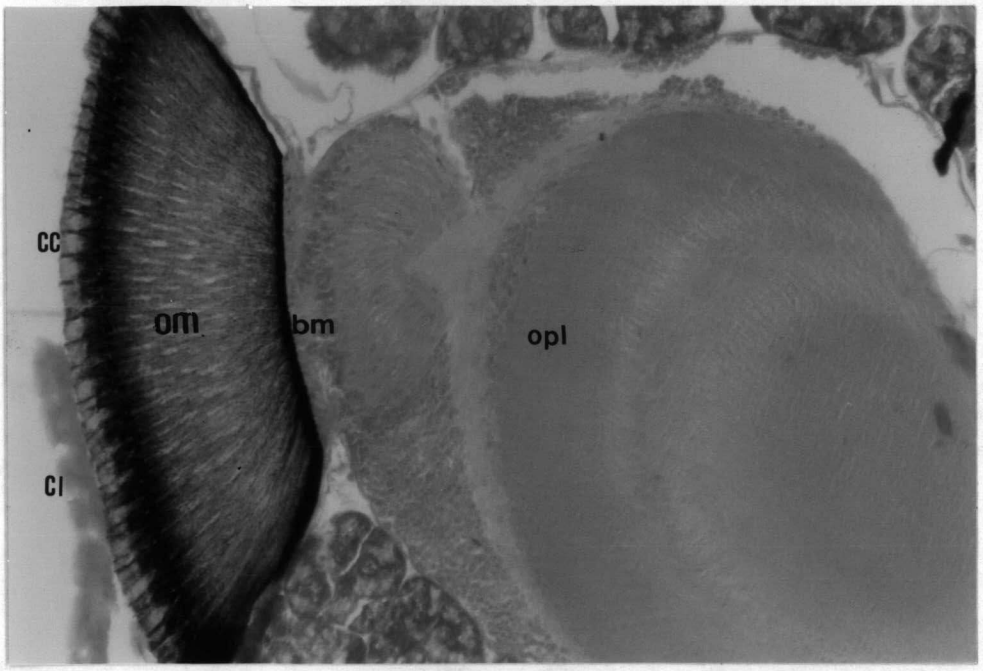
รูปที่ 4.13 ภาพออมาติเดียมของผึ้ง Apis florea วรรณะผึ้งตัวผู้ ตามขวาง ผ่านระดับ A แสดงเลนส์และรงควัตถุ. X20.
cc, เลนส์; cl, กระจกตา; pg, รงควัตถุ.



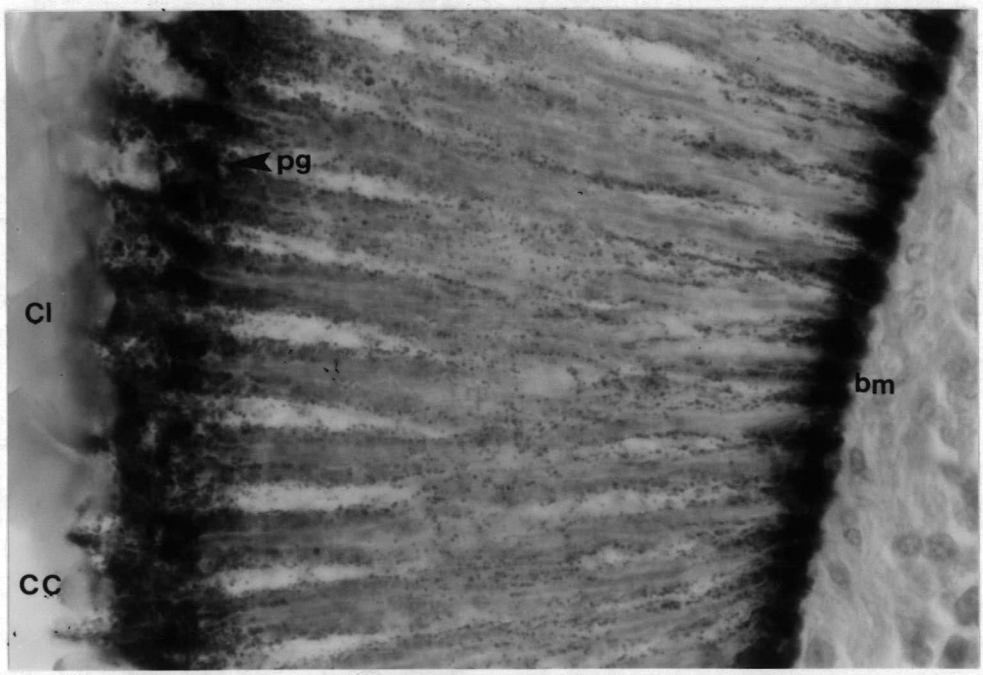
รูปที่ 4.14 ภาพออมาติเดียมของผึ้ง Apis florea วรรณะผึ้งตัวผู้ ตามขวาง ผ่านระดับ B แสดงรงควัตถุ. X200.
cc, เลนส์ ; pg, รงควัตถุ.



รูปที่ 4.15 ภาพออมาติเดียมของผึ้ง Apis florea วรรณะผึ้งตัวผู้ ตามขวาง ผ่านระดับ C แสดงเซลล์เรตินาและรงควัตถุ X200.
lpc, เซลล์รงควัตถุชนิดยาว; ret, เซลล์เรตินา.

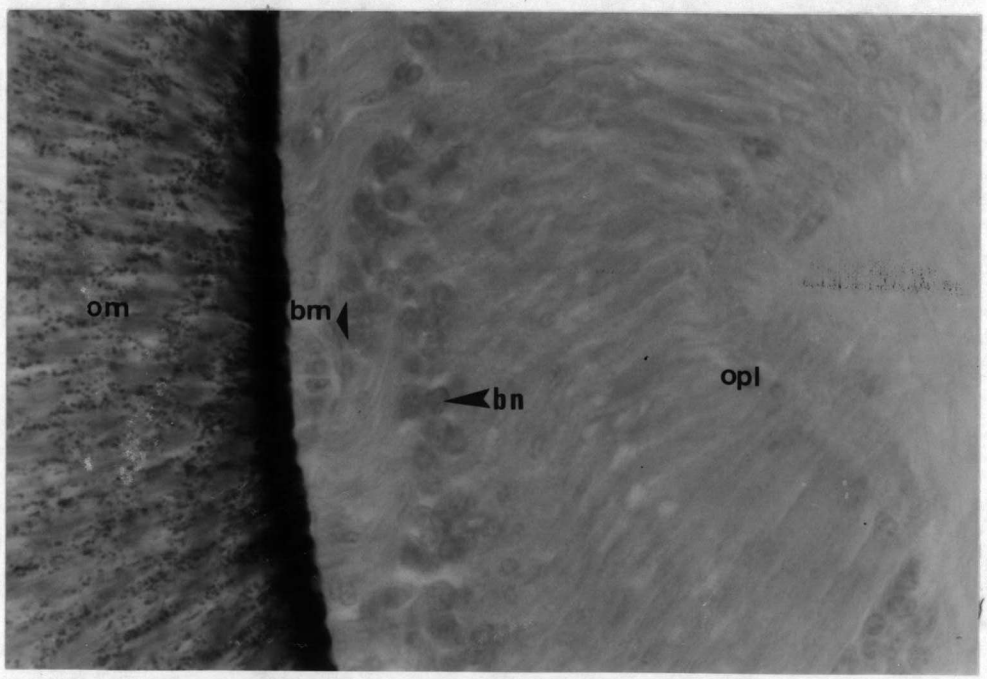


รูปที่ 4.16 ภาพตาประกอบของผึ้ง Apis florea วรรณะผึ้งงาน ตามยาว แสดงกระจกตา. X20.
bm, ฐานของเซลล์; cc, เลนส์; cl, กระจกตา; om, ออมาติเดียม; opl, ออปติกโลป.

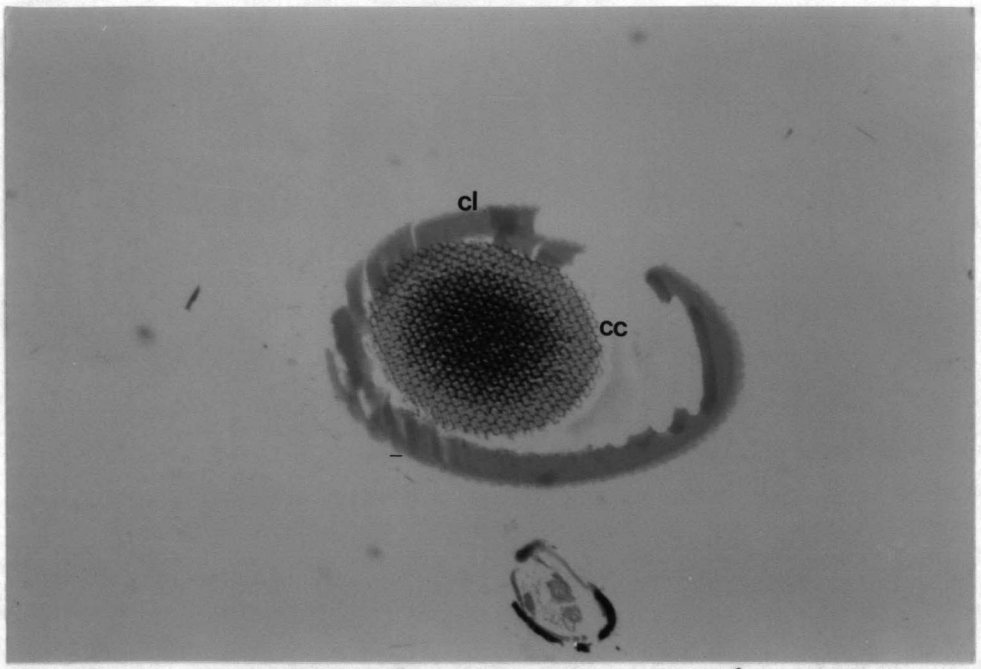


รูปที่ 4.17 ภาพออมาติเดียมของผึ้ง Apis florea วรรณะผึ้งงาน ตัดตามยาว แสดงเลนส์ และ รงควัตถุ. X200.
bm, ฐานของเซลล์; cc, เลนส์; pg,รงควัตถุ.

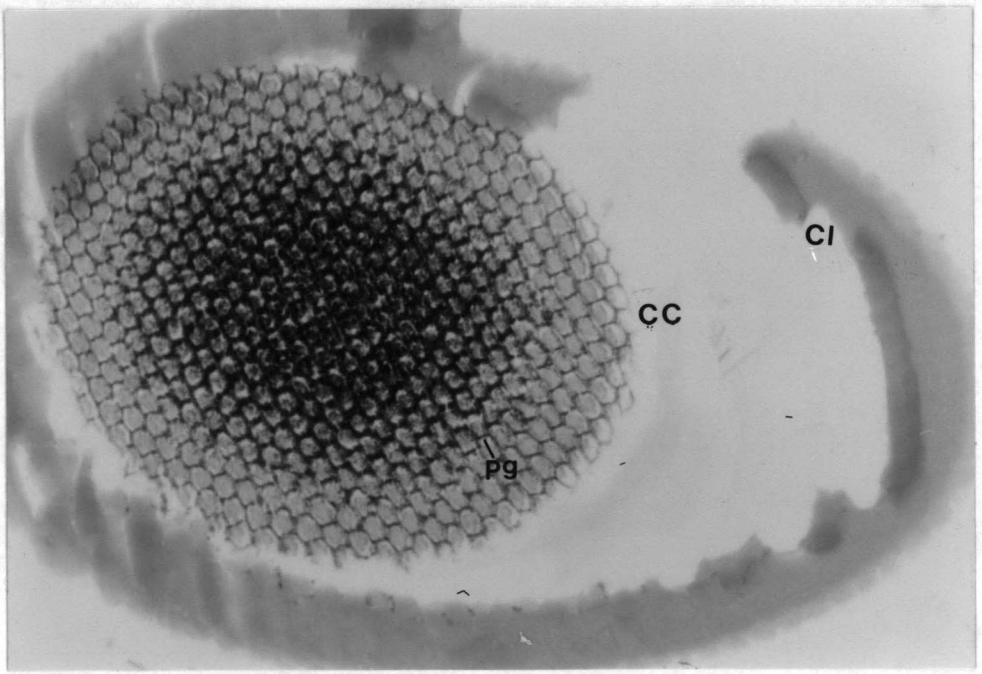
รูปที่ 4.18 ภาพออมาติเดียมของผึ้ง Apis florea วรรณะผึ้งงาน ตัดตามยาว. แสดงเซลล์เรตินา. X200.
bm,ฐานของเซลล์; cc,เลนส์; nf,ใยประสาท.



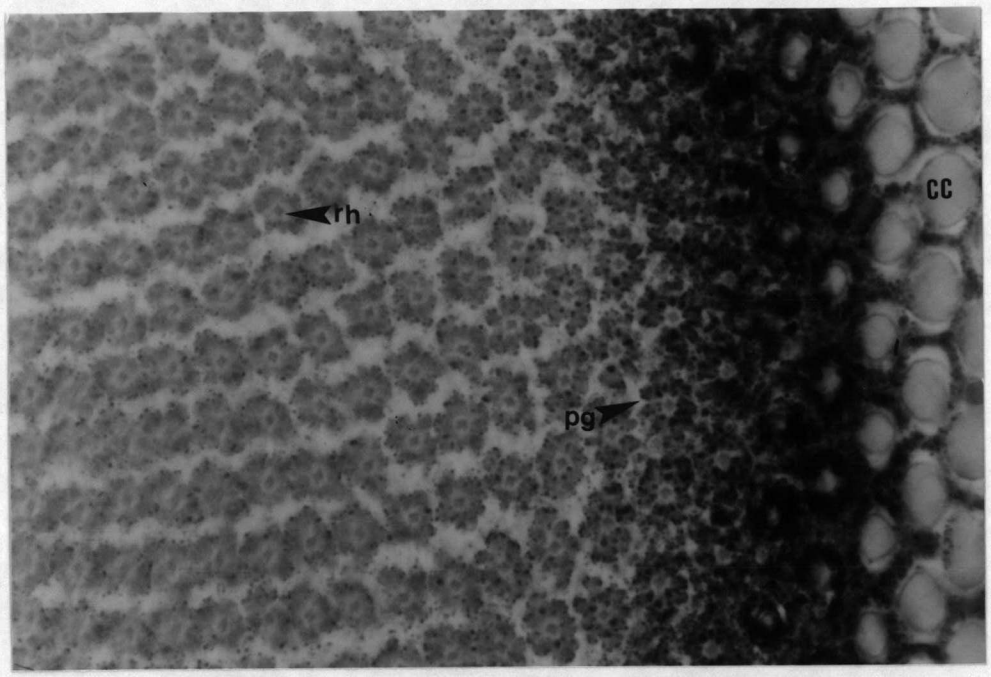
รูปที่ 4.19 ภาพออมาติเดียมของผึ้ง Apis florea วรรณะผึ้งงาน ตัดตามยาว. แสดงรงควัตถุ ฐานของเซลล์และใยประสาท. X200.
bm,ฐานของเซลล์;bn,เซลล์ประสาทสองขั้ว; nf,ใยประสาท; opl,ออฟติกโลป.



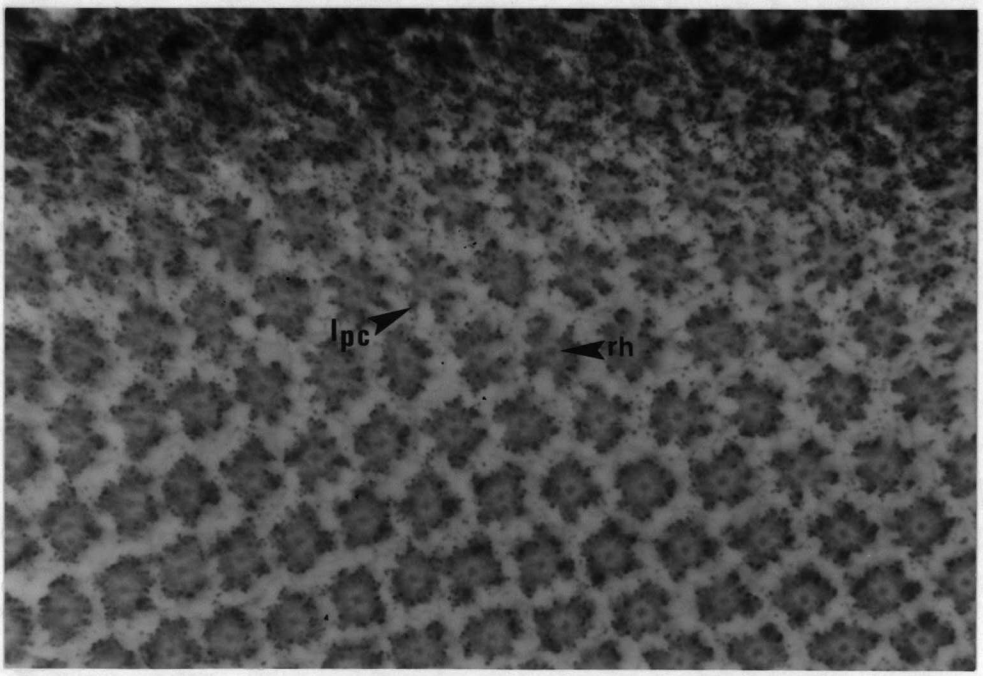
รูปที่ 4.20 ภาพออมาติเตียมของผึ้ง Apis florea วรรณะผึ้งงาน ตัดตามขวาง. ผ่านระดับ A แสดงกระจกตาและเลนส์. X20.
cc, เลนส์; cl, กระจกตา.



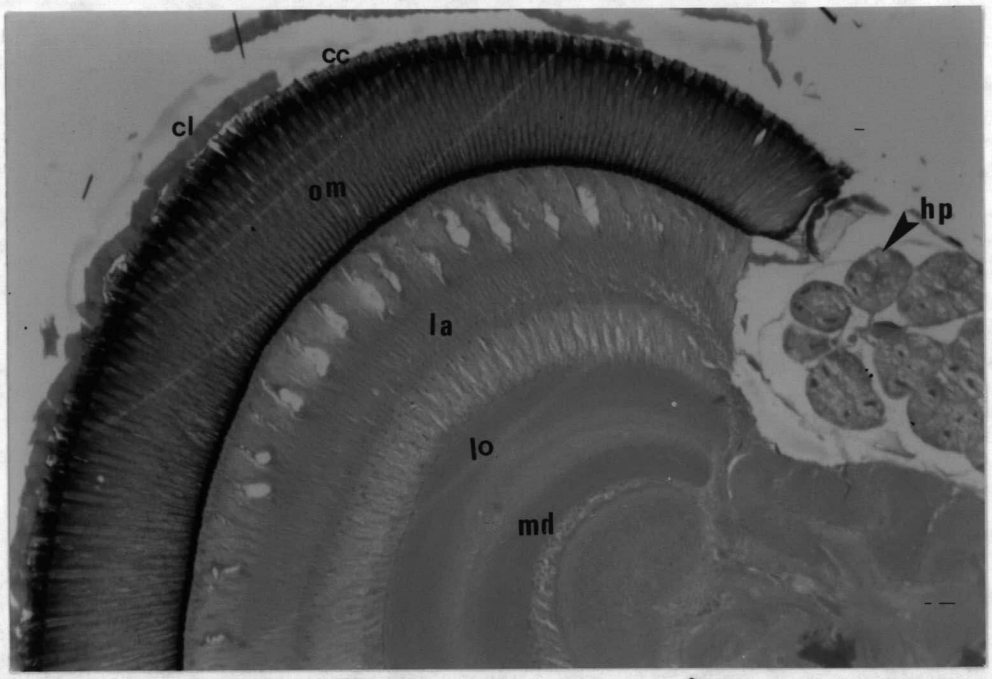
รูปที่ 4.21 ภาพออมาติเตียมของผึ้ง Apis florea วรรณะผึ้งงาน ตัดตามขวาง. ผ่านระดับ A แสดงเลนส์. X50.
cc, เลนส์; cl, กระจกตา; pg, รงควัตถุ.



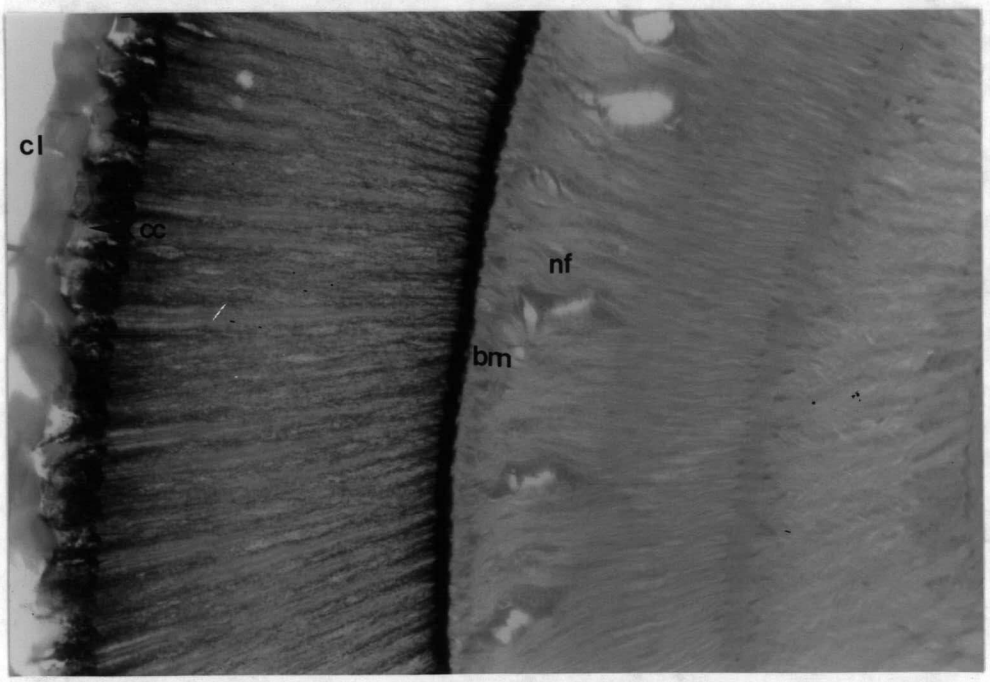
รูปที่ 4.22 ภาพออมาติเดียมของผึ้ง Apis florea วรรณะผึ้งงาน ตัดตามขวาง. ผ่านระดับ B แสดงเลนส์และเซลล์เรตินา. X200.
cc, เลนส์; pg, รงควัตถุ; rh, แรบดอม.



รูปที่ 4.23 ภาพออมาติเดียมของผึ้ง Apis florea วรรณะผึ้งงาน ตัดตามขวาง. ผ่านระดับ C แสดงเซลล์เรตินา. X200.
lpc, เซลล์รงควัตถุชนิดยาว; rh, แรบดอม.



รูปที่ 4.24 ภาพตาประกอบของผึ้ง Apis dorsata วรรณะผึ้งงาน ตัดตามยาว X20.
cc, เลนส์; cl, กระจกตา; hp,ต่อมไฮโปฟาริงค์; la,สมองส่วนลามิน่า;
lo,สมองส่วนโลบูล่า; md,สมองส่วนเมดดัลล่า om, ออมาติเดียม.



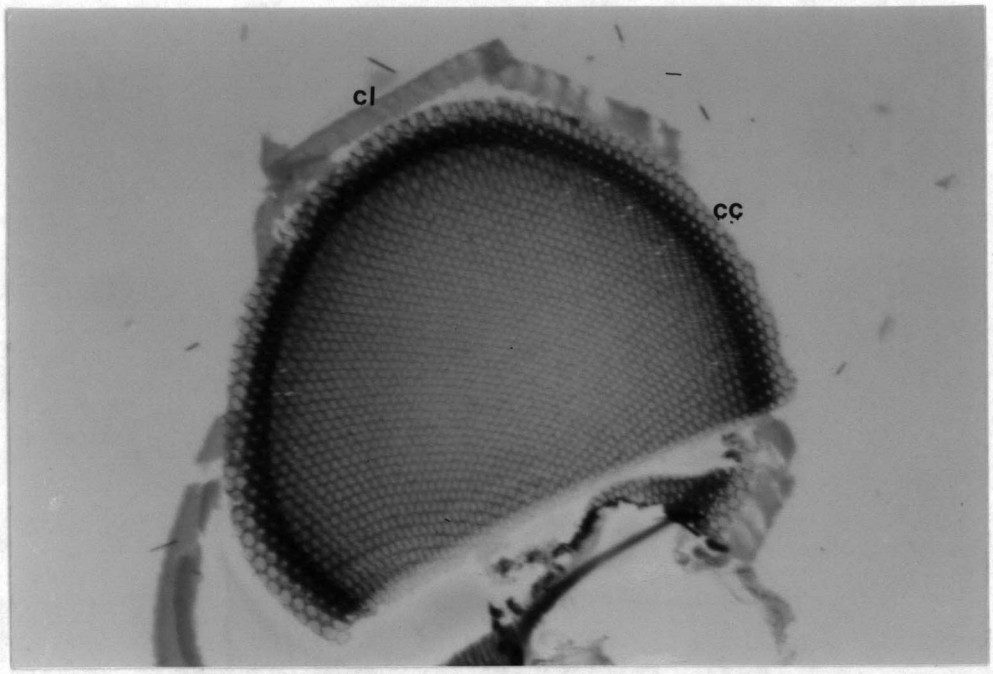
รูปที่ 4.25 ภาพออมาติเดียมของผึ้ง Apis dorsata วรรณะผึ้งงาน ตัดตามยาว
แสดงเลนส์และรงควัตถุ. X50.
bm, ฐานของเซลล์; cc, เลนส์; cl, กระจกตา; nf, ใยประสาท;

รูปที่ 4.26 ภาพออมาติเดียมของผึ้ง Apis dorsata วรรณะผึ้งงาน ตัดตามยาว แสดงรงควัตถุ X200.

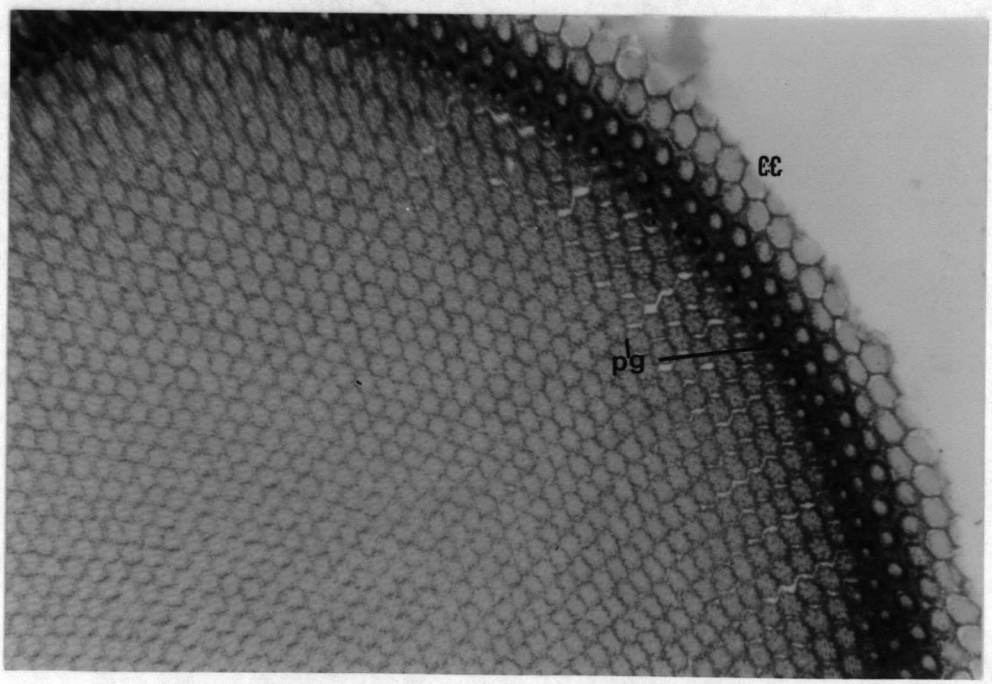
cc, เลนส์; pg, รงควัตถุ; rh, แรบดอม.

รูปที่ 4.27 ภาพออมาติเดียมของผึ้ง Apis dorsata วรรณะผึ้งงาน ตัดตามยาว แสดงฐานของเซลล์ รงควัตถุ และใยประสาท. X200.

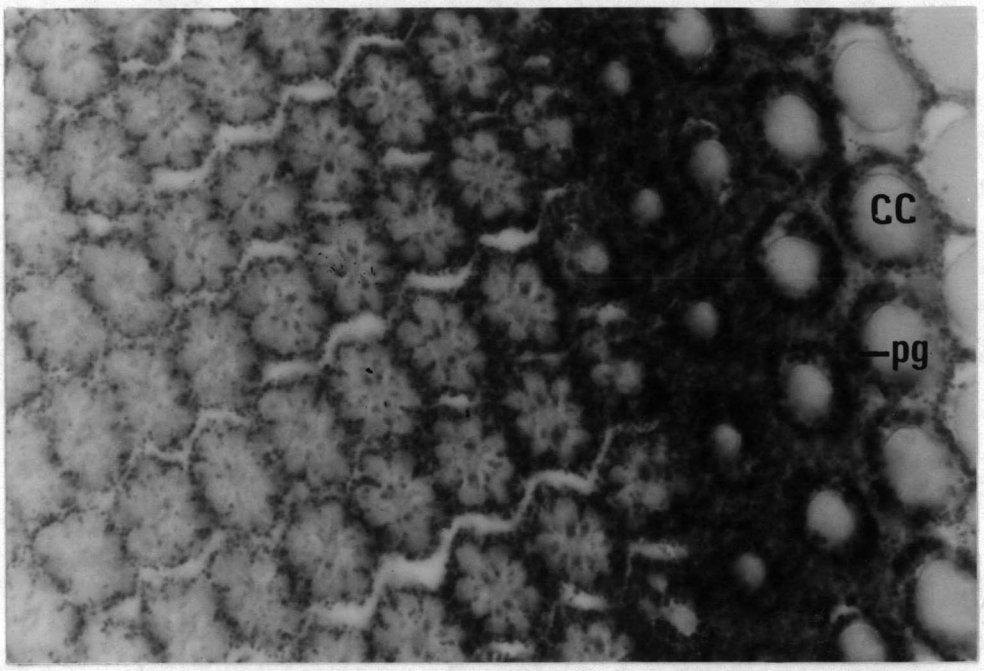
bm, ฐานของเซลล์; pg, รงควัตถุ; rh, แรบดอม.



รูปที่ 4.28 ภาพออมาติเดียมของผึ้ง Apis dorsata วรรณะผึ้งงาน ตัดตามขวางผ่านระดับ A แสดงกระจกตาและเลนส์. X20.
cc, เลนส์; cl, กระจกตา.

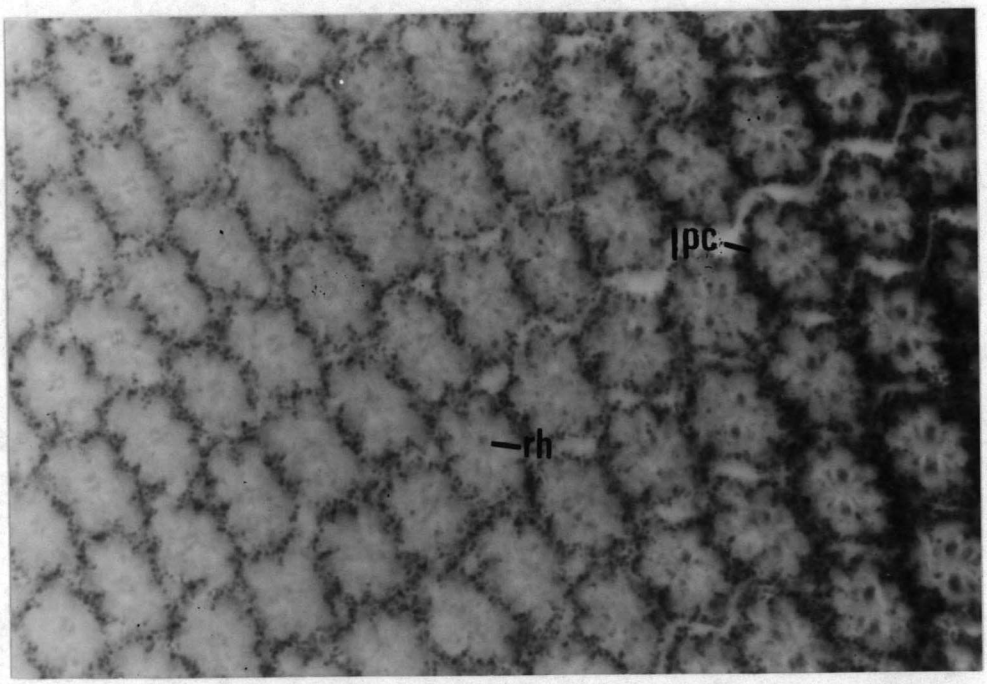


รูปที่ 4.29 ภาพออมาติเดียมของผึ้ง Apis dorsata วรรณะผึ้งงาน ตัดตามขวางผ่านระดับ A แสดงเลนส์และรงควัตถุ. X50.
cc, เลนส์; pg, รงควัตถุ.



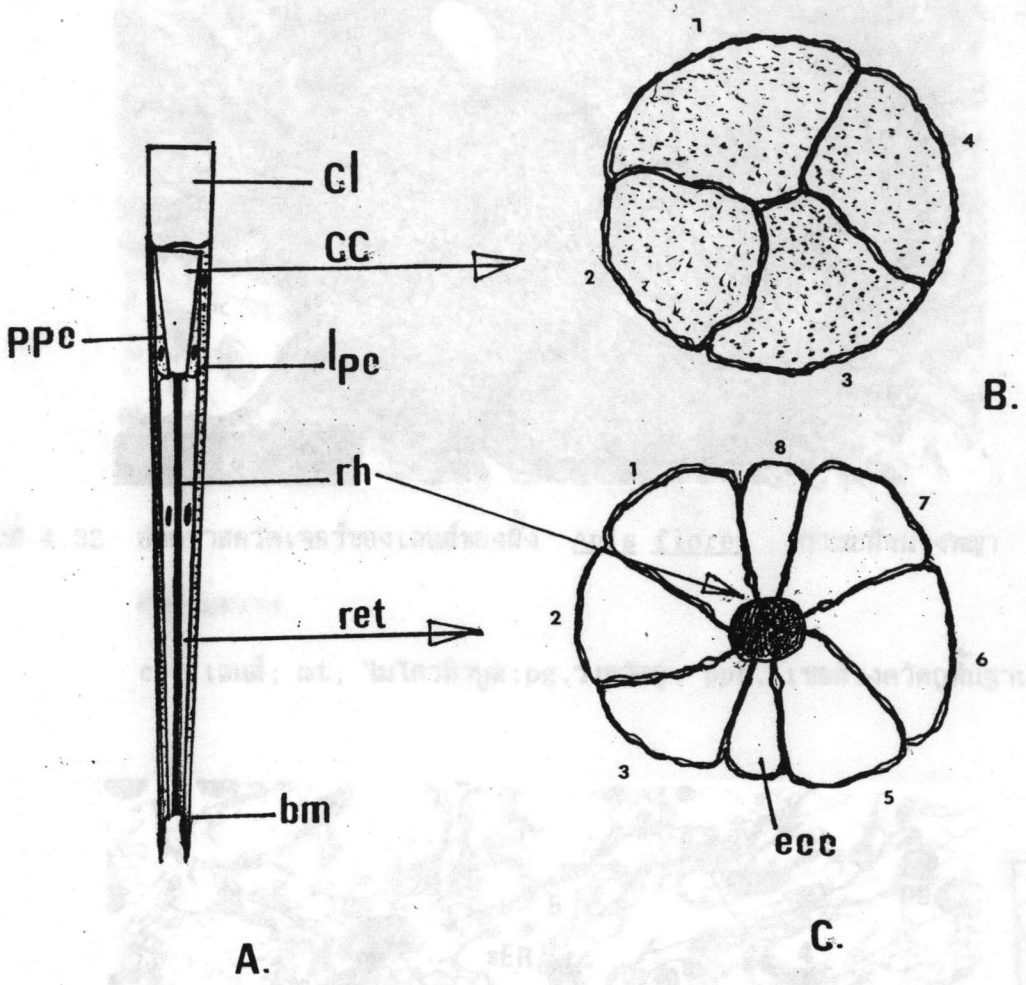
รูปที่ 4.30 ภาพออมาติเตียมของผึ้ง Apis dorsata วรรณะผึ้งงาน ตัดตามขวาง ผ่านระดับ B แสดงเลนส์และรงควัตถุ. X200.

cc, เลนส์; pg,รงควัตถุ.



รูปที่ 4.31 ภาพออมาติเตียมของผึ้ง Apis dorsata วรรณะผึ้งงาน ตัดตามขวาง ผ่านระดับ C แสดงเซลล์เรตินาและรงควัตถุ. X200.

lpc, เซลล์รงควัตถุชนิดยาว; rh,แรบดอม.



รูปที่ 4ข. ไดอะแกรมแสดงภาคตัดตามยาวและตามขวางของออมาติเดียม

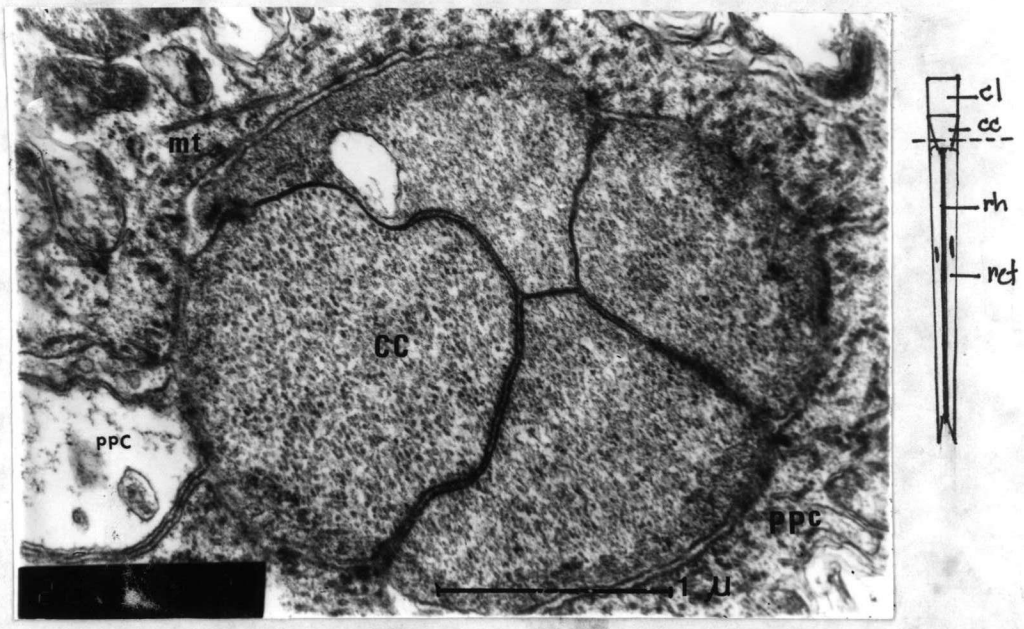
A; แสดงภาคตัดตามยาวของออมาติเดียม

B; แสดงภาคตัดขวางของเลนส์ ประกอบด้วยเซลล์โคน 4 เซลล์

C; แสดงภาคตัดขวางของเซลล์เรตินา 8 เซลล์ ล้อมรอบแรบดอม

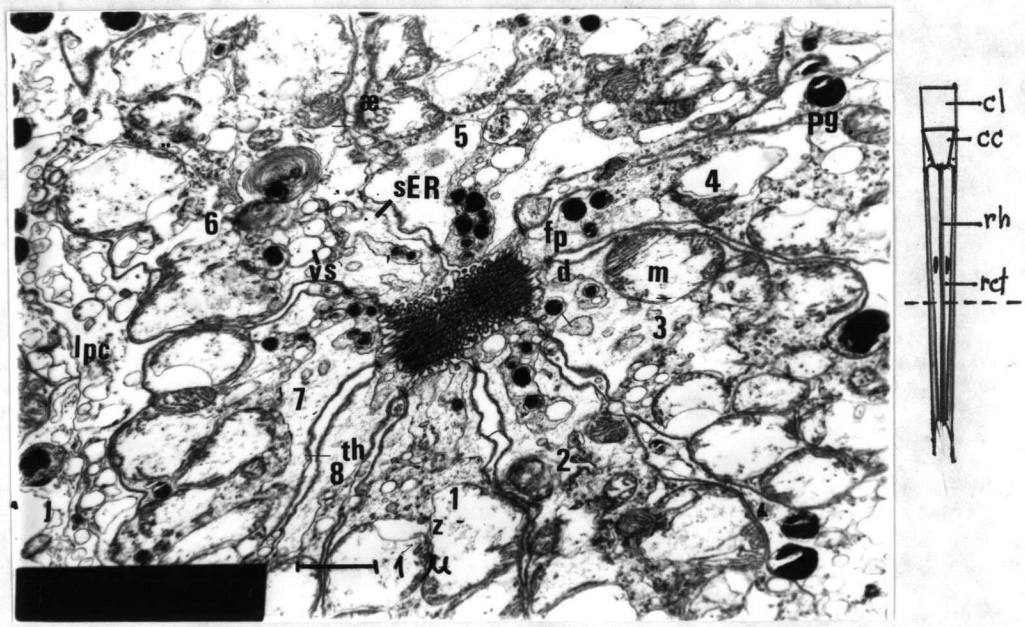
bm, ฐานของเซลล์ ; cc, เลนส์; cl, กระจกตา; ecc; เซลล์เอคเซนตริก

lpc;เซลล์รงควัตถุชนิดยาว;ppc,เซลล์รงควัตถุพื้นฐาน;ret,เซลล์เรตินา;rh,แรบดอม.



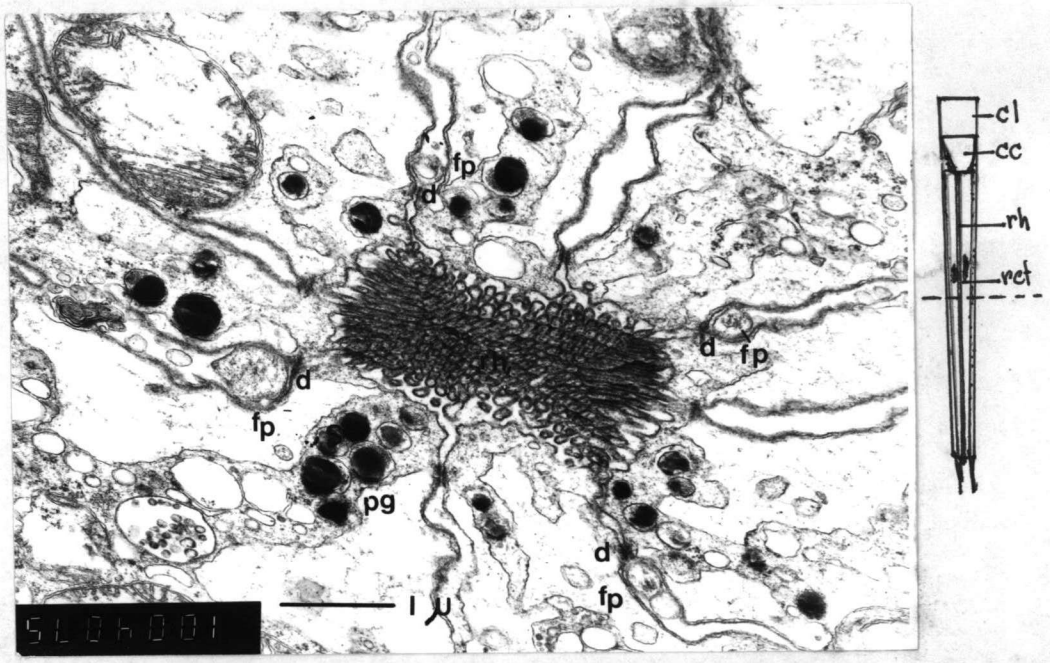
รูปที่ 4.32 อัลตราสตรัคเจอร์ของเลนส์ของผึ้ง Apis florea วรรณะผึ้งนางพญา ตัดตามขวาง.

cc, เลนส์; mt, ไมโครทิวบูล;pg,รงควัตถุ; ppc, เซลล์รงควัตถุพื้นฐาน.



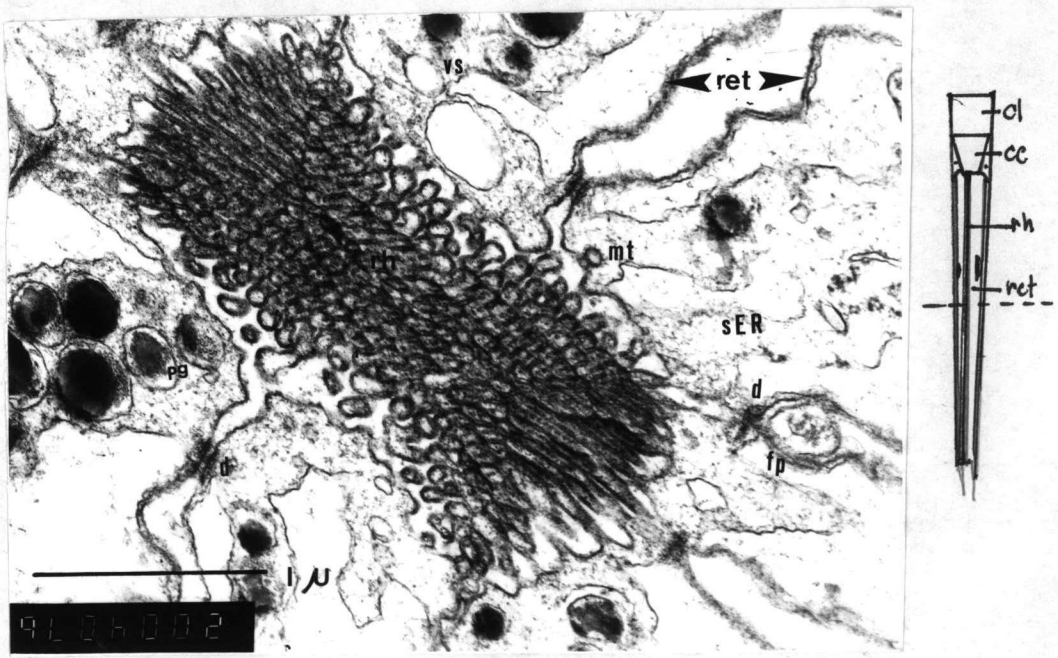
รูปที่ 4.33 อัลตราสตรัคเจอร์ของเซลล์เรตินาของผึ้ง Apis florea วรรณะผึ้งนางพญา ตัดตามขวาง.

ecc, เซลล์เอคเซนตริก; lpc,เซลล์รงควัตถุชนิดยาว ; m,ไมโตคอนเดรีย; pg, รงควัตถุ; ret (1-8), เซลล์เรตินา; rh, แรบดอม; vs; เวสซิเคิล.



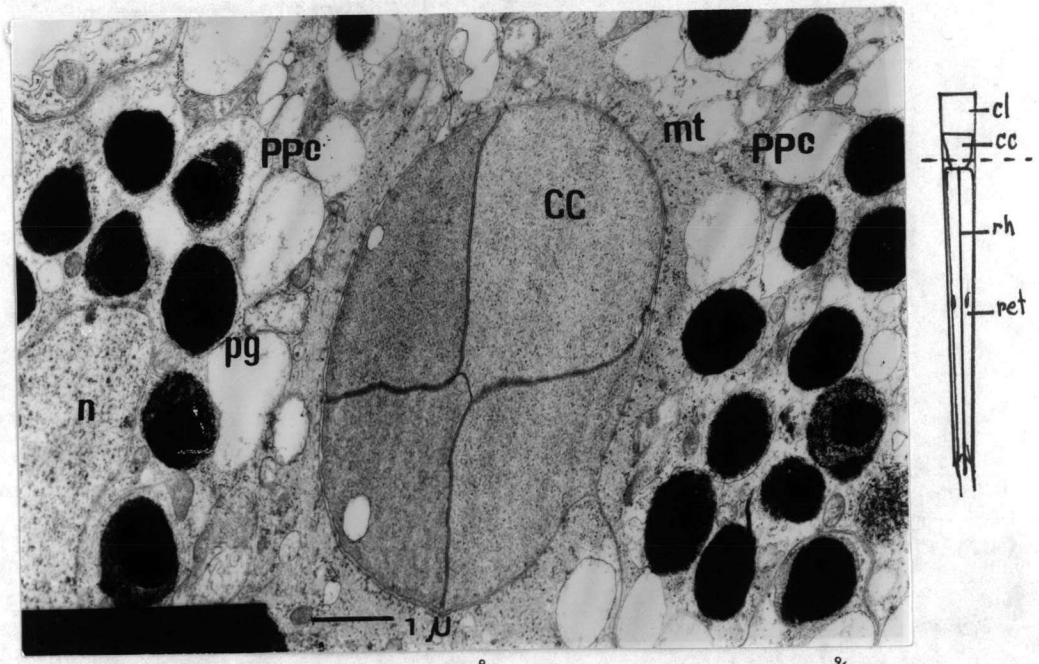
รูปที่ 4.34 อัลตราสตรัคเจอร์ของเซลล์เรตินา ของผึ้ง Apis florea วรรณะผึ้งนางพญา ตัดตามขวาง. แสดงเดสโมโซมและไฟบิลลา โพรเซส.

d; เดสโมโซม, fp;ไฟบิลลา โพรเซส, m;ไมโตคอนเดรีย; mt;ไมโครทิวบูล; rh; แรบดอม; vs; เวสซิเคิล.



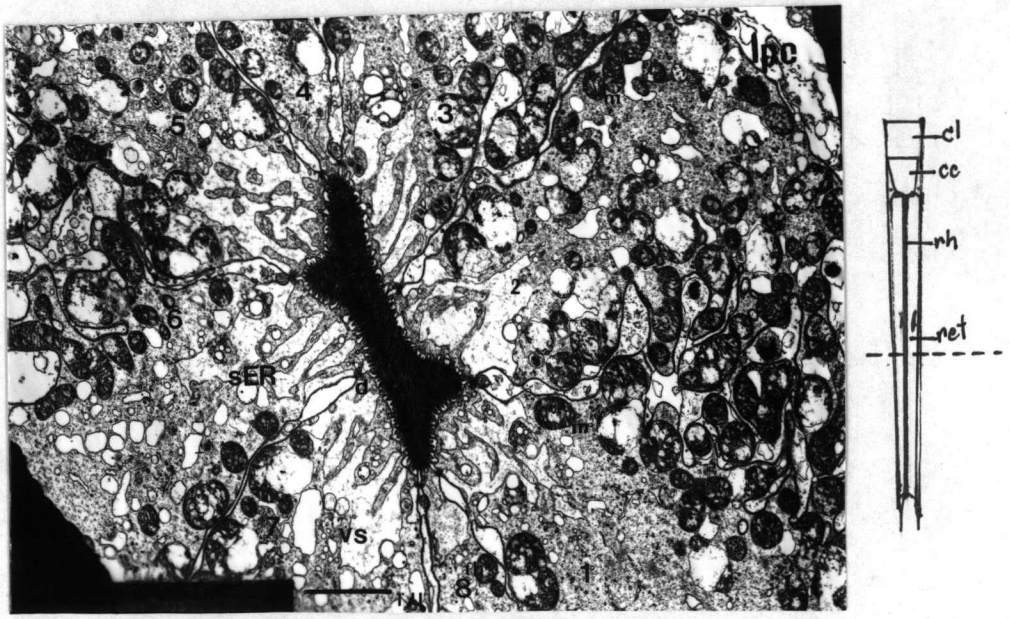
รูปที่ 4.35 อัลตราสตรัคเจอร์ของแรบดอม ของผึ้ง Apis florea วรรณะผึ้งนางพญา ตัดตามขวาง.

d, เดสโมโซม; fp; ไฟบริลลา โพรเซส; pg, รงควัตถุ; rh, แรบดอม.



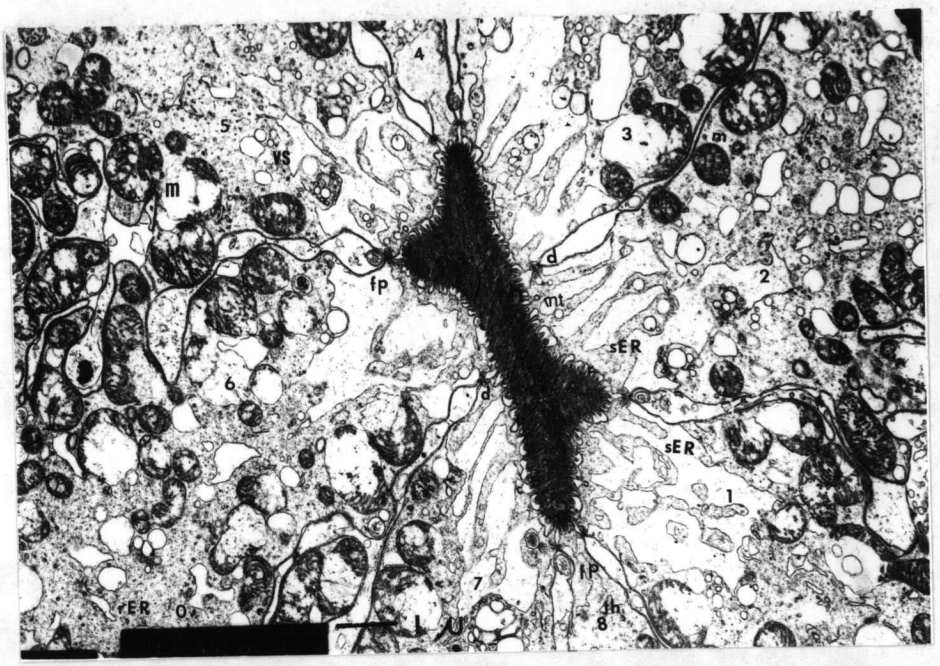
รูปที่ 4.36 อัลตราสตรัคเจอร์ของเลนส์ของผึ้ง Apis florea วรรณะผึ้งตัวผู้ ตัดตามขวาง.

cc, เลนส์; mt; ไมโครทิวบูล; n; นิวเคลียส; pg, รงควัตถุ; ppc, เซลล์รงควัตถุพื้นฐาน.



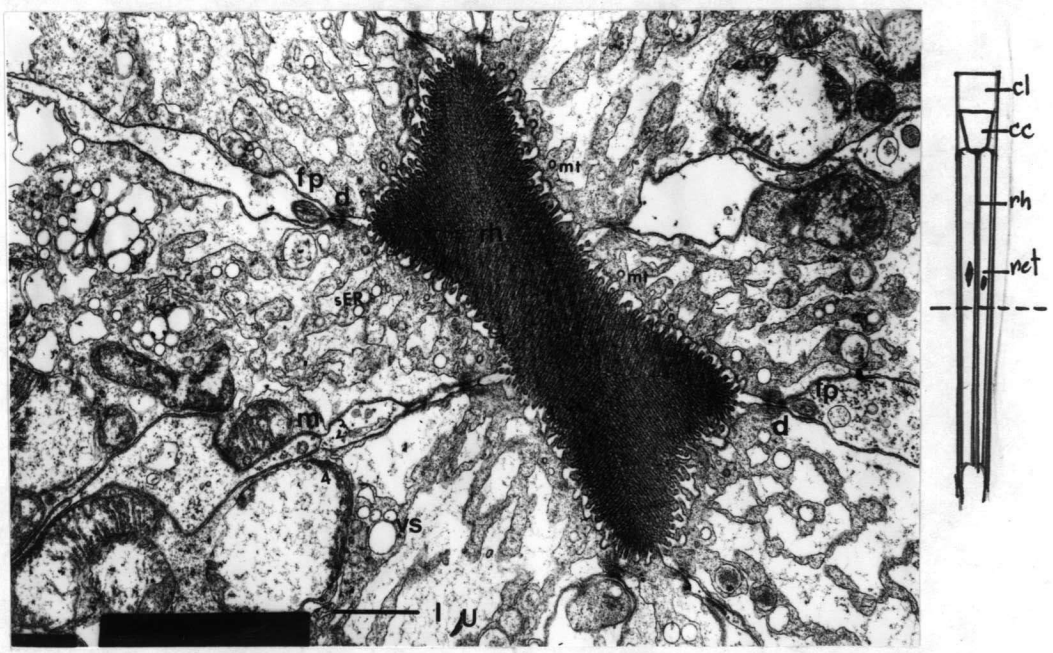
รูปที่ 4.37 อัลตราสตรัคเจอร์ของเซลล์เรตินาของผึ้ง Apis florea วรรณะผึ้งตัวผู้ ตัดตามขวาง.

d, เดสโมโซม; fp, ไฟบริลลา โพรเซส; lpc, เซลล์รงควัตถุชนิดยาว; m, ไมโตคอนเดรีย; ret(1-8); เซลล์เรตินา; sER, เอ็นโดพลาสมิกเรติคูลัม ชนิดไม่มีแกรนูล; vs, เวสซิเคิล.



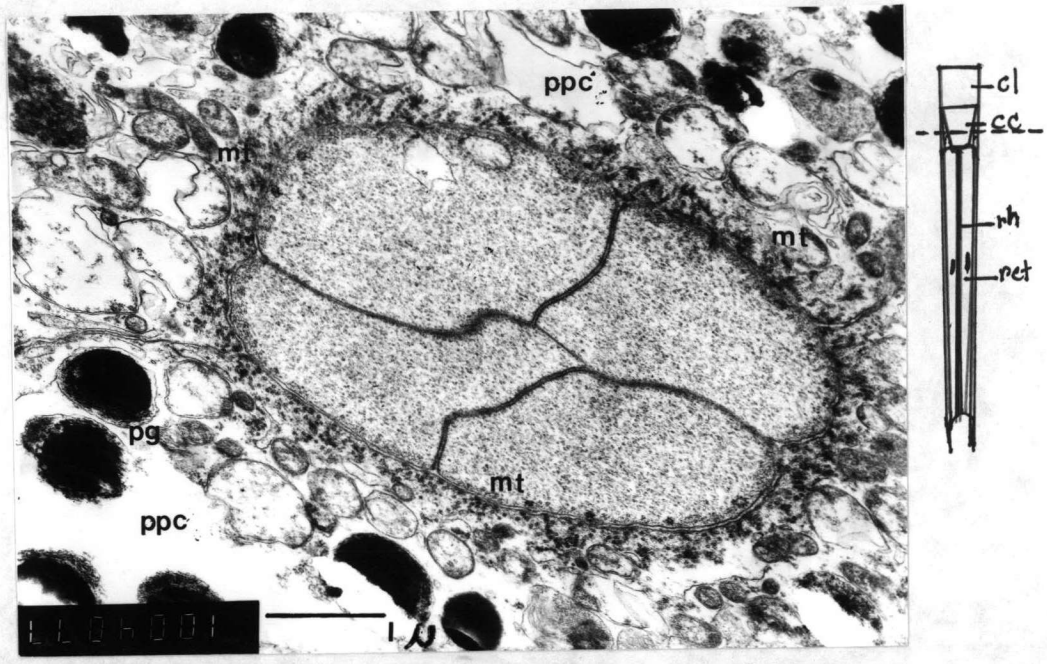
รูปที่ 4.38 อัลตราสตรัคเจอร์ของเซลล์เรตินาของผึ้ง Apis florea วรรณะผึ้งตัวผู้ ตัดตามขวาง.

d, เดสโมโซม; m, ไมโตคอนเดรีย; lpc,เซลล์รงควัตถุชนิดยาว; rh, แรบดอม; sER; เอ็นโโพลาสมิกเรติคูรัมชนิดไม่มีแกรนูล; vs, เวสซิเคิล.



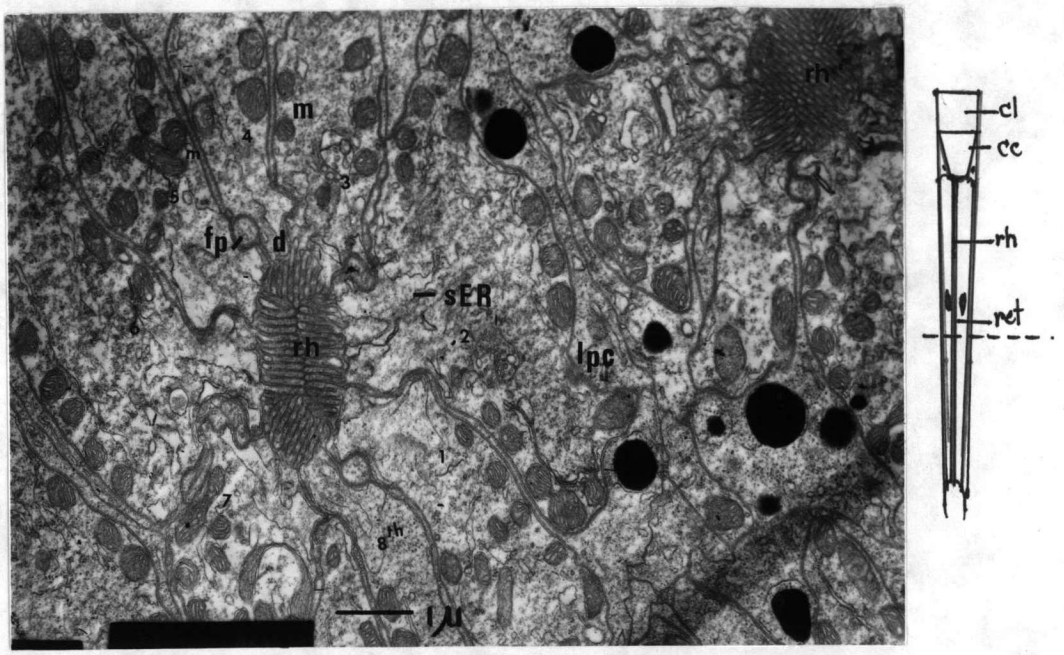
รูปที่ 4.39 อัลตราสตรัคเจอร์ของแรบดอมของผึ้ง Apis florea วรรณะผึ้งตัวผู้ ตัดตามขวาง.

d, เดสโมโซม; fp; ไฟบริลลา โพรเซส; rh, แรบดอม;



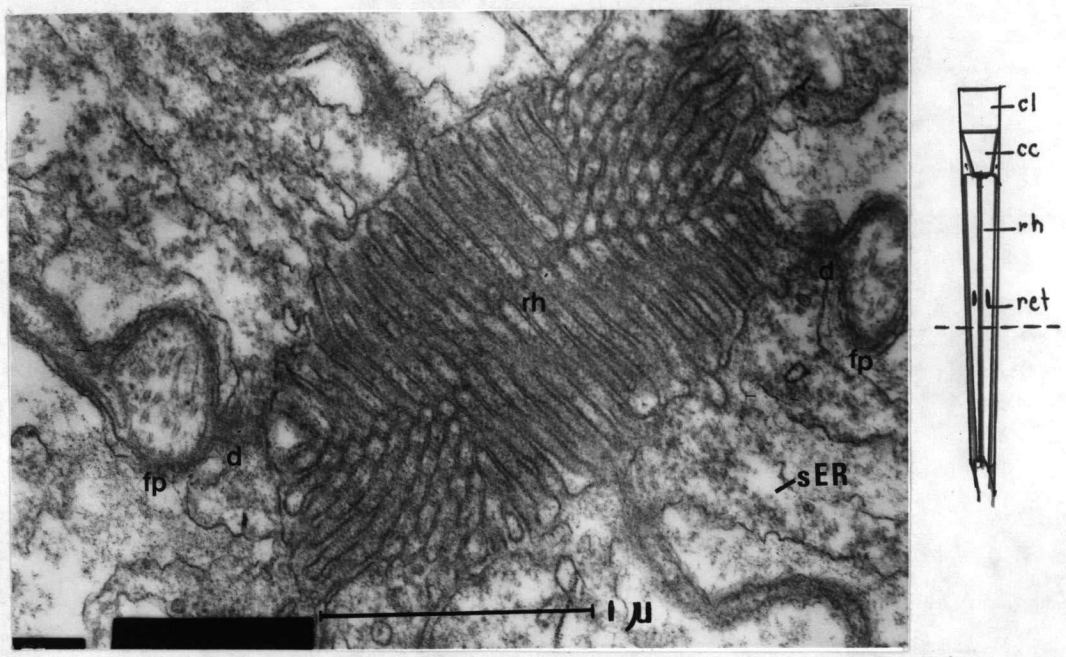
รูปที่ 4.40 อัลตราสตรัคเจอร์ของเลนส์ของผึ้ง Apis florea วรรณะผึ้งงาน ตัดตามขวาง.

cc, เลนส์; mt; ไมโครทิวบูล; pg; เซลล์รงควัตถุ; ppc, เซลล์รงควัตถุพื้นฐาน.



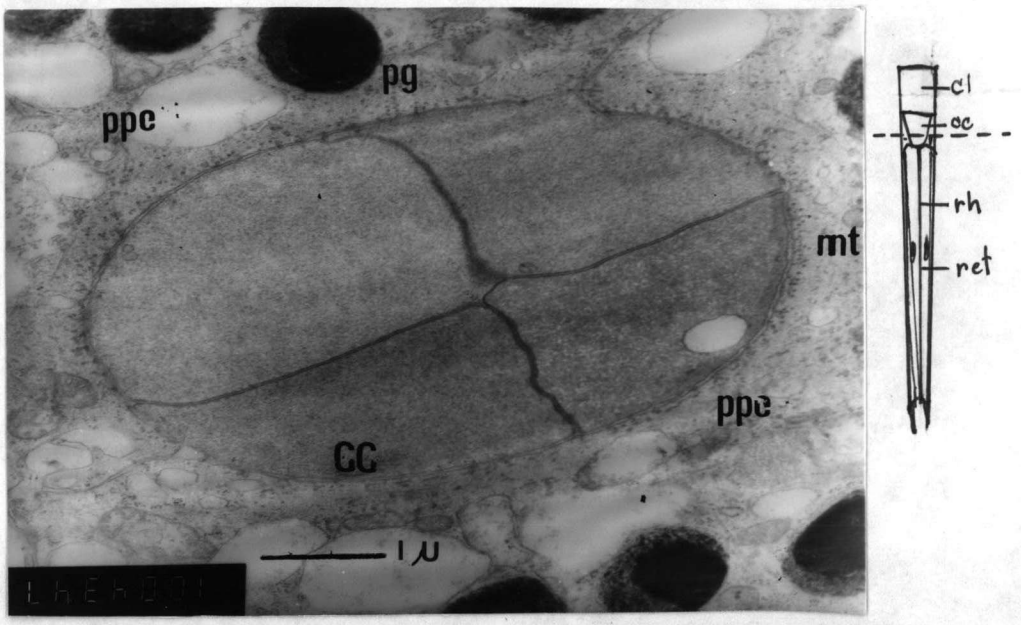
รูปที่ 4.41 อัลตราสตรัคเจอร์ของเซลล์เรตินาของผึ้ง Apis florea วรรณะผึ้งงาน ตัดตามขวาง.

d, เดสโมโซม; lpc, เซลล์รงควัตถุชนิดยาว; m, ไมโตคอนเดรีย; pg, รงควัตถุ; ret(1-8),เซลล์เรตินา; rh, แรบดอม.



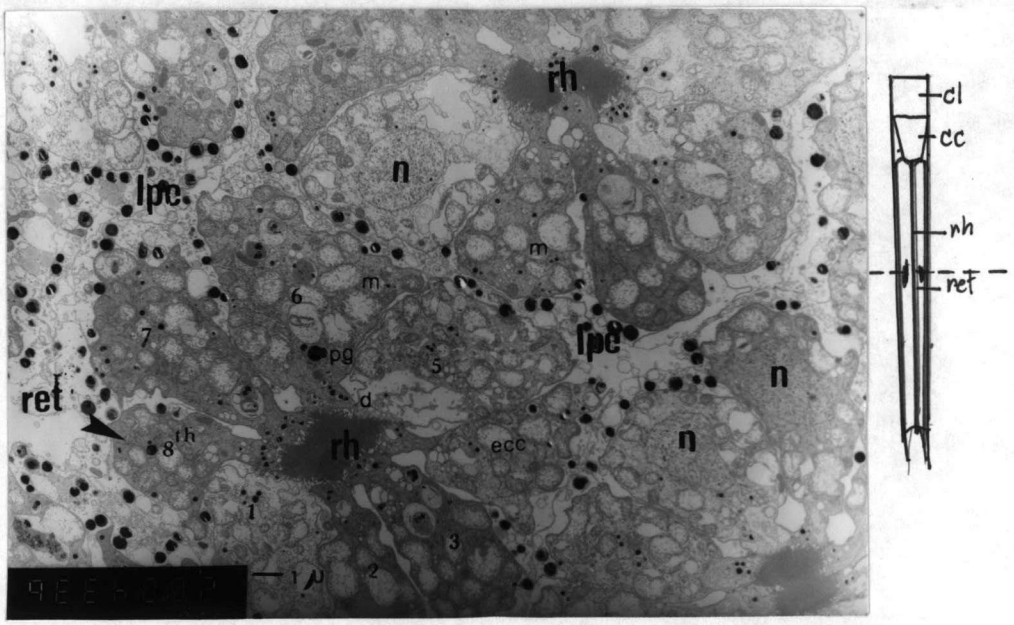
รูปที่ 4.42 อัลตราสตรัคเจอร์ของแรบดอมของผึ้ง Apis florea วรรณะผึ้งงาน ตัดตามขวาง.

d,เดสโมโซม; fp;ไฟบริลลา โพรเซส;rh, แรบดอม;sER,เอ็นโดพลาสมิก เรติคูลัม ชนิดไม่มีแกรนูล.



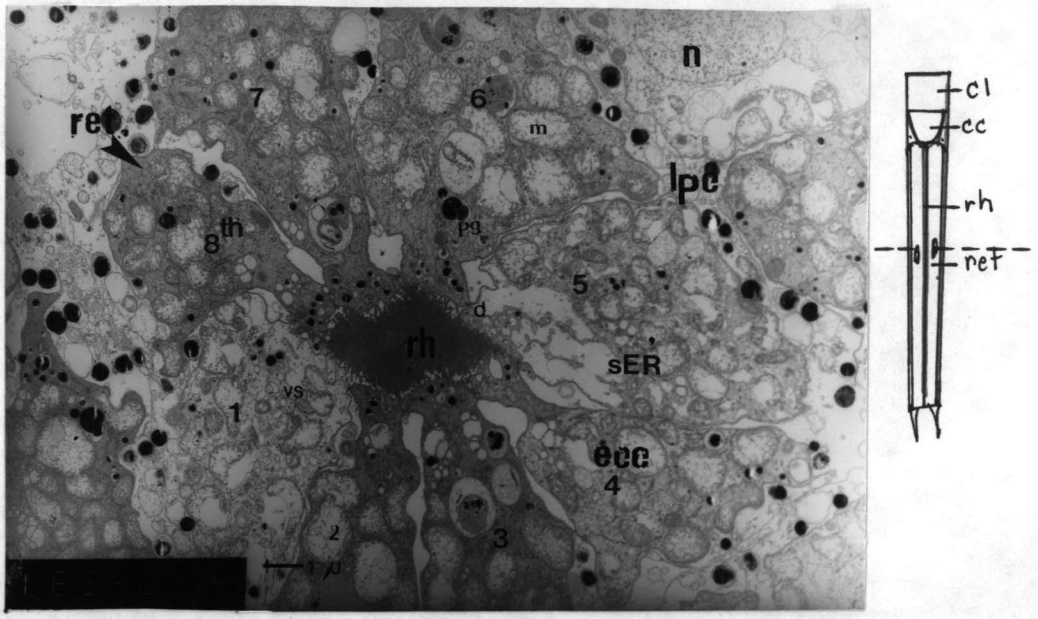
รูปที่ 4.43 อัลตราสตรัคเจอร์ของเลนส์ของผึ้ง Apis dorsata วรรณะผึ้งงาน ตัดตามขวาง.

cc, เลนส์; mt, ไมโครทิวบูล; pg, รงควัตถุ; ppc, เซลล์รงควัตถุพื้นฐาน.



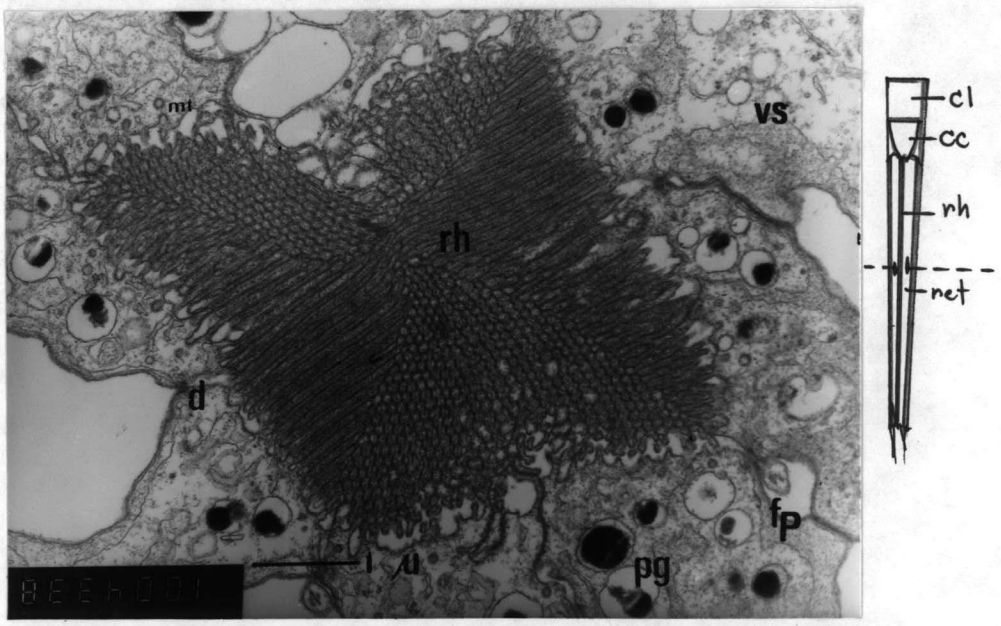
รูปที่ 4.44 อัลตราสตรัคเจอร์ของเซลล์เรตินาของผึ้ง Apis dorsata วรรณะผึ้งงาน ตัดตามขวาง.

d; เดสโมโซม; ecc, เซลล์เอคเซนตริก; lpc,เซลล์รงควัตถุชนิดยาว; m, ไมโตคอนเดรีย; pg, รงควัตถุ; ret(1-8), เซลล์เรตินา; rh, แรบดอม.



รูปที่ 4.45 อัลตราสตรัคเจอร์ของเซลล์เรตินาของผึ้ง Apis dorsata วรรณะผึ้งงาน ตัดตามขวาง. แสดงเซลล์รงควัตถุชนิดยาว.

d,เดสโมโซม;ecc,เซลล์เอคเซนตริก;lpc, รงควัตถุชนิดยาว;m,ไมโตคอนเดรีย; n, นิวเคลียส; pg, รงควัตถุ; ret(1-8), เซลล์เรตินา; rh, แรบดอม.



รูปที่ 4.46 อัลตราสตรัคเจอร์ของแรบดอมของผึ้ง Apis dorsata วรรณะผึ้งงาน ตัดตามขวาง.

d, เดสโมโซม; fp, ไฟบริลลา โพรเซส; pg, รงควัตถุ; rh,แรบดอม.