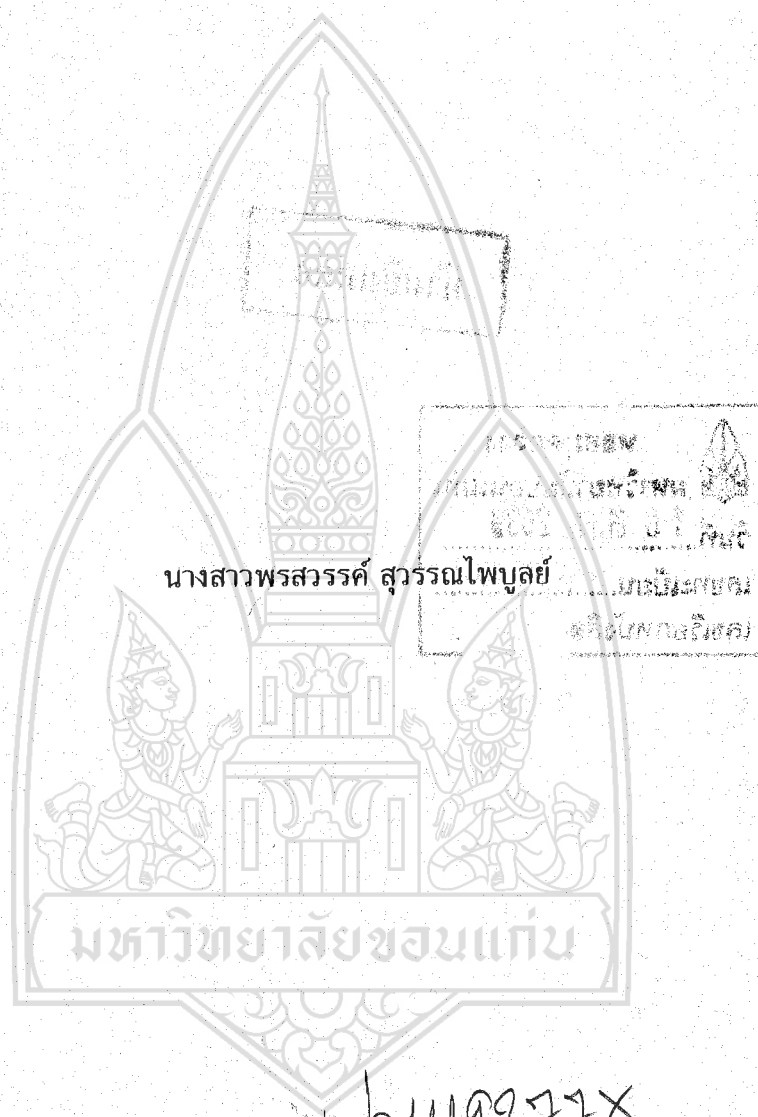


การศึกษากายวิภาคศาสตร์หนอนไหมสายพันธุ์นางน้อยศรีสะเกษ 1

I. ส่วนหัว II. ระบบประสาท

MORPHOLOGICAL STUDIES OF SILKWORM, *Bombyx mori* L. (NANGNOI
SRISAKET 1 STRAIN) I. HEAD PART II. THE NERVOUS SYSTEM



วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

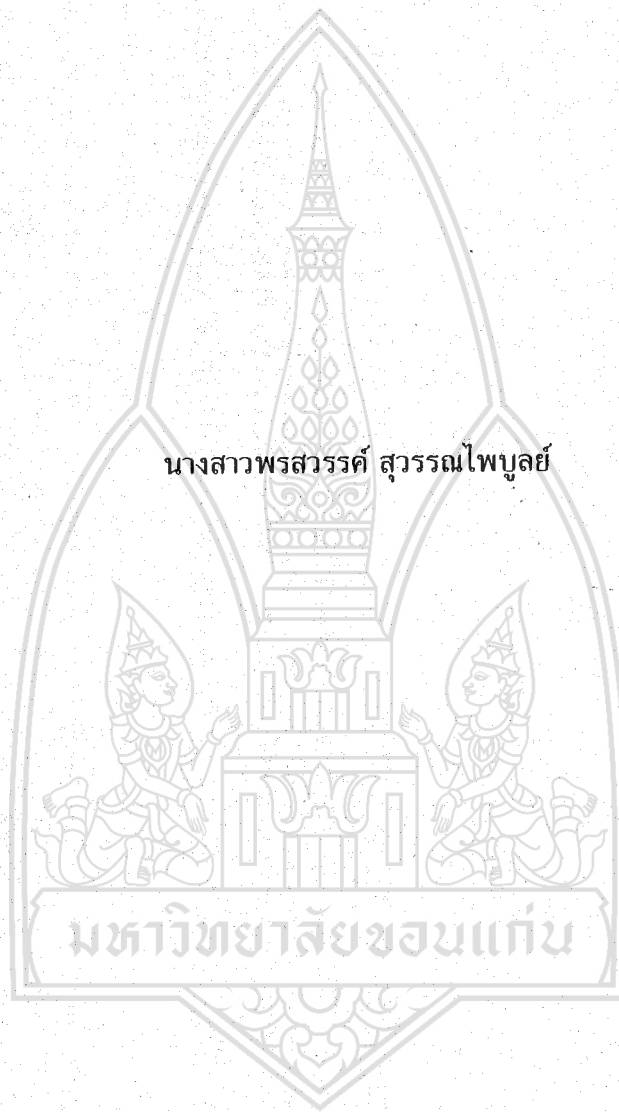
มหาวิทยาลัยขอนแก่น

พ.ศ.2538

ISBN 974-557-141-5

การศึกษากายวิภาคศาสตร์ท่อนไหมสายพันธุ์นางน้อยศรีสะเกษ 1

I. ส่วนหัว II. ระบบประสาท



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาศึกษากายวิภาคศาสตร์

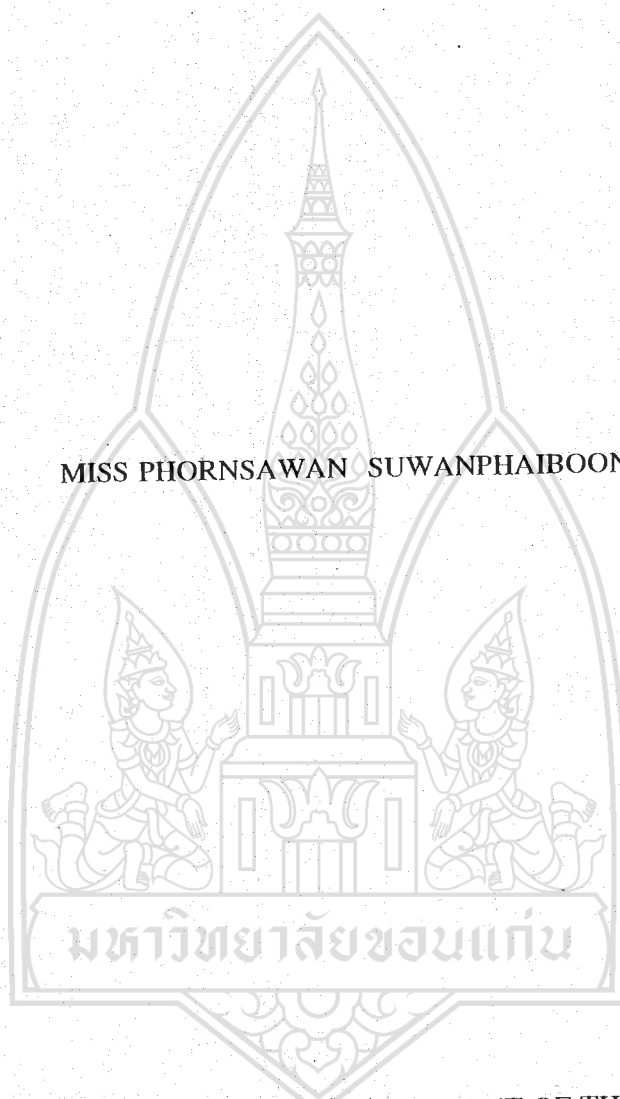
อุภินันท์นทการจาก บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น

พ.ศ.2538

ISBN 974-557-141-5

MORPHOLOGICAL STUDIES OF SILKWORM, *Bombyx mori* L. (NANGNOI
SRISAKET 1 STRAIN) I. HEAD PART II. THE NERVOUS SYSTEM

MISS PHORNSAWAN SUWANPHAIBOON



A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILMENT OF THE REQUIREMENTS
FOR THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
IN ANATOMY

GRADUATE SCHOOL KHON KAEN UNIVERSITY

1995

ISBN 947-557-141-5



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ปริญญา
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชากายวิภาคศาสตร์

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์ การศึกษากายวิภาคศาสตร์หนอนไหมสายพันธุ์นางน้อยศรีสะเกษ 1
I. ส่วนหัว II. ระบบประสาท

ชื่อผู้ทำวิทยานิพนธ์ นางสาวพรสวรรค์ สุวรรณไพบูลย์
ได้พิจารณาเห็นชอบโดยคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร. สมบูรณ์ สรรพบุญ)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กมลทิพย์ บรรณ)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ชาญณรงค์ อรัญนารถ)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์บรรจบ ศรีภา)

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร. สมพงศ์ จันทร์โพธิ์ศรี)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ 27 เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2538

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ชื่อวิทยานิพนธ์ การศึกษากายวิภาคศาสตร์หนอนไหมสายพันธุ์นางน้อยศรีสะเกษ 1

I. ส่วนหัว II. ระบบประสาท

ชื่อผู้ทำวิทยานิพนธ์ นางสาวพรสวรรค์ สุวรรณไพบุลย์

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร.สมบูรณ์ สรุงบุญมี)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กมลทิพย์ บรรานัน)

บทคัดย่อ

การศึกษากครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษากายวิภาคศาสตร์ส่วนหัวและกายวิภาคศาสตร์ของระบบประสาทหนอนไหมนางน้อยศรีสะเกษ 1 พร้อมทั้งวัดขนาดความกว้าง และความยาวของปมประสาทแต่ละอัน โดยทำการทดลองในหนอนไหมนางน้อยศรีสะเกษ 1 อายุ 1 วัน (วัย 1 วันที่ 1) จำนวน 100 ตัว และหนอนไหมนางน้อยศรีสะเกษ 1 อายุ 21 วัน (วัย 5 วันที่ 5) จำนวน 200 ตัว ทำการชำแหละและศึกษาด้วยเทคนิคของ Chauthani และ Callahan (1966) และเตรียมตัวอย่างเพื่อศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบสแกน ซึ่งยังไม่มีผู้ใดศึกษามาก่อน

ผลการศึกษาวิจัยพบว่า ร่างกายหนอนไหมนางน้อยศรีสะเกษ 1 ระยะตัวหนอน แบ่งออกเป็น 3 ส่วนที่สำคัญ คือ ส่วนหัว ส่วนอก และส่วนท้อง เมื่อมองจากภายนอกพบว่าส่วนหัวมีสีน้ำตาล ส่วนหัวด้านหน้าส่วนสูงสุด เรียกว่า vertex ซึ่งจะถูกแบ่งด้วยร่องรูปตัววายหัวกลับของตัววาย เรียกว่า cranial suture และแขนสองข้างของตัววาย เรียกว่า frontal suture เนื้อที่ตรงกลางระหว่างแขนทั้งสองข้างของตัววาย เรียกว่า frons แผ่นแข็งๆ รูปร่างคล้ายคันธูที่อยู่ถัดจาก frons ลงไปทางด้านท้อง เรียกว่า clypeus และถัดลงไปอีกจะเป็นส่วนประกอบที่สำคัญในส่วนหัว 3 ส่วน คือ (1) ocelli มีลักษณะกลมคล้ายกระดุม มีจำนวน 6 คู่ อยู่ด้านข้างของใบหน้า (2) antennae เป็นอวัยวะที่มีรูปร่างคล้ายแท่ง ประกอบด้วยปล้องสั้นๆ 4 ปล้อง มีจำนวน 1 คู่ อยู่ด้านข้างของใบหน้า และ (3) ส่วนปาก (mouth part) อยู่ตอนกลางของใบหน้า ประกอบด้วย labrum, mandibles, maxillae และ labium ซึ่งได้แสดงส่วนประกอบเหล่านี้ อย่างชัดเจน และเข้าใจง่าย

ระบบประสาทของหนอนไหมนางน้อยศรีสะเกษ 1 อายุ 21 วัน (วัย 5 วันที่ 5) แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ ระบบประสาทในส่วนหัว ระบบประสาทในปล้องส่วนอก และระบบประสาท

ในปล้องส่วนท้อง ระบบประสาทในส่วนหัว ประกอบด้วยปมประสาท 2 อัน คือ สมอ และ suboesophageal ganglion ให้เส้นประสาทไปเลี้ยงอวัยวะในส่วนหัว ระบบประสาทในปล้องส่วนอกและปล้องส่วนท้อง ประกอบด้วยปมประสาท 11 อัน ปมประสาทแต่ละอันจะอยู่ในปล้องส่วนอกและปล้องส่วนท้องปล้องละปมประสาท ระหว่างปมประสาททั้งหมดมี ventral nerve cord เชื่อมต่อกันเป็นโซ่ในแนวยาวของลำตัว เริ่มต้นจากปลายทางด้านหางของ suboesophageal ganglion แล้วทอดยาวไปสิ้นสุดในปล้องส่วนท้องปล้องที่ 7 และปมประสาทแต่ละอันจะให้เส้นประสาท 2 คู่ คือ (1) dorsal nerve ไปเลี้ยงกล้ามเนื้อทางด้านหลังของลำตัว (2) ventral nerve ไปเลี้ยงกล้ามเนื้อทางด้านท้องของลำตัว และกล้ามเนื้อขา นอกจากนี้ยังมี median nerve ซึ่งแตกออกจากปมประสาททางด้านหาง แล้วทอดตามแนวยาวของ ventral nerve cord ไปจนถึงหน้าต่อปมประสาทอันถัดไป median nerve นี้จะแตกแขนงให้เป็น transverse nerve วิ่งออกไปด้านข้างของ ventral nerve cord ไปเลี้ยงกล้ามเนื้อปิดเปิดรูหายใจ และหลอดเลือดกลางหลัง (dorsal vessel) ในแต่ละปล้อง ซึ่งลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์ของระบบประสาทหนอนไหมนางน้อยศรีสะเกษ 1 ในปล้องส่วนอกมีลักษณะเช่นเดียวกับการศึกษาของ Tsujimura (1988) ในหนอนไหมพันธุ์ w^2 และกายวิภาคศาสตร์ระบบประสาทหนอนไหมนางน้อยศรีสะเกษ 1 ในปล้องส่วนท้องมีลักษณะเช่นเดียวกับตัวหนอน *Hyalophora cecropia* (lepidoptera: Saturniidae) ซึ่งศึกษาโดย Libby (1959,1961) และตัวหนอนใน order orthoptera ซึ่งศึกษาโดย Schmitt (1954) เป็นที่น่าสนใจว่ากายวิภาคศาสตร์ของระบบประสาทเช่นนี้ สนับสนุนแนวความคิดของ Libby (1954, 1961) ว่าระบบประสาทของแมลงใน class insecta จะมีลักษณะเป็น basic segmental plan

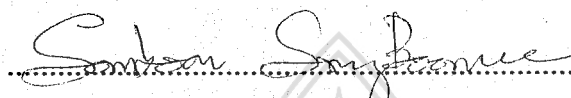
การศึกษานาดความกว้าง และความยาวของปมประสาทหนอนไหมนางน้อยศรีสะเกษ 1 อายุ 21 วัน (วัย 5 วันที่ 5) มีขนาดลดหลั่นจากหัวไปหาง คือ สมอ suboesophageal ganglion ปมประสาทอก และปมประสาทท้อง ตามลำดับ

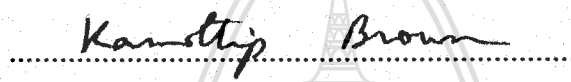
มหาวิทยาลัยขอนแก่น

THESIS TITLE : MORPHOLOGICAL STUDIES OF SILKWORM, *Bombyx mori* L.
(NANGNOI SRISAKET 1 STRAIN) I. HEAD PART II. THE
NERVOUS SYSTEM

AUTHOR : MISS PHORNSAWAN SUWANPHAIBOON

THESIS ADVISORY COMMITTEE :

 CHAIRMAN
(Professor Dr. Somboon SrungBoonmee)

 MEMBER
(Assistant Professor Dr. Kamoltip Brown)

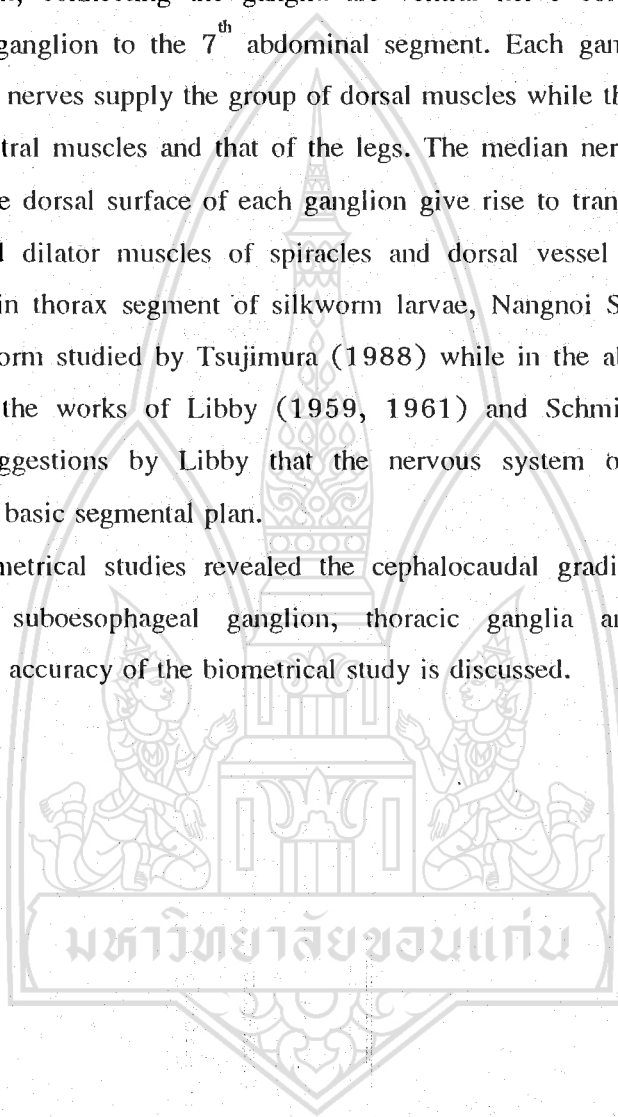
ABSTRACT

The purposes of this study are to study 1) the detail anatomy of head 2) anatomy of the nervous system of silkworm larvae, Nangnoi Srisaket 1 and 3) the biometry of each ganglion. One hundred silkworm aged 1 day (1st instar) and two hundred silkworms aged 21 days (5th instar) were thoroughly studied. The dissecting techniques (Chauthani and Callahan, 1966) and the scanning electron microscopic techniques were employed. The biometrical study has not been done before.

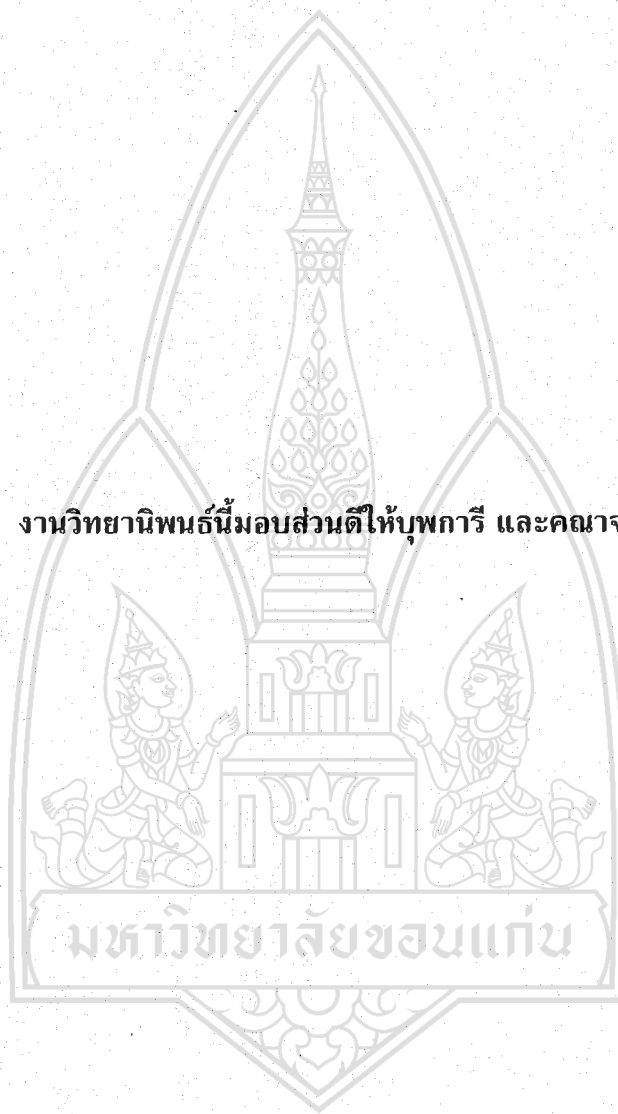
The results showed that silkworms are divided into head, thorax, and abdomen; these parts are not so clear as what is seen in adult or moth. The head part is brown with its highest part called vertex. The head is divided by the inverted Y groove. The leg part is designated as cranial suture while the two arms are known as frontal sutures. The area between the frontal sutures is called frons. The bow-shaped hard plate hanging from the frons is the clypeus. The parts just ventral to clypeus are the important parts of the face. They are from the lateral to medial as follow: 1) the ocelli (compound eyes), 2) the antennae with 4 segments, I,II,III and IV and 3) the central mouth part, the dorsal part is called labrum which is the largest part immediately ventral to the clypeus and bordering the dorsal limit of the oral cavity. The paired mandibles are on the lateral sides of the oral cavity while the labium is on the ventral side of the cavity. The paired maxillae are on the lateral borders of the cavity. These parts are clearly established for the sake of simplicity and readily applicable.

The nervous system are described as 3 parts only for the convenience, the head nervous system, the thorax nervous system, and the abdominal nervous system. It is understood that the nervous system is an integrated whole. There are two neural structures in the head region, the brain and suboesophageal ganglion, from which the nerves are giving out to the important structures. The thorax and abdomen possess 11 ganglia, one for each segment; connecting the ganglia are ventral nerve cords beginning from the suboesophageal ganglion to the 7th abdominal segment. Each ganglion has two pairs of nerves, the dorsal nerves supply the group of dorsal muscles while the ventral nerves supply the group of ventral muscles and that of the legs. The median nerves originated from the caudal part of the dorsal surface of each ganglion give rise to transverse nerves to supply the occlusor and dilator muscles of spiracles and dorsal vessel of each segment. The nervous system in thorax segment of silkworm larvae, Nangnoi Srisaket 1, is similar to that of w² silkworm studied by Tsujimura (1988) while in the abdominal segment is in agreement with the works of Libby (1959, 1961) and Schmitt (1954). The result supports the suggestions by Libby that the nervous system of the class insecta is characteristically basic segmental plan.

The biometrical studies revealed the cephalocaudal gradient of the size of the ganglia, brain, suboesophageal ganglion, thoracic ganglia and abdominal ganglia respectively. The accuracy of the biometrical study is discussed.



งานวิทยานิพนธ์นี้มอบส่วนดีให้บุพการี และคณาจารย์



กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้สำเร็จได้ด้วยดี เพราะได้รับความกรุณาอย่างยิ่งจากอาจารย์ที่ปรึกษาทั้งสองท่านคือศาสตราจารย์ ดร.สมบูรณ์ สรุงบุญมี และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กมลทิพย์ บรวาน์ ที่ได้สนับสนุนช่วยเหลือ ให้กำลังใจ และแนวความคิดตลอดระยะเวลาในการดำเนินงาน เป็นสิ่งที่ผู้วิจัยซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง

ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ชาญณรงค์ อรัญนารท และอาจารย์พิพัฒน์พงษ์ แคนลา ที่กรุณาให้คำแนะนำ ข้อเสนอแนะต่าง ๆ เกี่ยวกับกรรมวิธีการศึกษาตัวอย่างด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบสแกน นอกจากนี้ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์บรรจบ ศรีภา ที่ช่วยให้ข้อคิดเห็นและแนะนำเกี่ยวกับเครื่องมือวิจัย มาเสริมแนวทางการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ชัยยงค์ สำราญถิ่น ผู้อำนวยการสถานีทดลองหม่อนไหม และอาจารย์ธเนศ จันทร์เทศ นักวิชาการ 6 ที่กรุณาให้ข้อมูล และกลุ่มตัวอย่างหม่อนไหมนางน้อย ศรีสะเกษ 1 สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบคุณท่านผู้พิพากษาเจริญ ดวงสุวรรณ ที่เป็นกำลังใจให้ผู้วิจัยตลอดมา และขอขอบคุณบุคคลและคณะบุคคลที่ได้กล่าวถึงทั้งหมด ตลอดจนบุพการีทุกท่านซึ่งมีส่วนช่วยให้วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลงได้ ผู้วิจัยขอระลึกถึงและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งไว้ ณ โอกาสนี้

พรสวรรค์ สุวรรณไพบูลย์

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	จ
สารบัญตาราง	ญ
สารบัญภาพ	ฉ
คำอธิบายคำย่อ	ฐ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับการวิจัย	2
บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ประวัติของหนอนไหม	4
2.2 อนุกรมวิธานของหนอนไหม	4
2.3 วงจรชีวิตของหนอนไหม	5
2.4 กายวิภาคศาสตร์ส่วนหัวของหนอนไหม	6
2.5 กายวิภาคศาสตร์ระบบประสาทของหนอนไหม	8
2.6 ขนาดความกว้าง และความยาวของ สมอง suboesophageal ganglion ปมประสาทอก และปมประสาทท้องของหนอนไหม	10
บทที่ 3 วิธีการดำเนินวิจัย	
3.1 สัตว์ทดลองที่ใช้	11
3.2 การศึกษากายวิภาคศาสตร์ส่วนหัวของหนอนไหม	11
3.3 การศึกษาโครงสร้างการเชื่อมโยงของระบบประสาทของหนอนไหมกับอวัยวะต่าง ๆ	12
3.4 การศึกษาขนาดความกว้างและความยาวของ สมอง suboesophageal ganglion ปมประสาทอก และปมประสาทท้องของหนอนไหม	14

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการวิจัย

4.1 กายวิภาคศาสตร์ส่วนหัวของหนอนไหมนางน้อยศรีสะเกษ 1

18

4.2 กายวิภาคศาสตร์ระบบประสาทของหนอนไหมนางน้อยศรีสะเกษ 1

20

บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ

67

บรรณานุกรม

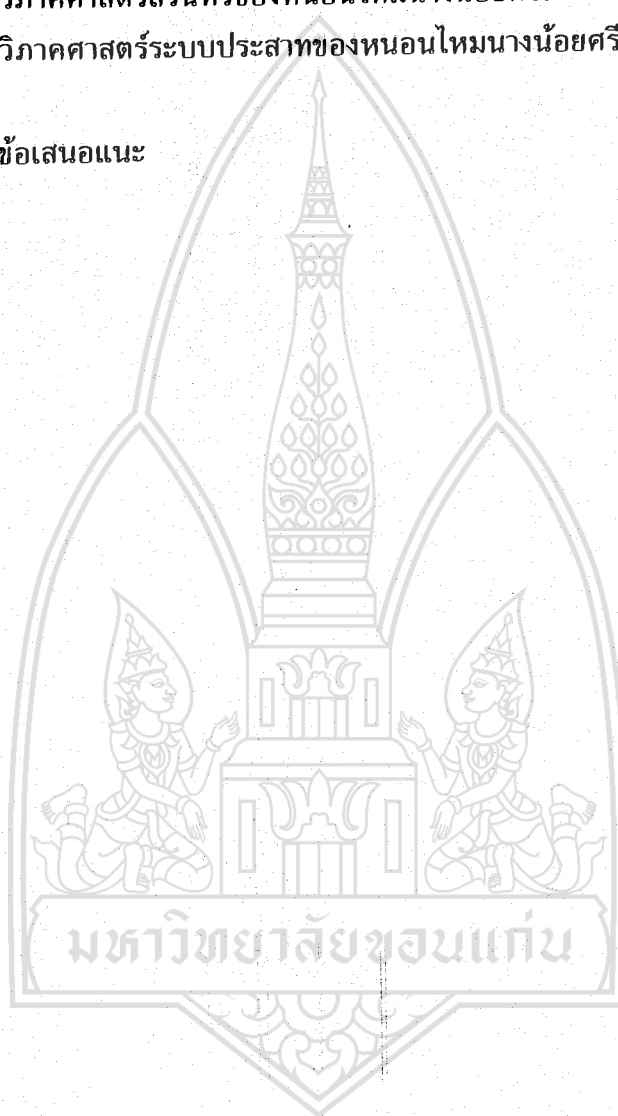
78

ภาคผนวก

82

ประวัติผู้เขียน

84



สารบัญตาราง

ตารางที่

หน้า

- 4.1 ค่าเฉลี่ยขนาดความกว้างและความยาวของ สมอง suboesophageal ganglion ปมประสาทอก และ ปมประสาทท้อง ในหนอนไหมนางน้อย ศรีสะเกษ 1 อายุ 21 วัน (วัย 5 วันที่ 5)

30



สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
4.1 แผนภูมิแท่งแสดงค่าเฉลี่ยขนาดความกว้าง และความยาวของ สมอง suboesophageal ganglion และปมประสาทอก ในหนอนไหมนางน้อยศรีสะเกษ 1 อายุ 21 (วัย 5 วันที่ 5)	32
4.2 แผนภูมิแท่งแสดงค่าเฉลี่ยขนาดความกว้าง และความยาวของ ปมประสาทท้อง ในหนอนไหมนางน้อยศรีสะเกษ 1 อายุ 21 วัน (วัย 5 วันที่ 5)	34
4.3 ภาพ SEM แสดงส่วนหัวของหนอนไหมนางน้อยศรีสะเกษ 1 อายุ 1 วัน (วัย 1 วันที่ 1)	36
4.4 ภาพ SEM แสดงใบหน้าของหนอนไหมนางน้อยศรีสะเกษ 1 อายุ 1 วัน (วัย 1 วันที่ 1)	38
4.5 ภาพ SEM แสดงส่วนปากของหนอนไหมนางน้อยศรีสะเกษ 1 อายุ 1 วัน (วัย 1 วันที่ 1)	40
4.6 แผนภาพแสดงระบบประสาทหนอนไหมนางน้อยศรีสะเกษ 1	42
4.7 ภาพ SEM แสดงสมองและเส้นประสาทสมองของหนอนไหมนางน้อยศรีสะเกษ 1 อายุ 21 วัน (วัย 5 วันที่ 5)	44
4.8 ภาพ SEM แสดงระบบประสาทในส่วนหัวของหนอนไหมนางน้อยศรีสะเกษ 1 อายุ 21 วัน (วัย 5 วันที่ 5)	46
4.9 ภาพ SEM แสดงเส้นประสาทและกล้ามเนื้อในปล้องส่วนอกข้างขวาของหนอนไหมนางน้อยศรีสะเกษ 1 อายุ 21 วัน (วัย 5 วันที่ 5) ข้าแหละชั้นที่ 1	48
4.10 ภาพ SEM แสดงเส้นประสาทและกล้ามเนื้อในปล้องส่วนอกข้างขวาของหนอนไหมนางน้อยศรีสะเกษ 1 อายุ 21 วัน (วัย 5 วันที่ 5) ข้าแหละชั้นที่ 2	50
4.11 ภาพ SEM แสดงเส้นประสาทและกล้ามเนื้อในปล้องส่วนอกข้างขวาของหนอนไหมนางน้อยศรีสะเกษ 1 อายุ 21 วัน (วัย 5 วันที่ 5) ข้าแหละชั้นที่ 3	52
4.12 ภาพ SEM แสดงเส้นประสาทและกล้ามเนื้อในปล้องส่วนอกข้างขวาของหนอนไหมนางน้อยศรีสะเกษ 1 อายุ 21 วัน (วัย 5 วันที่ 5) ข้าแหละชั้นที่ 4	54

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.13 ภาพ SEM แสดงเส้นประสาทและกล้ามเนื้อในปล้องส่วนท้องข้างขวา ของหนอนไหมนางน้อยศรีสะเกษ 1 อายุ 21 วัน (วัย 5 วันที่ 5) ชำแหละชั้นที่ 1	56
4.14 ภาพ SEM แสดงเส้นประสาทที่ไปเลี้ยงหลอดเลือดกลางหลัง (dorsal vessel) ในหนอนไหมนางน้อยศรีสะเกษ 1 อายุ 21 วัน (วัย 5 วันที่ 5)	58
4.15 ภาพ SEM แสดงเส้นประสาทและกล้ามเนื้อในปล้องส่วนท้องข้างขวา ของหนอนไหมนางน้อยศรีสะเกษ 1 อายุ 21 วัน (วัย 5 วันที่ 5) ชำแหละชั้นที่ 2	60
4.16 ภาพ SEM แสดงเส้นประสาทและกล้ามเนื้อในปล้องส่วนท้องข้างขวา ของหนอนไหมนางน้อยศรีสะเกษ 1 อายุ 21 วัน (วัย 5 วันที่ 5) ชำแหละชั้นที่ 3	62
4.17 ภาพ SEM แสดงเส้นประสาทและกล้ามเนื้อในปล้องส่วนท้องข้างขวา ของหนอนไหมนางน้อยศรีสะเกษ 1 อายุ 21 วัน (วัย 5 วันที่ 5) ชำแหละชั้นที่ 4	64
4.18 ภาพ SEM แสดงเส้นประสาทในปล้องส่วนท้องปล้องที่ 8-11 ของ หนอนไหมนางน้อยศรีสะเกษ 1 อายุ 21 วัน (วัย 5 วันที่ 5)	66
5.1 แผนภาพแสดงเส้นประสาทในส่วนหัวของหนอนไหมนางน้อยศรีสะเกษ 1 อายุ 21 วัน (วัย 5 วันที่ 5)	71
5.2 แผนภาพแสดงเส้นประสาทในปล้องส่วนอกของหนอนไหมนางน้อยศรีสะเกษ 1 อายุ 21 วัน (วัย 5 วันที่ 5)	73
5.3 แผนภาพแสดงเส้นประสาทในปล้องส่วนท้องของหนอนไหมนางน้อยศรีสะเกษ 1 อายุ 21 วัน (วัย 5 วันที่ 5)	75
5.4 แผนภาพแสดงเส้นประสาทในปล้องส่วนท้องปล้องที่ 8-11 ของหนอนไหม นางน้อยศรีสะเกษ 1 อายุ 21 วัน (วัย 5 วันที่ 5)	77

คำอธิบายคำย่อ

คำย่อ	ความหมาย
A	abdominal ganglion
AM	alary muscle
AMG	anterior midgut
An	anus
AnNv	antennae nerve
Ant	antennae
Br	brain
CA	corpora allata
CaNv	corpora allata nerve
CC	corpora cardiaca
CcNv	corpora cardiaca nerve
Cd	cardo
CL	caudal leg
Clp	clypeus
Co	colon
CoeC	circumoesophageal connective
Cs	cranial suture
de	dorsal external muscle
dea	dorsal external anterior muscle
deO	dorsal external oblique muscle
dep	dorsal external posterior muscle
dil	dorsal internal lateral muscle
dim	dorsal internal median muscle
diO	dorsal internal oblique muscle
dlsp	dilator of the spiracle muscle
DNv	dorsal nerve
DV	dorsal vessel
Fr	frons

คำย่อ	ความหมาย
FrC	frontal connective
FrG	frontal ganglion
FrNv	frontal nerve
Fs	frontal suture
Lbm	labium
LbNv	labral nerve
Lbr	labrum
leO	lateral external oblique muscle
lem	lateral internal median muscle
lep	lateral external posterior muscle
lia	lateral internal anterior muscle
lii	lateral internal intersegmental muscle
LiNv	labial nerve
liO	lateral internal oblique muscle
lip	lateral internal posterior muscle
LNvD	longitudinal nerve of dorsum
Lp	labial palpi
Ltra	lateral tracheal trunk
Md	mandible
MeNv	median nerve
MnNv	mandibular nerve
Mt	mentum
Mx	maxilla
Mxl	maxillary lobe
MxNv	maxillary nerve
Mxp	maxillary palpi
Ocl	ocelli
Oes	oesophagus
OpNv	optic nerve
osp	occlusor of the spiracle muscle

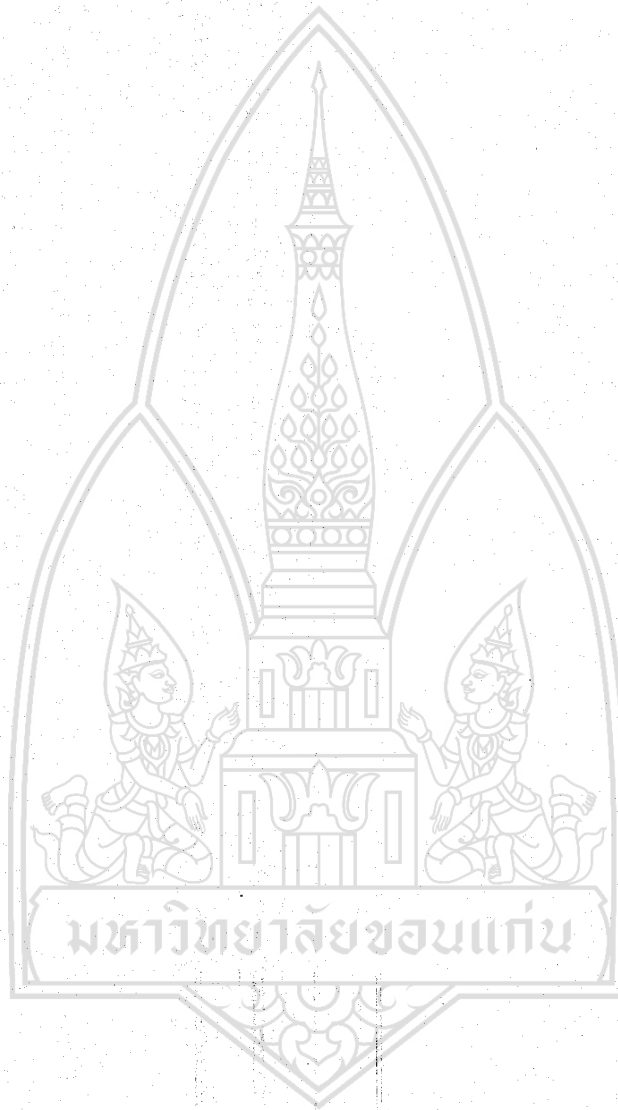
คำย่อ	ความหมาย
p	parategal muscle
P	proleg muscle
prm	prementum
Pyl	pylorus
Re	rectum
Rpd	reproductive system
Sb	sensilla basiconica
SC	suboesophageal commissure
Sch	sensilla chaeticum
SI	small intestine
SG	suboesophageal ganglion
Sp	spiracle
SpNv	splanchnic nerve
Spt	spinneret
Ss	sensilla styloconica
St	sensilla trichodea
Stp	stipes
Th	thoracic ganglion
TgNv	tegumentary nerve
tp	tergo-pleural muscle
TrNv	transverse nerve
ts	tergo-sternal muscle
ve	ventral external muscle
vem	ventral external median muscle
veO	ventral external oblique muscle
vil	ventral internal lateral muscle
vim	ventral internal median muscle
VNC	ventral nerve cord
VNv	ventral nerve
viO	ventral internal oblique muscle

คำย่อ

ความหมาย

Vt

vertex



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

Bombyx mori เป็นหนอนไหมชนิดดั้งเดิม มีต้นกำเนิดมาจาก *Mandarina silkworm* ชื่อ *Bombyx mandarina* Moore จีนเป็นประเทศแรกที่ยูจีนไหมเมื่อประมาณ 4500 ปี มาแล้ว ต่อมาเกิดการเลี้ยงกันอย่างแพร่หลายในหลายประเทศทั้งแถบยุโรปและเอเชีย ซึ่งรวมถึงประเทศไทยด้วย ปัจจุบัน *Bombyx mori* เป็นสัตว์เศรษฐกิจที่สำคัญประเภทหนึ่งของประเทศไทย จากสถิติกรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ พบว่าในปี พ.ศ.2535 ประเทศไทย มีเกษตรกรประกอบอาชีพปลูกหม่อนเลี้ยงไหมถึง 320,953 ครัวเรือน คิดเป็นเนื้อที่ปลูกหม่อน 442,631 ไร่ และหนอนไหมให้เส้นไยนำมาผลิตเป็นผ้าไหมซึ่งเป็นสินค้าออกชนิดหนึ่งทำรายได้ให้กับประเทศอย่างสูง จากสถิติกรมศุลกากรและกรมเศรษฐกิจการพาณิชย์ในปี พ.ศ. 2535 มีปริมาณการส่งออกผ้าไหม 1,694,700 ตารางหลา คิดเป็นมูลค่า 479,000,000 บาท

เส้นไหมมีประโยชน์ทางการแพทย์คือ ใช้เป็นด้ายเย็บแผลในการผ่าตัด ได้มีผู้ทดลองใช้ไหมไทยดิบ จากหนอนไหมพันธุ์ K1 K8 ที่ได้รับการเลี้ยงในจังหวัดขอนแก่น ทดลองเย็บแผลผ่าตัดหนู ไม่พบปฏิกิริยาที่ไม่พึงประสงค์เกิดขึ้นที่แผลสัตว์ทดลอง การเจริญซ่อมแซมของเนื้อเยื่อจัดว่าอยู่ในระดับดีอีกด้วย (Landsdown และ SrungBoonmee, 1993) และได้มีการนำเส้นไหมมาเป็นส่วนผสมของเครื่องสำอางค์ มีคุณสมบัติไม่เหนียวเหนอะหนะ ดูดซึมเร็ว ช่วยให้ผิวหนังชุ่มชื้น (Murakami, 1988 และ SrungBoonmee, 1989)

นอกจากนี้ การเลี้ยงไหมยังให้ผลพลอยได้ทางด้านโภชนาการอีกด้วย นั่นคือหลังจากสาวเอาเส้นไหมออกจากรังไหมแล้ว จะเหลือดักแด้ที่ถูกหุ้มด้วยเยื่อบางๆของรังไหมชั้นในลอยอยู่ในน้ำต้มที่ใช้สาวไหม มีการนำดักแด้นี้มาประกอบเป็นอาหารรับประทาน พบว่ามีโปรตีนสูง

สำหรับประเทศไทย รู้จักนำประโยชน์ของหนอนไหมมาใช้ตั้งแต่สมัยสุโขทัย ได้มีการเชิญผู้เชี่ยวชาญจากญี่ปุ่นมาช่วยค้นคว้าและพัฒนาการปลูกหม่อนเลี้ยงไหมในสมัยรัชกาลที่ 5 จนถึงปัจจุบัน สมเด็จพระนางเจ้า พระบรมราชินีนาถได้ทรงโปรดเกล้าฯ ให้จัดตั้งมูลนิธิส่งเสริมศิลปาชีพพิเศษ เพื่อส่งเสริมการปลูกหม่อนเลี้ยงไหมด้วย (กรมวิชาการเกษตร, 2535)

Krishnaswami et al. (1973), Tazima et al. (1978), Jolly et al.(1979) และ Japan Overseas Cooperation Volunteers (1980) สนใจศึกษากายวิภาคศาสตร์ภายนอกส่วนหัวหนอนไหม *Bombyx mori* ด้วยกล้องสเตอริโอ (Stereoscope) ผลจากการ ศึกษาพบว่า ส่วนหัว

ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วน คือ หนวด (antennae) ส่วนปาก (mouthpart) และตาประกอบ (ocelli) ต่อมา Waku (1991) ศึกษากายวิภาคศาสตร์หนวดของหนอนไหมชนิดเดียวกันนี้ ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบสแกน พบว่า ประกอบด้วยปล้องสั้น ๆ 4 ปล้อง มีขนรับความรู้สึก (sensory process) รวมทั้งสิ้น 13 อัน ทำหน้าที่ในการรับกลิ่น (olfactory receptor)

นอกจากนี้ ยังมีผู้รายงานการศึกษาระบบประสาทในส่วนหัวของตัวหนอนที่อยู่ใน order Lepidoptera ไว้หลายท่าน (Krishnaswami et al., 1973; Eaton, 1988 และ Japan Overseas Cooperation Volunteers, 1988) ศึกษากระบบประสาทในส่วนอก (Matsuda, 1970; Eaton, 1988; Tsujimura, 1988) และ ศึกษากระบบประสาทในส่วนท้อง (Swaine, 1921; Kuwana, 1932; Schmitt, 1954; Taylor และ Truman, 1974 และ Eaton, 1988) แต่เนื่องจากว่า การศึกษากายวิภาคศาสตร์ส่วนหัวและระบบประสาทของหนอนไหมยังมีน้อย และยังไม่มีการศึกษาในหนอนไหมพันธุ์นางน้อยศรีสะเกษ 1 มาก่อน ซึ่งหนอนไหมพันธุ์นี้เป็นพันธุ์ไทยแท้ที่มีความแข็งแรง จำนวนไข่ต่อแม่สูงกว่าพันธุ์ไทยอื่นๆ เลี้ยงง่ายในทุกฤดูกาล ความยาวเส้นใย 370-410 เมตร เกษตรกรนิยมเลี้ยงกันอย่างกว้างขวาง จึงควรที่จะศึกษาหนอนไหมพันธุ์นี้ให้มากขึ้น เพื่อนำไปสู่การปรับปรุงพันธุ์ให้มีความแข็งแรง และผลิตเส้นไหมได้ยาวนาน

การศึกษาในครั้งนี้ จะศึกษากายวิภาคศาสตร์ภายนอกของส่วนหัว และระบบประสาทของหนอนไหมนางน้อยศรีสะเกษ 1 ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบสแกน พร้อมทั้งวัดขนาดความกว้างและความยาวของสมอง suboesophageal ganglion ปมประสาทอก และปมประสาทท้องแต่ละอัน ซึ่งยังไม่เคยมีผู้ได้ศึกษามาก่อน

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ศึกษากายวิภาคศาสตร์ภายนอกส่วนหัวหนอนไหมนางน้อยศรีสะเกษ 1 ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบสแกน
2. ศึกษากายวิภาคศาสตร์ของระบบประสาทหนอนไหมนางน้อยศรีสะเกษ 1 ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบสแกน
3. ศึกษาขนาดความกว้างและความยาวของสมอง suboesophageal ganglion ปมประสาทอก และปมประสาทท้องแต่ละอัน ของหนอนไหมนางน้อยศรีสะเกษ 1 ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบสแกน

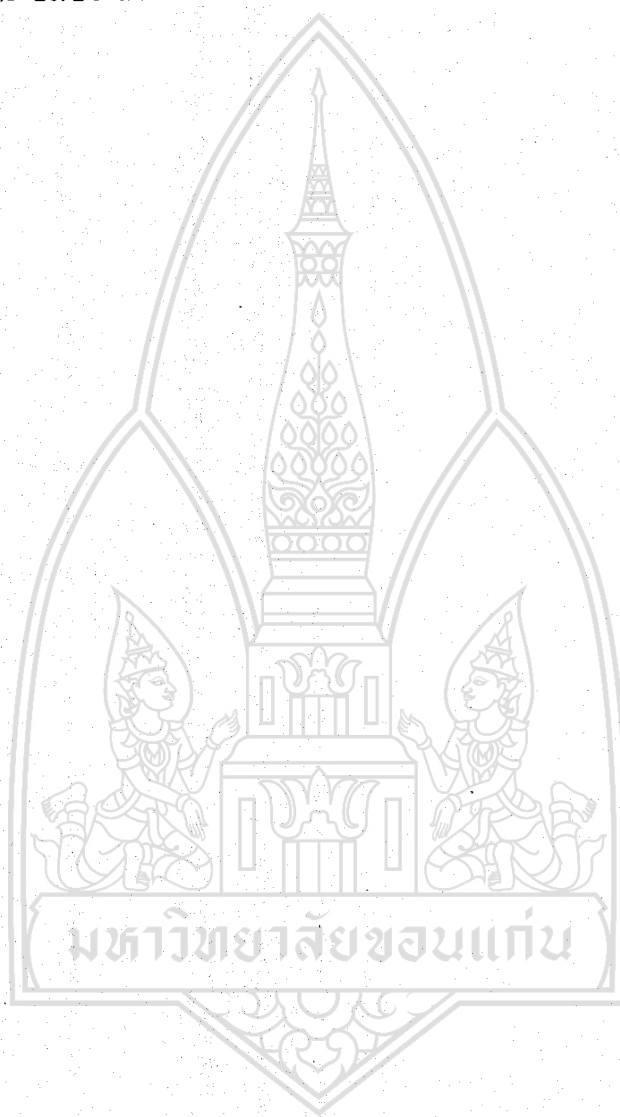
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับการวิจัย

1. ทำให้ทราบลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์ส่วนหัว ของหนอนไหมนางน้อยศรีสะเกษ 1 ในระดับอิเล็กตรอน ได้อย่างถูกต้อง

2. ทำให้ทราบลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์ระบบประสาทของหนอนไหมนางน้อยศรีสะเกษ 1 ในระดับอิเล็กทรอนิกส์ได้อย่างถูกต้อง

3. จะได้ข้อมูลพื้นฐานกายวิภาคศาสตร์ระบบประสาทของหนอนไหมนางน้อยศรีสะเกษ 1 ปกติ เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาระบบประสาทในหนอนไหมที่มีพยาธิสภาพต่อไป

4. จะได้ข้อมูลอ้างอิงขนาดความกว้างและความยาวของ สมอ suboesophageal ganglion ปมประสาทอก และ ปมประสาทท้องแต่ละอัน ของหนอนไหมนางน้อยศรีสะเกษ 1



บทที่ 2

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 ประวัติของหนอนไหม

จีนเป็นประเทศแรกที่ยังมีการปลูกหม่อนเลี้ยงไหมเมื่อประมาณ 4,500 ปีมาแล้ว (กรมวิชาการเกษตร, 2523; วราภา และ พิกพ, 2533 และ Krishnaswami et al., 1973) แล้วเผยแพร่ต่อไปยังประเทศเกาหลี ญี่ปุ่น ทิเบต อินเดีย และ เปอร์เซีย นอกจากนี้ยังมีเส้นทางสายไหม เริ่มต้นจากเมืองซีอานของประเทศจีนไปทางทิศตะวันตก ข้ามทะเลทรายโกบีไปสิ้นสุดที่เมืองอันติออกในเขตประเทศซีเรีย และแพร่ไปถึงยุโรป (วีระ, 2534)

สำหรับการเลี้ยงไหมพื้นเมือง โดยเฉพาะในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ได้รับการถ่ายทอดอารยธรรมมาตามล่าน้ำโขงจากภาคใต้ของจีน (กรมวิชาการเกษตร, 2535) มีการทอผ้าไหมเป็นอุตสาหกรรมในครัวเรือนตั้งแต่สมัยสุโขทัย และทางราชการได้เชิญผู้เชี่ยวชาญจากประเทศญี่ปุ่นมาช่วยค้นคว้าวิจัยและพัฒนาการปลูกหม่อนเลี้ยงไหมในสมัยรัชกาลที่ 5 จนถึงปัจจุบันสมเด็จพระนางเจ้าพระบรมราชินีนาถได้ทรงโปรดเกล้าฯ ให้จัดตั้งมูลนิธิส่งเสริมศิลปาชีพพิเศษ เพื่อส่งเสริมการปลูกหม่อนเลี้ยงไหมด้วย

2.2 อนุกรมวิธาน (Taxonomic classification) ของหนอนไหม

หนอนไหมจัดอยู่ใน phylum arthropoda ใน class hexapoda หรือ insecta มีลำตัวแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนหัว(head) ส่วนอก(thorax) และส่วนท้อง(abdomen) ลำตัวมีลักษณะเป็นปล้อง หนอนไหมอยู่ใน subclass pterygota order lepidoptera และ family bombycidae ซึ่งมีลักษณะพิเศษเฉพาะ คือ ตัวหนอน (larvae) จะพ่นเส้นใยเพื่อใช้ในการทำรังห่อหุ้มตัวมันเอง แล้วลอกคราบกลายเป็นดักแด้ (pupae) อยู่ภายในรังนั้น (กรมวิชาการเกษตร, 2523)

Bombyx mori เป็นหนอนไหมชนิดดั้งเดิม เชื่อว่ามีต้นกำเนิดมาจาก *Mandarina silkworm* ชื่อ *Bombyx mandarina* Moore *Bombyx mori* สร้างรังไหมด้วยโปรตีนเส้นไหมที่สม่ำเสมอ นำมาผลิตผ้าไหมได้ กล่าวโดยสรุปอนุกรมวิธานของหนอนไหม *Bombyx mori* คือ

phylum arthropoda

class insecta

subclass pterygota

division endopterygota
 order lepidoptera
 super-family bombycoidea
 family bombycidae
 genus bombyx
 species mori
 ชื่อวิทยาศาสตร์ *Bombyx mori*

2.3 วงจรชีวิต (Life Cycle) ของหนอนไหม

หนอนไหมเป็นแมลงที่มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างแบบสมบูรณ์ (complete metamorphic insect) มีการเจริญเติบโตและเปลี่ยนแปลงรูปร่างไปได้ 4 ระยะ ได้แก่ ไข่ (eggs) ระยะตัวหนอน (larva) ระยะดักแด้ (pupa) และระยะผีเสื้อ (moth, imago) ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงรูปร่างเสร็จสิ้นสมบูรณ์ใน 1 ชั่วโมง (กรมวิชาการเกษตร, 2535) ระยะตัวหนอนเป็นระยะที่สำคัญมากสำหรับการสังเคราะห์โปรตีนเส้นไหมและการสร้างไข่ ในระยะดักแด้ ดักแด้จะนอนอยู่ในรังเฉยๆ แต่มีการเผาผลาญอาหารสูงมากเนื่องจากใช้ในการสลายและสร้างเนื้อเยื่อในขบวนการเจริญเปลี่ยนรูปเป็นผีเสื้อ (Sakaguchi, 1978)

ในช่วงระยะที่เป็นตัวหนอน ตั้งแต่หนอนไหมวัยแรกเกิด (newly hatched larva) จนถึงลอกคราบครั้งแรก เรียกว่า ตัวหนอนวัย 1 ในวัยต่อไปจะเริ่มต้นจากหนอนไหมเสร็จสิ้นการลอกคราบแต่ละครั้ง ดังนั้นตัวหนอนวัย 2 จึงตามหลังการลอกคราบครั้งที่ 1 ตัวหนอนวัย 3 จะตามหลังการลอกคราบครั้งที่ 2 เป็นเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งสิ้นสุดวัย 5 หนอนไหมจะแก่จัด เรียกว่า ไหมสุก ช่วงระยะเวลาจากตัวหนอนวัย 1 ถึงวัย 3 เรียกว่า ตัวหนอนวัยอ่อน (young larva) ช่วงระยะจากตัวหนอนวัย 4 ถึงวัย 5 เรียกว่า ตัวหนอนวัยแก่ (grown larva) (Wu Pang Chuan และ Chen Da Chuan, 1988)

ได้มีการแบ่งวงจรชีวิตหนอนไหมออกเป็น 4 ขั้นตอน (กรมวิชาการเกษตร, 2523) คือ

2.3.1 ไข่ (eggs) ไข่หนอนไหมมีขนาดเล็ก ไข่ 2,000 ฟองหนักประมาณ 1 กรัม แต่ละฟองกว้าง 0.5-1.2 มิลลิเมตร ยาว 1.0-1.3 มิลลิเมตร (Krishnaswami et al., 1973) สำหรับหนอนไหมพันธุ์นางน้อยศรีสะเกษ 1 หลังผีเสื้อหนอนไหมวางไข่ใหม่ๆ ไข่จะมีสีเหลืองเข้ม หลังจากฟัก 4-5 วัน ไข่จะเปลี่ยนเป็นสีดำ และสีจะคงที่ไปเช่นนี้จนกระทั่งประมาณวันที่ 8 จะฟักออกเป็นตัวหนอนวัย 1

2.3.2 ระยะตัวหนอน (larvae) ระยะนี้เป็นระยะที่ใช้เวลานานที่สุดในวงจรชีวิตหนอนไหม มีการเปลี่ยนแปลงทั้งทางขนาดและน้ำหนักมากที่สุด กล่าวคือ หนอนไหมที่โตเต็มที่จะมีน้ำหนัก

เป็น 10,000 เท่าของหนอนไหมที่ฟักออกจากไข่ใหม่ๆ (กรมวิชาการเกษตร, 2523) หนอนไหมมีการเจริญเติบโตเร็วมาก เมื่อเจริญเติบโตไปได้ระยะหนึ่งผิวหนังซึ่งมีขีดจำกัดในการขยายตัวเนื่องจากประกอบด้วยสารไคติน (chitin) ไม่สามารถขยายตัวออกไปอีกได้ จึงต้องมีการลอกคราบเพื่อเพิ่มขนาดลำตัวขึ้นไปอีก

(1) หนอนไหมที่ฟักออกจากไข่ใหม่ๆ หัวมีขนาดใหญ่ ลำตัวมีสีดำหรือสีน้ำตาลไหม้ มีขนปกคลุมอย่างหนาแน่นคล้ายตัวบุง (Krishnaswami et al., 1973) ขนนี้จะค่อยๆ บางลงเนื่องจากผิวหนังมีการขยายตัว หลังจากฟักออกจากไข่และกินอาหารเต็มที่ประมาณ 3-4 วันจะหยุดกินอาหารเตรียมตัวลอกคราบ

(2) การลอกคราบ การเจริญเติบโตของหนอนไหมได้รับอิทธิพลจากฮอร์โมนจาก corpora allata ซึ่งเป็นต่อมที่มีลักษณะเป็นก้อนกลม อยู่หลังต่อสมองในส่วนหัว และเมื่อการเจริญเติบโตถึงจุดๆ หนึ่งผิวหนังไม่สามารถขยายตัวต่อไปได้อีก ฮอร์โมนจาก corpora allata จะหยุดทำงาน และในจังหวะเดียวกันนี้ prothoracic gland ซึ่งเป็นต่อมไร้ท่อ มีลักษณะคล้ายไข้อยู่ในส่วนหัวจะเริ่มมีบทบาทกำหนดให้หนอนไหมทำการลอกคราบ โดยตัวหนอนจะสร้าง cuticle อันใหม่และสลัดอันเก่าทิ้งไป ระยะเวลาของการลอกคราบจะใกล้เคียงกันในพันธุ์ต่างๆ แต่ระยะเวลาของแต่ละวัยแตกต่างกันตามพันธุ์ (Sakaguchi, 1978)

(3) ไหมสุก ในระยะปลายวัย 5 ตัวหนอนหยุดกินอาหาร ลำตัวค่อนข้างโปร่งแสงและคลานหาสถานที่เหมาะสมต่อการทำรัง ในระยะนี้เรียกว่า ไหมสุก เมื่อได้ที่ที่เหมาะสมแล้วตัวหนอนจะเริ่มทำรัง ช่วงเวลาจากระยะฟักตัวออกจากไข่จนถึงระยะไหมสุกนี้ใช้เวลาประมาณ 20-25 วัน หนอนไหมจะทำรังเสร็จหลังจากเริ่มทำรัง 2-3 วัน เมื่อทำรังเสร็จแล้วอีก 1-2 วัน หนอนไหมจะลอกคราบ กลายเป็นดักแด้อยู่ภายในรัง

2.3.3 ระยะดักแด้ (pupae) หลังจากฟักออกจากไข่หนอนไหมลอกคราบกลายเป็นดักแด้อยู่ภายในรังแล้ว ดักแด้นี้จะนอนอยู่ภายในรังเฉยๆ จนกระทั่งอีก 6-7 วันต่อมา ดักแด้จะลอกคราบกลายเป็นผีเสื้อ ซึ่งมักเป็นเวลาเช้า

2.3.4 ระยะผีเสื้อ (moth) เมื่อดักแด้ลอกคราบกลายเป็นผีเสื้ออยู่ภายในรังแล้ว ผีเสื้อจะพ่นน้ำลายซึ่งมีฤทธิ์เป็นด่างเพื่อละลายรังไหม แล้วดันตัวเองออกสู่ภายนอก หลังจากได้ออกมาจากรังแล้ว พักอยู่สักครู่หนึ่งตัวของผีเสื้อจะแห้ง ปีกกางออกพร้อมทำการผสมพันธุ์และวางไข่ต่อไป หลังจากเปลี่ยนสภาพเป็นผีเสื้อออกมาสู่ภายนอกแล้ว 7-8 วันต่อมาผีเสื้อเหล่านี้จะตาย

2.4 กายวิภาคศาสตร์ส่วนหัวของหนอนไหม

ในระยะตัวหนอนร่างกายแบ่งออกเป็น 3 ส่วนที่สำคัญ คือ ส่วนหัว ส่วนอก และส่วนท้อง ส่วนหัวมีขนาดเล็กที่สุดแต่เป็นอวัยวะที่มีความสำคัญมาก เมื่อมองจากภายนอกพบว่าส่วนหัวมีสีน้ำตาล พื้นผิวหนังนอกถูกปกคลุมด้วยแผ่นไคติน (chitin) แผ่นไคตินนี้จะประกอบเป็นส่วนหัว

ซึ่งแบ่งออกเป็นแผ่นเล็กๆได้อีกหลายแผ่น ส่วนหัวด้านหน้าส่วนสูงสุด เรียกว่า vertex ซึ่งจะถูกแบ่งด้วยร่องรูปตัววายหัวกลับ (人) (Hinton, 1947 และ Snodgrass, 1947) ขาของตัววาย เรียกว่า cranial suture และแขนของตัววาย เรียกว่า frontal sutures เนื้อที่ตรงกลางระหว่างแขนทั้งสองข้างของตัววาย เรียกว่า frons แผ่นแข็งๆที่อยู่ถัดจาก frons ลงไปทางด้านท้อง เรียกว่า clypeus และ ถัดลงไปอีกจะเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของส่วนหัว 3 ส่วน คือ (1) antennae (2) ส่วนปาก (mouth part) และ (3) ocelli (Japan Overseas Cooperation Volunteers, 1980)

antennae มี 1 คู่ ตั้งอยู่ด้านข้างค่อนไปทางด้านท้อง (ventrolateral) ของส่วนหัว ใกล้กับฐานของ mandible (Dethier, 1941) โดยอยู่ในปลอกหุ้ม เรียกว่า antennae socket (Snodgrass, 1928) ทำหน้าที่เป็นอวัยวะรับความรู้สึก (Sakaguchi, 1978) จากการศึกษาของ Packard (1895), Forbes (1910) และ Ripley (1923) พบว่า antennae ประกอบด้วย ปล้องสั้นๆ 4 ปล้อง ต่อมา Waku (1991) รายงานว่า antennae ของหนอนไหมมีขนรับความรู้สึก (sensilla) 13 อัน และมีเซลล์ประสาทรับความรู้สึก 52 เซลล์ ให้ axon รวมตัวกันเกิดเป็น nerve cord 2 เส้น หลังจากนั้นรวมกันเป็น olfactory nerve ไปสู่สมองต่อไป

Morita และ Yamashita (1961) ศึกษาสรีรวิทยาของ antennae พบว่า sensilla basiconica 1 บน antennae ของหนอนไหม ทำหน้าที่เป็น olfactory sensilla ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Waku (1991) ว่า sensilla trichodea 1 และ 2 ทำหน้าที่รับความรู้สึกเชิงกล (mechanoreceptor) ส่วน sensilla ที่เหลือจะทำหน้าที่ในการรับกลิ่น (olfactory receptor)

ส่วนปาก (mouth part) ประกอบด้วย (1) labrum (2) mandibles (3) maxillae และ (4) labium โดย labrum 1 อัน อยู่ด้านหลัง (dorsal) ที่สุด ถัดลงมาเป็น mandibles 2 อัน แข็งแรงมากสลับกันในลักษณะฟันปลา ใช้สำหรับกัดกินใบหม่อน (Japan Overseas Cooperation Volunteers, 1980) maxillae มี 1 คู่ อยู่ทางด้านท้องของส่วนปาก ประกอบด้วย maxillary lobe และ maxillary palp เป็นอวัยวะที่ทำหน้าที่ในการรับรสอาหาร โดย sensilla styloconica 1 และ 2 บน maxillary lobe ทำหน้าที่ในการรับรสน้ำตาล และ น้ำ ตามลำดับ ส่วน sensilla styloconica 3 ยังไม่มีการศึกษา (Ishikawa et al., 1967) ดังนั้น maxillae จะช่วยให้หนอนไหมกินใบหม่อนได้ถูกต้อง ไม่กินใบไม้อื่น (Japan Overseas Cooperation Volunteers, 1980) labium มี 1 อัน วางตัวอยู่ด้านท้องที่สุดในส่วนปาก ประกอบด้วย mentum และ prementum ที่ส่วนปลายของ prementum นี้จะมีท่อยื่นออกไปตรงกลาง เรียกว่า ท่อคายเส้นไหม (spinneret) ซึ่งโปรตีนเส้นไหมที่ถูกขับออกมาจากต่อมสร้างเส้นไหม จะถูกสร้างเป็นเส้นใยไหม (thread) บริเวณนี้ นอกจากนี้ยังพบ labial palpi บริเวณด้านซ้ายและขวาของท่อคายเส้นไหม ข้างละ 1 อัน

ocelli วางตัวอยู่ด้านหลังค่อนไปทางด้านท้อง ด้านซ้ายและขวาของใบหน้า ใกล้กับฐานของ antennae (Sakaguchi, 1978) หนอนไหมมี ocelli ข้างละ 6 อัน ทำหน้าที่เป็นอวัยวะในการรับแสง (Toh และ Sagara, 1982) มองตามวัตถุที่เคลื่อนไหว (Friedrichs, 1931) และ จำแนกสี (Hundertmark, 1936)

2.5 กายวิภาคศาสตร์ของระบบประสาท

ระบบประสาทของหนอนไหมแบ่งออกเป็น 3 ระบบที่สำคัญ คือ ระบบประสาทกลาง (Central nervous system) ระบบประสาทอวัยวะในมัด (Visceral nervous system) และ ระบบประสาทส่วนปลาย (Peripheral nervous system) (Krishnaswami et al., 1973; Jolly et al., 1979 และ Japan Overseas Cooperation Volunteers, 1980) สำหรับระบบประสาทกลาง ประกอบด้วย สมอง (brain หรือ supraoesophageal ganglion หรือ cerebral ganglion) suboesophageal ganglion และ ventral nerve cord ส่วนหัวเป็นที่อยู่ของปมประสาทที่สำคัญ 2 อัน คือ สมอง และ suboesophageal ganglion ส่วนอกมีปมประสาท 3 อัน และส่วนท้องมีปมประสาท 8 อัน ดังนั้นในระยะตัวหนอนมีปมประสาททั้งสิ้น 13 อัน

สมองอยู่ในส่วนหัว มีลักษณะเป็นก้อนคล้ายลูกแพร์ 2 ลูกวางติดกัน อยู่บนหลอดอาหาร Japan Overseas Cooperation Volunteers (1980) รายงานว่า ในทางคัพภวิทยาของหนอนไหม สมองประกอบด้วย 3 ส่วนสำคัญ คือ protocerebrum duetocerebrum และ tritocerebrum แต่ในระยะตัวหนอน สมองทั้งสามส่วนแบ่งแยกจากกันไม่ชัดเจน สมองจะให้เส้นประสาท 8 คู่ ออกไปเลี้ยง (1)ocelli (2)antennae (3)labrum (4) corpora cardiaca (5)เส้นประสาทไปสู่ frontal ganglion (6) suboesophageal comissure ทำหน้าที่เป็นโครงสร้างเชื่อมสมองทั้งสองข้าง (7) circumoesophageal connective ออกจากสมองทางด้านข้างไปเชื่อมกับ suboesophageal ganglion ทั้งสองข้าง (Krishnaswami et al., 1973 และ Kobayashi, 1978) และ (8)เส้นประสาทไปเลี้ยง frons (Eaton, 1988)

Kobayashi (1932) ศึกษา neurosecretory cells ในสมองหนอนไหม ซึ่งเป็นเซลล์ประสาทที่เจริญเปลี่ยนแปลงมาทำหน้าที่ในการขับสารคัดหลั่ง พบว่า ลักษณะเซลล์และนิวเคลียสมีขนาดใหญ่กว่าเซลล์ประสาทปกติ ต่อมา Morohoshi, Oshiki และ Kikuchi (1977) พบว่า neurosecretory cells กลุ่มที่อยู่ด้านในแต่ละข้างซ้ายขวาเป็นจุดเริ่มต้นของ axon แล้วส่ง fibers ผ่าน medulla ไปด้านตรงข้ามรวมกันเป็น corpora cardiaca nerve สำหรับ neurosecretory cells กลุ่มที่อยู่ด้านข้าง จะให้ axon ไปสู่ corpora cardiaca nerve ข้างเดียวกัน โดยไม่มีการ cross ของ fibers นอกจากนี้ Endo และ Endo (1988) ศึกษาสมองด้วยวิธี Immunohistochemistry ด้วย S-100 protein พบว่า neurosecretory cells กลุ่มที่อยู่ด้านในและด้านข้างจะให้ fibers ไปสู่ corpora cardiaca และ corpora allata สนับสนุนการศึกษาของ Morohoshi และคณะ

สมองหนอนไหมทำงานใน 2 ลักษณะ คือ ควบคุมด้วยฮอร์โมน และ ควบคุมด้วย axon โดย corpora cardiaca และ corpora allata นั้นถูกควบคุมด้วยฮอร์โมนที่หลังจาก neurosecretory cells ในสมอง ผ่านทาง corpora cardiaca nerve และ corpora allata nerve หลังจากนั้น corpora allata จะทำหน้าที่กระตุ้น prothoracic gland เพื่อสร้างฮอร์โมนสำหรับการลอกคราบ กระตุ้นเนื้อเยื่อบุผิวให้เริ่มลอกคราบในทุกกระยะของ ตัวหนอน ดักแด้ และ ผีเสื้อหนอนไหม

นอกจากนี้ยังทำหน้าที่ควบคุมเมตาโบลิซึมของโปรตีน (Morohoshi, 1971) suboesophageal ganglion ถูกสมองควบคุมผ่านทาง axon corpora cardiaca และ suboesophageal ganglion ทำหน้าที่ควบคุมเมตาโบลิซึมของคาร์โบไฮเดรต และ ไขมัน (Morohoshi et al., 1977)

suboesophageal ganglion เป็นปมประสาทอันที่สองในส่วนหัว อยู่ใต้ต่อหลอดอาหาร มีการเชื่อมโยงกับสมองด้วย circumoesophageal connective 1 คู่ ซึ่งวิ่งโอบรอบหลอดอาหาร ทั้งสองด้าน suboesophageal ganglion จะให้เส้นประสาทไปเลี้ยง (1) mandibles (2) maxillae (3) labium (Krishnaswami et al., 1973) และ (4) กล้ามเนื้อบริเวณคอ (Eaton, 1988)

Kobayashi (1932, 1978) และ Fukada และ Takeuchi (1976) ได้ทำการศึกษา neurosecretory cells ใน suboesophageal ganglion พบว่ามีลักษณะรูปร่างจำนวน 80-100 เซลล์ อยู่ด้านท้องของ suboesophageal ganglion neurosecretory cells มีจำนวนแตกต่างกันตามพันธุ์ หนอนไหมจำพวกวางไข่หลายรุ่นต่อปี (multivoltine) มีจำนวน neurosecretory cells น้อยกว่า หนอนไหมจำพวกวางไข่ 1 และ 2 รุ่นต่อปี (univoltine และ bivoltine) Kobayashi (1978) จึงสรุปว่า neurosecretory cells ใน suboesophageal ganglion เป็นปัจจัยควบคุมกำหนดจำนวนรุ่นของการวางไข่ต่อปี ตามธรรมชาติ (voltinism หรือ diapause)

ventral nerve cord เป็นสายเส้นใยประสาทเชื่อมติดต่อระหว่างปมประสาทแต่ละอัน อยู่ที่พื้น (floor) ของปล้องส่วนนอกและปล้องส่วนท้อง โดยอยู่ระหว่างกล้ามเนื้อทางด้านท้องและระบบทางเดินอาหาร (Krishnaswami et al., 1973 และ Jolly et al., 1979) ปมประสาทเหล่านี้มีลักษณะเป็นคู่ แต่ละคู่ของปมประสาทรวมตัวกันคล้ายเป็นปมประสาทเดี่ยวๆ ระหว่างปมประสาททั้งหมดจะมี ventral nerve cord เชื่อมต่อกันเป็นโซ่ในแนวยาว ในปล้องส่วนนอก ventral nerve cord เป็นเส้นคู่ทอดตัวตามแนวยาวของลำตัว ในปล้องส่วนท้อง ventral nerve cord รวมกันเป็นเส้นเดี่ยว (Japan Overseas Cooperation Volunteers, 1980) ventral nerve cord เริ่มต้นจากปลายทางด้านหลัง (posterior end) ของ suboesophageal ganglion แล้วทอดยาวไปสิ้นสุดในปล้องส่วนท้องปล้องที่ 7

ในปล้องส่วนนอก ประกอบด้วย ปมประสาทอก (thoracic ganglion) ทั้งสิ้น 3 อัน โดยปมประสาทอกแต่ละอันอยู่ในปล้องส่วนนอกแต่ละปล้อง ปมประสาทแต่ละอันให้เส้นประสาท 2 คู่ คู่ที่ 1 เริ่มต้นจากขอบทางด้านข้างค่อนไปทางด้านหน้า (anterolateral) ไปเลี้ยงกล้ามเนื้อทั่วไปของลำตัวด้านหลัง และให้แขนงเชื่อมกับ transverse nerve ไปเลี้ยงรูหายใจ (spiracle) (Tsujimura, 1988) เส้นประสาทคู่ที่ 2 เริ่มต้นจากขอบทางด้านข้างค่อนไปทางด้านหลัง (posterolateral) ไปเลี้ยงกล้ามเนื้อทั่วไปของลำตัวทางด้านท้อง และกล้ามเนื้อขา (Eaton, 1988)

ในปล้องส่วนท้อง ประกอบด้วย ปมประสาทท้อง (abdominal ganglion) ที่มองเห็นได้ 8 อันมีลักษณะเป็นก้อนรี ปมประสาทท้องอันที่ 1-7 เป็นปมประสาทเดี่ยวๆ อยู่ในปล้องส่วนท้อง ปล้องที่ 1-7 ปล้องละปมประสาท ส่วนปมประสาทท้องอันที่ 8 เป็นการรวมตัวของปมประสาทท้องในปล้องที่ 8-11 ปมประสาทท้องอันที่ 8 นี้ยึดติดกับปมประสาทท้องที่ 7 จากการศึกษา

ของ Kuwana (1932) พบว่า เส้นประสาทที่งอกจากปมประสาทท้องอันที่ 1-8 ประกอบด้วยเส้นประสาท 3 ชนิด คือ (1) median nerve ทอดตัวตามแนวยาวของ ventral nerve cord จนถึงหน้าต่อปมประสาทอันถัดจากที่ตั้งต้นของ median nerve เล็กน้อย จะแตกแขนงให้ transverse nerve 1 คู่ (2) dorsal nerve ตั้งต้นจากขอบทางด้านข้างค่อนไปทางด้านหน้า (anterolateral) ของปมประสาท ไปเลี้ยวกลัมนเนื้อทั่วไปของลำตัวทางด้านหลัง (3) ventral nerve ตั้งต้นจากขอบทางด้านข้างค่อนไปด้านหลัง (posterolateral) ของปมประสาท เลี้ยวกลัมนเนื้อทั่วไปของลำตัวทางด้านท้อง และกลัมนเนื้อขา

Libby (1959) ศึกษาาระบบประสาทในปล้องส่วนท้องของตัวหนอน cecropia และ Schmitt (1954) ศึกษาในแมลง order Othoptera พบว่า ventral nerve รวมกับ transverse nerve ในปมประสาทเดียวกัน ส่วน dorsal nerve รวมกับ transverse nerve ของปมประสาทอันก่อนหน้านั้น และกลัมนเนื้อของรูหายใจถูกเลี้ยงด้วย dorsal nerve และ transverse nerve

Kobayashi (1932, 1978) ศึกษา neurosecretory cells ในปมประสาทอก และปมประสาทท้อง พบว่ามี neurosecretory cells ประมาณ 80-120 เซลล์ สำหรับลักษณะสำคัญทางจุลกายวิภาคศาสตร์ของทั้งปมประสาทอกและปมประสาทท้อง มีลักษณะเหมือนกันมาก มักพบ neurosecretory cells กระจายอยู่ทั่วไปบริเวณ cortex ของปมประสาท แล้วจึงส่ง axon เข้ามาสู่ medulla อีกครั้งหนึ่ง

ระบบประสาทอัตโนมัติ (Visceral nervous system) ประกอบด้วย (1) Oesophageal sympathetic nervous system และ (2) Ventral sympathetic nervous system โดย Oesophageal sympathetic nervous system เชื่อมโยงกับสมองโดยตรงไปเลี้ยงท่อทางเดินอาหารส่วนต้น (anterior gut) ท่อทางเดินอาหารส่วนกลาง (mid gut) และ หลอดเลือดกลางหลัง (dorsal vessel) (Krishnaswami et al., 1973) และเส้นประสาทที่ไปเลี้ยงหลอดเลือดกลางหลังจะบรรจบกับแขนงของ transverse nerve ที่มาจาก ventral nerve cord เป็นรูปตัว T หรือ Y บนผนังของหลอดเลือดกลางหลัง โดยตำแหน่งแรกที่บรรจบกันคือปล้องส่วนปล้องท้องที่ 1 (Kuwana, 1932)

2.6 ขนาดความกว้าง และความยาวของ สมอง suboesophageal ganglion ปมประสาทอก และ ปมประสาทท้อง ของหนอนไหม

ยังไม่มีผู้ใดศึกษามาก่อน

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 สัตว์ทดลองที่ใช้

ประชากรหนอนไหมพันธุ์นางน้อยศรีสะเกษ 1 ได้จากสถานีทดลองหม่อนไหมขอนแก่น โรงเลี้ยงทำให้ปลอดเชื้อโดยอบด้วย 3 % formalin ก่อนทำการเลี้ยง 1 อาทิตย์ มีธารน้ำรอบห้อง กันมด และบุ่ม่วงลวดรอบห้องกันแมลง ให้หนอนไหมกินใบหม่อนตามต้องการ เลี้ยงที่ อุณหภูมิห้อง ไม่แยกเพศ

3.2 การศึกษากายวิภาคศาสตร์ส่วนหัวของหนอนไหม

กลุ่มตัวอย่าง

หนอนไหมพันธุ์นางน้อยศรีสะเกษ 1 ระยะตัวหนอนอายุ 1 วัน (วัย 1 วันที่ 1) จำนวน 100 ตัว

สารเคมี

- (1) Karnovsky' s fixative
- (2) 0.05 และ 0.1 M Na Cacodylate buffer pH 7.4
- (3) 1% Osmium tetroxide ใน 0.1 M Na Cacodylate buffer pH 7.4
- (4) 30%, 50%, 70%, 80%, 95% และ 100% alcohol
- (5) Isoamyl acetate

อุปกรณ์

- (1) Critical Point Dryer
- (2) Scanning Electron Microscope: HITACHI S-450

วิธีการทดลอง

- (1) นำหนอนไหมอายุ 1 วัน ใส่ในขวดที่มีน้ำยาตอง Karnovsky ที่ไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง
- (2) ทำการล้างตัวอย่างด้วย 0.1 M Na Cacodylate buffer pH 7.4 เป็นเวลา 30 นาที
- (3) แช่ตัวอย่างใน 1% Osmium tetroxide ใน 0.1 M Na Cacodylate buffer pH 7.4 เป็น เวลา 1 ชั่วโมง
- (4) ล้างตัวอย่างด้วย 0.05 M Na Cacodylate buffer 2 ครั้ง ๆ ละ 30 นาที
- (5) เอน้ำออกจากตัวอย่างโดยแช่ในแอลกอฮอล์เปอร์เซ็นต์ต่างๆ (30%, 50%, 70%, 80%, 95% และ 100% alcohol) ช่วงเวลาละ 30 นาที
- (6) แช่ตัวอย่างใน Isoamyl acetate นาน 30 นาที
- (7) ทำตัวอย่างให้แห้ง ด้วยกรรมวิธีที่เรียกว่า Critical Point Drying โดยการใช้น้ำคาร์บอนไดออกไซด์เหลวเป็นตัวกลาง
- (8) ติดตัวอย่างบนแท่นตัวอย่าง
- (9) เคลือบตัวอย่างด้วยทอง ด้วยเครื่องมือ Ion Coater
- (10) ส่องดูและถ่ายภาพด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบสแกน (Scanning Electron Microscope: HITACHI S-450)

3.3 การศึกษาโครงสร้างการเชื่อมโยงของระบบประสาทของหนอนไหมกับอวัยวะต่าง ๆ

กลุ่มตัวอย่าง

หนอนไหมพันธุ์นางน้อยศรีสะเกษ 1 ระยะตัวหนอน อายุ 21 วัน (วัย 5 วันที่ 5) จำนวน 100 ตัว

สารเคมี

- (1) Chauthani & Callahan' s fixative (1966) ประกอบด้วย 40% formalin 2.5 ml., glacial acetic acid 1.25 ml., chloral hydrate 10 gm. ใน distilled water 100 ml.
- (2) 1% analine blue in distilled water
- (3) 0.05 และ 0.1 M Na Cacodylate buffer pH 7.4
- (4) 1% Osmium tetroxide ใน 0.1 M Na Cacodylate buffer pH 7.4
- (5) 30%, 50%, 70%, 80%, 95% และ 100% alcohol

(6) Isoamyl acetate

อุปกรณ์

- (1) petri dish
- (2) ต้มมีด ใบมีดผ่าตัด กรรไกรผ่าตัด
- (3) คีมคีบ เข็มหมุด
- (4) pipette
- (5) Critical Point Dryer
- (6) Scanning Electron Microscope: HITACHI S-450

วิธีการทดลอง

- (1) นำหนอนไหมอายุ 21 วัน ใส่ในขวดที่มีน้ำยาของ Chauthani & Callahan ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง
- (2) นำตัวหนอนวางบน petri dish ที่มีน้ำยาของ Chauthani & Callahan เปิดผิวหนังในแนว coronal plane ตำแหน่งเหนือต่อรูหายใจข้างใดข้างหนึ่ง แล้วใช้เข็มหมุดปักผิวหนังไว้กับ petri dish ทิ้งไว้ 10 นาที
- (3) ขำและเอาระบบทางเดินอาหาร และระบบขับถ่ายของหนอนไหมออก
- (4) ค่อยๆ ใช้ pipette ดูดเอาน้ำยาของ Chauthani & Callahan ออก และแทนที่ด้วยน้ำกลั่น
- (5) ย้อมตัวอย่างด้วย 1% analine blue in distilled water ทิ้งไว้ 5 นาที
- (6) ล้างตัวอย่างด้วย tap water 3-4 ครั้ง
- (7) ใส่ยาของ Chauthani & Callahan อันใหม่แทนที่ แล้วขำและกลัมน้ำและเส้นประสาทของหนอนไหมภายใต้กล้องสเตอริโอ
- (8) ล้างตัวอย่างด้วย 0.1 M Na Cacodylate buffer pH 7.4 เป็นเวลา 30 นาที
- (9) แช่ตัวอย่างใน 1% Osmium tetroxide ใน 0.1 M Na Cacodylate buffer pH 7.4 เป็นเวลา 1 ชั่วโมง
- (10) เตรียมตัวอย่างสำหรับศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบสแกน เช่นเดียวกับการศึกษากายวิภาคศาสตร์ส่วนหัว ในหัวข้อ 3.2 ข้อ 4-10

3.4 การศึกษาขนาดความกว้าง และ ความยาวของ สมอง suboesophageal ganglion ปมประสาทอก และปมประสาทท้อง ของหนอนไหม

สารเคมี

- (1) Ether
- (2) Karnovsky' s fixative
- (3) 0.05 และ 0.1 M Na Cacodylate buffer pH 7.4
- (4) 1% Osmium tetroxide ใน 0.1 M Na Cacodylate buffer pH 7.4
- (5) 30%, 50%, 70%, 80%, 95% และ 100% alcohol
- (6) Isoamyl acetate

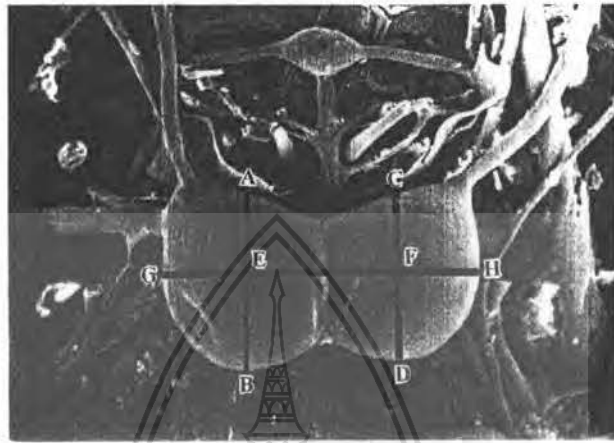
อุปกรณ์

- (1) petri dish
- (2) ด้ามมีด ใบมีดผ่าตัด กรรไกรผ่าตัด
- (3) คีมคีบ เข็มหมุด
- (4) pipette
- (5) Critical Point Dryer
- (6) Scanning Electron Microscope: HITACHI S-450

วิธีการทดลอง

- (1) นำหนอนไหมอายุ 21 วัน ใส่ในขวดที่มี gauze ชุ่ม ether เพื่อให้สลบ
- (2) นำตัวหนอนวางบน petri dish ที่มีน้ำยาดอง Karnovsky อยู่ เปิดผิวหนังในแนว dorsal midline แล้วใช้เข็มหมุดปักผิวหนังไว้กับ petri dish
- (3) ขำแหละเอาระบบทางเดินอาหาร และระบบขับถ่ายของหนอนไหมออก
- (4) ขำแหละแยกสมอง suboesophageal ganglion ปมประสาทอก และปมประสาทท้อง แต่ละอัน ใส่ขวดที่มีน้ำยาดอง Karnovsky ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง
- (5) เตรียมตัวอย่างสำหรับศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบสแกน เช่นเดียวกับการทดลองในหัวข้อ 3.2 ข้อ 2-10
- (6) วัดขนาดความกว้างและความยาวของ สมอง suboesophageal ganglion ปมประสาทอก และปมประสาทท้องแต่ละอัน ภายใต้กล้อง SEM

ภาพ SEM แสดงวิธีวัด สมอ



ความยาว : ลากเส้นสมมติบนพื้นผิวทางด้านหลังของสมอ ตามแนวหน้า-หลัง ในส่วนที่กว้างที่สุดของสมอแต่ละกลีบ ความยาวของสมอ คือ เส้นสมมติ $AB + CD / 2$
 ความกว้าง : E และ F เป็นจุดกึ่งกลางของเส้นสมมติ AB และ CD ตามลำดับ ความกว้าง (GH) วัดได้จากความกว้างของสมอที่ลากผ่านจุด E และ F

ภาพ SEM แสดงวิธีวัด suboesophageal ganglion, ปมประสาทอกอันที่ 1-3



I เป็นจุดกึ่งกลางระหว่าง left และ right anterior lateral nerves of the ganglion

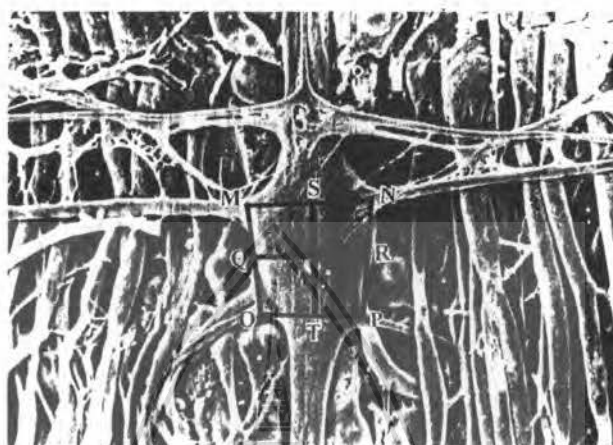
J เป็นจุดกึ่งกลางปลายท้ายของปมประสาทบริเวณรอยแยกของ left และ right nerve cords

K,L เป็นจุดกึ่งกลางของ left และ right posterior lateral nerves of the ganglion

ความกว้าง : เส้นสมมติ KL

ความยาว : เส้นสมมติ IJ

ภาพ SEM แสดงวิธีวัด ปมประสาทท่อน้ำที่ 1-6



M,N เป็นจุดกึ่งกลางของ left และ right anterior lateral nerves of the ganglion
O,P เป็นจุดกึ่งกลางของ left และ right posterior lateral nerves of the ganglion
Q,R,S,T เป็นจุดกึ่งกลางของเส้นสมมติ MO, NP, MN และ OP ตามลำดับ

ความกว้าง : เส้นสมมติ QR

ความยาว : เส้นสมมติ ST

ภาพ SEM แสดงวิธีวัด ปมประสาทท่อน้ำที่ 7 และ 8



a,b เป็นจุดกึ่งกลางของ 7th left และ right anterior lateral nerves of the ganglion
c,d เป็นจุดกึ่งกลางของ 7th left และ right posterior lateral nerves of the ganglion
e เป็นจุดกึ่งกลางปลายท้ายสุดของปมประสาทท่อน้ำที่ 8
fg เป็นเส้นสมมติที่ลากผ่านจุด e
h, i, j, k, l, m เป็นจุดกึ่งกลางของเส้นสมมติ ac, bd, cf, dg และ ab ตามลำดับ

ความกว้างของปมประสาทท่อน้ำที่ 7 : เส้นสมมติ hi
 ความยาวของปมประสาทท่อน้ำที่ 7 : เส้นสมมติ lm
 ความกว้างของปมประสาทท่อน้ำที่ 8 : เส้นสมมติ jk
 ความยาวของปมประสาทท่อน้ำที่ 8 : เส้นสมมติ me

(7) คำนวณค่าเฉลี่ย และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความกว้างและความยาวของ สมอง suboesophageal ganglion ปมประสาทอก และปมประสาทท่อน้ำแต่ละอัน

ค่าเฉลี่ย (Mean)

$$\text{จากสูตร } \bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^k X_i}{n}$$

โดยที่ $\bar{X}$ คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลทั้งหมด

X_i คือ ค่าสังเกต หรือ ค่าคะแนนแต่ละค่า ($i=1,2,3,...k$)

n คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมด

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation)

$$\text{จากสูตร } SD = \frac{\sum_{i=1}^k (X_i - \bar{X})^2}{n}$$

โดยที่ SD คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

X_i คือ ค่าสังเกต หรือ ค่าคะแนนแต่ละค่า ($i=1,2,3,...k$)

$\bar{X}$ คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลทั้งหมด

n คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมด

บทที่ 4

ผลการวิจัย

4.1 กายวิภาคศาสตร์ส่วนหัวของหนอนไหมนางน้อยศรีสะเกษ 1

จากการศึกษากายวิภาคศาสตร์ส่วนหัวของหนอนไหมนางน้อยศรีสะเกษ 1 ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบสแกนในครั้งนี พบว่า ส่วนหัวของหนอนไหมมีลักษณะรี มีความกว้างประมาณ 530 ไมโครเมตร ยาวประมาณ 455 ไมโครเมตร และ สูงประมาณ 340 ไมโครเมตร พบขนแข็ง(satae) กระจายอยู่ทั่วไป ดังแสดงในภาพที่ 4.3 A และ B เมื่อมองส่วนหัวของหนอนไหมจากด้านหลัง (dorsal) จะพบร่องอันหนึ่งเรียกว่า cranial suture (Cs) ทอดตามแนวยาวของหัวแบ่ง vertex (Vt) ออกเป็น 2 ข้างเท่าๆกัน ดังแสดงในภาพที่ 4.3 B เมื่อถึงประมาณกลางหัว cranial suture (Cs) จะบรรจบกับ left และ right frontal suture (Fs) ซึ่งทอดเฉียงลงไปทางด้านท้องและด้านข้าง(ventrolateral) เส้นสุดที่ขอบทั้งสองข้างของ clypeus (Clp) ซึ่งเป็นอวัยวะที่มีรูปร่างคล้ายสี่เหลี่ยมผืนผ้าโค้งตัวตามแนวขวางบริเวณตอนกลางของหัว มีสันนูนขึ้นมาเป็นระยะตามแนวยาวของลำตัว มองดูคล้ายคันศร frontal suture (Fs) ทั้งสองข้างจะมาบรรจบกับขอบของ clypeus (Clp) นี้ ทำให้เกิดบริเวณรูปสามเหลี่ยมขึ้นเรียกว่า Frons (Fr) ซึ่งมีขอบเขตทั้งสองข้างของสามเหลี่ยมเป็น frontal suture (Fs) และฐานของสามเหลี่ยมเป็น clypeus (Clp) ถัดจาก clypeus ลงมาทางด้านท้องจะเป็นบริเวณใบหน้าทั้งหมด ดังแสดงในภาพที่ 4.3A บริเวณใบหน้าของหนอนไหมแบ่งออกได้เป็น 3 ส่วน คือ (1) ocelli (Ocl) (2) antennae (Ant) และ (3) ส่วนปาก (mouth part) ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ocelli (Ocl) มีลักษณะกลมคล้ายกระดุม ดังแสดงในภาพที่ 4.3 A, B และ C อยู่ด้านข้างของใบหน้า มีจำนวนทั้งสิ้น 6 คู่ (ข้างละ 6 อัน) แต่ละอันมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 15 ไมโครเมตร สำหรับการจัดเรียงตัวของ ocelli แต่ละข้างนั้น ocelli 5 อันจัดตัวเป็นวงกลมล้อมรอบขนแข็ง (satae) 1 อันที่อยู่ตรงกลาง ส่วน ocelli ที่เหลืออีก 1 อันจะจัดตัวอยู่ที่ฐานของ antennae (Ant)

antennae (Ant) หนอนไหมมี antennae อยู่ 1 คู่ อยู่ด้านข้างทั้งสองข้างของใบหน้าระหว่าง ocelli (Ocl) และ ส่วนปาก (mouth part) ดังแสดงในภาพที่ 4.3 A เป็นอวัยวะที่มีรูปร่างคล้ายแท่ง ประกอบด้วยปล้องสั้นๆ 4 ปล้อง ดังแสดงในภาพที่ 4.4 A ปล้องที่ 1 อยู่ติดกับผิวหนัง เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 70 ไมโครเมตร พื้นผิวภายนอกมีลักษณะเป็นปุ่มขรุขระกระจายอยู่ทั่วไป ไม่พบขนรับความรู้สึก(sensory hair) ใดๆบนปล้องนี้ ถัดขึ้นมาเป็นปล้องที่ 2

พื้นผิวภายนอกเรียบ ไม่พบขนรับความรู้สึกเช่นเดียวกัน สำหรับปล้องที่ 3 พื้นผิวภายนอกเรียบ พบขนรับความรู้สึกเป็นเส้นยาว 2 เส้น เรียกว่า sensilla trichodea 1 และ 2 (St 1 และ St 2) ดังแสดงในภาพที่ 4.4 A และ B St 1 เป็นขนรับความรู้สึกที่เป็นเส้นยาวอยู่ก่อนมาทางด้านท้อง และด้านข้างของปล้อง (ventrolateral) ในขณะที่ St 2 เป็นขนรับความรู้สึกเป็นเส้นที่มีขนาดสั้นกว่า อยู่ก่อนไปทางด้านหลังและด้านใน (dorsomedial) นอกจากนี้บนปล้องที่ 3 ยังพบขนรับความรู้สึกสั้น ๆ อีก 3 เส้นคือ sensilla basiconica 1, 2 และ 3 (Sb 1, 2 และ 3) Sb 1 มีขนาดใหญ่ที่สุด Sb 2 มีขนาดรองลงมา และ Sb 3 มีขนาดเล็กที่สุด Sb 1 และ Sb 3 อยู่ด้านในของปล้อง (medial) โดย Sb 3 ซึ่งมีขนาดเล็กอยู่ระหว่าง Sb 1 และ St 1 สำหรับ Sb 2 นั้นอยู่ด้านข้างของปล้อง (lateral) สำหรับปล้องที่ 4 ของ antennae เป็นปล้องที่อยู่บนสุด มีขนาดเล็ก ลักษณะคล้ายโดม ที่ยอดของปล้องนี้พบขนรับความรู้สึกสั้น ๆ 4 เส้น เรียกว่า sensilla basiconica 4, 5, 6 และ 7 (Sb 4, 5, 6 และ 7) นอกจากนี้ยังพบขนรับความรู้สึกเส้นสั้น ๆ อีกเส้นหนึ่ง ซึ่งประกอบด้วย 2 ปล้อง เรียกว่า sensilla styloconica (Ss)

ส่วนปาก (mouth part) ของหนอนไหมอยู่บริเวณตอนกลางของใบหน้า โดยอยู่ระหว่าง antennae (Ant) ทั้งสองข้าง ดังแสดงในภาพที่ 4.3 A ส่วนปากประกอบด้วยส่วนสำคัญ 4 ส่วน คือ (1) labrum (Lbr) (2) mandible (Md) (3) maxillae (Mx) และ (4) labium (Lbm) labrum (Lbr) หรือ ริมฝีปากบนของหนอนไหม ดังแสดงในภาพที่ 4.3 A และ 4.4 C มีจำนวน 1 อัน อยู่ด้านท้อง (ventral) ต่อ clypeus (Clp) เป็นอวัยวะที่มีรูปร่างคล้ายคันศรโค้งตัวตามแนวขวางทางตอนบนของใบหน้า พบขนแข็ง (setae) จำนวน 12 เส้นจัดเรียงตัวในลักษณะที่สมมาตรกันทั้งสองข้างของใบหน้า อวัยวะถัดมาที่อยู่ใต้ต่อ labrum (Lbr) คือ mandibles (Md) ดังแสดงในภาพที่ 4.3 A และ 4.4 D เป็นอวัยวะที่มีพื้นผิวเรียบ ปลายทางด้านใน (medial) จะสบกัน ลักษณะฟันปลา ใช้สำหรับกัดกินใบหม่อน ถัดจาก mandibles (Md) ลงมาทางด้านท้อง (ventral) จะพบอวัยวะที่เป็นส่วนประกอบที่สำคัญของส่วนปากอีก 2 อวัยวะคือ maxillae (Mx) มีจำนวน 1 คู่ อยู่ด้านข้าง (lateral) ขนาบ labium (Lbm) 1 อันที่อยู่ตรงกลาง ดังแสดงในภาพที่ 4.3 A และ 4.4 C maxillae (Mx) อยู่ด้านท้องของปาก ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 4 ส่วน ส่วนแรกคือ cardo (Cd) เป็นฐานที่ยึดติดกับหัวของหนอนไหม ดังแสดงในภาพที่ 4.4 D ถัดจาก cardo ขึ้นมาจะเป็น stipes (Stp) จาก stipes นี้จะแยกออกเป็น 2 ส่วน ส่วนที่อยู่ก่อนมาทางด้านหลังและด้านใน (dorsomedial) เรียกว่า maxillary lobe (Mxl) และส่วนที่อยู่ก่อนมาทางด้านท้องและด้านข้าง (ventrolateral) เรียกว่า maxillary palpi (Mxp) โดย maxillary lobe ดังแสดงในภาพที่ 4.5 A พบขนรับความรู้สึกเป็นเส้น 3 เส้นทางด้านข้างเรียงจากด้านหลังไปสู่ด้านท้อง คือ sensilla trichodea 1 และ 2 (St 1 และ 2) และ sensilla chaeticum (Sch) ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบ sensilla styloconica 3 อัน (Ss 1, 2 และ 3) โดย Ss 1 และ Ss 2 ประกอบด้วย 2 ปล้อง อยู่ในต่อ St 1, St 2 และ Sch สำหรับ Ss 3 เป็นขนรับความรู้สึกเส้นสั้น ๆ มีขนาดเล็ก อยู่ในต่อ Ss 1 และ Ss 2 maxillary palpi (Mxp)

ประกอบด้วย 3 ปล้อง ดังแสดงในภาพที่ 4.5 B แต่ละปล้องมีผิวเรียบ ที่ปล้องบนสุดจะมี sensilla basiconica (Sb) 7 อันจัดตัวเป็นวงกลมล้อมรอบ Sb 1 อันที่อยู่ตรงกลาง ดังแสดงในภาพที่ 4.5 C อวัยวะสุดท้ายของส่วนปาก คือ labium (Lbm) หรือ ริมฝีปากล่าง ดังแสดงในภาพที่ 4.3 A และ 4.4 C วางตัวอยู่ด้านท้องของส่วนปาก ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วน คือ mentum (Mt) และ prementum (Prm) ดังแสดงในภาพที่ 4.4 D mentum มีขนาดใหญ่เป็นฐานที่ยึดติดกับหัวของหนอนไหม ถัดจาก mentum ขึ้นมาเป็น prementum มีลักษณะคล้ายแมงดา ดังแสดงในภาพที่ 4.4 C และ D ส่วนที่ยื่นเข้าสู่ช่องปากพบขนแข็งเล็กๆจำนวนมากกระจายอยู่ทั่วไป นอกจากนี้ที่ส่วนปลายอีกด้านหนึ่งของ prementum จะพบท่อคายเส้นไหม (spinneret) ยื่นออกไปตรงกลาง และที่ด้านข้างของท่อคายเส้นไหมทั้งสองข้างจะพบ labial palpi (Lp) ข้างละ 1 อัน โดย labial palpi แต่ละข้างจะมีขนรับความรู้สึกสั้นๆ 2 อันจัดเรียงตัวตามยาว ขนรับความรู้สึกที่อยู่ด้านหลังกว่า (dorsal) มี 1 ปล้อง ส่วนขนรับความรู้สึกที่อยู่ด้านท้องกว่า (ventral) มี 2 ปล้อง ดังแสดงในภาพที่ 4.5 D

4.2 กายวิภาคศาสตร์ระบบประสาทของหนอนไหมนางน้อยศรีสะเกษ 1

จากการศึกษากายวิภาคศาสตร์ของระบบประสาท ในหนอนไหมนางน้อยศรีสะเกษ 1 อายุ 21 วันในครั้งนี โดยการฆ่าและย้อมสี 1% analine blue in distilled water ผ่านใต้กล้องสเตอริโอ (stereoscope) แล้วศึกษาต่อกับกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบสแกน การศึกษาดังกล่าวนี้นำให้เห็นโครงสร้าง และ การติดต่อเชื่อมโยงของระบบประสาทกับอวัยวะอื่นๆ การศึกษาในครั้งนีแบ่งการศึกษาออกเป็น 3 ส่วน คือ ระบบประสาทในส่วนหัว ระบบประสาทในปล้องส่วนนอก และ ระบบประสาทในปล้องส่วนท้อง ดังแสดงในภาพที่ 4.6 ซึ่งผลของการศึกษามีดังนี้

4.2.1 ระบบประสาทในส่วนหัว ในส่วนหัว ประกอบด้วยปมประสาท 2 อัน คือ สมอง (brain) และ suboesophagal ganglion

(1) สมอง (brain; Br) อยู่ในตำแหน่งด้านหน้าค่อนมาทางด้านท้องของส่วนหัว (anteroventral) สมองหนอนไหมนางน้อยศรีสะเกษ 1 อายุ 21 วันมีความกว้างเฉลี่ย 2860.45 ± 10.69 ไมโครเมตร และความยาวเฉลี่ย 2044.89 ± 11.39 ไมโครเมตร ดังแสดงในตารางที่ 4.1 และภาพที่ 4.1 จากการศึกษาในครั้งนี พบว่า สมองมีลักษณะเป็นก้อนคล้ายลูกแพร์ 2 ลูกวางติดกันบนต่อหลอดอาหาร (oesophagus) และหลอดเลือดกลางหลัง (dorsal vessel) ดังแสดงในภาพที่ 4.7 A และ B สมองให้เส้นประสาทไปเลี้ยงส่วนต่างๆในส่วนหัว 8 คู่ โดย 4 คู่แรกตั้งต้นจากสมองทางด้านข้างค่อนไปด้านหน้า (anterolateral) ประกอบด้วย (1) optic nerve (OpNv) (2) antennae nerve (AnNv) (3) labral nerve (LbNv) และ (4) frontal connective

(FrC) เส้นประสาทสมองอีก 2 คู่ออกจากทางด้านข้างของสมองคือ (1) circumoesophageal connective (CoeC) และ (2) suboesophageal commissure (SC) สำหรับเส้นประสาทสมอง 2 คู่สุดท้ายออกจากสมองทางด้านหลังค่อนไปทางด้านข้าง (posterolateral) ประกอบด้วย (1) corpora cardiaca nerve (CcNv) และ (2) tegumentary nerve (TgNv) ซึ่งรายละเอียดของเส้นประสาทแต่ละเส้นมีดังต่อไปนี้

- optic nerve (OpNv) หลังออกจากสมองจะทอดไปทางด้านข้าง สิ้นสุดโดยแตกออกเป็นเส้นประสาทเส้นเล็ก ๆ 6 เส้น เลี้ยง ocelli แต่ละอัน ดังแสดงในภาพที่ 4.7 A

- antennae nerve (AnNv) ทอดไปด้านหน้าตามขอบด้านหลังของหลอดอาหาร แล้ววกออกไปด้านข้าง และสิ้นสุดโดยแตกแขนงเป็นเส้นประสาทเส้นเล็ก ๆ 2 เส้น เลี้ยง antennae ดังแสดงในภาพที่ 4.7 A

- labral nerve (LbNv) ทอดไปด้านหน้าบนต่อหลอดอาหารไปเลี้ยง labrum ดังแสดงในภาพที่ 4.7 A

- frontal connective (FrC) รั้งคู่ไปกับ labral nerve แล้ววกเข้าทางด้านในไปสู่ frontal ganglion (FrG) จาก frontal ganglion จะให้เส้นประสาทเส้นเล็ก ๆ คือ frontal nerve (FrNv) ออกจากด้านหน้าของ ganglion ทอดขึ้นไปในแนวกกลางด้านหลังต่อหลอดอาหาร ไปเลี้ยง clypeus และที่ตอนปลายทางด้านหางของ frontal ganglion จะมี recurrent nerve (RNv) ทอดลงมาทางด้านหาง ให้แขนงเลี้ยงหลอดอาหาร ดังแสดงในภาพที่ 4.7 B หลังจากนั้น recurrent nerve ทอดต่อไปด้านหาง ลอดใต้สมอง แล้วไปอยู่ระหว่างหลอดเลือดกลางหลังที่อยู่ด้านบนและหลอดอาหารที่อยู่ด้านล่าง ดังแสดงในภาพที่ 4.7 C หลังจากลอดใต้สมอง เส้นประสาทนี้ได้รับแขนงจาก corpora cardiaca (CC) ทั้งสองข้าง ดังแสดงในภาพที่ 4.7 B แล้วทอดต่อไประหว่างหลอดอาหารและหลอดเลือดกลางหลัง ให้แขนงเลี้ยงหลอดอาหาร และเมื่อเส้นประสาทมาถึงตอนกลางของหลอดอาหาร recurrent nerve แตกแขนงให้ 3 แขนง แขนงแรกทอดตัวต่อไปบนต่อหลอดอาหาร สิ้นสุดโดยแตกแขนงเลี้ยงท่อทางเดินอาหารส่วนกลาง (midgut) ดังแสดงในภาพที่ 4.7 D ส่วนอีก 2 แขนง ทอดตัวตามขอบของหลอดเลือดกลางหลังแต่ละข้าง ไปเลี้ยงหลอดเลือดกลางหลังต่อไป

- circumoesophageal connective (CoeC) ออกจากสมองทางด้านข้าง ทอดตามขอบด้านข้างของหลอดอาหาร (oesophagus) และสิ้นสุดที่ขอบทางด้านบนของ suboesophageal ganglion (SG) ทั้งสองข้าง ดังแสดงในภาพที่ 4.7 B

- suboesophageal commissure (SC) ออกจากสมองทางด้านข้าง ทอดคู่ไปกับ circumoesophageal connective (CoeC) แล้ววกเข้าด้านในโอบรอบหลอดอาหาร (oesophagus) ไปสู่ด้านข้างของสมองอีกข้างหนึ่ง ดังแสดงในภาพที่ 4.7 B

- corpora cardiaca nerve (CcNv) ออกจากสมองทางด้านหลังค่อนไปทางด้านข้าง (posterolateral) แล้วทอดไปด้านหางสู่ corpora cardiaca (CC) corpora cardiaca แต่ละ

ข้างนี้จะให้เส้นประสาทอีก 3 เส้น ดังแสดงในภาพที่ 4.8 A เส้นแรกทอดไปด้านหน้ารวมกับ tegumentary nerve (TgNv) ไปเลี้ยง frons เส้นที่ 2 ทอดไปด้านในไปรวมกับ recurrent nerve (RNv) เลี้ยงท่อทางเดินอาหารส่วนกลาง และ หลอดเลือดกลางหลัง และเส้นที่ 3 ทอดไปด้านหลังไปสู่ corpora allata ซึ่งมีลักษณะเป็นก้อนกลม เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 3 นาโนเมตร

- tegumentary nerve (TgNv) หลังออกจากสมองจะรวมกับเส้นประสาทจาก corpora cardiaca (CC) แล้ววกขึ้นไปทางด้านหน้า ลิ้นสุดโดยไปเลี้ยง frons ดังแสดงในภาพที่ 4.7 A

(2) suboesophageal ganglion (SG) เป็นปมประสาทอันที่ 2 ของส่วนหัว จากการศึกษาความกว้างและความยาวของปมประสาทนี้ ในหนอนไหมนางน้อยศรีสะเกษ 1 อายุ 21 วัน พบว่าปมประสาทนี้มีความกว้างเฉลี่ย 1831.08 ± 7.44 ไมโครเมตร และ ความยาวเฉลี่ย 2043.01 ± 9.06 ไมโครเมตร ดังแสดงในตารางที่ 4.1 และภาพที่ 4.1 suboesophageal ganglion อยู่ในตำแหน่งใต้ต่อหลอดอาหาร มีการเชื่อมโยงกับสมองด้วย circumoesophageal connective suboesophageal ganglion ให้เส้นประสาทไปเลี้ยงส่วนต่างๆในส่วนหัวอีก 4 คู่ ดังแสดงในภาพที่ 4.8 B คือ (1) mandibular nerve (MnNv) (2) maxillary nerve (MxNv) (3) labial nerve (LiNv) และ (4) เส้นประสาทไปเลี้ยงกล้ามเนื้อบริเวณคอ mandibular nerve (MnNv) ออกจาก suboesophageal ganglion ทางด้านหน้าค่อนไปทางด้านข้าง (anterolateral) ทอดไปทางด้านหน้าไปเลี้ยง mandible maxillary nerve (MxNv) ออกจาก suboesophageal ganglion ทางด้านหน้าค่อนไปทางด้านท้อง (anteroventral) ทอดไปด้านหน้าไปเลี้ยง maxillae ส่วน labial nerve (LiNv) ออกจาก suboesophageal ganglion ทางด้านหน้าค่อนไปทางด้านท้อง (anteroventral) ทอดไปด้านหน้า พาดบนต่อต่อมสร้างเส้นไหมส่วนหน้า แล้วไปอยู่ด้านข้างต่อต่อมนี้ หลังจากนั้นจะวิ่งคู่กันไปสิ้นสุดโดยเลี้ยง labium ส่วนเส้นประสาทของ suboesophageal ganglion คู่สุดท้ายออกจาก suboesophageal ganglion ทางด้านหลังค่อนไปทางด้านข้าง (posterolateral) ทอดตัวไปด้านหลัง พาดบนต่อ tentorial bridge ซึ่งเป็น ligament ที่เชื่อมระหว่าง occiput ทั้งสองข้าง ช่วยยึดสมอง และ suboesophageal ganglion ให้อยู่กับที่ในขณะที่ตัวหนอนเคลื่อนไหว แล้วจะเส้นประสาทจะไปเลี้ยงกล้ามเนื้อบริเวณคอของหนอนไหมต่อไป ดังแสดงในภาพที่ 4.8 B

4.2.2 ระบบประสาทในปล้องส่วนอก การศึกษาระบบประสาทในปล้องส่วนอกครั้งนี้ ข้าพหะหนอนไหมนางน้อยศรีสะเกษ 1 จากกล้ามเนื้อชั้นในออกไปสู่กล้ามเนื้อชั้นนอก ซึ่งอยู่อยู่ทั้งสองข้างของปมประสาท การเรียกชื่อกล้ามเนื้อใช้พื้นฐานตามการศึกษาของ Tsujimura (1988) ในหนอนไหม *Bombyx mori* L. พันธุ์ w²

ปมประสาทอก (thoracic ganglion; Th 1-3) ประกอบด้วย ปมประสาท 3 อัน เป็นปมประสาทประจำแต่ละปล้องในปล้องส่วนอกปล้องที่ 1 - 3 ปล้องละอัน โดยปมประสาท

แต่ละอันจะมี ventral nerve cord (VNC) เป็นเส้นคู่เชื่อมต่อกันในตอนกลางตามแนวยาวของลำตัว ทางเดินของเส้นประสาทในปมประสาทท่อนที่ 1-3 มีลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์ที่เหมือนกัน ดังนั้นการอธิบายต่อไปนี้จะหมายความถึงปมประสาทท่อนที่ 1-3 ด้วย ผลของการศึกษามีดังนี้

ปมประสาทท่อนมีลักษณะเป็นก้อนรูปสามเหลี่ยมหัวกลับ (▼) สำหรับหนอนไหมนางน้อยศรีสะเกษ 1 ปมประสาทท่อนที่ 1 มีความกว้างเฉลี่ย 1621.27 ± 7.22 ไมโครเมตร และความยาวเฉลี่ย 2246.96 ± 12.76 ไมโครเมตร ปมประสาทท่อนที่ 2 มีความกว้างเฉลี่ย 1643.09 ± 5.27 ไมโครเมตร และความยาวเฉลี่ย 2247.90 ± 13.17 ไมโครเมตร ส่วนปมประสาทท่อนที่ 3 มีความกว้างเฉลี่ย 1642.16 ± 6.20 ไมโครเมตร และความยาวเฉลี่ย 2247.43 ± 11.12 ไมโครเมตร ดังแสดงในตารางที่ 4.1 และภาพที่ 4.1 ปมประสาทท่อนแต่ละอันให้เส้นประสาท 2 คู่ ดังแสดงในภาพ 4.9 - 4.12 คู่แรกออกจากปมประสาทท่อนทางด้านข้างค่อนไปทางด้านหน้า (anterolateral) ทอดไปด้านข้างเลี้ยงกล้ามเนื้อของลำตัวทางด้านหลัง (dorsal muscle) เป็นส่วนใหญ่ เรียกว่า dorsal nerve (DNv) สำหรับเส้นประสาทท่อนอีกคู่หนึ่งออกจากปมประสาทท่อนทางด้านข้างค่อนไปด้านหลัง (posterolateral) ทอดไปด้านข้างเลี้ยงกล้ามเนื้อของลำตัวทางด้านท้อง (ventral muscle) เป็นส่วนใหญ่ เรียกว่า ventral nerve (VNv) นอกจากนี้ยังพบ median nerve (MeNv) ตั้งต้นโดยแยกจาก ventral nerve cord บริเวณหน้าต่อปมประสาทท่อนถัดไป median nerve จะแตกแขนงให้เป็น transverse nerve (TrNv) 1 คู่ ก่อนหน้าที่จะถึงปมประสาทท่อนถัดไป ทอดไปด้านข้าง การอธิบายทางเดินของเส้นประสาททั้ง 3 เส้นพร้อมกันทำให้เข้าใจได้ลำบาก ดังนั้นผู้ศึกษาจึงขอแยกอธิบายเส้นประสาทที่ละเส้นตามขั้นตอนการชำแหละกล้ามเนื้อจากชั้นในออกไปสู่กล้ามเนื้อชั้นนอก ดังต่อไปนี้

(1) dorsal nerve (DNv) ดังแสดงในภาพ 4.9 - 4.12 ตั้งต้นจากปมประสาทท่อนทางด้านข้างค่อนไปด้านหน้า (anterolateral) ลอดใต้กล้ามเนื้อ ventral internal oblique (viO) แล้วไพล่ออกที่ขอบในของกล้ามเนื้อ ventral internal lateral 4 (vil 4) ให้แขนง 2 แขนง ดังแสดงในภาพที่ 4.9 - 4.11 แขนงแรก(a)ทอดไปด้านหน้าไปเลี้ยงกล้ามเนื้อ ventral internal oblique (viO) ของปล้องส่วนนอกอันก่อนหน้านั้น แขนงที่ 2 (b) ทอดไปด้านข้างบนต่อกล้ามเนื้อ ventral internal lateral 4 (vil 4) แล้วเข้าไปอยู่ระหว่างกล้ามเนื้อ ventral internal lateral 1 และ 2 (vil 1 และ 2) ทางด้านบน และกล้ามเนื้อ ventral internal lateral 3 และ 5 (vil 3 และ 5) ทางด้านล่าง แล้วแตกแขนงเลี้ยงกล้ามเนื้อ ventral internal lateral 1,2,3,4 และ 5 (vil 1, 2,3,4 และ 5) หลังจากให้แขนงแล้ว dorsal nerve มุดหายเข้าไปทางขอบในของกล้ามเนื้อ ventral internal lateral 4 (vil 4) และไพล่ออกที่ขอบนอกของกล้ามเนื้อ ventral internal lateral 5 (vil 5) ดังแสดงในภาพ 4.11 dorsal nerve ทอดต่อไปทางด้านข้างข้ามหลอดลม (lateral tracheal trunk; Ltra) จะพบเส้นประสาทจาก transverse nerve (TrNv) มาเชื่อมกับ dorsal nerve ก่อนและหลังเส้นประสาททอดข้ามหลอดลม แล้ว dorsal nerve ทอดบนกล้ามเนื้อ

lateral external median 1 (lem 1) และ กล้ามเนื้อ lateral internal oblique (liO) แยกแขนง
 เลี้ยง (1) กล้ามเนื้อ lateral internal oblique (liO) (2) กล้ามเนื้อ lateral internal anterior
 (lia) ดังแสดงในภาพที่ 4.9 (3) กล้ามเนื้อ lateral external median 2 (lem 2) และ (4)
 กล้ามเนื้อ lateral internal posterior (lip) ดังแสดงในภาพที่ 4.12 แล้ว dorsal nerve ลอดใต้
 กล้ามเนื้อ dorsal internal oblique (diO) แยกแขนงให้ 3 แขนง คือ แขนงแรก (c) ดังแสดง
 ในภาพที่ 4.12 ไปรวมกับเส้นประสาทตามยาวทางด้านหลังของลำตัว (longitudinal nerve of
 dorsum; LNvD) แขนงที่ 2 (d) ดังแสดงในภาพที่ 4.9 และ 4.10 ทอดไปทางด้านหลัง
 (dorsal) อยู่ระหว่างกล้ามเนื้อ dorsal internal lateral 1 (dil 1) ทางด้านบน และกล้ามเนื้อ
 dorsal internal lateral 2 และ 3 (dil 2 และ 3) ทางด้านล่าง แล้วแยกแขนงเลี้ยงกล้ามเนื้อเหล่านี้
 แขนงที่ 3 (e) ดังแสดงในภาพที่ 4.11 และ 4.12 ทอดอยู่ระหว่างกล้ามเนื้อ dorsal internal
 lateral 2 และ 3 (dil 2 และ 3) ทางด้านบน และกล้ามเนื้อ dorsal external posterior (dep)
 และ กล้ามเนื้อ dorsal external anterior (dea) ทางด้านล่าง แยกแขนงเลี้ยงกล้ามเนื้อ dorsal
 external posterior และ กล้ามเนื้อ dorsal external anterior (dea)

สำหรับเส้นประสาทตามยาวทางด้านหลังของลำตัว (longitudinal nerve of
 dorsum) ดังแสดงในภาพที่ 4.12 พบทอดตัวตามยาวในปล้องส่วนนอกแต่ละปล้องทางด้านหลัง
 ของลำตัว (dorsal) โดยปลายด้านหน้า (anterior) และ ด้านหาง (caudal) ยึดติดกับผิวหนังที่
 ฐานของกล้ามเนื้อ dorsal internal oblique (diO) ทางด้านหน้า และด้านหาง

(2) ventral nerve (VNv) ดังแสดงในภาพที่ 4.12 ตั้งต้นจากปมประสาททาง
 ด้านข้างก่อนไปด้านหลัง (posterolateral) ทอดเฉียงลงมาทางด้านท้อง (ventral) และด้านหาง
 (caudal) ของปล้อง แล้วมุดเข้าไปอยู่ใต้ต่อกล้ามเนื้อ ventral internal lateral 4 (vil 4) แล้ว
 แยกแขนงให้ 3 แขนง ดังแสดงในภาพที่ 4.12 แขนงแรก (f) หลังจากแยกจาก ventral nerve
 แล้วทอดลงมาทางด้านหาง (caudal) ไปเลี้ยงกล้ามเนื้อ ventral external posterior (vep)
 แขนงที่ 2 (g) ทอดไปด้านหน้า (anterior) เลี้ยงกล้ามเนื้อ ventral external median 1 และ 2
 (vem 1 และ 2) แขนงที่ 3 (h) ทอดไปด้านข้าง (lateral) เลี้ยงกล้ามเนื้อ ventral external
 median 3 (vem 3)

(3) transverse nerve (TrNv) ดังแสดงในภาพที่ 4.9 - 4.12 เป็นแขนงของ
 median nerve (MeNv) ซึ่งทอดตัวตามแนวยาวของ ventral nerve cord (VNC) จนเมื่อถึง
 บริเวณหน้าต่อปมประสาทอันถัดจากที่ตั้งต้นของ median nerve เล็กน้อย เส้นประสาทจะแตก
 แขนงออกให้เป็น transverse nerve (TrNv) 1 คู่ วิ่งออกไปด้านข้างทั้งสองข้างของ ventral nerve
 cord บนต่อกล้ามเนื้อ ventral internal lateral 4,1 และ 2 (vil 4,1 และ 2) เมื่อมาถึงขอบ
 นอกของกล้ามเนื้อ ventral internal lateral 2 (vil 2) transverse nerve จะแยกแขนงให้ 2
 แขนง แขนงแรก (i) ดังแสดงในภาพ 4.10 และ 4.11 ไปเลี้ยงกล้ามเนื้อ lateral external
 posterior (lep) แขนงที่ 2 (j) ดังแสดงในภาพที่ 4.9 - 4.12 ไปเชื่อมกับ dorsal nerve (DNv)

SF
542
W284

ว 65454

ห้ามยืมออก



หอสมุดกลาง มหาวิทยาลัยขอนแก่น

25

แล้ว transverse nerve ทอดต่อไปทางด้านข้าง ข้ามหลอดลม (lateral tracheal trunk; Ltra) ซึ่งช่วงที่พาดอยู่บนต่อหลอดลม จะให้แขนงไปเลี้ยงกล้ามเนื้อ lateral internal intersegmental (lii) transverse nerve ทอดต่อไปทางด้านข้าง ให้เส้นประสาท ไปเชื่อมกับ dorsal nerve อีก 1 เส้น และให้แขนงเลี้ยงกล้ามเนื้อ lateral external median 1 (lem 1) ด้วย

4.2.3 ระบบประสาทในปล้องส่วนท้อง การศึกษาระบบประสาทในปล้องส่วนท้องครั้งนี้ ข่าและหนอนไหมจากกล้ามเนื้อชั้นในออกไปสู่กล้ามเนื้อชั้นนอก ซึ่งอยู่สองข้างของปมประสาท การเรียกชื่อกล้ามเนื้อใช้พื้นฐานตามการศึกษาของ Libby(1959)ในตัวหนอน cecropia ซึ่งอยู่ใน order lepidoptera เช่นเดียวกับหนอนไหมนางน้อยศรีสะเกษ 1

ปมประสาทท้อง (abdominal ganglion; A 1-8) ประกอบด้วย ปมประสาททั้งเส้น 8 อัน ปมประสาทท้องอันที่ 1-7 เป็นปมประสาทประจำแต่ละปล้อง ในปล้องส่วนท้องปล้องที่ 1-7 ปล้องละอัน สำหรับปมประสาทท้องอันที่ 8 เป็นการรวมตัวกันของปมประสาทท้องอันที่ 8-11 ปมประสาทแต่ละอันจะมี ventral nerve cord (VNC) เชื่อมต่อกันในแนวกลางของลำตัว ลักษณะทางเดินของเส้นประสาทในปล้องส่วนท้องอันที่ 1-7 มีลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์ที่เหมือนกัน ดังนั้นการอธิบายต่อไปนี้จะหมายความถึง ปมประสาทท้องอันที่ 1-7 ด้วย ผลของการศึกษามีดังนี้

ปมประสาทท้องมีลักษณะเป็นก้อนรี สำหรับในหนอนไหมนางน้อยศรีสะเกษ 1 นี้ ปมประสาทท้องอันที่ 1 มีความกว้างเฉลี่ย 1360.52 ± 8.47 ไมโครเมตร และความยาวเฉลี่ย 1829.67 ± 9.96 ไมโครเมตร ปมประสาทท้องอันที่ 2 มีความกว้างเฉลี่ย 1363.80 ± 8.76 ไมโครเมตร และความยาวเฉลี่ย 1830.61 ± 8.83 ไมโครเมตร ปมประสาทท้องอันที่ 3 มีความกว้างเฉลี่ย 1379.76 ± 12.16 ไมโครเมตร และความยาวเฉลี่ย 1846.33 ± 14.17 ไมโครเมตร ปมประสาทท้องอันที่ 4 มีความกว้างเฉลี่ย 1378.59 ± 11.85 ไมโครเมตร และความยาวเฉลี่ย 1850.56 ± 13.08 ไมโครเมตร ปมประสาทท้องอันที่ 5 มีความกว้างเฉลี่ย 1379.76 ± 11.21 ไมโครเมตรและความยาวเฉลี่ย 1855.96 ± 11.88 ไมโครเมตร ปมประสาทท้องอันที่ 6 มีความกว้างเฉลี่ย 1360.05 ± 9.06 ไมโครเมตร และความยาวเฉลี่ย 1829.20 ± 10.45 ไมโครเมตร ปมประสาทท้องอันที่ 7 มีความกว้างเฉลี่ย 1359.11 ± 8.88 ไมโครเมตร และความยาวเฉลี่ย 1826.85 ± 12.36 ไมโครเมตร ดังแสดงในตารางที่ 4.1 และภาพที่ 4.2 ปมประสาทท้องแต่ละอันให้เส้นประสาท 2 คู่ ดังแสดงในภาพที่ 4.13, 4.15 - 4.17 คู่แรกออกจากปมประสาทท้องทางด้านข้างค่อนไปด้านหน้า (anterolateral) ทอดไปด้านข้างเลี้ยงกล้ามเนื้อของลำตัวทางด้านหลัง (dorsal muscle) เป็นส่วนใหญ่ เรียกว่า dorsal nerve (DNv) ส่วนเส้นประสาทอีกคู่หนึ่งออกจากปมประสาทท้องทางด้านข้างค่อนไปทางด้านหลัง (posterolateral) ทอดไปด้านข้างเลี้ยงกล้ามเนื้อของลำตัวทางด้านท้อง (ventral muscle) เป็นส่วนใหญ่ เรียกว่า ventral nerve (VNv) นอกจากนี้ยังพบ median nerve (MeNv) ตั้งต้นโดย

แยกจาก ventral nerve cord บริเวณหน้าต่อปมประสาทท้องอันถัดไป median nerve จะแตกแขนงให้เป็น transverse nerve (TrNv) 1 คู่ ก่อนหน้าที่จะถึงปมประสาทท้องอันถัดไป ทอดไปด้านข้างไปเลี้ยงหลอดเลือดกลางหลังต่อไป การอธิบายทางเดินของเส้นประสาททั้ง 3 เส้น พร้อมกันทำให้เข้าใจลำบาก ดังนั้นผู้ศึกษาจึงขอแยกอธิบายเส้นประสาททีละเส้น ตามขั้นตอนการชำแหละกล้ามเนื้อจากชั้นในออกไปสู่ชั้นนอก ดังต่อไปนี้

(1) dorsal nerve (Dnv) ดังแสดงในภาพที่ 4.13 - 4.17 เส้นประสาทนี้ตั้งต้นจากปมประสาทท้องทางด้านข้างค่อนข้างค่อนไปทางด้านหน้า(anterolateral) ทอดข้ามกล้ามเนื้อ ventral external median (vem) และ กล้ามเนื้อ ventral internal median (vim) เมื่อทอดมาถึงขอบด้านในของกล้ามเนื้อ ventral external oblique 3 (veO 3) dorsal nerve จะให้แขนงขนาดใหญ่ทอดมาทางด้านหาง 2 แขนง ดังแสดงในภาพที่ 4.13 และ 4.15 แขนงแรก (a) ทอดเฉียงลงมาด้านหาง เลี้ยงกล้ามเนื้อ ventral internal lateral 1 และ 2 (vil 1 และ 2) และ กล้ามเนื้อ ventral internal oblique 1 และ 2 (viO 1 และ 2) แขนงที่ 2 (b) ทอดลงมาด้านหาง เลี้ยงกล้ามเนื้อ ventral external median (vem) กล้ามเนื้อ ventral internal median (vim) และ กล้ามเนื้อ ventral external oblique 1,2 และ 3 (viO 1,2 และ 3) หลังจากนั้น dorsal nerve ทอดต่อไปทางด้านข้าง มุดหายเข้าไปทางขอบด้านในของกล้ามเนื้อ ventral internal oblique 1 (veO 1) แล้วโผล่ออกที่ขอบนอกของกล้ามเนื้อ ventral internal oblique 2 (veO 2) ทอดข้ามหลอดลม (lateral tracheal trunk; Ltra) บริเวณถัดจากรูหายใจ (spiracle; Sp) ไปทางด้านหางในปล้องเดียวกันกับปมประสาทรันั้น ช่วงที่พาดอยู่บนหลอดลมนี้จะพบเส้นประสาทเส้นเล็กๆจาก transverse nerve (TrNv) มาเชื่อมอยู่ด้วย หลังจากนั้น dorsal nerve ทอดข้ามกล้ามเนื้อ parategal และแตกแขนงเลี้ยงกล้ามเนื้อมัดนี้ dorsal nerve ทอดต่อไปทางด้านข้าง บนต่อกล้ามเนื้อ lateral internal oblique (liO) ให้แขนงเลี้ยงกล้ามเนื้อมัดนี้ และกล้ามเนื้อ lateral external oblique (leO) ดังแสดงในภาพที่ 4.15 และ 4.16 แล้ว dorsal nerve มุดหายเข้าไปทางขอบด้านในของกล้ามเนื้อ dorsal internal lateral (dil) โดยอยู่ระหว่างกล้ามเนื้อมัดนี้ทางด้านบน และกล้ามเนื้อ dorsal external oblique 3,4 และ 2 (deO 3,4 และ 2) ทางด้านล่าง ให้แขนงไปเลี้ยงกล้ามเนื้อเหล่านี้ ดังแสดงในภาพที่ 4.13 และ 4.16 dorsal nerve ทอดต่อไปทางด้านหลัง (dorsal) เมื่อมาถึงขอบด้านในของกล้ามเนื้อ dorsal internal oblique 1 (diO 1) จะให้แขนง 3 แขนง ดังแสดงในภาพที่ 4.15 - 4.17 แขนงแรก (c) จะรวมกับเส้นประสาทตามยาวทางด้านหลังของลำตัว (longitudinal nerve of dorsum; LNVd) แขนงที่ 2 (d) ทอดระหว่างกล้ามเนื้อ dorsal internal median (dim) ทางด้านบน ดังแสดงในภาพที่ 4.13 และ กล้ามเนื้อ dorsal internal oblique 1 และ 2 (diO 1 และ 2) ทางด้านล่าง แล้วแตกแขนงเลี้ยงกล้ามเนื้อเหล่านี้ ดังแสดงในภาพที่ 4.15 แขนงที่ 3 (e) ลอดใต้กล้ามเนื้อ dorsal internal oblique 1 และ 2 (diO 1 และ 2) ไปเลี้ยงกล้ามเนื้อ dorsal external (de) และ กล้ามเนื้อ dorsal external oblique 1 (deO 1) ดังแสดงในภาพที่ 4.15, 4.16 และ 4.17

สำหรับเส้นประสาทตามยาวทางด้านหลังของลำตัว (longitudinal nerve of dorsum; LNvD) ดังแสดงในภาพที่ 4.15-4.17 พบทอดตัวตามแนวยาวในปล้องส่วนท้องในแต่ละปล้องทางด้านหลังของลำตัว (dorsal) โดยปลายทางด้านหน้า (anterior) ยึดติดกับผิวหนังที่ฐานของกล้ามเนื้อ dorsal internal lateral (dil) และปลายทางด้านหาง (caudal) ยึดติดกับผิวหนังที่ฐานของกล้ามเนื้อ dorsal internal oblique 1 (diO 1) ให้แขนงไปเลี้ยงกล้ามเนื้อ dorsal external oblique 2,3 และ 4 (deO 2,3 และ 4) ดังแสดงในภาพที่ 4.16 และ 4.17

(2) ventral nerve (Vnv) ดังแสดงในภาพที่ 4.13-4.17 เส้นประสาทนี้ตั้งต้นจากปมประสาทท้องทางด้านข้างค่อนไปทางด้านหลัง (posterolateral) ทอดเฉียงลงมาทางด้านท้อง (ventral) และด้านหาง (caudal) ของปล้อง แล้วมุดเข้าไปอยู่ระหว่างกล้ามเนื้อ ventral external median (vem) และกล้ามเนื้อ ventral external oblique 1,2 และ 3 (veO 1,2 และ 3) ทางด้านบน ดังแสดงในภาพที่ 4.13 และ 4.15 และกล้ามเนื้อ ventral external oblique 4 และ 5 (veO 4 และ 5) ทางด้านล่าง ดังแสดงในภาพที่ 4.17 ventral nerve นี้จะแตกให้ 3 แขนง ดังแสดงในภาพที่ 4.15 แขนงแรก (f) หลังจากแยกจาก ventral nerve แล้วจะทอดลงมาทางด้านหาง (caudal) บนต่อกล้ามเนื้อ ventral external oblique 5 และ 4 (veO 5 และ 4) และแตกแขนงเลี้ยงกล้ามเนื้อ 2 มัดนี้ แล้วโผล่ออกที่ขอบนอกของกล้ามเนื้อ ventral external oblique 2 (veO 2) ทอดต่อไปทางด้านหลังและเชื่อมกับ transverse nerve ของปมประสาทท้องอันถัดไป ดังแสดงในภาพที่ 4.16 และ 4.17 แขนงที่ 2 (g) ทอดไปด้านข้าง เลี้ยงกล้ามเนื้อ proleg 1 (P1) แขนงที่ 3 (h) ทอดไปด้านข้าง บนต่อกล้ามเนื้อ proleg 2 (P2) ให้แขนงไปเลี้ยง (1) กล้ามเนื้อ proleg 2 (P2) (2) กล้ามเนื้อ proleg 3 (P3) (3) กล้ามเนื้อ tergo-sternal (ts) และ (4) กล้ามเนื้อ ventral external (ve) ดังแสดงในภาพที่ 4.16 และ 4.17

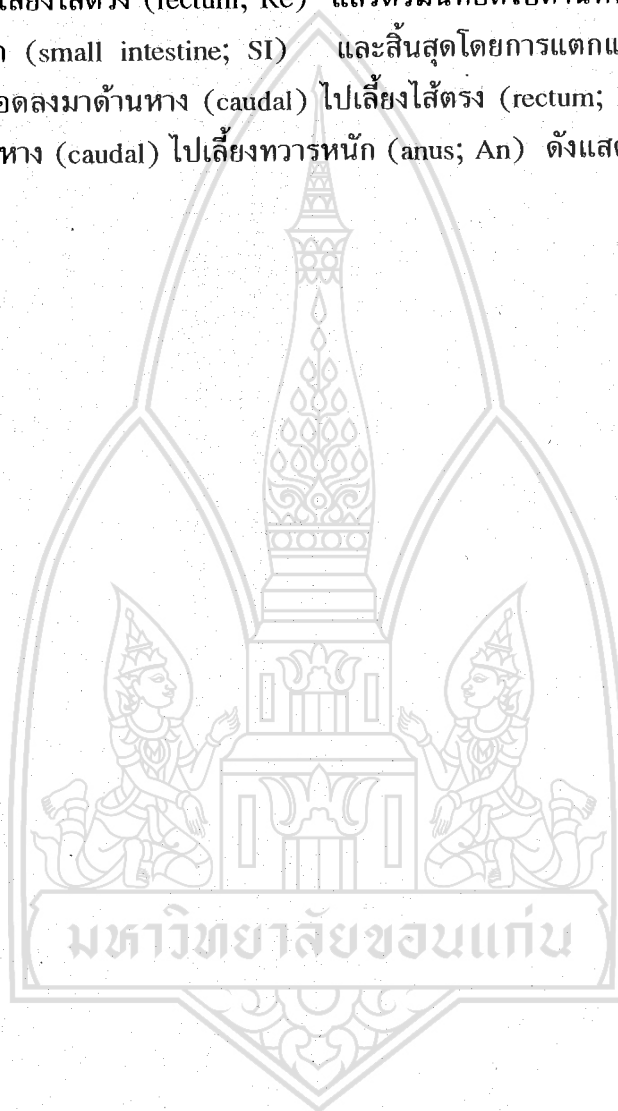
(3) transverse nerve (TrNv) ดังแสดงในภาพที่ 4.13 - 4.17 เป็นแขนงของ median nerve (MeNv) ซึ่งทอดตัวตามแนวยาวของ ventral nerve cord (VNC) จนเมื่อถึงบริเวณหน้าต่อปมประสาทอันถัดจากที่ตั้งต้นของ median nerve เล็กน้อย เส้นประสาทจะแตกแขนงให้เป็น transverse nerve (TrNv) 1 คู่ วิ่งออกไปด้านข้างทั้งสองข้างของ ventral nerve cord หลังจากนั้น transverse nerve ทอดตัวโค้งไปด้านหน้าบนต่อกล้ามเนื้อ ventral external median (vem) และ กล้ามเนื้อ ventral internal median (vim) ให้แขนงเล็กๆ ไปเลี้ยงผิวหนังบริเวณรอยต่อระหว่างปล้องทางด้านหน้า (→) ดังแสดงในภาพที่ 4.13-4.17 แล้ว transverse nerve ทอดตัวโค้งต่อไปทางด้านหน้า จนถึงบริเวณรอยต่อระหว่างปล้องทางด้านหน้าจะเชื่อมกับเส้นประสาทที่มาจาก ventral nerve ของปมประสาทอันก่อนหน้ามัน หลังจากนั้น transverse nerve จะวกกลับมาด้านหลัง และอยู่บนต่อกล้ามเนื้อ ventral internal lateral 1 และ 2 (vil 1 และ 2) เมื่อมาถึงขอบนอกของกล้ามเนื้อ ventral internal lateral 2 (vil 2) transverse nerve จะให้เส้นประสาทไปเลี้ยงกล้ามเนื้อ tergo-pleural 1 และ 2 (tp 1 และ 2) ดังแสดงในภาพที่ 4.13 และ 4.15 เลี้ยงกล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่ปิดหลอดลม (occlusor of the spiracle; osp)

และกล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่เปิดหลอดลม (dilator of the spiracle; dlsp) ดังแสดงในภาพที่ 4.17 หลังจากนั้น transverse nerve ทอดข้ามหลอดลม (lateral tracheal trunk; Ltra) บริเวณถัดจากรูหายใจ (spiracle; Sp) ไปทางด้านหาง ซึ่งช่วงที่พาดบนท่อหลอดลมนี้จะให้แขนงสั้นๆไปเชื่อมกับ dorsal nerve ด้วย แล้ว transverse nerve ทอดเฉียงขึ้นไปด้านหน้า บนต่อกล้ามเนื้อ alary (AM) และแตกแขนงเลี้ยงกล้ามเนื้อเหล่านี้ด้วย ดังแสดงในภาพที่ 4.13 และ 4.14 A พบแขนงจาก transverse nerve ทอดต่อไปเลี้ยงหลอดเลือดกลางหลัง (dorsal vessel; Dv) ($\rightarrow$) ดังแสดงในภาพที่ 4.14 A โดย transverse nerve นี้จะบรรจบกับแขนงของ recurrent nerve (Rnv) ที่ทอดตามยาวทั้งสองข้างของหลอดเลือดกลางหลังเป็นรูปตัว Y บนผนังของหลอดเลือดกลางหลัง ดังแสดงในภาพที่ 4.14 B

ปมประสาทท้องอันที่ 8 (A8) ดังแสดงในภาพที่ 4.18 A และ B เป็นการรวมตัวของปมประสาทท้องอันที่ 8-11 ปมประสาทมีลักษณะเป็นก้อนหรืออยู่ติดกับปมประสาทท้องอันที่ 7 ในปล้องส่วนท้องปล้องที่ 7 ปมประสาทท้องอันที่ 8 ของหนอนไหมนางน้อยศรีสะเกษ 1 มีความกว้างเฉลี่ย 1341.28 ± 13.08 ไมโครเมตร และ ความยาวเฉลี่ย 1923.79 ± 11.29 ไมโครเมตร ดังแสดงในตารางที่ 4.1 และภาพที่ 4.2 ปมประสาทท้องอันที่ 8 จะให้เส้นประสาท 4 คู่ ดังแสดงในภาพที่ 4.18 A และ B เส้นประสาทคู่แรกคือ dorsal nerve คู่ที่ 8 (DNv 8) ออกจากปมประสาทท้องอันที่ 8 ทางด้านหน้าค่อนไปทางด้านข้าง (anterolateral) ทอดเฉียงลงมาทางด้านหลังค่อนไปทางด้านข้างของปล้อง (posterolateral) ไปเลี้ยงกล้ามเนื้อของลำตัวทางด้านหลัง (dorsal muscle) เป็นส่วนใหญ่ เส้นประสาทคู่ที่ 2 คือ ventral nerve คู่ที่ 8 (VNv 8) ออกจากปมประสาทท้องอันที่ 8 ทางด้านหน้าค่อนไปทางด้านข้าง (posterolateral) ทอดลงมาทางด้านหางของปล้อง (caudal) ไปเลี้ยงกล้ามเนื้อของลำตัวทางด้านท้อง (ventral muscle) เป็นส่วนใหญ่ เส้นประสาทคู่ที่ 3 คือ transverse nerve คู่ที่ 8 (TrNv 8) เป็นแขนงของ median nerve อันที่ 8 (MeNv 8) ซึ่งตั้งต้นที่ตอนกลางของปมประสาทท้องอันที่ 8 แล้วแตกแขนงให้ transverse nerve 1 คู่ ทอดเฉียงลงมาทางด้านหลังค่อนไปด้านท้องของปล้อง (posterolateral) หลังออกจากปมประสาทท้องอันที่ 8 เล็กน้อย transverse nerve คู่ที่ 8 จะรวมกับ dorsal nerve คู่ที่ 8 แล้ว transverse nerve คู่ที่ 8 ทอดไปด้านหลัง (dorsal) ไปเลี้ยงหลอดเลือดกลางหลัง (dorsal vessel) ลักษณะทางเดินของ dorsal nerve ventral nerve และ transverse nerve คู่ที่ 8 มีลักษณะเหมือนกับลักษณะทางเดินของเส้นประสาทเหล่านี้ในปมประสาทท้องอันที่ 1-7 ยกเว้น ventral nerve คู่ที่ 8 จะไม่มีแขนงไปเชื่อมกับเส้นประสาทจากปมประสาทท้องของปล้องอื่นๆ

เส้นประสาทคู่ที่ 4 Splanchnic nerve (SpNv) เป็นการรวมตัวกันของเส้นประสาทในปล้องส่วนท้องปล้องที่ 9, 10 และ 11 ออกจากปมประสาทท้องอันที่ 8 ทางด้านหาง (caudal) ทอดลงมาด้านหาง บนต่อกล้ามเนื้อ ventral external oblique 3 และ 1 (veO 3 และ 1) ในปล้องส่วนท้องปล้องที่ 7 แล้วพาดบนรอยต่อระหว่างปล้องส่วนท้องปล้องที่ 7 และ 8 ให้แขนง 1 แขนง คือ (a) ดังแสดงในภาพที่ 4.18 A ทอดลงมาด้านหาง (caudal) เลี้ยงระบบสืบพันธุ์

(Reproductive system; Rpd) หลังจากนั้น splanchnic nerve ทอดต่อลงมาด้านหาง (caudal) บนตอกล้ามเนื้อ ventral internal lateral 1 และ 2 (vil 1 และ 2) ของปล้องส่วนท้องปล้องที่ 8 และสิ้นสุดโดยแตกแขนงเป็น 5 แขนง ดังแสดงในภาพที่ 4.18 A และ B แขนงแรก (b) ไปเลี้ยงกล้ามเนื้อขาส่วนท้าย (caudal leg ; CL) ทางด้านนอก แขนงที่ 2 (c) ไปเลี้ยงกล้ามเนื้อขาส่วนท้ายทางด้านใน แขนงที่ 3 (d) ทอดไปด้านหน้า (anterior) ให้แขนงเล็กๆมาทางด้านหาง (caudal) ไปเลี้ยงไส้ตรง (rectum; Re) แล้วตัวมันทอดไปด้านหน้าเลี้ยงลำไส้ใหญ่ (colon; Co) ลำไส้เล็ก (small intestine; SI) และสิ้นสุดโดยการแตกแขนงเลี้ยง pylorus (Pyl) แขนงที่ 4 (e) ทอดลงมาด้านหาง (caudal) ไปเลี้ยงไส้ตรง (rectum; Re) และแขนงที่ 5 (f) ทอดต่อลงมาด้านหาง (caudal) ไปเลี้ยงทวารหนัก (anus; An) ดังแสดงในภาพที่ 4.18 B



ตารางที่ 4.1 ค่าเฉลี่ยขนาดความกว้าง และความยาวของ สมอง suboesophageal ganglion ปมประสาททอกและปมประสาทท้องในหนอนไหมนางน้อยศรีสะเกษ 1 อายุ 21 วัน (วัย 5 วันที่ 5)

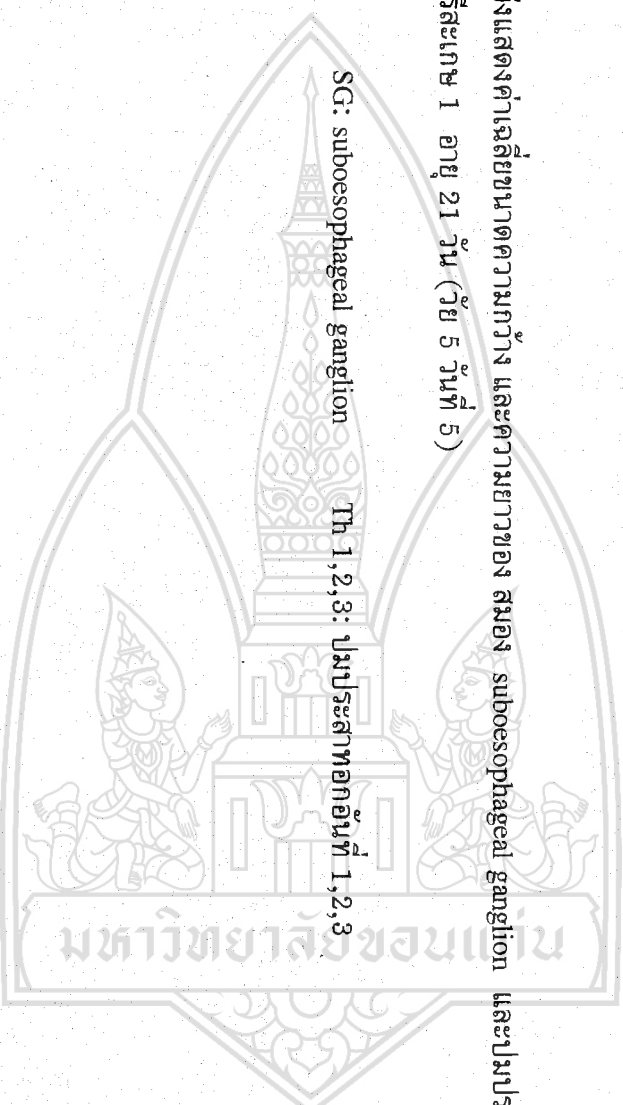
ปมประสาท	ค่าเฉลี่ยขนาด ของปมประสาท $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	
	ความกว้าง (ไมโครเมตร)	ความยาว (ไมโครเมตร)
สมอง	2860.45 ± 10.69	2044.89 ± 11.39
suboesophageal ganglion	1831.08 ± 7.44	2043.01 ± 9.06
ปมประสาททอกอันที่ 1	1621.27 ± 7.22	2246.96 ± 12.76
ปมประสาททอกอันที่ 2	1643.09 ± 5.27	2247.90 ± 13.17
ปมประสาททอกอันที่ 3	1642.16 ± 6.02	2247.43 ± 11.12
ปมประสาทท้องอันที่ 1	1360.52 ± 8.47	1829.67 ± 9.96
ปมประสาทท้องอันที่ 2	1363.80 ± 8.76	1830.61 ± 8.83
ปมประสาทท้องอันที่ 3	1379.76 ± 12.16	1846.33 ± 14.17
ปมประสาทท้องอันที่ 4	1378.59 ± 11.85	1850.56 ± 13.08
ปมประสาทท้องอันที่ 5	1379.76 ± 11.21	1855.96 ± 11.88
ปมประสาทท้องอันที่ 6	1360.05 ± 9.06	1829.20 ± 10.45
ปมประสาทท้องอันที่ 7	1359.11 ± 8.88	1826.85 ± 12.36
ปมประสาทท้องอันที่ 8	1341.28 ± 13.08	1923.79 ± 11.29

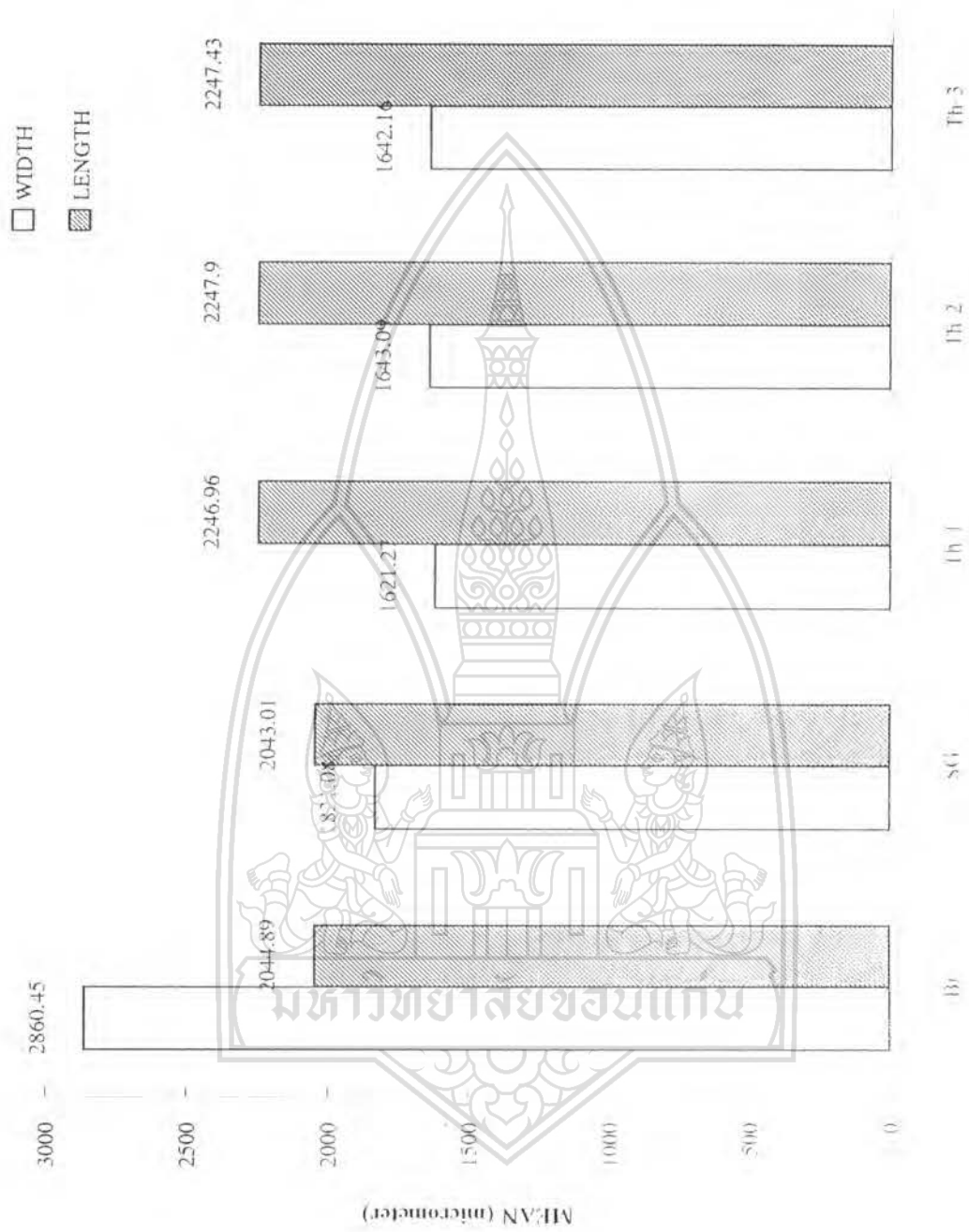
ภาพที่ 4.1 แผนภูมิแห่งแสดงตำแหน่งขนาดความกว้าง และความยาวของ สมอ suboesophageal ganglion และปมประสาทอก ในหนอนไหม
นางน้อยศรีสะเกษ 1 อายุ 21 วัน (วัย 5 วันที่ 5)

หมายเหตุ BR: สมอ

SG: suboesophageal ganglion

Th 1,2,3: ปมประสาทอกอื่นที่ 1,2,3

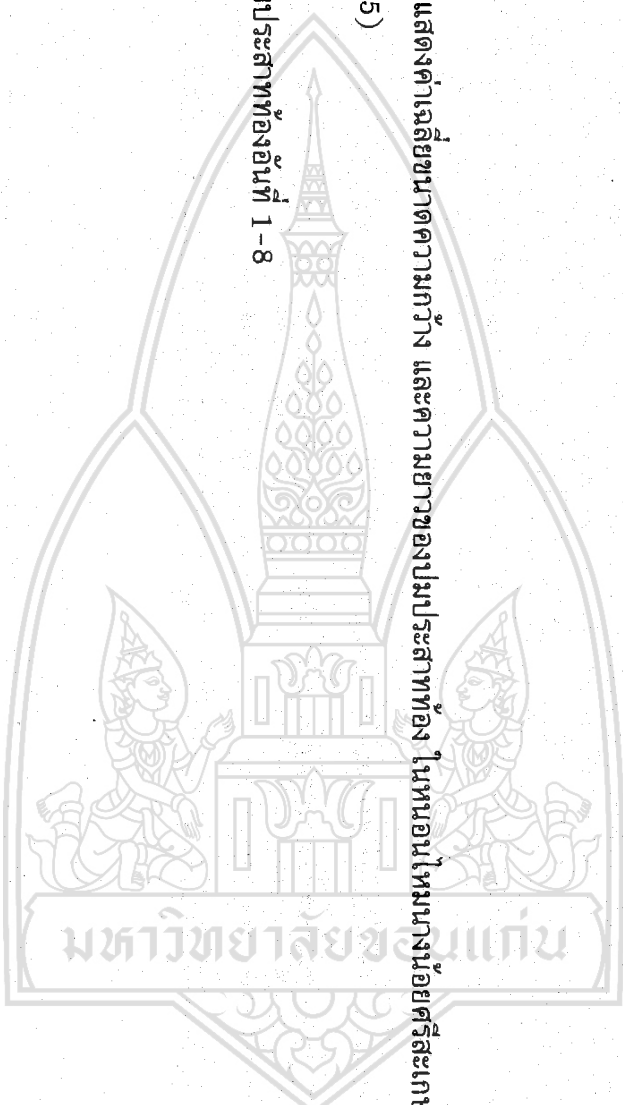


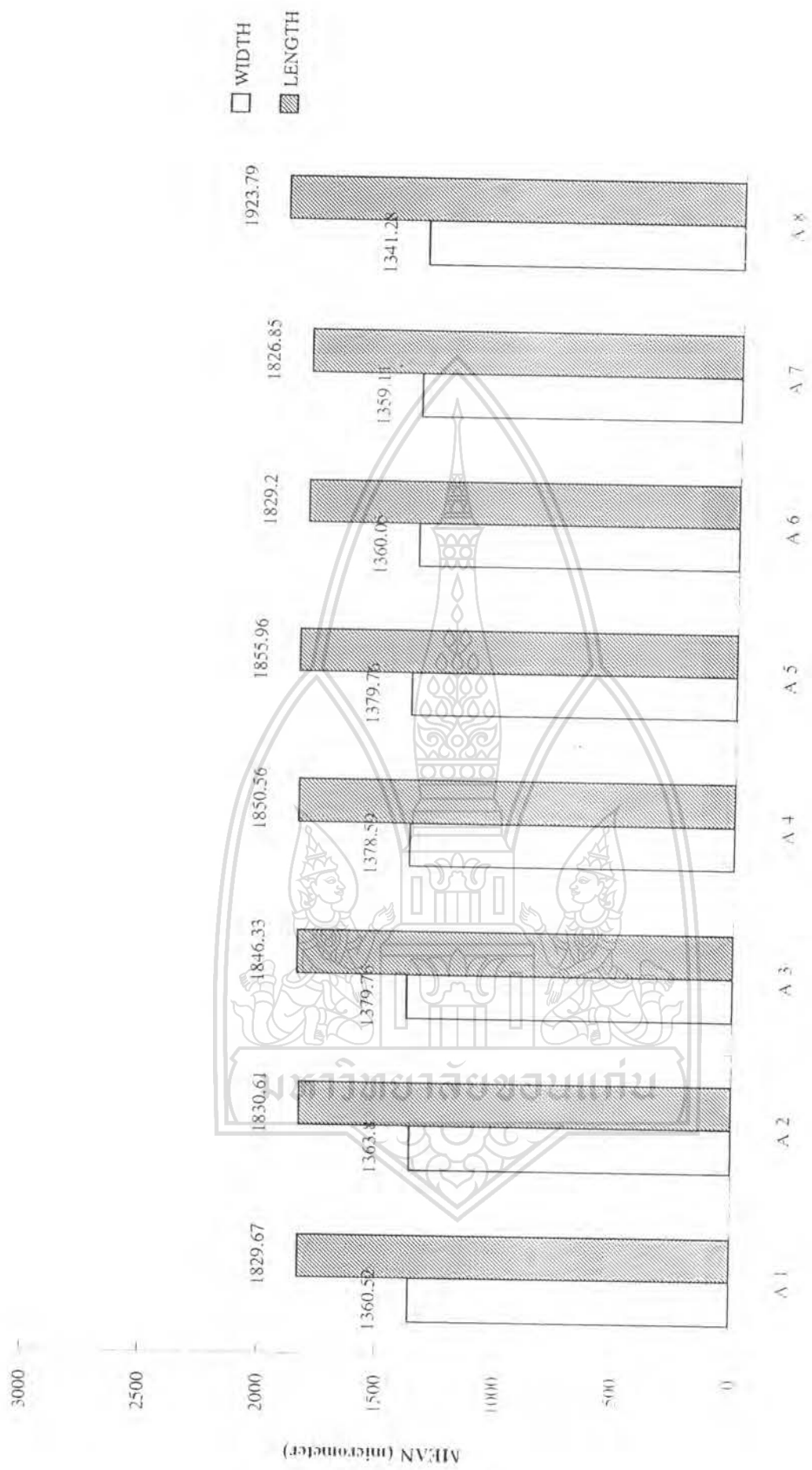


GANGLION

ภาพที่ 4.2 แผนภูมิแท่งแสดงค่าเฉลี่ยขนาดความกว้าง และความยาวของปมประสาทห้อง ในหนอนไหมนางน้อยศรีสะเกษ 1 อายุ 21 วัน
(วัย 5 วันที่ 5)

หมายเหตุ A 1-8: ปมประสาทห้องอันที่ 1-8





GANGLION

ภาพที่ 4.3 ภาพ SEM แสดงส่วนหัวของหนอนไหมนางน้อยศรีสะเกษ 1 อายุ 1 วัน (วัย 1 วันที่ 1)

A: ภาพด้านหน้า (anterior view) (bar = 100 ไมโครเมตร)

B: ภาพด้านบน (dorsal view) (bar = 120 ไมโครเมตร)

C: ภาพด้านข้าง (lateral view) (bar = 160 ไมโครเมตร)

Ant: antenna

Clp: clypeus

Cs: cranial suture

Fs: frontal suture

Lbm: labium

Lbr: labrum

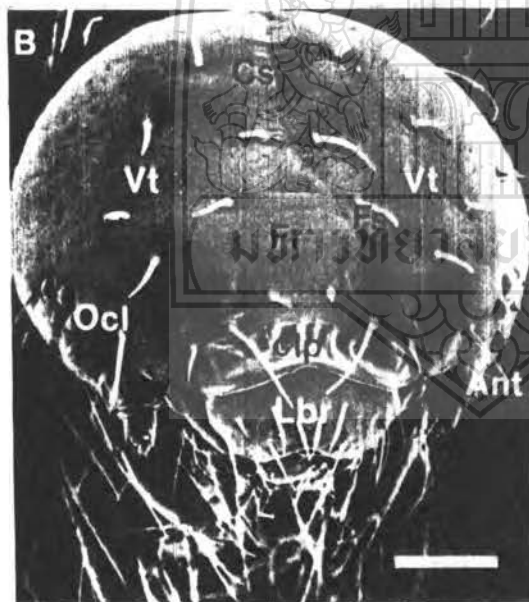
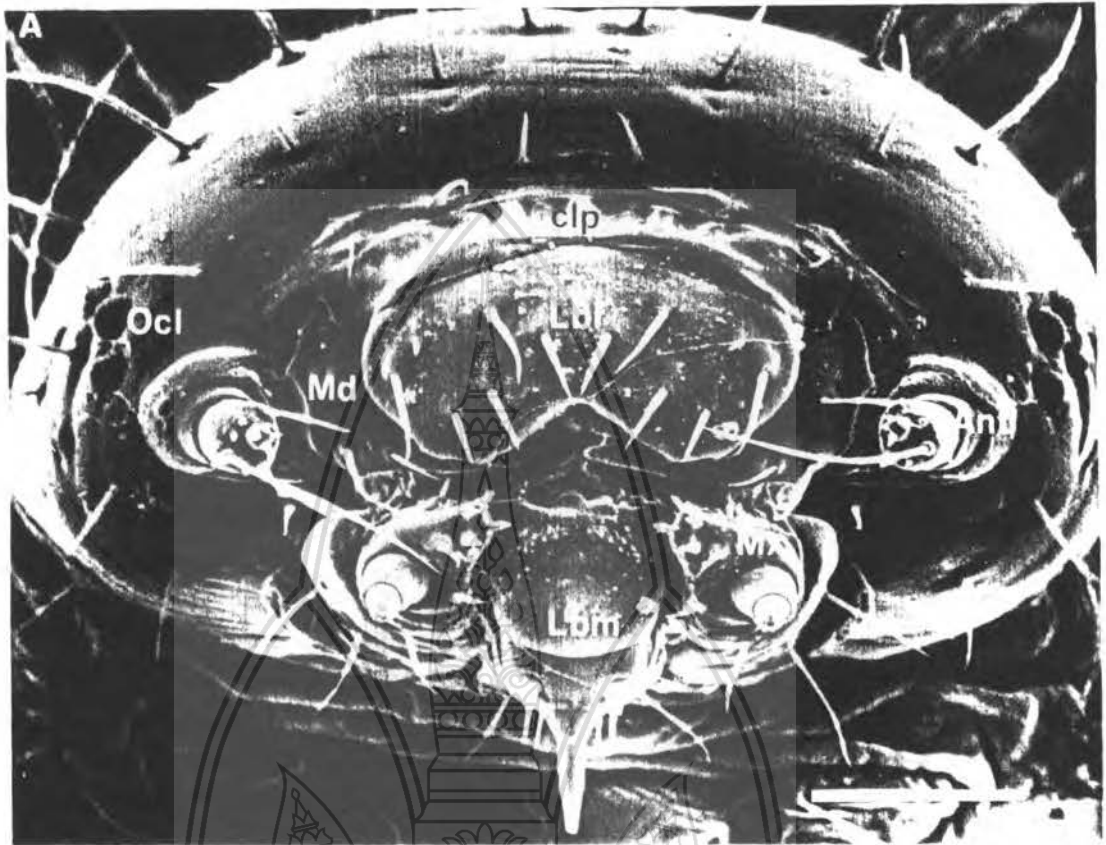
Md: mandible

Mx: maxilla

Ocl: ocelli

Vt: vertex

มหาวิทยาลัยขอนแก่น



ภาพที่ 4.4 ภาพ SEM แสดงใบหน้าของหนอนไหมนางน้อยศรีสะเกษ 1 อายุ 1 วัน (วัย 1 วันที่ 1)

A: ภาพด้านข้าง (lateral view) ของ antenna ข้างซ้าย (bar = 160 ไมโครเมตร)

B: ภาพด้านข้าง (lateral view) ของปล้องที่ 3 และ 4 ใน antenna ข้างซ้าย (bar = 195 ไมโครเมตร)

C: ภาพด้านหน้า (anterior view) ของส่วนปาก (bar = 100 ไมโครเมตร)

D: ภาพด้านท้องค่อนไปด้านข้าง (ventrolateral view) ของส่วนปาก (bar = 150 ไมโครเมตร)

I,II,III,IV: ปล้องที่ 1,2,3,4

Cd: cardo

Lbm: labium

Lbr: labrum

Lp: labial palpi

Md: mandible

Mx: maxilla

Mxl: maxillary lobe

Mxp: maxillary palpi

Prm: prementum

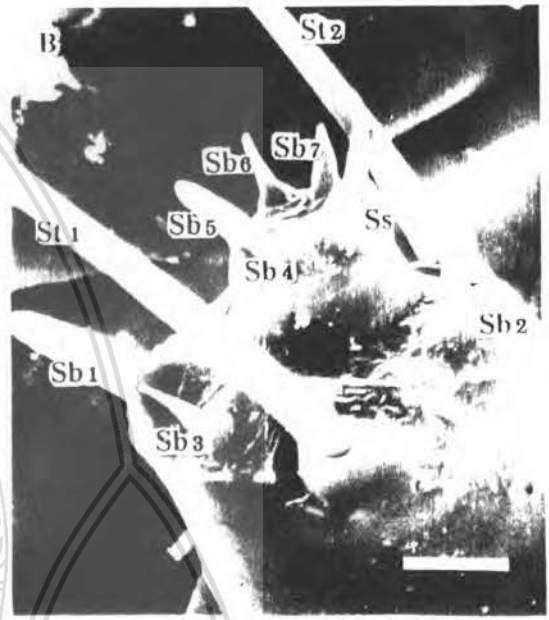
Sb 1-7: sensilla basiconica 1-7

Spt: spinneret

Ss: sensilla styloconica

Stp: stipes

St 1,2: sensilla trichodea 1,2



ภาพที่ 4.5 ภาพ SEM แสดงส่วนปากของหนอนไหมนางน้อยศรีสะเกษ 1 อายุ 1 วัน (วัย 1 วันที่ 1)

A: ภาพด้านบน (dorsal view) ของ maxilla ข้างซ้าย (bar = 150 ไมโครเมตร)

B: ภาพด้านข้าง (lateral view) ของ maxillary palpi ข้างซ้าย (bar = 150 ไมโครเมตร)

C: ภาพด้านบน (dorsal view) ของ maxillary palpi ข้างซ้าย (bar = 190 ไมโครเมตร)

D: ภาพด้านท้องค่อนไปด้านข้าง (ventrolateral view) ของ labial palpi ข้างซ้าย (bar = 190 ไมโครเมตร)

I,II,III: ปล้องที่ 1,2,3

Mxp: maxillary palpi

Mxl: maxillary lobe

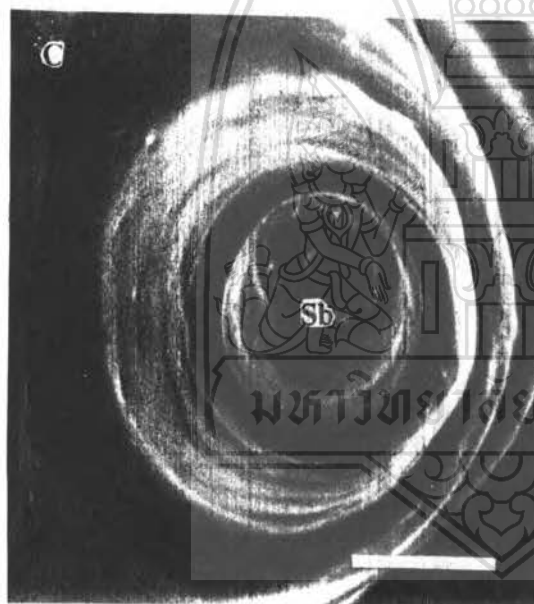
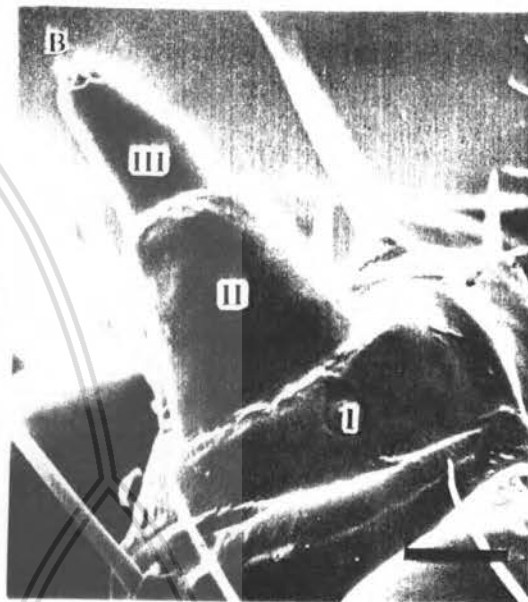
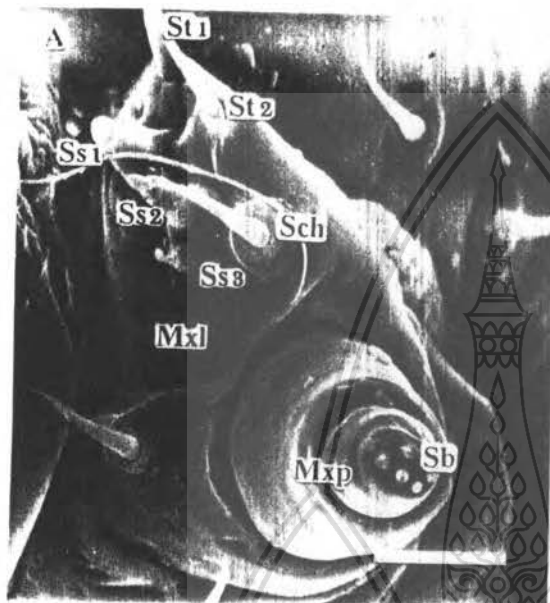
Sb: sensilla basiconica

Ss 1-3: sensilla styloconica 1-3

St 1,2: sensilla trichodea 1,2

Sch: sensilla chaeticum

มหาวิทยาลัยขอนแก่น



ภาพที่ 4.6 แผนภาพแสดงระบบประสาทหนอนไหมนางน้อยศรีสะเกษ 1 แบ่งตามการศึกษาของผู้วิจัยในครั้งนี้ แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ (1) ระบบประสาทในส่วนหัว (2) ระบบประสาทในปล้องส่วนอก และ (3) ระบบประสาทในปล้องส่วนท้อง
(ดัดแปลงจาก: Kuwana, Y. 1932. Morphological studies of the nervous system of silkworm, *Bombyx mori* Linne'. I. The innervation of the dorsal vessel (Resume'). *Bull. Impr. Expt. Sta.* 8(3): 119.)

A 1-8: ปมประสาทท้องอันที่ 1-8

AM: alary muscle

Br: brain

CA: corpora allata

CC: corpora cardiaca

DNv: dorsal nerve

Dv : dorsal vessel

FrG: frontal ganglion

MeNv: median nerve

RNv: recurrent nerve

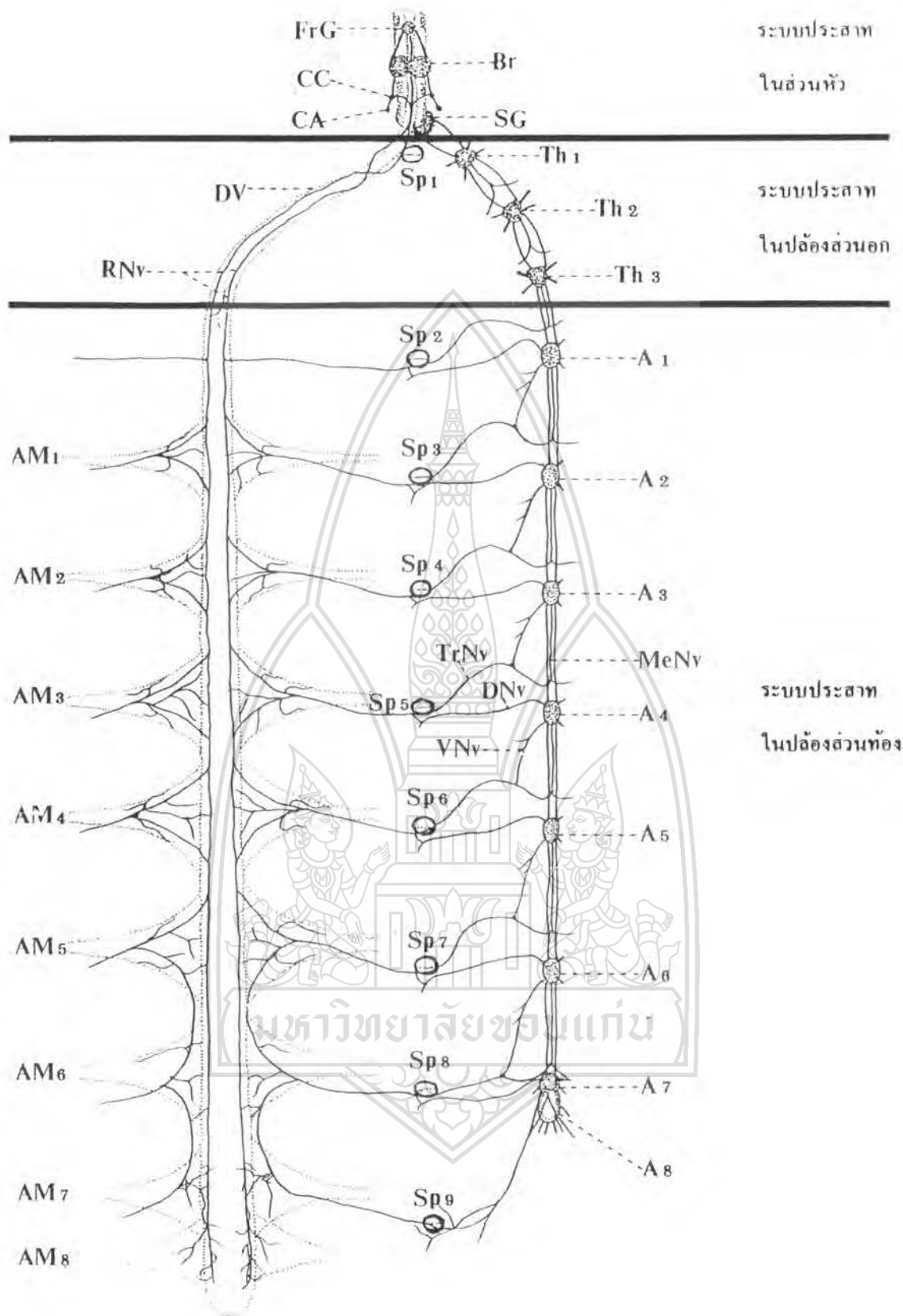
SG: suboesophageal ganglion

Sp 1-9: spiracle 1-9

Th 1-3: ปมประสาทอกอันที่ 1-3

TrNv: transverse nerve

มหาวิทยาลัยขอนแก่น



ภาพที่ 4.7 ภาพ SEM แสดงสมองและเส้นประสาทสมอง ของหนอนไหมนางน้อยศรีสะเกษ 1
อายุ 21 วัน (วัย 5 วันที่ 5)

A: ภาพด้านบน (dorsal view) (bar = 1,500 ไมโครเมตร)

B: ภาพด้านบน (dorsal view) (bar = 1,750 ไมโครเมตร)

C: ภาพด้านข้าง (lateral view) (bar = 1,500 ไมโครเมตร)

D: ภาพด้านบน (dorsal view) (bar = 1,500 ไมโครเมตร)

AMG: anterior midgut

AnNv: antennae nerve

Br: brain

CA: corpora allata

CC: corpora cardiaca

Coec: circumoesophageal connective

Dv: dorsal vessel

FrC: frontal connective

FrG: frontal ganglion

FrNv: frontal nerve

LbNv: labral nerve

Oes: oesophagus

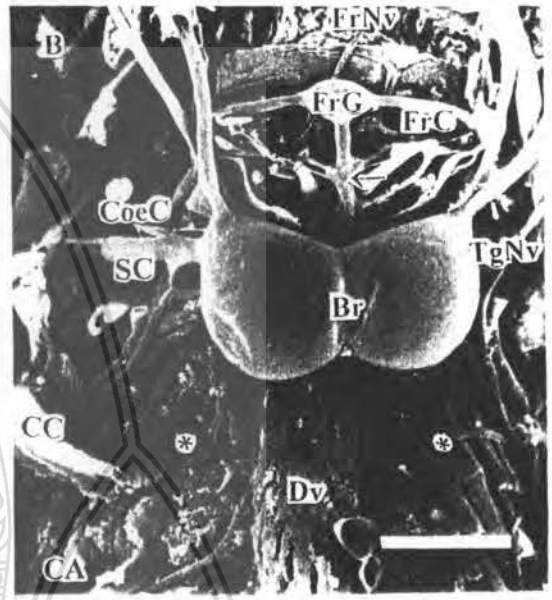
OpNv: optic nerve

SC: suboesophageal commissure

TgNv: tegumentary nerve

→: recurrent nerve

* : เส้นประสาทจาก corpora cardiaca ไปเชื่อมกับ recurrent nerve



ภาพที่ 4.8 ภาพ SEM แสดงระบบประสาทในส่วนหัวของไหมนางงอนยลระยะ 1 โดย 21 วัน (วัย 5 วันหลัง)

A: ภาพด้านบน (dorsal view) ของสมองและเส้นประสาทสมอง (bar = 1,900 ไมครอนเมตร)

Br: brain

CC: corpora cardiaca

CcNv: corpora cardiaca nerve

CaNv: corpora allata nerve

CA: corpora allata

Dv: dorsal vessel

SC: suboesophageal commissure

* : เส้นประสาทจาก corpora cardiaca ไปเชื่อมกับ recurrent nerve

B: ภาพด้านบน (dorsal view) ของ suboesophageal ganglion และ เส้นประสาทสมอง (bar = 1,200 ไมครอนเมตร)

Br: brain

MxNv: mandibular nerve

MxNv: maxillary nerve

LiNv: libial nerve

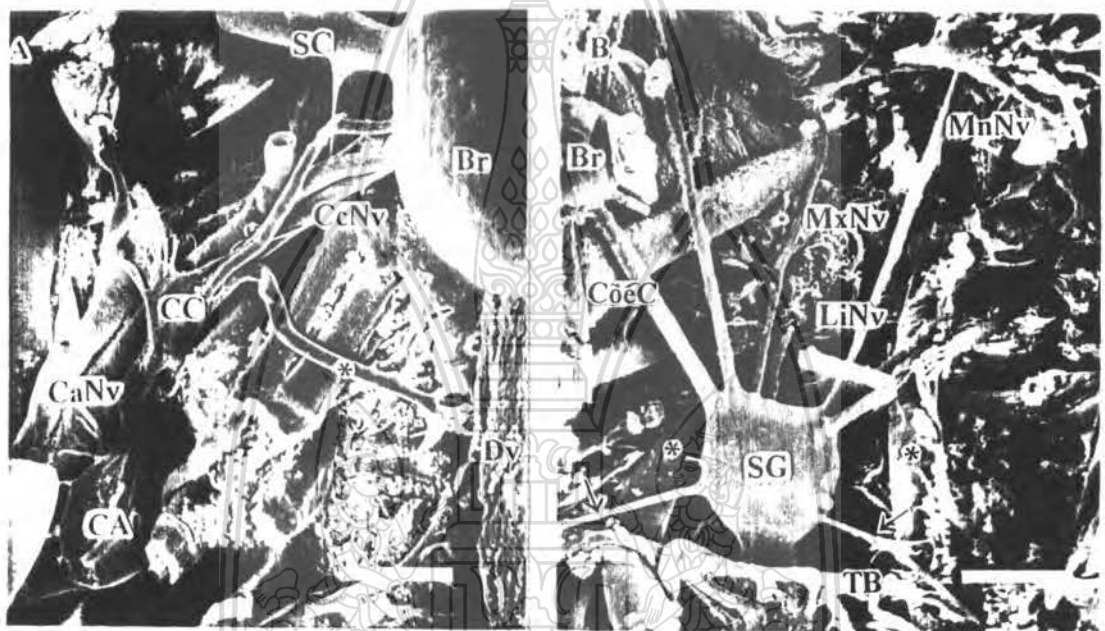
SC: suboesophageal commissure

SG: suboesophageal ganglion

TB: tentorial bridge

* : anterior silkland

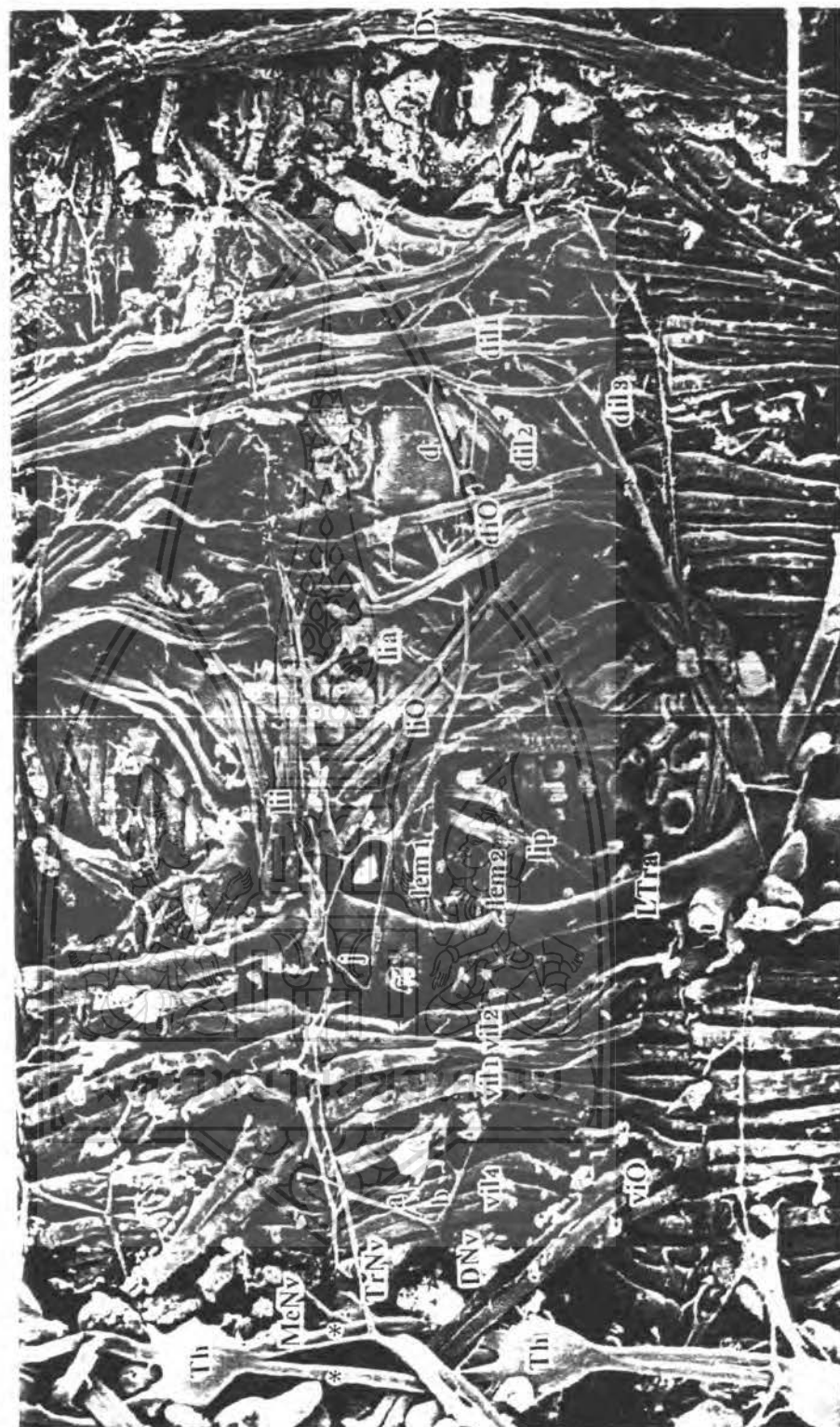
→ : เส้นประสาทที่ไปเลี้ยงกล้ามเนื้อบริเวณคอ



มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ภาพที่ 4.9 ภาพ SEM แสดงเส้นประสาทและกล้ามเนื้อในปล้องส่วนอกข้างขวาของหนอนไหมนางน้อยศรีสะเกษ 1 อายุ 21 วัน (วัย 5 วันที่ 5) ขำทะเลชั้นที่ 1 (bar = 1,600 ไมโครเมตร)

a,b,d: แขนงของ dorsal nerve	j: แขนงของ transverse nerve	dil 1,2,3: dorsal internal lateral muscle 1,2,3
dio: dorsal internal oblique muscle	Dnv: dorsal nerve	Dv: dorsal vessel
lem 1,2: lateral external median muscle 1,2		lia: lateral internal anterior muscle
lii: lateral internal intersegmental muscle		lio: lateral internal oblique muscle
lip: lateral internal posterior muscle		LTra: lateral tracheal trunk
MeNv: median nerve		Th: thoracic ganglion
TrNv: transverse nerve		vil 1,2,4: ventral internal lateral muscle 1,2,4
vio: ventral internal oblique muscle		* : ventral nerve cord



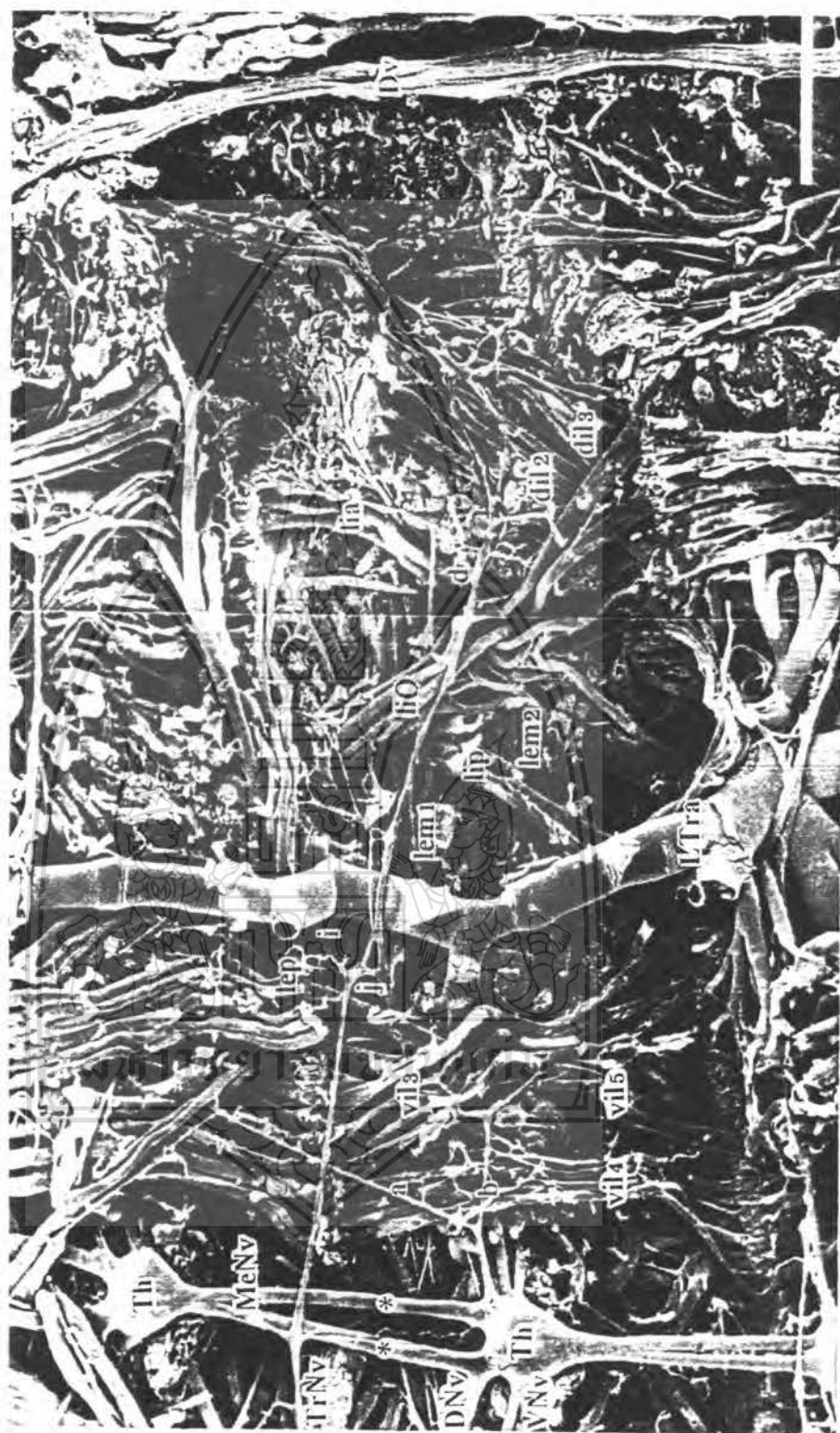
ภาพที่ 4.10 ภาพ SEM แสดงเส้นประสาทและกล้ามเนื้อในปล้องส่วนอกข้างขวาของหนอนไหมนางน้อยศรีสะเกษ 1 อายุ 21 วัน (วัย 5 วันที่ 5) ขำทะเลชั้นที่ 2 (bar = 1,600 ไมโครเมตร)

MeNv: median nerve
a,b,d: แขนงของ dorsal nerve
DNv: dorsal nerve
lep: lateral external posterior muscle
liO: lateral internal oblique muscle
vil 3,4,5: ventral internal lateral muscle 3,4,5

Th: thoracic ganglion
i,j: แขนงของ transverse nerve
Dv: dorsal vessel
lia: lateral internal anterior muscle
Ltra: lateral tracheal trunk
VNv: ventral nerve

TrNv: transverse nerve
dli 2,3: dorsal internal lateral muscle 2,3
lem 1,2: lateral external median muscle 1,2

*: ventral nerve cord



ภาพที่ 4.11 ภาพ SEM แสดงเส้นประสาทและกล้ามเนื้อในปล้องช่วงขาของหนอนไหมนางน้อยศรีสะเกษ 1 อายุ 21 วัน (วัย 5 วันที่ 5) ขั้วทะเลช่วงที่ 3 (bar = 1,600 ไมโครเมตร)

a,b,e: แขนงของ dorsal nerve	i,j: แขนงของ transverse nerve	dea: dorsal external anterior muscle
dep: dorsal external posterior muscle	DNv: dorsal nerve	Dv: dorsal vessel
lem 1,2: lateral external median muscle 1,2	lep: lateral external posterior muscle	
lia: lateral internal anterior muscle	lip: lateral internal posterior muscle	LTr: lateral tracheal trunk
MeNv: median nerve	Th: thoracic ganglion	TrNv: transverse nerve
vep: ventral external posterior muscle	vil 4,5: ventral internal lateral muscle 4,5	
VNv: ventral nerve	*: ventral nerve cord	



ภาพที่ 4.12 ภาพ SEM แสดงเส้นประสาทและกล้ามเนื้อในปล้องส่วนอกข้างขวาของหนอนไหมนางน้อยศรีสะเกษ 1 อายุ 21 วัน (วัย 5 วันที่ 5) ขั้วแต่ละขั้วที่ 4 (bar = 1,600 ไมโครเมตร)

f,g,h: แขนงของ ventral nerve	a,c,e: แขนงของ dorsal nerve	j: แขนงของ transverse nerve
dea: dorsal external anterior muscle	dep: dorsal external posterior muscle	DNv: dorsal nerve
Dv: dorsal vessel	lem 1,2: lateral external median muscle 1,2	MeNv: median nerve
LNvD: longitudinal nerve of dorsum	Ltra: lateral tracheal trunk	
Th: thoracic ganglion	TiNv: transverse nerve	
ven 1,2,3: ventral external median muscle 1,2,3	vep: ventral external posterior muscle	
→ : ventral nerve	* : ventral nerve cord	



ภาพที่ 4.13 ภาพ SEM แสดงเส้นประสาทและกล้ามเนื้อในปล้องส่วนท้องข้างขวาของหนอนไหม นางน้อยศรีสะเกษ 1 อายุ 21 วัน (วัย 5 วันที่ 5) ขั้วทะเลชั้นที่ 1 (bar = 1,600 ไมโครเมตร)

A: abdominal ganglion	a,b: แขนงของ dorsal nerve	AM: alary muscle
dil: dorsal internal lateral muscle	dim: dorsal internal median muscle	DNv: dorsal nerve
Dv: dorsal vessel	L.Tra: lateral tracheal trunk	MeNv: median nerve
p: parategal muscle	tp 1,2: tergo-pleural muscle 1,2	TtNv: transverse nerve
vem: ventral external median muscle	veO 1,2,3: ventral external oblique muscle 1,2,3	
vil 1,2: ventral internal lateral muscle 1,2	vim: ventral internal median muscle	
VNv: ventral nerve	* : ventral nerve cord	

→ : แขนงของ transverse nerve ที่เปลี่ยนผิวหนังบริเวณรอยต่อระหว่างปล้องทางด้านหน้า



ภาพที่ 4.14 ภาพ SEM แสดงเส้นประสาทที่ไปเลี้ยงหลอดเลือดกลางหลัง (dorsal vessel) ในหนอนไหมนางน้อยศรีสะเกษ 1 อายุ 21 วัน (วัย 5 วันที่ 5)

A: ภาพด้านบน (dorsal view) ของ transverse nerve ที่ไปเลี้ยงหลอดเลือดกลางหลัง (→) (bar = 1,700 ไมโครเมตร)

B: ภาพด้านบน (dorsal view) แสดงการบรรจบกันของ transverse nerve และ recurrent nerve บนหลอดเลือดกลางหลังเป็นรูปตัว Y (bar = 1,900 ไมโครเมตร)

AM: alary muscle

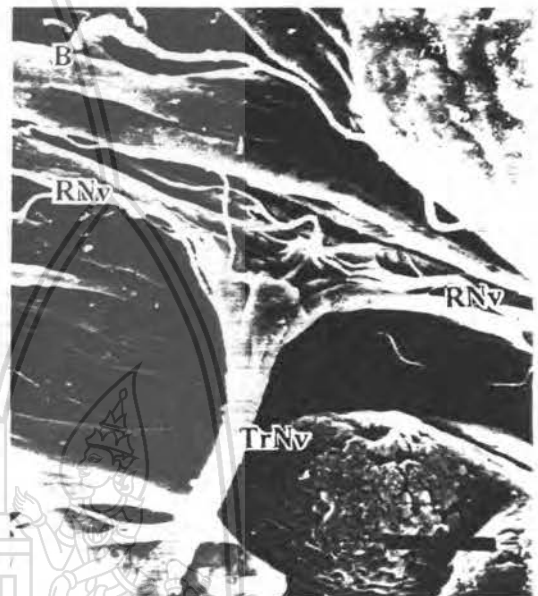
Dv: dorsal vessel

RNv: recurrent nerve

TrNv: transverse nerve

→ : transverse nerve ที่ไปเลี้ยงหลอดเลือดกลางหลัง

มหาวิทยาลัยขอนแก่น



มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ภาพ SEM แสดงเส้นประสาทและกล้ามเนื้อในปล้องตัวของขาของหนอนไหม นางน้อยศรีสะเกษ 1 อายุ 21 วัน (วัย 5

วันที่ 5) ข้างทะเลชั้นที่ 2 (bar = 1,600 ไมโครเมตร)

deo 1: dorsal external oblique muscle 1

Dv: dorsal vessel

LTra: lateral tracheal trunk

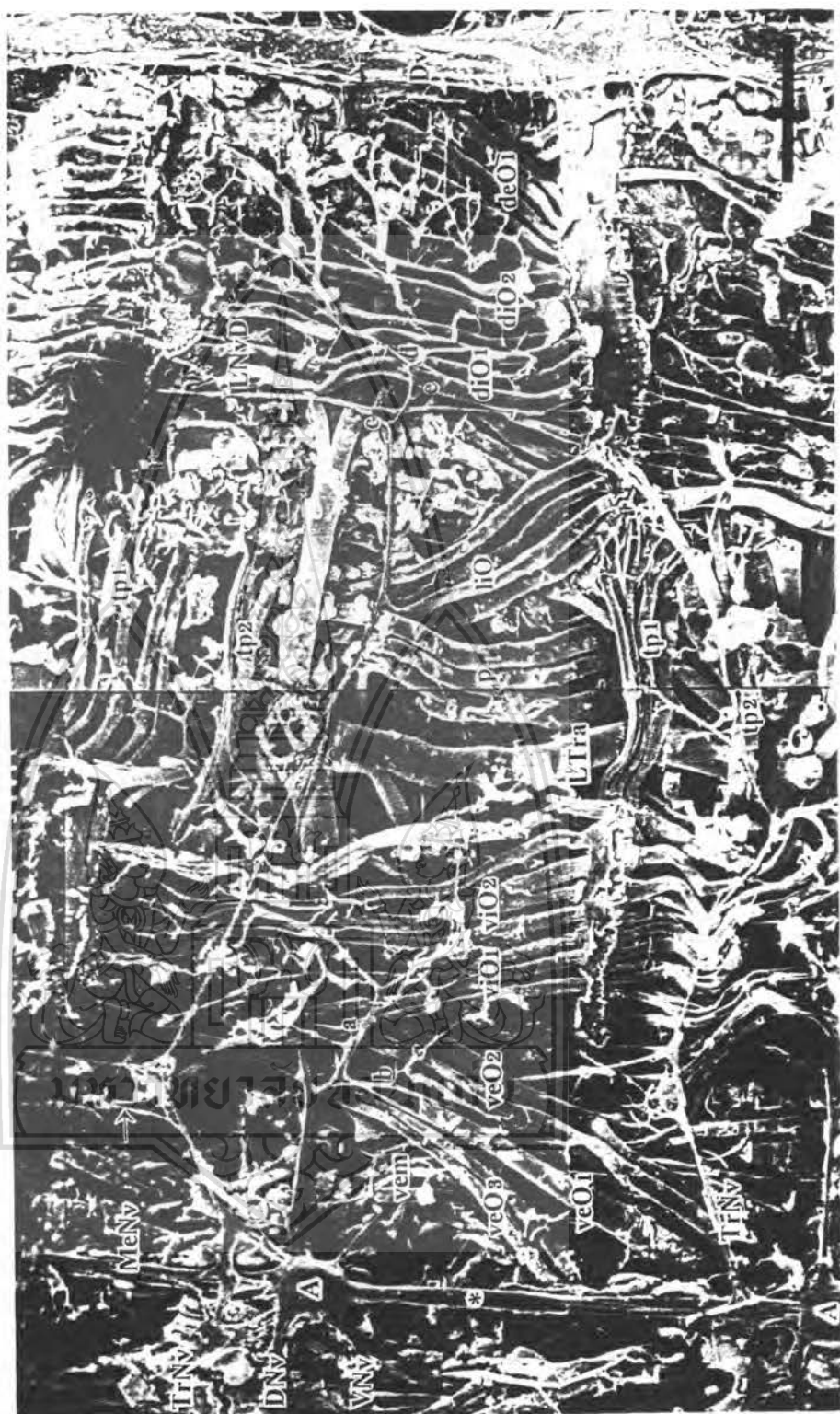
tp 1,2: tergo-pleural muscle 1,2

vem: ventral external median muscle

vio 1,2: ventral internal oblique muscle 1,2

*: ventral nerve cord

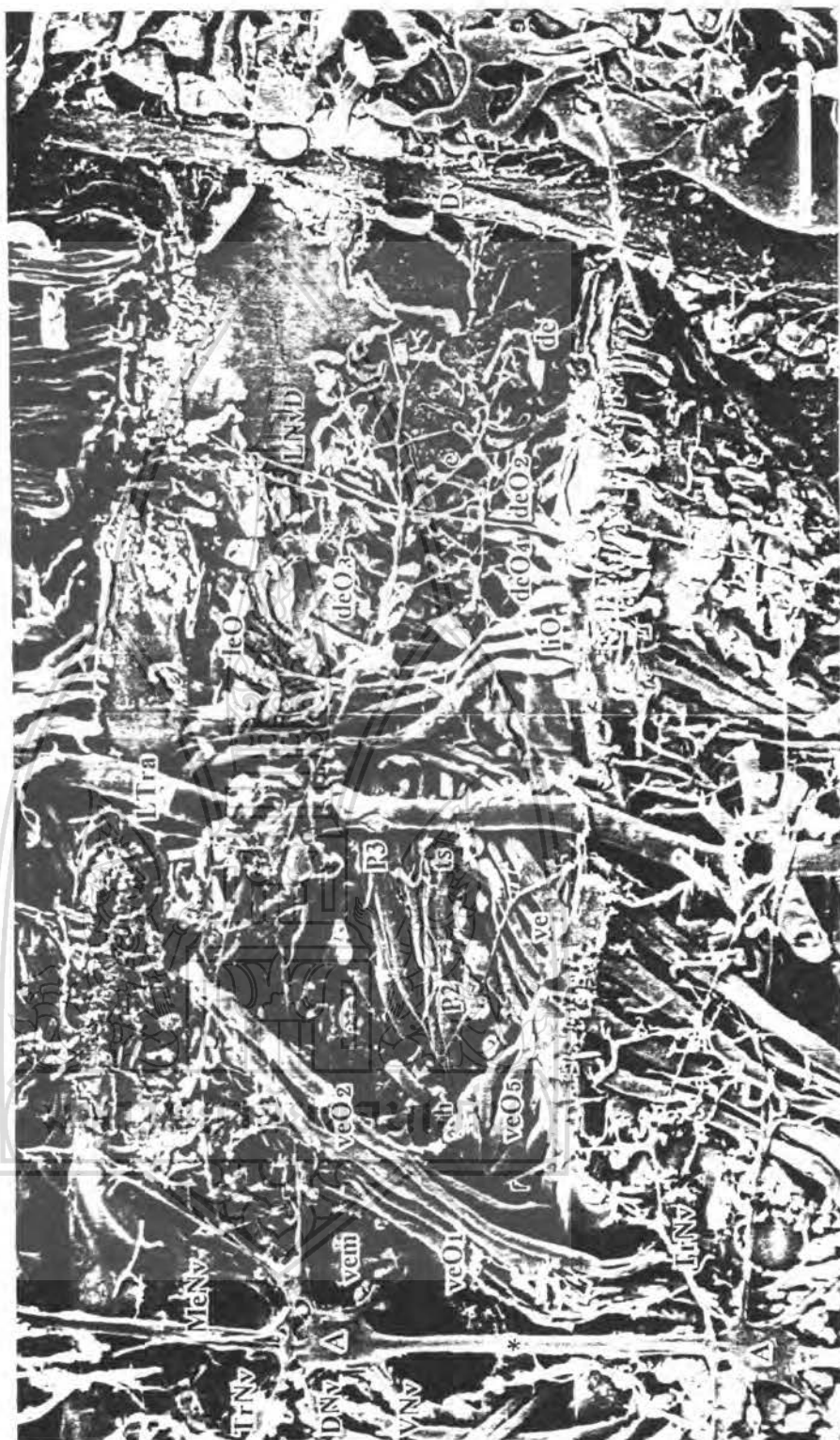
→ : แขนงของ transverse nerve ที่เปลี่ยนผิวหนังบริเวณรอยต่อระหว่างปล้องทางด้านหน้า



ภาพที่ 4.16 ภาพ SEM แสดงเส้นประสาทและกล้ามเนื้อในปล้องส่วนท้องของงูทองไหมนางน้อยศรีสะเกษ 1 อายุ 21 วัน (วัย 5 วันที่ 5) ข้ามละชั้นที่ 3 (bar = 1,600 ไมโครเมตร)

A: abdominal ganglion	e: แขนงของ dorsal nerve	f,h: แขนงของ ventral nerve
de: dorsal external muscle	deo 2,3,4: dorsal external muscle 2,3,4	DNV: dorsal nerve
Dv: dorsal vessel	leo: lateral external oblique muscle	lio: lateral internal oblique muscle
LNvD: longitudinal nerve of dorsum	LTra: lateral tracheal trunk	MeNv: median nerve
P 2,3: proleg muscle 2,3	TrNv: transverse nerve	ts: tergo-sternal muscle
ve: ventral external muscle	vem: ventral external median muscle	
veO 1,2,5: ventral external oblique muscle 1,2,5	VNv: ventral nerve	

* ventral nerve cord



ภาพที่ 4.17

ภาพ SEM แสดงเส้นประสาทและกล้ามเนื้อในปล้องส่วนท้องข้างขวาของหนอนไหม นางน้อยศรีสะเกษ 1 อายุ 21 วัน (วัย 5 วันที่ 5) ขั้วแต่ละขั้วที่ 4 (bar = 1,600 ไมโครเมตร)

A: abdominal ganglion	e: แขนงของ dorsal nerve	f,g,h: แขนงของ ventral nerve
de: dorsal external muscle	deo 1,2,3: dorsal external oblique muscle 1,2,3	
disp: dilator of the spiracle muscle	DNv: dorsal nerve	Dv: dorsal vessel
le: lateral oblique muscle	leo: lateral external oblique muscle	LNvD: longitudinal nerve of dorsum
L.Tra: lateral tracheal trunk	Me.Nv: median nerve	osp: occlusor of the spiracle muscle
P 1,2,3: proleg muscle 1,2,3	Tr.Nv: transverse nerve	ts: tergo-sternal muscle
ve: ventral external muscle	veO 4,5: ventral external oblique muscle 4,5	
V.Nv: ventral nerve	* : ventral nerve cord	

→ : แขนงของ transverse nerve ที่ไปเลี้ยงผิวหนังบริเวณรอยต่อระหว่างปล้องทางด้านหน้า



ภาพที่ 4.18 ภาพ SEM แสดงเส้นประสาทในปล้องส่วนท้องปล้องที่ 8 -11 ของหนอนไหม
นางน้อยศรีสะเกษ 1 อายุ 21 วัน (วัย 5 วันที่ 5)

A: ภาพด้านบน (dorsal view) (bar = 1,450 ไมโครเมตร)

B: ภาพด้านหลังค่อนไปด้านข้าง (dorsolateral) (bar = 1,400 ไมโครเมตร)

A 7,8: ปมประสาทท้องอันที่ 7,8 a,b,c,d,e,f: แขนงของ splanchnic nerve

An: anus

CL: caudal leg

DNv 7,8: dorsal nerve 7,8

Pyl: pylorus

Re: rectum

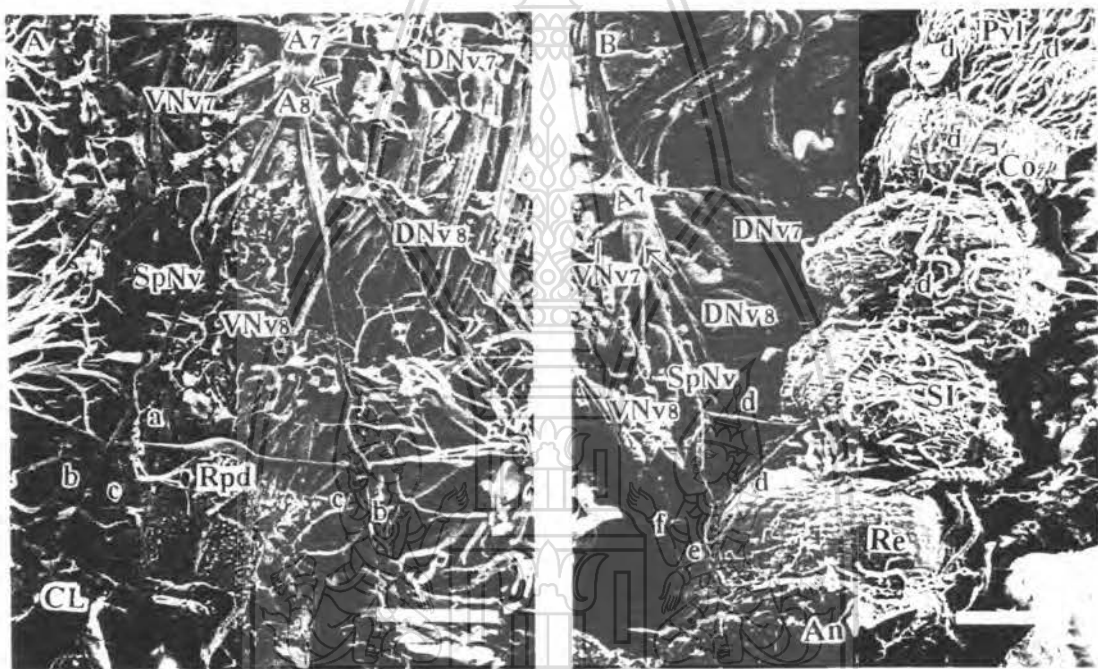
Rpd: reproductive system

SI: small intestine

SpNv: splanchnic nerve

VNv 7,8: ventral nerve 7,8 → : transverse nerve 8

มหาวิทยาลัยขอนแก่น



มหาวิทยาลัยขอนแก่น

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

มีผู้รายงานการศึกษากายวิภาคศาสตร์ส่วนหัวตัวหนอนของแมลงหลาย ๆ family ใน order lepidoptera ไว้หลายท่าน (Forbes, 1910; Ripley, 1923; Dethier, 1941; Short, 1951; Albert, 1980 และ Toh และ Sakara, 1981) พบว่าส่วนหัวของตัวหนอนมีลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์ที่คล้ายคลึงกันแต่จำนวนของ sensilla จะแตกต่างกันไปในแต่ละ species ในหนอนไหม *Bombyx mori* ส่วนหัวมีส่วนประกอบที่สำคัญ 3 ส่วน คือ (1) ocelli (2) antennae และ (3) ส่วนปาก ocelli และ ส่วนปากของหนอนไหม นางน้อยศรีสะเกษ 1 อายุ 1 วัน (วัย 1 วันที่ 1) มีลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์เหมือนกับ หนอนไหม *Bombyx mori* ที่ได้มีผู้รายงานไว้ (กรมวิชาการเกษตร, 2523; Ishikawa et al., 1967; Sakaguchi, 1978; Jolly et al., 1979; Japan Overseas Cooperation Volunteers, 1980 และ Lim et al., 1990) เป็นที่น่าสนใจว่า Waku (1991) ศึกษา antennae ของหนอนไหม *Bombyx mori* วัย 5 พบว่ามี sensilla 13 อัน คือ (1) sensilla trichodea (sensilla hair) 2 อัน (2) sensilla styloconica (sensilla process) 1 อัน (3) sensilla campaniformia (sensory pit) 4 อัน และ (4) sensilla basiconica (sensilla process) 6 อัน (ปล้องที่ 3 จำนวน 3 อัน ปล้องที่ 4 จำนวน 3 อัน) อย่างไรก็ตามจากการศึกษาในครั้งนี้พบว่า antennae ของหนอนไหมนางน้อยศรีสะเกษ 1 อายุ 1 วัน (วัย 1 วันที่ 1) ไม่มี sensilla campaniformia แต่มี sensilla basiconica เพิ่มขึ้นมาอีก 1 อัน ในปล้องที่ 4 อาจเป็นไปได้ว่า ในการศึกษาครั้งนี้ ตัวหนอนที่ใช้ในการศึกษา คือ ตัวหนอนวัย 1 antennae ของหนอนไหมนางน้อยศรีสะเกษ 1 อาจจะยังเจริญเติบโตไม่เต็มที่ ทำให้ยังไม่พบ sensilla campaniformia และจากการขาดหายไปของ sensilla campaniformia ทำให้หนอนไหมนางน้อยศรีสะเกษ 1 ปรับตัวโดยสร้าง sensilla basiconica ขึ้นมาทดแทน เพื่อช่วยในการรับกลิ่น

แมลงใน order lepidoptera มีวิวัฒนาการในการจัดลำตัวเป็นปล้อง (Libby, 1959, 1961) สมองหนอนไหมนางน้อยศรีสะเกษ 1 อยู่ในส่วนหัวให้เส้นประสาท 8 คู่ไปเลี้ยงอวัยวะต่างๆในส่วนหัว นอกจากนี้ยังมี suboesophageal ganglion ซึ่งมีขนาดเล็กกว่า อยู่ใต้ต่อสมองและหลอดอาหาร มีการเชื่อมโยงกับสมองผ่านทาง circumoesophageal connective ให้เส้นประสาท 4 คู่ไปเลี้ยง mandibles maxillae labium และกล้ามเนื้อบริเวณคอ ดังแสดงในภาพที่ 5.1 แต่ละปล้องของหนอนไหมมีปมประสาท ระหว่างปมประสาททั้งหมดจะมี ventral nerve cord เชื่อมต่อกันเป็นโซ่ในแนวยาวของลำตัว เริ่มต้นจากปลายด้านหางของ suboesophageal

ganglion แล้วทอดยาวไปสิ้นสุดในปล้องส่วนท้องปล้องที่ 7 ปมประสาทในแต่ละปล้องเป็นศูนย์กลางรับประสาทความรู้สึกจากผิวหนังและส่งประสาทสั่งการไปที่กล้ามเนื้อของลำตัว (Libby, 1959, 1961)

สำหรับการศึกษากายวิภาคศาสตร์ระบบประสาทในครั้งนี้ ต้องหนอนไหมด้วยน้ำยาของ Chauthani และ Callahan (1966) แล้วย้อมตัวอย่างด้วย 1% analine blue ในน้ำกลั่น เพื่อให้เห็นรายละเอียดของระบบประสาทได้มากขึ้น แล้วล้างตัวอย่างด้วย 0.1 M Na Cacodylate buffer pH 7.4 และแช่ตัวอย่างใน 1% Osmium tetroxide ใน 0.1 M Na Cacodylate buffer แล้วจึงเตรียมตัวอย่างต่อไป ตามขั้นตอนการเตรียมตัวอย่าง เพื่อศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบสแกน พบว่าผลการศึกษาได้ผลดี มีลักษณะเช่นเดียวกับตัวอย่างที่เตรียมตามขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างเพื่อการศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบสแกนมาตรฐาน

จากการศึกษาระบบประสาทในปล้องส่วนอก ของหนอนไหมนางน้อยศรีสะเกษ 1 ระยะตัวหนอน วัย 5 วันที่ 5 ดังแสดงในภาพที่ 5.2 มีลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์เช่นเดียวกับหนอนไหมพันธุ์ w^2 ซึ่งศึกษาโดย Tsujimura (1988) อย่างไรก็ตามการศึกษาระบบกล้ามเนื้อและระบบประสาทของหนอนไหมนางน้อยศรีสะเกษ 1 ระยะตัวหนอนในครั้งนี้ แตกต่างจากการศึกษาของ Kondoh และ Obara (1982) ในหนอนไหมพันธุ์ TW-2 ระยะผีเสื้อ และ Tsujimura, 1987) ในหนอนไหมพันธุ์ w^2 ระยะผีเสื้อ ในระยะตัวหนอนระบบกล้ามเนื้อจะประกอบด้วยมัดกล้ามเนื้อจำนวนมากมีใยกล้ามเนื้อน้อย มัดกล้ามเนื้อจึงมีขนาดบาง ความยาวและการเกาะของมัดกล้ามเนื้อมีหลายทิศทาง ด้วยเหตุนี้กายวิภาคศาสตร์ของเส้นประสาทที่ไปเลี้ยงกล้ามเนื้อในระยะตัวหนอนจึงมีความซับซ้อน ในขณะที่ระยะผีเสื้อนั้น ระบบกล้ามเนื้อ ประกอบด้วยมัดกล้ามเนื้อจำนวนน้อย แต่มีใยกล้ามเนื้อมาก มัดกล้ามเนื้อจึงมีขนาดใหญ่ ทิศทางการเกาะของกล้ามเนื้อเป็นไปในทิศทางเดียวกัน กายวิภาคศาสตร์ของระบบประสาทในระยะผีเสื้อจึงมีลักษณะง่าย ๆ (Tsujimura, 1988) ความแตกต่างของระบบกล้ามเนื้อและระบบประสาทระหว่างระยะตัวหนอนและระยะผีเสื้อ อาจจะเป็นผลมาจากการปรับตัวให้เข้ากับพฤติกรรมตามธรรมชาติ และลักษณะผิวหนังของลำตัว ระยะตัวหนอนผิวหนังจะมีลักษณะอ่อนนุ่มและยืดหยุ่น สามารถโค้งและบิดตัวได้หลายทิศทาง ตัวหนอนเคลื่อนไหวได้อย่างนี้ เพราะมีระบบกล้ามเนื้อที่มีวิวัฒนาการให้เหมาะสม โดยมีความยาวและการเกาะของมัดกล้ามเนื้อหลายทิศทาง ระบบประสาทไปเลี้ยงจึงมีความซับซ้อน ในระยะผีเสื้อร่างกายมีโครงสร้างที่มีลักษณะแข็ง การเคลื่อนไหวของร่างกายเป็นไปในทิศทางเดียว ระบบกล้ามเนื้อและระบบประสาทจึงเป็นแบบง่าย ๆ

จากการศึกษาระบบประสาทในปล้องส่วนท้อง ของหนอนไหมนางน้อยศรีสะเกษ 1 ระยะตัวหนอน วัย 5 วันที่ 5 ดังแสดงในภาพที่ 5.3 และ 5.4 มีลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์เช่นเดียวกับตัวหนอน *Hyalophora cecropia* (Lepidoptera: Saturniidae) ซึ่งศึกษาโดย Libby (1959, 1961) พบว่า ventral nerve จะเชื่อมกับ transverse nerve จากปมประสาทอันเดียวกัน ในขณะที่ dorsal nerve จะเชื่อมกับ transverse nerve จากปมประสาทอันก่อนหน้ามัน และ

กล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่ปิดเปิดรูหายใจ ถูกเลี้ยงด้วยเส้นประสาทจาก dorsal nerve และ transverse nerve ซึ่งลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์เช่นนี้มีลักษณะเช่นเดียวกันกับการศึกษาของ Schmitt (1954) ในตัวหนอนใน order orthoptera เป็นที่น่าสนใจว่าลักษณะของระบบประสาทเช่นนี้ สนับสนุนแนวความคิดของ Libby (1954, 1961) ว่า ระบบประสาทของแมลงใน class insecta จะมีลักษณะเป็น basic segmental plan

การศึกษานาดความกว้าง และความยาวของปมประสาทหนอนไหมนางน้อยศรีสะเกษ 1 วัย 5 วันที่ 5 มีขนาดลดหลั่นจากหัวไปหาง คือ สมอง suboesophageal ganglion ปมประสาทอก และปมประสาทท้อง ตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตาม ค่าเฉลี่ยขนาดความกว้างและความยาวของปมประสาทแต่ละอันที่วัดได้ในครั้งนี้ อาจจะไม่ใช่ว่าเฉลี่ยที่ถูกต้องที่สุด เนื่องจากว่ายังมีปัจจัยอื่นที่มาเกี่ยวข้องด้วย เช่น การหดตัวของปมประสาทจากน้ำยาตอ และ ระบายในการวัด เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตามในการศึกษานี้ได้จัดระบายในการวัดให้อยู่ในแนวนอนมากที่สุดแล้ว สำหรับสมอง และ suboesophageal ganglion ให้เส้นประสาทไปควบคุมการทำงานของอวัยวะต่างๆ และกล้ามเนื้อในส่วนหัว ซึ่งเป็นการทำงานที่ซับซ้อนจึงทำให้ สมอง และ suboesophageal ganglion มีขนาดใหญ่ ส่วนปมประสาทอกนั้น ในระยะตัวหนอนจะให้เส้นประสาทไปเลี้ยงกล้ามเนื้อของลำตัวใกล้เคียงกับปมประสาทท้อง อย่างไรก็ตามในระยะผีเสื้อ กล้ามเนื้อของลำตัวทางด้านหลังในปล้องส่วนอกมีการพัฒนาไปเป็นกล้ามเนื้อปีกที่ต้องเคลื่อนไหวเร็วและแรง เพื่อเรียกตัวเมียให้มาผสมพันธุ์ (Kondoh และ Obara, 1982 และ Tsujimura, 1988) ในขณะที่กล้ามเนื้อของลำตัวในปล้องส่วนท้องเพียงมีมัดกล้ามเนื้อหนาขึ้น แต่จำนวนของมัดกล้ามเนื้อน้อยลง อาจเป็นไปได้ว่าปมประสาทอกต้องทำงานมากขึ้นจึงทำให้มีขนาดใหญ่กว่าปมประสาทท้อง การศึกษากายวิภาคศาสตร์ของหนอนไหมนางน้อยศรีสะเกษ 1 ในครั้งนี้ จะปูพื้นฐานในการวิจัยทางด้านชีวเคมี และฮิสโตเคมี ของอวัยวะต่างๆของหนอนไหม ซึ่งจะต้องนำเอาอวัยวะที่ต้องการศึกษาออกมาได้อย่างแม่นยำ นอกจากนี้ยังเหมาะที่จะศึกษาในระดับโมเลกุล ความรู้ที่จะได้เพิ่มเติมในอนาคตจะเป็นพื้นฐานในการศึกษาเพื่อให้เข้าใจสรีรวิทยา ซึ่งนำไปสู่ความเข้าใจทางด้านพยาธิวิทยา และการเข้าใจเรื่องโรคต่างๆของหนอนไหม ตลอดจนการศึกษาทดลองรักษาโรคต่อไป การศึกษาวิจัยในอนาคตอาจจะทำได้ในหลายสาขาใหญ่ๆ คือ

1. กายวิภาคศาสตร์ สรีรวิทยา และชีวเคมี ซึ่งจะสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการเลี้ยงหนอนไหมให้มีขนาดโต ผลิตเส้นใยได้มาก
2. พยาธิวิทยา การป้องกัน และ การรักษาโรคของหนอนไหม ซึ่งเป็นประโยชน์สำหรับเกษตรกรผู้เลี้ยงไหม
3. ชีวเคมีของอวัยวะต่างๆในระดับเซลล์และโมเลกุล

ภาพที่ 5.1 แผนภาพแสดงเส้นประสาทในส่วนหัวของหนอนไหมนางน้อยศรีสะเกษ 1 อายุ 21 วัน (วัย 5 วันที่ 5)

AnNv: antennae nerve

CA: corpora allata

Coec: circumoesophageal connective

FrG: frontal ganglion

LbNv: labral nerve

MnNv: mandibular nerve

RNv: recurrent nerve

SG: suboesophageal ganglion

Br: brain

CC: corpora cardiaca

Frc: frontal connective

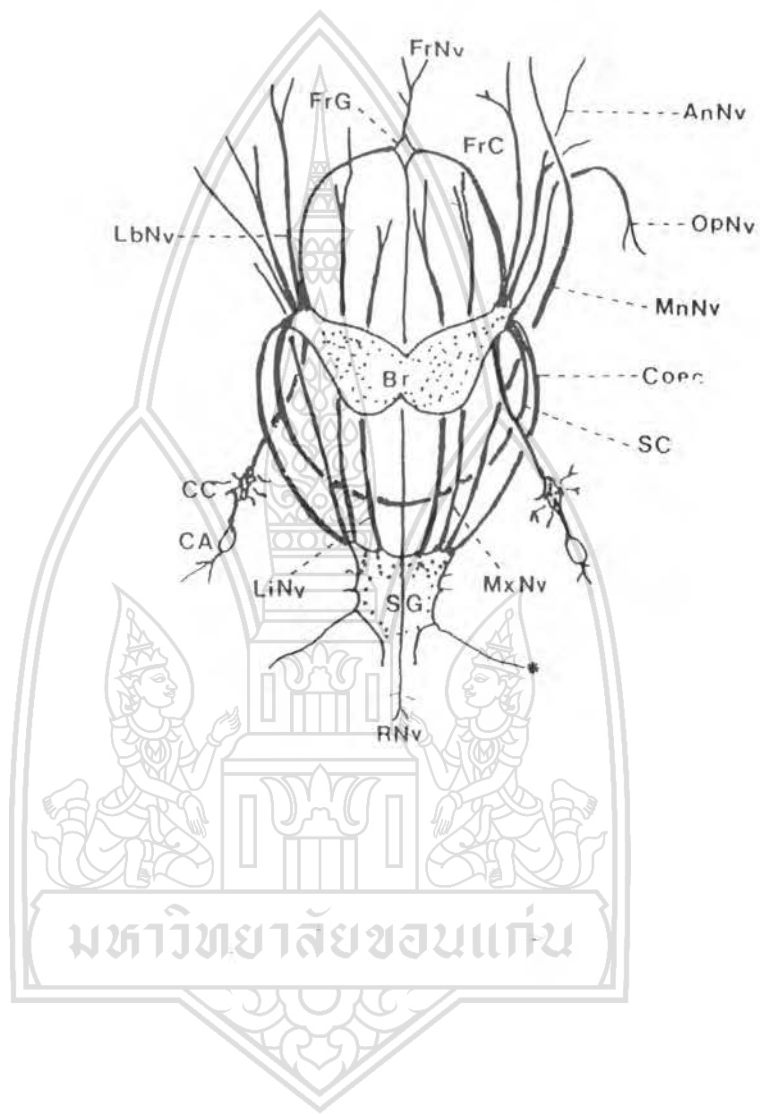
FrNv: frontal nerve

LiNv: labial nerve

MxNv: maxillary nerve

SC: suboesophageal commissure

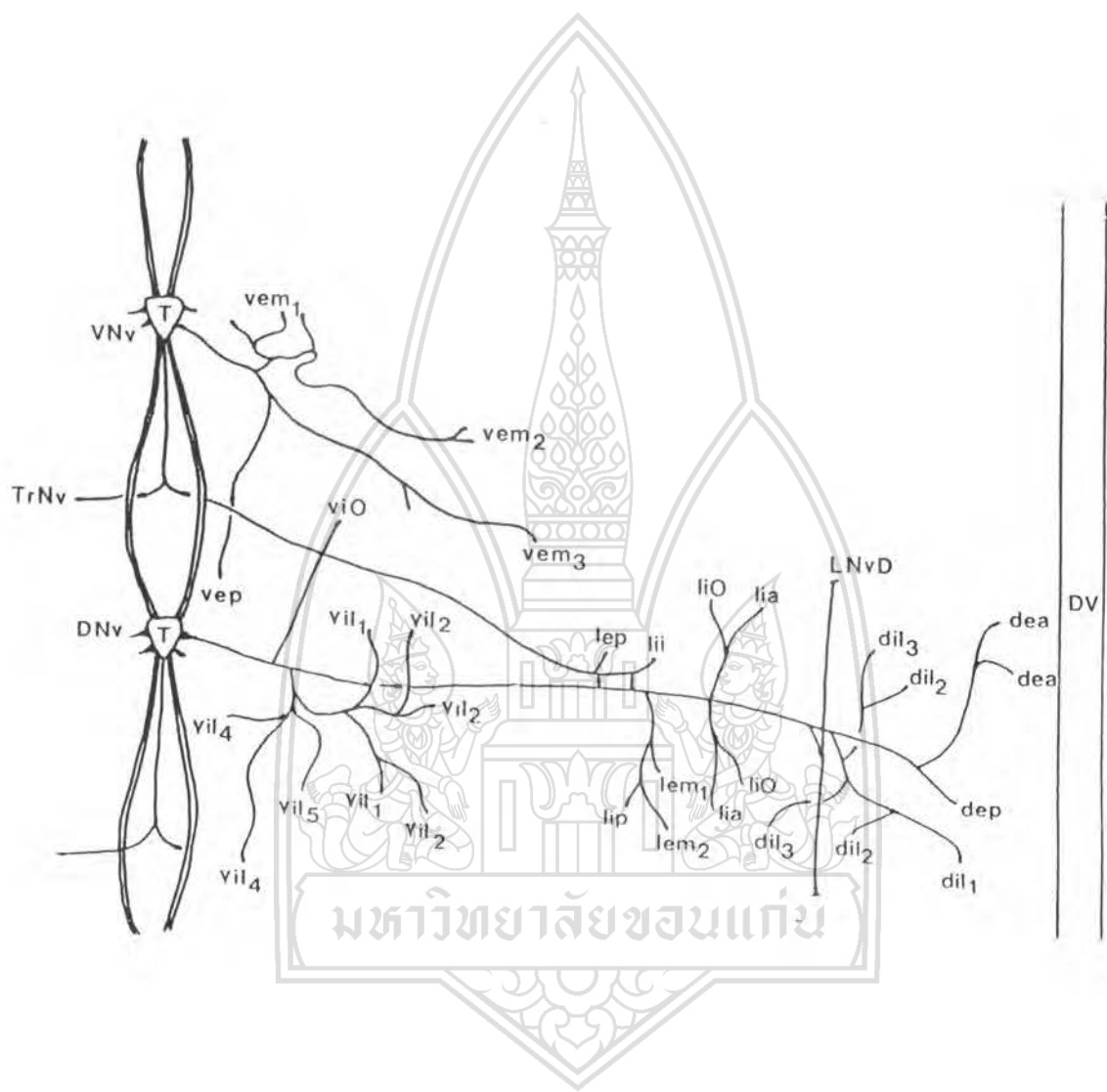
มหาวิทยาลัยขอนแก่น



ภาพที่ 5.2 แผนภาพแสดงเส้นประสาทในปล้องส่วนอก ของหนอนไหมดนางน้อยศรีสะเกษ 1
อายุ 21 วัน (วัย 5 วันที่ 5)

dea: dorsal external anterior muscle dep: dorsal external posterior muscle
dil 1,2,3: dorsal internal lateral muscle 1,2,3
DNv: dorsal nerve DV: dorsal vessel
lem 1,2: lateral external median muscle 1,2
lep: lateralexternal posterior muscle lia: lateral internal anterior muscle
lii: lateral internal intersegmental muscle LNvD: longitudinal of dorsum
liO: lateral internal oblique muscle lip: lateral internal posterior muscle
T: thoracic ganglion TrNv: transverse nerve
vem 1,2,3: ventral external median muscle 1,2,3
vep: ventral external posterior muscle
vil 1,2,3,4,5: ventral internal lateral muscle 1,2,3,4,5
viO: ventral internal oblique muscle VNv: ventral nerve

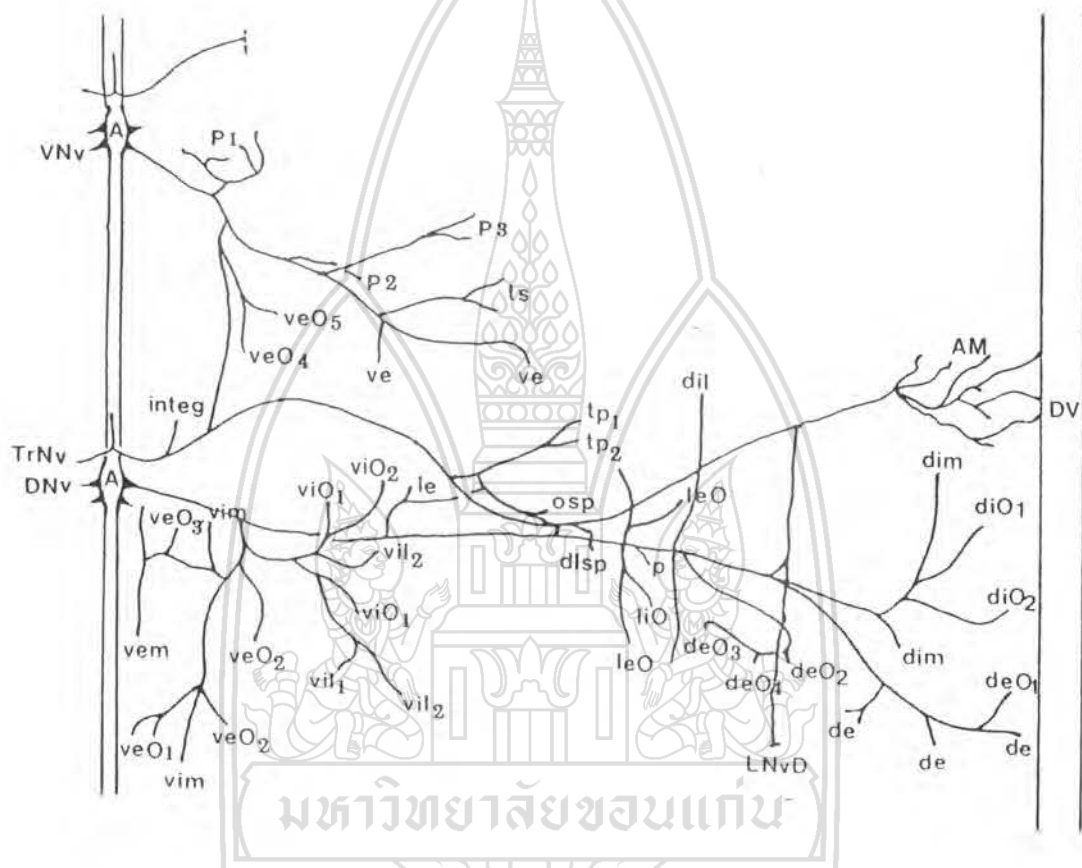
มหาวิทยาลัยขอนแก่น



มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ภาพที่ 5.3 แผนภาพแสดงเส้นประสาทในปล้องส่วนท้องของหนอนไหมนางน้อยศรีสะเกษ 1
อายุ 21 วัน (วัย 5 วันที่ 5)

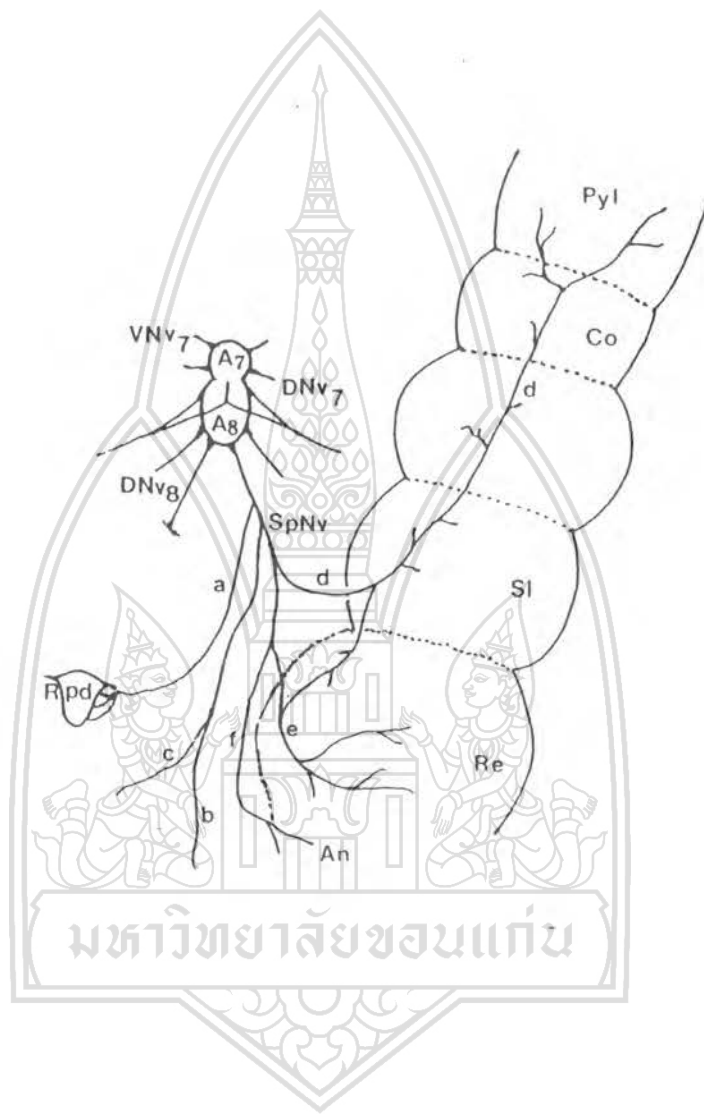
A: abdominal ganglion	AM: alary muscle
de: dorsal external muscle	
deO1,2,3,4: dorsal external oblique muscle1,2,3,4	
dil: dorsal internal lateral muscle	dim: dorsal internal median muscle
diO 1,2: dorsal internal oblique 1,2	dlsp: dilator of the spiracle muscle
DNv: dorsal nerve	DV: dorsal vessel
integ: integument	le: lateral external muscle
leO: lateral external oblique muscle	liO: lateral internal oblique muscle
osp: occlusor of the spiracle muscle	p: parategal muscle
P 1,2,3: proleg muscle 1,2,3	TrNv: transverse muscle
tp 1,2: tergo-pleural muscle 1,2	ts: tergo-sternal muscle
ve: ventral external muscle	
veO 1,2,3,4,5: ventral external oblique1,2,3,4,5	
vem: ventral external median muscle	vil 1,2: ventral internal lateral 1,2
vim: ventral internal median muscle	VNv: ventral nerve



ภาพที่ 5.4 แผนภาพแสดงเส้นประสาทในปล้องส่วนท้องปล้องที่ 8-11 ของหนอนไหมนางน้อย
ศรีสะเกษ 1 อายุ 21 วัน (วัย 5 วันที่ 5)

A 7,8: ปมประสาทท้องอันที่ 7,8 a,b,c,d,e,f: แขนงของ splanchnic nerve
An: anus DNv: dorsal nerve Pyl: pylorus
Re: rectum Rpd: reproductive system SI: small intestine
SpNv: splanchnic nerve VNv 7: ventral nerve 7

มหาวิทยาลัยขอนแก่น



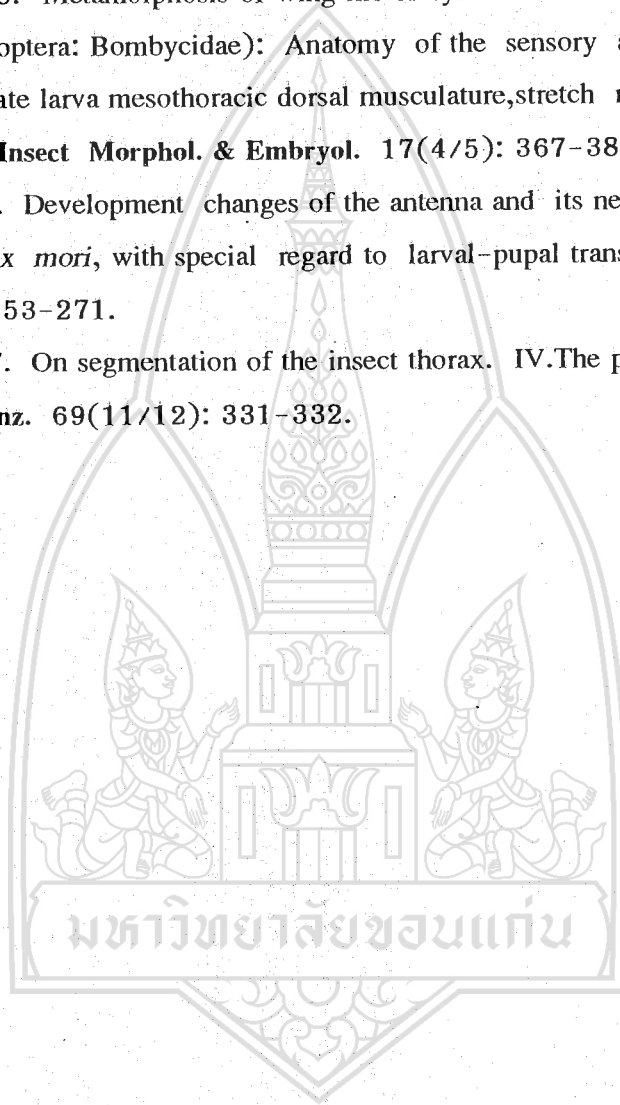
บรรณานุกรม

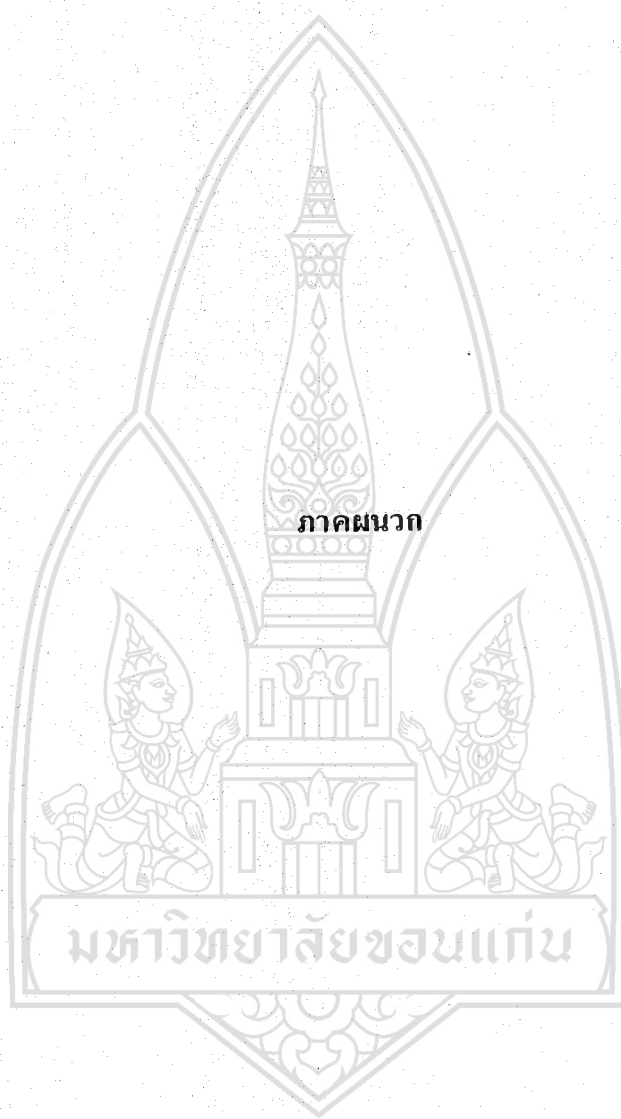
- เกษตรและสหกรณ์, กระทรวง. กรมวิชาการเกษตร. 2523. หม่อน-ไหม เอกสารวิชาการเล่ม 2. กรุงเทพฯ: วรุณการพิมพ์.
- _____. 2535. ไหมไทย. กรุงเทพฯ: วรุณการพิมพ์.
- วราภา จามประสิทธิ์ และพิภพ โพธิ์กนิษฐ์. 2533. มาเลี้ยงไหมกันเถอะ. กรุงเทพฯ: โคราซ ออฟเซีทการพิมพ์.
- วีระ สังคมพิทักษ์. 2534. เทคนิคการทำธุรกิจการเกษตรหม่อนไหมแผนใหม่. กรุงเทพฯ: วัชรินทร์การพิมพ์.
- Albert, P.J. 1980. Morphology and innervation of mouthpart sensilla in larvae of the spruce budworm, *Choristoneura fumiferana* (Clem.) (Lepidoptera: Tortricidae). *Can. J. Zool.* 58: 842-851.
- Chauthani, A.R. and Callahan, P.S. 1966. A dissection technique for studying internal anatomy of different stadia of noctuide. *Ann. Entomol. Soc. Amer.* 59(5): 1017-1018.
- Chuan, W.P. and Chuang, C.D. 1988. Silkworm rearing. *FAO Agricultural Service Bulletin.* 73(2): 7-8.
- Dethier, V.G. 1941. The antennae of lepidopterous larvae. *Bull. Mus. Comp. Zool.* 80: 403-414.
- Eaton, J.L. 1988. *Lepidopteran anatomy*. New York: John Wiley & sons.
- Endo, Y., and Endo, T. 1988. Immunohistochemical demonstration of S-100 protein in the brain neurosecretory cells of invertebrate (insect and earthworms). *Neuroscience Letters.* 90: 11-14.
- Forbes, W.T.M. 1910. A structural study of some caterpillars. *Ann. Ent.Amer.* 3: 94-143.
- Friedrichs, H. 1931. The compound eye and vision of insects. *Z. Morphol. Oecol. Tiere.* 21: 1-171.
- Fukuda, S. and Takeuchi S. 1967. Studies on the diapause factor-producing cells in the suboesophageal ganglion of the silkworms, *Bombyx mori* L. *Embryologia.* 9(4): 333-353.

- Hinton, H.E. 1947. The dorsal cranial areas of caterpillars. *Ann. Mag. Nat. Hist.* 14 (11): 843-852.
- Hundertmark, A. 1936. The functional organization of the compound eyes. *Z. Vergl. Physiol.* 24: 42-57.
- Ishikawa, S. 1967. Maxillary chemoreceptor in the silkworm. In *Olfaction and taste II*, pp. 761-777. Hayashi, T., Ed. Tokyo: Sakuji.
- Japan Overseas Cooperation Volunteers. 1980. *Textbook of the tropical sericulture*. Tokyo: Sibuya.
- Jolly, M.S., Sen, S.K., Sonwalker, T.N. and Prasad, G.K. 1979. Non - mulberry silks. *FAO Agricultural Services Bulletin.* 29: 2-30.
- Kobayashi, M. 1932. Studies on the neurosecretion in the silkworm, *Bombyx mori* L. *Bull. Sericul. Expt. Sta.* 15(2): 181-273.
- . 1978. Insect endocrinology. In *The silkworm: an important laboratory tool*, pp. 159-184. Tazima, Y., Ed. Tokyo: Kodansha.
- Kondoh, Y. and Obara, Y. 1982. Anatomy of motoneurons innervating mesothoracic indirect flight muscles in the silkworm, *Bombyx mori*. *J. Exp. Biol.* 98: 23-37.
- Krishnaswami, S., Narasimhanna, M.N., Suryanarayan, S.K. and Kumararaj, S. 1973. Sericultural manual 2-silkworm rearing. *FAO Agricultural Service Bulletin.* 15(2): 10-28.
- Kuwana, Z. 1932. Morphological studies of the nervous system of the silkworm, *Bombyx mori* Linne'. I. The innervation of the dorsal vessel (Resume'). *Bull. Impr. Seric. Expt. Sta.* 8(3): 116-120.
- Landsdown, A.B.G. and Somboon SrungBoonmee. 1993. Experimental studies on the use of K1 K8 raw thai silk wound suture. *Srinagarind Med. J.* 8(1): 20-26.
- Libby, J.L. 1959. The nervous system of certain abdominal segments of the cecropia larva (Lepidopteran: saturniidae). *Ann. Ent. Soc. Amer.* 52: 469-480.
- . 1961. The nervous system of certain abdominal segments and the innervation of male reproductive system and genitalia of *Hyalophora cecropia* (Lepidoptera: saturniidae). *Ann. Entomol. Soc. Amer.* 54: 878-896.
- Lim, S.H., Kim, Y.T. and Lee, S.P. 1990. Sericulture training manual. *FAO Agricultural Services Bulletin.* 80: 59-63.
- MacGillivray, A.D. 1923. The value of landmarks in insect morphology. *Ann. Ent. Soc.*

- Amer. 16: 77-84.
- Matsuda, R. 1970. Morphology and evolution of the insect thorax. *Mem. Entomol. Soc. Can.* 76: 5-426.
- Morita, H. and Yamashita, S. 1961. Receptor potential from sensilla basiconica on the antennae of the silkworm larvae, *Bombyx mori* L. *J. Exp. Biol.* 53: 199-203.
- Morohoshi, S. 1971. Control of growth and development in *Bombyx mori* L. *Ibid.* 47: 325-330.
- Morohoshi, S., Oshiki, I. and Kikuchi, I. 1977. Axonal pathways between the cerebral neurosecretory cells and the retrocerebral complex in *Bombyx mori* L. *Proc. Japan Acad.* 53: 199-203.
- Murakami, T. 1988. A new silk road. *Farming Japan.* 22(3): 42-47.
- Packard, A.S. 1895. On a new classification of Lepidoptera. *Am. Natural.* 29: 636-647.
- Ripley, L.B. 1923. The external morphology and post-embryology of noctuid larvae. *Illiois. Biol. Monographs.* 8(4): 7-102.
- Sakaguchi, B. 1978. Postembryonic development of the silkworm. In *The silkworm: an important laboratory tool*, pp. 31-51. Tazima, Y., Ed. Tokyo: Kodansha.
- Short, J.R.T. Some aspect of the morphology of the insect head as seen in the lepidoptera. *Proc. R. Ent. Soc. Lond.* A26: 77-88.
- Schmitt, J.B. 1954. The nervous system of pregenital abdominal segments of some Orthoptera. *Ann. Ent. Soc. Amer.* 47(4): 677-682.
- Snodgrass, R.E. 1947. The insect cranium and the "epicranial suture". *Smithsonian Misc. Coll.* 107(7): 1-52.
- Somboon SrungBoonmee. "An aspect of silkworm research in Thailand". Paper presented in the annual meeting of the institute of national sericulture experiment, Nakorn Prae Hotel, 13 February 1989. (Typewritten)
- Swaine, J.M. 1921. The nervous system of the larvae of *Sthenopsis thule* Strecker. *Canadian Ent.* 53: 29-32.
- Taylor, H.M. and Truman, J.W. 1974. Metamorphosis of abdominal ganglion of the tobacco hornworm, *Manduca sexta*. Change in population of identified motor neurons. *J. Comp. Physiol.* 90: 367-388.
- Tazima, Y., ed. 1978. *The silkworm: an important laboratory tool*. Tokyo: Kodansha.
- Toh, Y. and Sagara, H. 1982. Ocellar system of the swallowtail butterfly larva.

- I. Structure of the lateral ocelli. **J. Ultrastr. Res.** 78: 107-119.
- Trujillo-Cenoz, O. 1959. Study on the fine structure of the central nervous system of *Pholus labruscoe* L. **Z. Zelforch.** 49: 432-446.
- Tsujimura, H. 1983a. Anatomy of external structure and musculature of thoraces in the larva of the *Pieris rapae crucivora*. **J. Morphol.** 177: 181-190.
- _____. 1988. Metamorphosis of wing motor system in the silk moth, *Bombyx mori*. (Lepidoptera: Bombycidae): Anatomy of the sensory and motor neurons that innervate larva mesothoracic dorsal musculature, stretch receptors, and epidermis. **Int. J. Insect Morphol. & Embryol.** 17(4/5): 367-380.
- Waku, Y. 1991. Development changes of the antenna and its neurons in the silkworm, *Bombyx mori*, with special regard to larval-pupal transformation. **J. Morphol.** 207: 253-271.
- Weber, H. 1927. On segmentation of the insect thorax. IV. The position of the spiracles. **Zool. Anz.** 69(11/12): 331-332.





ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

วิธีการเตรียมสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

1. Chauthani & Callahan's fixative (1966)

40% formalin	2.5	มิลลิลิตร
glacial acetic acid	1.25	มิลลิลิตร
chloral hydrate	10.0	กรัม ทำเป็นสารละลาย 100 มิลลิลิตรในน้ำกลั่น

ผสมสารละลายทั้งสามชนิดเข้าด้วยกัน เก็บไว้ในที่อุณหภูมิห้อง

2. Karnovsky's fixative

น้ำกลั่น	100	มิลลิลิตร
paraformaldehyde	2	กรัม
0.1 M NaOH		
0.1 M HCl		
50% glutaraldehyde	4	มิลลิลิตร
0.2 M Na Cacodylate solution	50	มิลลิลิตร
(Na Cacodylate 42.8 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 900 มิลลิลิตร แล้วปรับให้เป็น pH 7.4 ด้วย 0.1 M HCl และ 0.1 M NaOH จากนั้นเติมน้ำกลั่นจนได้ ปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร และเก็บที่ 4 องศาเซลเซียส)		

ตมน้ำกลั่น 30 มิลลิลิตร จนมีอุณหภูมิประมาณ 60-70 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นเติม paraformaldehyde ลงไปในน้ำกลั่น (ภายใต้ hood) ปลดยंत्रไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง แล้วค่อยๆเติม 0.1 M NaOH ลงไปในสารละลายจนใส จากนั้นเติม 50 % glutaraldehyde, 0.2 M Na Cacodylate solution และเติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 90 มิลลิลิตร แล้วปรับให้เป็น pH 7.45 ด้วย 0.1 M HCl และ 0.1 M NaOH ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนมีปริมาตรสุดท้ายเป็น 100 มิลลิลิตร เก็บ Karnovsky's fixative ไว้ที่ 4 องศาเซลเซียส

ประวัติผู้เขียน

นางสาวพรสวรรค์ สุวรรณไพบูลย์ เกิดวันที่ 7 เมษายน 2512 ที่อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร สำเร็จการศึกษาพยาบาลศาสตรบัณฑิตจากวิทยาลัยพยาบาลเกื้อการุณย์เมื่อปี พ.ศ. 2532 สำเร็จการศึกษารัฐประศาสนศาสตรบัณฑิตจากมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราชเมื่อปี พ.ศ. 2537 และในปีการศึกษา 2535 ได้เข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชากายวิภาคศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น



พจนานุกรม มหาวิทยาลัยขอนแก่น

